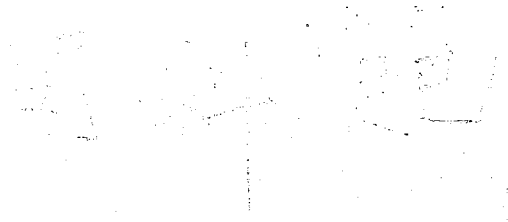
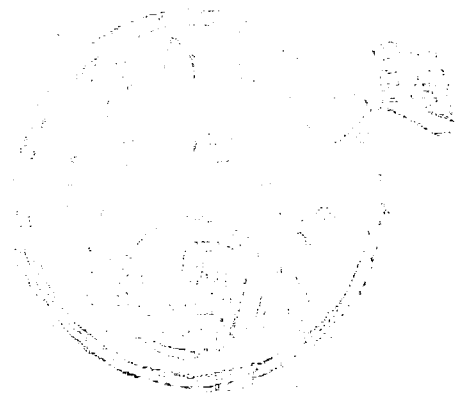


香
L. J.



新 928 號



總 理 遺 像

總 理 遺 囑

余致力國民革命，凡四十年，其目的在求中國之真獨立，及聯合世界上

以平等待我之民族，

共同奮鬥！

現在革命尚未成功

，凡我同志，務須依

照余所著：建國方略

、建國大綱、三民主

義，及第一次全國代

表大會宣言，繼續努力，以求貫徹！最近主張開國民會

議，及廢除不平等條約，尤須於最短期間，促其實現，

是所至囑！



南京國民政府
秘書長
孫科
63188

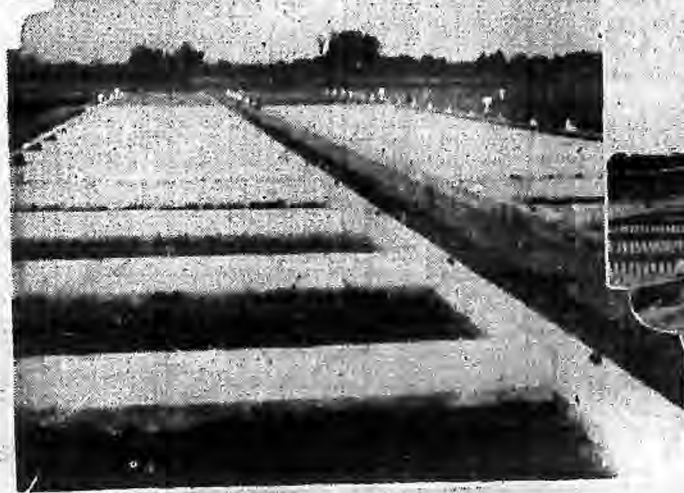
339



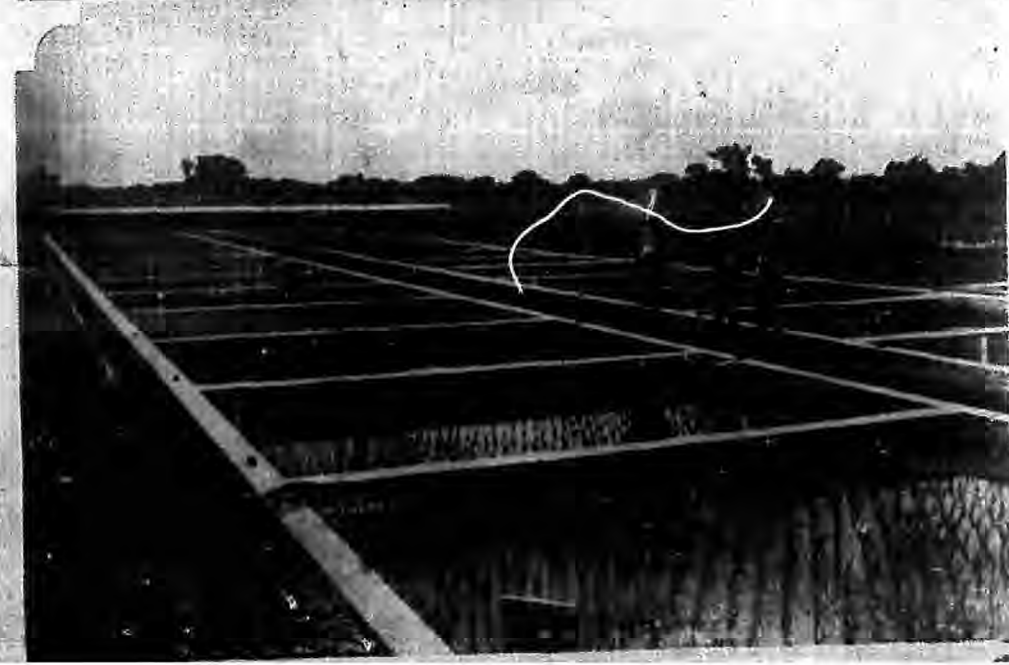
(一) 肥料試驗



景全之區驗試料肥(上)
驗試之壤土良改鏗酸硫與灰石(左)

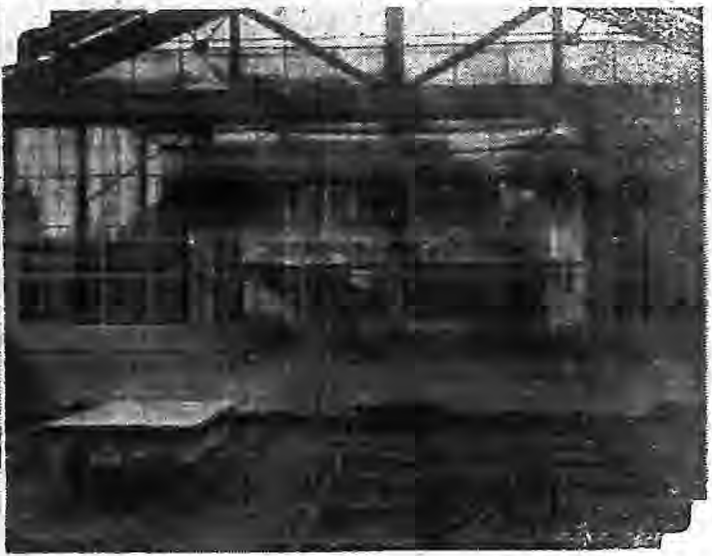
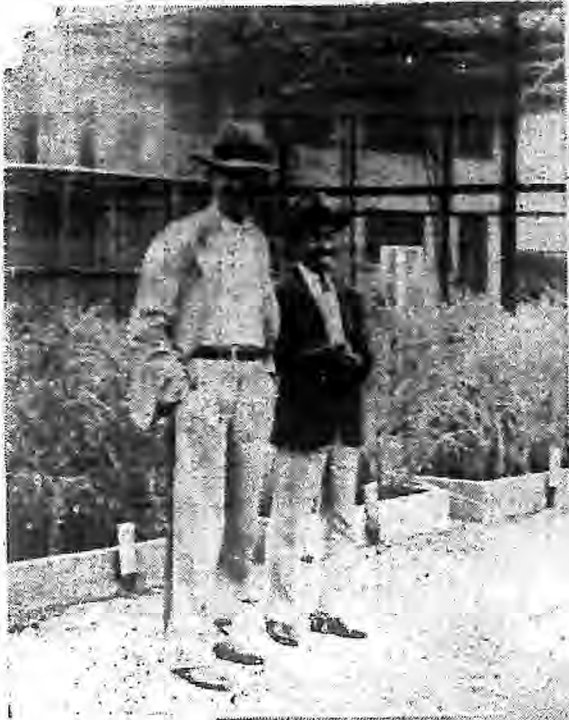


區驗試較比料肥(上)
區驗試料肥之後地整(左)



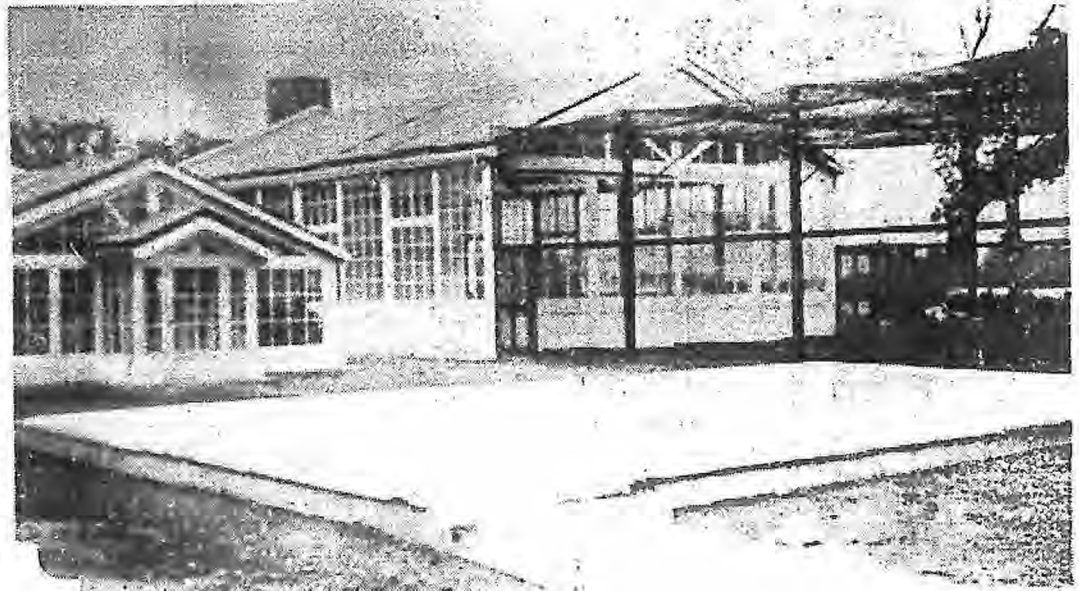
左、插秧後之肥料試驗區





景內之室溫區驗試料肥(上)

上圖為化學肥料管理處何處長偕
同外人，在小水門汀池之酸性試
驗區參觀。

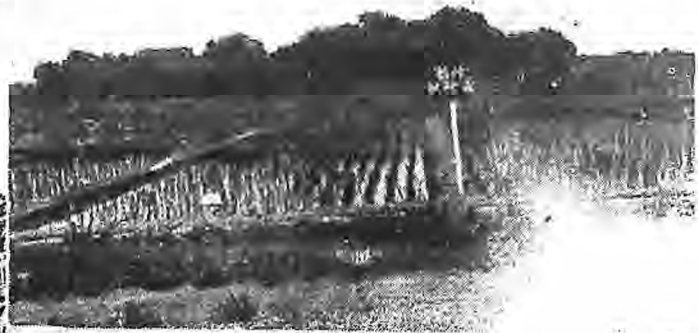
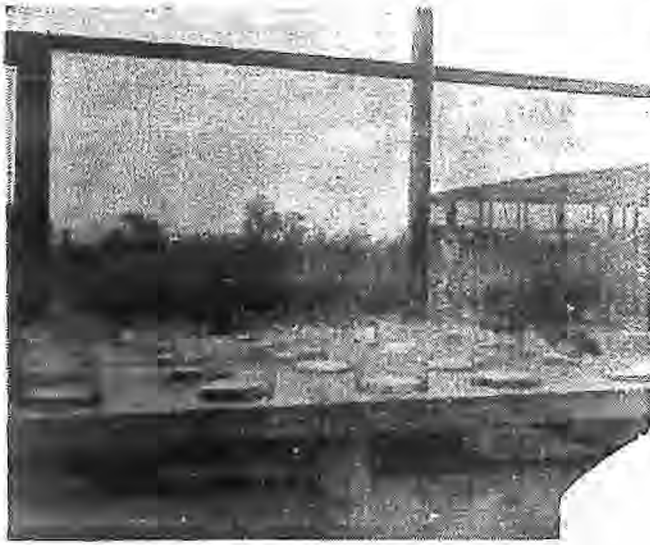


左。肥料試驗區之氣
象測量處

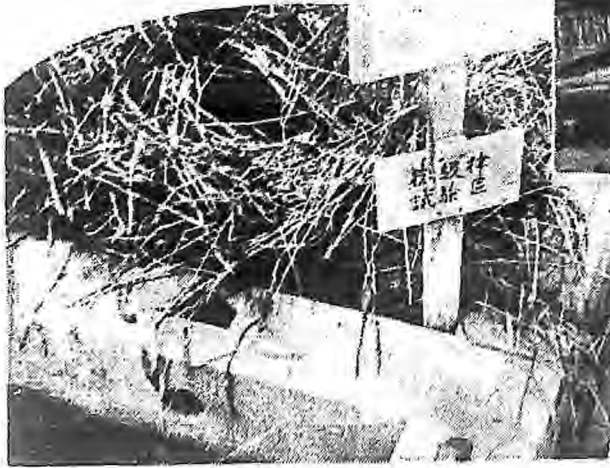
上。肥料試驗區溫室
之外景與鋼絲網

(二) 肥料試驗

右圖為羅氏
幼苗試驗法
之盆栽



下圖為
稻作試
驗區水
門汀池
之一角
——微
級律試
驗區



景全之區驗試作稻(上)

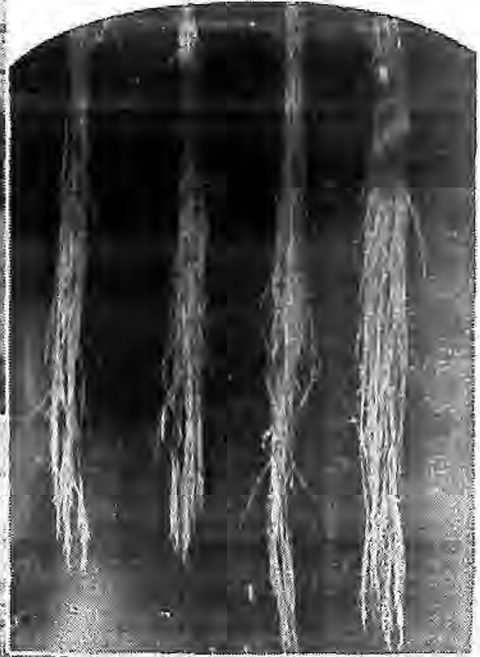
形情穫收作稻區驗試(下)

下圖為
稻作試
驗區成
長後之
情形，
圖中右
為全肥
區，左
為無肥
區。





稻打後穫收(左)



左、稻作收
穫後裝袋
上、微級律
試驗區
收穫後
之比較

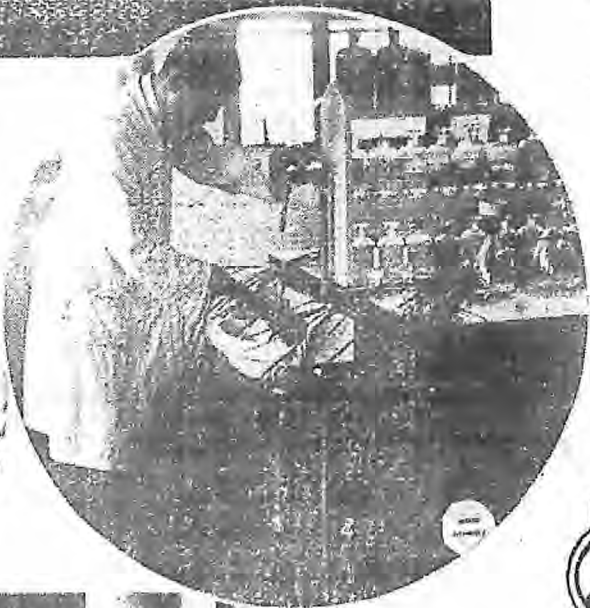


上、試驗室
秤稻作收
穫量
左、收穫後
風乾

檢定與分析

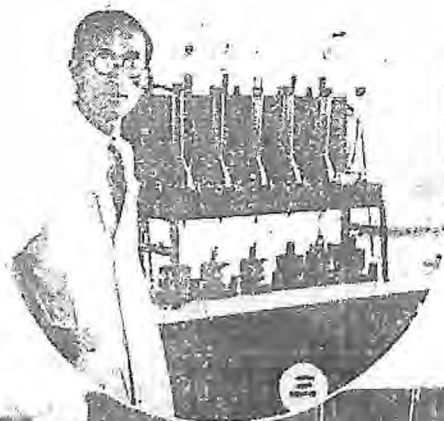


一、天然肥料與化學肥料之檢定
四、分析試驗池施肥後之濃度



二、植物之分析

三、土壤中氮之定量





密氏之土壤檢定

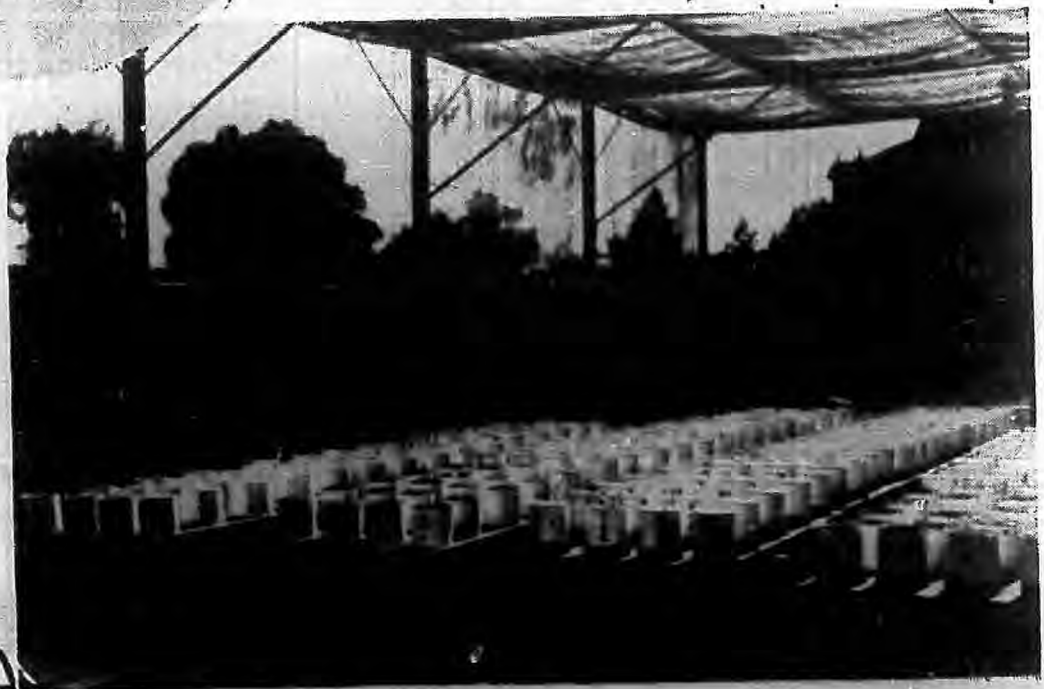
參見本期馬氏檢定土壤養分之大法

上為各縣土壤之風乾



驗盆	密氏試	絲網內	下為鋼	土工作	土與篩	上為碎
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

上為密氏土壤檢定法
在未加溶液前秤定
土壤





左為密氏
檢定土壤
所用之各
種溶液與
篩具秤盤
等

下為已風
乾之土壤



左為分析收穫物中之脂肪

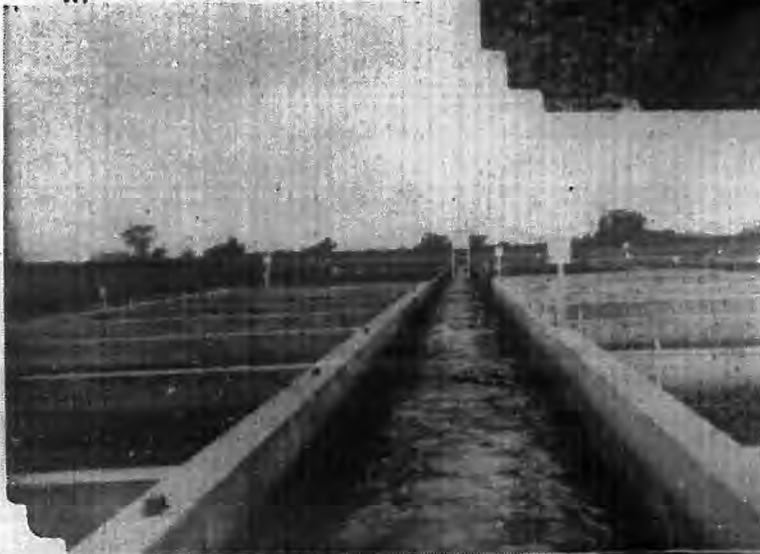


上為試液
之蒸發

左為土壤
之物理
分析



麥作肥料試驗



上、麥作肥料試驗區發芽情形
下、水門汀池之酸性試驗

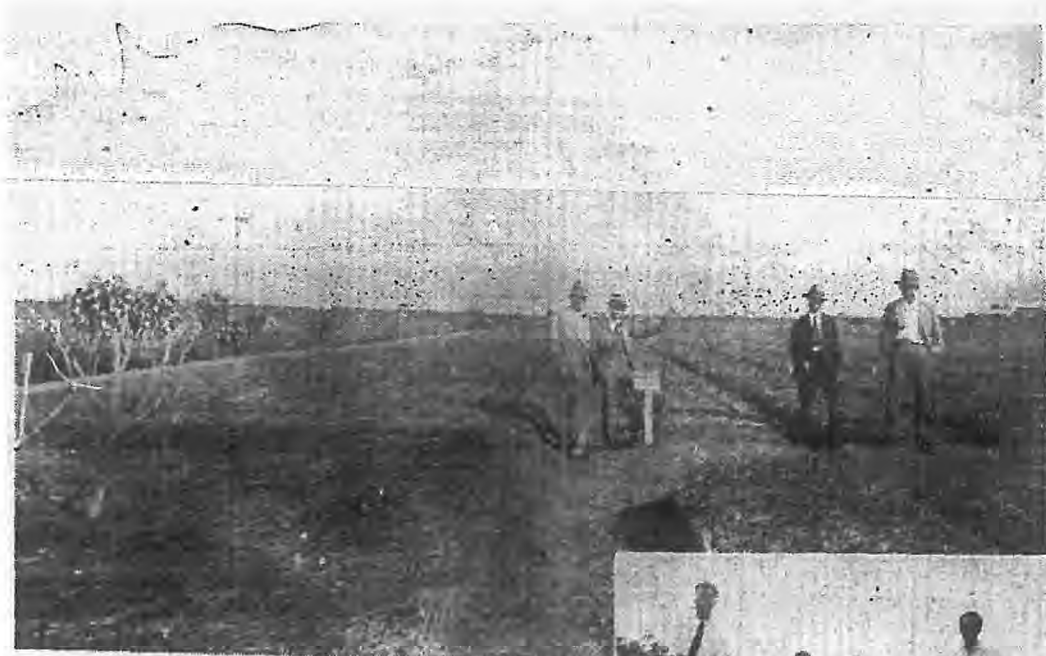
上・麥作肥料試驗區之水門汀池



右、麥作肥料試驗區開溝排水
上、水門汀池酸性試驗開溝排水



棉作肥料試驗



棉作肥料試驗區種蓋稻
作料驗下以後草



棉作肥料試驗區全
作料驗之景
令經用試驗區
氮磷鉀

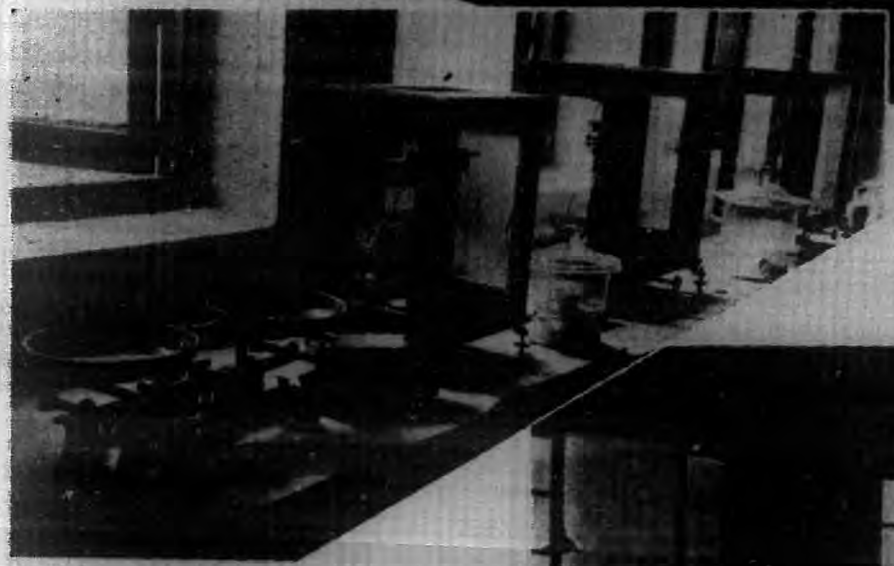


棉作收穫後
裝袋

令工人稱棉
作收穫



△



各圖爲化學肥料管理處化驗室之設備



化學驗室
第一

影攝體全處理管料肥學化場總良改業農省江浙



卷首語

曾養甫



(南)

世界上動植兩界，形形色色，莫不以食爲養生之資。動植所需之食，種類至夥；然有重要者，有非重要者，有難得者，有非難得者。植物所需，固不僅氮磷鉀也，惟氮磷鉀重要而又難得，端賴土壤以外之供給，不得不力求適合之調劑，務使配搭方面與經濟方面，均能免除困難；政府爲輔助農民達此目的，於是有管理肥料政策之實施。

植物以氮磷鉀爲三要素，猶動物之以蛋白質炭水化物及維他命爲三要素，各有其功用，不可取此而捨彼。中國農民向用糞尿及各種動植質天然肥料，以供給三要素；近代科學昌明，爲農業增加生產計，天然肥料自屬不敷供給，不得不仰賴於人造肥料。惟人造肥料價值既昂，農民爲經濟所限，無力多用，而多用與濫

影攝體全處理管料肥學化場總良改業農省江浙



卷首語

曾養甫



世界上動植兩界，形形色色，莫不以食爲養生之資。動植所需之食，種類至夥；然有重要者，有非重要者，有難得者，有非難得者。植物所需，固不僅氮磷鉀也，惟氮磷鉀重要而又難得，端賴土壤以外之供給，不得不力求適合之調劑，務使配搭方面與經濟方面，均能免除困難；政府爲輔助農民達此目的，於是有管理肥料政策之實施。

植物以氮磷鉀爲三要素，猶動物之以蛋白質炭水化物及維他命爲三要素，各有其功用，不可取此而捨彼。中國農民向用糞尿及各種動植質天然肥料，以供給三要素；近代科學昌明，爲農業增加生產計，天然肥料自屬不敷供給，不得不仰賴於人造肥料。惟人造肥料價值既昂，農民爲經濟所限，無力多用，而多用與濫

用，又且有害於土壤作物，自應仍以天然肥料爲主，而以人造肥料爲輔；相土覘物，各應所宜，使農民毋走歧路，是因管理者之責也。

卷首語

譚熙鴻

糞田之說尙矣，吾國伊古以來所用者，皆自然肥料。近自科學發達，於是乎智利等國有化學肥料之出品，日漸輸入吾國，致充斥市廛，而尤以英德所製之硫酸銨單性氮質肥料居其多數。洋商爲發展營業計，不惜用種種方法，以誘吾之農民，如廉價傾銷、長期賒欠諸端，皆其策略也。華商又從而宣傳之，鼓吹之。農人以其便利及肥料力量較強之故，遂惑而用之。其用也，又不得其法，徒使外貨源源而來，總計每年入口，爲數達四千萬元以上。此中弊害，不一而足。其直接受害者，莫如施用化學肥料後，田中留存酸質過多，致土質硬化；其間接受害者，自有之糞肥、草肥、油餅等類，棄而不用，而用舶來品，不但金錢外溢，增國民一大漏卮，而軋油等小工業莫不受極大之打擊，此皆事實上不

能避免者。上年浙建廳鑒於單性肥料之有害於吾國也，乃設法取締之，而農民亦恍然有悟，拒絕商人之勸銷，一年以來，成效頗著。事雖施於一省，洵可爲他省所取法。浙省府前有肥料管理處之設，熙鴻亦隨諸同志之後，以勸其事。以諸同志之努力，凡所以計劃而設施者，無不斐然可觀，足爲農政上之指導。今諸同志本其所計劃而設施者，欲著之書以公諸世，是將以利吾浙者利天下，斯固熙鴻所聞之而歡忭者也。熙鴻前於參與取締單性肥料時，曾有所言，藉以喚醒國人；茲仍本初意，弁數言於篇首。

取締肥田粉之意義

曾養甫

取締肥田粉，業經政府決定實行，並已積極工作，惟政府所以要取締劣質肥田粉之意義何在，爲使各地販賣商人明瞭起見，有加以說明之必要。

經商原爲正當之職業，其作用是在懋遷有無，便利社會；然商人對於所販賣之貨物，須求其有利可圖，而又不至妨害他人，此乃經商最緊要之道德。社會上對於只貪己之利，不顧衆人受害之商人，名爲奸商；法律上則不許損人利己，有明文規定。以前之販賣劣質化學肥料，乃爲一般肥田粉之美名所蔽蔽，而不知此種貨物，確有大害於農田。此妄事宣傳可以增加生產之肥田粉，經科學之分析與實地之試驗，實多不適於單獨使用，如長久單獨使用，將使膏腴之土，盡變石田，其危險情形，不可言知。

中華立國已四千六百餘年，中華同胞有四萬萬五千餘萬，如此長久之歷史，如此衆多之人口，究竟何物來維持繁衍？若靠工業，則中國根本沒有多少工廠；若靠商業，則中國海關入超金額，每年數達萬萬兩；所可冀的，是大家胼手胝足，來耕種此廣大肥饒之土地，即自古相傳之以

農立國。俗語每說中國人靠天吃飯，意思就是希望風調雨順，使容易耕種，五穀豐登；但是土地不好，就使風調雨順，亦難希望滿載滿車之收穫。所以農業國家，土質最關重要，竟可說是全體人民命脈所寄，倘然土質變壞，不能耕種，那末，此四萬萬五千萬人將何以爲生！

浙江農民使用肥田粉，較他省爲普遍，故農田土質，已有許多地方受影響，倘不及早設法取締，浙江農產前途，非常危險。各地販賣商對於肥田粉之販賣，尤應犧牲一部分之小利，顧及立國根本之農業；如果土質變壞，作物不能生長，各地販賣商即有金錢，如何使用，如何保存，實個人一時之利，遺社會無窮之害，何以對人，何以對己。我國自古相傳，商人最高尚之道德，爲以義爲利，義字的意思，就是合宜，經商原以謀利爲目的，但須先問所謀之利正當與否，合宜與否。此種以義爲利之格言，雖三家村之小店舖亦用爲標語，此乃中國商人道德之優點，并且含有極深之意義。倘我貪圖不義之利，他人必受我不義之害，損人利己之輩，斷不能久容於社會。歐美商人，向不

注意此種道德，直到歐戰以後，參戰各國，不論勝負，國家經濟莫不發生極度之恐慌；因此亦知往日唯利是圖之方法錯誤，始知「兩利爲利」與「衆利爲利」之真義。不知我國數千年前，已有以義爲利之道德標準。凡將本求利之正式商人，皆知以義爲利之精義；今日以前之販賣肥田粉，只知其利息豐厚，而不知其有害他人。今日之召集各地販賣商到此開會，即說明各種肥田粉之性質不同，應根據化驗之結果，分別取締，使其使用得當，增加生產。在政府並非有意與各地販賣商爲難，在各地販賣商亦一定深悔以前之錯誤，決不再貪此有害他人之小利。關於一般混名肥田粉之害處，不但各地販賣商起初不信，即本人從前亦不知道，經詳細研究之結果，始知肥田粉乃氮磷鉀三要素之總稱，並非使用硫酸銨一種肥料所可包括者。中國人不大注意實際，過份相信西人，以爲外洋輸入之貨，無一不好，時髦人請客，每用西式大菜，一到長住西洋，就覺麵包牛肉之味，遠不若我國青菜豆腐之適口；可知外國貨品優劣不一，使用之時，應審慎抉擇，始能有利而無弊。各地販賣商以前之錯誤，乃無心之過，可以委爲既往不咎；可是從今以後，政府既於事前明定標準，各地販賣商亦已

完全明瞭，倘再販賣有害土質之肥田粉，即屬有害害人，政府固當以法律繩其後，各地販賣商想亦決不願做此喪心病狂之事。須知害人之事，人必恨之，雖幸而不受法律之制裁，亦難逃社會之責備，即獲大利，必難久享，即無鬼神報應之理，清夜自問，於心何安！今日乘此機會，說明政府嚴厲取締劣質肥田粉之原因，既非與各地販賣商爲難，更非與洋商爲難；外洋貨物，有利於我者，社會樂用，政府亦並不干涉；肥田粉之必須取締，實以爲害重大，不得不出此斷然處置。政府此種辦法，表面雖影響各地販賣商利益，實際乃屬扶助各地販賣商，因爲謀利而致害人，決非各地販賣商之幸福。今日使用劣質肥田粉之結果，爲土質變硬、稻生熱病等等弊害；關於此種報告，各地販賣商諒亦有所聞，前途危險，不問可知。今政府對於此事，決計設法整理，嚴加去取，一方不使農田受劣質肥田粉之損害，一方免除各地販賣商害人之罪惡。至其詳細辦法，政府已有規定，今日特再說明取締肥田粉之用意所在，希望共體此意，不貪小利，而害大衆，切實做到以義爲利之商業道德。

管理化學肥料之真諦

張範村

(一) 肥料歷史之演進

人類之進化，自從逐水草而居之遊牧生活，一變而為作息安定之農村社會，人類始知稼穡，種穀樹藝，利用植物生長之果實以生養，於是農業基礎奠定，日見發達；然其時尚不知肥料之應用，而後人類因日久觀察之經驗，偶見畜糞撒佈之土地，每覺植物生長特別茂盛，由是推知畜糞可為肥田之用，肥料歷史亦於是時開其端倪。

肥料歷史見載於史乘者，在中國汜勝之書有言曰：「湯有旱災，伊尹作為區田，教民養種，負水澆稼」。又周禮書有詳細之記載：「草人掌土化之法，以物土相其宜，以爲之種，凡養種：辟剛用牛，赤緹用羊，墳壤用麋，澇澤用鹿，鹹瀉用緇，物壤用狐，埴埴用豕，強梁用資，輕爰用犬」。「辟剛」「赤緹」「墳壤」「澇澤」「鹹瀉」「物壤」「埴埴」「強梁」「輕爰」諸名詞，乃古代用以

區別土性者也，牛羊麋鹿豕犬之屍骸或其糞汁，乃古代用以肥田之物也。

羅馬爲歐洲農業發達最早之古國，對於畜糞肥田，遠在數千年前，史乘亦略有記載。

由上以觀，古代肥田之物，僅爲各種畜糞；邇後人類進化，知識漸增，對於肥田之法，除用畜糞，復知利用其他廢物如草灰、河泥、白堊等爲肥料。

迨至十九世紀初葉，歐西各國農業化學家倍出，對於肥料問題，有從事學理研究者，有努力園場試驗者，如德人利比西 (Liebig) 氏之礦物說 (Mineral Theory)，謂分析植物之灰分，即可用爲肥料施量之標準，又謂植物之灰分，雖其量甚微，實與植物生長關係至爲密切。如英人勞斯 (Law) 與基爾培特 (Gilbert) 二氏，復創設羅薩斯泰特農場 (Rothamsted Field)，試驗研究各種肥料問題，至是肥料三要素氮、磷、鉀對於植物之功效乃顯。自此以

後，肥料已另闢新徑與往古不同，蓋往古僅知利用天然有機肥料，今則更採用化學無機肥料。

一八四三年，勞斯開始製起過磷酸石灰，智利硝石亦於斯時運往歐洲，德之亞爾薩斯州之鉀礦，亦從事開採，以後其他各種化學肥料製造工廠，日益增多，以應農民之需要，而化學肥料亦於近代各國成爲農業之中心問題矣。

(二) 肥料與植物的關係

肥料之於植物，亦猶食品之於動物，動物不可一日無食物以營養，植物亦不可一日無肥料以滋生。

往古人口稀少，土地廣闊，植物自生自滅，取之於土之養料，仍還之於土，土力得以恢復，不稍衰瘠；迨至近世，生齒日繁，人類需要日增，土地不得不連年耕種，耕種既久，則土中養料因每年多量收穫物運往市場，以致地力逐漸耗竭，不堪種植，而土地又不能較古時休田（*Fallow*）之法，無已，惟有設法補償土中損失之養料，以維地力。

植物養料原素凡三十餘種，然其最有關係者則爲氮、磷、鉀、炭、硫、矽、鈣、鎂、銨十原素，該十原素，各具有特殊之功用，均爲植物所必需，缺一不可。於此十原素中，炭則於植物在日光下同化作用時，可完全取自空中，空中炭素之給源，或由於生物呼出之氣而來，或由於工廠廚房燃燒薪炭而來，其量甚多，足供植物吸收之用，自無供給之必要。至氮、磷、鉀、矽、鎂、銨六原素，土中含有亦多，普通亦均植物之吸取，當亦不需補給。但氮、磷、鉀三原素，土中含量極少，時呈缺乏之現象，非待補給，植物高難發育完全；故肥田之物，不論天然肥料抑人造肥料，悉以此三原素爲主體，故氮、磷、鉀稱爲肥料之三要素焉。

(三) 肥料與農業之關係

值此二十世紀，世界各國處於經濟恐慌之時代，莫不競相提倡改良農業，增加生產，鞏固農村經濟，以爲立國永久之基礎。農業生產增加，固有賴於品種之改良，而水

之調和，然最關切要者，則爲適宜肥料之施用。因是德人 Von Reethout 氏曾如此言：「假設植物之收穫量爲一百，則其中百分之五十來自肥料，百分之二十五來自耕耘，百分之十五來自種子，百分之十來自輪種」。於此可見肥料與農業之關係，可謂既深且切。十九世紀以前，所用之肥料概爲有機物質，類皆農家自給天然肥料，性質調和，

用後不致土性變惡，且施用方法，復淺近而易曉，故當時肥料問題甚爲單純。迨至今日，化學肥料，種類繁多，性質各異，變化複雜，無知農人不能瞭解其中反應之奧義，故化學肥料，善用之則生產倍獲，誤用之則危害隨之，於是肥料問題亦趨複雜。歐美各國有鑑於此，遂設立機關以管理之，一方面制定各種化學肥料法律，保護農民之利益；一方面遍設農事試驗場，研究化學肥料之利弊，隨時隨地指導農民。故歐美對於化學肥料管理之法，治標治本，悉皆周詳盡致，不容稍有危害之發生，利農裕國，實非淺鮮。返觀中國，溯至化學肥料輸入以來，不獨無益於農，而且危害及之，究何故歟？此則中國科學落後；且年來內

憂外患，社會凌亂，政府亦不暇顧及；以致消極無機關以管理，積極復無試驗場以研究，肥料商得乘機片面宣傳。農民昧於目前之利誘，迨至數年以後，土性變惡，不獨種植，悔之晚矣。化學肥料之所以爲害中國農業，非化學肥料之不可應用，實管理機關未臻妥善，農事試驗場未曾完備，有以致之。

浙江農業向稱發達，化學肥料最先輸入應用，而變化學肥料之害亦最先，去歲省政議設化學肥料管理處之用意，良以此也。

(四)天然肥料與化學肥料之比較

畜糞、廐肥、堆肥、河泥、雜草、人糞尿、草木灰、豆餅、棉餅、酒粕及農場廢物，與城市之垃圾等，用爲天然肥料，自古已然。至於硫酸銨、硝酸鈉、石灰氮、磷礦鈣、氯化鉀、硫酸鉀等，乃近世科學發達所產生之化學肥料；二者對於農業改良、生產增加，其重要實居於同等之地位，未可較其軒輊。今比較二者性質功用於下：

肥 概 料 論

一、天然肥料概為有機物，可以改良土壤理學性質，使黏土疎鬆，砂土團結，增加土壤吸收力，促進細菌繁殖；化學肥料概為無機物質，用之不當，則使土壤惡變，或成酸性，或成鹼性，或阻碍細菌之生活，致植物不適於生長。

二、天然肥料容積龐大，運輸不便，三要素含量少，肥效遲緩；化學肥料容積甚小，運輸便利，三要素含量多，肥效迅速。

三、天然肥料適宜於基肥；化學肥料適宜於基肥外，尚可用為追肥，如硫酸銨、智利硝石等。

四、天然肥料元素含量雖少，然氮、磷、鉀皆有相當之比例存在；化學肥料除混和肥料外，餘皆單純肥料，僅含一種元素，或氮、或磷、或鉀。

綜觀以上比較之結果，天然肥料對於植物，有如人類之家常便飯，不可一日或缺；化學肥料之於植物，有如人類之補品，亦不可少也。

(五) 化學肥料在世界農業經濟上之地位

化學肥料在世界農業經濟上之地位，究屬如何重要，此處亦不必空言討論；茲根據美國農部一九三〇年各國氮、磷、鉀三種化學肥料銷用最報告書，即可窺見概略，附表如下：

國別	年銷額			百分比		
	氮 N	磷 P ₂ O ₅	鉀 K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
中國	三三三〇〇噸			100.0		
波蘭	三三〇〇〇噸	二〇〇〇〇噸	八〇〇〇噸	三三.三	三三.一	三三.六
牙 西 班	七三〇〇〇噸	二四〇〇〇噸	五五〇〇噸	二六.〇	三三.〇	二〇.〇
英 國	六〇〇〇噸	二六五〇〇噸	六〇〇〇噸	一八.〇	六〇.〇	三三.〇
荷 蘭	八二〇〇噸	二二五〇〇噸	二二五〇〇噸	二五.五	三六.八	三三.七
意 國	六二〇〇噸	二五〇〇〇噸	二二五〇〇噸	一八.三	三六.六	三〇.〇
日 本	二九〇〇〇噸	二八〇〇〇噸	五〇〇〇噸	三三.二	三三.八	一三.〇
法 國	一六〇〇〇噸	五八三〇〇噸	三〇〇〇噸	一六.八	六二.二	三三.〇
美 國	三三三〇〇噸	八〇〇〇〇噸	三三三〇〇噸	三三.二	五三.八	三三.〇
德 國	四三〇〇〇噸	五六〇〇〇噸	八八〇〇噸	二四.五	三三.〇	三三.五

綜觀上表所列各國在一九三〇年所用化學肥料總量，

氮質(N)為一五、〇二三、〇〇〇噸，磷質(P₂O₅)為二

九、〇九、〇〇〇噸，鉀質(K₂O)為一、七五八

、五〇〇噸。若氮質肥料每噸假設售四五〇兩，則

價值六、七六〇、三五〇、〇〇〇兩；若磷質肥料

每噸售五七〇兩，則價值一、六五八、一三〇、〇

〇〇兩；若鉀質肥料每噸售一八〇兩，則價值三

六、五三〇、〇〇〇兩，合計氮、磷、鉀三種化學

肥料，一九三〇年之總價值為八十七萬三千五百〇

一萬兩，於此可見化學肥料在世界農業上經濟地位

之重要也。

(六)化學肥料在中國農業經濟上之地位

根據前表之觀察，各國化學肥料之銷用量，氮、磷、

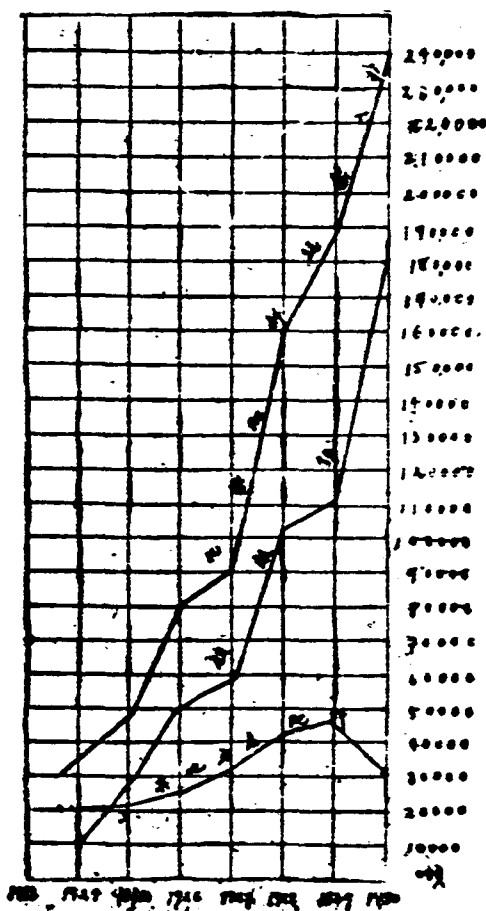
鉀三要素皆成相當之比例，獨中國僅用一種磷質肥料，而

磷、鉀則無，此所以化學肥料在中國成一種畸形之變態，

影響農業，土壤變劣，寧足怪哉！

茲復根據中國海關從一九二三年至一九三〇年化學肥

料統計圖表如下，則其結果與前表所示相同：



觀上圖指示，更加清楚，硫酸銨的輸入年年增加，其

他各肥料(假定為磷、鉀肥料)不獨每年輸入無顯著之增加

，其量亦至微；且從一九二九年以後，反而輸入減少，結

果，中國化學肥料只有單純氮質肥料硫酸銨一項而已。

再返觀吾國天然肥料豆餅等十八年及十九年輸出之情

形，則更使吾人不寒而慄。蓋天然肥料較之單純化學肥料

對於農田尤為重要，今中國天然肥料尚虞不足，反而輸出年年增加，若不設法禁止出口，則中國農業前途之危機，不堪設想。茲將江海關統計表附下：

輸出種類	民國十八年	民國十九年	備註
豆餅	一八、七五、七五担	一六、五六、五七担	
棉餅	一、〇三、四三担	一、三九、五六担	
花生餅	三三、九四担	三三、六五担	
菜餅	七九、六六担	五七、八〇担	
其他餅類	一三、三四担	一八、七五担	
共計	四〇、〇五、〇三担	三三、八三、〇四担	增加九萬六、三三担

觀上表民國十九年豆餅類較之民國十八年輸出額增加

九四八、三五三担，此種現象，乃中國農業前途不景氣之象徵。

邇來政府既以發展農業為前提，而肥料一事，又為發展農業上之中心問題，故對於肥料之如何應用，如何管理，如何試驗，豈能置之不問，而遺中國農業命脈前途一大危機耶！

故此後有兩大問題，顯呈於吾人目前：一為化學肥料如何管理與試驗，使其達到施用得當之目的；一為天然肥料如何禁令輸出與供給，以挽回土壤變劣之危機。浙省化學肥料管理處同人即本此兩種目的做去，以達到農業生產之增加；尙祈社會人士有所指教。

鉀質肥之性質
(鉀酸或鉀化氫)

含鉀質約百分之五十，為植物體中磷質成分含量最多之原素。其對於植物同化作用，吸收作用，調節作用，均有連帶關係。增加澱粉，糖質，及改良烟草色味之品質，增加植物病害抵抗力等。凡菸草，甘蔗，棉作，大蘆，甘蔗，馬鈴薯，藥材，果樹及桑，茶等，均甚需要此項要素。

浙江省農民施用肥料問題

章祖純

此文爲本廳章技正客冬所作，已於本年元旦刊登時事新報建設特刊新浙江號。章君自以明日黃花，且所蓄未必盡中肯綮，不欲再登月刊。編者以章君服務建廳多年，襄辦農政，研創周詳；肥料問題，亦所深究。前數年建廳已稍有設施，今年辦理取締事宜，章君又多所貢獻。此文未載進行方針，悉經先後採用。雖爲過去之作，與現在工作仍有關連。故請章君加以修正，移登本刊，以餉閱者。

編者識

二十年前，美國惠士廉新省農學院長金氏游歷東亞，考察農業，歸著一書，名曰四千年之農民 (F. H. King: *Barriers of Forty Centuries*) 盛稱中日印暹等國農民，沿用數千年之經驗習慣，利用各種廢物，以充肥料，故能永久保存地力，維護土性；且痛詆美國偏重衛生，排棄糞尿之味於經濟。雖以國情不同，言近偏激，然未始無相當之理由也。

中國數千年來農民所沿用之肥料，大都爲人糞尿、畜糞、禽糞、碎骨、皮屑、豬毛、雞毛、草木灰、棉餅、豆餅、菜餅、蔗餅、桐餅、糠粕、魚粕等廢物利用，以及各

種冬栽春播之綠肥作物，俗名春花，凡此皆爲農民習慣上所用之自然肥料；至民國成立以來，始有外國大宗人造肥料進口。人造肥料大概爲無機體礦質物，又可名爲化學肥料，如上海各洋行經售之和合肥田粉、完美肥田粉、硫酸鉀、綠化鉀、過磷酸石灰、智利硝石、那威硝石、硫酸銨等是也。人造肥料所含氮磷鉀三要素成分，較自然肥料爲豐富，入土容易溶解，植物容易吸收；農民見其收效迅速，購用激增。現在國內人口繁增，地力愈易消耗，農產不得不漸趨集約，爲求垂直的增加生產，勢必多用肥料；故人造肥料如所購種類適當，並能施用合法，實足以補助自

然肥料之不足也。

外國人造肥料應運而來，在民十以前，各洋行所經售，除屬於淡質之硫酸銨外，屬於完全肥料者，尙有愛禮司之獅馬牌和合肥田粉、卜內門之一品牌完美肥田粉；屬於磷質者，尙有三井之過磷酸；屬於鉀質者，尙有米也之鉀質肥料；屬於淡磷二質者，尙有卜內門之煙磷乙。民十以後，各洋行以磷鉀肥料成本較大，獲利較薄；且農民以其收效遲緩，不甚信仰，販售逐漸減少，而專致力於硫酸銨一種。各洋行派往內地之推銷員，又多作廣告宣傳，以求達多售之目的，於是硫酸銨遂爲盛銷沿海各省之惟一肥料矣。

農民中頗有偏信洋行推銷員之廣告宣傳者，對於任何作物，任何土壤，罔不施用硫酸銨；且年年濫施，其害漸顯。蓋硫酸銨之主要成分，僅爲淡素，其功用爲製造細胞原形質，施用過度，助長枝葉太多；倘單純施用，除菜蔬外，對於增加產量，無多大效能，有時反見害處。以浙省言，凡如黃岩塘棲之甘蔗，多患紅色菌病，糖分大減；永

嘉黃岩之薯蕷蔗類，脆弱易斷；柑橘味酸，不耐久藏；各地瓜果，失其甘香，且易腐爛；甯紹沿海各縣之棉花，結實小而遲開，產量大減；松陽蕭山之煙草，葉色淡而乏味；各地之稻，多患稻熱病及螟害；麥類多遭銹病等；其原因雖非一端，而單用淡肥，缺乏磷鉀，實亦受有影響。是故無論何種作物，若專施用硫酸銨一種，難保無不良效果。因其助吸水分，生長太速，體質嫩弱退化，且無力抵抗病蟲害也。同時土壤方面，因遺留酸根太多，變爲酸性，有時物理性亦隨而變壞；甚至土面乾時硬化龜裂，濕時黏黏如漿，不通空氣，作物不能充分發育。總而言之，單用硫酸銨過多，而不配以磷鉀肥料，則難免不爲害於作物土壤也。

據調查所得，近三年來每年國內硫酸銨銷數，廣東佔六十六萬担，浙江佔五十萬担，福建佔三十二萬担，其他各省共佔三十四萬担，總計一百八十二萬担，約值銀一千五百四十萬兩，合國幣二千三百二十萬元。其中愛禮司之獅馬牌、卜內門之蛾眉月牌，各佔百分之四十五；怡

和之雙斧牌、三井之鳳凰牌等，合佔百分之十。其銷於浙省之五十萬担，每担零售價以十二元半計，共值六百二十五萬元；計台屬約銷十五萬担，溫處兩屬十二萬担，甯紹兩屬十萬担，杭嘉湖三屬九萬担，金衢嚴三屬四萬担。苟不速謀改善方法，則農民徒灑汗血，不能得相當酬報也。

淡磷鉀三要素各有其功用，本不可顧此而失彼。蓋淡質為製造原形質之主要原料，除豆科植物外，莫不需要外來之供給；如其施用最過少，作物發育阻遲，體質軟弱，過多則有前文所述種種弊害。磷質為細胞核之主要成分，能促成細胞之分裂繁殖，植物因以生長，並能資助葉綠素之炭化作用，增加子實收量，催促植物早期成熟，勵進其抵抗病蟲害能力；如施用最過少，作物不能充分生長，子實收穫尤受影響，過多則遺留土中，以待後用，對於作物土壤均無害處。鉀質為植物體中含最最多之礦質成分，對於植物同化作用，關係甚大，凡葉綠素所在地之柵狀組織與海綿組織中，鉀質之數量亦較多，實與光線、葉綠素合成同化作用之三鼎足。今以電力為喻，光線如流電，鉀質

如電動機，葉綠素如工作機械，三者合作，而澱粉遂以造成。凡含多量澱粉或糖粉之植物，需用鉀質較多，薯蕷、糖蘿蔔為其最著者；纖維植物如草棉，用鉀亦多，烟草多施鉀肥，可增進色味之品質；又稻作缺乏鉀質時，米質變劣，比重減輕，莖葉生長亦不良，發生暗褐色斑點，有時葉端呈紅色，施用鉀肥，可免此患，並可使莖葉強健。鉀質亦為生成蛋白質之要素，且能資助植物吸收作用及調節作用，又能增加病蟲害抵抗力，如施用最過少，作物發育極受不良影響。然作物吸用鉀質，除薯蕷數種外，大都均有限制，過多則徒遭經濟損失；蓋鉀質化合物易溶於水，逐漸流失，不能久留土中。中國人民無論城市鄉村，大都用稻草、松柴、毛柴、木柴等植物質燃料，終年如此，所得草木灰，數量極鉅，此即為含量豐富之鉀質肥料；故除少數需鉀特多之作物如薯蕷等外，實無須多用鉀質化學肥料。外國人民大都以煤氣、電氣為燃料，缺乏自然鉀肥，故不得不多用化學鉀肥。吾國無須做用，徒多虛耗。以今日中國之三要素肥料供求狀況言之，鉀質尚無缺乏之虞，

肥料問題

淡質供求均多，自然肥料與化學肥料可酌量並用；惟磷質來源最少，尚須多賴於化學肥料也。

浙省農民自廣用硫酸銨後，對於舊時慣用之自然肥料，反多放棄，農業方面及經濟方面，兩受損失。考日本農民向來習尚，與中國相同，慣用自然肥料，現在人造肥料雖極發達，自然肥料仍不減少施用。近因中國農民放棄自然肥料，於是大宗自然肥料價格低落，出口運往日本及台灣，數量更鉅，如營口、牛莊、大連等處之豆餅，江浙之棉子餅。（浙江鄞縣之通利源產品，年約十萬担，價約百六十萬元，悉數運銷日本。）菜子餅、桐餅、蔴餅、綏察之菜子餅，為其最著者，一入一出，農業上之損失更大。浙省農民如能明瞭自然肥料之價廉物美，樂於採用，恐本省所產尚不敷用，豈有剩貨運銷日本乎？

各種自然肥料，往往三要素俱備，惟含量較少，以其為有機質，雖多量施用，或年年繼續施用，對於作物土壤，均無害處。蓋因各種有機質在土壤中變成黑色物質，名為腐植土，且生出多種氣體。此種現象，極有益於土壤，

四

除增加肥料外，並能將黏重土壤變為膠軟，粗鬆土壤變為凝結，因得保留水分，流通空氣，所吸養分亦易溶解利用；故無論何種優良人造肥料，均應與自然肥料並用，不可專用人造肥料，而廢棄自然肥料；且應以自然肥料為追肥。茲將兩項肥料之特點，刊成左表，以資比較。

自然肥料與人造肥料特點比較表

自然肥料	人造肥料	注
(一) 養分稀薄，容積巨大，搬運困難。	養分濃厚，容積較小，便於搬運。	肥田粉因其濃厚，故甚猛烈，略施少量，已有效力；若施壅太多，反將發生危險；且施壅之前，宜先稀釋。
(二) 富於有機物，有改良土性之效。	缺乏有機物，施壅過量，則土性漸漸變為惡劣。	故田地施壅肥田粉，即應同時施用自然肥料，如年年單用肥田粉，田土必將荒廢。
(三) 含有作物所需各種養分。	偏重一二成分。	故施壅一種肥田粉，普通祇能使土壤增加一二種成分，宜視土壤所缺少及作物所需要，選擇種類，並規定每畝數量。
(四) 用量稍多，亦無大害。	施壅過多，則有害於作物，且使土性變壞，頗為危險。	故肥田粉之施壅量，極宜注意，宜少不宜多。

(五) 効力遲緩。而能持久。効力迅速。易溶解於水，而隨之流失。故肥田粉宜用作追肥，於作物生長旺盛時施，不可過早過遲，因易流失。故又宜分作數次施，貯藏時不可置於有水濕地方。

或疑自然肥料雖於作物土壤有益無損，而所含三要素養分太少，不如人造肥料之豐裕；殊不知兩項肥料所含養分，苟以價格衡之，自然肥料猶較人造肥料為低廉，茲將中國各地所產大宗自然肥料主要養分分析表列左：

中國各地所產大宗自然肥料主要養分分析表

肥料種類	水分	有機質	淡素	磷素	鉀素	氮素
菜子油粕 (俗名菜子餅) (做此)	一一.三〇	八三.〇〇	三.〇三	一一.〇〇	一.三〇	一.三〇
胡麻油粕	一一.二〇	七九.〇〇	三.八六	三.二七	一.四三	一.四三
棉子油粕	一一.一〇	八二.二〇	六.一〇	三.三〇	一.五六	一.五六
花生油粕	一〇.九〇	八〇.六五	四.五四	一.三七	一.五〇	一.五〇
大豆粕	一六.七一	—	六.四二	一.三三	一.八七	一.八七
酒粕	六二.〇〇	三三.〇〇	二.八九	〇.二七	〇.七七	〇.七七

浙江省農民施用肥料問題

肥料種類	水分	有機質	淡素	磷素	鉀素	氮素
醬油粕	三三.六〇	三三.六七	二.〇三	〇.三三	〇.八八	〇.八八
各種糞尿	—	—	〇.五〇	〇.一〇	〇.二〇	〇.五〇
米糠	一一.三〇	六二.二〇	二.〇八	三.七六	一.四四	一.四四
其他麥粟籽殼	一〇.七五	六六.三六	〇.六六	〇.三五	〇.八〇	〇.八〇

表中數字均為百分數，水分與有機質合成全體百分總數，淡磷鉀三要素各數，係占全體百分總數中之百分數。農民購用自然肥料時，可按照其數量、價格及所含要素百分數，推算每斤或每兩要素之價銀，同時對於所購人造肥料，亦可照此推算每斤每兩要素之價銀，然後兩相比較，則可知自然肥料之售價，實低於人造肥料矣。但上海各洋行所報告之肥料要素保證成分，間有不甚確實者；加以零售商店之攪假作偽，於是農民之損失大矣。

浙省建設廳歷經刊頒各種淺說，如勸告農民多用自然肥料書、勸告農民多買寧波通利源榨油廠出產的棉餅用做肥料書、肥田粉之應用及防弊、及浙江省肥料問題四種小冊及佈告，通飭各縣切實宣傳指導，以期矯正錯誤。現在

浙省建設廳爲澈底改善計，乃於本省農業改良總場設立化學肥料管理處，專司其事。茲將所擬進行方針，說明如左：

- 一、規定各縣適用肥料種類 各縣土壤性質及大宗作物既不相同，其所需三要素成分，自不一律。以作物言，如稻麥等宜三要素並重，棉作宜多施燐素，煙草宜淡鉀並重，惟忌用綠化鉀，宜用硫酸鉀，蔬菜宜多施淡素等類；以土壤言，如酸土忌用硫酸銨，鹼土忌用硝酸鈉等類。現在農業改良總場亟應查明七十五縣土壤作物大概情形，並依據各國農業上之學理、經驗、習慣，規定各縣適合於土壤作物之化學肥料種類及其搭配數量，編成詳表，以爲購進肥料之標準；一面仍由總場精密調查，實地研究，以爲改進之準備。
- 二、切實擴充宣傳指導工作 外國洋行爲求貨物之暢銷，力盡宣傳之能事，以致農民廢棄施用自然肥料之習慣，專用舶來肥田粉，近則專用硫酸銨一種。欲圖挽救，亟應喚醒民衆。本省各縣辦理此項宣傳指導，不甚得力，收效甚鮮；現在農業總場亟應規劃協助督促各縣辦理此項宣傳指導工作，使不再蹈虛應故事之惡習，對於外商之宣傳材料，須先經審查認可後，方准張貼。
- 三、禁止單純硫酸銨一種入境 此項爲有條件的禁止：使外人不能以通商條約爲藉口。其辦法係由農業總場規定各縣適用肥料種類及其搭配數量後，即由肥料管理處訂定本省各埠進口肥料種類搭配數量表，（例如某埠進口肥料因某某等縣某某大宗作物關係，規定每硫酸銨若干包，須同時運進某燐肥若干包，某鉀肥若干包；零售時，亦須由經售商人依照規定，將各單純肥料搭配發售。）務使上海各洋行及各地經售商人遵照辦理，一面實行禁止單純硫酸銨一種單獨運入省境。
- 四、調查外國化學肥料籌劃直接訂購辦法 燐鉀肥料獲利較薄，上海洋行經售較少，而燐肥尤爲名貴。肥料管理處既已規定各縣適用肥料種類，自不得不代農民謀其來源，詳細調查外國製造廠所製各種適用肥料，（

外國自然肥料如海鳥糞等亦應採購）以便代為直接購辦，俾農民得減輕血本；倘因一時辦理困難，則仍可准許洋行經售一部或全部。至本省各縣經售肥料商店訂銷肥料，倘管理處不能代為經手批售，自可仍准其逕向洋行訂銷；但關於肥料之種類、數量及價格，均應酌加限制。

五、商請上海商品檢驗局認真檢驗並由本省肥料管理處分設駐滬辦事處 運進浙境之肥料包件，往往漏未粘附檢查證及成分化驗單，致保證肥料種類及所含要素成分之多寡，發生弊竇，是宜商請上海商品檢驗局力加整頓，認真檢驗，並責令每包粘附證單；但恐辦理不易周密，仍應由本省分設駐滬辦事處，凡經檢驗局驗訖給予檢查執照、檢查證及成分化驗單，准許運進浙境之包件，均須由該辦事處查對合格後，加附查對證，略收費銀，以充辦公經費；凡不備具部省兩處證單者，概行禁止進口。

六、取締內地經售肥料商店 本廳前為取締進口肥料攪假

作偽起見，擬訂本省各縣經售肥料商店登記辦法，略收登記費，以供各縣辦理查驗登記所需經費，呈部未准，迄未實行。現在既須查驗肥料來源是否合格，（是否粘附上述兩處證單）又須杜絕攪假作偽抑秤抬價等情弊，前項登記辦法，自應重行厘訂，呈部核准後，切實執行；一面勸導農民組織販賣或利用合作社，辦理販售肥料事宜。

七、省境各口岸辦理進口檢驗事宜 各縣辦理登記查驗，同可祛除弊病，但省境各口岸進口包件，為數太多，每一口岸之進口貨運銷隣近各縣，欲求檢驗周密，應由管理處分設檢驗機關；但為節省經費起見，目前可暫由各口岸所在地縣政府之辦理登記機關添用人員，兼辦此事，管理處酌量補助經費。現在本省境內口岸可暫定八處：杭嘉湖寧紹各一處，海門一處，管轄舊台屬，永嘉一處，管轄舊溫處兩屬，蘭谿一處，管轄舊金衢嚴三屬。

八、嚴厲執行蠲免自然肥料捐稅並禁止出口令一面提倡多

用自然肥料 民國十七年建設財政兩廳會同提出議案，請求蠲免自然肥料捐稅，並嚴禁出口，以利農田；經省政府第一百三十次會議議決通過，即由兩廳會令施行。嗣因寧波通利源榨油廠製造棉子餅，專銷日本，以圖厚利，不肯賣給農民，呈由省府核准，暫予開禁，俾得運銷陳貨，自此無形弛禁。現應重申禁令，嚴厲執行；一面由農業總場依照第二項辦法，盡力宣傳指導各地農民組織合作社，購用棉餅等自然肥料，並恢復廢物利用之舊習慣。

九、辦理技術上之調查研究 關於各地作物與適宜肥料之調查、研究、實地試驗事宜，應由肥料管理處與省立

棉場、稻麥場、蠶桑場以及各地農業機關商洽辦理；關於病蟲害影響，與昆蟲局商洽辦理；關於商售肥料之檢驗以及肥料土壤之研究分析，責成化驗室辦理，定期刊印報告；尤須注意於商售肥料之分析報告，如美國各州之肥料管理報告（Fertilizer Control），以便農民購買時得有準繩。

十、調查利用國產礦肥 礦產事務所調查各縣礦產時，應附帶調查三要素礦產肥料，以樹自行設廠製造之基礎。

省政府為救濟農民，而有種種設施，深冀農民及早覺悟，毋負政府而再自害，農民幸甚！浙江幸甚！

肥料之要素

(甲)組成植物體之元素：

(一)植物體內之化學成分，分為水分、有機物、無機物三部分，這些組織，現在就他各種成分的構造、效能同需要的程度，分別敘述於下。

(二)怎樣產生各種成分，由根來收取，用葉來吸入，經複雜的作用，將所有成分組織成植物的身體，經詳細的分析，得如下的結果——組成植物體的元素：

炭(C) 氧(O) 氫(H) 氮(N) 磷(P) 硫(S) 鐵(Fe) 矽(Si)
 氯(Cl) 鉀(K) 鎂(Mg) 鈣(Ca) 鈉(Na)

備考：——此外尚因作物的種類及土壤的如何，尚含有二三種其他元素，譬如禾穀類之稈殼存有氮素(四)，海草含有磷(P)，茶葉含有錳(Mn)等，為最顯著的例，此種元素在普通作物不含有之。

氮氣問題與我國農業國防之關係

何尙平

歐戰未發生之前，世界有遠見之國，對於氮氣問題，早已特別重視。十九世紀末葉，William Crookes 亦已有預言云：「能發明固定空中氮氣者，為化學技能最重大之貢獻。」果於歐戰之中，此輩人才傑出。Haber, Ostwald 等，利用大氣製成氮質化合物。固定氮質之目的既達，大規模之製造，亦隨之進步。肥料、顏料與炸藥藥品之配製，遂突飛猛進，一日千里。故最近歐美各國，對其國內及國際氮質之支配、評價等，皆有系統之組織。我國對此，既無製造，亦乏組織，完全受人支配，農業國防，在今日形勢，皆為我國首要問題，而其原料之供給，反操于他人之手，甯有是理耶？茲將氮氣問題與農業國防之關係，分述如下：（製造方法與施肥利弊等，已有另文論之。）

凡生物無論動植，其細胞之主要成分，皆為蛋白質、糖基質等，氮氣則為此類物質之原料，其關係於生物物質供給之重要，可想見矣。但植物中豆科植物，因有殊特情形不計外，其他植物，對於大氣中所含五分之四之氮氣，既無直接吸收之機能，（葉部亦能吸收氣體碳酸鹽，但為量極微。）而土中又不包含礦物性之氮質，可供營養之需。故動植物中氮質天然之來源，不外乎下列三類：如曾經微生物硝化作用而產生之氮質，或動植物殘廢部分之氮質，抑或大氣電化而成之氮質化合物耳。當地球尚在紅灼時代，其氮氣僅能有礦物性之化合物，是屬無疑，但究係與矽與硫，抑與炭為化合，則不可得而知。惟按諸理想，當時氮氣必經雷電電化，而成硝酸，或并轉為硝鹽，則亦可為斷定。氣體氮氧化物，自居大氣上層，一至下層與水分接觸，則為硝酸與亞硝酸，且成於雲間者尤易。故大氣中各種水分，如雨雪霜露等，無一不含氮質。

表（以一千分之一公分為單位）

雪	〇。九二	雨	〇。九六
霰	二。七〇	雹	二。七五
雪珠	二。九七	霜	四。二〇
露	五。〇〇	霧	五。五七

上表乃一年平均數量，至四季之變遷頗大，則隨各地氣候而有增減。

若論微生物作用所產生之氮氣化，則其數量頗為重要。而微生物之種類，最近發明者亦甚繁多。需氧者，如 *Aerobies*，為 *Azotobacters*, *Chroococcum*, *Azotobaactera Agilis*, *Azotobacters Ninkante et Blyerinchii*。需氮者，如 *Clostridium Pasteurianum*, *Clostridium Ammonium*, *Clostridium 3156* 皆能吸收氮氣而固定之。或變化氮質之狀態，或取於遊離之氮氣，或取於化合之氮質，或寄生於高等植物，或互助於下等植物等。但非有相當炭化物營養料之供給，則失其效用，且愈富氮質之土壤，其機能愈薄弱，此乃一種化學平均定率之關係也。

按以上所述二種天然氮質之來源，野生植物因可藉此

逐年任其滋蔓，但近世人類需要，何止於此。人下耕種之地，設不別覓來源，不特氮質告乏，其他重要成分亦屬不實。

茲僅就氮質而論，每一農場氮質數量之出入，苟無相當之預算，而不採用肥料或飼料，以補氮質之不足，數年之後，敗象不難立見。蓋由土壤拔取之氮質甚多，田間收穫三千五百斤之麥，無異拔取土中百斤之氮質，而由雨水下降之硝酸氮質，則不及其千分之一，故氮質肥料極關重要。猶幸我國農民舊有習慣，大部分利用人畜之糞尿為肥料，以符取於地者還諸地之原則。蓋因食物與飼料，平均計之，其氮質有百分之七十二化尿，百分之二十五成糞，倘不充分利用，損失無窮。設有合理經營之農場，兼營作物與牧畜，再有適宜之輪栽方法，以豆科植物時與其他作物相間而種，廐肥之外，補以綠肥；如此則不必另購其他肥料，頗足維持氮質之數量，使其出入相抵，而收成亦可得最高之成績，此即我國數千年維持農田之習慣。雖然，近代農業發達，種子改良，耕種方法亦趨猛進，欲求生產

增加，不得不多施肥料。惟此增加之肥料，究竟應用天然肥料，抑用人造肥料，以補其乏？此項問題，極為簡單，先比較二者之優劣貴賤，而求其何者適合於經濟為標準；一面調查我國工商業之關係，工業副產物能否充裕，可供農業之用，商業上出口之農業副產品價格是否較進口人造肥料為高；明乎此，則應用肥料之問題，自不難解決矣。

但我國關於土壤肥料之研究試驗，頗幼稚而不普及，倘貿然盲從，採用人造肥料，則未見其利，先見其弊者，比比皆是。際此過渡時期，尤當慎重，仍用天然肥料為主，或有時輔以人造肥料。且國內尚無自製之人造肥料，舶來品之價格，每比天然肥料昂貴，用之不甚經濟，祇因借貸便利，裝運簡便，迫不得已而然耳。故欲發展我國新農業，惟有着手試驗研究，與自製人造肥料，二者併行為上策。蓋因自製氮質人造肥料，尚有國防問題之關係在焉。試畧述之：

凡軍事上所用之炸發藥品，大都以硝酸為原料，硝酸成分則基於氮氣。炸發藥品約分下列數類：

氮氣問題與我國農業國防之關係

(一) 火藥 火藥之重要成分為硝酸鉀。

(二) 無烟火藥 無烟火藥為 Nitroglycerine 硝酸甘油所構成。

(三) 導火炸藥 Fulminate de mercure 雷酸汞、Azothyl-rate de Plomb 氮化鉛。

(四) 炸藥 Schneiderite Ammonia (為硝酸錳)、Mercurite (為硝酸鉛)、Tonite (為硝酸鈣與硝酸鉀)。

(五) 猛炸藥 Nitroglycerine, Trinitrotoluene, Trinitroxylene Nitroanilines, Tetranitromethylaniline, Hexanitrodiphenylamine 等，皆為硝酸或硝酸鹽所製成。

歐戰之前，歐美各國所用為肥料及炸發藥品之無機氮氣，除少數出於煤氣廠及其他工廠副產物，與少量之電氣法。石灰氮氣法，所固定之氮氣外，多半仰給於智利鑛硝。歐戰以後，阿莫尼亞合成法，普及甚速，出產日增。歐陸各國，在戰前皆為氮氣入超者，戰後不數年，轉成氮氣出超之國，此皆氮氣工業進步特速所致。試觀以下各表，

肥料問題

詳知世界各國氮氣製造與消耗之情形。

全世界氮氣肥料生產量(以1000公噸為單位)

(NH ₄) ₂ SO ₄ 硫酸銨	地名	1930	1931
	歐洲	3,400,000	3,800,000
	美洲	2,110,000	2,250,000
	亞洲	1,100,000	800,000
	非洲	1,000	1,000
	澳洲	1,000	1,000
	總共	8,610,000	8,852,000
智利硝石	挪威	3,700,000	3,700,000
	波蘭	7,310,000	8,000,000
	智利	1,800,000	1,100,000
	埃及	1,000	1,000
	總共	2,500,000	1,200,000
磷酸鈣	法國	3,000,000	3,000,000
	意大利	1,000,000	1,000,000

四

挪威	a 8,800,000 b 8,000,000	10,000,000
波蘭	3,700,000	3,700,000
總共	3,350,000	3,000,000
精化精	歐洲	3,000,000
	美洲	1,500,000
	亞洲	1,500,000
總共	1,330,000	600,000
全世界氮氣肥料生產量	8,610,000	8,852,000
設以每噸價值100元計	861,000,000	885,200,000
算則為		

全世界氮氣肥料消費量統計(以1000公噸為單位)

磷酸鈣	地名	1930年	1931年
	1. 歐洲	6,800,000	7,010,000
	2. 美洲	2,200,000	2,250,000
	3. 亞洲	1,100,000	800,000
	4. 非洲	1,000,000	1,000,000

	5. 澳洲	84,000	1,000
	總共	11,211,000	1,982,000
硫酸銨	1. 歐洲	1,823,000	1,823,000
	2. 美洲	2,000,000	2,000,000
	3. 亞洲	2,311,000	1,561,000
	4. 非洲	1,100,000	1,100,000
	5. 澳洲	84,000	84,000
	共計	7,528,000	7,528,000
合成肥料	1. 歐洲	2,167,000	1,677,000
	2. 美洲	3,200,000	2,600,000
	3. 亞洲	2,400,000	1,000
	4. 非洲	20,000	20,000
	5. 澳洲	1,000	
	共計	7,787,000	5,297,000
總共		15,315,000	12,825,000

氮氣問題與我國農業國防之關係

生產量總數	8,750,000	6,828,000
消費量總數	7,102,000	5,620,000
餘	1,648,000	1,208,000

我國之情形則如何？倘有確實之調查，必有驚人之數，可以發表。自消耗方面言之，在民國十九年進口之人造氮質肥料，約三百一十九萬六千二百六十九担，值洋一千八百五十一萬零四百七十七兩。軍火上所需之炸發藥品及其原料硝，每年進口之數，尤屬不少。而氮氣之出產，則絕無所有。但我國環境，對於各種氮氣工業，均甚相宜，如以贛粵多山之省，水電極廉，電弧法與石灰氮氣法皆屬可用。又如全國烟煤出產之中心，或其交通最便之地，如漢口浦口等處，（上海因國防關係似不相宜）可設Haber法（即阿莫尼亞合成法）固定氮氣，製造阿莫尼亞，或進一步氧化之而成硝酸。我國採用新法，從事氮氣工業，既有良好之環境如此；而氮氣與農業國防兩問題之關係重大又如彼，是我國政府應籌資自辦大規模之氮氣工業，實有刻不容緩之勢，豈待言乎！

養分吸收作用

養分怎樣被植物所吸收呢？可以分兩方面來說：一方面為根的滲透作用，一方面是養分的上昇作用：

根的滲透作用：——

甲、在根毛中的植物液同在土壤中的土壤液，透過細胞膜，成相互交流之現象，這就是滲透作用。這由於根毛中的植物液常比較土壤液來得濃厚，而兩者又要向濃度一致的方向進行，在這當中，結果形成了根毛對於土壤中養分的吸收作用。

乙、但是植物液與土壤液的濃度若是一致，那麼滲透作用就會停止，不過植物的細胞，具有一種微妙的作用，能夠將養分由根輸送至莖，再由莖輸送到葉之各部，使根毛中的植物汁提去，致土壤液常常比較稀薄，而植物得常常吸收養分，助牠成長。

養分的上昇作用：——

丙、植物內養液的通路：——液體從根毛透過根的皮層，更由根的木質部上昇到普通木質部的導管，經過葉的木質部、葉柄、葉脈以到達葉肉，普通由同化作用，變化成複雜的化合物。

丁、溶液從根毛上昇到葉身，在葉的表面常行水的蒸發作用，當然已蒸發的水量需要補充，同時也得藉根壓的力量，才能使溶液次第向上部輸送。總之，植物養分之能上昇，一方面靠葉面的蒸發作用，一面靠根壓作用，使兩者共同操作，交相為用，才能使上昇作用成功。

化學肥料在中國之歷史

馬壽徵

近年外國輸入中國之化學肥料，日見增多，不僅為經濟上之一種漏卮，且因商人片面廣告之宣傳，以及國內農民昧於科學之應用，故化學肥料或將在農業上釀成不良之結果，茲特紀其較大情形，附錄各項肥料統計，以為國內留心農業者之參考。

談起化學肥料在中國的歷史，不得不憶起從一九〇五年至一九一〇年輸入之肥田粉藥劑，即市面送贈之肥粉，同時在福建與廣東兩省，即有化學肥料之出售。至一九一五年，在直隸、山東、浙江、江蘇，亦有同樣的發展與暢銷。

一九一三年愛禮司洋行第一次運入硫酸銨（Ammonia）於上海；其時赫德與德國的染料混為同樣的商品進口。此愛禮司洋行商業組織迄今猶在，並為在中國出售化學肥料重要洋行之一。化學肥料經過一度宣傳以後，首在

東南大學農場試用，故在一九二四年，硫酸銨在中國已銷售至五萬七千噸，價值二百八十一萬二千元。此數乃十五家肥料公司銷售總量。公司中最大者：一為卜內門洋行（Ltd Brunner Mond Co.），一為愛禮司洋行（Ammonia Co.）此二公司售出肥料總量，皆超過一萬五千餘噸。

在一九二七年，各省肥料銷售的總量已達一百四十五萬餘担，價值六百六十餘萬元。其中百分之四十五銷於河北、山東；餘銷於南方廣東、福建，尤以廣東為銷售市場中心。

在南方肥料銷售數量，卜內門洋行佔百分之五五，愛禮司洋行佔百分之二五，其餘洋行佔百分之二〇。

一九二八年，肥料銷售總量二、六六九、八九六担，即一六〇、一九四噸，價值一二、三一一、六二一元。在化學肥料銷售的總量之中，在一九二九年硫酸銨佔百分之

九三，一九三〇年增至百分之九九，一九三一與一九三二年均未稍減。

硫酸銨在中國如此大量的暢銷，而中國農民又不知土壤所需要的是三種基本肥料，而非僅單用任何一種所能奏效，故其受一般奸商所片面宣傳；所以他們除硫酸銨以外的肥料概不相信，尤其是看見一種不白又不溶解於水的化學肥料。

茲將中國農民所以喜歡施用硫酸銨的原因，附述於下：

1. 中國南方的主要作物為稻，而硫酸銨完全適宜於水田，容易被稻田中濕度過高之土壤吸收，而智利硝則發生一種不良之反應。

2. 北方土壤為柔細土粒所組成，鹼性反應，硫酸銨暗著酸性，用之可以中和此種土壤；因為禾穀類的生長，尤其是小麥，僅需要稍微一點鹼性土壤。

3. 農民對於科學的認識，十分淺伍；他們只知施用一種肥料，要能立刻見效，而不知混用其他鉀肥與磷肥，因

為鉀肥與磷肥，若不經過反覆試驗的比較，肥效頗不容易顯現。

4. 有些地方，交通不便，人糞尿的運費甚鉅，故農民樂用化學肥料。

5. 中國的農民野心甚大，他們希望化學肥料能供給他們一個片而良好的收穫。

6. 硫酸銨較其他化學肥料便宜。

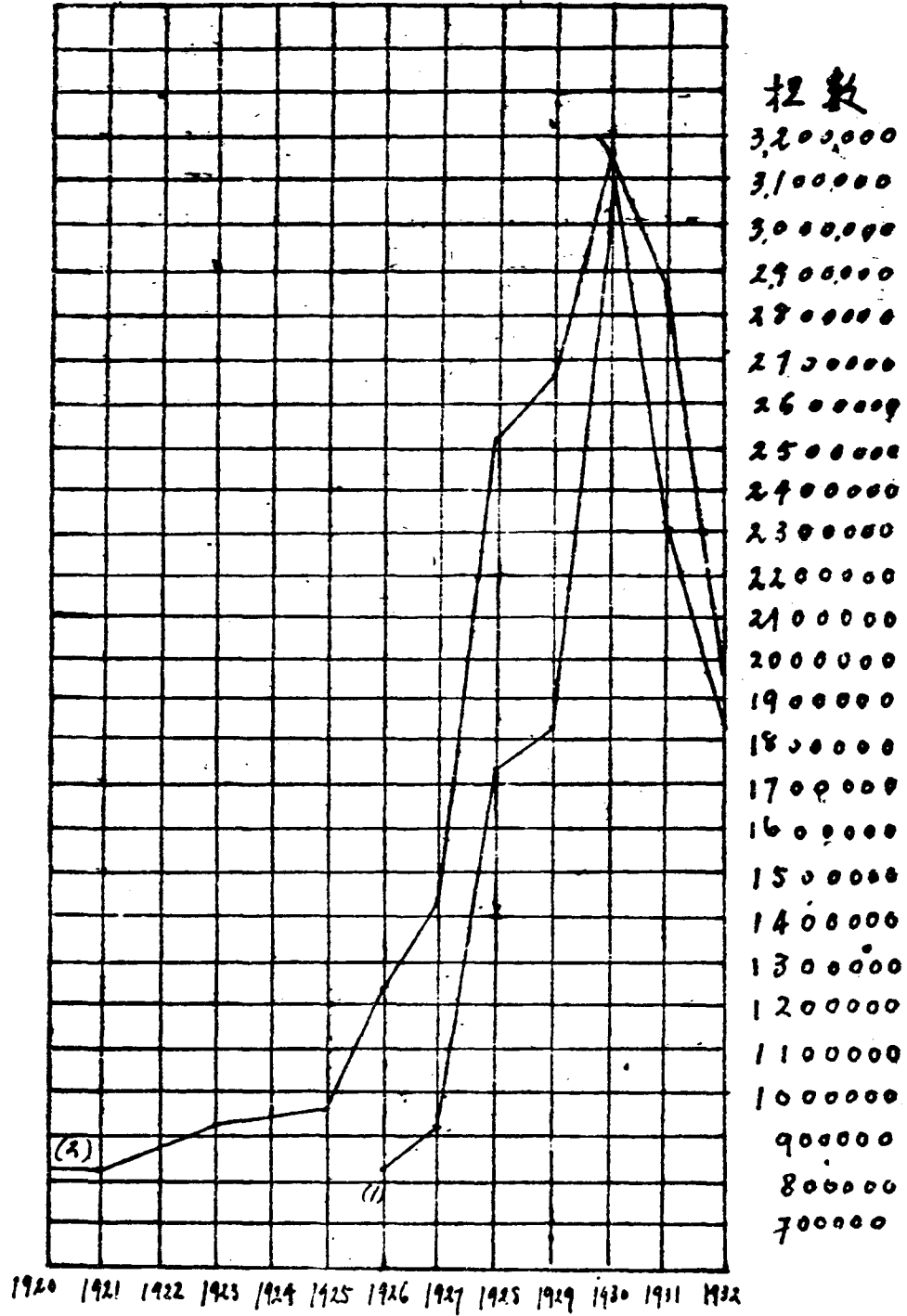
7. 售硫酸銨者能夠以雄厚資本無利的貸借與農民。

由上以觀，硫酸銨在中國暢銷既如此成功，而其他肥料當亦不難推廣而迅速發展。因此欲示農民以化學肥料效方的真實證明，農業試驗場的設立，是必不可少的。

吾國自一九二三年至一九三二年止，化學肥料之輸入，可參見下列比較圖：

圖中1表示硫酸銨之輸入；

圖中2表示化學肥料之總輸入。



化學肥料輸入中國之歷年比較表

觀上圖可知十年間化學肥料之輸入中國，在民國九年
 已有八十萬担，價值一百萬餘兩，到民國十九年則增至三
 百餘萬担，值洋一千八百萬兩，總計自民元至二十一年共

二千八百四十六萬一千一百〇二担，值洋八千三百三十八
 萬九千八百三十八兩。肥料的輸入，金錢的流出，誠令人
 可驚！茲將外國肥料歷年進口數，分列各表於下：

外國肥料逐年進口統計表

年 度	每年進口担數	值關平兩	年 度	每年進口担數	值關平兩
元 年	六三、二五五	七〇七、〇四六	十 二 年	一、〇〇九、二九八	三、九二一、一六〇
二 年	九〇八、五七七	九〇八、四七九	十 三 年	一、〇一六、六六三	三、六四六、六五五
三 年	八三三、二八二	九〇七、五五九	十 四 年	一、〇七七、五九九	三、八四九、一〇〇
四 年	七三三、六〇八	七九七、〇三三	十 五 年	一、三三六、一〇〇	五、九一九、〇四八
五 年	五〇九、一三三	五五五、九六七	十 六 年	一、四七三、二九六	六、五九八、五八八
六 年	八二七、一〇四	七九七、二九〇	十 七 年	二、三三〇、六四四	二、四七九、九三〇
七 年	八四四、〇八一	九三三、一七一	十 八 年	二、六四四、三三四	三、〇四三、三三四
八 年	一、一四三、一三三	一、〇八一、一六六	十 九 年	三、一九七、〇三九	一八、五七六、六八八
九 年	八四六、八八四	一、〇一六、三三四	二 十 年	三、九一〇、九〇一	一五、三六七、四三八
十 年	八四二、六〇〇	一、一四九、七七一	二 十 一 年	一、九三三、六七七	六、〇九五、八八五
十 一 年	九六三、五三三	一、一四〇、三三三			

最近五年硫酸銨從各國輸入數量統計表

年份	香港	澳門	安南	暹羅	新加坡等處	荷屬東印度	印度	英國	瑞威	德國
十七年	一,一〇五,六四七担 六,三三三,九八兩							一八三,一六〇担 九六六,九四兩		一,三二〇,四四担 一,三二〇,一七兩
十八年	一,三二七,零七担 八,〇二五,〇五九兩						一,〇〇〇担 四,四六〇兩	一〇三,六三六担 五七,四四一兩	六七担 二,〇〇三兩	一,三六,四三担 一,一七,三三九兩
十九年	二,二五九,九六担 一,一〇一,五〇六兩							三三三,〇二担 二,〇九,一三兩	六七担 二,五九兩	二,三三,四六担 一,三三,一五兩
二十年	八三〇,三〇七担 五,三〇〇,九四兩							六三,二七担 四,〇〇,三九兩		七〇七,六四八担 四,三三九,〇〇八兩
廿一年	三,三三九担 一,三三,〇六兩							八六,一〇担 四,〇三,六五兩		七六五,四八担 三,五八三,〇七兩

化學肥料在中國之歷史

年份	荷蘭	比國及魯生 經濟聯盟	法國	俄國	朝鮮	日本及台灣	菲律賓	坎拿大	美國及檀香山	廣州租借地	其他各國
十七年	三,七五〇担	一,六九担	九,〇七担	一,二九担	一,〇五担	二,〇〇担	一八,五五担	九七,六九担	三,〇八担	七,四二担	
十八年	二,八三担	六,八八担	八,〇五担	一,八担	三三担	三三担	一,六八担	九,三四担	一,〇九担	三,三六担	
十九年	九,五五担	二,七担	四,二担	一,六八担	二担	三,三九担	一,六八担	一四,六五担	一,〇八担	二,七六担	
二十年	七,〇二担	四九担	七,八担			一六,八三担			五,〇六担	九,一七担	
二十一年	八五,六一担	四三,八〇担	一,六五担			二八,〇三担			六二,六九担	三,〇三担	七,四担

最近五年硫酸銨輸入各口岸數量統計表

十七年 十八年 十九年 二十年 二十一年

化學肥料在中國之歷史

宜	高	重	膠	威	烟	德	天	泰	大	安	蘭	哈
昌	縣	慶	州	海	台	口	津	島	連	東	井	爾
一四六担 八二六兩		二二三担 一、六六六兩	三四、八八四担 二〇四、六九八兩		一、六五五担 二、九三八兩	四二六担 三、〇七六兩	三三、四七三担 一五四、八九三兩	七五担 七五兩		一、四六七兩 一、九三三担	六三兩 二担	一、二八八兩 二担
	一八担 九三兩	三担 二兩	二九五担 二、九六七兩	一一、一八八担 五七、七二八兩	八、五四四担 四六、四五六兩	二、五五六担 一四、三六九兩	八、二九四担 三六、〇〇〇兩	三、〇五二担 三、〇五二兩	四九担 六、九〇六兩	二担 六三兩	二担 六三兩	一六担 二兩
		四九担 六六七兩	三四、八〇四担 三五、六五二兩		一六、二〇〇担 七、〇八八兩	一八、七六六担 一〇、三七九兩	一六三、七〇六担 九四九、五七九兩	一一、八二二担 一一、六三三兩	三八担 六、九〇四兩	八八担 六三三兩	三、三三三担 三、三三三兩	二担 二兩
		五担 九七三兩	六二、〇五三担 三六八、〇五五兩	九九一担 五、七三六兩	八、六六八担 七、五三七兩	二、三〇六担 七〇、七〇〇兩	一七五、〇〇八担 一、〇八三、三九九兩	八四、四七九担 二、〇五〇担	三、〇三三担 三、〇三三兩	二七九担 二、一六四兩		
							一七五、〇〇八担 一、〇八三、三九九兩	八二、五四三担 四二、六八九兩		六担 二八兩		

溫	甯	杭	蘇	上	鎮	南	臺	九	漢	岳	長	沙
州	波	州	州	海	江	京	湖	江	口	州	沙	市
一、六、八、八兩	三、三、六、六担	一、七、三、三担	二、二、七、七兩	三、三、八、八担	二、二、七、七兩	一、九、二、七、九、七兩	一、三、三、三担	一、三、三、三担	二、二、二、二担	二、二、二、二担	一、〇、六、八兩	六、六担
一、六、八、八兩	三、三、六、六担	一、七、三、三担	二、二、七、七兩	三、三、八、八担	二、二、七、七兩	一、九、二、七、九、七兩	一、三、三、三担	一、三、三、三担	二、二、二、二担	二、二、二、二担	一、〇、六、八兩	六、六担
一、六、八、八兩	三、三、六、六担	一、七、三、三担	二、二、七、七兩	三、三、八、八担	二、二、七、七兩	一、九、二、七、九、七兩	一、三、三、三担	一、三、三、三担	二、二、二、二担	二、二、二、二担	一、〇、六、八兩	六、六担
一、六、八、八兩	三、三、六、六担	一、七、三、三担	二、二、七、七兩	三、三、八、八担	二、二、七、七兩	一、九、二、七、九、七兩	一、三、三、三担	一、三、三、三担	二、二、二、二担	二、二、二、二担	一、〇、六、八兩	六、六担

三都	三州	慶門	廣州	九龍	九龍	廣九鐵路	江門	三水	梧州	瓊州	北海
三二、六〇担 一七、六〇担	一、二五、九六担 一、二五、九六担	二、六六、〇七担 三、六六、〇七担	二、六六、〇七担 三、六六、〇七担	二、六六、〇七担 三、六六、〇七担	二、六六、〇七担 三、六六、〇七担	二、六六、〇七担 三、六六、〇七担	二、六六、〇七担 三、六六、〇七担	二、六六、〇七担 三、六六、〇七担	二、六六、〇七担 三、六六、〇七担	二、六六、〇七担 三、六六、〇七担	二、六六、〇七担 三、六六、〇七担
七、四〇担 七、二〇担	三、二八、〇〇担 三、二八、〇〇担	三、二八、〇〇担 三、二八、〇〇担	三、二八、〇〇担 三、二八、〇〇担	三、二八、〇〇担 三、二八、〇〇担	三、二八、〇〇担 三、二八、〇〇担	三、二八、〇〇担 三、二八、〇〇担	三、二八、〇〇担 三、二八、〇〇担	三、二八、〇〇担 三、二八、〇〇担	三、二八、〇〇担 三、二八、〇〇担	三、二八、〇〇担 三、二八、〇〇担	三、二八、〇〇担 三、二八、〇〇担
一、四、八〇担 七、八八八担	一、三三、八三担 六、三六、〇〇担	一、三三、八三担 六、三六、〇〇担	一、三三、八三担 六、三六、〇〇担	一、三三、八三担 六、三六、〇〇担	一、三三、八三担 六、三六、〇〇担	一、三三、八三担 六、三六、〇〇担	一、三三、八三担 六、三六、〇〇担	一、三三、八三担 六、三六、〇〇担	一、三三、八三担 六、三六、〇〇担	一、三三、八三担 六、三六、〇〇担	一、三三、八三担 六、三六、〇〇担
八、五三担 七、〇七担	八、八三担 三、二〇、九六担	八、八三担 三、二〇、九六担	八、八三担 三、二〇、九六担	八、八三担 三、二〇、九六担	八、八三担 三、二〇、九六担	八、八三担 三、二〇、九六担	八、八三担 三、二〇、九六担	八、八三担 三、二〇、九六担	八、八三担 三、二〇、九六担	八、八三担 三、二〇、九六担	八、八三担 三、二〇、九六担
三、七、九二担 一、五、八八担	三、三〇、〇二担 一、五、八八担	三、三〇、〇二担 一、五、八八担	三、三〇、〇二担 一、五、八八担	三、三〇、〇二担 一、五、八八担	三、三〇、〇二担 一、五、八八担	三、三〇、〇二担 一、五、八八担	三、三〇、〇二担 一、五、八八担	三、三〇、〇二担 一、五、八八担	三、三〇、〇二担 一、五、八八担	三、三〇、〇二担 一、五、八八担	三、三〇、〇二担 一、五、八八担
三、〇、〇〇担	三、〇、〇〇担	三、〇、〇〇担	三、〇、〇〇担	三、〇、〇〇担	三、〇、〇〇担	三、〇、〇〇担	三、〇、〇〇担	三、〇、〇〇担	三、〇、〇〇担	三、〇、〇〇担	三、〇、〇〇担

肥料問題

一〇

最近五年其他未列名化學肥料之來源及數量統計表

來源	十七年	十八年	十九年	二十年	廿一年
自	七担 二〇兩	一七担 一〇九兩	一六担 二〇七兩	三〇担 三六兩	八担 七三兩
香港		一、七六、六七兩 一、七六、六七兩	三、九四、九二兩 三、九四、九二兩	四、一四、四〇兩 三、七三、五〇兩	一、一四、四〇担 一、七六、六七兩
澳門		一三、七九担 七、六〇兩	七、九六担 六、六八兩	七、四七担 七、六三兩	一、九八担 一、二七兩
安南		八担 三兩	五担 九兩	六〇担 三、三九兩	
暹羅			一元担 六兩	一元担 六兩	
新加坡等處					
荷屬東印度	七担 三〇兩	七担 三〇兩			
印度	一担 五兩	一担 五兩	八担 二八兩	八担 二八兩	八担 二八兩
英國	四、六四担 九、二五兩	四、六四担 九、二五兩	三、二〇担 四、八三兩	三、六六担 四、三三兩	八、二八担 二、一九兩
瑞威	一担 五兩	一担 五兩			
德國	四、八八担 三、〇〇兩	四、八八担 三、〇〇兩	三、三三担 二、二九兩	三、三三担 二、二九兩	三、〇〇担 一、二九兩

來源	二十一年	二十年	十九年	十八年	十七年
青島	五,七三担	三,一六〇担	三,〇〇担	三,〇〇〇担	三,六〇〇担
比國及魯生	八二七担	三,〇〇担	一,六四担	八六担	三,九〇担
法蘭西	四,五九担	三,〇七担	二,〇六担	三,九〇担	三,九〇担
朝鮮	一九,六七担	一,一四六担	一,六四七担	六,三三担	一,九三担
日本	四八,六四担	四,五三四担	二,八七四担	八,六七担	八,六七担
台灣	二,九七担	三,三六担	三,九八担	二,五六担	二,五六担
菲律賓	二,七五担	三,〇〇担	一担	一担	一担
美國檀香山	二,〇三担	二,〇三担	一,七五担	二,〇三担	二,〇三担
廣州租借地	六,〇三担	六,〇三担	二,九三担	三,四二担	三,四二担
其他各國	三,九担	三,九担	二担	二担	二担

最近五年其他未列名化學肥料輸入各口岸之數量統計表

肥料名稱	二十一年	二十年	十九年	十八年	十七年
龍井	九担	三担	六担	六担	六担
井村	九担	三担	六担	六担	六担

江門 三水 梧州 瓊州 北海 秦皇島

八、六四担	三、七二担	二、九六担	二、八三担	二、一九九担	一、五五担	八、四四担	一、八七担	一、五五七担	一、九六六担	六、四二四担	一、八二担	一、九四担	二、九六担	一、七三担	一、八三担	一、六三担	一、七担	一、九四担	三、九六担	
三、七二担	二、八三担	二、一九九担	一、五五担	八、四四担	一、八七担	一、五五七担	一、九六六担	六、四二四担	一、八二担	一、九四担	一、七三担	一、六三担	一、七担	一、九四担	三、九六担					

編者按

上表係錄自二十一年海關貿易冊；惟表中九龍十九、二十年及拱北二十年輸入數量，担大於兩，恐有錯誤，特此附註，以待考證。

最近五年硫酸銨逐年進口統計表

	十七年	十八年	十九年	二十年	二十一年
進口總數	一、七三三、二三四担 六、三二一、四二兩	一、八六三、零四担 六、九〇三、九〇兩	一、九七七、〇三担 六、三二七、六八兩	二、三三三、〇〇担 八、三三三、〇〇兩	一、八七二、二五担 八、九二二、一七兩
復往外洋總數	一、九三担	一、〇三担	七、七三担	四、六担	一、三六担
外洋進口淨數	一、八六一、二九担 六、三二〇、〇六兩	一、八六一、二九担 六、三二〇、〇六兩	一、九六九、三〇担 六、三一九、九五兩	二、三二八、三四担 八、三二八、三四兩	一、八六〇、八九担 八、九一〇、八二兩

最近五年其他未列名肥料逐年進口統計表

	十七年	十八年	十九年	二十年	二十一年
外洋進口總數	七三、三九担 三二、七五兩	八三、六三担 三二、四七兩	六六、三三担 七、八三兩	五八、九五担 八、五八兩	五、六六担 一、七四兩
復往外洋總數		二、三六担 零、三三兩	二、四三担 一、五九兩	一、八四担 零、三兩	六、八一担 四、八七兩
外洋進口淨數		八三、三三担 三二、四四兩	六三、九担 六、二四兩	五六、一一担 八、二五兩	五、八五担 一、三六兩

觀上表，使吾人注意者有兩點：第一、過磷酸的輸入甚微，幾無關重要；第二、鉀質肥料的銷售幾等於零。可是氯化鉀（含 K_2O 80%—85%）在工業上應用已稍發展，從一九二八—一九二九年達二一六六噸（即 K_2O 1065噸）。故鉀質肥料公司從一九二八年一月起，專運氯化鉀（含 K_2O 85—88%）於上海，年達三〇〇噸。茲復將一九三二—一九三三年各種化學肥料在上海、廣東、浙江每担售出之價值列表於下，以資參考。

	上海方面	廣東方面	浙江方面
硫酸銨	八·五兩	一〇·〇〇元（香港元）	一〇·〇〇元
氯化鉀	八·五兩	八·九〇元	九·〇〇元
硫酸鉀	一〇·五兩	一一·五〇元	一一·〇〇元
過磷酸	六·五兩		七·〇〇元
原過磷酸		七·六〇元	
花生餅		四·六〇元	
骨粉		四·六〇元	
豆餅	五·〇〇兩	四·一〇元	三·二〇元

比較需要的十元素

(一)植物體是十三種元素組成的，但不是全體都是絕對必要的，例如矽、氯、鈉，含有的地方，從來就很多，並且對於植物的生育也不十分重要，經水田耕種試驗的結果，在缺乏這些元素的地方，反見生育良好，因此就很難斷定他是絕對必要的元素；至於別的元素如果缺乏一種，馬上就可以阻止他的生育，可知他都有重大的使命。

(二)至於實際上的施肥問題，在供給必要元素的處所，必需伴有別的元素幫助他，使作物生育，這也是不必加以慎重考慮的事。

(三)絕對需要的十元素：——

炭(C) 氧(O) 氫(H) 氮(N) 磷(P) 硫(S) 鐵(Fe) 鉀(K) 鎂(Mg) 鈣(Ca)

(四)上面的炭是從空氣中攝取來的，為二氧化碳的氣體，主要是由同化作用攝取的(也有一部由土壤中攝取)；氧一部分是在空氣中呼吸作用吸入的。至於其他八元素及氮的一部，從根的作用吸收來，由土壤供給的，而氮及氧主要由水的形態為植物所吸收。結果，炭、氧、氮三元素除外，實際上只有其餘的七元素為必要的元素。

化學肥料管理之實施及其最後之目的

梁宗鼎

我國以農立國，農民佔全民百分之八十，其重要可知；但數千年來，均靠天吃飯，春耕夏耘，秋收冬藏，父子相傳，一成不變，除以最簡單之器具與方法，稍有協助外，若外國今日農學上之種種發明，一無所知。故不獨一遇水旱蟲災，立起恐慌，無法應付；即以平素一切作物之產量與性質，與他國比較，亦嗟乎其後。循此以往，經濟日衰，生計日蹙，種種問題，緣茲以起，社會因此而不安定，思之凜然！言其補救之道，固非一端；惟施用肥料之研究，實居諸要中之首。蓋肥料之於作物，猶飲食之於人生。吾人欲企身體之健康，必須於所食之物，求其適宜，而富於滋養；否則，未有不憂傷憔悴形容枯槁者；植物亦若是，設欲望其品質優良，結實豐富者，對於所在之土壤，勢不得不加以縝密之研究。由此方知何種作物宜於何種土壤，何種土壤內缺少何種肥料，何種肥料對於某土壤具有補救之能力。根據試驗與分析，今皆獲有詳細之結果，如

種蔬菜則比稻麥需要較多之氮質肥料，豆科作物則需用較少。水田內不可應用硝石。草木灰內含有鉀質，故凡已施用多量草木灰的田內，含鉀的化學肥料即可少施或竟至不用。骨粉含磷，故凡已施用多量之骨粉的田內，含磷的化學肥料便可減少或不用。諸如此類，早有深切之發明。而外國行商，在我中國，獨專銷售硫酸銨一種，統名之曰肥田粉。欺瞞農民，莫此為甚！考硫酸銨在作物方面，其產量，一時因能稍有增加；但為時一久，則弊害叢生。故對於此種經濟侵略之政策，焉得而不加以取締。浙江省政府在上年十二月九日第五三九次會議時，將此問題特別提出討論，議決對於販賣化學肥料，此後概須有規則以約束之，並另訂實例細則，以明獎懲。最要之點：第一，即不許再引用「肥田粉」三字，以賅括一切。第二，凡單純之氮質化學肥料及未經本省建設廳審核許可者，一律禁止輸入。規定每年二月為批發行商與零售商舉行登記之期，批發

化學肥料管理之實施及其最後之目的

行商應在建設廳化學肥料管理處登記，零售商在所在地之縣市政府登記之。登記時，依照所批發之數量，分別等級，繳納登記費，由政府給予許可證。行商取得資格之後，在進貨時，填列報查單，聲明其所欲進之數量，按照所公佈之比例，依式填寫管理處，由管理處派員檢查，發給查對證；一經粘貼齊楚，便可自由批銷，手續甚簡。再此種報查，既要不溢出版登記之數量，儘可分次行之。設所進之數量，而欲超出原登記之數，在一年中，並許其繼續登記一次，數量亦各聽其便，不加限制，法至便也。至於販賣化學肥料，固必須氣磷鉀三要素同時備具，但應用時，設某一隅之土壤與所植之作物，或已施有若干之基肥，而

所缺者，不過一種或二種之化學肥料而已；則亦准許其購置應用一種或二種，以作追肥。此種研究，管理處已設有化驗室與試驗場，均經聘有專家時在研究；且不斷以印刷品向農民指導，以期於最短期間得到最大之效果，使幾瀕破產之農村得到一救濟之辦法。更希望其他各省亦同樣辦理。至鼓吹商民販賣中國固有之天然肥料，如：豆餅、棉仁粉等，以杜塞漏卮。尤企將來能籌款設廠，採用本國之原料，自製化學肥料，以供農需。從政府之指導上，日久養成農民能自應用天然肥料或化學肥料，或天然肥料與化學肥料並用之方法。若是，則今日之化學肥料管理與將來之目的，庶乎達矣！

鉀肥之用量與用法

每畝除應施有機肥料若干外，平均菸田二十斤，稻田八斤，麥田十二斤，棉田十二斤，蔗田十六斤，馬鈴薯田二十四斤，果樹及茶桑等十五斤。凡在播秧前或播種前，均作基肥一次施用，施用以後，覆土二三寸深，若用於果樹茶桑，則在每株周圍混合泥土壅之。

肥料問題之經濟觀

蔡斌咸

中國經濟基礎尚建在農業經濟之上，自帝國主義者憑藉優越的政治勢力和不平等條約的兩重掩護之下，漸漸地侵入農村後，農村經濟便開始崩潰；本來，農民在自給自給的經濟組織之下過生活，可是被帝國主義者的大量生產品所征服，具體的說，農民生活的必需品，如點燈的菜油被煤油所奪，土布被洋布所奪，諸如此類，不勝枚舉，因之貨幣的漲落，就影響到農民手中的銅元的價格。友人孫曉村君說：「中國農民做夢也不會想到他身上銅元的可買多少東西是被決定於倫敦或紐約的金融市場的」，這話何等沉痛！的確，帝國主義者的商品是破壞中國農村經濟的先鋒，勢力是天天在着進展，馴至農民在農事上所用的肥料，亦由有機肥料而改用化學肥料。農村自給自足的基础，至此完全崩潰了。

肥料問題之經濟觀

這，不過是近二十年的歷史，大概化學肥料的輸入中國是在前清時代，而愛禮司洋行第一次的輸入硫酸銨已在民國二年，厥後年有輸入。據可靠統計報告，外國各種肥料逐年進口的數量，民元爲八二一、二五五担，值銀七〇七、〇四八兩（關平），至民八增至一、一四二、一一二担，值銀一、〇四一、一九八兩，至二十一年增至一、九三一、九〇七担，值銀九、〇九五、八八五兩，較民元增加兩倍以上；總計自民元至去年止，共達二八、四六一、一〇二担，值洋八三、三八九、八三八兩。（見本刊五期馬壽徵之化學肥料在中國之歷史）二十一年來所輸入的化學肥料既值八千三百餘萬兩，很顯明的是中國的一個大漏卮！其中僅民國十九年一年達三百十九萬七千另三十九担，值銀一千八百五十一萬七千六百八十八兩。農村經濟的基础是岌岌可危，再加上一層剝削，怎樣使他不走入破產之途呢？

二

而且因交通運輸的便利與否，與輸入量的多寡有連帶的關係。最初化學肥料的輸入是廣東福建，次及於河北山東浙江江蘇等地，如最近三年來每年國內硫酸銨的銷數，總計一百八十二萬餘担，廣東銷六十六萬担，福建銷三十二萬担，浙江銷五十萬担，其他各省共銷三十四萬餘担；又如民十六化學肥料的銷售總額為一百四十五萬餘担，百分之五十五銷於廣東福建，百分之四十五銷於河北山東，並由通商口岸，漸漸地深入內地，雖窮鄉僻壤，亦無所不至；所以沿海各省輸入較多，農民施用亦多，農村經濟被剝削的程度亦愈深。我們知道江浙等省，素稱富庶，年來農村衰落的恐慌，實不亞於連年災歉或赤匪蹂躪下的各省，其原因未始非化學肥料源源輸入和濫用的結果所致。就本省而論，杭州一埠硫酸銨的進口數量一項，民國十四年為五二九担，至十八年增至二二、九〇九担，可見其突飛猛進之勢。降至晚近，更為激烈。本年度本廳奉辦化學肥

料的登記，登記的已達四二四、〇〇〇公担，輸入的報查數量亦有二〇二、二八三公担，值銀二百九十二萬四千另八十六元，其中最多為臨海一縣，達五十二萬七千餘元，次為紹興，達三十五萬九千餘元，試問這些漏卮拿什麼來抵補？補茶麼？各地特產麼？怕是紙上談兵吧！這尙是有形的損失，為我們所能看到的；實際上，施用後農業上所釀成不良的結果，實較有形的損失為可怕。

三

中國是農業的國家，農業的生產約佔全國總生產百分之八十，所以中國的經濟基礎，全部建築在農村經濟上。過去，農民經營農業上所用的肥料，因歷史與習慣的關係，完全採用有機肥料，如人糞尿、堆肥、豆餅、草木灰等，故於地力的維持，使生產雖無若何的增進，但尙能維持中國農業於不敗。自帝國主義者的勢力深入農村後，挾其化學工業的廢物，如硫酸銨為煤氣工廠的副產物，並用過分宣傳方式誘惑農民。（事實參見本刊五卷四期陳言之浙

江省之肥料問題）以中國農民智識程度的幼稚，與農村經濟衰落的窮困，對於施用肥料，但求價廉效速，生產增加，一聞「肥田粉」的美名，自然拋棄四五千年來用慣的有機肥料而歡迎化學肥料了。有一樁事實可以證明，海甯農民向用豆餅，並向糧行賒借，現因農村經濟的破產，糧行不願賒給，農民為經濟所迫，不得不改用價較廉的化學肥料了，甚至視施肥為一種敷衍的工作。

初，化學肥料的輸入雖無氮磷鉀三要素相當比例的配合，但尚有磷鉀肥料的輸入，嗣以成本較高，洋行獲利較薄，復因磷鉀肥料售價較昂，貧窮的農民自然也不願意購用，所以磷鉀肥料輸入減少，單純氮質肥料輸入激增。據海關報告，自民國十三年至十九年硫酸銨的輸入自一萬噸增至十八萬噸，而磷鉀肥料自十八年以後反自四萬餘噸減為三萬餘噸。單純氮質肥料在中國形成畸形的發展，而中國土壤因缺乏氮質之故，施用硫酸銨，一時因顯見效；惟濫施的結果，硫酸銨中的阿母尼亞為植物所吸收，而硫酸遺留土中，積久遂使土壤變成酸性，對於植物生理，發生

不良的影響。據調查報告，本省「黃岩塘棲之甘蔗，多患紅色菌病，糖分大減；永嘉黃岩之蕭草蔗類，脆弱易斷；柑橘味酸，不耐久藏；各地瓜果，失其甘香，且易腐爛；甯紹沿海各地之棉花，結繭小而遲開，產量大減；松陽蕭山之烟草，葉色淡而乏味；各地之稻，多患稻熱病及螟害；麥類多遭銹病。」（見本期章祖純之浙江省農民施用肥料問題）甘蔗、柑橘、蕭草、烟草、瓜、果、蔗、棉、稻、麥等，或為各地特產，或為全省大宗農產品，亦即農村經濟命脈所依託。例如松陽每年產烟草三萬餘担，價值一百萬元，運銷廈門、台灣、南洋各處，如果有十分之一二的烟田因施用肥料的不當，使葉色淡而乏味，銷路疲遲，那末每年至少有一二十萬元的損失。次如柑橘一項，果期既長，性耐貯藏，富有經濟價值，占本省農業上的重要地位，以產量論，黃岩每年約值一百二十萬元，永嘉瑞安兩縣約值五十萬元，大多運銷天津、牛莊、上海、杭甯紹處各商府屬，以及一部分留製蜜餞；惟農民對於栽培多墨守舊法，致病蟲害繁生；且施用肥料，原為人糞尿、菜油餅

、既肥、垃圾、河泥、草木灰等，近來自改用化學肥料後，因種類、施肥量與施肥時期的不適當，又發見味酸而不耐久瘠的弊病，因之銷路疲滯，市場上充斥了外洋柑橘，據調查上海一隅，自美國輸入的柑橘，十七年為二四三、三五四兩（圓平），十八年則增至二、二八五、二五八兩，足見我國內地供給量的急形不足，其原因雖非一端，而施用肥料的不當，其影響實大。况近來黃岩一縣，栽培面積已達一萬五千餘畝，甚至農民因有利可獲，將稻田改為橘園者，相繼增加，一旦濫施肥料的不良，結果漸漸地釀成普遍的現象，那末產柑橘的黃永瑞三縣，就有損失一百七十萬元的危險！我們再從各縣棉花產量的減退一項而論，其影響於農村經濟更為重大，我們知道甯紹沿海各地都以棉產為大宗的收入，照二十年估計棉田為一、四四〇、二七〇畝，產皮棉三二五、四九二担，而同年全省產棉的估計共有棉田一、九八一、一八七畝，產皮棉五一九、六四四担；故甯紹各縣實佔全省棉產四分之三以上。每畝產額照立法院統計處所發埃及印度美國江蘇浙江等地每畝生產

比較表，浙江雖尚居第二位（每畝約產三十五斤），但與埃及棉相較，已墮乎其後。本省棉農對於施肥，原多忽視，致養分不足，產量減退；今若因施用化學肥料的結果，產量大為減少，假定每畝減少產額一斤至五斤，甯紹各縣棉產就減少一萬担至七萬担之譜，推至全省，其影響在二萬担至十萬担左右。浙江雖為棉產之區，但所產而不敷自給，以需要量論，最低限度每人每年需用三斤，全浙人民二千一百餘萬，應需六十餘萬担，今所產僅五十萬担，尚缺十萬担，生產量如再減少，更不足供本省之用，勢非仰給外棉的接濟不可，其經濟上的損失亦無待再言。

以上所述尚非普遍的現象，我們覺得有無窮隱憂的，莫如各地的稻作的患稻熱病及螟害。因農民對於稻作每多施用單純氮質肥料，以致減少病蟲害抵抗力，無怪稻熱病與螟害的發生。以本省而論，全省實際產米田約為二千三百四十萬畝（見統計月報二，八），每年產銷，計不足米糧在二三百萬石，被稻熱病與螟害的影響而減少的產量，雖無統計，其數必可驚人；假定每畝最少限度為一斗，就

減少二十三萬餘石，每石以三元計，每年損失六十九萬；以全國計之，爲數更大。但這尙就目前所能看到的不良效果，若一探潛伏着的惡果，實令人不寒而慄；因施用單純氮質肥料後，土壤方面遺留酸根太多，變爲酸性，三五年後，土壤變硬，作物不能生育，這時，我們想像一下到了怎樣的境地！怕是肥沃之處，盡變石田，收成全無，生計頓絕！這也許說得過火一點，不過，施用不適當的化學肥料的結果，足使本省經濟命脈所寄託的稻棉生產與各地特產，皆受莫大的影響，實在不可輕視的。况我國農民對於施用肥料，向無人指導，自拋棄有機肥料採用化學肥料後，所用的無非一種肥料——單純氮質肥料，觀於輸入肥料的種類和數量可以信然，將來全國可耕之地，難保不潛伏着不良的效果，不幸果發，其危險實不堪設想。

四

德農學家說過：「作物藉肥料而得增收之量，可達百分之五十」；所以我們反過來說，各種作物如能施用適當

的肥料，不但不致減少產量，反有增加之望。這是很顯明的事，以稻作而論，施用鉀質肥料足以增加顆粒重量，因鉀質能構成顆粒的漿液，如施之於棉，可使纖維細長，施之於菸草，可使香味濃酸，尤於增強作物的抵抗力和增加果實的儲藏性，這都是鉀肥的功效。故施用適當的肥料必大著成效。據東京農業試驗場報告，（見上期趙武之磷鉀肥料之研究）對於十處稻作試驗之平均數，用磷鉀區每公頃穀之收穫量爲一、四五〇公斤，用氮鉀區爲一、八〇〇公斤，用氮磷區爲一、八九〇公斤，用氮磷鉀區爲二、〇〇〇公斤；其他如棉、甘蔗等作物莫不皆然，足見施用肥料適當，產量隨之增進。可是我國農民祇知施用一種肥料，不特產量減退的損失，我們還可以說，施用適當後應得的收益亦隨之喪失，據在爪哇稻作試驗報告，凡除硫酸銨之外，再加硫酸鉀，較之單用硫酸銨，每公頃可增加收穫量六三八公斤，如今僅用氮質，就將應得的六三八公斤犧牲了；以過去全國濫施單純氮質肥料的稻田計之，其損失當不在小。我們以爲在未用化學肥料之前，農民祇知施用

有機肥料時，彷彿這話無從說起，今既用化學肥料之後，在經濟的觀點上，却有計算的必要。

五

我國農民因貧窮和食便宜的關係，始改用化學肥料，同時，世界各國化學肥料生產與消費相抵，剩餘頗多：一九三〇年產量爲八、七九〇、〇〇〇（單位一千公噸），消費七、二〇八、〇〇〇噸，餘一、五八二、〇〇〇噸；一九三一年產量六、八八九、〇〇〇噸，消費額五、六七〇、〇〇〇噸，剩餘一、二一〇、〇〇〇噸。（見本刊上期何向平之氮氣問題與我國農業國防之關係）這些剩餘的化學肥料，自然以中國爲推銷之尾閘，自農村自足自給的狀態解體後，帝國主義者便得長驅直入。我們欲救濟農村經濟，對於這個問題，有加以深切注意的必要。雖然化學肥料在農業的立場上，未可厚非，如有適當的配合是有助於農業生產，然而鉀磷肥料的價貴，終究因農民的貧窮和無智識的關係，難收適當施用的效果。奸商對於鉀磷肥料賺

錢較少，又何嘗一一照規定比例去配合；聞本省某縣批發商店所存在的鉀磷肥料，經發覺與海關報查數不符，這就可證明先前並未照比例搭配而留存的。故今後鉀磷肥料的售價應如何減輕，配搭應如何檢查，以免流弊，均爲當前大問題；如果對這些問題不能解決，倒不如提倡恢復施用有機肥料，而且地力之賴以維持久遠者爲有機肥料；的確有機質淡氣肥料的效果，不遜於硫酸銨，已有試驗的結果告訴我們，無庸懷疑。況中國農民自不用有機肥料後，有機肥料如豆餅等，類多運往日本等處，我們爲挽回經濟上的漏卮計，亦應提倡以有機肥料爲基肥。如綠肥本爲自給肥料，向爲農民所採用，記得前幾年廣東曾舉行一次綠肥運動，意思是希望農民採用綠肥。我們希望能於有機肥料售價的減低與購買制度的改善，如本省此次組織推廣有機肥料委員會，以農業金融機關爲擔保，貸放於農民組織的合作社，已具相當的效果，如能對於有機肥料作大規模的提倡運動，藉以喚醒農民，則收效更宏了。

化學肥料之製造

王祖榮

中國地大物博，數千年來以農立國。在昔承平之世，除間有一隅地方被水旱饑饉外，大部人民，利用國內農產，儘可豐衣足食，樂業安居。然自海禁大開，外貨侵入之後，歐美列強，挾其精研科學之結果，投吾人所好所需，製造種種商品，傾銷吾國，遂致每年漏卮，以億萬計。近且每况愈下，甚至關於吾人之生活：衣、食、住、行、所必需者，如：棉、絲、毛織物、米、麥、麵粉、建築材料及乘用車輛等，亦多舶來之品。其尤甚者，近年農人種植所用之肥料，亦由外國輸入。然則吾國一向自期以爲地大物博，以農立國者，時至今日，誠無多大之價值矣。

中國今日社會之所以紊亂，國貧民困，農村破產，一切生產落後，其原因固非一端，而受外人工商業之侵略與經濟之壓迫，實爲一大原因。故欲救我國今日之貧困，以免於危亡，惟有復興我國有之農業，努力生產一途。必如是，方可與列強相競，而圖存於大地。然振興農業之道甚

多，而尤以維持地力，積極增加農產，消極抵制外貨，爲今日不易之原則。今且就經營農業所必需之肥料問題言之：年來由外國輸入之化學肥料，每年達二千二百萬元之鉅。即以浙江一省而論，據民國十九年之統計，其價值亦達三百萬元以上。鉅額金錢流入外洋，我國農業生產縱能因此增加，以抵制外洋之米麥，實則本國所產，以施用外國化學肥料之故，名雖國貨，與洋貨無殊，此實可令人惶恐憂懼而亟應謀所以挽救之者。因撰此篇化學肥料之製造，以與國人之熱心改良農業家相研究；如中國產此原料，並爲經濟狀況所許時，吾人亦儘可集資設廠，自行製造肥料，以供國人之需要也。

化學肥料之種類，因所含成分如何而大別爲三，即：(甲)氮質肥料又名窒素肥料，(乙)磷酸肥料，(丙)鉀質肥料又名加里肥料。然又有含二種成分以上之混合肥料。以上三種肥料之性質，大不相同，其對農作物之效用亦

與，故其製造法亦各有區別，今述其梗概如左：

(甲) 氮質肥料 Engrais azotés

(一) 硝磺鈉(即智利硝石) NaNO_3 Nitrate de soude

ou Nitrate du chili .

南美洲太平洋海岸，產於秘魯、智利等國天然產硝磺鈉，產額且多，歐美各國多仰給之，即所謂智利硝石是也。蓋此礦物不僅為農業上之主要肥料，又為製造硝酸、烟火藥及各種顏料之原料。即近年我國農業上，亦有智利硝石之應用，其重要可知矣。

智利硝石之開採，始自一千八百三十年，其年運出國界者，達八百噸，以後逐年增加，至歐戰前為極盛。此不但因硝磺鈉為製造硝酸之原料，又在肥料界，較硫酸銨尤佔重要之地位；然自利用空中氮氣，由直接合成法製造阿莫尼亞以來，智利硝石之產額，有逐漸落後之傾向焉。茲錄其產額如左：

一八八六年	四七〇、〇〇〇噸
一九〇〇年	一、二〇〇、〇〇〇噸

一九一二年	二、五八五、〇四〇噸
一九一三年	二、七二六、〇〇〇噸
一九一四年	二、四六三、三五六噸
一九一五年	一、七六三、六三九噸
一九一六年	二、九一四、五四二噸
一九一七年	三、〇一一、八一〇噸
一九一八年	二、八七五、九〇二噸
一九一九年	一、六八五、七六八噸
一九二〇年	二、五三四、七二八噸
一九二一年	一、二九六、二二〇噸
一九二二年	八九二、六四〇噸
一九二三年	一、八七〇、三七〇噸
一九二四年	二、三三〇、〇〇〇噸

此智利硝石生成之原因，概由火山時常爆發，於是生成巨大鹽湖，又由蒸發而生鹽之沉澱甚多，藉高溫與雲霧之便，生長數多海藻(Algues)海帶(Varechs)，更經火山之爆發，此等植物覆於砂土之下，即起硝化作用(Nitrification)

tion)而變為硝酸鈉。此說頗近理，而由其含有磷酸與磷，尤足以證明之。蓋磷礦由海島磷(Orp)而來，礦則由微生物作用而生者也。智利硝石礦採掘之後，其層可達二公尺厚，通常之厚為六十至八十公分。nitrate，成大塊，採掘於外，此時其主要成分如左：

硝酸鈉 NaNO_3 至多百分中有八〇

氯化鈉 NaCl 至多百分中有五五

硫酸鈉 Na_2SO_4 至多百分中有二〇

此外尚含有混合極複雜之鹽類：

氯化鉀 KCl 、硫酸石灰 CaSO_4 、硝酸石灰 $\text{Ca(NO}_3)_2$

、氯化鎂 MgCl_2 、硝酸鎂 $\text{Mg(NO}_3)_2$ 、磷酸鈉 Na_2HPO_4

、磷酸石灰 $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

硝酸鈉之精製 用車運重開採之地至工廠，碎為直徑

四—一〇公分之小塊，置長方槽中(長八—一〇公尺，

寬二—二公尺，深七—八公尺)，注水加熱，以溶解之。

此槽中具穿孔之二層底與活栓及通蒸汽之蛇管。(假設一工廠每年出智利硝石十萬噸，可安置五十個槽。)每六槽

為一組，工作不歇。(四槽正常工作，一槽外卸，一槽裝

滿。)一晝夜二十四小時，可以卸出五次。此精製操作之

理由，因在溫度百二十度，僅硝酸鈉與氯化鈉溶解，其量

相等。在一公升(1 liter)冷水之中，用硝酸鈉八十克(80

grams)即可飽和，而在百二十一度之溫度，可溶解二

千三百克。由此可知隨溫度之高昇，硝酸鈉溶解之量愈多

，所含之氯化鈉愈少。在沸點每公升中，可溶解硝酸鈉一

千八百克，而氯化鈉不過一百二十克耳。然後將濃厚溶液

移入結晶器內，此為鐵製淺盆，其面積有二十乃至二十五

方公尺，深約一公尺，其底稍傾斜。由四周溫度之高低，

結晶須經過六—八日。此結晶之成分如左：

硝酸鈉 NaNO_3 九五—九六%

氯化鈉 NaCl 一—三

硫酸鹽及其他 〇、五—一

水分 二

欲再加精製之時，可用硝酸鈉之飽和溶液，或以用純水沖洗之，即可將食鹽沖去。用前法所得之硝酸鈉，每一

公斤 (Nitrosamine) 之產物，消耗水量八十至一百二十公升，與二十至二十五公斤之燃料。其副產物為磷。對採掘礦物，每噸中可出磷五百—千五百克，分去硝酸鈉後，磷留於母液中，其含量有時一公升中可達八克。

化學純粹之硝酸鈉，百分中含氮一六·四七。由前法提製者，百分中含硝酸鈉九十五，至少含氮百分之一五·五〇。

硝酸鈉除由智利硝石天然精製而得之外，近年製法，多用人工合成法，先製阿莫尼亞，再經氧化作用加水，則成硝酸，終加碳酸鈉溶液，遂化成硝酸鈉。其化學變化如左：



(二) 硝酸石灰 $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ Nitrate de chaux

硝酸石灰之施用，比智利硝石甚少。祇於挪威、歐登 (Oslo), Norway 工廠中製之，每年製造十二三萬噸。此肥料中含氮氣不過百分之十三。法國蘇龍 (Soulon) 工廠自一九一八年亦製造硝酸石灰。

此肥料之製法，即將稀硝酸注於盛碳酸石灰細塊之槽中，起以下之化學變化：



所得之溶液，於百四十五度之溫度中蒸發之，使濃厚，然後注於鐵筒內，即時凝結。在昔時，蒸發之溫度不超過百二十度，冷卻後，任其結晶，分去母液。然用為農業上之肥料，可用前法。當施用時，混合生石灰而散布於田中。此硝酸石灰肥料為一灰色鹽，其成分如下：(百分中)

硝酸 HNO_3 五〇

石灰 CaO 二五

水分 二四·七

氧化鎂·無水矽酸·氧化鋁 $MgO, SiO_2, Al_2O_3 \cdot O_3$

此肥料用量，每畝施十斤左右。

(三) 硝酸銨 NH_4NO_3 Nitrate of ammonium

硝酸銨含氮氣最富，理論上可含百分之三十五。硝酸銨與 Azote nitrogen 與銨氣質 Azote ammoniac 各佔其半。此肥料五十公斤之肥效，與一百公斤智利硝石或七十五公斤硫酸銨相等；但因其價昂貴，故農業上近年方施用之。其製法，即以硝酸中和氫氧化銨，蒸發濃厚，冷卻後生結晶。其化學變化如左：



在硝酸銨之濃厚溶液中，若加入木煤 Lignite ，可得一優良之肥料，此中可含硝酸銨百分之四十三，成一完全肥料。據分析結果，有如左之成分：

硝酸銨質	七·五%
有機氮質與銨氣質	八·九
無水磷酸	〇·六
氯化鉀	二·八
(四) 硫酸銨 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ Sulfate of ammonium	

硫酸銨今日佔全世界化學肥料中，氮質肥料之最要

化學肥料之製造

部分，即我國近年之輸入，與農人之施用，亦日見其多，普通所謂肥田粉者，概皆是也。硫酸銨原為煤氣工廠之副產物，其他如泥炭、製糖之殘滓、血液、骨、皮革、毛髮、角蹄，以及人糞尿等之含氮物質，均可發生阿莫尼亞，以製硫酸銨；但因此等原料有限，不能供大宗製造。而自利用空中氮氣合成法製造以來，方法日有進步，產量亦增加，遂獨智利硝石而上之，佔全世界氮質肥料中之第一位。觀左列硫酸銨之產量及消費量二表，可以知之也。

(1) 主要各國硫酸銨之產量(以千噸為單位)

國名	年次	一九〇	一九一	一九二	一九三	一九四	一九五	一九六	一九七
美國		二二	二九	四〇	四五	四六	四五		
英國		四五	四五	四〇	四八	二九	二六	三〇	
德國		二七	四五	一、〇〇〇	一、〇〇〇	一、〇〇〇	一、〇〇〇	一、〇〇〇	一、〇〇〇
法國		六	六	二二	二〇	二七	二五	二六	
日本		一	九	一五	一〇	二〇	二〇	二〇	
加拿大		七	二	—	—	二六	二〇	三	
比利時		六	八	四	四	三	三	三	

意大利	八	三五	二〇	一八	二八
西班牙	二〇	七	二〇	三三	一八
波蘭	—	—	三	三	—
合計	二〇	四二	四三	五四	四六

附註：一九二六年英國產量之所以減少，係受煤炭罷

(8)五大洲硫酸銨之產量及消費量

工之影響所致。德國之統計中，含硝酸石灰二十萬噸。一九一〇年之合計，包含奧地利、匈牙利三萬餘噸及澳洲四千噸。一九一三年之合計中，含俄國一萬五千餘噸，奧地利、匈牙利三萬八千餘噸，澳洲六千噸。澳洲在一九二四年有一萬五千餘噸，在一九二五年有一萬七千餘噸。

	產量(噸)			消費量(噸)		
	一九二三	一九二四	一九二五	一九二四	一九二五	一九二五
歐洲	一、一八七、九三七	一、九一二、〇〇〇	二、〇七七、五〇〇	一、六九六、〇五〇	一、八四〇、九一〇	—
北美	一八六、五二三	四一七、五〇〇	四六八、〇〇〇	三〇六、七三〇	四二九、五二〇	—
亞洲	八、〇〇〇	一二七、〇〇〇	一六一、九〇〇	四四二、七〇〇	六三五、七〇一	—
澳洲	五、四八七	一五、一〇〇	一七、〇〇〇	一〇、三〇〇	一二、〇一〇	—
非洲	〇	一、〇〇〇	一、〇〇〇	七、二五〇	七、三三〇	—
合計	一、三八七、九四七	二、四七二、六〇〇	二、七二五、四〇〇	二、四六三、〇三〇	二、九二五、四七一	—

硫酸銨之製造

茲述其各種方法之大概如左：

硫酸銨由阿莫尼亞與硫酸化合而成，其製造比較複雜

1. 乾漚法 Distillation stage

凡煤炭以及泥炭、酒洋、毛髮、骨角、皮革等之含氮物質，當乾溜時，發生阿莫尼亞，由硫酸吸收之，即生成硫酸銨：



就中以由乾溜煤炭而製者為最多，即煤氣工廠與焦炭工廠之副產物，當歐戰前估計硫酸銨產額之大部分者是也。

2. 蒸溜法 Distillation

將所尿水之每立方公尺中，含阿莫尼亞二—四公斤。

其中尿素生成炭酸銨，當蒸溜時，得炭酸銨溶液，加石灰乳，即可揮發阿莫尼亞：



所用器具為一圓鐵筒，具一攪棍，此中現以上之化學

反應。接以冷卻器及盛氫氧化鈉之清純器 (Epurateur)，將氫飽和器 (Batteries) 相連。於此阿莫尼亞侵入稀硫酸中，即得硫酸銨。其反應如左：



3. 化學合成法 Synthese chimique

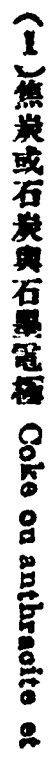
化學肥料之製造

吾人知空氣乃氮氣與氧氣之混合物，且氮氣佔五分之

四容積，其最實取之不盡，用之不竭；如能利用之以造氮質肥料，實大有益於農業。故在去今四十年前，各國科學家皆致力研究利用空中氮氣之問題。當一九〇二年，取空中氮氣與氧氣化合成硝酸氣質 (Acrole nitrique)，果告成功。翌年用空中氮氣，使與炭化鈣 (CaC₂ (Carbure de calcium)) 化合，成石灰氮 CaCN₂ (Cyanamide calcique) 亦見諸實行。直至一九一三年德人哈貝氏 Haber 發明阿莫尼亞直接合成法 (Fabrication de l'ammoniac par synthese directe) 以後，更為氮質肥料製造界開一新紀元，而硫酸銨之製造，遂日形發達矣。茲將由空中氮氣製造硫酸銨之方法，分間接法與直接法略述於左：

間接法—由石灰氮製造之方法 含氮石灰之本身，亦

為氮質肥料之一種，係以炭化鈣 (俗名臭電石) 與空中氮氣化合而成，其製造所用之原料為：



Electrode en graphite

(2) 石灰或碳酸石灰 Chaux ou carbonate de chaux

(3) 空氣中氮氣 Azote extrait de l'air

(4) 氯化鈣或氯化鈣 Chlorure ou fluorure de calcium

先製炭化鈣，即在電爐內同時熱石灰與炭，起以下之

化學變化：



炭化鈣當熱至二千五百度與二千八百度之間，溶為液

體，可流入模型中，以凝結之。由此法製造一噸炭化鈣，

需要原料如左：

焦炭 六百乃至七百公斤

或助石灰六百四十乃至七百公斤

或用木炭八百乃至九百五十公斤

石灰 九百二十乃至一千〇五十公斤

電極 十乃至四十公斤

所得之炭化鈣，平均具有以下成分：

炭化鈣 Carbone de calcium 八二・三%

石灰 Chaux 一四・六

炭素 Carbone 一・二

矽化鈣 Silicure de calcium 〇・〇六

磷化鈣 Phosphure de calcium 〇・〇七

硫化鈣 Sulfure de calcium 〇・一三

矽化鐵 Silicure de fer 〇・七二

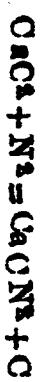
再以如此所得之炭化鈣為原料，碎為細末，置入電爐

中，通過電流，於九百度乃至一千度之溫度時，氮自下方

通入。此氮由空氣液 Air liquide 蒸溜而來。如用炭化鈣四

百一五百公斤，加氮作用需四十乃至四十五小時，燃燒二

十小時，即得粗製石灰氮：



將石灰氮放入蒸氣釜 (Autoclave) 中，加水除去所混

之炭化鈣，然後於四氣壓通入過熱水蒸氣 (vapeur surcha-

uffante) 即有阿莫尼亞發生，使硫酸吸收之，即得硫酸銨：



日本所製之硫酸銨，有十分之七，乃由前法而製者。

直接合成法 阿莫尼亞之直接合成法，即用氮氣與氫氣直接合成阿莫尼亞之法也。在一九一三年由德人哈貝氏 Haber 發明。此法之先決問題為製造氮氣與氫氣及利用煤觸劑 (catalyser) 茲先分別述之，然後再及其合成法。

1. 氮氣之製造

a 分別蒸溜空氣液 先將空氣冷卻至零下二百度之低溫，使化為液體。而空氣液在常溫蒸發時，因氮氣之沸點為零下二百九十四度 (104°)，氧氣為零下二百八十一度 (101°)，故行分別蒸溜時，氮先蒸而出，可得純粹之氮氣。

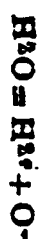
b 發生爐氣體 炭素在發生爐內燃燒時，由空氣或水蒸氣與空氣供給其所需之氧氣，在其發生之氣體中含有多量氮氣，可利用之。

由以上二法製造氮氣，均費費不大，但哈貝氏 Haber 採用 b 法。

2. 氫氣之製造

a 水之電解 水為不導電體，加以少許硫酸或氫氧化

鈉，通過電流，氫氣即從陰極發生，氧氣從陽極發生。



由此法所得之氫氣甚純，但所費甚大，不適於工業之用。

b 水蒸氣鐵法 以過熱水蒸氣通過紅燒之鐵，鐵因受氧化作用，遂遊離氫氣：



此時所生之氧化鐵，通以水性氣體 Gas & Water (CO + H₂) 使之還原，可仍利用之。



由此法發生之氫氣，混有少許二氧化碳及硫酸，經過洗滌與鹼液吸收之後，其純度可達九九·八%；然此法對於阿莫尼亞合成工業，因需極多之氫氣，尚不能適用也。

• 煤觸的水性氣體 在水性氣體發生爐內，使水蒸氣通紅燒之焦炭，即起下列之反應：



其中之一氧化碳，遇有適當煤觸劑（氧化鐵）與水蒸氣，即氧化而成二氧化碳，同時可發生同容積之氫：



然後將二氧化碳與極少量之一氧化碳除去，即得純粹之氫，哈貝氏即用此法。

3. 煤觸劑

氮與氫化合爲阿莫尼亞時，欲求阿莫尼亞生成率之增高，必須用高壓力，同時又必使溫度相當減低；但溫度減低，其反應之速度隨之而小，則必經長時間始達於平衡，故必借煤觸劑之助力，以增加其反應速度。此所以阿莫尼亞合成法，在工業上實行時，有用煤觸劑之必要也。實際上所用之煤觸劑多爲鐵。

4. 阿莫尼亞之合成

當一八三八年戴爾曼氏 (Döbereiner) 爲最初以煤觸劑試驗氮與氫之合成者，其結果不佳。自後多數學者試驗，就燒熱白金末上，通過氮與氫 ($\text{N}_2 + 3\text{H}_2$)，可得阿莫尼亞。至一八五九年哈貝氏 (Haber) 利用電氣火花通入氮氫二

氣之混合物中，有一部分可直接化合，發生阿莫尼亞。在一八七三年，道甘氏 (Douglas)，德納氏 (Deacon) 等，就此問題，亦均有試驗。法國勒沙德里氏 (Le Châtelier) 在一九〇一年首先以科學方法研究阿莫尼亞合成問題，惜其試驗，因事終止，致無結果；不然，亦必可獲哈貝氏之成績也。

用哈貝氏方法製造合成阿莫尼亞，初次建築工廠於德國 特沙芬 (Tuchenhagen) 地方，故地是工廠 Ueine de la B. A. S. F. (Badische Anilin and Soda Fabrik) 附近，曾先後試驗固定氮氣之各種方法。至一九〇二年，乃開設一製造阿莫尼亞、鹽及硝酸鹽之特別工廠。因前工廠左近之地價飛漲，故在去母廠三公里之處，仍係萊因河畔，地名歐保 (Oppau)，建築新碼頭，安設最新機械，以卸煤炭，建築大規模新工廠。又修火車路、電車軌，連絡新舊兩廠之交通，以便技師與工人往返。此廠至一九一四年八月（即歐洲大戰開始時），建築物僅佔現在面積七分之一，而其製成之阿莫尼亞，每二十四小時，不過二十五噸而已。當一九一七年，即歐戰正烈時期，該工廠之發達，不止十倍

。此時所製阿莫尼亞，大部分經氧化作用，以製硝酸與硝酸鹽，而供軍事之用。

近來該工廠被萊因河時，長據一公里半。所佔地皮面積約有千畝。為避水災，地勢高由三至八公尺不等。機器之基礎，則自原來地上築起。工廠內各工部室相距甚寬，街中火車鐵軌如網，其車站有並行十輛火車之鐵道。一切火車運行廠內，全用無灶強壓力蒸氣之機車引之。又有活動起重機及空中運輸車之設備，以便運煤於各處。各種氣管：煤氣、氫、氧、空氣、水蒸氣，無論用高壓與低壓，各管全集於一處，而由鐵架支持在數公尺之高處，因此且易於其洩氣之孔眼，而便於修理也。

在歐保工廠，當歐戰時，有工人六千餘名，而戰事停廢強迫工作者不計焉。近來工人尙有五千，由六十餘名技師及五百餘名工頭指揮工作。其工資隨生活程度而增加；至技師等之待遇，兼俸不甚高，而均可分到營業之利益。其分與工作勤勞技師之利益，有時高出其薪俸且數十倍。每一部分工作有一試驗室，以檢查製造出品。此外更有一

極大之中央試驗研究室，不與總工廠相連屬。試驗室總理為米達時博士 Dr. Mithamoh，領導化學士三三十名，化學助手五六十名，為研究試驗之工作。在試驗室之地下二層，面積長八十五公尺，寬三十公尺，設置各種特別化學室與物理室，備有最新儀器，外更有一圖書館及一講演室。米達時博士之任務最關重要，既為研究試驗之指導，又鑑定各種發明之專利證書，而加以澈底之實驗，且担任招聘技師，是則大費苦詣者也。

肄習化學之少年，經過三年或四年高等專門學校或大學生活，尙須從一教授指導，在試驗室研究一二年，撰一論文，然後方可由教授介紹於其夙有交際之化學製造公司，如歐保工廠，在工業試驗室中，可充一練習生，再實習二三年，始能隨其性質與工作如何，而規定其職務焉。凡廠中各製造部分之首領，皆由此經過練習而來。當在試驗室長期實習，已富觀察之意志及研求之興味，故能使所用各種方法，日有進步而發展無已也。

由以上所述，吾人知德國工業之所以發達，幾窮全世

界者，實以其科學昌明為基礎。德國全國內之科學大家，皆與工商企業家連絡為一體，互為補助，交相利用。故其實業日形發展，國勢隨之蒸蒸日上。此不但為我貧弱之中國大可取法，即東西列強亦無不驚歎佩服而思仿效者也。

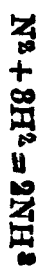
當製造阿莫尼亞中之化學變化，為先取水性氣體（氫之原料）與發生爐氣體（氮之原料），為合成之原料。初各以水洗淨，而後以氮之一容積與氫之二容積相合，其所含成分約為：

氫 三八% 氮 一九% 一氧化炭 三九% 二氧化炭 四%

此中既非純粹氣體，尚混有一氧化炭與二氧化碳 CO + CO_2 ，必須驅除；但驅除一氧化炭，比之二氧化炭既難且費多，故須設法使 CO 氧化為 CO_2 ，然後與原有之 CO_2 共同驅除。法以氧化鐵為媒觸劑，置於轉交爐中，熱至四百五十度，通過混合氣體與多量之水蒸氣，則一氧化炭與二氧化碳而生二氧化碳（ $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$ ），此時混合氣體之百分中成分約為：

氫 五〇% 氮 一七% 一氧化炭 三% 二氧化炭 三〇%

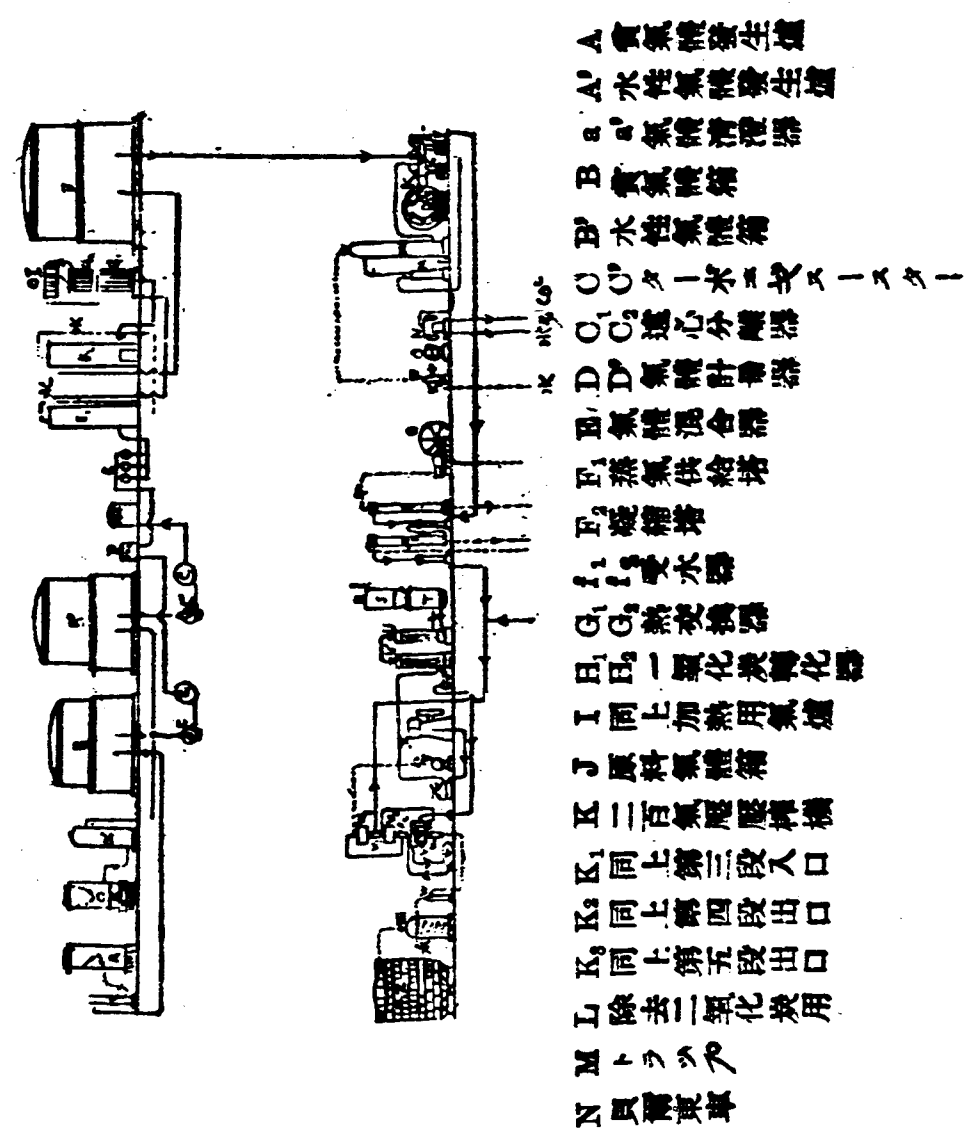
為驅除一氧化炭與二氧化炭，先用二十五氣壓，壓縮混合氣體，送入洗滌塔內，用水洗之，使 CO_2 溶解而去；再用二百氣壓，送入第二洗滌塔內，用碳酸銅之阿莫尼亞溶液 *Solution de formate de cuivre ammoniacal* 洗滌，使 CO 被吸收，因以除淨。如此精製之混合氣體，所含氮與氫容積之比，約為三與一，穿過組合爐中，由一定壓力（二百氣壓）與溫度（五百度），並藉媒觸劑之作用，即得合成為阿莫尼亞：



此阿莫尼亞氣體順次經過冷卻器，以達於吸收塔，同時有二百氣壓之水，注入以吸收之；故阿莫尼亞全溶於水，再移入冷卻器，如此所得之阿莫尼亞水，約含百分之二五之 NH_3 ，移入貯槽，以備利用。

以上不遇述阿莫尼亞合成之大畧，當實行製造時，手續甚為複雜。茲再附圖解於左，以為參考：

由哈氏法製造合成阿摩尼亞裝置略圖



- A 實氣體發生爐
- A' 水性氣體發生爐
- a, a' 氣體清澄器
- B 實氣體箱
- B' 水性氣體箱
- U 水ニガスニスター
- C₁ C₂ 遠心分離器
- D 氣體計量器
- E 氣體混合器
- F₁ 蒸氣供給塔
- F₂ 凝縮塔
- f₁ f₂ 受水器
- G₁ G₂ 熱交換器
- H₁ H₂ 一氧化炭轉化器
- I 同上加熱用氣爐
- J 原料氣體箱
- K 二百氣壓壓縮機
- K₁ 同上第三段入口
- K₂ 同上第四段出口
- K₃ 同上第五段出口
- L 除去二氧化碳用
- M トラップ
- N 貝爾東車
- V 水冷却器
- W₁ W₂ W₃ W₄ 阿摩尼亞吸收器
- X 循環唧筒
- Y 吸收阿摩尼亞水唧筒
- Z 阿摩尼亞水貯藏器
- U₁ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₂ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₃ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₄ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₅ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₆ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₇ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₈ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₉ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₁₀ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₁₁ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₁₂ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₁₃ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₁₄ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₁₅ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₁₆ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₁₇ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₁₈ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₁₉ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₂₀ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₂₁ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₂₂ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₂₃ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₂₄ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₂₅ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₂₆ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₂₇ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₂₈ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₂₉ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₃₀ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₃₁ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₃₂ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₃₃ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₃₄ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₃₅ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₃₆ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₃₇ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₃₈ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₃₉ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₄₀ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₄₁ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₄₂ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₄₃ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₄₄ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₄₅ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₄₆ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₄₇ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₄₈ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₄₉ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₅₀ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₅₁ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₅₂ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₅₃ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₅₄ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₅₅ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₅₆ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₅₇ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₅₈ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₅₉ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₆₀ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₆₁ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₆₂ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₆₃ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₆₄ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₆₅ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₆₆ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₆₇ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₆₈ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₆₉ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₇₀ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₇₁ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₇₂ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₇₃ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₇₄ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₇₅ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₇₆ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₇₇ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₇₈ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₇₉ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₈₀ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₈₁ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₈₂ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₈₃ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₈₄ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₈₅ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₈₆ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₈₇ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₈₈ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₈₉ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₉₀ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₉₁ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₉₂ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₉₃ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₉₄ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₉₅ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₉₆ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₉₇ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₉₈ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₉₉ 阿摩尼亞水貯藏器
- U₁₀₀ 阿摩尼亞水貯藏器

少表示製造行程之進路(圖中少示氣體之方向:少示水及水溶液等之方向)

- PO 電動機
- Q 卷筒
- R 鐵線
- R₁ 酸性液
- R₂ 苛性液
- S 合成爐
- T 熱交換器
- U 熱交換器
- U₁ 熱交換器
- U₂ 熱交換器
- U₃ 熱交換器
- U₄ 熱交換器
- U₅ 熱交換器
- U₆ 熱交換器
- U₇ 熱交換器
- U₈ 熱交換器
- U₉ 熱交換器
- U₁₀ 熱交換器
- U₁₁ 熱交換器
- U₁₂ 熱交換器
- U₁₃ 熱交換器
- U₁₄ 熱交換器
- U₁₅ 熱交換器
- U₁₆ 熱交換器
- U₁₇ 熱交換器
- U₁₈ 熱交換器
- U₁₉ 熱交換器
- U₂₀ 熱交換器
- U₂₁ 熱交換器
- U₂₂ 熱交換器
- U₂₃ 熱交換器
- U₂₄ 熱交換器
- U₂₅ 熱交換器
- U₂₆ 熱交換器
- U₂₇ 熱交換器
- U₂₈ 熱交換器
- U₂₉ 熱交換器
- U₃₀ 熱交換器
- U₃₁ 熱交換器
- U₃₂ 熱交換器
- U₃₃ 熱交換器
- U₃₄ 熱交換器
- U₃₅ 熱交換器
- U₃₆ 熱交換器
- U₃₇ 熱交換器
- U₃₈ 熱交換器
- U₃₉ 熱交換器
- U₄₀ 熱交換器
- U₄₁ 熱交換器
- U₄₂ 熱交換器
- U₄₃ 熱交換器
- U₄₄ 熱交換器
- U₄₅ 熱交換器
- U₄₆ 熱交換器
- U₄₇ 熱交換器
- U₄₈ 熱交換器
- U₄₉ 熱交換器
- U₅₀ 熱交換器
- U₅₁ 熱交換器
- U₅₂ 熱交換器
- U₅₃ 熱交換器
- U₅₄ 熱交換器
- U₅₅ 熱交換器
- U₅₆ 熱交換器
- U₅₇ 熱交換器
- U₅₈ 熱交換器
- U₅₉ 熱交換器
- U₆₀ 熱交換器
- U₆₁ 熱交換器
- U₆₂ 熱交換器
- U₆₃ 熱交換器
- U₆₄ 熱交換器
- U₆₅ 熱交換器
- U₆₆ 熱交換器
- U₆₇ 熱交換器
- U₆₈ 熱交換器
- U₆₉ 熱交換器
- U₇₀ 熱交換器
- U₇₁ 熱交換器
- U₇₂ 熱交換器
- U₇₃ 熱交換器
- U₇₄ 熱交換器
- U₇₅ 熱交換器
- U₇₆ 熱交換器
- U₇₇ 熱交換器
- U₇₈ 熱交換器
- U₇₉ 熱交換器
- U₈₀ 熱交換器
- U₈₁ 熱交換器
- U₈₂ 熱交換器
- U₈₃ 熱交換器
- U₈₄ 熱交換器
- U₈₅ 熱交換器
- U₈₆ 熱交換器
- U₈₇ 熱交換器
- U₈₈ 熱交換器
- U₈₉ 熱交換器
- U₉₀ 熱交換器
- U₉₁ 熱交換器
- U₉₂ 熱交換器
- U₉₃ 熱交換器
- U₉₄ 熱交換器
- U₉₅ 熱交換器
- U₉₆ 熱交換器
- U₉₇ 熱交換器
- U₉₈ 熱交換器
- U₉₉ 熱交換器
- U₁₀₀ 熱交換器

5. 硫酸銨之製造

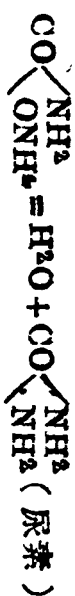
阿莫尼亞與硫酸化合為硫酸銨，在哈貝氏法，以石膏為供給硫酸之源，即所謂石膏法是也。此法特點，在取天然產之石膏（即硫酸石灰）灼熱後研碎，加水成濃乳狀，與阿莫尼亞水同入混合器中，受激烈之攪拌。其時溫度為四十五度，並通入二氧化炭，約經攪拌五至十小時，則硫酸石灰與炭酸銨起複分解而生硫酸銨與炭酸石灰：



其中炭酸石灰難溶於水，故可加壓濾去，將餘下硫酸銨之溶液，移於真空蒸發裝置，待其濃厚，即得結晶之硫酸銨；用盡心力分離淨除去水分，再研成粉末，即可充肥草用矣。

自阿莫尼亞直接合成法在工業上採用以來，阿莫尼亞利用之途日廣，除與硫酸石灰合成硫酸銨外，又與氯化鈉化合，可製氯化銨，與磷酸化合，可製磷酸銨。阿莫尼亞經氧化變為硝酸後，亦可製種種化合物，多可供優質肥料之用。又與二氧化炭化合，可製尿素，百分中含氮四

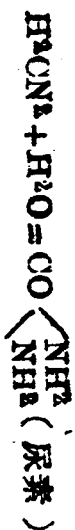
十六分，亦屬質肥料之一種也。尿素之製造，係以二容積之阿莫尼亞與一容積之二氧化炭，由一百氣壓之壓力，送入蒸氣釜中，保持一百五十度之溫度，經過二小時，先化成炭酸銨，再變為尿素，茲示其化學變化如左：



(五) 石灰氮 CaCN_2 Cyanamide calcaire ou Chauk

azote

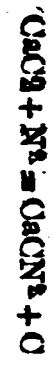
此肥料之外觀為一黑色粉末，極易潮濕，農人經久疑之而不肯用。石灰氮通行作為肥料之用者，不過二十年耳。其施用後在地中之變化如左：



石灰氮施於播種之先，永不能混以酸性肥料，如遇磷

酸石灰，以避免氮質之損失，而減磷酸之肥效；然可與硫酸銨或鉀鹽混合用之。每畝施用石灰氮之量，不能超過十五公升。

製造石灰氮之工廠，多建築於製造炭化鈣之附近，當在炭化鈣中，於九百度至一千度之溫度時，通過氮即得：



取工業製之炭化鈣（見前），碎為細末，置入電爐中，通過電流，氮自下方通入，由空氣液蒸溜而來。如用四百乃至五百公斤之炭化鈣，加氮作用需四十或四十五小時，燃燒二十小時，即得粗製石灰氮。更須經其他手續，以完成之，即將其中殘留於植物有害之炭化物，加水與油，變成油滑不易飛散之粉末。

於粗製石灰氮中加水十一—十二%，分解其中殘留之炭化鈣及石灰，然後加濃厚石油五—六%，以使其粉末粘在一處，由是可得黑色放光勻適之小粒，觸手光滑，不含細粉，具於布袋中保存之。

純石灰氮百分中含氮三十五；但此肥料通常含氮十七

—二十一%。由瑞士瓦來Valais製造者，含石灰氮五十四%，其組成如左：

石灰氮	CaCN_2	54.22%
炭	C	16.50%
石灰	CaO	23.40%
無水矽酸	SiO_2	1.40%
氧化第二鐵	Fe_2O_3	2.05%

在法國市場所售之石灰氮，就其所含氮之多少，分為三種，十七—十八%，十九—二十%，二十一—二十一%，至其各成分之變化約如左：

石灰氮	CaCN_2	46—52%
石灰	CaO	25—28%
炭	C	11—12%
無水矽酸	SiO_2	4—5%
炭化鈣	Ca_2C	0.1—2%
磷化鈣	Ca_3P_2	0.1—0.3%

(乙) 磷酸肥料 Engrais phosphatés

在田地中，供給磷酸之形式甚多，其肥料分爲四類：

(1) 天然磷酸鹽 Phosphate naturel

(2) 過磷酸石灰 Superphosphate de chaux

(3) 骨製過磷酸鹽、去膠之骨及沈澱磷酸鹽 Superphosphate d'os, ou dégelatinés, Phosphates précipités

(4) 去磷作用之浮渣 Boorie de déphosphoration (

速益磷肥)

就以上各種磷酸肥料，農學家之評論不一，故市場上多售磷酸之混合肥料。然就統計觀之，過磷酸石灰（即溶解性磷酸一鈣與硫酸石灰），用者較天然之磷爲多，因此後者爲不溶解性，僅適於缺乏石灰之腐植質砂粘土地中，又適於酸性草地，由殘留之草根，足以溶解磷酸三鈣爲細粉。然在種植五穀之田中，欲速收肥料之功較時，用過磷酸石灰最宜。

(1) 天然磷酸鹽

此肥料第一次出現於市場在一八六七年，來自北美之南哥羅林 Carolina du Sud，在一八七八年發見比利時之磷酸鹽，一八八六年發見於法之必加爾的 Piardie，同年在美洲都尼集 Tunisie 南部亦發見之。三年之後，在北美之佛羅來德 Floride 開始開採。一八九四年，北美德內西 Tennessee 亦行開採。今日出產最多之處爲：北美洲，阿爾日里與都尼集 Algérie et Tunisie，法蘭西與比利時等地。

一九一三年之產量總數達七百萬噸。以上所產，均係磷酸三鈣 Phosphate tricalcique $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ，採出後，碎爲細末，可直施於田地之中，或供給於製造過磷酸石灰之工廠，以爲原料。然當輸送於遠方之時，總以含磷酸最多者爲佳。是故搗碎之後，入分離器中，分去無益之物，然後用水洗去粘土，再使通過圓筒與侵入之熱氣相遇以乾之，水分僅餘百分之三。茲再將主要天然磷礦分別略述於左：

A. 糞化石 Coprolite, or Phosphate on nodules 係古

代動物之排泄物及其遺體之化石，英、法、比等國均產之。又有南海鳥糞及其屍體之化石，日本良佐以及吾國西沙羣島等處之磷礦屬之。其呈瘤狀塊者，為由地中埋藏之動物分解生成之磷酸鹽類，如哥羅林，弗羅來德，阿爾日，都尼及日本鹿野等處所產之磷礦是也。

附記 吾國西沙羣島所產之海鳥糞磷礦，其外觀似土狀，據調查該磷礦積約佔二九〇、六一〇立方公尺，磷質之比重為〇·七五。島中所存磷量有一七五、〇五〇噸。其化學成分，各處不同，大不一致。據王星拱與廣州中大理科農科及廣州建設廳先後之分析成績報告如左：

分析者	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃ +A ₂ O ₃
王星拱	17%	——
廣州中大理科	1.21-33.24%	——
廣州中大農科	8.01-31.18%	0.064-0.739%
廣州建設廳	12.54%	0.6% (磷酸鹽類)

化學肥料之製造

然吾等本年夏季在浙江建設廳化學肥料管理處化驗室中，曾就西沙羣島海鳥糞作一完全分析。茲將其結果列左：

全磷	一五·一%
水溶磷	痕跡
枸橼酸鉀溶磷	痕跡
鹽類質	痕跡
磷酸鈣質	無
全氮	〇·六%
氯化鉀	四·二%
水分	一八·五%
砂	二〇·四%

B. 磷灰石 Apatite 為結晶之磷酸三鈣，百分中佔六十五至七十五分，尚含氯化鈣或氟化鈣之雜質，性硬堅固，殆不溶於水，而為製造過磷酸石灰之原料。

C. 磷灰土 Phosphoria 係火成或水成之磷灰質，其質不純，北美德內西及我國江蘇省海州等處所產磷礦屬之。

(8) 過磷酸石灰

當以五十三度之硫酸，加入於不溶性之磷酸三鈣中，在溫度七十度乃至九十度之間，即起以下之化學反應：



由以上反應所生之化合物中，以磷酸一鈣及磷酸石灰為主，名曰過磷酸石灰。其中磷酸之化合狀態，據Stoll-Loss氏之研究，約分為左之三項：

第一、溶解於水之成分 為磷酸 H_2PO_4 ，磷酸一鈣

$CaH_2(PO_4)_2$ ，磷酸一鎂 $MgH_2(PO_4)_2$ ，磷酸一鐵 $FeH_2(PO_4)_2$ ，磷酸一鋁 $AlH_2(PO_4)_2$ ，(銻、錳、鋅、俱

為天然磷酸鹽之夾雜物) 然實際在過磷酸石灰中，除磷酸一鈣之外，其他皆存微量。

第二、不溶於水而溶於枸橼酸鈣之成分 為磷酸二鈣

$Ca_2H_2(PO_4)_2$ ，磷酸二鎂 $Mg_2H_2(PO_4)_2$ ，磷酸二鐵 Fe_2

$H_2(PO_4)_2$ ，磷酸二鋁 $Al_2H_2(PO_4)_2$ ，此等化合物在過磷酸石灰中極少。

第三、不溶於水及枸橼酸鈣而溶於強酸之成分 為磷

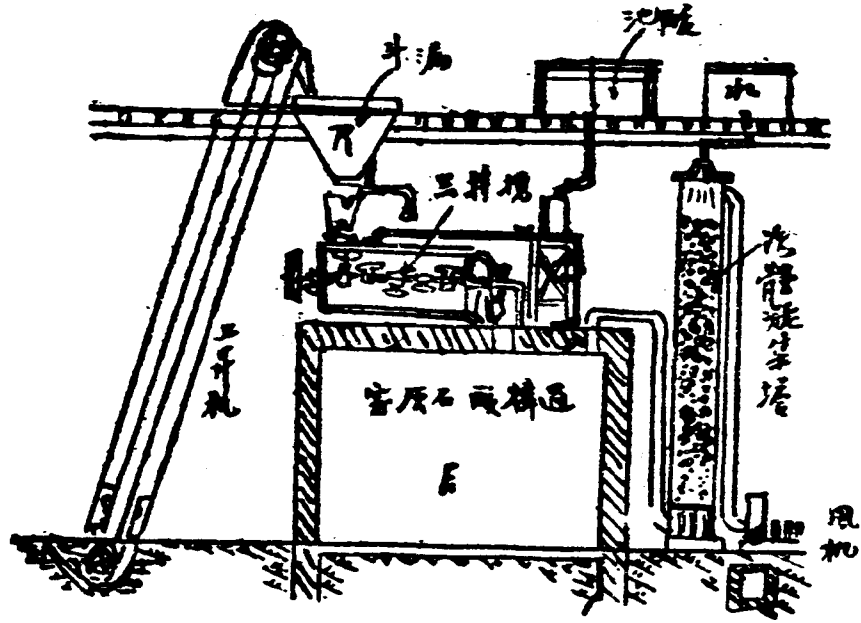
酸三鈣 $Ca_3(PO_4)_2$ ，磷酸三鎂 $Mg_3(PO_4)_2$ ，磷酸鐵 Fe_3PO_4 ，磷酸鋁 $AlPO_4$ ，此等化合物在過磷酸石灰中亦極少。

過磷酸石灰之製造 先將礦物研成細末入攪拌器，然後加硫酸攪拌，提出、乾燥、搗碎、過篩即得。此製造之大畧情形，今再詳述如左：

在製造過磷酸石灰工廠中，同時多製造所用之硫酸，以免購自外方，並省運搬之費。

研碎之磷礦，由機器上昇，入大漏斗B中(如圖)，由此入攪拌器(Malaxor)，硫酸量足後，亦注入其中。硫酸與磷礦之混合物，自攪拌器之一端入於室B內，於此發生熱力，揮發無水碳酸，蓋由磷礦內混有碳酸石灰而生者也。於是硫酸石灰結晶，產物漸堅固，又因礦物中含氯化鈣、氯化鎂及無水硫酸，故同時又揮發鹽酸、氫氣酸與氯化矽各種氣體。將此等氣體導入盛濕焦炭之塔內，以凝集

製造過磷酸石灰



之。製造過磷酸石灰，不用攪拌器亦可，只在一室內混合

磷礦與硫酸之適量。

由室中提出後，入圓筒內以熱氣乾燥之，然後碎為細末，入布袋中存貯。此肥料宜用新製者，因經久則其中磷酸與氧化第二鐵及氧化鋁化合，或構成磷酸三鈣，以減小磷酸之效也。

產物之計算 由前法製造一百公斤過磷酸石灰，通常用含百分之五十八乃至六十三之磷酸三鈣五十六公斤與五十公斤之硫酸（ H_2SO_4 Brand），農家所需要之肥料，含磷酸一〇—一二%或一八—二〇%。

當一九一三年，法國用硫酸九五〇、〇〇〇噸，製造過磷酸石灰二百萬噸，其消費量每四公噸（約合我丁六畝），用三公斤磷酸，共核一百九十萬噸。殊施用於穀類、製糖蘿蔔、塊莖植物與豆科植物。過磷酸製造，在世界各國有逐年增加之勢，茲舉主要各國之產量如左：（表中單位為噸）

一九一三	一九二二	一九二三	一九二四
一、九七九、二八四	一、九五二、八三八	二、二一五、一三六	二、三〇三、七八三

合衆王國	八四五、五五七	五五九、一八七	五一七、五三九	七三九、五六九
比利時	四九七、九三二	三九〇、八六八	四九〇、八二七	四九〇、六二八
西班牙	四六三、二九五	三〇七、八五六	六八三、四〇七	五八七、六六四
葡萄牙	九九、五二七	五六、三六七	五二、六一〇	八九、四一六
意大利	九五一、五三九	一、五五七、三四二	一、一〇九、三四〇	一、三一、七〇一
瑞士	三二、四〇〇	三〇、〇四五	一八、六七七	二三、四六四
瑞典、挪威	二九七、二六三	一〇八、〇九〇	一八七、四一六	一五一、七八一
芬蘭	—	—	一五、二三七	三〇、九四〇
丹麥	九〇、〇〇〇	六五、〇八八	一八九、九二三	一六〇、八八六
荷蘭	三四六、四〇八	二〇〇、二〇一	三六三、一九三	四一九、六九三
德國	一、八四五、一二八	五〇六、三四二	四〇二、九五六	四〇五、六八二
奧地利、匈牙利	二九一、八七七	七、五〇二	四三、七七七	五三、一〇七
俄國	一五八、二八八	—	—	—
波蘭	—	—	—	—
柴克斯羅瓦	—	二二五、四九二	三五五、七二一	四三〇、九三六
猶戈斯拉威	—	—	—	—
羅馬、希臘、土耳其	三二、三〇二	二一、〇三六	一七、八九九	二九、一一三
阿爾日里、都尼集	五五、八三一	三一、二〇五	一〇〇、八六一	一三三、一四九

北美 三、二〇一、二四八 二、九二四、八三七 三、三八四、八〇〇 二、八三四、〇四二
 亞洲、澳洲及其他一、〇三四、六九九 一、二一七、八三二 一、〇四〇、六八八 九四九、八三三
 合計 一二、二二二、四七八 一〇、一四一、二七六 一一、一八九、九九七 一一、〇四四、三八七

(8) 曾製過磷酸鹽、去膠之骨、骨粉
 由馬爾南氏 *Malnar* 分析之結果，骨百分中所含成 以提出以下各物：

脂肪 七%
 膠 二八%
 骨之殘滓 六五%

不溶於鹽酸之軟骨 二七、二三
 可溶解軟骨 六、〇三
 磷酸三鈣 五二、二六
 氯化鈣 一、〇〇
 炭酸石灰 一〇、二〇
 磷酸銨 一、〇五
 氯化鈉 〇、二五
 氯化鐵與錳 一、〇五

由此成分觀之，骨儘可用為肥料，或為自然狀態，即洗以熱水而搗碎之，(骨粉含磷酸鹽四〇—五五%)或除去膠質 *Dealbumin* 用之。

由此出產二物，即骨粉與沈澱磷酸石灰。骨粉中含六〇—六四%之磷酸三鈣，核磷酸二七—二九%，其百分之九十五，在核磷酸銨中不加熱經半月溶解。此肥料適於葛草濕地。

沈澱磷酸石灰含磷酸三九—四〇%，此中三五—三八可溶於核磷酸銨。此肥料適於砂地。

骨亦如磷酸三鈣(磷灰石)，可以供製造過磷酸石灰之用，所得肥料成分永久不變；且其中有骨屑，故又含少量有機氮質。

以上所述之肥料，即去膠之骨、骨粉及骨製過磷酸石灰，其製造與糊膠 Colla、膠 Galathea 之製造相合。蓋此等膠之原料，均為骨精 Ossein，佔骨之成分三〇%，其餘三分之二為礦物質，即磷酸石灰與炭酸石灰。此等製造工廠，大都位於城市附近，以便利用屠宰場之殘物。在法國每年輸入二萬五千噸獸骨，用以製造十萬噸過磷酸石灰與一萬噸骨粉。

(4) 去磷作用之浮渣

由煉鐵爐處置含磷生鐵製鋼之時，溫度漸高，在一千八百度乃至二千度之間，磷氧化為磷酸，復與石灰結合成磷酸石灰，合其他混合物，浮於熔鋼之表面，可傾轉爐使熔渣流出，運於他處，冷卻後，粉碎之，可為肥料，即曰

茲再舉近年各國之產量如左：（單位為千噸）

年	德	俄	法	比	盧森堡	英	瑞典	美	加拿大	柴戈斯拉威	波蘭	合	計
一九一三年	11,000	378	67	42	283	13	16	—	—	—	—	—	3,926
一九二六年	10,000	1,221	1,134	50	33	4	7	31	13	119	10	—	3,823

本名為遠益肥料者是也。此浮渣含磷酸三鈣三七—三九%。然實麻氏浮渣 Scores Thomas（即實麻氏磷肥）較馬爾丹氏浮渣 Scores Martin 易於溶解。

每噸鋼鐵約出浮渣二百五十公斤。以法國一國而言，每年用最達四十萬噸，一 Heolare 施用十二—十四公斤。然法國製造產量達八十萬噸。

遠益磷肥之世界產量逐年發展之狀況，有如下表：

一八八三年	五、〇〇〇噸
一八八六年	一三〇、〇〇〇噸
一八九〇年	三五八、〇〇〇噸
一九〇六年	六一七、〇〇〇噸
一九一〇年	一、五六〇、〇〇〇噸

一九二九年	一、八八六	三五四	一、四〇二	一、〇二四	六二二	三三三	一四一	—	—	一五二	〇	五、九〇八
-------	-------	-----	-------	-------	-----	-----	-----	---	---	-----	---	-------

備考 法國因歐戰結果獲得阿爾薩斯與羅蘭Alsace - Lorraine 二州，故其產量大增。

據前表可知其生產之近况。遠登磷肥之輸出國，以法國為最，比國次之。其輸入國，以德國為最，荷蘭次之。此種肥料，不但荷蘭尚絕無之，即日本亦毫不產之也。

續百分中所含成分如下：

	磷酸	石灰	氧化鐵	氧化第一鐵	氧化第二鐵	氧化鋁	氧化錳	硫黃	硫酸	砂	酸
最多	三三·九七	五九·九一	八·一〇	一八·〇〇	七·〇〇	三·九〇	五·六三	一·五二	一·〇〇	—	三三·九〇
最少	一一·三九	三六·〇〇	一·一四	五·六六	一·九二	〇·一四	〇·五五	〇·〇五	—	—	二七·〇〇
平均	一七·三三	四八·二九	四·八九	九·四四	三·七八	二·〇四	三·九二	〇·四九	〇·三三	—	七·九六

(丙) 鉀質肥料 Engrais potassiques

草木灰及其他灰類之組成，雖屬雜質肥料，然依其主要效用，普通列為鉀質肥料之一，此在吾國久已施用之鉀肥也。草木灰中木灰與葉灰不同：木灰者，為燃燒木材及樹木落葉等所得之灰（禾本科以外草本性植物之灰，其組成成分與木灰同）；而葉灰者，乃由稻麥及其他禾本科植

物所生之灰也。此二者成分大異，蓋木灰中富含鉀質與石灰，其鹼度較大。茲示其一例如左：

	磷酸	氧化鉀	氧化鈉	石灰	氧化鎂	砂	酸及土砂
葉灰	二·二%	四·五%	〇·九%	二·三%	一·八%	—	七四·〇%
木灰	三·九	一一·七	一·七	三〇·三	六·五	—	三三·五

現今鉀質肥料，殆全用天然之鉀鹽，因德國出產最富

，故德國為世界肥料市場之最優越地位，法國次之，其餘各國之地位則甚微。

德國所產各種肥料之種類，有以下數種：

- (1) Carnalite $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$
- (2) Kainite $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$
- (3) Hartsalts 由木之液體，二次生成之 Carnerite
- (4) Sylvia 及 Sylvinite
- (5) Polyhabit $K_2CaMg(SO_4)_2 \cdot 2H_2O$
- (6) Berg-Kieserit
- (7) 存在比較小量者：Krugit $K_2MgUO_4 \cdot (SO_4)_2$ ，Langbeinit $K_2Mg_2(SO_4)_2$ ，Leenit $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot 4H_2O$ ，Glaserite $Na_2SO_4 \cdot 3K_2SO_4$ ，Sohsmit $K_2Mg(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ ，Douglasit $(2KCl) FeCl_2 NaCl$ ，Rinnelt $(3KCl) FeCl_2 NaCl$ ，Kaiborit $KMg_2B_4O_{10} \cdot 9H_2O$

如左：

年	產量	年	產量
一八七〇年	二八八、五九七噸	一九二〇年	一一、三八六、四三九噸
一八八〇年	六六八、五九六噸	一九二五年	一一、〇四三、〇〇〇噸
一八九〇年	一、二七九、二六五噸	一九三〇年	一一、九六六、九〇〇噸
一九〇〇年	三、〇三七、〇三六噸		
一九一〇年	八、一六〇、七七九噸		

德國所產出產中心之地點，有左之五處，並示其產量

地名	一九二二年度	產量
Hannover	五、八三三、三三〇噸	五、八三三、三三〇噸
South Harz	三、三三三、三三〇噸	三、三三三、三三〇噸
Werra	三、三三三、三三〇噸	三、三三三、三三〇噸
Stassfurt	三、三三三、三三〇噸	三、三三三、三三〇噸
Halle, Mansfeld	三、三三三、三三〇噸	三、三三三、三三〇噸

德國所產產量 最初在一八六一年記載 Carnalite 產量為二千二百九十三噸，其後統計如下表：

今就德國所產出產中心之地點 Bassin de Stassfurt 述之。此礦

之成因，概由古時海水之濃厚乾燥，先沈澱氯化鈉，然後沈澱硫酸石灰，當此時又與海洋之水相通，再分離時，海水下沈，又生沈澱，混有硫酸鎂、硫酸鉀，是即 Polyhalite $K_2SO_4 \cdot MgSO_4 \cdot CaSO_4 \cdot 2H_2O$ 之來源。其中含氯化鈉尚甚富，以後硫酸鎂結晶為 $Kisericite MgSO_4 \cdot H_2O$ ，氯化物為 $Carnallite KOIMgCl_2 \cdot 6H_2O$ 。

以上各鹽類均為複雜混合物，其中主要為 $MgSO_4$ 或 $MgCl_2$ 或 K_2SO_4 等。其中 $Kainite$ 之開採與 $Carnallite$ 同，均甚多。

今日在新達恩府穿井採掘之石鹽及鉀之粗鹽，其組成分如下：

Sylvinite	KCl	96%	K ₂ O	18—20%
Carnallite	KCl	15.5%	K ₂ O	9—10%
Kainite	K ₂ SO ₄	94%	K ₂ O	18—14%
Fargasite	KCl	90.99%	K ₂ O	12—13%

此等粗鹽之中，含水分有時達百分之二十，且其所含之鹽類，有時有害，故須精製之。

由礦中取出之混合物，有五〇%之 $Carnallite$ ，二〇%之 $Kisericite$ 與三〇%之氯化鈉，加水熱之，由此分出大部分硫酸鎂傾出之溶液中沈澱較多之氯化鉀。取母液濃厚之，又生氯化鉀新結晶。再傾出液體於外，即為提製氯化鎂及溴化物之原料。

將兩次氯化鉀之沈澱混合一處，以冷水沖洗去氯化鈉與氯化鎂。故氯化鉀含量增加可達百分之九十，核五〇—六〇%之 K_2O 。如為 $Kainite$ ，其大部分可直用之。只經溶解使結晶之一次手續，即可得含硫酸鉀五五%，再經二次精製，可達九九%。

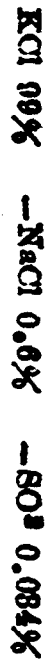
此外尚有米盧索鎮 $Basin de Mulhouse$ ，亦甚重要，在一九〇四年發見；該地原屬德國，歐戰後割讓於法。此礦之成因與前同，但其優點，在不含鎂鹽，因與海洋通時被溶解之故，因而此礦含 $Sylvinite$ 最富。

氯化鉀	三〇—六〇%
氯化鈉	五〇—六五%
硫酸石灰	二—五%

不溶解物 一〇·一二%

由此所得之肥料，含 K_2O 三二%，即九〇—九二%之 KCl ，此礦中約貯藏十五億噸，核氧化鉀三億噸。

由礦中採出之鹽，研碎即得肥料含二〇—二二%之氧化鉀，農人可直接用之。如欲得再濃厚之鹽九八%，可基於在高溫度氯化物溶度不同之理由而處理之，即取礦之粉末，加食鹽之飽和溶液，可與鉀鹽同時流出，濾過，於結晶器底生灰色粉末含七五—七八%之氯化鉀，核三五—四〇%之氯化鈉。其四周之結晶含氯化鉀九二—九五%，只以水沖洗一次，可達九八%。更置於旋轉桶內，通以熱氣乾之，由此提出之鹽成分如下：



此一帶之礦井在一九一三年，因時季之不同，每日出三〇〇—八〇〇噸；然近年來，一年產量增五萬噸。

除世界鉀礦主要產地德法二國之外，其他各國如波蘭、美國、印度、西班牙均有鉀鹽之產出，不過其量較少耳。茲列世界氧化鉀產量表，可見一斑也。（表內核成氧化

鉀，單位為噸；且一九二五年之美國產量係輕噸，每噸九〇七公斤）

國名	一九一三年	一九二五年	一九二九年	一九三〇年
德國	1,110,000	1,100,000	1,720,000	1,700,000
法國	500,000	310,000	331,000	330,000
波蘭	100	29,100	62,350	55,100
美國	—	25,000	55,870	55,580
印度	10,600	7,500	4,650	3,880
西班牙	—	2,600	3,200	2,500
合計	1,810,600	1,574,100	2,495,770	2,346,500

東部日本亦有鉀質肥料之出產，然尚不足本國農業之用遠甚，故由外國輸入者甚多，觀左列二表，可以知之：

日本鉀質肥料之產量表

大正十一年（一九二二）	六、〇三七噸
大正十二年	二、九二五噸
大正十三年	七一二噸

大正十四年

七五噸

昭和三年至五年平均產硫酸鉀二九二噸，鉀鹽五、二二七噸。

日本鉀質肥料之輸入額如左：

		昭和三年 1928		昭和四年 1929		昭和五年 1930	
		數量	價值	數量	價值	數量	價值
硫	酸	三、一〇〇噸	三、二五〇,〇〇〇元	三、一〇〇噸	六、七三〇,〇〇〇元	六、七二七噸	七、一〇〇,〇〇〇元
鉀	化	三、〇九二	三、〇一〇,〇〇〇	三、〇九二	三、〇七〇,〇〇〇	三、〇九二	三、二四〇,〇〇〇

以上所述，不過化學肥料製造之大概耳，語焉不詳，遺漏滋多。如欲專門研究之，幸此類西文書籍，所在多有，願可參考也。惟化學肥料之製造，係較大之化學工業，首須有充足資本，次須有所需之原料。此在今日海嶽之中，一時興辦，誠何容易。即令集資成數，而中國原料曠

殊覺缺乏，亦不克成功也。硫化鐵礦我國固有之，可製硫酸；而磷礦則僅有海州及西沙羣島二處，其他尙未之聞；至鉀礦尤少，微聞四川自流井地方之鹽泉中帶有鉀鹽，倘加以研究，未始不可作鉀肥用也。

最必需的七成分

(一)七元素在土壤和肥料的裏面，是不能以元素的形態存在的，和他物化合才能保持安定的狀態，現將普通元素和氮素等化合物名稱列后：

磷酸 P_2O_5 氧化鉀 K_2O 石灰 CaO 氧化鎂 MgO 氧化鐵 Fe_2O_3 硫酸 SO_4

(二)這些更同他物化合成多數的化合物，可以稱做無機化合物的鹽類，例如，磷酸化合物即稱為磷酸鹽類，大抵包含各種磷酸鈣、磷酸鈣、磷酸鉀等，至於氮素則與上列六種不同，由多種的化合物所構成，名稱不能一律，不論他能夠包含有硝酸鹽、亞鹽類、含氮有機物及其他等等，普通均以氮的元素名字稱他。

(三)七元素化合物的名稱爲：1. 氮素化合物、磷酸鹽類、鉀鹽類，2. 鐵鹽類、硫酸鹽、石灰鹽類、鎂鹽類。

(四)七成分本不分輕重，不過(2)所載四種較前(1)所記載三種肥料價值要少些，就是石灰、鎂、鐵、硫酸，此四鹽類，因a. 在潤澤土壤中多含有之，b. 因在肥料也含有多量，可以任便混和施入土壤中了，c. 除石灰外，作物吸收的量很少。

(五)所以此等主要成分，沒有特別加以人工施用的必要，在這四種成分之內，譬如硫酸、鐵、鎂，這些均不足介意，不過石灰，作物對牠需要量較多，土壤中的含量也常告不足，所以在直接肥料也要特別施用的，石灰也是一種肥料要素，又不待言了。

骨料與磷肥之製造

馬壽徵

原始之磷質肥料 (Phosphatic fertilizers) 大都均自骨類製出而使用之。

骨料之肥效，發現者為誰，尚無人能確定，但世界各國自古至今均以獸類遺體及廢棄物作試驗，而其性質乃為人所重視。至十九世紀初葉，因機械的進步，自然的趨勢，利用原動力將骨切成細片或磨成骨粉，由此證實了新起對於骨料的需要量較增。

大約在一八一五年，由事實的顯示，歐洲本地的供給不敷，開始從新大陸輸入，每年輸入的噸數非常迅速的增加，直達三萬噸左右。至一九〇六年，則抵四二、六〇〇噸，與歐洲所產的合計約六六、〇〇〇噸，此時歐洲雖尚未開始製造磷肥，但骨料已被認為肥料製造的重要原料了。

骨料甚少以市場收集時之原生狀態直接使用，往往須經過一種或數種方法以處理之。於進行考察此等方法之前

，特將骨料組織之成分，略述於次：

乾燥骨料 主要含百分之七十磷酸鈣 (Calcium phosphate)，至碳酸鈣 (Carbonate of lime) 與石灰，在灼熱後，含有少量。

維繫此礦物結構者為軟骨，含有氮素化合物，可羅金 (Collagen)，膠質物 (Chondro-mucoid)，此二物均不溶於酸類，浸於弱酸相當時間之後，則變成軟而帶粘性之物體，脂肪質常與軟骨混和，幼動物體內較老者為豐富，反之，在老壯動物骨內含有少量無機物或礦物質，其發育愈健全者愈多；且因骨類之品質不同，而含脂肪之分量亦異，腿骨及肘骨脂肪含量自百分之十八至百分之十九，肋骨及肩胛骨平均不過百分之十至十二。

最初處理骨料之方法有二：一為蒸煮法，一為溶化法。若用蒸煮法，先將骨料置於煎熬器內，加十五至廿磅之壓力，加以處理，使溶融其脂肪，此物可變賣為熬油之用

，收集多量，可製肥皂。如欲得一更有效率之脫脂方法，則可採用溶化法(Solvent extraction process)。

此種設備之適當裝置，可分四部：(一)浸漬器(Infusor)，容積約十噸左右；(二)蒸溜器(Bill)；(三)凝結器(Condenser)；(四)分离器(A separator)。浸漬器為最好之軟鐵所製成，底面置有乾溼兩種蒸汽曲折管，對於凝結器適度大小之規定與其重量之配合，須加以注意，尤對於整個設計，更宜加以斟酌；蓋因蒸氣管之表面過大，則不僅浪費熱量，且使水呈非常沸騰之狀，溶化之功能因旋動過急而消失。

生骨不可堆集過久，否則易起分解作用，而含氮物因之而損失。

碎骨若重揀選，已經揀選之後，宜於未入碎骨機之先，鋪入鑲製分裂器，破之使成三吋長左右之細片。

先將溶劑汽油(即Benzine)透過骨料，其溶化劑宜用其有機鏈狀誘導物(Aliphatic derivative)，不宜用其環狀誘導物(Aromatic derivative)。換言之，不宜用石

炭油(Coal-tar Benzene)，僅宜用煤油提煉之油(Petroleum benzene)，首須注意選擇一適宜之溶化劑，不使浸出過快或過慢，且使蒸氣在合理的秩序下消費，為此法最重要之事，尚須特別聲明者，對於下列數事，亦須加以注意：

汽油在近100°C時即行沸騰，不及此溫度則僅少量甚至全不蒸溜，至133°C則可蒸去百分之九十九，其餘百分之十二，須至182-187°C時完全蒸去。

此種設備之功用與普通 Soxhlet 式油脂器(Fat apparatus)原理大都相同，用於普通實驗室中，讀者多知之，不贅。

若採用溶化法，則殘存於骨料之脂肪含量能降至百分之一、二五之微，如加用溶劑凝結器，則其效率更能增加，不過百分之〇·四。

浸出之油脂加以分析，其中脂肪含量達百分之八十四—百分之八十八，其餘約百分之四為不溶物，礦物質約占百分之三—四，水約占百分之四，如工作得法，則其中不

及蒸出之汽油不過百分之〇·五(即千分之五)。

此種油脂必須提煉，其法有二：(一)蒸汽法——以更多之油脂煮沸之；(二)氧化法——將不純物氧化，使成暗色，往往用過錳酸鉀(Potassium Chlorate)或過錳酸鉀(Potassium Permanganate)作氧化劑。

脫脂之骨約含百分之三十磷酸三鈣 $Ca_3(PO_4)_2$ (Tri-basic Calcium Phosphate)及百分之四—六之氮，此骨有下列三種用途：(一)製膠(Glue)——將煮沸之骨為其副產物；(二)製過磷酸骨肥；(三)使與木炭起炭化作用，用製漆油(Tarry matters)而發生阿母尼亞為其副產物。

其出產品可分為四類：(a)生骨(Raw bone)為原料之全部含脂與膠(Gelatin)；(b)骨粉(Bone meal)含膠汁，無脂肪；(c)蒸製骨粉(Steam bone flour)無膠與脂肪；(d)可溶骨粉(Dissolved bone)乃生骨或殘骨用硫酸處理者。

其成分經分析之結果如下表：

生骨(英產)	膠(百分率)	氮%	磷酸%	脂肪%
8.75	4.5	20.0	20.0	4.5
1.8	1—2.5	25—32	55—69	
2—3	2.3—3.8	15—16	33—35	

骨料與磷肥之製造

生骨(英產) Raw bone	5%	6%	22%	48%
生骨	4.5—4.5%	4.2—5.4%	20—2.5	43—55
膠	8.75	4.5	20.0	4.5
磷酸	1.8	1—2.5	25—32	55—69
可溶骨粉	2—3	2.3—3.8	15—16	33—35

以上所舉骨肥宜分別處理之。

工 生骨(英產) Raw bone

骨料常先在碎物機變更其大小，繼由Carr氏之粉碎器，或Overvent式之錘斧旋轉機磨成粉，此初製之機，速度甚慢，具有大小二輪，大輪之齒固着於小輪之邊緣凹處，其一輪生大抵力，發生功能，另有一組發條又使輪復原狀，已分裂之骨，設無需去其骨脂，必經Carr氏之粉碎器(Disintegrator)或Overvent式磨，骨料常被搗成碎片，有時將一部分製成膠狀。

司托蒂凡(Overvent)式錘斧旋轉機有五十四至六十六錘斧，每秒可轉一千五百週，每分鐘可轉八萬一千次至九萬九千次，使骨變成極細之粉。

此種設備為J. Harrison 式為代表，先將骨料裝入車

箱，倒入加爾(Ober)氏碎物器之漏斗口，彼處之骨料即分裂為粉狀，再由第二升降機打入車箱，裝入一旋轉六角鐵絲管，上建有大小孔之金屬篩，如此可使骨料成各種等級。前半部為良好骨料，而粗劣骨料則存於後半部，最後者往往再打入粉碎機以過篩。

此種過篩之設備，旁附有一氣球，可使骨粉之塵灰直達彼處，免使飛揚於空中。

II 骨粉 Bone meal

何謂骨粉？有謂凡經1/8吋之篩篩過者，即得稱為骨粉。骨料在每吋長有六十孔之篩上過篩，即能篩過百分之十五—百分之二十，換言之，有百分之七十五—百分之七十八存於篩箕上。

經試驗之結果，骨粒由碎物器所製者，較其他試品為粗，在某種情況，原料經過1/8吋之篩，得下面大小粉粒，詳細情形如下：——

剩餘為10x10者……………1.5%
剩餘為20x80者……………14.0%

剩餘為30x80者……………12.0%
剩餘為40x80者……………13.0%
剩餘為50x80者……………8.0%
剩餘為60x80者……………21.0%
過篩 30x80者 35.0%
損失粉末約占 5.5%

由骨粉情形觀之，兩種試樣不能絕對一致。普通在商品檢驗習慣上，用於園藝與養業之目的者，均應過1/8吋之篩。少數製造家欲求精密，將所有材料經過十二孔篩箕。上述之設備可用各種金屬篩網改變其格式，以適應其要求。

III 蒸製骨漿 Steamed bone flour

骨粉較蒸製骨漿不易溶解，在各處蒸製骨漿甚易為土壤液所滲透，肥效發生甚速。

蒸製骨灰均須經3號篩篩過。

IV 可溶性骨肥(Dissolved bone)

上面述及可溶性骨料為生骨及骨粉經硫酸處理後之產

物。關於可溶性骨料之製造，其內容大都與過磷酸石灰所關之事項大都相似；如均以硫酸處理，必先使骨料成爲極細之粉末，即多數工作使用之骨料，須過 80 Mesh 之篩，其細度大都至此種程度。

酸類對於骨料發生之作用頗速，而混合手續亦簡，宜務爾者混和後，立刻運入窖中。

對於可溶性骨料之製造，頗需注意，其煩雜點在不易審度其混和變化之速率，用稀酸溶液處理者可減輕其困難，亦可延緩其反應速率，但往往產生潮濕與不良之最後產品，是其缺點。

雖骨料不如多數磷質磷礦含有大量之氫與氧等有毒物，但仍有惡臭發生，從事操作者務須加意預防爲宜。

埋於地下之骨料較磷質磷礦爲不生泡沫，因後者有少量炭酸放散之故，宜常用透明強酸迅速混和而裝載之。用此法可自內容擠出，凝結爲適當過磷酸骨料，經適度乾燥之後，務先聚集堆面及時散播之。如用弱酸處理，必設法乾燥去其過量之水分，結果往往反而產生可溶性磷酸。

至於製造骨質過磷酸，可在骨料中混以少量磷質磷酸，以改善其品質，可採用下列方法混和之：六百份量之骨料（註一）含百分之三錐與百分之四十五磷酸三石灰；三百份量之磷質磷酸；五百份 4.195 酸類。

（註一）骨粉常含百分之四。五之錐，與百分之四十五全磷酸含量。

用上列方法配合，可得品質優良之產品。

多數製造家慣利用機器窖 (Mechanical dens) 以混和之，用其設備以製造骨質磷酸。最好用 Stratovant dens 式窖，將混合各物徐徐置入，用圓錐形物排成板狀邊平之，此法使用結果甚爲圓滿。

最後產品大約較原生態骨粉增加重量百分之三十。

現已大規模製成下面純淨碎骨粉的新式混和物和分析

混和物 骨粉 Bone meal 70%
骨汁 Bone flour 8%
硫酸 Sulphuric acid 100 Tw 27%

合計	105%
損失	5%
	100%

上列肥料之分析保證含量約為：

1 8.25% 氮

32.0% 磷酸，其中含16.54%水溶性磷酸。

研磨及混和設備等酸類秤量器與骨料秤量器等，為硫酸浸蝕骨粉之設備。茲略述關於此項設備要點於次，以引起讀者之興趣。此設備之設計為印度所採用，以為處理叢林骨物之建築。其中有槌斧旋轉器，有槌斧旋轉機，有1.8呎寬之方格，能產過十二鐵篩之細末。

散佈各物均通過一以45°固定之篩，最後之殘滓須重複處理之。

由是將磨碎骨粉打入倉櫃，并由升降機送入骨料秤量器內，然後加入一定量之酸，依次徐徐引入混和器內。

將過磷酸骨料卸入圓錐之木桶內，此桶之排列裝置以能在必要時便於傾入地窖為宜。

上述設備能在十分鐘內產生三十噸過磷酸骨料，相當

二十噸之骨粉，在槌斧旋轉機能在每小時產生一千至一千五百份量之骨粉，即每天十五噸，當然兩磨需共同工作二十四小時一天。

叢林骨物遠較郊野骨為堅（此指英國產而言）。

更進一步，關於在適當機械狀況生產之過磷酸骨料，最好用去酸之吸收劑以助其乾燥，成績甚好，用三分之二或四分之三硫酸以溶解骨料中之磷酸。

設外用含氮物(Nitrogenous matters)如硫酸銨等加入於過磷酸骨粉，使增淡量，在美國法律規定此種肥料不能稱為水溶性骨粉，而列為可溶骨料之化合物，而氮磷混合物價值較純淨可溶骨粉為低。

沈澱過磷酸石灰之製造

沈澱或鹽基性過磷酸石灰乃製膠之副產物，在美洲設有許多此類工廠，而以在比利時所設者為最有研究之價值。其處堆存之硫酸鉀乃氯化鉀自鉀礦製成，現已享受專賣權。

廢棄物氣體鹽酸被冷卻後，即被吸收於一適當塔中，

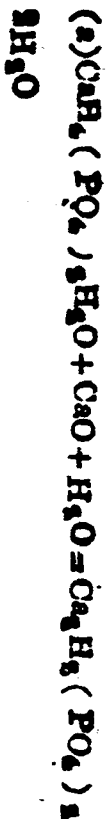
而以百分之三十形態收集為鹽酸溶液，此法用於第一法，名之膠質製造。

脫脂骨浸於鹽酸溶液，磷酸被溶解成爲磷酸石灰酸性溶液，與氮餘洋混合，則骨素(Organic)變爲膠，能爲水所溶解，此種磷酸石灰常被輕視，市場很少以商品出售，多用以製造磷酸石灰，將石灰乳沈澱之。實行審查與管理後市售之磷酸石灰含炭酸鈣或游離石灰及少量之氯化鈣，共含百分之一二——一五之多。

沈澱磷酸石灰亦可由礦質磷酸製成，不宜製成過磷酸。製造沈澱磷酸石灰所生之化學反應如下：



氯化鈣溶液能使蒸發，而磷酸可以用石灰乳液沈澱之，反應如次：

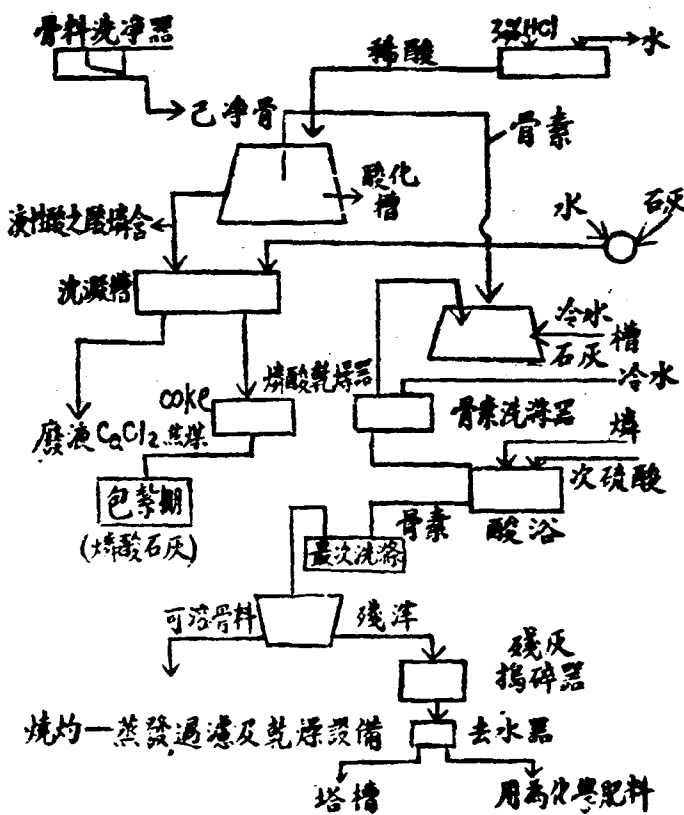


在實行中和時，須加以特別注意，蓋石灰如稍過量，

骨料與磷肥之製造

則生成不溶性磷酸。

下圖爲比製磷酸之步驟：



將具有機械攪拌器之木槽，使骨料完全沈入含百分之八鹽酸溶液中二三天，則全部礦物質被溶解，去其骨素，使成白色殘渣，靜置之，已知去脂骨之分解狀況較蒸製骨粉爲佳，茲不贅述。

由上列方程式，可知其最初沈澱為 $\text{Ca}_2\text{H}_2(\text{PO}_4)_2$ ，其後則有一部分 $\text{Ca}_2(\text{PO}_4)_2$ 。

，繼在壓榨機使用蒸汽灌入骨團以乾燥之。骨團自機中卸出，在 80°C 乾燥之於一適當蒸汽乾燥

自聚糖槽用離心抽出機將中性物卸出，立即強使之經過一完全洗滌式之濾器，此處氯化鈣洗以水則沈澱游離出

器，此沈澱成鹽基磷酸石灰，市售為易碎之粉，有百分之三十至四十之 P_2O_5 。

最主之三要素

(一) 在七成分的真面：——氮素、磷、鉀，這三種成分比較硫酸、鐵、鋅、石灰四種成分完全不同，

因為：(1) 這三種成分在土壤裏面常常容易缺乏；(2) 作物對這三種成分的吸收量特別多。

(二) 這三種成分，當然有特別加以人工施用的必要，狹義的解釋，凡含有這三要素的，均得稱為肥料；因為我們研究肥料，不外這三大要素，所以三要素無異為肥料之魂，他的容積、重量等，只可視為肥料的形骸，這形骸的重要，我們可以不必討論，不過市面販賣的肥料，尤當注意放在肥料裏面的魂，這實是最為必要的事。所以現在化學肥料管理處的肥料取締法規定：務須含有三要素，方能視為肥料，才允許他在市場販賣，不然就不得稱為肥料。

磷鉀肥料之研究

趙武

- 一、緒論
- 二、磷肥使用之歷史及其化學性質
- 三、植物對於肥料成分之需要量
- 四、土壤磷鉀之含量
- 五、天然肥料與磷鉀化學肥料之比較
- 六、磷鉀之功用
- 七、磷鉀之配合方法
- 八、磷鉀之吸收率
- 九、磷鉀之來源

一、緒論

十八世紀後期中關於農業之研討，經普烈斯萊 *Plow*

ley (一七三三—一八〇四) 及徐爾 *Sauvage* (一七四〇

—一七九九) 沙達爾 *Chaptal* (一七五六—一八三二) 大

衛 *Deff* (一七七八—一八二九) 等諸氏之努力，漸入科

學途徑。夏氏首先研究碳酸在農作物生產上之效用，其時

世人曾以「腐植質」*Humus* 為草木之真正養料。根據此種

理論，則凡土壤中之有機體質愈豐富，其土壤亦愈肥，

至磷質之功用，則鮮人注意。

至一八四〇年李比西氏 *Liebig* 藉前人之研究結果，及

個人之探索，乃著成農業化學論，確立農學之純正的原理

。吾人於百年後讀其遺著，猶覺其啟示良多。其言曰：「

一切植物皆恃無機的礦質的養料以托命，若碳酸、若水、

若亞母尼亞、若磷酸、硫酸、矽酸、若石灰、若鉀、若鐵

等皆是，且有某種植物需用食鹽者；而舉陸水空中有助植

物生長之諸原質，又互相繫賴，任缺其一，即不能生存焉

。(低限律) 人類及其他動物糞便之能影響植物者，非因

其本身所含之有機體，乃賴其因分化而成之物質，即其所

產之碳酸或亞母尼亞是也。故糞便一物，得運以其在地下

所藉以分化之礦質代之。」

李氏化學書中又云：「吾人試將各種土壤所產植物，分別確定其所含灰量，再將灰內各原質，比例其分量，將可知在同一植物中，何種原質屢變，何種原質固定不動；且以此分析，並可推得農作物吸收地下各質之總量，因而指出必須補上何種原質，以恢復其向有之肥沃。」

李氏之理論，最初頗受一般人之非難，然為時既久，終獲多數學者之推許，自此時起，所謂農學乃漸上科學進步之路，而為之先導者，厥為十九世紀後半諸學者之勤苦研究。既而肥田粉之使用乃漸漸普及於農業界，同時亦漸有創設化學肥料廠者，惟是時所用原料，幾盡為骨炭、獸骨及動物糞耳。

夫所謂製造化學肥料者，實即配製純雜不等之工業品，使其濃度稍異而已。現知在植物吸自地下之諸質中，僅有數種須不斷的補入，以便下次所收穫者仍得保持原有供給量，不使地下養分含量過少，或盡為不易分解之養分，其最主要者，厥惟氮、磷、鉀而已。

二、磷肥使用之歷史及其化學性質

何時何處開始使用磷酸以為肥料，已無記載，在最早之農業書中，約在紀元前二百年，開達日內安 *Carthagini* 已經使用海鳥糞，加脫哥樂米拿 *Caroolumella* 之書已經介紹使用鴿糞於牧場耕地與園圃，骨料、魚、海鳥糞之使用亦實行甚早。海鳥糞雖直至一八四〇年尚未引至歐洲，而在秘魯之印加，在新大陸未被西班牙發現之前，其土人已非常重視其海鳥，嚴禁殺害。至於海鳥糞效用之闡明，當歸諸巴利西氏在一五五〇年發表之「海鳥糞可溶鹽」一文中。

上述三種肥料久為世所採用，為磷酸之主要給源，而此化合物之性質，直至磷質元素被發明甚久以後，方為世人所知，於一六六九年德漢堡鍊金家布蘭德氏發明所論者學士後，才開始製造，彼將大多數之尿蒸發後，得一物，能在黑暗處發光，名之為磷。

由夫利司之記載，在一七四三年馬古納夫 *Margraff* 發

明磷酸，將此化合物固定確實後，繼用木炭氧化之，仍使磷素重復還原出，彼對此物尚未提出其名，實即磷酸之製出。一七五五年西勒 Sobelle氏開始將骨料蒸煮搗碎，尙有加威 Gahn氏一瑞士化學家於一七六九年發現磷質爲人類與獸骨之主要成分，久爲世人所公認；後於一七七九年更於磷質中發現磷質如磷酸鉛（Pyromorphite）。一七七五年西勒 Sobelle氏公開發表其磷質製造之方法，謂以磷酸溶解骨料，用硫酸將石灰沈澱出，將其濃液混以木炭，在真空加熱即得。

海鳥糞與骨料直至十九世紀中葉繼續爲磷酸與磷質之主要成分，并骨料之用途，在英國最大，迄至前八十年，歐洲戰地成爲英國磷酸之重要給源。在一八〇四年利歐孟 Richmond之都克 Duke氏謂骨粉之肥料價值，不在其中之脂肪與骨膠，而在其中所含之磷酸。同年利比西 Libby氏發表一文，謂以磷酸溶解骨料之肥料能使其中所含之磷酸變爲更易溶解與更有效於作物，以磷酸處理過之骨肥於一八四二年英國特許約翰拿瓦氏以專利權。

磷 肥 料 之 研 究

自利氏此發明後，開偉大磷酸工業之新紀元，旋在一八四五年新法進行不久，而低級之磷質磷酸即被發現，最著者爲英之蓋岩 (Capote)，經四至五年後（一八四九—一八五二），法國繼續認出此礦之中下層蘊藏於數處，直至一八五六年波孟氏 Liebig de Bonefont闡明磷質磷酸在良好耕種狀況下對於土壤之直接功用，但於一八五七年利比西氏 Liebig指出磷質磷酸與骨料相同，亦可以磷酸溶解而增進其肥效。五年之後，此法之發展，突飛猛進，英國過磷酸之產量直達每年二十萬噸。

磷酸研末，爲美國採用甚早，荷爾司夫 Boneford氏以此物代替酒石酸要求專利，出名爲磷酸粉 Patentent P. acid，并述其製造法，爲用純淨過磷酸一石灰與灰或澱粉混合而製成之。

近年來磷酸粉大都自骨料研製而成，但淨化法已甚進步，燒灼製造法在商業上已甚發達，且能利用原料狀況之磷礦石以增加其產量。迄一八六七年，當磷礦岩在美南加利拿發現，始製磷酸，而無機磷酸之製造方爲美人所注

重，不僅供給本國之需要，且輸入大量於歐洲。

一九一七年，英大化學家 Thomas 及基爾利斯 (G. I. Kirkby) 氏在礦渣發現磷，當時之磷礦為製磷時之剩渣，雖極難不可溶性之磷，品質不純，認為廢物。第二氏對此種剩渣取出作農事試驗，其肥效甚佳，尤對於產物之生產量十分有效，此發明發明農用磷酸之新給源。歐洲比較進步之國家，全賴此鹼性磷渣，以供其農業肥料之需要。

此類難溶物如骨粉、鹼性磷渣，對於土壤作物之功效，現已發現在實驗室檢定其有效成分之方法，先製成數種簡單之試液，用以測驗土壤溶液之溶解率，而磷酸之商業價值大都基於此種試液之應用，微諸事實，關於肥料之酸性，生有害之副作用，一般學者竭力提倡用硫酸處理法以助溶解之外，研究其他補救方法以中和之；但甚少得有商業上之成功者。關於此種專門計劃，暫從略。

磷之化學性質、磷為極易氧化之物，其氧化物有四種
(一) 過氧化磷 Phosphorous anhydride P_2O_5 (二) Phosphorous oxide 三氧化二磷 P_2O_3 (三) 四氧化磷 P_4O_6

Phosphorous tetroxide 及 (四) 五氧化磷 Phosphoric pentoxide；其中氧化物中僅有兩種在商業上占很固定或重要地位。

(一) 過氧化磷 Phosphorous anhydride P_2O_5 此化合物之製造供實驗室之研究而製成，通常製法用黃磷溶於氫氧化鈉之溶液中，氫氣與磷化氫騰出，而餘鮮紅之液體，經氧化成爲膠狀，重要物爲 H_2O ，又經過過濾重復凝結爲純粹之品物，變爲橘黃色結晶物體，易燃燒成高度氧化磷。

(二) 三氧化二磷或磷酐 (P_2O_3) 氧化三價磷可由黃磷在適度乾燥下微溫得之 $P_4 + 6O_2 = 2P_2O_3$ ，同時產生少量之磷酐 (P_2O_3)，但前者易蒸發，可用昇華法以分離之。氧化三價磷具有磷臭，爲白色結晶體，可集成臘質狀，其融點爲 $52.5^{\circ}C$ ，在空中之沸點爲 $178^{\circ}C$ ，由蒸氣比重法得斷定其式爲 P_2O_3 ，而非 P_4O_6 ；但於表示化學反應時亦常用及。氧化三價磷溶解於冷水時即成無水磷酸與亞磷酸之混合物，如於熱水則生紅磷與正磷酸。氧化三價磷

甚易氧化或燃燒成五氯化磷。

(三)四氯化磷 Phosphorus tetroxide (P_4O_6) 將氯化三價磷在 $500^\circ C$. 加熱，則四氯化磷與紅磷同時產生：



四氯化磷為斜方結晶體，與水作用化成磷與磷酸，此氯化磷可視為氯化三價磷與五氯化磷之混合體，與四氯化磷極類似。

(四)五氯化二磷或磷酐 Phosphorus pentoxide or Phosphorus anhydride 此磷酐為磷完全氧化之最後生成物，這般三價磷為重要，所有低級氯化磷如與空氣或氧化劑接觸，其易變為五氯化二磷。五氯化二磷以二態存在：第一態為一結晶體於 $350^\circ C$ 時昇華，如加熱超過此溫度，則變成；第二態為一軟白無定形之粉狀，僅於加紅熱時蒸發。磷酐具甚強之吸濕力，故在空氣中即行潮解，必務儲藏於極密固封之瓶中，實驗室利用其吸濕性，為有效之乾燥劑。

磷酐溶於水時，作酸聲，生發熱作用，迅速不斷由無

水態，焦性態轉變為正磷酸，為各磷之化合物最重要與最

有用者。在學術上與工業上，普通均用 P_2O_5 代表各種磷酸之價值，公認為磷酸之別號。

磷之酸類 磷之酸類有八，其中有五種為三價磷酸酐

與五價磷酐與水之化合物，茲列如下：



ortho acid



tho acid

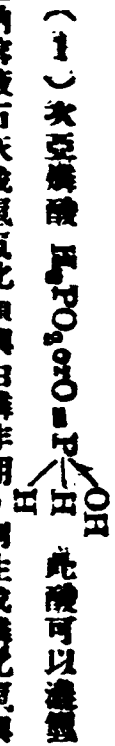


acid

其他三種為次亞磷酸 Hypophosphorous acid，焦性

亞磷酸 Pyro phosphorous acid 異次磷酸，此三者，普通

不能用水與磷之氯化物製成之。



酸化的溶液石灰或氫氧化鈉與白磷作用，則生成磷化氫與次亞磷酸之鹼金屬與鹼土金屬鹽類，反應式列如次：



次亞磷酸與此鹼淨鹼作用，則生游離之次亞磷酸，濃度加壓，可凝結成糖漿狀，甚至成白色結晶片。在高溫下，次亞磷酸分解成磷化氫與正磷酸，次亞磷酸與次磷酸對氧之受力甚大，為強還原劑。次亞磷酸使磷酸還原為氧化磷，進而還原成磷礦，且能使金、銀、銻等與其鹽類分離，因而成爲貴重之商品。次亞磷酸與重金屬鹽均溶解於水，但不甚穩固，甚易轉變爲高級氧化磷與正磷酸。



此化合物以細長結晶體，由磷化氫在還原壓力下為無水化而成，如下式：

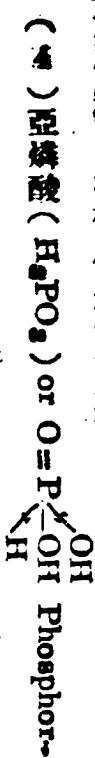


又可用氧化三價磷與定量之水合成，如前列式。其局磷氧化之磷酸，頗不穩定，遇空氣與水則變成磷酸與亞磷

酸。無水磷酸非商品。



繼續攪拌至五分鐘，保持在三十度至四十度C.之間而得，爲針狀結晶，溶於三十八度C.，至百三十度分解，在水內分解可成亞磷酸與正磷酸。焦性亞磷酸與焦性磷酸爲實驗室所必需，亦有應用於工業者。



中使磷酸逐漸氧化而得，實驗室之製法較爲簡便，其法爲加三氯化磷於水，但須注意使水保持使冷：



蒸發其溶液於真空，使鹽酸逸出，富吸濕作用之無色結晶之亞磷酸即得，熔點為710C.，在高溫分解成磷酸與磷化氫。亞磷酸易氧化爲還原劑，雖不及焦性亞磷酸之有力。亞磷酸鹽(爲五價鹽)較焦性磷酸不同，在空氣中不氧化，含二氫基，成二重鹽。

(6) 次磷酸 ($H_2P_2O_4$)
 $Hypophosphoric\ acid$ 此酸由方程式認出為一分子磷酸與一分子之亞磷酸去水而得：



將亞磷酸與磷酸在真空氣下徐徐使磷酸化，將酸之混合液中中和得氫氧化鈉，次磷酸鈉從溶液中結晶出，可做為游離酸之來源，加氯化鈉溶液得銀沉澱，又與稀硫酸作用過速，次磷酸即游離出，在 $80^\circ C$ 下凝固，并完全結晶至 $70^\circ C$ 。此化合物分解為磷酸與亞磷酸，藥物之製造，可用多量。

(7) 酸性磷酸 ($H_4P_2O_7$)
 $Pyro-Ph. acid$ 此酸可由正磷酸加熱至 $310^\circ C$ 以上去水製之：



適量之無水磷酸同時生成，分離之法，通常以磷酸鈉加熱至變成焦性磷酸為度，溶此鹽於水，并用可溶鉛化合物沉澱之，鉛可由硫化氫沉澱法置換之，過濾於真空中凝

結之，至得焦性磷酸沉澱為止，遇水仍轉為磷酸。

焦性磷酸為四價基體（即氧氧核），但僅有其二價者，故名之為二價四價鹽基體，頗穩定，工業亦有製造者。

(8) 無水磷酸 (HPO_3) or $O=P(O)H$ Meta phosphate acid
 設將焦性磷酸熱至紅熱，去水，即產生無水磷酸：



此化合物亦可由磷酐加定量之水製成：



無水磷酸為一透明玻璃狀體，融點為 $80^\circ C$ ，加至白熱，生不分解之昇華作用，在磷之酸類中能在高溫下最稱穩定者，但溶於水或放置空中仍轉為磷酸。無水磷酸鹽為初級磷酸鹽去水而成，但此化合物與水加熱生可逆反應，又生成正磷酸鹽。無水磷酸與無水磷酸鹽甚少製成商品者。



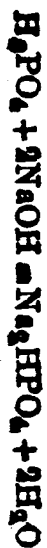
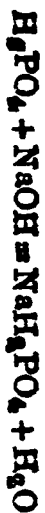
此酸之鈣鹽廣佈於自然界，在於磷酸與岩脈中，常見之結晶磷酸有二式： $(Ca_3(PO_4)_2F)$ 、 $(Ca_3(PO_4)_2Cl)$

。由此誘導成種種無定形之磷酸，蘊藏於世界各處。

在磷之酸類以正磷酸為最主要，并且為磷酸及其他化合物製造之基本給源。

磷酸乾燥時為無色三棱晶體，融點為88.5°C，在空氣中易潮解，普通多成糖漿形，具強酸性（並係氧原子被置換者），多數金屬均易與之化合使氫氣發出。

正磷酸具三種基體，可生成三種鹽，依下式解釋之：



正鈉鹽為鹼性溶液，其第二鹽為中性或微鹼性，至第一鹽則為全酸性，在以蕊試紙及無色試藥試驗，呈全酸性反應。

磷等鹽類氫氧基之作用如次



因氫氧化鈉之為鹼，較磷酸之為酸，其性為強，第三式以正鈉鹽與之作用，似加過量之鹼，在第二鹽中，酸離子與氫氧離子之比為三比二，而事實則全相抵銷，足見鹼性較強。在第一鹽中，酸離子與氫離子之比為三比一，結果顯係酸性。當熱至三百度至四百度，水被蒸去，磷酸變成無性磷酸，設將溫度保持至四百度，去更多之水，則完全變為無水磷酸。

磷酸在實驗室中，可以磷酐溶於熱水製之，或分解五氯化磷於水製之。工業上之製法，多用硫酸作用於骨料與磷礦岩，或將天然磷酐與矽酸之混合物在還元狀態加熱即得。

在學術上與工業上，磷酸用途頗廣，但最大之用途則為磷肥之製造。

三、植物對於肥料成分之需要量

普通植物經過化學分析後，即可確定各需若干分量之氮磷鉀，始足敷其滋養，使達最高生產率。世界學者之從

事此項實驗者，不可勝計，由其共同研究結果，得知當植物收穫之際，被吸收土內之養素分量，畧如下表：（表中僅列浙省重要作物）

作物名稱	每公頃產量	氮 N	磷 P ₂ O ₅	鉀 K ₂ O	鈣 CaO	研究者
稻（穀粒）	七、五〇〇公斤	一二三公斤	七五公斤	九五公斤	六二公斤	Novelli教授（意國Verelli）
	二、二〇〇公斤	三〇公斤	二二公斤	六六公斤	三〇公斤	R.H.Dastur & R.E.Cooper（土買）
棉花（去籽）	三三六公斤	六二公斤	二五公斤	四九公斤		Jacob and Coyle
	作物全部	一五〇公斤	九六公斤	一六一公斤		Johnson
菸草	二、〇〇〇公斤	一〇〇公斤	三〇公斤	一六〇公斤	一一〇公斤	D.L.G.Hoffmann
薯蕷	一五、〇〇〇公斤	六九公斤	一七公斤	一〇一公斤		Jacob and Coyle

上表數字，極有意義，蓋可作為肥料計算之基礎；且足明示每次收穫中所耗養料之數量也。

但有須注意者，上列數字，乃僅就已熟之作物而言，

據吾人所知，作物當成熟之際，必有一部養料輸回根莖，又有一部隨落葉而喪失，凡此皆上表所未會計及者也。故尤當於植物發長期間內，每隔兩三個月，另作一次分析，以定其在某時期中所吸收之養料數量。近年有 Orford, T. A. Orms, Forster 諸氏，曾對波羅蜜作有研究，其結果頗有

興趣。據氏等論斷，波羅蜜生長期間內，前二十一個月中所吸收養料之量，循序漸增，迨至二十一個月杪，其所含成分如下：

氮 N 三二公斤 磷 P₂O₅ 三三公斤 鉀 K₂O 二二三公斤

尤有進者，植物吸取肥素之能力，難易各有不同，例如某種植物能吸收鉀素一百公斤者，對於他種植物有同等之鉀素需要者，其吸收力儘可迥異；亦有某種植物所需養料與他種植物不同者，則俟下章論肥素比量時再為詳論；

且此項比量亦視土質與所用肥料之性質而互異也。

四、土壤磷鉀之含量

近世學術界已證明植物之生存，實賴其根株之吸收土壤所含質素，如氮磷鉀等是也，所不同者，其各質含量有多寡之不等而已。試取土壤加以化驗，即可確定土壤中各質含量是否足供植物之需要。

各種土壤中所含之鉀質或磷酸，非盡可直接受植物之吸收者，此類質素多處於不能化解的狀態中；且其凝結至為堅固，因而對於根株之吸收作用，不為所動；即使地上所含植物養料，偶可遷受分化，但其成分一至相當時期，亦每比較減退。是故植物在地下之養料，可大別為二部：一部為直接可受根株吸收，或立受分化者；另一部則須俟逐漸化解，方能化陳為新者。往者分析技術未臻精妙，故僅能示人以概括的分量，今則已可確定土壤中可受分化之養料之比量，下文當羅列其數字：

(一) 磷酸含量 吾人化驗土質後，所得結論，即凡

可溶解之磷酸，其量最以中國北部鹹地或中部為最高，漸南則漸減，因而磷質肥料之需求亦漸切，此即磷肥在法屬交趾支那一帶產稻區之盛銷的原因也。浙省位置適處於磷酸開始缺乏之界限上，以通常之情形言之，一種土壤若含有三至三十公絲(3—30 mg)之 P_2O_5 或千分之點又二五至千分之一(0.25%—1%)之 P_2O_5 者，即可認為常態(註1)。凡其含量之數字高於三十公絲或高於千分之一者，則為豐富土壤；反是，其數字低於三公絲或不滿千分之點又二五(P_2O_5 0.25%)者，則為貧乏土壤。吾人分析結果，乃知浙省土壤須歸入貧磷類，且有日趨標準界限下之勢，故作物亦多歉薄也。

(註1) 據 de Bignond 氏研究磷酸含量，磷基土以 0.68% 為常態，石灰土以 0.75% 為常態。

(二) 鉀質含量 據 A. Deacon 氏之主張，凡可化鉀量，在 40 千分之點又二十至千分之點又三十(0.20%—0.30%) 間者，即可認為常態(註2)。今經化驗浙省土壤所得結果，竟在 40 千分之點又二十(0.20%) 以下。以

會理言，鉀質之含量得隨土壤之酸化而漸減，而此種酸化傾向，尤以種稻紅土為最著，沿海種棉區域則以酸量較低，含鉀亦較多，與以〇千分之點又二十之標準界限相差無幾。

(註2)據 A. Demolon 氏主張，鉀質 (K₂O) 含量，稻作土壤以 0.225% 至 0.8% 為常態，棉果土壤以 0.30% 至 0.45% 為常態，其他作物土壤以 0.225% 為常態。

(三)土壤之種別 茲將浙江土壤化驗結果略舉如次：

(1)杭州七堡棉種試驗場

場內土壤	地面層	地下層
反酸	微帶鹼性	微鹼
PH	p.1	p.1
氮質總計	千分之〇.〇〇	千分之〇.〇〇
可化磷酸	千分之〇.五	千分之二.六
可化鉀質	千分之〇.〇〇	千分之〇.〇八

(2)杭州笕橋(錢塘江漲灘地)種印棉及根生藥材

皮應	微鹼
PH	六.八
氮質總計	千分之〇.八〇
可化鉀質	千分之〇.一〇
磷酸	極高

此田土壤極富磷酸，但鉀質含量則極少，尤以根生植物為然，以此種作物最需鉀質故也；故需要施用巨量之鉀質，以調劑田中磷酸之含量。

(3)餘姚周巷棉種試驗場(海灘沙地僅宜種棉)

地質	七.四
氮質總計	千分之一.四〇
可化鉀質	千分之〇.一八
可化磷酸	千分之〇.〇九

此田原富氮質，加以冬季每種苜蓿作綠肥，埋入內土，以施有機肥料，故成沃壤。

(4)餘姚棉田

反應 微鹼

PH 七·一

氮質總計 千分之〇·九〇

可化磷酸 千分之一·一六

可化鉀質 千分之〇·〇八

此田鉀質特貧。

(5)新昌一帶

本區山坡等地，多種菸草，其土壤乃分解岩石之碎屑所成，質輕而多沙，其反應為純鹼的。茲將化驗土壤之結果列下：

細質(二公毫下者) 七二 六三

粗質 二八 三七

反應 鹼 鹼

PH 五·五 五·八

氮質總量 千分之〇·五〇 千分之〇·五五

可化鉀質 千分之〇·一三 千分之〇·一四

磷酸 Concentration 五 一一·二〇
Crique dequillre

此田頗乏鉀質，種菸尤甚，故宜施用有機肥料或種綠肥，並施鉀質肥料。

稻田土壤化驗

諸豐 紹興東關 餘姚

反應 微鹼 微鹼 微鹼

PH 六·八 六·九 七·三

氮質總量 千分之〇·五五 千分之二·〇〇 千分之〇·九五

可化鉀質 千分之〇·〇〇 千分之〇·二七 千分之〇·二五

磷酸 Concentration 1 一·五

可化磷酸 千分之〇·六四

上述稻田極需多量之磷酸鉀質，尤以紹興一帶，因向來施用綠肥而特富氮質者為更甚也。

五、天然肥料與磷鉀化學肥料之比較

土壤之含肥既少，再加以耕耘殷勤，使之竭力生產，歷時既久，農人再不補施相當肥料以養其力，則其日趨於疲乏也固宜。

(一)天然肥料 自古以來，世人皆知天然肥料為保持地力最好原料矣，然近已發覺此項肥料之不盡適用，一以其含肥過寡，一以其成分不勻，而一貫每多或少於他質故也。下表略示數種天然肥料平均成分之分析：

O. Kolmer 氏天然肥料成分表

名稱	水	氮 N	磷 P_2O_5	鉀 K_2O
人糞	80%	5.7%	1-2%	9-13%
淤泥	—	7%	2%	4%
灰	—	—	9-14%	1-11%
豆餅	—	7.2%	0.66%	1.8%

(二)化學肥料 故欲供給植物之需要，並補充其所吸收養料之缺乏，非配用化學肥料不為功，其理至明。例如豆餅一物，當然最富氮質，今再以磷鉀二質之化學肥料摻合施用，則遠能相成。天然肥料僅有作為一種基本肥，必再有化學肥料與之配合，始可使而糾正之。完成之、改善之也。

六、磷鉀之功用

(一)磷酸之功用 磷酸在一般自然現象中，特別對於動物植物之生命，常居主要活動的範圍，隨人造肥料之需要與供給的增加，成為非常重要的商品；且近代因為應用最新最進步之方法，已獲甚經濟之產品，且有替代普通使用試藥(如磷酸)鉅量需要之趨勢，更見擴充範圍，求應用於工業，為大規模的製造。

所有天然或工業之進行，幾乎均賴碳酸、硫酸、硝酸、鹽酸及磷酸，以及幾種矽酸。由一種或多種關係相互構成地殼、岩石與礦質之主要成分，礦質之變遷與礦物之凝結，均由其化學作用以促進之，使在生存與死亡之循環圈中，常占主要之職位。進言之，若缺乏此等有效簡單無機物之供給，則保持促成人類文明進步的文藝與工業亦莫由發展焉。

磷酸與矽酸早經證明為適於工業用之最廉價者，雖其性質不同(一作用於低溫，一作用於高溫)；但在進行製

造過程中，其活動力較其他酸類為重要。

一切建築材料之生產，除去石灰與木料，無論為磚、磚、膠、瓦、玻璃，均賴硫酸；而對於肥料之精製提煉與各種製造品之淨化，均賴硫酸；其他重要無機物酸類之生成，均賴硫酸以處理之。

硫酸為白雲、玻璃、磚灰之成分，或為生料(如金鑽)之原料，視為一種雜質，僅可利用其酸性而除去，但欲以他物代之則不可能。

至於硫酸則大異，此所生之化學作用遠較其生成物為重要。在酸類之一部或全部中和之後，所生鹽類或化合物之硫酸根，當視為無價值，利用之為中間生成物，設以其他酸類(如碓)，其產生高價之商品，當因消耗度，少有可能，若代以硫酸工業方法，則最後產品常得提高其價。

但硫酸自熱化製造法發明之後，一日千里，其在工業之職務，遠較過去為重要，對於素所認為使用最經濟之試藥，大量製造之硫酸，在一定目的，已正式可以替代矣。

(二)磷酸對於生物之作用

(1)磷酸與醱酵 磷酸有補助醱酵之作用，此為哈爾登(Harden)氏與楊氏(Young)在一九〇五年所發明。在醱酵作用進行時，加磷酸溶液，可增加其炭水化合物醱酵之速率，醱酵完畢，則磷酸成爲有機態磷酸揮發出：



Caenymyces 醱酵 Ether phosphate 磷酸鹽



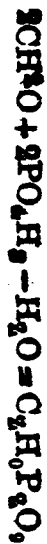
alcohol 酒精

由此可知糖起分解作用時，磷之功用甚重要，第一步炭水化合物與磷質相混合時，名曰磷酸醱酵素 Phosphate，第二步由複雜化合物分解時，名曰磷酸醱酵素 Phosphotase。

(2)磷酸與補質 若磷素類之卵黃精(Leithines)中用酸類燒熱，可得磷化甘油 Glycerophosphoric 與可林納 Choline 等脂肪酸類混合，而此種有機態磷質，在禾

本科植物成熟時為最多，不僅在交配時期完成胎胚之功用，而在發育時期內亦賴此以保護成功；故磷質除在細胞核中有完成繁殖與交配之功用，其發芽率與發芽性均有連帶之關係，若用酸分析可得5%之 P_2O_5 。

(3)磷與發芽 麥類種子中之有機磷質，隨發芽之進展而揮發，故分析麥中之卵黃精 *Leolithines* 與 *Nucleines* 之結果，知其含量之減少，隨發芽程度之進展為正比。一九〇三年波斯得納克(Posternak)研究麥中之磷多屬非丁糖 *Phytine* $C_8H_8P_2O_8$ Anhydro—Oxymethylene dihydrophorique，多在葉綠素功用中發出。



上式即固定甲酸 *Formaldehyde* 於磷酸去水而成，於發芽時，由非丁糖素 *Phytase* 使之漸次揮發。

l'aldehyde methylique sur l'acide phosphorique avec elimination d'eau.

植物幼時，含磷酸較多，至老時，所有磷酸向種子團聚，或處於根境內。地中之磷質，因炭水化合物分解之關

係，漸為植物所吸收，由礦質態而成為有機態。大麥之吸收磷質與植物之發育程度成正比，在開花以前，變無機態為有機態之力頗遲緩，至開花時則異常迅速，故施用磷酸肥料時，須計算所施肥料是否適當植物之需要量。故磷酸在植物體內，除由炭水化合物合成卵黃精 *Leolithines* 或 *nucleines* 外，尚與液氣化合物成蛋白質。

(4)磷酸與動物之新陳代謝作用 (*Phosphoric acid in Animal Metabolism*) 動物新陳代謝作用之意義，廣義言之，為動物生活過程中利用食物所發生之化學變化。新陳代謝之結果，為構成身體之各部及固、氣、液體之排泄物。生活過程為合成與分解之繼續進行，最後氧化之使成較簡單之物，因磷含有無機、有機二態，為動物之骨、腦、血等組織之主要成分，故於日間食品，必需供給多量之磷，方能促進發育，保持健康，堅實成長。依弗爾貝 (*Forbes*) 與柯爾 (*Keith*) 之研究，無論為動物與植物體內在高度氧化時，均以正磷酸之有機態與無機態而存在，其結論謂在新陳代謝過程中，磷酸之氧化程度不生變化；雖然除

夫特 (Heller) 氏觀察亦有動物能氧化其未氧化完全之磷素化合物。日爾伯 (Gilbert) 與波牙特納克 (Poternak) 二氏研究人體內磷酸 H_2PO_4 之總量，初生時為三〇克至四〇克，成年約為一六〇〇克，其中骨內約占一四〇〇克，筋骨一三〇克，腦一二克，肝一〇克，肺六克，血四克。磷酸除構成身體成分之外，尚為骨器官之組織吸收保持及其他功用。洛柏 (Loeb) 氏以狗試驗結果，謂磷可利用以製造消化液，此僅間接為維持健康與成長之物。路布 (Lob) 氏謂磷酸對於消化作用非常重要，其於糖分與甘油之利用關係最大。又上述之弗、開二氏研究磷酸，除對於消化作用與分泌有功用外，其對於蛋白質之分解，亦為不可少者，故在人類與動物排泄物中亦含有少量之磷酸。

磷酸之另一作用為保持體內流汁呈中性或微鹼性，依哈頓生 (Harrison) 氏之研究，在流汁中之磷酸含有磷酸第一鈉鹽與磷酸第二鈉鹽，二者有調節酸鹼性之功用。溶液包含此二重鹽，除非盡為第一鈉鹽，否則不呈酸性，除非盡為第二鈉鹽，否則不呈鹼性。

磷酸如食品含量過少或阻止其效率，則生不良之結果，例如精白米磷酸之含量不及紅米及糙米，白麵包之含量不及全麥麵包，幼小食肉獸如飼以飯食則骨骼發育不良。

凡無磷酸及其酸鹽以及其他沉澱鈣之離子，均阻礙磷酸石灰之存積。

(三) 有機態石灰專供人與獸類磷酸之利用 弗、開二氏試驗普通食物對新陳代謝之關係，如於每日食物中僅喂少量之磷酸與石灰，則骨變弱；反之，若增加，則變成強大。更研究磷與石灰對於體重影響則不甚大，以其易存於骨髓間，以增其比重而堅其構造。更進一步研究食物中有機態與無機態磷酸之相互影響。各種食物(除卵外)均含有無機態與有機態二種磷酸，骨料製造之磷酸石灰，現經學者研究，欲用大量廉價之無機態磷酸代替食物內所含之有機態磷酸。此問題雖似簡單，但關係頗大，頗難定論，事實亦不能一致。蓋動物生命是否定需有機態磷酸之供給，與無機態是否可供動物之一切需求，此甚難定論也。吾人固知有機態磷質較無機態易於利用，但有機態磷酸由實驗室

分析之，尚含有其他滋養物（如維他命 VITAMIN）之作用，其營養價值或由此故。自佛開二氏之結論觀之，以少量之有機磷酸對於發育與再生作用，可與多量之磷酸相當。

牛乳、骨、麥芽、花生、臘粉等之有機磷酸無機磷酸為勝，磷酸石灰為幼動物所利用與老壯者相似，如臘粉、血、骨、魚肥、棉籽等含有磷及磷酸之有機廢物或工業副產品，均可用為家畜及雞等之飼料，有時用以製造混合肥料；但前者遠較後者經濟，因能利用其蛋白質而得家

茲將蔬菜、吸氣植物、動物質食品所含之礦物成分（乾物百分中）列后：

食物之種類	鉀	鈉	鈣	鎂	硫	氯	磷	磷	
								(無機)	(有機)
黃大豆	20.5	0.6	0.11	0.11	0.08	0.01	0.02	0.017	0.031
圓豆	15.0	0.6	0.11	0.08	0.03	0.02	0.02	0.02	0.031
扁豆	16.5	1.2	0.17	0.11	0.02	0.02	0.03	0.03	0.05
花生	0.1	0.3	0.08	0.10	0.11	0.01	0.03	0.02	0.05
芝蔴油榨粉	12.6	0.6	0.03	0.04	0.05	0.02	0.06	...	...
棉籽粉	18.2	0.2	0.2	0.09	0.03	0.02	0.05	0.02	0.01

畜之尿尿為肥料，一舉而兩得也。因其含有少量磷素，可列入家畜濃厚飼料，而在肥料立場，此等物質僅為低級品，因蛋白質僅以其有效成分而得價，且其中之磷酸與磷素二者均可用價廉而成百分數較高之無機物代之。

(四) 磷酸對於農業之功用 磷酸為農業之主要肥料成分，為混合肥料中之最寶貴之部分，或以為植物之需要多量磷酸較鉀為甚，但將普通生長之作物分析之，由多數實驗報告觀察，很明顯的表示此非其因也。

小麥芽	•三三三	•六八八	•〇七八	•三三三	•三三三	•三三三	•〇七七	1.150	—	—
小麥麵	•〇〇〇	•〇三三	•〇二二	•〇〇〇	•〇〇〇	1.000	•〇三三	•三三〇	•〇三三	•一八八
黑麥粉	•三三三	•三三三	•三三三	•三三三	•三三三	•二六六	•二六六	•九二六	•〇九六	•八三〇
稻穀	•三三三	•〇〇〇	•〇一〇	•二二二	•二二二	•二二二	•〇三三	•三〇三	•〇三三	•二七五
穀粉	•一三三	•二二二	•〇三三	•三三三	〇.三三三	•〇三三	•三三三	•三三三	•〇三三	•二五五
穀糠	•三三三	•〇〇〇	•〇〇〇	•〇〇〇	•〇〇〇	•三三三	•〇三三	•二二二	•〇三三	•一三三
珍珠米	•三三三	•〇〇〇	•〇〇〇	•〇〇〇	•〇〇〇	•二二二	•〇三三	•二二二	•〇三三	•〇九二
飯食	•三三三	•二二二	•二二二	•三三三	•六六六	•〇九六	•〇九六	•六六六	•二〇九	•四八三
蒸米(穀類)	•〇三三	•一三三	•〇三三	•〇三三	•五五五	•〇三三	•〇三三	•三三三	•〇三三	•二五八
蒸米(米)	•〇三三	•〇三三	•〇三三	•一三三	•一三三	•〇三三	•〇三三	•〇三三	•〇三三	•〇三三
布魯威穀	•二二二	•二二二	•二二二	•二二二	•二二二	•二二二	•〇三三	•三〇三	•二六三	•三三三
麥芽	•三三三	•一三三	•二二二	•二二二	•八八八	•五五五	•七六六	•三三三	•三三三	•二七五
燕麥	•三三三	•一三三	•二二二	•二二二	•三三三	•〇三三	•三三三	•三三三	•〇三三	•三三三
高Kaffin Corn	•三三三	•〇三三	•〇三三	•一三三	•一三三	•一三三	•一三三	•二五五	•〇三三	•三三三
米	•〇三三	•〇三三	•〇三三	•〇三三	•一三三	•〇三三	•一〇五	•〇三三	•〇三三	•一〇一

維他命肥料之研究

肥料問題

110

唐 糧	米	1.25%	0.11%	0.00%	0.71%	0.18%	0.11%	1.64%	0.01%	1.64%
-----	---	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

普通作物每畝氮、磷、鉀之含量

作物	作物之部分	每1000之產量	肥料成分之含量		
			氮	磷	鉀
穀 Corn	殼 粒	1500磅	3.3%	0.1%	5.5%
			1.5%	0.1%	3.1%
玉 蜀 黍 粟	穗 粒	1000磅	1.0%	0.1%	1.1%
			1.0%	0.1%	1.1%
			1.0%	0.1%	1.1%
白 小 麥	殼 粒	1000磅	2.0%	0.1%	2.0%
			2.0%	0.1%	2.0%
Wheat	全 量	1100磅	1.1%	0.1%	1.1%
			1.1%	0.1%	1.1%
			1.1%	0.1%	1.1%
米 Rye	全 量	1100磅	1.0%	0.0%	1.0%
			1.0%	0.0%	1.0%
燕 麥 Oats	飼 料	12000磅	1.2%	0.0%	1.2%
			1.2%	0.0%	1.2%

毒	麥種	實	100磅	14.0	4.0	14.0
		全量	111,000磅	115.0	4.5	119.5
	全量	飼料	111,000磅	211.0	12.0	123.0
		實	110磅	14.0	4.0	18.0
	全量	實	41,000磅	41.4	4.4	45.8
		全量		22.4	13.4	35.8
	純飼料	實	10,000磅	40.0	2.0	42.0
		全量	10,000磅	40.0	2.0	42.0
總	Ootton	鈴	10,000磅	40.0	0.2	40.2
		實	11,000磅	43.0	1.1	44.1
	桿	實	4,000磅	101.1	4.1	105.2
		全量		12.0	4.3	16.3
大麥	Barley	種	114,444磅	111.0	2.0	113.0
		實	1,200,000磅	4.4	4.1	8.5
	全量	實		40.4	11.1	51.5
		全量	10,000磅	40.0	14.0	54.0

種	綠 飼 料	10,000磅	100.0
種	粟綠 飼 料	10,000磅	100.0
			100.0

由上表內可知飼料、穀類、棉花平均收穫所得氮磷鉀之平均含量。

觀察上表結果，其氮鉀含量均較磷酸為多，所在皆屬如此。

但吾人所注意者，為磷酸之功用，直接供給大部分磷酸於植物，可增加鉀氮之有效成分，而對於增加種實，更有功效，較氮鉀為甚。且在世界各地，一般農田，對於肥料成分，大都磷酸含量遠較鉀質為少，且遜于氮。今將凡司立克VIA BLYK土壤分析表列后，以為一般耕土之平均成分：

全氮、磷酸、鉀與石灰，在土層九吋之肥土取樣。		
成分	百分比	每acre之磅數 九吋深之土壤
氮(N)	0.10—0.30	2,500—7,500
磷酸(P_2O_5)	0.07—0.25	1,750—6,250

鉀(K_2O)	1,000—2,000	25,000—50,000
石灰(CAO)	0.28—2.10	7,000—52,500

磷酸不僅在耕土中常較鉀氮為缺乏，且市間之肥料所含可溶性磷酸，施於土壤中，旋即轉變為難溶性磷酸，而此對於植物仍為有效，但以土壤溶液之濃度，對於磷酸，雖望其能產生原來水溶性鹽之狀態，可斷言也。

經多年試驗之結果，宜施用多量之磷酸肥料方為適當，且其給源甚富，在普通狀況之下，磷酸較其他肥料為廉

實驗室、綠室或試驗場施用較原土更為有效之磷肥，使間接或直接作用於土壤與作物，完成其重要之功用。可溶性磷酸足以刺激根之生長，而其幼芽發育迅速，因此常利用之以抵抗季末之氣候變遷。普通使用磷酸提早成熟與結實，其他尚有近似功用，即磷酸足以幫助生產種實，在

季末時迫多行，促成栽培，以之赴市場販賣，而保證其成功者，必賴乎有效磷酸之自由使用也。磷酸之目的，在增加其種子對莖葉之比率，此其對於種子作物最重要之工作也。

遲延成熟，增加肥料，耗損種實之氮肥，磷酸對之為直接之矛盾作用。磷酸為形成葉綠素之主要成分，可溶磷酸對於土壤間接對於作物之作用，為改變土中其他成分之濃度，影響土壤細菌之生長，和解土中有毒有機物之為害；同時，有充分磷酸供給，方能使動物與植物生命之主要部分原形質 Protoplasm 存在也。

(五) 鉀質之功用 欲使農產效率增高，鉀質為必不可少之要素；蓋鉀質一物，能構成作物顆粒中之液液，葉實或甘肅中之糖質，及根果之澱粉是也。鉀質之作用，可以改良作物之品質，施之穀類，則顆粒較前充盈，施之菓實，可以味美汁富，施之菸草，可使香味濃厚而易燃，施之棉花，可使纖維變細而加長，故其功用至巨。又鉀質為物，愛能保持作物康健，使作物對動植物之侵害，有較強之

抵抗力，并能增加果實儲藏性。

(六) 鉀質對於幾種作物之特效

(1) 稻 多數專家承認鉀質之功用，對於加增顆粒重量，尤著奇效；若以用鉀燐氮 (KPN) 者與用磷氮 (PN) 者相較，可增重八·二八公分，足證增收之效極為巨大。

(2) 棉花 美國密西士比之農業試驗場實驗結果，證明棉株之病斑，由於鉀質過少，此種病棉初發見時，葉上現出黃點，未幾即行枯脫。

氮 N	磷 P ₂ O ₅	鉀 K ₂ O	每公頃病棉所佔產量百分比
不施肥	—	—	四二·一 (24%)
施用八六	—	—	三七·七 (23·6%)
施用八六	—	—	二二·八 (10·9%)

(3) 菸草 古巴近作菸草燃燒久曾試驗，結果如下：

每公頃所用肥料			
硫酸銨	過磷酸	硫酸鉀	燃燒時間
三六三公斤	三〇〇公斤	—	一二秒
三六三公斤	三〇〇公斤	五三八公斤	二八秒

肥料問題

三六三公斤 三〇〇公斤 八〇六公斤 一〇四秒

(七)巴著之一般成效 試考各地農業試驗場作過之實驗，益足證明磷鉀等質之功效；此種實驗多不勝數，茲舉其大者著者，以見施用磷鉀肥料之成效。

(1)稻

下表係東京農業試驗場對於十處稻作試驗之平均收穫量：

分區	硫酸銨	過磷酸鈣	硫酸鉀	每公頃穀之收穫量
無肥料	—	—	—	一三〇〇公斤
磷鉀	—	三〇〇公斤	二五〇公斤	一四〇〇公斤
氮磷	三〇〇公斤	—	二五〇公斤	一八〇〇公斤
氮磷鉀	三〇〇公斤	三〇〇公斤	二五〇公斤	二〇〇〇公斤

又據Dr. F. C. White of the Agriogeological Laboratory at Buitensorg 博士報告，在爪哇之稻作試驗，凡硫酸銨之外，再加硫酸鉀，較之單用硫酸銨者，每公頃增

加收穫量六三八公斤。

又一稻作試驗，其收穫結果列表如下：

分區	硫酸銨	過磷酸鈣	硫酸鉀	每公頃穀之收穫量
氮	一七五公斤	—	—	三二〇公斤
氮鉀	一七五公斤	—	一七五公斤	三〇〇公斤
磷鉀	—	一七五公斤	—	一九六公斤
氮磷鉀	一七五公斤	一七五公斤	一七五公斤	三六八公斤

(2)甘藷

下列試驗成績，證明偏面之肥料施與，尤其是不加鉀質之偏面施與，常不能得良好之收成：

日本東京農業試驗場

分區	硫酸銨	過磷酸鈣	硫酸鉀	每公頃收穫量
無肥料	—	—	—	八〇〇公斤
磷鉀	—	三三〇公斤	—	一三〇〇公斤
氮磷	三三〇公斤	—	—	一三〇〇公斤
氮磷鉀	三三〇公斤	三三〇公斤	—	一三〇〇公斤

以上表之「磷鉀」與「氮鉀」及「氮磷鉀」三種不同之試驗成績觀之，足證氮與磷對於甘蔗實無若鉀之重要；反之，在「氮磷」組中，因不用鉀質，故其收穫量極少，較之「氮磷鉀」一組相差懸殊矣。

又據美國 New Jersey 試驗場在甘蔗上施用混合肥料（其配合法為三·八·八所用鉀質為氯化鉀與硫酸鉀兩者）不特收穫量增加，且甘蔗大者多，而小者少，茲舉其試驗結果以明之：

分區	等二	等二	每公頃總數
無肥料	六五公斤	一三〇公斤	五五五公斤
氮磷	每公頃用 氮八 磷〇	六四三公斤	五五〇公斤
氮磷鉀	每公頃用 氮三 磷八 鉀八	四六六公斤	一七〇〇公斤

(3) 棉花

磷鉀肥料之研究

正確之棉花施肥標準方式，可於下列美國南密西士比農業試驗場所試驗之成績表中而得之：

分區	氮	磷	鉀	每公頃子棉收穫量
無肥料	三公斤	—	—	六〇〇公斤
氮	三公斤	—	—	八七〇公斤
磷	—	七公斤	—	六三〇公斤
鉀	—	—	七公斤	一三六六公斤
氮磷鉀	三公斤	七公斤	七公斤	一六二〇公斤

混合肥料，倘只含鉀百分之三至百分之五，而欲使棉花收成良好，則鉀質尚嫌不足。又在每公頃施用八八〇公斤之混合肥料中，（其中只含鉀百分之二至百分之四）若再加用一一〇公斤氯化鉀，則在 North Carolina 試驗結果，平均每公頃增加收穫一六五公斤，在 South Carolina 平均增加二二〇公斤。又在密西士比海濱每公頃通常施用混合肥料四九〇公斤，（氮磷鉀之比例六·一〇·五·五）另加用氯化鉀五五公斤，每公頃平均增加收成一三二公

斤。美國多數棉花種植專家均證明大量適當混合之肥料足以增進棉花之產量。

各種肥料要素對於棉花有如下之作用：

1. 氮質 雖在地方而言，將使棉花之收穫期延遲，但其對於增加產量，確亦甚關重要。

2. 磷酸 足以早成熟，與氮質並用，足使兩者之效力互相發揮盡致。

3. 鉀質 能使棉花纖維堅韌，與氮質及磷酸同用，尤能使之產量大增；鉀質又能免除棉鈴噁而不開，及未開先落之弊。通常所見噁鈴最多及葉面枯銹之棉作，均係少施鉀質之故。

根據此項實驗之成績，一般農人乃漸知使用磷鉀肥料之必要，下表乃示世界各國採用鉀質肥料之比例。

據羅馬國際農學會年報發表世界各地鉀質之消費量，有如下表：

國別 一九一三年 一九二八年
 德國 五三六、〇〇〇公噸 七四四、〇〇〇公噸

丹麥 二六、一〇〇公噸 四六、八〇〇公噸
 法國 三三、一〇〇公噸 一九〇、二〇〇公噸
 英國 一五八、五〇〇公噸
 美國 二四〇、〇〇〇公噸 三一〇〇、九〇〇公噸

氮磷鉀與各國耕地面積每公頃消費公斤數量如下：

國別	耕地總面積	氮 N	磷 P ₂ O ₅	鉀 K ₂ O	比例 (以氮為一)
德國	二〇,〇〇〇,〇〇〇	二〇,九	二六,六	三六,二	一〇、一一、一八
比國	一、八〇〇,〇〇〇	四,二	三,七	三,八	一〇、〇、〇
法國	三,〇〇〇,〇〇〇	七,〇	二〇,二	二八,九	一〇、二六、一〇
英國	七,五〇〇,〇〇〇	六,八	一八,九	二七,〇	一〇、二九、一〇
荷蘭	二,一〇〇,〇〇〇	三,〇	三,五	三,七	一〇、一六、一四
波蘭	一、八〇〇,〇〇〇	二,一	一,八	二,六	一〇、二、三
日本	六,〇〇〇,〇〇〇	三,三	二,六	三,六	一〇、一〇、一〇

七、磷鉀之配合方法

下列為各地使用肥料時之標準量，經公認為最合宜最

經濟者：

(1) 水稻

在意大利水稻施肥如下式：

第一年種首稻第二年改種水稻之地

播種之前 每公頃施塵 氯化鉀 二〇〇—三〇〇公斤

過磷酸鈣 四〇〇公斤

除草之後 氯化鉀 一〇〇公斤

過磷酸鈣 二〇〇公斤

必要時 加塵 硫酸銨 一〇〇公斤

第一年係稻作第二年仍種水稻之地

播種之前 每公頃施塵 氯化鉀 二〇〇—三〇〇公斤

過磷酸鈣 四〇〇公斤

硫酸銨 二〇〇公斤

除草之後 氯化鉀 一〇〇公斤

硫酸銨 一〇〇公斤

在印度支那每公頃用二〇〇公斤混合肥料，其配合方

式如下：

硫酸銨 一五公斤

過磷酸鈣 三五公斤

氯化鉀 一八公斤

在日本則如下式：

氮 每公頃 八六公斤

磷 四五公斤

鉀 四五公斤

在中國若用混合肥料，應如下式：

氮 百分之七

磷 百分之七

鉀 百分之十

氮必須百分之五十作基肥，百分之五十作追肥。至於磷施塵數量，須視農民之經濟狀況而定，雖可略加變更，但決不能全部變動其比例；蓋倘鉀質與磷酸施用過少，則將使氮質之效力，亦不能完全滿意發揮也。

(2) 棉花

在美國通常採用混合肥料，其成分包含：

肥料問題

氮	百分之四
磷	百分之八
鉀	百分之四

(以每公頃用四四〇公斤為標準)

此外再加追肥：

硫酸銨	每公頃	二七五公斤
氯化鉀		一三七公斤

合計施用：

氮	每公頃	七三公斤
磷		三五公斤
鉀		八六公斤

因此期成下列方式：

氮	六
磷	四
鉀	一〇

(3) 菸草

菸草施肥，最好每公頃用三三〇公斤至六六〇公斤之

混合肥料，包含：

氮	百分之四
磷	百分之六
鉀	百分之十二

配成：

硫酸銨	五五公斤至一一〇公斤
過磷酸鈣	一六五公斤至二七五公斤
硫酸鉀	一一〇公斤至一六五公斤

據鄙人經驗，中國菸草施肥以下列方式為最佳，即：

氮	百分之八
磷	百分之四
鉀	百分之十五

此方式，氮較多用，可使菸葉長大。施用氮質肥料，以硫酸銨為宜，分兩次施用，第一次在種植之前，第二次在加土之前。

(4) 甘藷

可照下列方式施用：

磷 百分之六
 鉀 百分之十二

(以每公頃用混合肥料七七〇公斤至一二〇〇公
 斤為標準)

上項公式均經證明可靠，因為凡施用之作物，皆有長
 足之進步故也。

茲舉德國等稻產情形以實之：

年 別	國 別	稻產平均比例(每公頃計)
一八六〇年前	意國	一三八〇公斤至一五〇〇公斤
一八六〇年後	意國	一六〇〇公斤至二〇〇〇公斤
一九〇五年	意國	二五三〇公斤
一九一五年	意國	三九一〇公斤
一九二四年	意國	四三〇〇公斤
一九三〇年	意國 省	五三五〇公斤
一九三〇年	意國 省	四四七〇公斤
一九三〇年	意國 省	五八三〇公斤

磷 鉀 肥料之研究

一九三〇年 意國 省 六〇〇〇公斤
 西班牙 六二八〇公斤
 六七〇〇公斤
 爪哇 二〇〇〇公斤至三〇〇〇公斤

八、磷鉀之吸收率

植物能吸收之養料可分二種比量，其一為土中原有者，其一為施入土中之肥料。今已經確知，凡所謂可化的養料，其含量仍不能全部為植物所吸收，必有一部墜留地下，蓋以其為泥土所吸收故也。此項吸收率，以溫帶作物之研究為較詳。

吸收係數與利用係數 地中所含可化原料之數量，得由化學方法或生理和法化解而確定之，惟以各種作物對各種滋養原料，如氮磷鉀等之受方大小不等，遠不能全部被其吸收淨盡；例如有某種作物(如根生類植物等)，較之他種作物(如穀類)尤喜鉀質者，當然此種根生植物，其吸收鉀質之能力亦較強，故謂每種作物與每種養料各有其吸收

係數也。同此理也，亦可推之於化學肥料作物之利用，此種化學肥料也力有等差，故爾每種作物每種肥料亦各有其利用係數焉。茲據 Demolon 氏及阿尚平氏研究結果，列舉於下：

Demolon 氏吸收係數

氮	百分之五十
磷	百分之三十
鉀	百分之二十

阿尚平氏利用係數

作物	鉀 K_2O	磷酸 P_2O_5
稻	百分之十二	百分之三十
菸草	百分之二十四	百分之三十
棉	百分之十二	百分之六十
甘蔗	百分之二十五	百分之三十五

吾人試一審核上項係數，即知在土壤內所蓄之可化原質內，僅有極微小之一部份可供作物之食料，必有他種肥料補充之，方敷其需要；然以化學肥料所被利用者，其數

甚微，故非大量施用，良效難觀。此其故，磷鉀補充量過微時，勢難於作物收成上發生顯著之功效。故若農家田中施用磷鉀等質肥料，未達相當數量，並未經在自己田中作種種不同劑量之施用試驗，並逐漸增加，以測知每次所用磷鉀之平均劑量，豈不能遽認某種肥料為無效也。

但意圖對於稻之吸收率之研究，得有數字如下：

黏土 氮 N 0.70 (70%) 鉀 K_2O 0.50 (50%)

土壤化驗及作物化驗在農業上之實用 現欲研究者，乃在如何採取所謂「可同化質」之數字，以為施用磷酸鉀質之標準耳。吾人須知關乎化驗室內分析土壤時所得答案所示標準，初不過屬於折中性質，乃針對一般的溫度、氣象、自然狀況及普通之作物而言，而所謂肥料，即使處於可同化狀態，若空氣之流動，與其溫度土壤之密度，田中之莠草等，不能適合，則其為根帶所吸收，亦必不能完全，是故上述云云，皆須假定田地良好，適合農時者方可也。

已往之農家施用化學肥料，漫無標準，多憑經驗，今後吾人當竭力使之合理化；不過有時計算，縱極準確，而

以種種原因，有非農家所能爲力者，如冬季太冷，雨水太勤，旱期過久等，因而美滿效果遂不易見矣。

但有可得而言者，科學愈進步，農家意思越勝，向者漫無把握之苦，酌用化學肥料，即其一端，而化學肥料中尤以磷鉀爲最重要。

九、磷鉀之來源

磷質來源，美國爲最大生產國，同時亦爲最大消耗國；惟施用時多製成過磷酸，然不外銷，北非產量甚巨，然在中國則尙無銷路。

中國磷質之來源有二，即鳥糞與獸骨是也。

鳥糞 南太平洋諸島中之珊瑚岩內，多海鳥所遺之糞，極富磷酸，此爲磷質之重要來源，香港附近，已有開採之者，所採之糞，約含磷酸至少百分之二十，亦有相當成分之氮質，售價頗廉。

獸骨 骨類中所含磷酸分量亦鉅，獸骨經工業製煉後，可成膠漿(Gelatin)等，而其副產品即磷質是也。甯波溫州一帶農民，有利用生骨爲灰以肥田者，然大部獸骨多運往日本，殊覺可惜也！

鉀質來源 鉀質乃地下一種天產物，其成因由於千萬年前海水之滲漏，迨後又爲厚約六百至一千公尺之他種地層所掩。鉀質岩之開採，須有大規模的礦廠設備，其需費

異常浩繁，工作尤多困難，以鉀質地層甚薄，而在未達正層以前，須挖除多量之無用泥土故也。

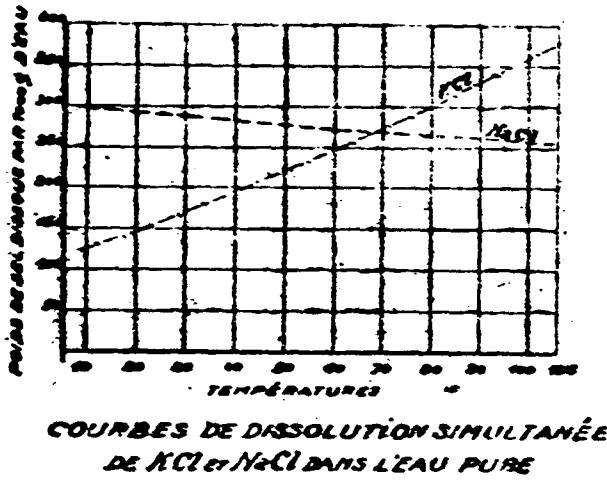
目下全球鉀礦，僅有二處，一在德國，一在法國，開採尙合經濟。其他各國鑒於鉀質肥料之重要，亦竭力於本國境內尋覓鉀質礦苗，但迄至今日，尙無何種可觀的結果。按其原因，或以鉀層含量過少，不值一採(如波蘭是)；或因鉀岩與他種有害的鹽岩混雜分解爲難(如美國是)；或因運輸不便，售價過昂(如西班牙蘇俄是)。

(一) 法國鉀礦 Mulhouse 法國鉀礦區在Alsace州屬米魯茲(Mulhouse)地方，面積約廣二百方里，此礦之發見，遠在一九〇四年時，蓋以測勘煤炭石油等礦時偶然尋獲者也。此處礦苗，計有二層，一在平均深約六二五公尺，一在平均六五〇公尺，深處礦層內容，純爲鉀鹽(Calshite)，即氯化鉀與曹達之混合物，岩土作淡紅或鮮紅色，中雜灰色之含鹽及層狀岩。

在上一層之厚度平均約一公尺二五，含有氯化鉀百分之三十五至四十，約合純鉀百分之二十至二十二間。稍下一層之厚度，約至二公尺半至五公尺間，所含氯化鉀約百分之二十三半至三十二，全純鉀百分之十四至十八。

生鉀原形即爲岩石，先用火藥炸下，後用小車運至井底，然後吊上地面，經過剔選磨細等手續，乃製成鉀素百分之四十九之氯化鉀。

生鉀岩土，既以由氯化鉀及氯化鈉（食鹽）二物組成，故欲製成氯化鉀時，每以此二物之冷熱化解性差為基點，而氯化鈉之化解性，冷時略勝於熱，而氯化鉀之化解性，則熱時遠勝於冷，下圖以示其別：



COURBES DE DISSOLUTION SIMULTANÉE DE KCl et NaCl DANS L'EAU PURE

生鹽化解時先取之一百〇七度之氯化鈉濃性液中，隨之俱化者，僅還化鉀，這液中飽和氯化鉀後，然後注諸濾清池中，繼又移入結晶池，使達攝氏表九十度左右，此時祇須加以變冷，則氯化鉀自然

沉澱，每氯化鉀一噸，須生鹽三至四噸之譜。

凡開採鉀質，礦廠內外均須鉅大之專門設備，本文不及細述，試取一九二三與一九二九年度產額之比較，已足概見其工程之浩大，及其設備上之進步與擴充，我有今日

之大量生產也。

計 一九一三年度生產 三五五、三四一噸

一九二九年度生產 三、一三三、八一五噸

(二) 德國Ostasfurt鉀礦 一八四三年頃，德國Stassfurt地方，有欲探索新礦者，在該地從事鑿井工程，未幾，果有鹽層發現；惟覺探出礦質中食鹽一宗，遠不足代表其全部富源，蓋除鹽苗極富外，尤雜有大量之氯化鉀，乃於一八七〇年起開始採取鉀鹽。德礦所產大部為Ca-fallite及Kainite鉀鎂合體之礦質，名曰Schoerite，乃以Fallite 汰除其氯化鎂而得者，此種岩塊，為鐵質染作紅色或赭紅色，欲自岩塊中提煉精鹽，其法一如上述製氯化鉀者然。德礦產額由一九一三年之鉀四〇一、〇五四、〇〇〇噸，增至一九二八年之一、四二二、〇〇〇噸。

上述法德二處鉀質礦苗之富，可於無限時期內供給農業上之需求，鉀質成貨可分二種：

(甲) 氯化鉀含K₂O 保證最低限度百分之八十，相等於百分之四十九之K₂O或百分之四十一半之K₂O。

(乙) 硫酸鉀 乃用硫酸由氯化鉀中提出者，此項硫酸鉀另售時，保證最低限度K₂O百分之九十，相等於K₂O百分之四十八或K百分之四十。

肥料與果樹園藝

李 駒

肥料於園藝栽培上甚為重要，但園藝植物品類至多，茲就果樹數種，略述其施用之方法。果樹之施肥，依果樹之大小與土壤之肥瘠及果樹類而有差異，但普通果樹，自生育至結實，其間施肥之種類及程序，可得而言之：大致果樹之莖葉生長時期，宜施以窒肥，及成長已足，欲增進其堅硬強固之時期，則宜施以加里，迄結果而欲促其成熟，則不可不加施磷酸也；否則，於結實成熟之際，或誤施過度之窒肥，則果實之酸味加增，而風味大減矣。

(A) 柑橘

肥料與柑橘栽培上關係最大，用量最多，普通習慣上，不問土質之如何，及品種樹齡之不同，均施用同樣之肥料，故失敗隨之。柑橘之主要肥料為窒素、磷酸、加里、石灰四種。今將柑橘類之果實中所含之各成分，依 A. O. Hill 及 H. O. Gentry 兩氏之分析結果列下：

果汁中之成分 果皮中之成分 無水內容物中之成分 種實中之成分

水分	九〇.五	七二.五	六〇.八五	六〇.六二
糖分	一〇.二四		(澱粉)〇.三六	
枸橼酸	〇.二六		(粗纖維)三.九二	
窒素	〇.五六	〇.三三	〇.三三	一.九七
溶解以脫之脂肪		三.八五	(粗脂肪)一.三三	一.〇五
灰分	〇.三七	〇.六一	〇.七四	〇.八四
灰分中之成分：				
酸化鐵	〇.六	〇.九二	六.八一	五.三六
礬土	三.三四	四.五六	二.八四	一.八九
石灰	一四.〇六	四三.九二	二六.三九	一〇.〇四
苦土	六.三四	六.八四	六.三七	七.八一
加里	五九.六	二六.四三	三七.四八	三三.二五
曹達		三.三六	〇.六八	
磷酸	九.九一	八.三六	一四.五七	二六.五二

肥料問題

硫酸	二七三	一七三	二五	二九
磷酸	二九四	二五八	一七	〇六
鹽素	〇·五	〇·一七	〇·三	二七〇

又據日人農學博士長岡定好氏就日本柑橘果實分析之

結果如下：

	溫州蜜橘	紀州蜜橘
水分	八四·一%	八五·二%
灰分	二·七九	三·一九
加里	一·二四	一·三六
石灰	〇·五九	〇·七二
磷酸	〇·三〇	〇·五一
鹽素	〇·二八	〇·二六
苦土	〇·二四	〇·二〇

此外枝葉等所含之成分，依美國農務局分析之結果如

灰分	三二一	〇·三八	〇·四〇	〇·三八
鹽素				
磷酸				
加里				

葉	六·〇〇	〇·七〇	〇·一〇	〇·三八
枝幹	七·〇〇	〇·七〇	〇·一五	〇·七二
平均	五·四〇	〇·五九	〇·一二	〇·五〇

普通所用之肥料，不外乎人糞尿、油粕、魚肥、堆肥

、硫酸亞母尼亞、智利硝石、石灰、鹽素、大豆粕等，但其功用不一。

用人糞尿者，成熟期遲，外果皮黃色素增加，且多生空隙，酸味多，果皮易生疣瘤，貯藏力弱；而用菜粕者，則酸味多，而耐貯藏；用大豆粕者，則亦能使外果皮發黃，內容充實，貯藏力強；如用魚肥者，則甘味增加，品質優良，色素鮮麗，貯藏力強；用硫酸亞母尼亞者，則其果大而皮增厚，但品質不良，成熟期早，而內部之空隙增多，貯藏力中等；用石灰鹽素者，著色佳良，而帶赤色，內容充實，空隙少，甘味多，品質佳良，能耐貯藏。

由是觀之，同為一種鹽素肥料，而對於樹之生育、果之收量及其成熟期與貯藏力等，成效不一，故宜選擇實用之肥料，而達經濟、品質佳良、產量豐富之目的。

(B) 葡萄

葡萄與其他果樹，在生長期中，均需要氮素、磷、鉀素、石灰及養化銨各種原素，其中以前三者為最重要，而有連帶之關係。若一種缺乏時，則其他兩種亦不能充分吸收。故施肥時，須先視土壤之成分，按其需要分量以分配之；否則，耗費金錢與時間，而不能得良好之結果。

據H. G. 氏之研究，葡萄之結果，在每一萬方呎之面積，每年需要養分計：氮素三六厘（公斤），磷酸一一厘，鉀素四二厘。由上觀之，氮素及鉀素之分量與磷酸之分量為三或四與一之比。依前氏試驗之平均數，葡萄養料之分佈如下：

葉之吸收 氮素十分之五至十分之六，磷酸十分之四至十分之五，鉀素十分之三至十分之五。

枝條吸收 氮素十分之一至十分之二，磷酸十分之一至十分之三，鉀素十分之二至十分之三。

酒精內含 氮素十分之一至十分之二，磷酸十分之一至十分之三，鉀素十分之一至十分之二。

酒內含量 氮素不到十分之一，磷酸十分之一至十分之一。五，鉀素十分之〇。五至十分之三。

由上觀之，葡萄養料大部分由葉及枝條吸收，果實僅一小部分，至酒精所含者更少。

現將各原素對於葡萄之功用，述之如左：

(一) 氮素 氮素肥料為促進枝葉發育之原素，在葡萄未成形結果前，可以多施，既結果後，則磷酸與鉀素一同增加其分量；否則，枝葉特別茂盛，花穗失其花密，變成捲縮，或變開化而不結實，果實中含水分太多，不宜貯藏。

(二) 磷酸 葡萄吸收磷酸雖少，但此原素之作用甚大，在瘠地中施之，可以達到最大產量，在富有機物地中，可補氮素之缺點。凡磷酸充分之地，葡萄之枝條節間甚短，組織堅實，成熟期早，抵抗力強，不易受凍，結果繁多，花期中少有不受精者；但一穗上果實過多，彼此擠，易生破裂，故宜疏果，以免此弊。

(三) 鉀素 葡萄需要鉀素亦多，所生功效，與磷酸相

仿，又可增加果實中之糖分，並有防止腐爛病之作用。

葡萄依Bijou之試驗，在一百公畝內所吸收之要素如左：

氮素三九公斤，磷酸一一公斤，鉀素四二公斤。

觀上述可知三分或四分之氮素及鉀素與一分磷酸之比例。

葡萄肥料之種類：

酒渣 酒渣百分中含氮素〇·五至一公斤，磷酸〇·

二至〇·四，鉀素〇·四至〇·五。酒渣之磷酸及鉀素與

廐肥之成分相同，但氮素多兩倍，用時須先使其變化。依

W. B. 最好之方法，乃先計算所需酒渣之數量，後用百

分之四過磷酸石灰撒於面上；並用百分之二之硫酸鉀，另

配一液肥，其配合法如下：

水一〇〇立脫，生石灰一公斤，硫酸亞母尼亞二·五公斤。

先用少許之水，將石灰化解，然後將餘下之水，加入作成石灰乳；最好乃將硫酸亞母尼亞加入，加入之後，用

棒調勻，使硫酸亞母尼亞溶解，將此液澆於配好之酒渣內，最後將全部覆一層五至十生的米連之土，如此使其發酵三星期之後，上下拌勻。此時發酵暫停，隔數日復發，再隔數日酒渣已發解而可施用矣。在每株葡萄施三公斤（一·五米連之距離），如此配合者，乃為全肥，在各種土壤均可用之。

廐肥 易得廐肥之區域，可設法利用之，在一百公斤內所含之要素如下：氮素四至五公斤，磷酸二至三公斤，鉀四至五公斤。施廐肥之分量，在一百公畝內，用五萬五至六萬公斤，或每百公畝，施九十五立方米廐肥，如此可隔四年施一次。施肥之方法，或在每株下埋入，或在行間掘溝埋入；但此兩種方法均不妥善，因葡萄之根，四面發生，故最好全部均施肥，如此產量必多。

骨灰與乾血 此兩種肥料在葡萄急需養分之時施下為最佳，因其甚易為植物所吸收。

綠肥 綠肥在未栽植之前，用之殊佳，或初一二年中亦可，至已經成長，根鬚甚多之時，則不可用；因一方面

易傷其根；另一方面如果栽綠肥，則大氣之溫度增加，易使發生病害。

其他肥料如堆肥、豆餅、乾肉、角質物、骨粉等，視各地之情形均可選擇施用之。

(C) 枇杷

各地所施用之肥料，因土質及習慣之不同而有差異。我國各地所用之肥料，大多為人糞尿、油粕、河泥、堆肥、廐肥、垃圾及鹽沙等，使用人造肥料者極少。

用人糞尿時，最好與磷酸鉀質之化學肥料並用；否則，單用人糞尿之氮素肥料，則果實著色不良，且甘味少而酸味多。此種現象，普通果樹中均相同。

油粕類中以大豆粕及油粕為最常用，如人糞尿均為氮素肥料，如施用過多，則果實之成熟期遲，而風味劣變，故亦宜加磷酸及鉀質肥料，普通在幼齡樹時施之最佳。

堆肥及廐肥富於氮素及鉀素，惟缺乏磷酸，故施用時最好與磷肥並用，此種肥料，對於枇杷之產量可期增加，惟於品質無益，且成熟期遲，最好作為基肥。

河泥與垃圾亦為農家所常用，能使枇杷之發育旺，盛而最為經濟之肥料也。但其性質不一，視其所混合之物質，普通氮素較多。其他肥料如骨粉，含有多量之磷酸，能使果實之糖分增加，果皮減薄，著色亦好。米糠亦富於磷酸，而氮素則較骨粉為多，施用時可加鉀質肥料。草木灰為鉀質肥料中之一，可與其他氮素及磷酸肥料並用，則果實大而味甘，著色亦好。

如是觀之，人造肥料亦宜適當施之，期收莫大之效果；而人造肥料中，以硫酸亞母尼亞、過磷酸石灰、硫酸鉀等為最要。但施肥之時，須視土壤之性質而定，其種類，如酸性土壤，則宜施鹼性肥料，鹼性土壤，則宜施酸性肥料，而在中性土壤，則施中性肥料可也；否則肥料施用不得其法，反足以害及樹之發育。

總之，枇杷如柑橘所需氮素較多，結果期以前，需要三要素之比率，達結果，嗣後磷酸與鉀較氮素之需要為多。

(D) 梨

梨所需之肥料與其他之果樹相同，故無再述之必要，但所需之分量不一。茲將梨樹依其年齡在一畝六分地中，所需要三要素之分量，列表如左：

樹齡	氮素	磷酸	鉀
二年生	三斤二兩	三斤二兩	三斤二兩
三	四斤十一兩	四斤十一兩	四斤十一兩
四	九斤六兩	九斤六兩	九斤六兩
五	十二斤八兩	十二斤八兩	十二斤八兩
六	十五斤十兩	十五斤十兩	十五斤十兩
七	十八斤十二兩	廿一斤十四兩	廿一斤十四兩
八	二十五斤	二十八斤二兩	二十八斤二兩
九	二十八斤二兩	三十一斤四兩	三十一斤四兩
十	三十四斤六兩	三十四斤六兩	三十四斤六兩
十一	三十四斤六兩	三十七斤八兩	三十七斤八兩
十二	三十四斤六兩	三十七斤八兩	三十七斤八兩

茲將同樣大小之地，種梨七十五株，施肥量之標準，

列表如左：

五年生之梨樹		肥料名		總	量	氮素	磷酸	鉀	
豆餅	一二〇〇兩	八四兩	一三	一九					
人糞尿	一五〇〇〇	八六	一九	四〇					
堆肥	七五〇〇		一九	四七					
過磷酸石灰	一〇〇〇		一五〇						
木灰	九〇〇							一〇五	
共計		二〇七	二〇一	二二三					
九年生之梨樹									
豆餅	二二五〇	一五七	二五	三六					
人糞尿	三〇〇〇〇	一七一	三九	八一					
堆肥	三三〇〇〇	一一二	五八	一四二					
過磷酸石灰	二四〇〇		三六〇						
木灰	二一〇〇							二四六	
共計		四四〇	四八二	五〇五					
十二年生之梨樹									
豆餅	二七〇〇	一八九	三〇	四三					

人糞尿	三七五〇〇	二二四	四九	一〇一
堆肥	三〇〇〇〇	一五〇	七八	一八九
過磷酸石灰	三〇〇〇	—	四五〇	—
木灰	三二五〇	—	—	二六三

以上諸表所得之數目，均依各肥料所含之成分而來；茲爲便利計算起見，將各肥料百分中之成分，列之如左：

肥料名	氮素	磷酸	鉀
人糞尿	〇·五七	〇·一三	〇·二七
堆肥	〇·五〇	〇·二六	〇·六三
豆餅	七·〇〇	一·一〇	一·五八
菜餅	五·〇〇	二〇〇	一·三〇
米糠	二·〇〇	三·七八	一·四〇
過磷酸石灰	—	一五〇〇	—
木灰	—	三·九〇	二·七〇
骨粉	三·七〇	二·一〇	—
硫酸銨	二〇·四七	—	—
硫酸鉀	—	—	四八·〇〇

智利硝石 一六·四五

(B) 蘋果

依經驗所得，蘋果所需要之三要素之分量，爲普通在一畝六分地內需氮素十二斤三兩，磷酸比梨之三要素較少，需三斤四兩，鉀較多，需十三斤，石灰〇·七〇；如此用肥之量，可將各肥料所含之成分而推算之即得。對於各肥料與蘋果之效用，與其他之果樹相同，故不贅。

(P) 桃

桃之需肥，比蘋果較多，而氮素、鉀、石灰尤爲需要，磷肥則可較少。普通我國均用天然肥料，若能施用人造肥料，則効力較速。其施量在每方畝施硫酸鉀三五克，過磷酸石灰七五克，硫酸鈉四〇克，及智利硝石五〇克，埋入土內；但埋下之時，須留意勿傷根部。

以上六種，爲園藝上最重要之果樹，對於施肥之時期，均大約相仿，普通每年約施三次爲度，亦有分四次者，即在十二月或正月間果實採取後行第一次施肥，二三月間發芽前行第二次施肥，六七月間行第三次施肥；而中年時代施次數較多，晚年時代施二次，老樹則施一次足矣。

最少養分律

1. 理論方面的解釋：——因作物在這種情形，磷酸、鉀、和別的元素，必須互相合作，才能生成同元素三斤相當的有機物，若只有氮素二斤，那麼有機物的生長到那程度就會停止，到最後就比較前者不發達，因而收穫量減少。

2. 若氮氣供給充分，而缺乏磷酸同鉀質，或減少他的用量，作物只能依少量的磷酸和鉀質的分量，而支配他組織的生成，結果收穫量也減少了。

3. 最少養分律，具體的解釋如後：——

譬如五塊板頭和十隻釘子，假定可以造成一隻木箱，現在要造十個箱子，已經有木板五十塊，但是釘子的數目只有七十隻，在此情況，箱子的產額因受釘數的限制，只能造七個箱子，餘下的十五塊板，依然不能造三個箱子。現在用輪同肥料來比較，板頭比氮素，釘子相當磷酸，那麼具體的最少養分律就不難知道了。

4. 利氏用大麥栽培的情況來解釋，假使土壤所含的四要素，有下列的效果：——

氮素的含量 足夠生產大麥十五石 磷酸的含量 足夠生產大麥二十五石 鉀質的含量 足夠生產大麥三十石 石灰的含量 足夠生產大麥五十石

這種情況，假使栽培作物不加施肥，那麼大麥就只有十五石的生產，即使更施用多量的磷酸、鉀、石灰，對於收穫量毫無影響，大麥受氮素最少律的支配，結果仍然只有生產大麥十五石。

然大麥如增加多量氮，那麼受磷酸最少律所支配，得收穫二十五石，倘使更將磷酸、氮素一齊增加，則受鉀質之最少律所支配，只得大麥三十石的生產，此等三要素，若同時施用多量，那麼生產更增加，最後因受石灰量的配合限制只能收穫五十石大麥。

肥料標準分析法之商榷

何尙平

引言

肥料樣品之處理及調製

氮質肥料分析法

I. 硝態氮——單質肥料——蒸餾法

II. 硝酸態氮——A (輝羅幸) Böloosing——(格

羅多) Grandeau氏法 B (爾西) Ulsch氏法

III. 有機態氮——A 有機態全氮量(客爾多) Kjeld-

ahl——(格林) Guntz氏改變法 B 不溶於水而溶於

2%高錳酸鉀之有機氮(斯銳特) Street氏法

IV. 石灰氮——A Cyanamide全氮量 B Cyanam-

idique 或 Cyanuride 或 Dicyandiamidine NH_2 .

$C(:NH).NH.CO.NH_2$ 之定性

V. 硝態氮及硝酸態氮

VI. 硝酸態氮及有機態氮——A Kjeldahl——Jod-

hauser氏法 B Forster氏法

VII. 硝態氮、硝酸態氮及有機態氮

磷酸肥料分析法：——

I. 磷酸溶解之磷酸——A. 一般法 B. 特種法(一

名枸橼機械法) C. 容量分析法 1. 根據磷酸鉀酸鹽沈澱

中含有 $12MgO_2$ 之觀察 2. 應用於硫酸根 (SO_4) 存在時

之分析

II. 水溶磷酸——A. 重量分析——定焦性磷酸鹽

B. 容量分析 (Pan Barton)

III. 溶於水及酸性枸橼酸機磷酸——A. 重量分析法

B. 容量分析法

IV. 鹼性枸橼酸機溶解磷酸——A. 重量分析法 B.

容量分析法

V. 2% 枸橼酸溶解磷酸——A. 重量分析法 B. 容

量分析法

鉀質肥料之分析

A. 一般法——定氯化白金鉀 B. (柯倫韻台) Core-

ninder 及 (空托莫) Contaminet氏改變法——定還元

白金 C. Schloosing 改變法——定過氣酸鉀

肥料標準分析法之商榷

引言

肥料分析，自化學肥料輸入中國以來，漸引起國人之注意；至於肥料分析之重要，固不待贅述，但分析化學肥料，欲求其精確可靠，化驗結果不致錯誤過甚，必須試者一致採用合理進步之方法以為準繩，方能為功。茲本個人經驗，參合比國國家公認檢驗法，擬定此化學肥料標準分析方法，以與海內專家共商榷之。

肥料樣品之處理及調製

採集肥料之樣品，應先充分混和，視其粉粒之粗細，可用孔徑2mm.之篩篩過。若用(Thomas phosphate, Thomas slag)，託嗎斯磷肥(Borries及礦質磷肥(Phosphate desagregés ou minéraux préparés))。應取50克，以孔徑1.5mm.之篩過量其粉碎度，其殘存於篩面之大塊，視為無肥效價值；若殘留篩上塊粉之重，超過1%以上時，則應減其塊粉之百分率。

氮質肥料分析法

試劑(reagent)及溶液(solution)之配製

酸類

1. 鹽酸(HCl)_N：此項溶液應以純粹碳酸鈉(NaCO₃)

標準之，其法如下：——

取一潔淨乾燥，容積約1500.之三角瓶，秤之加1.25粉狀碳酸鈉，入於此瓶中，於150.0(最優等電爐)乾燥箱中二小時，而後放冷於乾燥器中，秤重，繼於瓶口插一小漏斗，始加入大部分_N鹽酸標準液HCl(Normal solution)，但須注意不使超過中和點。然後以蒸餾水漏斗，加入四滴Rong de méthy]指示藥，煮沸，繼加鹽酸，再煮沸，更加鹽酸，至恰好中和為度，然後計算鹽酸真實確度。所用滴管(purette)之精確度，應可讀至0.00200.為最好，其室溫應保持於15.0左右。此種滴定手續，重複五次，其平均數值，其誤差應幾可低降至0.0005。

2. 濃鹽酸(HCl)

8° 亞硫酸 (1 容積 HCl + 1 容積 H₂O)

9° 亞硫酸

10° 亞硫酸 10%

11° 亞硫酸 (1 容積 H₂SO₄ + 1 容積 H₂O)

12° 亞硫酸

13° 亞硫酸 40% 水溶液 (C₆H₄(OH)OOOH)

14° (Acide sulfophénique) 亞硫酸化亞苯酚或亞苯酚亞硫酸

亞 (C₆H₄OH HSO₃) · 1000.0.0. + 40.60 = 100g d'acide

phenique orlistofisulfure 亞硫酸 (C₆H₄O)

鹽類·····

15 碳酸鈉 (NaCO₃)··· Solvay 法製成之精製

D₁₅ = 比重約 1.35

16 氫氧化鈉 (NaOH) 及矽化鈉 (Na₂Si) 混合液 (50g +

50g)

17 亞硫酸 (NH₄OH) 2.5%

18 亞硫酸

鹽類·····

14 二氯化鐵 (Fe Cl₂H₂O) 飽和液

15 二氯化鎳 (NiCl₂) 1%

16 純粹硝酸鈉 (Na NO₃) 液 83%

17 純粹硝酸鉀 (KNO₃) 液 40%

18 硝酸銀 (Ag NO₃) 液 $\frac{N}{10}$ 1%

19 焦性磷酸鐵 Fer pyrophorique

20 硫酸鉀 (K₂SO₄) 與硫酸銅 (CuSO₄) (隨用時以 5:1

配合)

21 次亞硫酸鈉 (Na₂SO₃)

22 過錳酸鉀 (KMnO₄) 2%

金屬類·····

23 氧化鎂 (MgO)···由炭酸鎂燒灼而來

24 銻 (Hg)

25 鋅粉 (Zn)

指示劑類·····

26 亞細亞藍 (Phenolphthaleine) 1%

27 Rouge méthyle (1g + 300.0.酒精 + 500.0.蒸餾水

)：秤取 4g. rouge methylé 溶於熱水 800.0. 中過濾，加蒸餾水，至 rouge methylé 全溶解出為度，加熱，速冷，曬乾，然後秤此結晶 1g. 溶於 800.0. 酒精中，繼加 800.0. 蒸餾水。

溶劑類

23 蒸餾水

其他雜類

29 浮石 (Pierre ponce)

I. 銨鹽類 Ammonium Nitrogen

標準肥料：磷酸銨 ($NH_4H_2PO_4$)、氯化銨 (NH_4Cl)

、硝酸銨 (NH_4NO_3)。

試藥與溶液：1. 鹽酸 HCl ，10 氫氧化鈉溶液 $NaOH(D=1.085)$ ，23 氯化銨，26 無色試藥，27 Rouge methylé，28

蒸餾水。

蒸餾水。

分析手續：秤取標準肥料 0.7 gm. 或其倍量，但樣品中氮之含量以 0.85 gr. 為極限，直接傾入蒸餾瓶中，加入 850.0. 蒸餾水，及兩滴無色試藥 (Phenolphthaleine)，以

證此液為中性，而後加入氫氧化鈉溶液 0.0.，立即與蒸餾液製連接蒸餾之，凝器器之他端接一保險球管 (tube de sécurité)，此管事先即潤以沸水數滴，而後肥料瓶開始煮沸至顯盡氣為止。(普通蒸餾出 200—250.0. 即可)，需時約一點一刻左右。

蒸餾期間，凝器應注意保持寒冷，洗滌保險球管及其木塞於接受瓶中，加四滴 rouge methylé，然後以 $\frac{1}{2}$ 鹽酸測定之。

磷酸鈉液可以 8g. 氯化鎂代之，以防供試品因受鹼液之影響，而有損及氮之虞。若供試品秤重為 1.45 gr. 時，以後計算 % 時，所用鹽酸中和液之 0.0. 數，應以 2 除之。

附註：若不需直接測定，可將蒸餾之氣吸收於規定之鹼液，而後用規定之鹼液，定此過量之酸，計算氮之百分數。

II. 磷酸銨

A (聯華新) Bödowsing (格那多) Grandean 氏法
(a) 硝酸鈉

試藥與溶液：14 二氧化鐵飽和液，2. 濃硫酸，3. 淡鹽酸 (1 份濃 HCl : 1 份濃 H₂O)，76 純粹硝酸鈉液 88%。

分析手續：秤硝酸鈉 16.5 gr. 與水煮沸於 800.0. 量瓶中，然後加水滿量 (800.0.)，取試液 100.0.，以分析之，用比較前後二者氣體放出之容積，但應注意者，則為收集一氧化氮 (NO) 氣體之刻度管，應以新鮮熱蒸溜水充滿之，而後由 Gohenschlag 氏裝置中引入少量硝酸鹽，驅除空氣。

(b) 硝酸鉀

試藥及溶液：17 硝酸鉀 50%，餘與 (a) 同。

分析手續：秤 50 gr. 硝酸鉀，以後進行手續與前同，僅標準試驗方面，改用 5% 硝酸鉀而已。

B (兩西) Ureah 氏之法

試藥及溶液：19 焦性磷酸鉀 For pyrophorique K₂(P₂O₇) 98.6.，2. 淡硫酸 (1:1)，26 無色試藥，10 炭酸鈉。

分析手續：秤 10 gr. 樣品，溶於 800.0. 量瓶中，裝滿

後，吸取 250.0. (約含氮 0.07 gr.)，放於蒸餾瓶中，加焦性磷酸鉀液 For pyrophorique 5 gr. 及淡硫酸 (1:1) 100.0.

，而後蒸餾，初則以微火溫熱，待氮氣已放出，即去水，五分鐘後，繼續加熱，而後加水，使其容積約為 850.0.，再加兩滴無色試藥，以碳酸鈉中和之，繼加 50.0. 使過量，然後依鉀離子定量可也。若供試品為硝酸鉀，則原來氮之含量應減去。若有腈化物 (Cyanide) 存在，此法不可應用。

Ⅱ 有機態氮

A 有機態氮全量 (客爾打) Kjeldahl 及 (格林) Guntz-

氏改變法

秤量樣品，其中含氮以 0.850 gr. 為極限，乾血、蹄角 1.4 gr.，皮革、毛髮、骨餅、棉餅、魚肥 1.4 gr. 或 2.8 gr. 骨粉。

試藥及溶液：7. 濃硫酸，24 錫，20 硫酸鐵及硫酸銅，26 無色試藥 Phenolphthaleine，10 炭酸鈉，11 氫氧化鈉及硫化鈉混合液 (8:20%)，29 浮石。

分析手續：將秤好之肥料，傾入因Johani氏試中，加500.0.濃硫酸；若有機物分析較難，可加錄一滿（約0.5.）振盪，均與內容物，加熱，若生泡沫甚劇，濃硫酸可分數次加下，直至其中有機物分解為止，如是十數分鐘後，繼加50.0.硫酸鉀及100.0.硫酸銅其0.5.之混合物。

進行分解作用時，火焰應保持內容物柔和之沸騰，若沸騰過劇，氣有損失之虞，分解消化作用，普通約經三小時，放冷，加水沖淡，而後傾入蒸餾瓶，加水約成300.0.加一滿無水試藥，以碳酸鈉中和之，繼加50.0.氫氧化鈉與硫化鈉混合液（50.0.20.0.），及數片浮石，俟氮氣定最手續分析之。

注意：若為他種供試品，可秤100.0.分解之，而後做成200.0.，吸取其中一部分，以供定量。

B 不溶於水而溶於2%高錳酸鉀之有機氮 斯特利法

Method

試藥及溶液：10 碳酸鈉，22 過錳酸鉀 2%。

分析手續：秤樣品100.0.，放於直徑110.0.之濾紙上，

以熱水2500.0.洗之，然後用因Johani法，定沉澱中不溶於水之氮。另秤肥料一份，其中不溶於水之氮量為0.045.0.，以熱水洗滌如前，復將沉澱引入玻璃杯中，加2500.0.水及100.0.純淨碳酸鈉，及1000.0.2%高錳酸鉀液，置於水浴上煮沸，覆以鐘面玻璃，每隔30分鐘攪拌一次，加100.0.0.0.熱水，過濾，以熱水洗滌約200.0.0.時為度，而後以因Johani法定量，濾紙中沉澱氮之含量。

由前後兩次因Johani法分析出氮量之相差，可得溶於高錳酸之氮量。此氮量，可視為同化之氮量。

IV、石灰氮

試藥及溶液：6. 淡硫酸（1:1），24 銻，20 硫酸鉀及硫酸銅，4. 硝酸，12 氫氧化鉀液 2.5%，18 硝酸銀 $\frac{1}{10}$ ，5. 硝酸10%，15 氯化銻1%。

分析手續：A. (精化物) Cyanamide 全氮量——秤粉狀精化物1.450.0.放入因Johani瓶中，加400.0.淡硫酸，滴銀(0.45.0.)，初以文火熱之，繼則使瓶內溶液保持溫和之沸騰，驅逐其中水分，而後加硫酸鉀及硫酸銅之混合物。

試，輕輕煮沸兩小時，放冷，沖淡，依鉍離氮定量方法蒸餾之。

B (特化) Cyanamidique 試一秤 9.5 gr. 樣品，放入 1000.000 水中，振盪兩小時，過濾，量取 100.000 濾液，(10.0 gr.) 傾入 900.000 量瓶中，加硝酸使成酸性，繼加氫氧化鉍液 5.000 及 25.000^N 硝酸銀，注意液中保持鹼性，加水達 300.000 振盪，過濾，吸取濾液 100.000，加 10% 硝酸 100.000 酸化之，而後依 Volhard 法定過量之硝酸銀可也。
算法：.2500^N 硝酸銀 - X 10^N 特化試 (NH₄OCNS = 700.000^N 硝酸銀)

$7 \times 1.401 = \text{Cyanamidique 試之重量 (mg.)}$

若供試品中有氮存在，分析之前，應加以改正。

C Guanjurbe 或 Dicyandiamidine (NH₂C(=NH))

NH₂CO.NH₂ 之定性

此種物質，於植物十分為害，大概一切特化物中，均含有之。

取特化物 10 gr. 與 500.000 水混合，振盪，過濾，取濾

液 50.000 傾入 50.000% 氯化錳之溶液中，若有 Guanjurbe 相當量存在時，則此液即變為棕色，并形成棕黑色之沉澱。

V. 鉍離氮及硝酸離氮之化合物

秤樣品 10 gr. 做成 500.000 水溶液，吸取 25—50.000 以供分析之用。

鉍離氮：以鹼液蒸餾之，若含有有機物，可以氧化錳代鹼液 (NaCO₃)。

硝酸離氮：用 Schloesing—Grandeaun 氏之法或 Uiso 氏法

鉍離氮及有機離氮之化合物

鉍離氮：秤此物 2.5 gr.，用鹼液或氧化錳蒸餾之，若肥料中含有尿素或其他能致發生氮之影響物質，加氯化錳於蒸餾瓶中，應於冷時行之。

全量：秤 2.5 gr. 依 Kjeldahl 法進行之。

VI. 硝酸離氮及有機離氮之化合物

硝酸離氮：Uiso 氏法。

有機離氮：用前法之沉澱物，依 Kjeldahl 氏法。

肥料標準分析法之商榷

或硝酸鹽類。依薛羅新 Bölling 氏法 Grandean 氏法。

A. 全氮

1. (考爾打) Kjeldahl - (青德玻) Jodbauer 法

試藥及溶液：6% 鉍鉍酸 acide sulfophénique (C₆H₄O₆H₂SO₃) 1000cc. 中含 60-100g. (特選鉍鉍酸) diacide phénique cristallisé, 25 鉍粉, 8% 鉍酸含 6% 水楊酸液, 2% 次亞硫酸鈉, 24 銹。

秤樣品 0.7 或 1.4 gr. 放於容積約 200cc. 之 Kjeldahl 瓶中, 加 50-80cc. diacide sulfophénique (或鉍鉍酸) 1000 cc. 中含 60-100gr. (特選鉍鉍酸) diacide phénique (特選的) 溶液。徐徐蒸至 40°C. 以上, 加鉍粉 1gr., 冷放兩小時以上, 而後依 Kjeldahl 法、繼續進行之。

若樣品過於潤濕, 此法有損失鉍質之虞, 但可用下法改正之。

2. (福斯特) Forster 氏法

秤樣品 0.7 或 1.4 gr. 放於 Kjeldahl 瓶中, (若硝酸鹽為

溶液, 可蒸發至適量, 直接傾入 Kjeldahl 瓶中加入 150.0 cc. 硫酸, 含 6% 水楊酸液, 混和, 至全部溶解; 加次亞硫酸鈉 5gr., 待作用完全, 再加 100.0 cc. 硫酸, 一滴銹 (0.4 gr) 依 Kjeldahl 法進行之。

IV. 鉍態氮、硝酸鹽氮及有機態氮之化合物

試藥及溶液：23 氯化鎂、鹽酸及二氯化鐵, 2% 鉍酸, 24 銹, 13 氫氧化鈉。

分析手續：

鉍態氮, 以二氯化鎂蒸餾之。

鉍態氮：Ulrich 氏法, 減去鉍之相當含量, 或用 Bölling - Grandean 氏法, 可以直接定硝酸鹽之含量。

全氮量：Kjeldahl - Jodbauer 或 Forster 氏法。

鉍態氮：Schroder 氏法 (鉍態氮與十銹鉍鉍酸)

附註：鉍態氮與硝酸鹽氮若按下法分析, 則更稱便利：用鹽酸及二氯化鐵煮沸, 驅逐硝酸鹽氮後, 繼續定有機態或定有機氮及鉍態氮。

秤樣品 1.4 gr. 放於 Kjeldahl 瓶中, 加 100.0 cc. 二氯化鐵

溶液，及100.00。鹽酸，用薛羅西(Sohlberg)氏法，定硝酸
 態氮，煮沸至一氯化氮(NCl)不發生爲止，而後蒸乾瓶中
 殘留物，繼加砒酸與錒，依Kjeldahl法進行之。

硝酸態氮可以Sohlberg-Grandeaun氏法特別定量之

由此觀之，以上三種氮可以直接定量：

1. 硝態氮，可直接蒸餾之。

2. 硝酸態氮，用Sohlberg氏法定之。

3. 有機氮，可將硝態氮定量後之殘留物，以Kjeldahl
 氏法，於高溫下可加氯化銨蒸餾之，於低溫下，或以氯化
 錒，亦可以氫氧化鈉加入蒸餾之，而後硝酸態氮可如上法
 加二氯化鐵及碘定量之。

此法頗適用於肥料中含有有機氮量甚少，硝態氮及硝酸
 氮量甚多時，分析之用。

磷酸肥料分析法

試藥及溶液：

肥料標準分析法之商榷

酸類：

無機酸：

30 硝酸(比重1.20)

31 硝酸 1%

32 硫酸(比重1.84)

33 王水

34 鹽酸

有機酸：

35 枸橼酸(C₆H₈(OH)(COOH)(H₂O)·H₂O) 17%，溶 170

36 結晶枸橼酸，無鉛於1000.00。水中。

36 枸橼酸 2%

鹼類：

37 氫氧化鈉模範液 $\frac{N}{0.324}$ 鹼液不可含有磷酸鹽類

，如有，可略爲沖淡其鹼性溶液，靜置相當時間，則碳酸
 鈉沉澱析出；蓋碳酸鈉溶於濃厚之鹼液。每100.00.324氫
 氧化鈉液，若於所秤之樣品爲0.75。時，則相當於1%磷
 酸(P₂O₅)模範液。

38 濃氫氧化鈣(0.92)

39 淡氫氧化鈣 5%

40 淡氫氧化鈣20%(0.92.)

41 碳酸鈉液

鹽類：

42 (派特卡)Patermann氏枸橼酸液 600gr.枸橼酸溶

於20%(0.92)氫氧化鈣液中，至達中和點為止(約7000000

)。然後於1500加水，使其比重成1.09，繼加20%(0.92)

氫氧化鈣液(按10000000加5000000之比例加入)後，振盪放

置28小時，過濾，可得25000000溶液。

43 鹽化合物溶液(Mixture magnésienne) 結晶氫化

鎂80gr.，結晶氫氧化鈣160gr.，氫氧化鈣液(0.92)320gr.

，溶於蒸餾水，做成10000000，放置28小時，過濾。

44 硝酸銅酸鈣液 110gr.銅酸(H₂M₂O₄)溶於4000000

氫氧化鈣液(0.92)，緩緩傾入15000000硝酸中(1.90)。

銅酸鈣無一定之組成(NH₄O₂M₂O₄或3NH₄O₂7M₂O₄+4

H₂O)，並且其組成逐漸損失，所以每於預備此液，皆有變

化，故溶解銅酸鹽於熱水中，先以鹽液中和之，而後傾入
硝酸。

45 鹼性枸橼酸鈣液 與42同。

46 銅酸鈣液 溶300gr.結晶銅酸於3000000水中，以

鹽液中和之，做成10000000，或以72gr.銅酸以淡鹽液中

和，而後再稍加鹽液過量，做成10000000，放置12小時，

過濾。

47 硝酸鈣液

48 硝酸鉀液 1—2%

49 硝酸鐵液 10%

50 高錳酸鉀(KMnO₄)

指示劑：

51 無色試藥(Phenolphthaleine)1% 溶1gr.無色試藥於

10000000酒精中

52 溶劑：——蒸餾水

I，無機酸溶解磷酸

A 一般法

試藥與溶液：30 硝酸(D.1.20)、33 王水、32 硫酸(D.1.84)、38 鹽液、44 硝酸鉍酸鹽液、31 淡硝酸 1%、39 淡鹽液 5%、34 鹽酸、43 氯化物液、38 濃鹽液(0.9%)。

分析手續：秤樣品 500. 放入 500. 量瓶中，加 150. 水，500. 硝酸(D.1.20)或王水，煮沸半小時，儼成 500. 溶液，待冷，攪盪，過濾。

若以磷酸代硝酸亦可。如此濾液，不致有矽酸，同時鈣亦減少，若欲達此目的，可如下法行之。

秤樣品 500. 放於 500. 量瓶中，加 200. 硫酸(D.1.84)，攪盪，均勻內容物，煮沸十分鐘，放冷，加 200. 水，待冷，加滿 500. 而後攪盪過濾。

濾液供分析之用：

500. 磷肥含磷 P_2O_5 20% 以上者，

500. 磷肥含磷 P_2O_5 20% 以下者。

過量之酸，用鹽液中和，爾後以 100. 硝酸鉍酸鹽液，加熱沉澱之。或煮沸於水浴上，保持 80. C. 過濾，約需半小時之久，或用攪拌法於常溫下沉澱之。以 100. 。

1% 硝酸液洗滌，初用傾瀉 (Decantation) 法洗三次，而

後將沉澱全部移入濾紙上，洗滌之。洗畢，以 5% 鉍液溶解沉澱，其液接受於原來供沉澱用之玻璃杯（遇必要時可再過濾）。最後用蒸溜水洗滌數次，但需注意洗滌液不可超過 100. 以上，（最好稍熱 5% 鉍液以後，再供給溶解沉澱之用）。杯中過量之鉍液，以鹽酸飽和，然後以 100. 氯化物沉澱之，此液應點滴加入，一方面攪動，數分鐘後，加濃鹽液 (0.9%) 15-20. 靜置兩小時，或攪拌半小時，過濾，以 5% 鉍液洗滌，初則傾瀉，繼則移沉澱於濾紙，至洗液無氮之反應，燒熱，秤重，其係數 (Factor = 1.0.687)。

附註：1. 若為有機磷肥，如海鳥糞、骨粉等，可直接溶解於硝酸或王水，若豆餅、魚肥，需用 Kjeldahl 氏消融法（但其中不可用錳），待樣品加硝酸分解後，加 500. 濃硝酸，文火攻之，放冷，再加少量硝酸，加熱如前，如此可反覆直至全部有機物分解為度，而後做成 500. ，吸取一部分供試驗之用。其所以用此法而不用有機物燒灼

法者，蓋恐磷酸因於高溫下有昇華之虞。2. 若磷酸含有二
 氧化矽過多，應設法減少，其法如下：二氧化矽 SiO_2 以磷
 酸數滴，將樣品蒸乾，繼以磷酸 $2-30.0$ 再蒸乾之，放置
 十分鐘，加熱水過濾洗滌如上。若液中加入濃硫酸，則二
 氧化矽可以除去。

B 特種方法（一名枸橼酸構法）

試藥與溶液：43 Paternann 鹼性枸橼酸鉀液，48 錳化
 合物液。

分析手續：取前面已備好之磷酸液 250.00 （ $50r.500$ ）
 或 300.00 ，以緩液中和，以 700.00 水沖淡，加 800.00
 枸橼酸鉀液及 100.00 錳液（ $0.2N$ ），放於振盪機上
 ，繼續加入 850.00 錳化合物液，振盪半小時，靜放 $10-15$
 分鐘，過濾洗滌及燒灼一如前法。若有氧化矽存在，處理
 如前。

C 測定分析法——測定磷酸鉍鹽（Pemberton）

此法又分為二：——

1. 根據磷酸鉍鹽沉澱，中含有 $12 NaO_2$ 之觀察

試藥及溶液：30 硝酸（ $D.1.20$ ），38 鹽液，42 枸橼酸鉀
 ，36 枸橼酸液 17% ，47 酸性硝酸鉍液，46 鉍酸鉍液，49 硝
 酸鉀 $1-2\%$ ，37 氫氧化鈉液 $\frac{N}{0.324}$ ，51 無色試藥 Phenol-
 phthaline，硫酸鉍液 $\frac{N}{0.324}$ ，49 硝酸鉍。

分析手續：託瑪斯 Thomas 磷肥 Bories——秤樣 $25.2g$

放於 Kjeldahl 氏瓶中，加 200.00 枸橼酸鉍液，再加水至
 750.00 ，加熱至 $98^{\circ}C$ （保持此種溫度），去火，加 100.00
 鉍酸鉍液，輕輕攪動，10分鐘後，繼加鉍酸鉍液 100.00 ，
 攪動如前，放置一刻鐘，於直徑 $70m$ 濾紙上過濾，以水傾
 瀉兩次，移入沉澱全部於濾紙上，繼續以水洗滌，至無酸
 性反應，（其法可於微弱鹼液中，加一滴無色試藥 Phenol-
 phthaline 與濾紙試驗可也。）若洗液中含有 $1-2\%$ 硝酸鉀
 ，則更為適宜。濾紙及內容物，移入前供沉澱之小玻璃杯中
 ，加 100.00 新鮮煮沸蒸餾水，而後以適量氫氧化鈉溶解其
 沉澱，（約 200.00 ），輕輕攪動，加三滴無色試藥，以 $\frac{N}{0.324}$
 或 $\frac{N}{0.324}$ 磷酸測定過量之氫氧化鈉。

磷質磷肥 (Phosphates désagrégés Mingraux prép.)

0.15%)——其法如前，僅枸橼酸鹽 20.0. 改用 50.0. 及 2-8 滴 10% 硝酸鹽。

2. 應用于 (SO₄) 硫酸根存在時之分析

試藥與溶液：33 濃硫酸 (D. 1.84)，47 酸性硝酸鹽：46 錳酸鹽液，36 氫氧化鈉 ($\frac{N}{5.852}$)，51 無色試藥。

分析手續：託碼斯磷肥 (Soothen)，磷質磷肥 (Phosphates d'assurances) 秤樣 25.5 gr. 放於 250.0. 量瓶中，加 50.0. 濃硫酸 (D. 1.84)，均勻振盪，煮沸 10 分鐘後，放冷，小心加 500.0. 普通水，完全冷下，加水滿 250.0. 過濾，靜置。

吸取 100.0. 傾入于容積約 750.0. Berlin 氏杯中，加熱至沸，去火，冷至 80.0. 時，加飽酸鹽 20.0. 沉澱之。二三分鐘後，輕攪，放置一刻鐘。于直徑 9.0. 濾紙，濾過。初用傾瀉法，以水洗滌兩次，而後全部移入濾紙，繼續洗滌至洗液無鹼性反應為止 (試法如前)，濾紙及內容物移前供沉澱用之玻璃杯中，加 15-20.0. 沸水，以適量之氫氧化鈉液 ($\frac{N}{5.852}$) 溶解沉澱，輕攪，加三滴無色試藥，測定

肥料標準分析法之高權

如前。

II. 水溶磷酸

A 重量分析法——定 Pyrophosphate (焦性磷酸鹽)——試藥與溶液：硝酸 (D. 1.20)，鹽酸 (D. 1.10)，鹽液。樣品之秤重：含 P₂O₅ 甚富者 2.5 grs.，普通過磷酸 (10-20%) 5.0 grs.，含 P₂O₅ 磷酸甚少之過磷酸或其他磷酸 10.0 grs.。

分析手續：秤樣品如上所示之重量，放入磁杯中，加 20-25.0. 冷蒸餾水，輕輕以玻璃棒壓碎，傾瀉入 500.0. 量瓶中，繼續三次，移入全部于瓶中，加水約滿 400.0.，然後放於轉動器 (Culbute) 上，(每分鐘 35 週) 旋轉半小時，或時時攪拌二小時亦可，如水滿量，振動過濾。若供試品為重過磷酸，則攪拌之時間應延長至 2 小時。吸取重過磷酸液 50.0.，吸取普通磷酸液 50.0.，吸取低級磷酸液 100.0.，以硝酸數滴，使成酸性，然後如前法定量其磷酸。

如用枸橼酸機械法，應於沉澱之前使變態磷酸 (Non

ortho) 變為正磷酸鹽(Ortho, H_2PO_4)。其法如下：——
 於前面供試液中，加100.0. 鹽酸(DI, 10)或150.0. 硝
 酸(DI, 20)，煮沸10—15分鐘，而後以 H_2O 液中中和，按普通
 方法進行之。

B 測定分析法(Pentabenton)
 試藥與溶液：49 硝酸鹽10%，43 枸橼酸鹽，47 酸性硝
 酸鹽液，枸橼酸液。

分析手續：

1. 第一法

樣品秤量：重過磷酸鹽18g，普通過磷酸鹽2g，含 P_2O_5
 4.10% 磷肥4g，將秤好之樣品裝成500.0.，處理如前。
 吸取前項溶液250.0.，加10%硝酸銨二滴，枸橼酸鹽
 50.0.，酸性硝酸鹽250.0.，及200.0. 水，熱至95.0.，而
 後如前定無機酸溶解磷法進行之。

2. 第二法

樣品秤量：普通過磷酸鹽6g，其他磷肥5g，預備溶
 液，如重量分析法($MgH_2P_2O_7$)法中所示。

吸取溶液量：過磷酸鹽100.0. (0.18g)，磷礦(低級磷
 肥)200.0. (0.28g)。吸取之液，傾入175.0. 玻杯中，加
 枸橼酸鹽1.5g，或枸橼酸相當量亦可，250.0. 酸性硝
 酸鹽，加水約滿750.0.，煮沸而後，一如定無機酸溶解磷
 酸法進行之。吸取液若為200.0. 時，則 P_2O_5 之百分數應
 以 $\frac{2}{3}$ 除之。

重、溶於水及鹼性枸橼酸鹽

A 重量分析——定焦性磷酸鹽 Pyrophosphate ——

第一法

試藥及溶液：30 硝酸，44 硝酸銅銨鹽液，34 鹽酸，45
 鹼性枸橼酸鹽。

樣品秤量：過磷酸(20%以上)1.08g，過磷酸(10—
 20%)2.08g，磷肥(小於10%)4.08g。

分析手續：將樣品秤好置於小磁杯中，加20—250.0.
 蒸餾水，均勻磨碎內容物，傾瀉過濾入250.0. 量瓶中。
 此項手續，重複三次，而後移全部於濾紙上，繼續以水洗
 滌，至洗液約200.0.。至此，若欲用硝酸銅液或鹽酸

沉澱法，可加數滴硝酸於濾液；若用枸橼酸機械法，加水
濾量(200.00)，濾紙上殘留物，移入250.00量瓶中，加
鹼性枸橼酸濾液100.00，充分振盪，以均佈殘留物，並
揉碎濾紙。

鹼性枸橼酸濾液加入量瓶後，冷放20小時，同時振盪
，然後加熱40°C一小時(此時水浴應保持50°C)，屢屢
攪拌。待冷，做成200.00過濾，取濾液50.00，再加水
50.00而後定量。或用硝酸鉍法，或用枸橼酸機械法
。於沉澱之前，若欲使變態磷酸(Non-ortho)變為正態
磷酸(Ortho)，應如前法處理之，不過所加枸橼酸濾液100.
。已足。蓋此濾液中含有50.00枸橼酸鎂。

若磷肥中含有難溶之鈣鹽，可用下面特種方法分析：

秤磷肥25g，如普通方法洗滌其濾紙，收集於200.00。
蒸餾瓶中，並洗液連200.00為度。濾紙及其中殘留物，
以200.00水，浸漬2小時，而後濾入前所用之蒸餾瓶中。
處理之，加50.00一小時，繼做成200.00。取水溶液25.00。
及枸橼酸25.00，加25.00鹼性硝酸鎂，煮沸五分鐘，

放冷至80°C，而後依無機磷溶解法分析之。

第二法

秤樣品做成溶液，如焦性磷酸鹽(Pyrophosphate)重
量之法。

分析手續：取枸橼酸液12.50。處理此液，若欲分解
枸橼酸，參看下節鹼性枸橼酸濾液溶解磷第二項容量分析
法所示，繼加水溶液12.50。煮沸而後，依無機磷溶解法
分析之。

IV. 鹼性枸橼酸或溶解磷

A 重量分析法(Pyrophosphates)

a. 沉澱磷酸石灰(多屬有機物質)

試藥及溶液：鹼性枸橼酸液，硝酸，硝酸鉍酸液。

分析手續：沉澱磷酸——秤重10g，放於磁杯中，直接
以鹼性枸橼酸濾液處理若干次，每次上層液傾瀉入200.00
量瓶中。當沉澱磷酸完全粉碎時，全部移入量瓶，其餘玻
璃磁杯及漏斗皆洗滌清潔，至多不能超過200.00。枸橼酸
濾液，後加幾塊玻片，傾入量瓶中。放冷20小時，於最初

10分鐘時應頻頻振動，以後亦常加振盪，而後置於水浴上，加熱 40°C 一小時，同時振盪。放冷，做成 $500.0.0.$ ，過濾。取濾紙 $1000.0.0.$ (0.26gr.)以硝酸中和，繼過量加 $50.0.$ 煮沸5分鐘，用硝酸鉍酸鉍液沉澱之。

d. 磷質磷酸 (Phosphates deammoniacales)

秤重 1gr. 放於 $250.0.0.$ 量瓶中，此瓶事先加有 $100.0.0.$ 鹼性枸橼酸鉍液，繼則微微振盪，塞之，置於振動機上（每分鐘 55 轉），確好一小時，而後立即加水滿量 ($250.0.0.$)，過濾。取 $100.0.0.$ 濾液 (0.46gr.)，然後加硝酸及硝酸鉍酸鉍沉澱，一如前法。

B 容量分析 (Permanganate) (測定)

1. 第一法

沉澱磷酸 (Phosphate Pr6opite)：秤重 1gr. 製備溶液，如前重量法。取 $150.0.0.$ 濾液 (0.08gr.)置入約 $150.0.0.$ 三角瓶中，加硝酸 ($\text{D. } 1.20$) $110.0.0.$ ，煮沸一小時；繼加硝酸鉍酸鉍液 $750.0.0.$ ，加水達 $150.0.0.$ ，加熱 98°C ，按前無機酸溶解磷酸法分析之。

係數：——每 $0.0.0.$ 以 3.88 乘之。

磷質磷酸 (Phosphates deammoniacales)：秤重 1gr. 製備溶液，如重量法，取 $150.0.0.$ 濾液 (0.06gr.)，處理如前。

係數：——每 $0.0.0.$ 以 1.67 乘之。

2. 第二法

試藥及溶液：80硝酸 ($\text{D. } 1.20$)，32濃硫酸，50過錳酸鉀 (KMnO_4)，47酸性硝酸鉍液，46鉍酸鉍。

分析手續：沉澱磷酸——秤重 1.0gr. 製備溶液，如重量分析法。取濾液 $250.0.0.$ (0.08gr.)，置於 $175.0.0.$ 三角瓶中，加硝酸 (1.20) $150.0.0.$ ，加濃硫酸 $30.0.0.$ 及結晶過錳酸鉀約 0.08gr. ，放於砂浴上，溫和煮沸，時時攪拌，熱至枸橼酸完全分解，及硫酸白霧充滿瓶裏為度。

欲達此目的，可於瓶內物質漸變棕色時，去火，再加硝酸 $100.0.0.$ ，煮沸，遇必要時，得反覆數次此項手續，至全部枸橼酸分解及溶液成無色為度。但因過錳酸鉀關係，液容帶淡紅色。去火放冷，加 $250.0.0.$ 酸性硝酸鉍及 $250.0.0.$ 水煮沸後，去火，以 $200.0.0.$ 鉍酸鉍液沉澱之，而後按

種類：——

鹽類：55 氯化銀 (BaCl₂) 10%，56 氯化鉍 (PbCl₂·2H₂O) 10%，57 磷酸銀 (隨用時製備)，58 蟻酸鈉 (H₂COONa) 10%。

溶劑類：59 80% (G.L.) 酒精含 1% 過氫酸液，60 酒精 86 (G.L.)，61 蒸餾水。

金屬類：62 鎳。

A 普通法——定還元鉍——鉀鹽類

試藥及溶液：52 氯酸，氯化銀 10%，氯化鉍 10%，酒精 85 G.L.，新製碳酸銀。

分析手續：秤重 5.0g. 放入 500.0. 瓶中，加水半量，煮沸半小時，加氯酸使成酸性，而後滴入氯酸銀 (10%)，使碳酸根完全洗滌為止，冷下，做成 500.0. 之容積，裝置過濾。

取濾液 95.0.0. (氯化鉍或碳酸鉍) 或 50.0.0. (Kantite sylvite) 放入磁皿中，加數滴氯酸，繼加 10% 氯化鉍 10.0.0.，而後放於水浴上，蒸膠。

以 85 G.L. 酒精滴入少許於磁皿，小心壓碎氯化鉍鹽之結晶，繼加 15-20.0.0. 酒精，混合，放置十分鐘，傾瀉上層液於直徑 9cm. 濾紙上，(此濾紙事先浸入 85 G.L. 酒精，並經 125°C. 乾燥者，此項手續不要超過二分鐘以上，然後移入全部沉澱於濾紙，繼續洗滌，至無氫離子反應為度。

於乾燥箱中，以 125°C. 烘乾之，放冷，秤重。

係數：. 0.194

附註：若鉀質肥料為 Stasfort 棕色鹽，其中含有氯化鎳及碳酸鎳，分析時須稍變前法，Sotnema 氏法如下：前所用之氯化銀，以新鮮沉澱碳酸銀代之，其法如下：59r. 棕色鹽，放入 500.0. 量瓶中，加 800.0.0. 水，煮沸一刻鐘，加新製碳酸銀 59r. 繼續煮沸半小時，放冷，加水滿量，過濾，取濾液 500.0.0.，加氯酸，如前處理之。

B (枯倫諾台) Corenwinder 及 (空托其) Contamine 氏

改變法——定還元鉍——鉀鹽及其他鉀質肥料

試藥及溶液：53 鹽酸，56 氯化鉍，酒精，58 蟻酸鈉 10

前無機酸溶解磷法分析之。

係數：——每0.00乘以1。

磷質磷法——秤重10.00溶液製備，如重量分析法。取
濾液250.00(0.1gr.)處理如前。

係數：——每0.00乘以1。

V. 0.5% 枸橼酸溶解磷華格萊(Wagner)

A 重量分析法——定焦性磷酸鹽(Pyrophosphate)

試藥及溶液：38 枸橼酸2%，30 濃硝酸，32 砒酸。

分析手續：製備溶液，秤重2.5gr. 置於500.00. 量瓶
中(Wagner氏式)，此瓶事先加有500.00. 2% 枸橼酸，小
心振盪，塞緊於15—18°C，放於旋轉機上(每分鐘85週轉
動)，經半小時，取下過濾，使砒酸析出，取50.00. 濾液
，放入900.00. Kjeldahl量瓶中，溫和煮沸至白霧發生為
度，完全放冷，加水滿量。

測定：過濾前項溶液，取150.00. (0.3gr.)，或用枸
橼酸機法，或用硝酸鉍法分析之。

B 容量分析法(Pemberton)

肥料標準分析法之商標

1. 第一法

溶液製備如重量分析法，並處理不溶砒酸如前。

取250.00. 含有磷酸2.5gr. 枸橼酸液，100.00. (0.1gr.)
) 傾入1250.00. 三角瓶中，加50.00. 酸性硝酸銀液，60.00.
71% 枸橼酸液，加水使成750.00.，加熱至80°C. 而後，按
無機酸溶解磷法分析之。

2. 第二法

溶液製備如重量分析法。

直接處理磷酸中不溶砒酸法——取250.00. 含磷酸2.5
gr. 之枸橼酸液100.00. (0.1gr.) 放入1750.00. 三角瓶中，加
50.00. 硝酸，蒸乾，復加1.50. 硫酸，置本生燈上熱之，
不斷攪拌，至白霧亞氧化氮不生為度，放冷，復加50.00.
酸性硝酸鈣，然後加水50.00. 煮沸，按無機酸溶解磷酸
法定量之。

鉀質肥料分析法

試藥與溶液：

酸類：53 氫酸，54 過氯酸(HClO₄) 20% (D. 1.125)。

X, 63 號。

樣品秤重：鉀鹽 5g，其他鉀質肥料 10g。

分析手續：秤好樣品，放入 500.00 量瓶中，加水半量，煮沸半小時，冷下，加水滿量，振盪過濾。取 250.00 (氯化鉀、硫酸鉀及硝酸鉀)，或 500.00 (Kainite sylvite 及其他)，傾入磁皿，置放水浴上，蒸乾，若有鹽類或有機物，應於本生燈上小心燒灼，而後加鹽酸少許，繼加 100.00 氯化鉍，置水浴上蒸成膠。加酒精 (85 G.L.) 少許，壓碎結晶，洗滌如普通法所示，洗滌後之沉澱，以沸水溶之，濾液集收於 500.00 玻璃杯中，此杯事先已含有 80.00 之 10% 蟻酸鈉，煮沸，待還元作用完全時，加氯酸，使為強酸性反應，然後用無灰濾紙 (直徑 8cm.) 過濾，移全部於其上，以冷水洗滌，至無氫離子反應為度，燒灼，秤重。



蟻酸鈉使氯化鉍還元作用，亦可以純粹 0.89g 氯化之，此步手續以前之工作，與上同，以後手續可述之如下：

肥料標準分析法之商標

煮沸，振盪，加氯酸適度恰至溶解過量之鎂，繼續加熱，至白金變成團結組織，過濾，分析如常法。此法應須注意者，鑪中不可含有其他雜質。

C 薛羅西 Solochrome 改變法——定過氯酸鉀——鉀鹽類

試藥及溶液：53 氯酸，55 氯化鉍，54 過氯酸 20% (D.1.125)，59 酒精 (80 G.L.) 含 1% 過氯酸液，60 酒精 (96%)。

分析手續：秤重 5g 放入 500.00 量瓶中，加 200—300.00 水，煮沸半小時，加氯酸使為酸性，以稍過量之氯化鉍沉澱硫酸根，放冷，加水滿量，過濾。取 250.00 傾置色玻璃杯中，加 100.00 過氯酸 (20% D.1.125)，蒸發至氯酸蒸氣顯盡及過氯酸白霧發生為度，放冷，加 80% G.L. 酒精及 10% 過氯酸混合液 50.00，以玻璃棒壓積沉澱，此項手續，重複三次，而後移入全部沉澱於濾紙 (此紙事先以 120°C 烘乾之)；但需注意者，酒精與過氯酸混合液，用量不可超過 400.00。最後用 96% 酒精洗滌，以防過氯酸使濾紙變黑之虞，而後以 120°C 烘乾秤重可也。



馮爾夫氏法則 (Wolff's Law)

1. 馮爾夫氏法則的意義：——在供給植物的養分的場合，若只供給各必要要素的最少量，結果必不充分良好，故供給一二最少量成分的處所，必同時充分使用別的成分。這是馮氏法則的大意。

2. 氏試驗燕麥的結果，在乾物100分中，生產所必需各種無機成分裏面，最必要六種的最少量，已決定如下表：——

氮素 1.0分 磷酸 0.8分 鉀 0.8分 石灰 0.8分 鎂 0.5分 硫酸 0.5分

此各成分，若鉀質0.8分，石灰0.8分爲最少量者，至於磷酸、氮素等須較右表稍多使用，才能使植物能完全生育，何以只施用最少量，則其成績便不良好呢？

3. 理由：——因無機成分對於植物，除生理作用之外，尚有物理的作用，其中一部分行置換作用；又因其成分之複雜，能生共同的作用，使植物體生育作用完成。

肥料對於土壤細菌之關係

劉和

每一公分之肥沃土壤中，所含細菌細胞之數目，可達一千餘萬個。其數目何以如此繁多，並其對於土壤究有何作用，乃晚近土壤學者極感興趣之研究題目。據已知者，在農業的立場上，土壤細菌之與植物營養有關係者，可簡分為二種：一為有益者，一為有害者。有益細菌中之重要者，有纖維質腐爛細菌、脛化細菌、硝化細菌、氮氣固定細菌、硫化細菌、鐵化細菌等；其有害者，有硝酸還原細菌、植物病原細菌等。茲將其工作簡略述之：

纖維質腐爛細菌 土壤中之有機物，必須經過腐爛作用，變為簡單之化合物後，始可有改良土壤物理狀態，及供給植物以食料之效用。此種腐爛，為細菌之作用，而其生成物，則為澱粉、糖類及二氧化碳氣。但上述之作用，為氧化作用。故設土壤中之空氣缺乏，則生成沼澤氣與有機酸，此二者，無改良土壤物理狀態，及供給植物食料之功用。

脛化細菌 作物不能吸收土壤有機物所含之蛋白質，以作氮素食料，於是有脛化細菌，將蛋白質所含之脛基酸的脛基，氧化之而生成脛。水生作物如稻、荷等，即可吸收之以作食料。

硝化細菌 旱田作物如麥、棉等，不能吸收脛以作氮素食料，而必須吸收硝，於是土壤中有硝化細菌，而其工作，即將脛化細菌所生之脛，氧化之而變為硝也。

氮氣固定細菌 使田憩息，有時可增加土壤之氮素成分。種植豆科植物，有時亦可得同樣結果。其原理乃由於土壤中有氮氣固定細菌，以固定空氣中之氮氣。此種細菌有單獨生長於土壤中，有與豆科植物共生者；若土壤管理適當，此種細菌即可固定氮氣，以增加土壤之氮的成分。

硫化細菌 蛋白質所含之硫素，於蛋白質分解之後，土壤中之硫化細菌，可取而氧化之，以生成硫酸。硫酸可溶解土壤中之磷質物，而解放植物食料。

鐵化細菌 土壤中之鐵質，常因水分過度，而發生還原作用，生成低氧化鐵。低氧化鐵不利於植物之生長，故必須氧化為高氧化鐵，此為土壤中鐵化細菌之工作。

硝酸還原細菌 此種細菌之工作，為將硝所含之氮取出，而使其還原為銻或氣。銻與氣皆為氣體，故可放散於空中而損失之。

植物病害細菌 植物病害細菌之以土壤為根據地者，種類甚多，但其施用施肥方法而却除者，有馬鈴薯之條病及洋白菜之黃腐病。施肥以增高土壤之酸度，即可阻止馬鈴薯條病之生長，而施用石灰以中和土壤酸性，即可阻止洋白菜黃腐病之生長。

不論細菌之工作為有益者，或為有害者，其目的在其自身之繁殖，而其結果為使宇宙間之物質，在物質不滅之定律下，能循環不息，時而由無機者變為有機者，時而由有機者變為無機者，惟如此，始可維持生命之永存；設無鐵化腐爛細菌，則宇宙間之炭，或可全變為炭水化合物，使植物無從得二氧化碳氣，於是生長必須停止；其他各種

細菌，設一旦停止工作，則物質之循環亦可間斷，而生命不能維持矣。

物質之循環，雖為不可一時停止之自然作用，但為農業上設想，吾人可設法節制此種循環之某一處，使其加速工作，或使其緩慢進行，或使其稍改途徑，而增加農作物之生產。節制方法，固屬多端，如灌溉、排水、耕耨等方法，皆為農人常用者；但本論既以肥料對於土壤細菌之關係為題目，故僅就肥料之作用而論之。

若欲節制細菌之作用，而使其有利於作物之生長，必先明瞭細菌之生活狀態，或其食料、溫度、水分、反應等條件之需求，然後於欲使其發達之時，予以適當之生活環境，而不願其生長之時，則予以不適當之條件而阻止之。

細菌為下等植物，其所需求之食料，亦為高等植物所需求者，但無葉綠素，故不能固定日光之「力」，因而其「力」之給源，必須取給於高等植物之遺體，或所施肥料，或土壤中之某種化合物。因其「力」之給源，各相殊異，故其他生活條件，亦因之而受影響。

纖維質腐爛細菌之「力」的給源，為氧化植物所遺留，或人工所施用之有機物的纖維質，而生成澱粉、糖類及二氧化炭氣。此種細菌之最適溫度，為百度表 88 至 89 度，水分為百分之 80 至 85 ，反應為由 $\text{PH}5.6$ 至 7 。（ $\text{PH}7$ 為中和， $<$ 以下為酸性，其上為鹽基性。）其食料需求，除纖維質外，與高等植物相同。若土壤管理適當，宜於此種細菌之生長，則土壤中之有機物，可變為簡單之糖類及二氧化炭氣。氮氣固定細菌，可取簡單糖類為食料，而固定空氣中之氮氣。而二氧化炭氣，則溶解於土壤水分中，生成碳酸，以溶解土壤中之礦物質，而解放植物食料。

施用有機肥料如廐肥、豆餅、棉粉後，測土壤中二氧化炭氣之生成量，可決定土壤之肥沃度。蓋若二氧化炭氣多時，即表明土壤中不缺乏高等植物之食料，而土壤之物理狀態與反應，亦適於高等植物之生長也。

鹽化細菌之「力」的給源，為氧化鹽基酸之鹽基，而生成鹽。此種細菌所要求之主要植物食料為鈣、鎂與磷。空氣為必需者，因鹽化作用為氧化作用，其水分要求，為

土壤儲水力之百分之 80 ，反應要求為近乎中和。

施於土壤中之有機肥料，必須經過鹽化作用，始可使蛋白質所含之氮變為植物食料。故施用有機肥料時，必須注意鹽化細菌之生活條件，以求肥料之效力的迅速表現。

利用鹽化作用，可測各種有機氮肥之應用度，其易於鹽化者，為易變為應用者，乃自然之理。

硝化細菌之「力」的給源，為氧化鹽。此種細菌之重要食料要求，為磷、鉀、鈣等，而其所需之炭來自腐植質及無機之碳酸鹽。硝化細菌必須空氣，而反應之要求為近乎中和。

取不同之土壤數種，各施以等量之無機鹽化合物如硫酸鹽，予以同等之溫度及水分，而測硝之生成量，由斯即可決定各土壤之肥沃度之高低。蓋硝化作用進行甚速者，其所含之磷、鉀、鈣等植物食料必充足，而其反應亦必適於高等植物之生長。

硫化細菌之「力」的給源，為氧化蛋白質分解後所生成之硫素或硫化氣，其生活條件與鹽化細菌相仿。

以磷素與燐灰石粉相混合而作堆肥，或直施於土壤中，可增加燐灰石粉之應用度；蓋硫化細菌氧化磷素或硫化氫而生成硫酸，硫酸溶解燐灰石粉而生成水溶性磷酸一鈣，此化學作用，與製造過燐酸石灰之原理相同。

硫化細菌之「力」的給源，為氧化低氧化鐵。此細菌之貢獻，僅為變鐵質為植物應用性者，以便於生成葉綠素時所取用。

硝酸還原細菌之「力」的給源，為取硝之氧，而氧化炭水化合物。此細菌生長於多水、低溫之環境中；排水及施用石灰，即可免除此種細菌之生長。

新鮮之馬糞及禾稽，亦有此種細菌，故不宜用作肥料，尤不宜施於多含硝之田中。

氮氣固定細菌之「力」的給源，為纖維質腐爛細菌所生成之簡單糖類，或豆科植物所製造之簡單糖類，其礦物食料之需求，以磷為最重要，而適當反應為近乎中和。

測土壤中所含應用磷酸量之方法，以不施用磷素肥料，而培植氮氣固定細菌，然後測所固定氮氣之量，以決定

應用磷酸之量，為其中之一者。蓋固定氮量多時，土壤所含之應用磷酸量亦必多也。

土壤細菌之工作及生活條件，既已知之，則可於農業經濟之範圍內，討論施肥之方針，以節制細菌生活，而增加作物之產量。與此問題有關係之因子，有肥料種類、施肥時間、土壤情形、作物種類、農業制度等數端。但於此僅以肥料之種類為討論單位，而將其他因子歸納於其中。

有機氮素肥料，如豆餅、棉粉、廐肥、綠肥等，施用之後，必須經纖維質腐爛細菌、銜化細菌、硝化細菌及硫化細菌等之工作，始可變為作物應用之食料；若欲促進其效力，必須使土壤之溫度、水分適宜，反應近乎中和，施用時間亦必須使其於散植物食料之時，而作物亦正在需求食料之際。以此種肥料作基肥最為適宜，且以施於稻田較棉田或麥田更能多獲利益。

無機氮素肥料如硫酸銨，為一種水溶性鹽，故其效力易見，但因其為酸性肥料，故長久施用，可使土壤變為酸性，而阻止纖維質腐爛細菌、硝化細菌及氮氣固定細菌之

生長，而土壤物理狀態亦可因之破壞；蓋黏土變為酸性後，即破壞團粒，而成泥濘或硬硬狀態。酸性土壤更不宜施用酸性肥料，不待言矣。長江以南之土壤，鮮有不為酸性者，然則硫酸銨之施用為有利或為有害，誠急待研究之問題也。

無機氮素肥料如硝酸鈉，為即時應用之植物食料，其價值甚昂，僅可用之於蔬菜等昂貴作物的促成栽培。

植物之氮素食料來源，以得之於氮氣固定細菌所固定者為最經濟。設種植豆科植物一畝，若生長良好，可固定氮氣三十斤。此三十斤之氮氣的價值，根據化學肥料所含之氮的價值或肥料之商業價值而計算，可值洋十二元之譜。除氮素外，尚有每畝約二千斤之有機物。故種植豆科作物一畝，以作綠肥，不啻施用於土壤中價值十五元上下之肥料，而所需資本，僅種籽及石灰，以中和酸性，並購買或不溶性磷肥，以補充磷之不足。綜此三者之所費，尚不足洋三元。

浙省之桑園、稻田及麥田，皆可用細菌方法，促成氮

氣固定作用而培肥之。此時所急須研究者，為適宜之豆科植物，與播種及耕種之時間耳。

有機磷素肥料如骨粉等，我國自有之量頗鉅，惟以工業落後，不能製成應用磷素肥料，但可與硫混合而作堆肥，或直接施於田中，以利用硫化細菌之作用。但若土壤呈酸性反應，則施用硫素，有增加酸性之可能，故於施用之時，必先明土壤之反應。

種植豆科作物以作綠肥，可施骨粉以作磷素肥料。

無機磷素肥料如燐灰石粉及過燐酸石灰，皆可促進氮氣固定細菌之生長。時聞人言，中國土壤少有需要磷素肥料者；此言究有何根據，不得而知，以中國土壤之成分尙少分析報告，而試驗結果亦非常缺少。若在黑龍江、遼寧及西北各省之黑土區，而種植大豆、小麥及肥根作物，則捨磷肥外，無其他需求也。

鉀素肥料對於細菌似無特別功用；但施鉀素肥料後，土壤吸收其鉀離子所放散之副電離子，如氯化鉀之類，對於土壤細菌可有刺激作用，而使其迅速繁殖。

長江以南之土壤，受高雨量之滲透作用，土壤中電解物之損失，為最甚鉅。鉀素肥料未必為必需者，而小量之副電離子對於細菌之繁殖，或可有所裨益。鉀素對於高等植物之作用，為使其健康，而能抵抗病害及機械損傷；其對於細菌之影響亦然。研究報告之中，常見有細菌數目繁多，而作用甚有限者；一般細菌學者皆以細菌不健康為其原因。故鉀素肥料之重要，亦在必然之列也。

吾人常以施用肥料為補充土壤中氮、磷、鉀之不足；但此三種植物食料原素，不能直接以其原素性物質施用之，而必須施用其化合物。於是有一部分非植物食料物質，或非缺乏之植物食料物質，施用於田中，如豆餅與棉粉等所含之有機物，磷酸鈣所含之酸根，氯化鉀所含之氯等；但對於土壤細菌之影響，則為至鉅。有機物之施用，利益多而損害少；至於其他肥料，究為有害或有利，則一視土

壤之情形而定耳。

不論肥料可直接影響於土壤，或可間接的影響於土壤細菌，但肥料之施用，應以試驗結果為標準，肥料商之宣傳，不能盡信之；蓋肥料商僅取其結果之良好者，宣示於農民也。近數年來，外商以大資本輸化學肥料於我國，並設法推銷之，每年已至值數千萬元之巨額。此種肥料，用之得當，效力甚大，否則為害亦烈。按歐美各國農民施用化學肥料，皆以試驗結果為指南，或在試驗場指導之下行之。而我國試驗場，少有作肥料試驗者，凡土壤分析、肥料試驗等工作，大都為肥料商所自作。其結果良好者，用之以作宣傳材料，其不佳者或有害者，則緘默之。而各試驗場則每有坐視農民受其荼毒，一任外商之操縱者，豈非痛心之事耶？甚望各地試驗場，均請肥料專門人才，專司肥料試驗工作，則農民幸甚，國家幸甚！

檢定土壤養分之三大試驗法

馬壽徵

I、總論

正、密采利西氏盆鉢法

- 一、密氏植物生育律之原理
- 二、密氏植物生育律之應用
- 三、植物生育因素之效果與產量關係之實例計算
- 四、設備及手續
- 五、羅柏艾氏幼植物法

一、方法之原理

- 二、試驗用具
- 三、土壤調製
- 四、種子與播種
- 五、收穫
- 六、化學分析
- 七、結果之應用

IV、安特金氏及坭克拉氏細菌法

- 一、安特金氏土壤有效氮質分析法
- 二、坭克拉氏土壤有效磷鉀細菌試驗法

I 總論

從往迄今，歸納土壤養分研究之方法，其途不外有二端：一為化學分析法，一為植物分析法。按此二法，孰善孰劣，固未可較量輕重，然晚近之趨勢，多已集中視線於後者，而以前者為輔。

植物分析，雖為近世學者所重視，然其方法之發明，迄今尚不多觀，所有者僅密采利西氏 (Mitscherlich) 之盆

而已。

鉢試驗，羅柏艾氏 (Reuber) 之幼植物試驗，及坭克拉氏等 (Niklas Posenrieder 及 Triehler) 之細菌試驗三法。法僅有三，可是對於土壤養分之研究，足可予吾人較滿意之效果；然本場決不以此三法為自足，蓋亦各有其缺點。故本場同時引用此三法，苟能於其試驗之結果比較中，發現特種關係，而予此三法，有所改進，或另有創造，斯一本場研究初心之奢望也。茲將以上三法，分別詳細說

檢定土壤養分之三大試驗法

明於後。

II 密采利西氏盆鉢試驗法

麥義爾氏(Meyer)對於土壤中有效養分，有兩種意見

：一為土壤中養分之含量(*nutritional content in the soil*)，一為土壤中養分之需要量(*nutritional requirement of the soil*)，前者是土壤本身之問題，而與植物無關，後者是植物生理學(*Plant Physiology*)上的問題，故與植物生育及生產律(*The Growth and Yield laws*)皆有密切之關係。因此，麥氏謂一切檢定土壤中有效養分之法，若不將土壤養分之含量與植物生育之關係，連鎖起來，則此法毫無價值之可言，如此擬而棄之可也。

麥氏之言，在檢定土壤有效養分問題上，實為頗撲不破之至理，而予未來努力土壤肥料試驗方法研究者之南針。

最初研究土壤有效養分問題者，類多注目於化學分析，從各種肥瘠不同之土壤，比較其分析之結果，猜測其中

肥瘠之高下，推度此種土壤之價值。然而經若干之歲月與無數學者之精力，其分析研究之結果則徒然；蓋化學分析乃人為之環境，其分析之數字亦為人造之數字，實際上與植物營養需要毫無關係。

而後努力此項問題之學者，不得不改變其研究之途徑。其中德人密采利西氏(Mitscherlich)獨能深悟麥氏之奧義，經長久研究之結果，遂發明植物生育律(*Law of plant growth*)，復將此律應用於土壤中有效養分檢定之盆鉢試驗(*Pot-experiment*)。至此，土壤中有效養分檢定之問題，遂獲一圓滿之解決。

一切農事試驗之方法，皆予人以美中不足之感，故密氏此法，亦復不免農業化學之苛刻批評；要之，無損於大體，密氏盆鉢法，猶為近世各國農事機關所推重採用，正方與未艾也。

一、密氏植物生育律之原理

自從1840-43年李比西(Liebig)氏發表植物營養礦物論(*Mineral theory*)微級律(*Law of minimum*)，與利柏

利氏(Liebig's)之限制律而後由利氏(Law of the optimum)以後，李氏乃將李氏限制律更作量的研究，羅維許與丹、羅維許試驗，李氏獲得植物生理關係法則(Law of the physiological relationships)後來其限制生長律(Law of plant growth)。

「由於植物生長因素一定量之增加，而增加之產量，與由此因素之極限增加而來之最大產量之差為正比例」(The increase in yield produced by a given increase in the growth factor is proportional to the decrement from the maximum yield, which can be obtained by increasing that particular factor)。

此等限制律式表示如下...

$$\frac{dy}{dx} = o_1(A-y) \dots \dots \dots (1)$$

此處 $\frac{dy}{dx}$ = 生長因素施用量 x 與其生產增加量 y 之比

。

A = 由於增加施用生長因素 x 量，而獲得之最大產量。

檢定土壤養分之三大試驗法

o = 比例常數 (Proportionality constant) 或效果率 (Efficiency-factor)

將(1)式積分則：

$$\frac{dy}{(A-y)} = o_1 dx; \int \frac{dy}{(A-y)} = \int o_1 dx$$

$$-\log_e(A-y) = o_1 x + k$$

$$\text{或 } \log_e(A-y) = k - o_1 x \dots \dots \dots (2)$$

若生長因素施用量 $x = 0$ ，則生產增加量 $y = 0$ ，所以

$\log_e A = k$ ，將此式代入(2)則：

$$\log_e(A-y) = \log_e A - o_1 x$$

$$\text{或 } \log(A-y) = \log A - o_1 x \text{ (此處 } o = 0.4343o_1)$$

.....(3)

解出 y 值：

$$y = A(1 - e^{-o_1 x})$$

$$\text{或 } y = A(1 - 10^{-ax}) \dots \dots \dots (4)$$

此方程表示之意義，確與化學上一價分子物質(Mono-molecular substance)於常溫下，所起化學變化反應之

速度 (Velocity of reaction) 完全一致，例如：過氧化氫 (H_2O_2) 在水溶液中分解者是。茲分兩面說明如下：在植物生育律方面， y 表示由於生育因素濃度 x 所生之產量，而 A 為其最大產量；在過氧化氫化學反應方面， y 表示於一定時間 x 後所生之產物變化量，而 A 為其原始濃度。

因此波爾氏 (Baule) 將密氏植物生育之對數論 (Logarithmic theory) 擴而大之，並以一個生育因素之各種不同濃度，同時應用於植物生產關係上。其公式，示如下：

$$y = A(1 - e^{-0x})(1 - e^{-0_1x_1}) \dots (1 - e^{-0_nx_n})$$

此處 x, x_1, \dots, x_n 表示此生育因素之各種施用量， $0, 0_1, \dots, 0_n$ 乃其各個效果率 (Efficiency factors)。而此公式所表示之關係，波氏謂之「生育因數效果律」(The Law of the effect of the Growth Factor)。密氏對此理論，完全信服而接受，蓋此與密氏一個生育因素和產量之間的關係，並不相背謬，且為彼作進一步之申說。

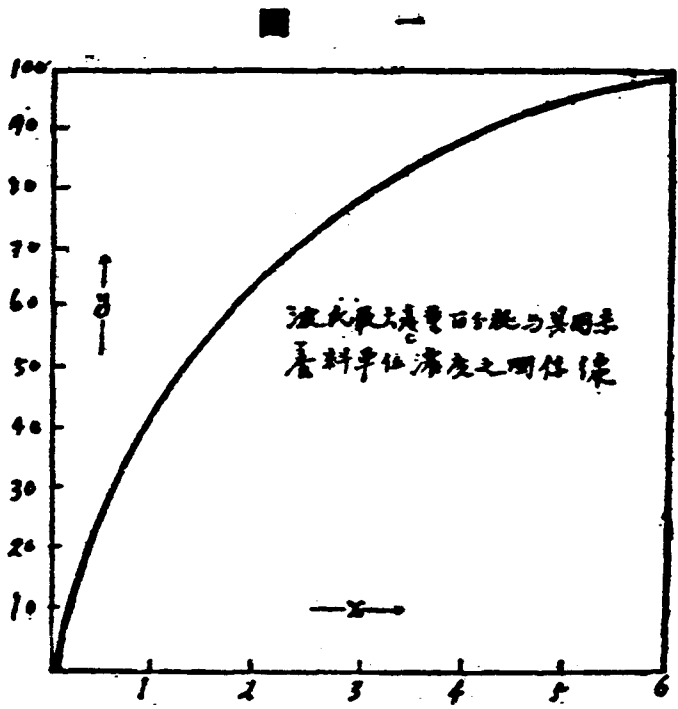
至於波氏對數律之關係，可先假定一「食料單位」(Food-unit)，而後闡明較易也。何謂「食料單位」？波氏

定義如下：「為一種生育因數之用量，而能產生其最大產量（此最大產量係於一定環境之下，僅由此一個生育因素遞變而來）之 50% 者。」(Amount of growth factor which will produce 50 per cent. of the maximum yield under given conditions when only one growth factor is being varied)。

密氏律既謂因素單位對於植物生育之增加量與其最大產量之差為比例。今若另加一「養料單位」(one food unit) 時，則增加此差 (the decrement) 50% 之產量。換言之：
 $50\% \times 50\% = 25\%$ 。所以 2「養料單位」 $= 50\% + 25\% = 75\%$ ，同樣，施用 3「養料單位」 y 產量 $= (75 + \frac{25}{2}) = 87.5\%$ ，施用 4「養料單位」 y 產量 $= 93.75$ ，5「養料單位」 y 產量 $= 96.875\%$ ，以下由此類推。

對數律既可如上數字之計算，則密氏方程式，當可用一函線圖表示如下(見圖一)。

養料單位，每以一定之面積與重量 (weight and area) 表示之；然因生育因素之不同，其數值亦各異。但此數值



y = 最大產量A之百分數
x = 因素養料單位之濃度

與效果率 (effect-factor) 有連帶之關係，蓋其數值等於 $\frac{0.801}{0.801}$ 故也。此處須注意者，方程式 $y = A(1 - e^{-0.1x})$ 中之 y , A , x , 及量，亦必取同一單位。在德國，普通場圃試驗 (Field-experiments) 以每公頃若干 Doppelcentner (ds) (Ds.) 表示之，其在盆鉢試驗 (Pot-experiment) 則以每盆

檢定土壤養分之三大試驗法

若干克 (Gms. / Pot) 表示之。

常數。之如何計算，可從下面之方程式中求出：譬如 y_1, y_2, y_3, \dots 由於施用某個生育因數各種不同等差量 x_1, x_2, x_3, \dots (合 $x_1 = x_2 = x_3 = \dots$) 而來之一系產量。則 (5) 式可變為...

$$\log(A - y_1) = \log A - 0x_1, \dots \dots \dots (5)$$

$$\log(A - y_2) = \log A - 0x_2, \dots \dots \dots (6)$$

$$(5) - (6)$$

$$\log(A - y_1) - \log(A - y_2) = 0(x_2 - x_1) \dots (7)$$

$$\log(A - y_1) - \log(A - y_2) = 0(x_2 - x_1) \dots (8)$$

因爲 $x_2 - x_1 = x_2 - x_2$, 故 (7) - (8)

$$\log(A - y_1) - 2 \log(A - y_2) + \log(A - y_3) = 0$$

$$\log(A - y_1) + \log(A - y_3) = 2 \log(A - y_2)$$

所以 $\frac{(A - y_1)(A - y_3)}{(A - y_2)^2} = 1$

最大產量 A 既可從三個由試驗而獲得之 y 值求出，則效果率。亦可由 (7) 式而求出...

$$0 = \frac{\log(A - y_1) \cdot \log(A - y_3)}{x_2 - x_1} \dots \dots \dots (9)$$

最大產量A每因y值試驗之誤差，發生多少之差異，以致影響效果率。之不確；故A值應根據多數之試驗，而求其平均數字，庶可增加效果率。之精確程度。

二、密氏植物生育律之應用

密氏在應用其植物生育律之前，首先假定下面幾種事實：第一，其生育律中效果率 (efficiency factor) 對於每一個生育因素視為常數，並此常數，不受任何外圍生育環境之影響；第二，凡能使植物產量發生影響之因素，無論在物理方面，化學方面，或生物方面，皆得謂之為植物生育因素。

由以上兩種事實之論斷，則土壤中養分含量，可藉一簡單之方法求出：今假設土中生育因數（或氮，或磷，或鉀）量為b，不加養分時，其產量為y₀；則y₀與b間之關係，可如下式表之：

$$\log(A - y_0) = \log A - ob;$$

$$b = \frac{\log A - \log(A - y_0)}{o}$$

若y₀以最大產量A百分數表之，則：

$$b = \frac{\log 100 - \log(100 - y_0)}{o} \dots \dots \dots (10)$$

茲復假定y為某種生育因素施用x量之產量，則此方式與前式比較於下...

$$\log(A - y) = \log A - ob \dots \dots \dots (11)$$

$$\text{及 } \log(A - y) = \log A - a(x + b) \dots \dots \dots (12)$$

$$(11-12)$$

$$\log(A - y_0) - \log(A - y) = ax$$

$$\text{或 } \frac{A - y_0}{A - y} = 10^{ax} = k$$

$$\text{所以 } A - y_0 = k(A - y)$$

$$A = \frac{ky - y_0}{k - 1} \dots \dots \dots (13)$$

此式，曾為密氏用於園場試驗尋求最大產量A之計算。在盆鉢試驗方面，求最大產量A時，對於磷酸與鉀質，密氏不用公式計算，僅以磷酸及鉀質足量施用時，所獲之產量為最大產量；至於氮肥最大產量A之測定，則仍需用公式推算。

試驗時，密氏最初用二十隻盆鉢，而後減至十六隻盆鉢，最近又減至十隻盆鉢。其中全肥盆 (N.P.K.)，氮鉀

盆(N.P.)，及氮磷盆(N.P.)，各重複三次，餘一雙為無氮盆，其中僅裝入1/3樣土與2/3白砂(以容積計算)之混合物。試驗植物採用燕麥，供試樣土採取 30cm. 之深度。關於盆鉢試驗手續之詳細說明，將於下節討論之。

此外尚有一事，未盡討論者，即效果率 (Effect-rate or)。數值是也，關於效果率。數值之計算，密氏曾費千百之試驗，而求得各種單位之相當數值如下：

ds/ha	G./pot	ovts/acre
N.....0.152	0.40	0.153
P ₂ O ₅ .....0.60	1.95	0.758
K ₂ O.....0.98	3.02	1.17

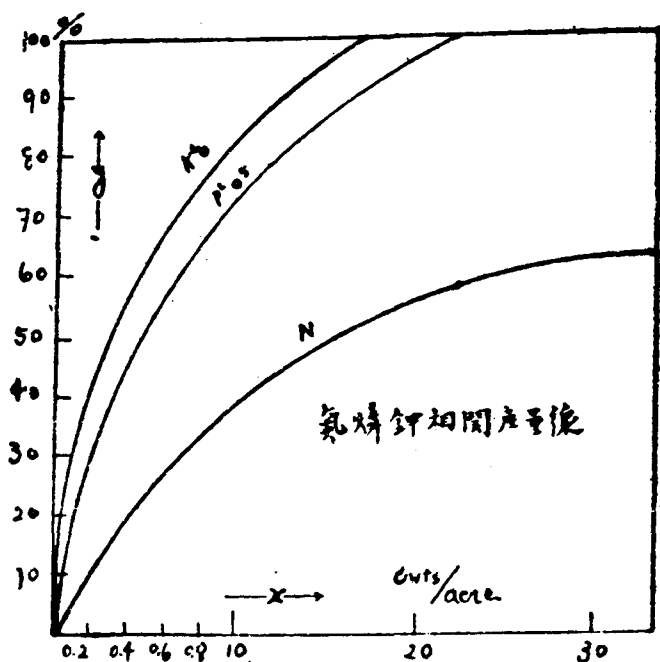
各種生育因素既有密氏效果率。數值之根據，則其相關產量可如下圖示之(見圖二)。

圖中產量以最大產量百分率表之，氮分含量x以 ovts/acre 表之。

此外，適度養分含量，亦可由各個效果率求得之。理論上，絕對之最大產量 (100%) 僅能於土中養分濃

檢定土壤養分之三大試驗法

圖 二



度無限大時，始可獲得；但實際上，若養分濃度能產生99%以上之產量時，則此產量亦可認為最大產量。茲將密氏研究土中氮分濃度與其獲得最大產量99%時，所需養分濃度計算之關係，列表如下：

最大產量99% 所需養分濃度	最大產量百分數	最大產量	土壤養分濃度	中氮	中磷	中鉀

	owts / acre		owts / acre
K ₂ O	1.6		1.75
96% K ₂ SO ₄	9.2	98.6	8.6
P ₂ O ₅	1.75		2.66
17% 過磷酸鈣 或 當地 性磷灰 (basicalag)	10.6	95.2	16.0
N	4.8	89.2	18.1
(NH ₄) ₂ SO ₄	24.0		65.5

密氏又謂某種產量百分數所需之養分濃度與此養分效果率數值之大小為反比例；質言之，即效果率大者養分濃度需小，效果率數值小者，養分濃度需大。但效果率對於一切肥料，俱有相同之效力（當然是指一切作物及一切土壤而言）及相當之用量者，則為常數。

在密氏植物生育理論說明結束之前，著者不能不有數言之批評。密氏對於土中有效養分含量及其需要量之方法，雖不見稱於「數學理論化」之議，然於實際試驗之結果，亦多相符合；故近數年來，歐美各國及東亞日本之各

農事機關，莫不採用此法；於此，密氏斯法之價值，不待著者之推重，已有若干事實證之矣。

三、植物生育因素效果與產量關係之實例計算
在舉實例說明之先，假定下面三種事實：

1. 土壤中養分天然含量：

K₂O = 99Kg. 相當於 3 「養料單位」 (nutts nutritives)

P₂O₅ = 200Kg. 相當於 1 「養料單位」；

N = 200Kg. 相當於 $\frac{4}{5}$ 「養料單位」；

2. 氮磷鉀三要素施用量：

K₂O = 33Kg. 相當於 1 「養料單位」；

P₂O₅ = 50Kg. 相當於 1 「養料單位」；

N = 100Kg. 相當於 $\frac{2}{5}$ 「養料單位」；

3. 1 與 2 氮磷鉀之總量：

K₂O = 132Kg. 相當於 4 「養料單位」；

P₂O₅ = 250Kg. 相當於 5 「養料單位」；

N = 300Kg. 相當於 $1\frac{1}{5}$ 「養料單位」。

A 每個生育因素對於最大產量百分數之效果：

1. 於土壤中養分天然含量情況下所獲得之產量：

$$K_2O = 99Kg. (3 \text{ 肥料單位}) = 87.5\%$$

$$P_2O_5 = 200Kg. (4 \text{ 肥料單位}) = 98.75\%$$

$$N = 900Kg. (1 \frac{1}{2} \text{ 肥料單位}) = 43\%$$

2. 施用氮磷鉀後增加之產量：

$$K_2O = 182Kg. (4 \text{ 肥料單位}) = 93.75\%$$

$$P_2O_5 = 250Kg. (5 \text{ 肥料單位}) = 96.875\%$$

$$N = 800Kg. (1 \frac{1}{2} \text{ 肥料單位}) = 58.9\%$$

B 氮磷鉀三個生育因素對於最大產量百分數之效果：

1. 於土壤中養分天然含量情況下所獲得之產量：

$$K_2O \quad P_2O_5 \quad N$$

$$87.5 \times 98.75\% \times 43\% = 85.87\% \dots \text{即氮磷鉀}$$

三要素對於最大產量百分數之效果；

2. 於施用肥料要素情形之下所增加之產量：關於此點

，又可分三方面來說明：

(a) 若氮磷鉀三生育因素，每次僅有一種施用於土壤

中，前後輪流三次，則此三次收穫量間之關係可表如下：

$$K_2O \quad P_2O_5 \quad N$$

$$(1) 87.5\% \times 98.75\% \times 43\% = 87.97\% \text{ (對於最大產量)}$$

(鉀質增加產量)

$$(2) 87.5\% \times 9.875\% \times 43\% = 38.45\% \text{ (對於最大產量)}$$

(磷質增加產量)

$$(3) 87.5\% \times 98.75\% \times 58.9\% = 46.68\% \text{ (對於最大產量)}$$

(氮質最大產量)

(b) 若氮磷鉀之生育因素，每次同時有二種施用於土

壤中，前後輪流三次，則此三次收穫間之關係可表如下：

$$K_2O \quad P_2O_5 \quad N$$

$$(1) 87.5\% \times 96.875\% \times 43\% = 89.05\% \text{ (對於最大產量)}$$

(鉀質增加產量) (磷質增加產量)

$$(2) 87.5\% \times 96.875\% \times 58.9\% = 49.24\% \text{ (對於最大產量)}$$

(磷質增加產量) (氮質增加產量)

$$(3) 87.5\% \times 98.75\% \times 58.9\% = 70.00\% \text{ (對於最大產量)}$$

(鉀質增加產量) (氮質增加產量)

檢定土壤養分之三大試驗法

(○) 氮磷鉀三生育因素，同時一次施用於土中，則其對於最大收穫量之百分數，可示如下：



$$98.75\% \times 98.875\% \times 56.9\% = 61.68\%$$

在復假定，不施肥料，每公頃產量 (Pomme de terre) 之產量為 200 Qx.m. (每 Qx.m. = 100Kg)，則據以上因施用生育因素而增加之產量百分數，其實際之產量，可以求出。今將前面各項數字，於各項特種情形之下，所獲得之實際產量，列表比較於下：

植物生育因素之用量	對於最大產量之百分數	相當實際收穫量 Qx.m.	因增加生育因素而增加之產量 Qx.m.
1. 天然土壤中營養三要素之總效果			
$K_2O + P_2O_5 + N$	85.97%	200	
$99Kg + 900Kg + 900Kg$			
2. 土壤中輸流增加一個營養要素時之效果			
$K_2O + 88 = 189Kg$	87.79%	214.3	+ 14.3

$P_2O_5 200 + 50 = 250Kg$	38.45%	206.7	+ 6.7
$N 200 + 800 = 500Kg$	46.68%	264.7	+ 64.7
3. 土壤中輸流增加一個營養要素時之效果			
$K_2O + P_2O_5$	39.06%	221.5	+ 21.5
$P_2O_5 + N$	48.24%	273.5	+ 73.5
$K_2O + N$	50.00%	283.5	+ 83.5
4. 土壤中營養三要素同時增加時之效果			
$K_2O + P_2O_5 + N$	51.68%	293.0	+ 93.0

四、設備及手續

A 密氏盆鉢及其設備之規定

密氏法本來無論何種形式盆鉢或圃場都可應用，惟密氏特備一種盆鉢，現時應用甚廣。鉢為搪瓷鉢筒，內徑 30cm.、深 20cm.，鉢之底部有一個孔，孔徑 8cm.，另備一直徑 15cm. 搪瓷鉢質圓板，蓋覆此孔。在鉢之下部置一排水盆，盆之內徑 24cm.，深 7cm.，此排水盆，以活動螺旋釘，各依等距離，排列於長水泥臺上。

另備一鉢鐵架，供植物延生時依附。此架由三條 80cm. 長的鉢鐵絲，和三個鐵環連結而成，其大小以適

能蓋覆盆鉢為度，第二環高80cm，就是說在鉢口上部20cm處，第三環在頂端，可稍微縮小；這樣，鐵架收斂不用時可以彼此重疊。

密氏植木鉢試驗工作，係在一大鐵絲網室內，以防鳥類之危害，此種鐵絲網室之構造設計如下：以4公尺的鐵桿(5cm dia) 1.5公尺埋入地下，再以4公尺長的鐵桿互相聯絡。鐵絲網所用的鉗鐵絲為1.0mm，網孔大為5cm，水泥臺高90cm，寬60cm，於必要時可設玻璃室，與鐵絲網室相聯絡，鉢之出入可附設軌道臺車等。

B 土壤之調製

每試驗至少需有十鉢，每鉢需篩別樣土6磅，所以每一試驗需土70-80磅，密氏備有一種穿土器，每次可取一圓25cm，深及6.5cm，直徑之土壤圓柱形，每一田地，至少選擇掘取50處，而後混和。取土時，田間不可太濕，以免防礙混合；取得之樣土置於潔清袋內，在裝入鉢內之前，以10cm孔徑之篩篩別之。

C 試驗時應備之材料

檢定土壤養分之三大試驗法

a 白砂(每鉢約11磅)

b 洗滌後之石礫

c 溶液

1. $\text{N}_2\text{O}_5\text{H}_4$ 液，每2000cc含N 1g.

2. SO_4K_2 液，每5000cc含 K_2O 1.5g.

3. $(\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7)_2\text{Ca}$ 液，每5000cc含 P_2O_5 1.1g.

4. 氯化鈉與磷酸銨混合液，每5000cc含 O_5g . NaCl 及 O_3g .

CaH_2PO_4

5. 每鉢用沉澱炭酸石灰 CaCO_3 1.5g.

過磷酸製備法 稱取所需量，加入蒸溜水煮沸，若此所得溶液內有 CO_2 懸浮物，放置待冷，移入量瓶，對成一定量，然後 CO_2 沉澱降下，將上部澄清溶液吸出。

D 生長期間盆鉢之處理

最好，各鉢加入同量重洗滌後的石礫，鉢之有輕重者，無須添減。在溶液、土壤及石礫等未混合之先，取出一鉢，將土壤填滿至白磁處，然後此土壤稱重，取此土壤之三分之一與此土三分之二同重之白砂混和，比仿說此鉢能

容7公斤，則需要 2.5×10^3 公升之白砂， 1×10^3 公升。

所量之土壤和砂稱出後，移入一大搪瓷盆，加入1.5克炭酸鈣 $CaCO_3$ ，用手將全體混和各種肥料溶液，吸取規定成分量，再全體拌攪。此時宜加入相當量之水，使之略潮濕，并有小片狀的組織，但不宜太多，因為以後很難完全移於植木鉢故也。

1. 鉢無N

2. 鉢無K

3. 鉢無P

3. 鉢完全施肥，N.K.P. $NaCl$, 50 mg .

這樣混合排列，可免完全肥料類的沾染，同時在每鉢完成以後，須將手洗淨。

這混合物從混合盆移入試驗盆鉢，可用一鐵質過濾器，此濾和鉢同大小，最大部的 0.5 mm ，用手輕輕壓緊，表面仍使之疎鬆。混合工作最好在鐵絲網室旁一小室內舉行，然後將鉢再移入鐵絲網室。每鉢填好以後，可用承水盆蓋覆，待全數完成，各鉢同時散種。盆鉢置於臺上時，有一

定之規律，即凡重複之鉢，不應連續排列，而應介以他鉢，使成間離之次序。譬如有三組重複三次之盆鉢九隻，其排列次序可如1, 2, 3, 1, 2, 3, 1, 2, 3之狀態。相隔一定時間以後，鐵絲網內之試驗盆鉢位置，應予以相當之交換，以使每鉢光線照射之平均。

密氏以燕麥 $O. sativum$ 作試驗，不過在熱帶地方，稻、小米(millet)亦可應用；若是用燕麥作試驗，必須選擇一種桿短而堅之品種，以減免風雨之危害。所用種子須在100 napthalen 溶液或其他殺菌劑內浸一小時，然後去水風乾。

散種可用釘板散種器(pegged marking board)，此器為薄木板上，有木釘五行，每行五枚，每釘距離 3 cm ，釘長 1.5 cm ，直徑 0.5 mm ，此器每次可印小孔35枚，播散於盆鉢之土面。燕麥種子置入孔內，以手指輕壓，然後查覆，種子不可種得太深。各鉢皆已下種完畢，即以承水盆(drainage saucer)覆之，直至發芽為止；既發芽後，將覆盆取去，鉢內充分給水；在幼植物生兩葉時，用小鉗將弱者棄去，每鉢留35枚；此時種子必須取去，常以鬆土器

便土面疎鬆；初時每兩日以蒸溜水灌溉一次，至成熟期間，每日以蒸溜水灌溉之，直至不需水分為止；在收穫前八日，完全不需澆水，每次所澆之水轉承於承水器內，然後再運入鉢內。無論植物生長充足與否，鐵絲架應覆於鉢之外面。

B 測定收穫量

穀粒之外殼以手脫之，各株分別收集之。莖桿從土面割刈，扎成小捆，在乾燥箱內以 100°C 焙乾；若無烘箱之設備，可用風乾四星期後，直至莖桿無綠色部分止。密氏特備一種汽油烘箱，可以限制溫度，可容 800 收穫物，復用多數金屬小箱，裝置穀粒，此箱之下部有金屬之網 80cm x 120cm，深，葉桿置同樣的箱內，大小 180cm. x 300cm. 或 100cm. x 200cm.，視收穫物而定，高 140cm.。這些小箱，彼此重疊堆積於大烘箱內，烘乾 16 小時，穀粒加莖桿之重為總收穫量。

F 結果之計算

土壤試驗時，全肥試驗盆鉢之平均收穫量，即代表最

檢定土壤養分之三大試驗法

大獲收量 A，

$$\therefore \text{土壤養分之含量} = b = \frac{\log A - \log(A - Y_0)}{0}$$

從無 N₂O 無 P₂O₅ 鉢內所得收穫量，而得方程式內 Y₀ 價，式中效果率。亦已由密氏規定，因此，土壤中 N₂O，P₂O₅ 之含量，即可以上式求得。

$$b = \frac{\log 100 - \log(100 - Y_0)}{0}$$

若是。價固定，天然要素量，可計算每鉢克數，或每英畝 0.1 數。

至於氮質肥效率不能得理論上的最高收量，不過可從方程 $A_n = \frac{ky - Y_0}{k - 1}$ 推出，此處 Y₀ 為無氮鉢之收穫量。

$$Y = \text{全肥鉢收穫量}$$

$$k = 10^x$$

$$0 = \text{效果率}$$

$$x = \text{全肥鉢用肥，比無氮鉢 18. N.}$$

每鉢若以克表示，則

$$0_1 = 0.40$$

$$0_2 = 0.40 \times 1.0 = 0.40$$

$$k = 10^{0.40} = 2.512$$

$$\therefore \text{力積式機皮} \quad An = \frac{2.512g-1.70}{2.512-1}$$

如此得氮的最高收量，則可從前式算出，此法之計算 A 也是應用田圃實驗結果。這樣所得的有效以 P.F. 指示 2 分子的砂和 1 分子土的结果，所以必須乘以 3，然後由每鉢推至每畝的土壤中養分含量及其需要量。

III 羅柏艾氏幼植物法

(此篇早爲何先生向平介紹於浙江省農業改良總場新農村一號，但爲讀者便利起見，故特載於此，尙希著者諒之。)

羅柏艾氏發明幼植物法，其目的乃爲測定土壤中磷酸與鉀質之需要量。此法與盆鉢及圃場試驗相較，其便利之處，堪爲農學家所珍貴；蓋圃場試驗，雖經數年，仍不免於錯誤之存在。至如盆鉢試驗，其中條件，因以試驗者爲主體，然氣候之變遷，亦無法管束也。其尤感困難者，盆鉢與圃場試驗，一年僅能於夏季舉行一次，且需廣闊之土

地與浩大之費用。羅氏幼植物法則反是，僅需一部分少量之土壤，於十七日間，可獲得結果，復因環境之易於控制，故四季皆利於進行試驗。

幼植物根部吸收已溶解及可溶解之磷酸與鉀質，若直接化驗此小植物，則土壤中爲植物所吸收之磷酸鉀質之有效量，即可明瞭。

一、方法之原理

設於一塊少量土壤之上，生長一羣稠密之幼植物，則此少量土壤中所含之有效養分，必悉爲此一羣幼植物吸盡而無疑。此種現象，於盆鉢及圃場試驗固然，即於幼植物試驗，亦莫不然；故從幼植物試驗分析之結果，推算土壤中某種養分之需要，頗屬易易。

羅柏艾氏法僅能供磷酸及鉀質之研究，他如氮質則不能用此方法測定；然此種缺點，實際亦無關緊要；蓋一切礦物質之土壤，皆缺少氮質也。

二、試驗用具

羅柏艾氏對於試驗用之杯鉢爲玻製圓柱形，其底面積

爲100cm，高爲6.6cm，惟用方底者（底面100cm²，高6.6cm）亦無不可。

試驗盆必須大小一律，而預先加以消毒，否則細菌附着，成績錯誤而影響幼植物生長之環境亦甚鉅。

爲免此種危險，鉢鉢應以沸熱5%氫氧化鈉溶液處理之。

三、土壤調製

已經空氣乾燥之樣土，以10目孔徑篩篩過，凡留於篩上之殘根及有機物之碎屑，亦應保留，與篩下之細土混合，然後定其乾物，定後，均勻攪攪此乾質土壤，從中經數次逐漸取出之少量樣土，而集成100克之譜，作爲平均樣土。此項工作，最好重複一次。

此外預備一種細砂及一種粗砂（粒徑從0.075mm至0.85mm）。德國公司對此已有專製者，如不外購，此種砂亦可自製。自製之法，以白砂用沸熱硫酸處理之，溶去其中一切雜質，而後以水洗滌之；最後再用蒸餾水洗淨，其中膠質及有機質之浮游物，可輕輕傾去。洗後之砂，以150°C乾

檢定土壤養分之三大試驗法

燥之，遇必要時，或須另加殺菌手續，再用銅篩篩過，便成粗砂、細砂兩種。先在盆底鋪以一層與樣土完全混和之粗砂，再將一層500克之細砂，蓋於其上，然後以800克水潤之。此水即浸種時所遺下者（說明詳後），至於標準試驗用之盆鉢，僅用500克之粗砂，並蓋以一層500克之細砂可矣。盆中插一小玻璃管，直達其底，以便土中空氣流暢及補充水分之用，管長以不超出盆沿之高爲度。

上項種種條件備妥，再秤盆鉢重量，一一登記編號。

每一盆鉢，蓋一玻璃片，安放發芽室中，以供試驗。

四、種子與播種

檢定土壤試驗之材料，每以黑麥爲適宜，蓋其粒輕而質良，對於酸度（acidity）比較大之環境，亦可生長，故頗合於此項試驗之用。

所選品種如係純潔者，則其結果亦必準確。

羅柏艾氏因欲成績一致，故於Dreado農場特選Le Globe Laito 9號之黑麥品種，以作試驗。

種子經過慎重檢驗後，再檢定其「發芽力」（Pourvoir

Germkraft)與「發芽率」(Pulsance Germinative)。

黑麥種子「發芽力」，每因空氣潮濕而低弱，惟亦可補救，其法：將新收之黑麥貯存箱中，並與生石灰層層相間，以乾燥之。

試驗時，須先將種子與平常空氣接觸數日，以便吸收水分，若其乾燥之經過良好，則黑麥種子所含水分，約合百分之十。然後迅速秤100粒種子若干份，分別記其重量，再秤100粒乾質種子兩份，定量其磷酸與鉀質；若為其他品種，則此項工作須重複四次方可。餘下種子，保藏於乾燥箱中。

次則進行殺菌手續，並藉此促進種子發芽力。法將每100粒種子放入編號之小盆中，每盆滴入5%。拾錄蘇打劑溶液(0.5gr. Chlorophenolate de Mercure + 0.15gr. de soude + 淋瀝水少許)，放置半小時，然後傾出各盆中之藥劑。集於一杯中，以50%。水沖淡，加入前所提及之細砂中；留於盆中之種子，風乾至次日可也。

若浸漬後之種子依然難供試驗之用，便以前所保存之

種子更換之，而後播入砂中發芽；但播散種子，不易均勻，補救之法，可製一塊80x80。方金屬片，每邊鑽孔十行，孔徑1.5。如是，即可輕巧灑下種子。種子於三日內，理應發芽整齊。工作時，切勿振動盆中之砂土。

播種後，盆即蓋以玻片，至芽高及玻片時，玻片乃除去，以後盆鉢須時從玻璃管加入蒸溜水，以免水分之減損。

試驗室中，平均溫度以20°C為最相宜(如10°C與30°C)，若差異過大，結果有發生錯誤之虞。

盆鉢放於室之陰面，以免光線直接照射。

試驗室中應有冷熱管之設備，一則調節室內溫度，一則利於四季工作。室內粉刷之牆面，應具抵抗病害發生之效能。光線良好，幼植物固然生長茂盛，否則亦無關緊要。

五、收穫

播種十七日後，開始收穫；但此十七日間，應觀察其光線、溫度、濕度等等之景况。

輕輕破動盆鉢，以便一次拔起幼植物，拔起以後，放

於篩(直徑26cm., 高7.5cm., 孔徑1mm.)上, 下置一盃
接受洗下之溶液。

盡量握束幼植物根之上部, 以水輕滌其根, 而後剪斷
根莖, 洗以蒸溜水。未發芽種子存留篩上, 仔細檢查; 若
其發芽率少於94%, 則棄而不用。

根置篩上, 反覆洗滌, 至鬚亦洗淨為度, 但切勿破碎
細根而漏過篩孔, 致遭損失。洗畢, 放根部於碟中, 其餘
殘根、碎莖及發芽種子一齊加入碟中。

六、化學分析

燒灼(Calcination)。

(a)收穫後, 立將含水之根莖, 放入1000.大小白金
坩鍋中, 初則溫度稍低, 待水分蒸發殆盡, 然後溫度加高
之, 於是內容物開始炭化(carbonizer), 此時坩鍋以蓋覆
之, 不久, 內容物逐漸崩潰而縮小, 至坩鍋底部呈暗紅色
時, 燒灼作用即告竣; 若溫度再增, 則其中鹼金屬有昇華
損失之虞; 若用電爐燒灼, 更為適宜, 並可以瓷製坩鍋替
代白金坩鍋之用。

(b)標準試驗方面: 燒灼之前, 必須加以少量石灰乳
約1500.。石灰乳製法如下: 溶2克炭酸鈣於少量醋酸中
, 攪成1000., 振盪, 沖淡10倍, 即可備用。

(c)種子分析: 種子以80°C乾燥六小時, 繼以150°C
乾燥十二小時, 即得乾物之重。種子放入含有200.石灰
乳之白金坩鍋中, 置於水浴(Bath-Marie)上蒸乾之, 然後
燒灼如前。燒灼冷卻以後, 復加5%純淨氯化鈉溶液500.
(液中不可有鉀在), 以利過濾。

灰分溶解: 從a, b, c.所得之燒灰, 不免有微量炭素存
在, 除去之法, 可用10%鹽酸1000.及沸水處理之, 然後
放於水浴上, 緩緩蒸發, 稍久, 傾入4滴鹽酸及少量之水
, 而後洗入1000.量瓶中。

磷酸與鉀質之分離: 當溶液滿量瓶容積時, 投下Ph
enolphthaline試紙一小片, 而後點點滴入石灰水, 至液中
紅色不變為度。石灰水之製法如下: 燒炭酸鈣(CaCO₃)
為氧化鈣(CaO), 放玻璃杯中, 加蒸溜水, 振盪, 靜置, 反
覆傾瀉上層液, 以減少溶解鹽類; 如此製成之石灰水, 應

不含矽酸與磷酸。振盪量瓶中溶液，以小號無灰濾紙過濾。濾液供鉀質定量，沉澱供磷酸分析。

鉀質定量：吸取一部份濾液，以氯化白金或過錳酸沉澱之。若用特製之吸管 (Pipette) 吸取 80.1880。濾液，則還元後之白金重量乘以因數 0.0，即為收穫物中無水鉀質 (K₂O) 之含量。

磷酸定量：濾紙與沉澱放入乾燥箱中烘乾，而後投入容積 100.0。量瓶中，繼加如下所配合之溶液 50.0。：600.0。蒸餾水，4.00。% 磷酸，500.0。硝酸 (D. 1.4) 更加水至瓶頸刻痕，塞緊，振盪，至沉澱溶解，濾紙碎爛，始混合過濾。以特製容積 41.1880。之吸管，吸取磷酸溶液，並加入 4.00。鉍酸鉍液於 Bohme 杯中，然後依 Lorenz 法繼續工作可也。沉澱之重量，乘以因數 0.08，即為收穫物中無水磷酸 (P₂O₅) 之含量。

結果計算：磷酸 (P₂O₅) 與鉀質 (K₂O) 之重量，以百克乾土中，含有若干 (gr.) 表示之。

標準試驗方面之計算：以百粒種子重量中，含有磷酸

(P₂O₅) 及鉀質 (K₂O) 若干，表示之。

舉例說明如下：

乾物計算：

種子百粒重量.....3.947 研碎之前.....3.922

研碎之後3.908 乾燥以後.....3.498

$$\text{乾物}\% = \frac{3.498 \times 100}{3.947 - 0.016} = 88.66$$

標準試驗：

	K ₂ O	P ₂ O ₅
No. 1 百粒中含量 (3.942gr.)	20mgr56	23mgr48
No. 2 百粒中含量 (4.012gr.)	22mgr43	24mgr80
No. 1 一克中含量	5mgr22	5mgr86
No. 2 一克中含量	5mgr59	6mgr18
平均一克中含量	5mgr41	6mgr05

於此標準試驗方面，種子中鉀質 (K₂O) 平均數須達 96% (92-99%)，磷酸須達 89% (88-92%)，若距此數值過遠，則錯誤隨之。

土壤試驗方面：土壤含 84% 之乾物，若以百克乾土計

算，應稱風乾土壤之量如下：

$$\frac{100 \times 100}{94} = 106.382$$

百粒之重……………8.947gr (a) 3.982gr (b)
 收穫物鉀質(K₂O)含量……48.74 48.92

從標準試驗中，知一克種子平均含鉀質(K₂O)58gr 41。故從(a)減去種子中本來含有鉀質(K₂O)之量，其量為·5.41 × 8.947 = 21.36。從(b)減去種子中本來含有鉀質(K₂O)之量，其量為·5.41 × 8.982 = 21.54。由此，即可計算百克乾土中可溶鉀質(K₂O)之量爲…

(a) = 27.39 (b) = 27.38 平均……………27.39

每百克乾土中可溶磷酸(P₂O₅)之含量，亦可用同樣方法求出。

七、結果之應用

計算作物養分要素之需要與其吸收係數(Coefficients d'absorbabilité)，僅測定乾表土中之要素含量即可。乾表土之重量，每公頃平均約爲三百萬廷，今幼植物試驗用乾

檢定土壤養分之三大試驗法

土100克，則其中一廷相當於一公頃中乾土80廷。

羅柏艾氏測定一種限數(Nombre limite)，以供土壤施肥之標準；即對於限數每少一廷，可計算實際用於每公頃所需養分要素量(P₂O₅或K₂O)。

植物種類不同，對於土壤中養分利用能力亦異。茲附各種主要作物，於生長良好環境之下，對於土壤中磷酸(P₂O₅)與鉀質(K₂O)之利用係數(Les coefficients d'utilisation)列表如下：

	K ₂ O	P ₂ O ₅	K ₂ O	P ₂ O ₅
大麥	二%	一〇%	三%	三%
小麥	二%	三%	一〇%	三%
水稻	二%	三%	一〇%	三%
油菜	三%	三%	二〇%	三%
玉蜀黍	一六%	三%	一〇%	三%
大麻	一〇%	三%	一〇%	三%
甘蔗	三%	三%	一〇%	三%
菸草	二%	三%	一〇%	三%
			一〇%	三%

燕麥 二五% 三三% 棉 三三% 六六%

限數(Nombre limité)究為何數，今舉例以明之：

設栽培大麥，每公頃收麥粒 8,800 斤，其中含鉀質 (K₂O) 85 斤，磷酸 (P₂O₅) 85 斤。今乾土百克中一每既相當

於每公頃乾表土三百萬斤中之三十斤，復從上表知大麥對於鉀質 (K₂O) 之利用係數為 18%，對於磷酸 (P₂O₅) 為 20%，故乾土百克中磷酸及鉀質含量，計算如下：

$$K_2O: 85 \times \frac{100 \times 1}{12} \times \frac{1}{80} = 24 \quad P_2O_5: 85 \times \frac{100 \times 1}{20} \times \frac{1}{80} = 6$$

羅柏艾氏對於限數會作系統之研究，茲附錄限數表於下，以供參考：

鉀質 (K₂O) 限數表

作物名	每公頃 每公頃吸 限數	每公頃 每公頃吸 限數	每公頃 每公頃吸 限數	
	收量 Kg. 取量 Kg. mg.	收量 Kg. 取量 Kg. mg.	收量 Kg. 取量 Kg. mg.	
大麥	3500	35	2500	六六
燕麥	8000	三三	3000	二六
小麥	8000	六六	3000	二五
黑麥	3500	一〇	2500	二五

苜蓿	2000	一〇	三三	2000	二五	二九
燕麥	3000	二〇	三三	2000	三〇	二九
甜菜 Better- sutton- Fraser	8000	二五	三三	3000	一六	二九
蘿蔔	3000	二〇	三三	2000	二五	二九
紫苜蓿	1500	三〇	三三	1000	一五	二五
牧草 (Foin)	2000	一〇	三三	2000	二五	二九

茲復據羅柏艾之試驗研究，凡以幼植物法試驗之結果，對於鉀質限數每少一斤，每公頃應用鉀質之斤數為：

大麥	六	甜菜	一六·七
燕麥	一〇	Better- sutton	一六·七
小麥	二五	蘿蔔	一〇
黑麥	一〇	紫苜蓿	一〇
燕麥	一二·五	牧草	一〇
苜蓿	一〇		

磷酸 (P₂O₅) 限數表

大麥	收中	收
----	----	---

作物名	每公頃 收穫Kg.	每公頃 吸收Kg.	限數 mg.	每公頃 收穫Kg.	每公頃 吸收Kg.	限數 mg.
大麥	5000	30	6	1200	36	5
燕麥	5000	30	6	5000	30	5
小麥	5000	30	5	5000	36	5
黑麥	5000	30	5	1200	30	5
苜蓿	5000	30	5	5000	36	5
菁菁	5000	30	6	15000	30	5
甜菜	50000	30	6	50000	30	5
Betterane four- ragere	50000	30	7	50000	33	6
蘆薈	5000	30	6	1200	36	5
紫苜蓿	15000	30	6	10000	36	5
牧草(Foin)	5000	30	5	5000	36	5

由幼植物法試驗之結果，對於磷限數每少一坵，則每公頃栽種一切普通作物，應需補充磷酸(P₂O₅)三十坵。

茲復更舉一例，以釋限數如何應用：用 Betterane fo

urragere。大麥及黑麥三種作物輪種三年，應用限數比較，計算逐年鉀質(K₂O)肥料用量(據磷P₂O₅計算法同此)。

第一年種 Betterane fourragere 一公頃

土中鉀質(K₂O)含量 = 90% .. 600坵
作物利用係數 = 33% .. 200

80,000坵 Betterane 需鉀量(K₂O)量 .. 293

土中鉀質缺少量 .. 93坵

按吸收率 80% 計算則需 .. 155

底肥 30,000坵 中鉀質含量 .. 90

土壤需供給之鉀質(K₂O)量 .. 65

85Kg K₂O = 168 Kg KCl(40%)

第二年：種大麥 一公頃

為 Betterane 吸收後土中剩餘鉀質 K₂O 量 .. 600 + 168 - 293 = 462坵

大麥吸收率 = 12% .. 55

8500坵 大麥需鉀質(K₂O)量 .. 85

土中缺少量 .. 30Kg.

按 80% 吸收率計算需 .. 50

50Kg K₂O = 125 Kg KCl(40%)

第三年種黑麥 一公頃

檢定土壤養分之三大試驗法

為大麥吸收後土壤中： $468 + 5085 = 497$
剩餘鉀質(K₂O)量
土中缺少量：16Kgn.

按利用率80%計算需鉀質(K₂O)：26

26Kgr. K₂O 68 Kgr. KO₁ (40%)

IV 安特金氏及坭克拉氏細菌法

密氏盆鉢法與羅氏幼植物法，皆直接以實用植物檢定土壤中有有效養分之含量及其需要量，安坭二氏復另闢蹊徑，利用特種細菌之特種營養生活作用，間接測定土中養分，其精確程度，雖在試驗分析研究中，然其價值，亦早為土壤界學者所推重。故本場一為免學術落伍之譏，一為本科學研究之態度，遂同時採為本場試驗方法之一，以資互相比較，或於其中有若何關係之發現，冀有所改進耳。

一、安特金氏土壤中有有效氮質分析法

昔日分析土中硝酸鹽之含量，定為土中有有效氮質之多寡；今則不然，發明之方法愈加精良，其原理係以定量之土壤，置於適宜環境之下，使土中有機物質所含之氮素，

經過硝化作用，變為可給態之氮素，其法說明如下：

取100克土壤，放入容積1000c.c.之三角瓶中，加水，使土壤含有適量之水分，而以棉栓塞瓶口，於實驗室常溫之下接種，放置三週。於此期間應時時秤重此瓶；若瓶重減輕，應補給因蒸發而損失之水分。三週後定量土中硝酸鹽之含量，從此分析含量中減去土中本來硝酸鹽之含量，與標準瓶中加入有已知之氮肥，接種後所產生硝酸鹽量比較，即可測定土壤氮素之相當需要量。

若試驗瓶中無硝酸產生之現象，則進而復求其原因之所在。若為土壤缺乏含氮物質時，可以少許含氮甚多之有機物質加入放入100克土壤之試驗瓶中，重新接種，三週後，有硝酸鹽產生，則此種土壤需要氮素甚殷；若為土壤酸度過高或碳酸鹽有機物質過量存在時，則於二試驗瓶中，一加石灰，一不加石灰，以比較之。

二、坭克拉氏土壤中有有效磷鉀細菌試驗法

此法乃 *Nilias*, *Posehnteder* 及 *Trischler* 三氏所發明，其原理係以一種黑黴菌 (*Aspergillus niger*) 培養於

枸橼酸 (Citric acide) 土壤液之培養基上，則此菌因酸溶解土中有效磷鉀量之多寡，而菌絲 (Mycelium) 生育之豐衰確與此量成正比例。茲將實際試驗之方法略述如下：

A 有效磷試驗法

(1) 培養基之配製..

甘蔗糖 (Sucre candi)	100克	溶解於1000c.c. 蒸溜水中
枸橼酸 (Acide citrique)	10克	
硫酸銨 (SO ₄ (NH ₄) ₂)	6克	
Peptone	1克	
硫酸鎂 (SO ₄ Mg)	0.3克	溶解於1000c.c. 蒸溜水中
硫酸鉀 (SO ₄ K ₂)	0.4克	
硫酸銅 (SO ₄ Cu, 5H ₂ O)	6毫	
硫酸錳 (SO ₄ Zn, 7H ₂ O)	4毫	
硫酸鐵 (SO ₄ Fe, 7H ₂ O)	5毫	

(2) 手續..

培養液80c.c.與風乾土5克混合，以純粹培養之黑麴 (A.niger) 孢子 (Spores) 之溶液接種，而後保持35°C.，

檢定土壤養分之三大試驗法

放置4-6日。然後將菌絲洗滌，而後視其菌絲枝生之關係或於50-60°C.烘乾12-16小時，或於80-90°C.烘乾1-2小時，或於105°C.烘乾3-7小時，然後秤重比較可也。

B 有效鉀試驗法

(1) 培養基之配製..

甘蔗糖 (Sucre candi)	100克	溶解於1000c.c. 蒸溜水中
枸橼酸 (Acide citrique)	10克	
硫酸銨 (SO ₄ (NH ₄) ₂)	6克	
Peptone	1克	
硫酸鎂 (SO ₄ Mg)	0.3克	溶解於1000c.c. 蒸溜水中
磷酸氫銨 (PO ₄ H ₄ (NH ₄))	1.25克	
硫酸銅 (SO ₄ Cu, 5H ₂ O)	6毫	
硫酸錳 (SO ₄ Zn, 7H ₂ O)	4毫	
硫酸鐵 (SO ₄ Fe, 7H ₂ O)	5毫	

(2) 手續..

除風乾土用2.5克，及菌生長期縮短為四日外，其餘皆與前項手續，完全一致。

肥料的吸收率

吸收率的意義 文字上「吸收率」易與「土壤之吸收力」混合，近有主張改用「利用率」的。

(一)吸收率：——就是施用肥料的有效成分，被作物所吸收而利用的百分率，可以方程式表之：——

$$\frac{\text{作物中所吸收的成分量}}{\text{肥料有效成分量}} \times 100$$

但收穫物中所吸收的成分量，是由全收穫物中所有的成分量，減去無肥料區收穫中分量的餘數。

(二)吸收率同吸收的狀況：——例如磷酸鈣之吸收率為「六三」，磷酸鈣施用十斤的，僅含氮二斤，則氮的吸收量應為一斤四兩二錢。

吸收率的計算：作物的養分是由施用肥料同土壤養分兩方面吸收成功的，所以檢定肥料的吸收率，必須設立標準區，不施吸收率試驗的要素（其他要素同樣施用），在他全收穫物所含要素量減去其標準區的分量；例如全作物所含要素量為120克，無要素區作物含80克，120克—80克=40，設有效成分為100，其吸收率為40。

(三)吸收率以外的養分：——如吸收率為80%的，其餘為20%，此養分決不致完全流失，一部分殘留在土壤中使第二次或三次的作物吸收，一部分變為難溶解的狀態，其他一部分流失。

(四)吸收率因下列之關係而不同：——a. 作物之生育時間長者其吸收率多，b. 速效肥料常較遲效肥料為多，c. 同一肥料，其吸收量少者則吸收率多。

肥料試驗法之概述

馬壽徵

一、引言

三、肥料試驗之分類

五、肥料試驗之設計

二、肥料試驗應注意事項

四、肥料試驗之施行法

六、結論

一、引言

判別肥料之良否，可用化學分析的方法求得該肥料成分含量；若欲研究該肥料對於作物實際營養的效能及其對於土壤的影響，適當的施用法，比較土壤的肥瘠，和其他作物肥料土壤之關係等，那就非行作物栽培試驗不可。這，適當之肥料試驗。

二、肥料試驗應注意事項

從事肥料試驗，首當注意的原則，即值行肥料試驗時，不可混有數種目的。換句話說，要試驗成績有明顯的差

異，惟有研究單一原因的結果，絕對避免其他原因的影響。根據這個原則，實地試驗時，應注意下列各項：

1. 試驗時必設標準區 比仿說，現在對於某種土壤試驗的磷酸肥効，作物栽培上其他各種條件都是相同的；所不同者，一方面施用磷酸，他方面不施用磷酸。此不施用磷酸區作為標準區，和施用磷酸區比較成績結果。

2. 試驗時須根據最少養分率 上面行磷酸効能試驗時，氮、鉀、石灰及其他土壤內缺乏的成分，都充分施用，以滿足作物的要求，惟有磷酸配合成最少量。至於光線、溫度、濕度、空間，及其他關於作物栽培的事項，當然要均等的注意。歸結試驗成績，關於作物生育諸因子中，僅

受最少量磷酸的支配。

3. 試驗上的誤差務使其及於最小 茲舉磷酸試驗說明之。施用磷酸區和不施用磷酸區，所得多量的收穫，必須有多數試驗區求其平均數；又因為天氣的影響，往往使試驗結果有差異，所以要繼續相當年數的試驗。

4. 試驗事項以外各種補助條件各區宜均等 試驗事項以外能夠影響植物生育的各種條件，要使牠一樣。例如：日光、溫度、空氣的流通、土壤的理化性狀、自然要素、土壤肥料的混合狀態、種苗之善惡、種子或苗數、播種深淺、疎密、耕耘、灌溉、收穫、乾燥、調製等；以至人為的作業，各區都要一樣。

5. 要選擇適當的土壤 用作試驗的土壤，必須缺乏其所研究的成分，并其理化性質良好者。例如檢定某種肥料含有磷酸的効能，若用於試驗的土壤，富於天然有效磷酸，則不施用磷酸也可得多量收穫；這，要得可靠的結論，就不可能。又，欲試驗成分缺乏的土壤，而其理化的性質不良，也不給用作試驗。因此，通常肥料試驗適當的土壤

，須要缺乏檢成成分的耕土。不過這樣的土壤很難得，特
有調製的必要，其法詳後章。

6. 選擇適當作物 供試驗用的作物，要特別慎重的選擇，如此，才可以得着顯著的成績。例如試驗氮質肥料的効能時，宜乎用禾穀類，若用豆科植物就不適宜。各種作物對於磷酸、鉀鹽，吸收利用的力量各不同，對於土壤酸度抵抗有強弱，要適合試驗目的，各宜選擇適當作物。

亨利氏(Heinrich)對於試驗各種肥料適當的作物有如下表：

作物名	適應可檢成分
小麥	氮 磷
裸麥 燕麥	氮
大麥	氮 磷 鉀
蠶豆	磷 鉀 石灰
豌豆	磷 鉀 石灰
蕎麥	氮
芥菜	氮

蕪菁	氮	磷	鉀	石灰
馬鈴薯	氮			
麥青	氮	磷	鉀	石灰
煙草	氮	磷	鉀	石灰
亞麻	氮	鉀		
大麻	氮	鉀		

7. 適當肥料適當施用。肥料試驗時，適當肥料適當施用，這是很重要的。實際上這樣合理的做，無非要具備作物和肥料的知識和實地的經驗。在舉應特別注意點如下：

a. 鑑別肥料之性質，選擇適當者施用。例如比較氮素之肥効，石灰氮當與播種同時施行，不可用作追肥。試驗肥料以外的共通肥料，也要選定參酌其性質良好者。

b. 造成試驗上之差異者，要限於肥料中特別試驗的一種成分。例如比較過磷酸和骨粉磷酸的肥効，骨粉磷酸含有氮，又，石灰在過磷酸成酸性化合物，在骨粉成鹽基化合物，此試驗成分以外的成分決不會妨礙試驗成績。氮、鉀、石灰，充分施用，兩肥料收量之差異，由其所含磷酸狀態不同，此無疑義也。

o. 計算欲試肥料中的共通肥料，而於各試驗區加減其共通肥料量，這也不可以的。

8. 施肥量要適當。肥料施用量，隨試驗目的、土壤、作物、肥料等各不相同。在同一土壤、作物，由其試驗區域之廣狹，植木鉢之大小，可酌量適宜加減。一般面積小者所施的比例增大，即植木鉢小者比其大者所施肥料比例大；又植木鉢比園圃所施肥料的比例更大。

欲試驗的肥料成分充分的發展其效能，這是最重要的。施用最少量肥料而使作物健全的發育，得最高收穫量，從來大家都是這樣想着。但欲試驗成分施用最少量，成分以外的共通成分增加，以致防碍作物之生育，這，不可不注意。要之，作肥料試驗最要經驗充足。茲將試驗成分以外，給與成分應注意事項畧述於後：

- a. 須和研究成分成比例；
- b. 和土壤吸收率成比例；
- c. 依土壤天然供給量的增減；
- d. 試驗作物對於此等成分的需用度；

e. 試驗作物對於此等成分過量所受影響之銳鈍如何；

f. 隨試驗作物生育的疏密而增減。

9. 須行肥料用量不同的試驗 施給試驗成分，作種種

分量不同的試驗，將其所增收量和其成分施給量相比例，方可證明其試驗的確實。

10 判定試驗成績要精密公平 判定試驗結果要公平無

私，這是理所當然的；同時，行試驗之際，對於某一試驗區作物作善意的解釋，這種偏頗的行為也不可有。

11 對於種苗要注意 用作試驗的種子，其遺傳形質要

純粹，而且種實粒子要選別其重量均一者。此點在行植木鉢試驗時更加重要。

12 殘効之檢定 第一次作物充分利用以後，試驗其所

缺少的成分，可於第二次栽培檢定其殘効如何，使第一次試驗更趨正確。

此外行肥料試驗時，須留意作物生育期間不間斷生育狀態，病蟲害的防除，氣候的變化等。氣候的如何對於作物生育有至大的關係，肥効亦大有影響。所以試驗期間，

氣候如何左右成績，不可不特別注意。

三、肥料試驗之分類

(1) 由生物培植的物料不同，分肥料試驗如次：

a. 水植 作物根植於水內；

b. 砂植 作物根植於砂內；

c. 土植 作物根植於土內；

d. 細菌。

(2) 由施行試驗樣式不同，分肥料試驗如次：

a. 植木鉢試驗 將生物植於磁或玻璃製之容器內所行的試驗，因器內所含物料之不同，分爲：水植、土植、砂植、細菌四種。

b. 框試驗 有一定面積的無底木框，埋於圃場所行的試驗。本處試驗場所用者，係水門汀池。

c. 圃場試驗 適當區劃圃場所行的試驗。

四、肥料試驗之施行法

依照上述各項之區分順序，說明如次：

木鉢試驗

a. 水植試驗

在短期內比較可溶性肥料的效能，或研究可溶性金屬鹽類對於植物生育的刺激作用等，最為適宜。換言之，水植法為關於植物營養的學術研究。本法和作物實際栽培上大不相同，普通肥料試驗用之甚少。

其法用內容有一定的玻璃器，外側裹以黑紙，陽光不能入內，內盛營養液；此外將試驗用的作物在不含肥料的石英砂內發芽，待達適宜長度後，輕輕掘起，不可損及根毛及葉，以水洗滌後，根部浸入營養液內。

b. 砂植試驗

不含肥料的適當容器，內填以粗砂，加入適當的肥料（營養液），播種試驗作物。若純粹砂砂不易得時，可用不含粘土的海砂或河砂代之。備此等砂須加調製，即將河砂或海砂乾燥後，篩去石礫，加稀鹽酸，不時拌攪，放置數日後，以清水洗去酸性，砂粒不宜過大或過小，大則

水分蒸發易，小則妨礙通氣。

砂植法供試肥的配合，由試驗目的不同，宜作適當的選擇，但施肥量比水植法要稍多量。又因試驗目的不同，磷酸和砂砂炭酸鈣可預先混合，全量一次施用。

。土植試驗

這個方法是木鉢法中最普通的方法，因為用土壤所得成績與植物實際生育略同，而且最簡便，最精確。

向來肥料試驗多直接在園場施行，不過園場地較廣，表土和底土之構造均等者很不易得，且易受害蟲、鳥、獸之害。又雨量不定，土壤含水量的調節困難，其他管理上種種障礙等，致試驗成績差誤，一年試驗苦心全付東流者，往往有之。

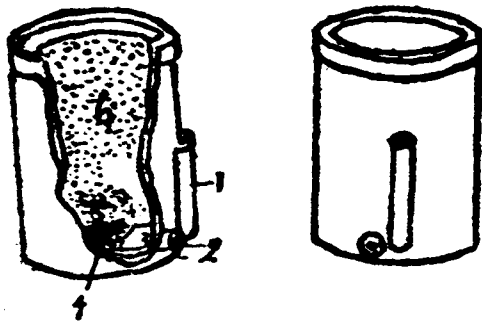
反之，用木鉢試驗，除作物栽培上必要的諸條件都是人為的均等外；以少量的土壤，狹小地面可作多數的試驗，又可得作物栽培上實際極近的成績，而且一種試驗終了以後，捨去其土壤，立刻新的土壤填充作他種試驗，又很便利。對於此法擬稍詳述一些，茲將試驗時應注意事項

圖述如下：

1. 植木鉢之種類：

甲、最普通者為瓦格納 (Wagner) 氏植木鉢，盛裝有底，內徑八寸三分，深度一尺一寸，其外側下部附有約四寸長之排水管，內部底面也附有排水管。

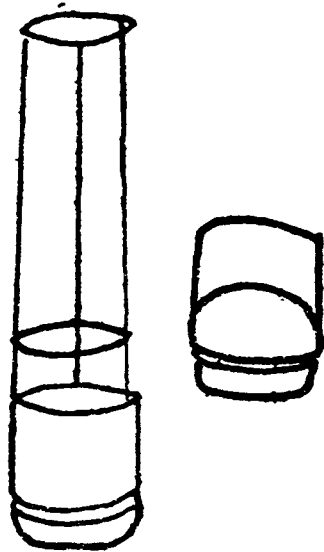
- 1. 側面給水管
- 2. 排水口
- 3. 排水管
- 4. 小礫
- 5. 河砂
- 6. 土壤



(一 圖)

乙、密雪爾利 (Mitscherlich) 氏植木鉢，此鉢係亞鉛

製成，內徑二〇釐，深度二〇釐，底面有多數小孔，另外用亞鉛製一同樣受器，高約五釐。將植木鉢置於受器上，接受鉢內過剩水分和滲透的養分。



(二 圖)

行植木鉢試驗，為管理上便利起見，可設玻璃室及鐵絲網室。植木鉢的出入可備一臺車，敷設軌道。又鐵絲網室多少要遮背一些光綫，可在玻璃室一側設一空地，生育期間置於空地，開花結實期間入於鐵絲網室。

2. 試驗用土壤之調製 試驗用的土壤，須選擇物理性質良好且適於試驗目的者，即選擇缺乏欲試驗成分的土壤。如行氮質肥料試驗，若用富於有效氮素的土壤，所得成績一定不會準確。磷鉀也是一樣。可是實際上要得這樣的土壤很難，所以有調製的必要。

調製缺乏氮質的土壤，施用適量的磷酸和鉀肥、石灰等，栽培稻、麥或蕎麥等二三次，即可得充分缺乏有效氮

的土壤。土壤有效氮消耗是比較容易，磷、鉀則非長時期不可。欲得缺乏磷酸的土壤，須肥鉀肥和石灰充分施用，連續栽培各種作物，迄至其收量漸減，外觀濃綠軟弱，即為缺乏磷酸之證。鉀肥缺乏土壤，用無鉀肥料同樣處理。

上述各種特製土壤，供作總試驗，初堆積一處，幾次拌攪，十分混合後，用一定孔徑之篩篩別之，即得供試土壤。

3. 植木鉢土壤填充法 就瓦格納氏植木鉢言，先橫置排水管於其底部，用清水洗之，加小粒河砂約與排水管同高。次覆以洗清細河砂約厚三分，適當壓縮後，填以一定量的供試土壤。其法最初取其三分之一，以手輕壓；次再取三分之一，手壓如前；最後將所有之土皆入鉢，鉢之上緣約留一寸許。這，須在先計算準確，鉢之容量有大小，可增減河砂。

植木鉢試驗所填土壤之深度，對於作物之生育關係很大。所以宜用一定量的土壤及口徑相等的植木鉢。至於土之厚，普通為十六至二〇釐。

肥料試驗法之概述

4. 肥料之用量及施用法 植木鉢試驗的施肥量，若以鉢和園圃面積為比例，作物定不能發育如常，試驗之目的當然不能達到；所以各鉢內非施肥充分不可。其分量隨試驗目的、土壤性質、作物種類、肥料性質等而有異。稻和麥每瓦氏植木鉢，氮、鉀、磷之用量，有效成分各0.5—1.0克，共通成分補給時0.25—1.25克，碳酸石灰0.1—2.0克。

施肥之方法，通常碳酸石灰和土壤全體混合，其他可溶性肥料各溶解於一定量水中，移取所要量於乾器內，取上部三分之一的土壤，十分拌攪，再入植木鉢。若粉末狀肥料不能分解於水，可稱取每植木鉢所需量入於適宜容器內，從鉢內取出上部三分之一量土壤，充分混合後再倒進鉢內。此時切宜注意損失，混和之容器須十分掃清。最好上部三分之一土壤取出後，其下之土壤再取出少量，待混合物移入鉢內，將此少量土壤入混合器，攪拌掃清，一同入鉢內。

全試驗區施肥工作完畢時，灌溉適宜的水量，作播種之準備。

灌水法——從各鉢之側面灌水口注入一定量的水，等至二三日各鉢內表土溫度一樣時即可播種。若各鉢內溫度不同，即行播種，則種子發芽不能均一，影響生育及試驗結果很大。若在水田的地方，肥料和土壤混合後，畧澆一定量之水於鉢面，稍事拌攪，二三日後即可移植稻苗。

霍雪爾利法——前記之亞鉛鉢，約填土壤六分斤（廷），杜馬氏(Thomas)磷肥五克，過磷酸五克，硫酸鉀三克，硝酸銨三·五克，尿素二·一克。若試驗地附近水內含有百分〇·〇三克石灰，則無須加石灰。

5. 種子之選擇及播種物 供試驗用的種子須注意純系種，且宜選擇同大小者。種子之純否及其重量之輕重，對於試驗成績的影響，視植木鉢之大小及播種數之多少而有異。大概植木鉢小播種粒數少者，影響程度小。關於種子之大小和數量之差異，日本川島氏有如下之報告：

	百粒 重	收 穫 比 較
大 粒	7.67g	100.0

小 粒	5.15g	94.8
兼 肥 用 黑 大 豆		

	百 粒 重	收 穫 比 較
大 粒	12.53	100.0
小 粒	7.84	83.7

6. 移植及播種法 選擇生育略等的水稻秧苗三至五本，束成一株，移植於瓦氏植木鉢之中央。不可二三株植於一鉢，因為有礙以後之中耕也。麥類則在鉢之中央作一圓穴，深、徑約三寸，播種十至十五粒，距離須相等。全試驗區播種完畢後，各覆以同厚之土。發芽後相當時間，擇其生育相等者每鉢留六至十本。播種之深淺影響於發芽之遲速，此宜注意。十字花科植物種子純系者少，可以增加每試驗區的植木鉢數和作物本數，以減少錯誤。

7. 灌水法 水田狀態常有同樣深的水，必要時須行排水。若水田表土呈乾燥狀態時，也有灌水的必要。陸田的乾濕程度於作物生育最為重要。保持適度的灌溉水，在肥

料試驗上最要熟練，陸田作物生育最適宜的水量約為土壤容水量的六成左右。灌溉水一部可從鉢之外側加入，一部直接從表土注入；若全從側管加入，則可溶鹽類上昇集於表土；又全從表土注入，則表面不免有硬化之慮。植木鉢試驗土壤水分量和作物生育之關係，奧克納氏(Ogden)之實驗結果如下：(氏認為土壤容水量五〇—六〇%時收穫最大。)

土壤水分(土壤容水量作爲100)

作物名	50%	30%	40%	50%	60%
燕麥	4.78g	7.40	11.04	13.52	24.70
玉米	21.5	41.00	48.00	60.00	54.00
豌豆	4.85	10.55	17.75	25.05	37.10
大豆	7.70	11.40	14.80	27.70	26.40

8. 其他之管理 試驗作物，當其生育期間，須常作精細之觀察，記錄其狀況；病蟲鳥類之害，尤需防除。又生育期中，定適當時間，作生育調查(如分蘗數等)。總之，管理切不可忽畧。例如對於各鉢內植物之空間、光線等都要均一，各鉢排列距離要適當，各鉢位置要常時調換。試

驗作物須要支柱者，可在鉢內插立小竹竿二三根，以爲作物之憑藉。

9. 收穫 試驗作物收割之際，須加以適當記號，收藏適宜容器內，在日光下晒乾。植木鉢多時，可依試驗區順序，編列號碼。試驗區和試驗號碼記錄清楚，收穫物的調製，依照該號，十分便利。收穫物乾燥及貯藏中易受鼠雀之損害，切宜注意。各鉢收穫物，稱其風乾重量，稻麥等先稱其全量，次稱其枇、殼子實等重量。必要時，取其一部分磨碎，求其水分量。稱量所用天秤，感度0.1者即可矣。

10 試驗成績之誤差 據一般農學家試驗之報告，試驗誤差以水稻爲最小，陸稻次之，芥子菜及豌豆有大至10—15%者，故試驗者不可不注意焉。

11 收穫物之分析 依着試驗之目的，收穫物中之肥料成分，或其他之有機無機成分，有定量必要時，可將收穫物粉碎，作爲供試品，進行分析。

概及埋設圓筒試驗

植木鉢試驗時，其下層土之排水狀況，土壤之溫度及其他諸點，都和自然狀況有異；若欲作近於自然狀況的精密試驗，則框及埋設圓筒試驗尚焉。

框 通常以木製之框，板厚約一寸，內徑三尺，深一尺五寸至二尺。埋框時，選擇園場須注意地力及下層土的狀況均一，先定埋設之位置，然後配置框。掘去外圍之土，將框壓入，上緣約留二寸左右，再固定埋設位置。

埋置瓦氏亞鉛無底圓筒植木鉢，也取同樣的面積，各以一定之距離排列，上緣約留一寸許於地面，內部的下方約一尺二寸深，填以同樣的底土，表面使平，其上填以供試土壤。

框試驗施肥量 如上述框之大小，三要素成分約一五克，內徑八寸三分之圓筒，和同大之瓦氏植木鉢相同。

園場試驗

植木鉢試驗對於某種土壤是否施肥，及所須何種肥料和他們的比對，是可能的，至於必要肥料究竟若干量，則不得而知。關於這一點，可用園場試驗求得之。茲將園場

試驗施行法略述如下：

1. 試驗地必選擇平坦良好者，若不得已而使用傾斜地時，須沿其傾斜方向作試驗區之區劃。

2. 試驗地的近傍，不可有屋宇、樹木等物以阻礙日光之透射，空氣之流通。又河流、溝渠等關係於地下水者，務使各區一樣。

3. 試驗地除表土深度須相同外，其底土之構造也要一樣。瘠薄地施肥稍多。對於一區之農地施肥量和混合法已經決定時，可選擇該區未多量施用化學肥料的土壤作為代表。

4. 要試驗地的地力均一，須觀察其前作物生長之狀況，切不可選用地方不同之土地。如此種土地不易得時，可將植木鉢試驗項所述，先無肥料或施用缺乏要素的肥料，栽培適宜作物，觀察其生長狀況，待其地力確實均一以後，再着手試驗。

5. 關於同一事項的試驗各區，必在同一圃內；若地積不足時，可適用前述之條件，向鄰接地方延長。

6. 試驗用的種子，須選純系種，且有適當之比重者，當宜選健全且發育均等者。

7. 病、蟲、鳥、雀、野鼠等之害，注意防除。

8. 一次肥料試驗以後，地力失了均一的土壤，須經數年適當肥料的處理，栽培作物，確使地力平均後，再作新的試驗。所施磷鉀等肥料若易吸收蓄積於土壤，長時間維持有效態。所以作磷鉀等肥料試驗時，切宜注意。

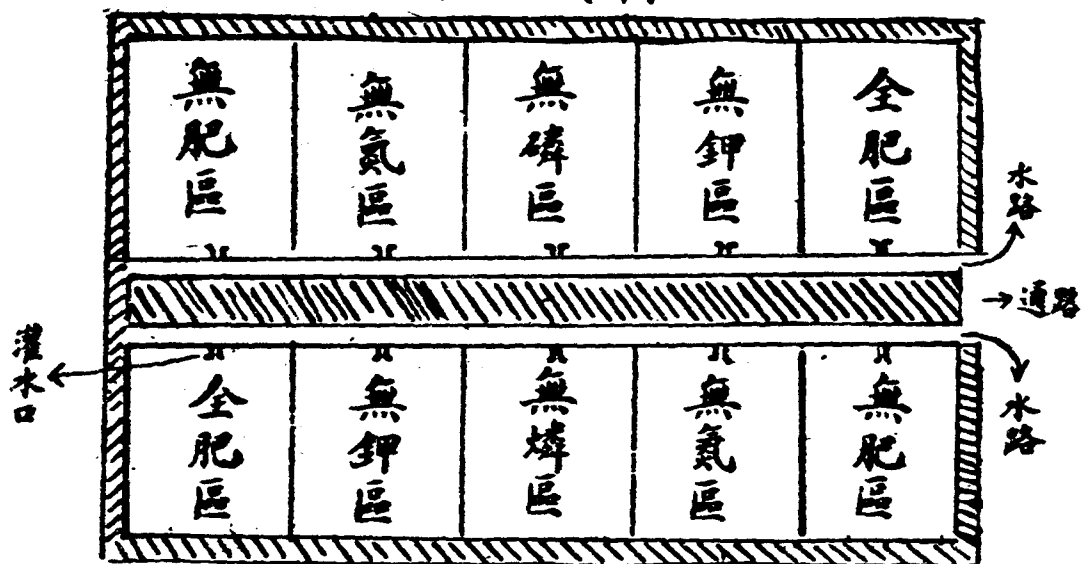
圃場試驗之區劃 試驗地的區劃，普通多為長方形，面積不宜太大，以免防礙管理和土質之均一，普通三〇至九〇平方尺。一區九〇平方尺時，三要素試驗地之區劃如下圖。

陸田試驗



(圖 三)

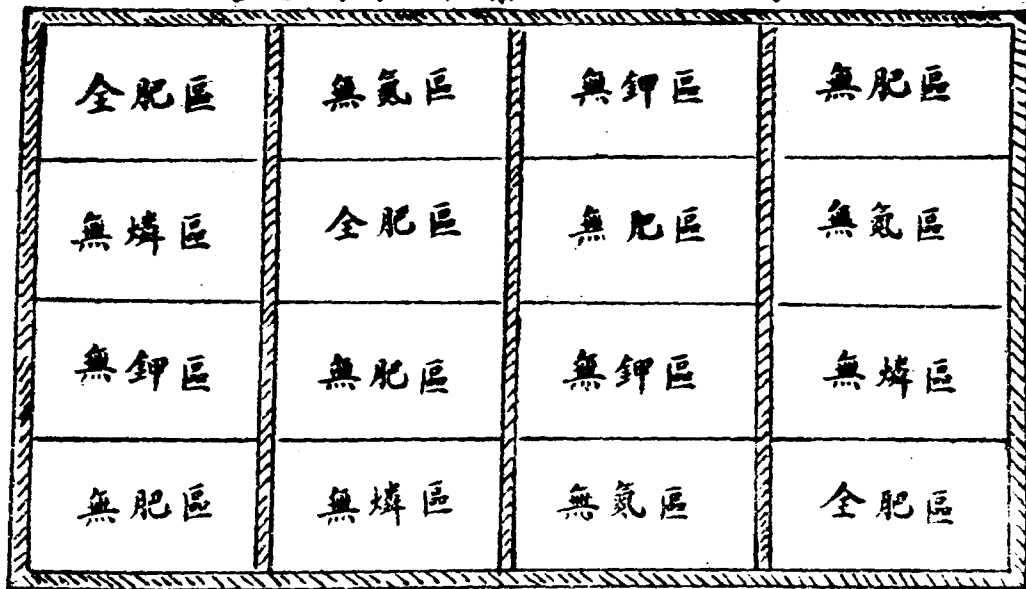
水田試驗



肥料問題

(圖 四)

三區制的三要素試驗區配置圖



(圖 五)

種田試驗時，試驗區和試驗區之間，宜攔約一尺五寸寬之淺溝，或在試驗區一側的兩端築小堤，標示境界。各鄰接諸試區間作畦三列，與試驗區栽培同一作物而不施肥料，不過管理上還是前者較便。試驗區之中央及四周設適當澆水之通路。

水田試驗時，中央和四周設通路，與上相同，各區以畦爲區劃。中央道路之兩側設約寬一尺之水路，直接從溝內導水，試驗區各設一小灌水口。

試驗地之耕耘、整地等，各區須同樣。同一試驗地應於同日動工。圃場內一切管理，負責者須嚴重監督工役。

圃場試驗之肥料用量 肥料用量視試驗之土質及試驗之目的，各有不同。大概使作物達其正常生育，而以該地普通收量所用之肥料爲標準。所以求肥料的標準配合法，須先就該地選定多數的代表耕地而作試驗。從土質、灌溉水之性質、作物之品種等，求得該地的各種差別，然後酌量各試驗地的肥料用量。又，施用時宜注重均一的分佈。生育調查及收穫 稻生育期中，一定株數在一定日數

以內，檢查其分蘗數及高度；麥畦之一定距離內，檢查其分蘗數及高度。紀錄自出穗起至收穫止。成熟期間穗數及長度也要檢查，刈取以後作成適宜之束，明白記其號數，掛架待乾，先稱其全重，次脫殼而稱其種實量，一升重量，一千粒重量。其他視試驗之目的而行他種適宜之手續。

區劃大小和精確度 圃場試驗之成績，區域大則錯誤小；然區劃過大，則土質難得均一，同時管理不便，致增大錯誤，亦宜中事。所以一試驗區之大小，不可不注意，普通每區面積約在三〇至九〇平方尺之間。

肥料試驗之精確度 試驗區數愈增加則試驗成績愈精確，因中央誤差和試驗區數之平方根成反比例。如誤差之原因在二區制則小於 0.71 即 $\frac{1}{\sqrt{2}}$ ，四區制則小於 0.5 即 $\frac{1}{2}$ 。

增加試驗區的面積比增加試驗區數的精確度小，因此若將增加試驗地全體之面積，細分爲二區制、三區制等，則其精確度必亦增大。茲舉洛孫氏增加試驗地面積和增加試驗區數——即細分試驗區——所得誤差之減少程度如次

全試驗區之面積100平方公尺，分為8區栽種牧草，其乾草收量平均14.99公斤，其全面積100平方公尺的中夾誤差為1.5%；再行二分區（即 $\frac{100}{2}$ 平方公尺）。四分區、八分區、十六分區等試驗，各分區也同樣各分區。其平均偏差及最大偏差如下表：

20度一畝	面積				
	100平方公尺區	二分區	四分區	八分區	十六分區
平均偏差%	19.09	8.06	5.80	4.04	3.88
最大偏差%	82.14	22.11	16.10	8.62	8.63

由上表觀之，100平方公尺面積區細分為八區，其誤差減少已達限界；不過此限界點也視各類作物而有差異。試驗區之形狀 長方形平均偏差3.88%，最大偏差10.51%，正方形平均偏差8.07%，最大偏差19.86%。故作物品種優劣試驗時，其試驗之形狀不可不注意焉。

五、肥料試驗之設計

三要素試驗法

三要素試驗為檢定土壤生產力所行之試驗，即檢驗該土壤三要素中富於何種成分，缺乏何種成分，或肥料要素含量豐富否等，所行的一種試驗。本試驗，植木鉢、木框、園場等皆可施行，先就植木鉢述之。——各區加等量的堆肥而作三要素試驗——

試驗區別	植木鉢施肥量			
	氮	磷	鉀	炭酸鈣
第一區	0克	0	0	10.0
第二區	0	1	1	10.0
第三區	1	0	1	10.0
第四區	1	1	0	10.0
第五區	1	1	1	10.0

備考：炭酸鈣的用量隨土性而加減，不必每年施用。欲植木鉢試驗的土壤理化性劣變，磷肥用磷酸一石灰，鉀肥用硫酸鉀或炭酸鉀，氮肥陸田用硝酸鈣，水田一半用尿素作基肥，一半用硫酸銨作追肥。

三要素試驗中，其收量與無肥料區最近似者，即該項養分含量無多之證。舉例言之，若無磷區收量和無肥區相近，即須要施用磷肥之表現；同樣，若收穫量與三要素區最相近者，即須要該項肥料甚少之徵。又本試驗三要素區和無氮區收量之差的大小，即表示該土壤需要氮肥程度的大小，磷、鉀也是一樣。

至於採用木框或圍場作三要素試驗，其設計也和植木鉢一樣。惟肥料用量，木框一內徑三尺一每框各成分約合每畝25—26公斤，圍場相當每畝0.1—0.2公斤，氮肥用硫酸銨，磷肥用過磷酸，鉀肥用硫酸鉀。

三要素用量試驗法

本試驗可檢定三要素施用若干量方為適當，同時可得肥料的經濟的用量。試驗一種肥料時，逐區施用種種不同的分量，其他各要素則充分施用。本試驗完全屬於應用的試驗，無論圍場、木框、植木鉢都可以施行。在圍場設計時，因為土壤、氣候、作物種類和品種等，有所不同，可酌量增减。茲舉一例以明之：

試驗區名	三要素用量(公斤)		
	氮	磷	鉀
1. 無肥料區	0	0	0
2. 無氮肥區	0	3	3
3. 氮肥1公斤區	1.0	3	3
4. 氮肥1.5公斤區	1.5	3	3
5. 氮肥2.0公斤區	2.0	3	3
6. 氮肥2.5公斤區	2.5	3	3
7. 氮肥3.0公斤區	3.0	3	3

其餘磷肥、鉀肥用量試驗，可以同理推之。

氮肥用硫酸銨，磷肥用過磷酸，鉀肥用硫酸鉀。欲中和肥料及土壤的酸性，可加適量的石灰。有時，在上述肥料以外，各區加用等量的堆肥，稱為加用堆肥的肥料用量試驗。

肥料之效能比較試驗法

本試驗當比各種不同肥料之共同成分的肥効時用之，普通用植木鉢法，木框、圍場亦可施行之。先選用植木鉢

作無質肥料肥效試驗之例。本試驗應注意兩事：

1. 分析供試肥料所含氮質分量；

2. 三要素中氮質施用最少量，且設氮肥少量區和最多區，另以不施氮肥區做標準，以比較其成績。

試驗區別	所含氮素 %	種大鉢用量(克)			
		供試肥料	磷酸—石灰	48%K ₂ SO ₄	炭酸鈣
1. 無氮肥區	—	—	1.85	2.0	10.0
2. 硫酸銨區	少量區 (N ₂ O.2克)	1.00	1.85	2.0	10.0
	多量區 (N ₂ O.4克)	2.00	1.85	2.0	10.0
3. 尿素區	少量區 (N ₂ O.2克)	0.43	1.85	2.0	10.0
	多量區 (N ₂ O.4克)	0.87	1.85	2.0	10.0
4. 魚粉區	少量區 (N ₂ O.2克)	2.00	1.85	2.0	10.0
	多量區 (N ₂ O.4克)	4.00	1.85	2.0	10.0

磷肥、鉀肥之肥效比較試驗的設計，可由此類推，茲

普通三組或四組合為一區，將試驗成績平均，計算其

概要

概差 (erreur probable)，其計算法如次：

此試驗完成以後，再作無肥料栽培作物，以檢驗殘效之有無。

先求平均值，次求此平均值和各組數值之差。差之符號正負無關，合計數值是為 0，而用組數「n」平均之。

誤差之計算法

1. 平均誤差 t $t = \pm \frac{E^v}{\sqrt{n(n-1)}}$

2. 中央誤差 m $m = \pm \frac{E^v \cdot s}{\sqrt{n-1}}$

3. 檢定 r $r = \pm 0.845 \times t = \pm 0.845 \cdot x \frac{E^v}{\sqrt{n(n-1)}}$

4. $r = \pm 0.674 \times m = \pm 0.674 \cdot \frac{E^v \cdot s}{\sqrt{n-1}}$

依此可舉計算例如下：

試驗成績	平均值之差	v^2
1.56	(+)0.068	0.004624
1.60	(+)0.028	0.000784
1.62	(+)0.008	0.000064
1.66	(-)0.032	0.001024
1.66	(-)0.032	0.001024
1.67	(-)0.042	0.001764

平均 1.628

$E^v = 0.210$ $E^v = 0.009284$

$r = \pm 0.0324$ $r = \pm 0.0291$

平均數記數： 1.63 ± 0.03

六、結論

因此我們知道肥料試驗不是一件容易的事情，非有熟練的技術和嚴密的注意，正確的成績，必不可得。而且肥料的效果，常因氣候、土質及其他各種條件而有不同；所以決定肥料的種類、施肥量、施用法等，非就實地試驗，不能正確判斷。肥料用之適當，農產物一定豐收，田畝因之肥沃，農業永遠興盛；用之不得當，則土地變壞，減少產量，農村因之破產。故從事肥料試驗者，對於改良農業有無限任務與使命。

三要素之肥效率(一)

氮素之肥效率

肥料名稱	設硫酸銨之肥效為100			同一肥效率的肥料
	水稻	大麥	小麥	
魚肥 鱈粕	100	81	91	鱈粕, 雜魚粕, 外國魚肥, 魚粕
骨粉	75	97	86	其他骨粉
乾血	80	67	84	
大豆粕	75	80	79	
菜種粕	74	63	68	各種油粕, 蓖麻子油粕, 落花生粕, 棉粕
酸筴	100	100	100	煙草
智利硝石	63	93	78	消酸鈣
石灰氮素	98	85	92	
人糞尿	98	94	96	

日本西原試驗場及駒場農大之成績

智利硝石之肥效率少, 對水稻之肥效特別少, 一般的無機質多較有機質稍劣, 差不多輪到第二第三次的作物, 才為同一的肥效率。

肥料問題

土壤分析法之商榷

余皓

引言

土壤分析之範圍

土壤機械分析

I. 歷史之演進

II. 理論之根據

III. 方法之說明 A 類別土粒等級之含量 B 炭酸鹽

之定量 C 風乾土水分之測定 D 分析結果之說

明 E 附釋

土壤化學分析

I. 標土調製

II. 土壤有機定最 A 燒灼法 B 銻酸法

III. 土壤石灰需要量之測定 A 孔卑氏法 B 華也克

氏法

IV. 土壤酸度之測定

V. 土壤中全氮量之分析

VI. 土壤中全磷酸(P_2O_5)之分析 A 容量分析 B 重

量分析

VII. 土壤中全鉀量(K_2O)之分析 A 氯化白金法 B

過氯酸法 C 亞硝酸鉍鈉法

VIII. 土壤溶於1%枸橼酸中之磷鉀定最 A 鉀質分析

B 磷酸分析

IX. 土壤完全分析 A 炭酸鈉熔溶法 B 濃氯酸抽出

法 C 氯酸不溶物之定最

X. 鹼土中氮化物定最

XI. 鹼土中炭酸鹽之定最

XII. 土壤化學分析記載法

XIII. 附錄 A Gooch 濾器製備法 B 土壤溶於1%

枸橼酸液磷鉀定最分析應備之試藥配製 C 鉀質

定最中白金收問法

土壤分析法之商榷

引言

土壤為農業生產之基本要素，故各國對於土壤研究，不遺餘力。但土壤之為物，極其複雜，其中含有各種有機體之有機物質，無機體之礦物質，及賦有生命力之小生物。欲從事研究，十分繁雜；然卒賴科學家之苦心努力，發明各種方法，以利土壤問題之研究與解決。

土壤研究之方法，至夥且多，各國亦不相一致，今欲介紹于國內，究竟何取何捨，乃著者擇筆寫此篇文字之前，雖費良多時間之考慮。考慮以後，復經參考歐美東亞各農事研究機關採用之土壤分析法，與夫回想個人過去分析土壤之經驗，著者遂決定本「方法國際化」及「方法精確化」之二種原則，擬就「土壤分析法」一篇，冀與國內土壤學專家一商榷之。

土壤分析之範圍

此篇所擬土壤分析之範圍：一為機械分析，一為化學

分析。至如土壤微生物之分析，則不與焉。所以如此者，並非土壤化學分析及機械分析更為重要；實則土壤微生物之分析，將另付專篇討論，蓋微生物與土壤肥瘠之關係，亦至深且切，其重要性與機械分析、化學分析，未可較量軒輊也。

土壤機械分析

(The Mechanical Analysis of soil)

(Analyse mecanique du sol)

I 歷史之演進

一八三八年薛柏萊氏(Böhler)首先注意土壤物理性質之研究；可是研究之範圍甚狹：僅為土壤之比重、比熱、水分之含蓄與蒸發、熱量之吸收與放散，及電氣傳導、氧氣吸收等項；至於土壤機械分析，則未加注意。

至一九一五年奧迪氏(Ode)始注意土壤中土粒之大小，及其各類之百分含量；因此，提出土壤機械分析法，

並謂此法不獨為研究土壤物理性質之惟一武器，即與土壤化學性質及生物狀況，亦有莫大之關係。此後各國土壤學者 (Pedologists) 對此問題，引起深切之注意，相繼研究者亦甚多，然終不獲一良善完美之方法。迨至一九二六年十月間國際土壤科學社 (The International Society of Soil Science) 委員會開會於英國 Bathurst 時，始有一稍滿人意之土壤機械分析，提出通過。此法現在各國已漸採用，而英國土壤機械分析，則完全根據此法之規定，所異者，僅分析之報告，以風乾土 (air-dry soil) 為標準；而國際法則以 105°C 乾土 (105°-dry soil) 為標準。然二者標準之換算，僅以簡單之數學手續，亦屬易易。

茲將英國農業教育會 (The Agricultural Education Association) 一九二七年所採用之國際土壤分析法，介紹於下，用為我國農業研究機關土壤機械分析之根據，其目的在與世界各國採同一步調作土壤研究國際化之探討。

II 理論之根據

土壤分析法之商榷

土壤為一極複雜之物質，若欲直接測定其中土粒之大小與含量，十分困難；但根據「於規定時間內，土粒直徑大者，在水中沉降速度快，土粒直徑小者，沉降速度慢」之理論，可變間接測定之方法。因此，施托克氏 (Stoke) 假定土粒為球形，應用數學原理計算土粒粒徑大小與其沉降速度之關係，發明一公式如下：

$$v = \frac{2ga^2(\rho - \rho_0)}{9\eta}$$

v = 土粒沉降之速度

a = 沉澱土粒之半徑

ρ = 土粒之密度

ρ₀ = 媒介液 (medium) 之密度

η = 媒介液之黏滯性 (viscosity) 之係數

以上各項符號數字，於 10°C 時，可以求得如下：

g = 981, ρ = 2.7, ρ₀ = 1, η = 0.011。因此施托克氏公

式，可以化簡如下：

$$v = a^2 \times 83690$$

爲 $\frac{100}{100 + V}$ om.

此外關於土粒大小之分類，根據 Atterberg 在國際土壤學會所提議而經公認者爲標準。

茲復根據托克氏公式，計算 Atterberg 氏所規定之各種土粒等級，於 80°C 時，其粒徑沉降深度（煤油液爲蒸餾水）與時間之關係，列表說明如下：

土粒名義	水中沉澱時間	沉澱時之土粒名義	沉澱時之土粒名義
粘土 (clay, l'argile)	100ms.	8 小時	0.002mm.
粉土 (silt, Limon)	100ms.	4 分 48 秒	0.02mm.
細砂 (fine sand, Le sable fin)		用孔徑 0.2mm.	
粗砂 (coarse sand, Le sable grossier)		用孔徑 2.0mm.	

III 方法之說明

樣土 (soil sample, Prehantion de sol) 採得以後，薄攤于室中風乾（注意避免直接日光之曝曬），而後以木杵輕輕敲碎土壤，以孔徑 2mm. 鋼篩篩別。留於篩上之石礫，在篩棄以前，以水洗滌，乾燥秤重，計算其百分數。漏

過篩孔之土，保藏於廣口瓶中，供下列各項分析之用：

- A 類別土粒等級之含量；
- B 碳酸鹽之定量 (The determination of carbonates)
- C 水分 (Humidity, l'humidité) 及灼熱損失量 (Loss on ignition) 之測定。

A 類別土粒等級之含量

此項工作分兩方面進行：(1) 使土粒完全離散 (dispersion)，成爲個體獨立狀態，懸浮于水，以免土粒互相牽引之關係，(2) 直接進行土壤機械分析。

(1) 土粒離散法 (Method of soil dispersion)

秤風乾土 20 克，放入容積 800c.c. 玻璃杯中，加 800c.c. 雙氧水 (H₂O₂)，放于水浴 (waterbath, bain-marie) 上加溫，不斷攪拌，藉免雙氧水與土中有機物過度之劇烈作用。待作用稍緩，復加雙氧水如前。至此，如土中有機物含量不多，第三次雙氧水可不再加，且此時有機酸之棕黑色，必也消失無疑。放冷，加水及 100-200c.c. $\frac{1}{2}$ N HCl，攪拌一小時（或靜置過夜），使碳酸鹽完全分解。而後用直徑 10cm.

硬濾紙 (hard filter paper) 過濾。(若用 Whatman No.1 濾紙，則第一次濾液，常帶有混濁 (turbidity) 之現象。補救之法，係因此混濁濾液于濾紙上可也。) 以 800.0. 蒸餾水洗滌三次。若三次洗滌不能洗淨土中電解質 (electrolytes) 時，則當繼續洗滌。洗滌完畢後，放開濾紙于玻璃面玻璃上，用洗滌瓶中熱水沖洗。洗液，接受于孔徑 0.2mm. 篩上，流入玻璃杯中。此項洗滌之程度，至不再有泥漿流入杯中時，即以手握束，緊壓濾紙，使混濁泥漿流透最後之一滴。照此法未為洗淨之細土 ($\Delta 0.2mm.$)，不應超過 0.2-0.4% 以上。

土壤經過氫水 (H_2O_2) 或酸 (HCl) 處理後之濾液，其中含有從炭酸而來之鈣 (Ca) 及其他少量溶解物質，此量約當樣土 2-3%。此外復含有極複雜的鐵鋁氧化物 ($Bauxite$) 及少量無水矽酸 (SiO_2)。鐵鋁氧化物及無水矽酸，可於濾液加氯化銨 (NH_4Cl) 及氫氧化銨 (NH_4OH)，使其沉澱，而後蒸乾，灼熱，秤重，作為溶解損失量 (loss by solution) —— 詳細說明見附釋 (8)。

土壤分析法之商榷

(8) 吸管法水液懸膠樣土之機械分析 (Mechanical analysis of dispersed sample by pipette method)

殘留篩上之土，或用橡皮棒，或用手指揉碎，以水洗淨附着之細土 ($\Delta 0.2mm.$)，而後於 105°C 烘乾秤重，作為粗砂 ($\Delta 0.2mm.$)。

通過篩孔之土，移入 1000.0. 振盪瓶中，加蒸餾水滿 500.0. 及 50.0. 10% 氫氧化銨液 (將 0.8g 銨液，以其兩倍容積蒸餾水沖淡)，以每分鐘 30-40 轉之速度，振盪 2-3 小時。若樣土粘重 (heavy soil) 則需 40 小時 (若欲此項工作縮短時間，則繼續充分振盪 3-4 小時亦可)，而後移入量筒，加蒸餾水確成 1000.0.，充分顛倒振搖一分鐘，使土粒完全平均分佈於水中 (此時懸浮土壤液，相當於原來樣土 25%)。靜放 4 分 30 秒，用 200.0. 吸管，於水面下 10cm. 深度處，吸取土壤懸浮液 (此項工作進行，開始於 30 秒鐘之前)，放入直徑 2mm. 磁皿中，水浴上蒸乾，繼以 105°C 烘燥，放冷，秤重。此秤重量乘以 4，即表示 1000.0. 深處

土壤懸浮物之濃度。此量以 Δ 表之。

樣土懸浮液之濃度，既相當於原來樣土 $\frac{a}{b}$ ，則樣土在 $20/253 \times 0.08470 \text{ H} / 100$ 。速度。沉降下之懸浮土粒百分數等於 $100 \Delta / a$ ；但實際此數應除以 Δ 。除 Δ 以後之量，即為樣土中含有黏土(ay)與埴土(silt)之百分數。

量筒振搖如前，靜置8小時，於水面下10cm.深處，吸取200.。烘乾，放冷，秤重。此量即為樣土中黏土(silt)之百分含量。

至如樣土中粘土(silt)含量，可如法求得：

(總土重十萬十庫)一總土重 \times 萬十庫。

量筒中剩下之細砂(fine sand)部分，可以直接測定。法將量筒上部黏土懸浮液傾去，筒底之細砂沉澱，洗入200.。玻璃杯中，加蒸溜水10cm.高，靜放5分5秒，傾瀉上層液。此項手續，反覆進行，至上層液澄清為度。然後將杯底殘渣，于105.。C烘乾秤重可也。

(c) 沉降法之機械分析 (Mechanical analysis by sedimentation method)

設無適當振動機，土壤機械分析，可改用沉降法進行之。法將漏過篩孔之細土(Δ 0.9mm.)，加10%鈉液100.。及加水達10cm.深，充分攪拌，靜放8小時，傾瀉上層液。此工作，反覆施行，至所有黏土(ay)傾瀉淨盡為度。而後吸取黏土液一部於105.。C烘乾秤重。

埴土之分析：繼將玻璃杯加水達10cm.深，靜放 $\frac{1}{2}$ 分5秒，傾瀉上層液。此項手續反覆進行，至所有埴土(silt)完全傾去為止。而後取一部於105.。C乾燥，秤重。杯底剩下之細砂(fine sand)，烘乾，秤重。

若土壤含有黏土之量，超過15%以上時，秤取樣土10克即可；但對於結果計算方面，須加以改變。

B 碳酸鹽之定量

碳酸鹽定量之原理，係秤取定量之土壤，以淡酸溶液處理，使發生之 CO_2 ，集收於量管中，而後計算其容積，以求得土中碳酸鹽之含量。其法有二：一為Farr氏法(見Emerson: Soil Characteristics, P. 111)；一為TH. Sohl-Loesing氏法(見Guide pour l'étude Experimentale Du

Vol. P. 61, Albert Demolon), 茲因篇幅關係, 暫不討論。

C 風乾土水分之測定

用秤量瓶 (weighing bottle) 秤取風乾土 10 克, 於 105°C 烘 24 小時, 秤重二次。若為富於有機物土壤或為黏重土壤 (heavy soil), 則時間需延長 6 小時。

測定水分後土壤, 可續供土壤灼熱損失量 (Loss on ignition) 之測定。

D 分析結果之說明

以上各項分析結果之報告, 其百分數以風乾土為標準

, 記載如下:

- (1) 粗砂 (coarse sand) : 殘留 0.25 mm. 篩上者
- (2) 細砂 (fine sand) : 由沉降法而來者
- (3) 壤土 (silt) : 由吸管法分析而來者
- (4) 黏土 (clay) : 由吸管法分析而來者
- (5) 風乾土之水分
- (6) 炭酸鹽
- (7) 氧水氣酸 ($H_2O_2 - CO_2$) 溶解損失量

土壤分析法之商榷

(8) 差率 (因氧水移去之有機物及試驗分析之誤差) 總量 ≈ 100 。

若灼熱損失量亦需加入結果報告, 則應記載如下:

(1) 粗砂, (2) 細砂, (3) 壤土, (4) 黏土, (5) 風乾土之水分, (6) 炭酸鹽, (7) 氧水氣酸溶解損失量, (8) 灼熱損失量 (有機物及礦物結晶水), (9) 差率 (試驗誤差)。

總量 ≈ 100 。

E 附釋

(1) 此法應用之範圍: A 節土壤機械分析 (1) (2) (3) 三法, 對於一般土壤, 已夠應用; 但對於下面幾種土壤尚有考慮研究之必要: 一為富饒有機物質土, 一為富饒石灰質土, 尤其後者, 對於土粒離散 (dispersion) 之處理, 頗感困難。其次為含有未經風化 (unweathered) 及半風化 (semi-weathered) 石粒甚多之土壤與紅土 (laterite soil), 皆需特別注意及之。

(2) 灼熱損失量之測定: 以 105°C 烘乾定量之土壤,

放已知量之小磁皿中，於電爐 (muffle) 灼熱 30 分鐘，放冷，秤重。如此灼熱損失量，其中含有由炭酸鹽而來之 CO_2 量存在。故真正灼熱損失量，應減去其中 CO_2 之含量（此量相當於土中炭酸鹽含量之 44%）。若無電爐，亦可於 Bunsen 燈上灼熱，但灼熱以後，需加少量炭酸鈣 (NH_4) $_2\text{CO}_3$ 液，蒸乾，文火燒灼，趨走過量之鈣。如此所得之灼熱損失量則不需改正（減去 CO_2 之重量），已為真實之灼熱損失量矣。

(e) 氧化鈣 (CaO) 及鐵鋁氧化物 (Oxides) 之測定：將水懸液處理後之土壤濾液，加氯化鈣 (NH_4Cl) 及氫氧化鈣 (NH_4OH)，使氧化鈣及鐵鋁氧化物沉澱，蒸乾，煨燥，灼熱，秤重。此量以表之。而後將此秤重物質，加濃硝酸，蒸乾，放砂浴 (sand bath) 上，以 H_2SO_4 烘乾 2 小時；復以硝酸浸濕，放置 2 分鐘，加蒸餾水，使氧化鈣 (CaO) 析出。過濾，熱水洗滌，灼熱，秤重。此量以表之。W. A. M. 土壤化學之原理

(4) 溫度與機械分析法之關係：不論吸管法 (Pipette

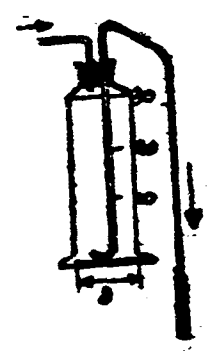
method) 也好，不論沉降法 (Sedimentation method) 也好，總須要注意溫度之變遷，以防土壤懸浮液環流 (Convection Currents) 之現象，而發生懸浮土粒凝團 (Flocculation) 之影響。蓋水之黏度 (viscosity) 與其溫度係數 (Temperature coefficient)，有一定之關係。此溫度係數與土粒沉降之深度，及吸管吸取之深度，亦俱相當之關係，斯亦不可不予以注意。譬如 20°C 時，土粒沉降之深度為 h ，其在溫度 T 時，土粒沉降適當之深度為 Kh 。其之數值，如下表所示：

T.	5	10	15	20	25	30
K.	0.660	0.784	0.880	1.000	1.125	1.267

(5) 土粒沉降之深度與其時間變換之關係：土壤機械分析法，有時為特種原因，其吸取之深度與土粒沉降之時間亦可予以相當之改變。例如沉降 4 小時，於深度 8.75 cm 處，或沉降 10 小時，於深度 12.5 cm 處吸取黏土懸浮液，與沉降 8 小時於深度 10 cm 處所吸取者，完全一致。但當注意者，改算後，沉澱之深度，不能少於 7 cm。

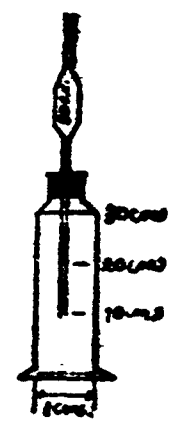
(6) 機械分析之用器

圖一第



沉降法之沉降瓶

圖二第



吸管法之沉降瓶

土壤化學分析

I 樣土調製

有用粒徑 75 μ 以下之土壤供化學分析者，有用粒徑 0.075 μ 以下之土壤供化學分析者，如美國、日本是；有用粒徑 0.075 μ 之土壤供化學分析者，如英國、德國、法國

土壤分析法之商榷

是。後法之規定，近復為國際土壤學會所公認。以下化學分析，亦以後者為標準。

II 土壤有機物定量

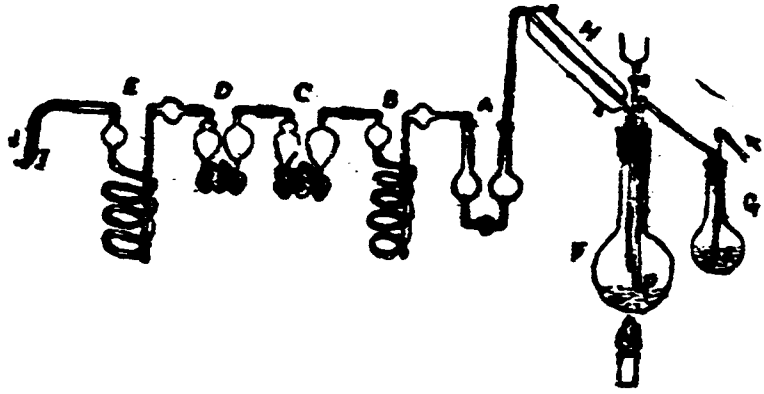
土壤中有機含量之表示，一如土壤水分含量表示法。故定量水分以後之土壤，直接可供有機物之定量。其法有二，分述於下：

A 燒灼法 秤無水乾土 6 克，放入坩鍋中，燒灼至血紅，攪拌至有機物完全分解。若土壤中含有多量碳酸鹽，足以影響土壤有機物定量結果時，可按下法改正之。於土壤燒灼之後，冷下，加數滴草酸鈣 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ 飽和液，蒸乾，灼熱至暗紅，驅逐鈣 (Ca) 鹽，而後放冷於乾燥器 (desiccator) 中，秤重，計算土壤中有機物之含量。

B 鉍酸法 此法為美國土壤局 (Bureau of Soil) 所採用，今將此法之裝製、分析手續，繪圖說明於下：

(說明) I 吸氣口：裝製中空氣由此抽出。

G 鹼液瓶：內含氫氧化鈉 (NaOH) ，以防空



氣中 CO_2 之吸入。

F 氧化瓶：內放

土壤10克及粉狀重

鉻酸鉀 0.1 克。

H 凝却器

A 飽和硫酸銀(A

Ag_2SO_4 液管：吸

收氧化瓶中發出之

HCl 、 SO_2 及 SO_3

等氣體。

B 濃硫酸蛇管。

C 氫氧化鈉球：

吸收土壤由錳酸分

解而來之 CO_2 。

D 濃硫酸球

E 濃硫酸蛇管

分析手續：秤C、D之合重。於C、D連接B、E之前，

先使此種裝製，流通空氣15分鐘，以清潔裝置內之空氣。然後將秤重之土壤與重鉻鉀($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)，混合於氧化瓶中，由漏斗徐徐加入濃硫酸(比重 1.84)，至其用過適可潛沒1點。每隔 0.1 至 1 分鐘加熱一次。而後秤C、D之重，與未吸收 CO_2 之前C、D合重之較，即為 CO_2 之重量；此量乘以 0.875 ，即為土壤有機物之含量。

III 土壤石灰需要量之測定

A 孔卑氏法

試藥： 1% 硫酸錳鉀(KMnO_4)酒精液

手續：秤土壤5克，放入試管中，加硫酸錳鉀液 15cc ，充分振盪，靜置1小時。若土壤為酸性，上層液則顯血紅色。色之深淺，亦土壤酸度之強弱，並可推測土壤石灰需要量之近似值。但此法僅能應用於風乾土壤；若為新採回之濕土，則不能應用。

B 華也克氏法

試藥： 1% 無 CO_2 之石灰(CaO)水

手續：由孔卑氏法計算出克土壤對於石灰水需要之中和量，以利華也克氏法之進行。將克風乾土份，各放於500。蒸發皿中。每一蒸發皿中，加石灰水之數量，如下所示：

a. 較孔卑氏法計算出之石灰水中和量少500。

b. 較孔卑氏法計算出之石灰水中和量少500。

c. 加入由孔卑氏法計算出之石灰水中和量

d. 較孔卑氏法計算出之石灰水中和量多500。

e. 較孔卑氏法計算出之石灰水中和量多500。

若所加之石灰水量，不夠潤濕土壤時，可補加蒸餾水少許，而後立即放於水浴上蒸乾。各移入500。三角瓶中，各加1000。無CO₂之蒸餾水。塞緊，每分鐘振盪一次，前後凡12次。傾斜靜置2小時。吸取上層液各200。各放入500。玻璃杯中，每杯加濃無色試藥（Phenolphthalein）。煮沸，蒸發至500。時，然後比較觀察，以石灰用量最少之玻璃杯，呈顯紅色反應時，用為土壤石灰需要量

土壤分析法之商榷

計算之標準。

計算：石灰水，每50。含石灰（CaO）0.28克。假定每公頃（Hectare）乾表土平均重量為8百萬斤。今若石灰水，由分析之結果，每100。中和10克土壤，則8百萬斤土壤應需中和之石灰量 = 8,000,000 / 10 × 0.28 斤（CaO） = 600,000 斤 CaO = 600 噸 CaO。所以石灰水，每100。相當於每公頃土壤石灰需要量600 噸 CaO。

VI 土壤酸度之測定

用電氣測定法，最稱精確，在普通應用方面，用比色分析法可矣。

V 土壤中全氮量之分析

凱爾達氏法（Kjeldahl's method）

試藥：a. 濃硫酸；b. 錳；c. 精品過錳酸鉀（KMnO₄）；d. 濃氫氧化鈉液；e. 硫化鉀液（K₂S）；f. 硫化鉀40克溶於10000。蒸餾水中；g. 硫酸：此液每100。相當於2mg

銀(N)； $8\frac{1}{2}$ 克 N 氫氧化鈉；b. 銻粒；i. 鉀銅硫酸混合鹽；
 硫酸鉀(K_2SO_4) 100克加硫酸銅(CSO_4) 5克。用時隨
 時配合。

樣土秤重：a. 普通土壤 1—2克；b. 腐植質土 8—10
 克。

消化作用(Digestion)：秤重之土，捲於濾紙中，
 投入50—100cc. Nessler瓶中；若土壤已含炭多量時，例
 如腐植質土，單將濾紙中秤重之土投入瓶中即可矣。繼加
 50—100cc. 濃硫酸及0.7克錳(約10滴)。初則加火微熱，
 待泡沫止息時，於是火熱加高，煮沸8—1小時，至瓶內液
 體無色透明。移去Nessler瓶，加過錳酸鉀少許，而後繼
 續加熱，以養化餘渣之有機物。放冷蒸溜。

蒸溜(Distillation)：Nessler瓶完全冷下後，加無
 錳蒸溜水500cc. 硫化鉀55cc. 豌豆大小白鹽酸塊及過量濃
 氫氧化鈉液(於消化時所用之濃硫酸每1cc. 時，此刻應加
 飽和氫氧化鈉液 $2\frac{1}{2}$ cc.)。加氫氧化鈉時，應順瓶頸內緣
 緩斜流入，以免氣(H_2)有損失之虞。加銻粒1—10克

，以防噴濺；但須注意者，銻粒之加入，僅能於加氫氧化
 鈉以後，而不能於未加氫氧化鈉之前。聯接裝製，開始蒸
 溜。溜出之氣，吸收於事先加有 $\frac{1}{2}$ 克 N 硫酸150—1500cc. 之三
 角瓶中。蒸溜之初，不可驟加強火，因強酸與強鹼化合時
 間過促，將有大量熱力放出，殊屬危險。蒸溜瓶中液體蒸
 出1500—2000cc. 時，即可停止蒸溜。先去塞而後去火，
 洗滌蒸溜裝置玻璃管內黏着之液體，流併三角瓶中。以
 Methyl red或Cochineal為指示劑，用 $\frac{1}{2}$ 克 N 氫氧化鈉液滴定
 三角瓶中過量之酸，而後計算中和氣之硫酸量。 $\frac{1}{2}$ 克 N 硫酸每
 1cc. 相當於28.8% N ；若秤重之樣土為10克，則土壤中氮之
 含量為288/10或28.8%。

附註：a. 普通土壤中硝酸氮含量極少，因此Nessler
 法分析土壤全氮量，已夠應用。至於含硝酸態氮之化學肥
 料，則消化時，非加水楊酸 $C_6H_5(OH)$ 不可。b. 若
 土壤含氮甚少，消化時間必需延長時，則前面於消化時所
 用之錳及蒸溜時所用之硫化鉀，皆可棄而不用；僅於消化
 時一次加入銅鉀硫酸鹽5—10克可也。

VI 土壤中全磷酸 (P_2O_5) 之分析

試藥：a. 濃硝酸；b. 淡硝酸 (1:8)；c. 濃氫酸；d. 硝酸鉍液 $Mg(NO_3)_2$ 溶液 84.6g 於 1,385cc. 蒸溜水中，此液每 100cc. 含 0.2 克硝酸鉍；e. 氫氧化鈉液；f. 硝酸鈉液 (NH_4NO_3)；g. 500 克硝酸鈉 (NH_4NO_3) 於蒸溜水中，而後做成 1000cc.，此液每 500cc. 含 5 克硝酸鈉；h. 銅酸鈉液 (NH_4)₂MoO₄ 溶液 100 克於淡氫氧化鈉液 (比重 0.90) NH_4OH 14.4cc. 加 71cc. 蒸溜水) 中，而後徐徐傾入淡硝酸液 (比重 1.42 之硝酸 400cc. 加 1,140cc. 蒸溜水)，靜放溫度數日，或加熱至 50°C，至無黃色銅酸鈉沉積為度，傾瀉上層液，保藏於玻璃塞之瓶中。此項溶液亦可照下法製備：溶解硝酸鈉 217.5 克於 800cc. 蒸溜水中，並加上項之硝酸 1,600cc.，靜置，傾瀉如前。

手續：秤樣土 2 克，放入 500cc. 蒸發皿中，加硝酸鉍 2 克，於水浴上蒸乾。燒灼至赤紅，使有機物完全分解氧化。冷下，加濃硝酸 15cc. 及濃氫酸 5cc.，覆以鐘面玻璃，

於水浴上消化 3 分鐘。冷下，洗滌鐘面玻璃，而後以蒸溜水將蒸發皿中內容物全部移入 500cc. 量瓶中。塞緊，振盪，加水滿量。靜置，待脫水矽酸 (SiO_2) 完全析出，於是吸上層液 100cc.。放此 100cc. 溶液於 250cc. 三角瓶中，投一片石蕊試紙，從滴管滴入適量氫氧化鈉液，確使此紙變藍；然後加淡硝酸 (1:8) 1—2 滴，確使此紙轉變淡紅，復加硝酸鈉液 5cc.。放水浴中，保持 55°C，一面攪拌，一面徐徐加入銅酸鈉液 50—60cc.。若銅酸鈉液用量不足時，可將此液過濾，濾液復加 1—5cc. 銅酸鈉液試之。此沉澱，保持 55°C，不時攪拌一小時後，即可按照下面任何一種方法定量磷酸。

A 容量分析

用結構細密濾紙 (close-textured filter) 過濾，傾瀉上層液。繼以冷硝酸鈉液 (10 克硝酸鈉溶於 100cc. 蒸溜水中) 加入，傾洗 5—6 次。而後以 methyl orange 試其濾液有無酸性反應，若有，則繼續傾瀉如前，至無酸性反應；最後以蒸溜水傾瀉數次。即將濾紙移入銅酸磷酸沉澱

之原杯中，加10—20cc. 蒸餾水，幾滴無色試藥 (phenol phthalin)。以玻璃棒碎濾紙，加 $\frac{1}{10}$ N NaOH若干cc.，使液顯深紅色，繼加2—5cc. 過量。塞緊，振盪。以 $\frac{1}{10}$ N HCl 滴定過量之鹼液。 $\frac{1}{10}$ N NaOH液100. 相當於0.18478mg P₂O₅

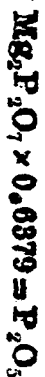
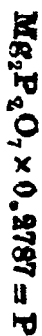
B 重量分析

若磷酸鐵沉澱中，含有尚未被洗淨之雜質存在時，磷酸用重量分析，較為精確。

試藥：a. 濃氫氧化鈉液；氫氧化鈉液 (比重0.8) 100cc. 加水沖淡，使成1000cc.；b. 氫化銻混合液：將新製氫化銻5克於少量淡鹽酸中，氫酸用最重鹼鉤溶解為度，繼加氫化銻過量，煮沸數分鐘，使鐵、鋁及磷沉澱；過濾，加500克氫化銻及5610cc. 氫氧化銻 (比重0.8)，隨後加水沖淡，使成5000cc.。此液亦可如下法製備：將結晶氫化銻 (K₂FeCl₄·6H₂O) 110於蒸餾水中，加500克氫化銻，餘按前法進行。

手續：玻璃杯中磷酸鐵沉澱，洗滌已無酸性時，即以一半熱水一半氫氧化鈉液，溶解濾紙中沉澱，滲入原杯

中；同時，亦溶解此杯中沉澱，但此項洗液不可超過100cc.。用硝酸中和杯中鹼液，放冷，由滴管點點 (每滴1秒鐘) 滴入氫化銻混合液100cc.，滴時充分攪拌。15分鐘後，加800cc. 氫氧化鈉液 (比重0.80)，靜置2小時。用無灰濾紙過濾，以淡氫氧化鈉液洗滌，至濾液無氯離子 (Cl⁻) 反應。烘乾濾紙及其內容物 (MgNH₄PO₄)。烘乾後，沉澱傾放黑光紙上；待濾紙於坩鍋中燒灼灰化後，始移黑光紙上之沉澱加入坩鍋中，徐緩加熱，至沉澱變白色。若沉澱為灰色，可加濃硝酸數滴，蒸乾，燒灼，放冷於乾燥器中，秤重。

IV 土壤中全鉀量 (K₂O) 之分析

羅倫斯密法 (J. Laurence Smith Method) 此法

不測定土中鉀質，十分準確；同時亦可定量土中鈉質。

試藥：a. 純濃氫化銻；b. 純濃碳酸鈣；c. 硝酸；d. 氫

氯化銨 100.000 。草酸銨 $(NH_4)_2C_2O_4$ 液：溶解草酸銨 14.9 克於 100.000 。蒸餾水中，加 50.000 。氫氧化銨液：或溶 12.9 克草酸於 1.70000 。蒸餾水中，加 100.000 。氫氧化銨液置 170.000 。含 10% 氯化銨 $(BaCl_2)$ 液： 8.000 。氯化白令液：液中每 100.000 含 10 克白金 1 克 $(2.1$ 克 $H_2PtCl_6)$ 。氫氧化銨液：溶氫化銨 200 克於 $1,000.000$ 。蒸餾水中，加粉狀氫化白令 5 — 15 克，同時攪置 1 — 2 小時，過濾傾瀉上層液，保留於細口瓶中，餘下殘渣，可供下次製備此液之用； 100% 酒精：將 95% 酒精以水沖淡，然後於 15.000 ，以酒精比重表，量其比重等於 0.8045 時即可； j 。酸化酒精液：加氫酸（比重 1.180 ）於此 0.000 。於 $8,000.000$ 。酒精 (95%) 中。然後通氫氯氣 (HCl) 於此液中，使酒精液中氫酸之含量等於 0.150 規定液。

手續：稱樣土 1 — 1 克，放入瑪瑙乳鉢中，加 1 克氫化銨及 2 克碳酸鈣，粉碎混合，另備白金坩鍋一隻（ $80m$ 。高， 3.500 。直徑，或以鋁質、鈣質坩鍋代替亦可），其底鋪 10 克碳酸鈣，次加土壤混合物，覆以 1 層 1 。克碳酸鈣。放坩鍋於鐵架，鐵架，覆蓋，檢燈加熱於底部，火焰

不可與坩鍋上部接觸。待坩鍋內容物白沫現象停止 15 分鐘以後，始增高溫度，驅逐銨鹽淨盡，繼以噴燈紅熱 5 — 8 分鐘，放冷。坩鍋內殘物，或連同坩鍋一併放於著柄瓷盤中（Casseroles），加水約 250.000 ，熱 80 — 90 分鐘，傾瀉上層液，殘渣移入瑪瑙乳鉢中研碎。熱水洗滌此殘渣同人瓷鼓中，傾瀉如前。此項手續重複若干次，使由此法可溶物完全溶解為度。移入瓷鼓中內容物全部於濾紙，洗滌至無氯化物存在。以上前後傾瀉、洗滌等液，合併於一杯中，蒸乾之，約成 200.000 。

鈣之分離： 100 — 400.000 。濃氫氧化銨於此 200.000 。濾液中；繼加 85.000 。草酸銨，使鈣沉澱。過濾，洗滌至濾液無氯化物反應。蒸發濾液約為 100.000 ，加一滴氯化銨，使硫沉澱。過量之銨，以草酸銨沉澱之。然後過濾洗滌，洗淨草酸鹽。蒸乾濾液，小心加熱，直至完全驅盡銨鹽。放冷，加熱水少量及氫酸少許，再蒸發，加熱，使銨鹽無絲毫存在。加熱水少量及數滴氫酸，過濾，濾液接受於白金坩鍋中，於 105 — 110 。蒸乾之，稱重，此重減去白金坩鍋

之重，即為氯化鈉(NaCl)與氯化鉀(KCl)之合重。

鉀鈉之分離：以少量熱水溶解鉀鈉混合鹽，傾入含有10%過氯酸之800。大小玻璃杯或蒸發皿中。加0.5—2.500。氯化白金液，放水浴上，蒸膠。沉澱中含有氯化白金鈉(Na₂PtCl₆)及氯化白金鉀(K₂PtCl₆)，前者溶於80%酒精中。沉澱移入 Gooche 海綿坩鍋中，以80%酒精洗滌，每次5—800。反覆12次。於105—110°C之下，烘乾沉澱，秤重，沉澱即為氯化白金鉀(K₂PtCl₆)。

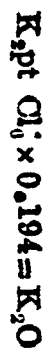


鉀質直接定量法：土壤溶液之處理悉如前法；不過定鉀質時，不必經過鈣之分離手續，直接可定鉀質之含量。

第一法 氯化白金法

手續：由炭酸鈣處理所得之土壤濾液，蒸濃至2500。加氫酸(比重1.50)1000。使變酸性。蒸乾，加蒸溜水500。，瀝入1500。大小玻璃杯中。反覆洗滌，至濾液滿杯。加0.5—2.500。氯化白金液及1—1.500。過氯酸，置

水浴上，蒸膠，放冷，加15—200。酸性酒精，攪拌使所有氯化鈣完全溶解。傾瀉上層液，而後移全部沉澱於1000。坩鍋中，以80%酒精洗滌6—12次。繼用氯化銨液洗滌10—12次。最後復用30%酒精洗滌10—12次。烘乾，秤重，計算如前。



第二法 過氯酸法

手續：由炭酸鈣處理所得之土壤濾液，蒸濃至50—2500。加氫酸(比重1.20)1000。使變酸性。加1000。5%氯化銀水(Baryta water)，蒸乾，文火灼熱於Bunsen燈上至半焦，然後用水抽出殘渣中所有氯化鉀(以上準照Donner's法)。濾液加2.500。過氯酸(比重1.15)，蒸濃至無泡沫發生；沖淡，更加數滴過氯酸。蒸濃放冷，復加2500。95%酒精，攪拌，靜置，傾瀉上層液。繼加含有0.2%過氯酸酒精液500。，移沉澱入1000。坩鍋中，吸去酸性酒精液，復以800—1000。飽和過氯酸鉀酒精(95%)液洗滌，至濾液無酸性反應，然後於100°C烘乾，秤重。



濾液與第一次過氫酸蒸液加水以後，如有混濁狀態 (turbidity)，則氧化矽 (Silica) 未能完全除盡；此時需靜置 24 小時，過濾以後，方可繼續進行與第二次過氫酸蒸液之工作。

第三注：亞硝酸鈷鈉法

由碳酸鈣處理所來之土壤濾液，蒸濃至 100cc，加 80—100cc 濃硝酸，繼加 35cc 草酸鈷，使鈣沉澱。過濾，洗淨氯化物，濾液復蒸濃至 50cc—100cc，加濃硝酸 10cc，蒸乾，文火灼熱，以除去有機物及銨鹽。灼熱之殘渣用 1% 醋酸處理之。過濾，濾液蒸濃至 5cc—10cc，然後加亞硝酸鈷鈉 (Cobaltinitrite de Sodium) 0.5 克 (此試藥隨時溶解於 8—10cc 冷蒸溜水中)。攪混混合，覆以鐘面玻璃，靜放至次日。於 Gooche 過濾器上，或已秤量之小號濾紙上過濾，用 1% 醋酸洗滌，至濾液無色，繼以 95% 酒精洗滌，而後於 120°C 乾燥秤重。

土壤分析法之商榷



以上沉澱不用重量分析，用容量分析亦可，法如下：加亞硝酸鈷鈉靜放至次日之溶液，其中沉澱可洗於石綿濾器 (filtre d'amianto) 上，或用圓錐形之試管，遠心分離法取得。然後以淡薄溫熱之氫氧化鈉溶解其沉澱，此項工作最好於水浴上進行之。過濾，濾液做成 100cc。取濾液 20cc，加蒸溜水 200cc， $\frac{N}{10}$ 過錳酸鉀過量及 200cc 硫酸。過量之過錳酸鉀溫至 80°C，以 $\frac{N}{10}$ 草酸滴定。



沉澱亞硝酸鈷鈉鉀之化學式為 $(\text{NO}_2)_2\text{K}_2\text{NaCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ，故 $\frac{N}{10}$ 過錳酸鉀液，每 1cc，相當於 0.00235 克之亞硝酸鈷鈉 (NO_2H) ，又相當於 0.00065 克鉀質 (K) 或 0.00086 克 K_2O 。

亞硝酸鈷鈉製備法 (Koninck's method)：將亞硝酸鈉 (Nitrite de Sodium) 150 克於 1500cc 熱蒸溜水中，放冷 (40—50°C)，於亞硝酸鈉結晶開始時，加結晶硝酸鈷 (

K₂Cr₂O₇ de Cobalt) 50克。加5%醋酸 500.0，充分攪拌半小時使內容物完全溶解，而後過濾。濾液以其二倍容量95%之酒精沉澱之，靜放12小時，於多孔圓盤漏斗(entonoir à disque perforé)上過濾，以酒精洗去棕色沉澱，繼用以脫(Liether)洗滌。如此所得之沉澱烘乾後，約為50克，呈橘黃色。此種試藥於溶液內極不穩固，故於應用時，始秤取0.5克溶於3-4.0。冷蒸溜水中，數分鐘後，過濾備用。

重 土壤溶於1%枸橼酸中之磷鉀定量

苗美爾氏法(Dyer's method)

將土壤500克於1%枸橼酸液9升中，每日同時振動，前後數日，過濾。取濾液500.0。蒸乾，加硝酸溶解殘渣，加水50.0。蒸乾(若樣土事先加HCl，不發生沸騰現象時，於此硝酸液中，同時應加入純CaCO₃ 5.0克，然後蒸乾)。

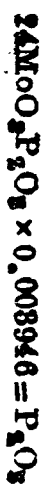
• 加5%氯化銨(NH₄Cl)水100.0。蒸乾，燒灼於本生燈上至半焦(紙濾燒灼)，殘渣溶於硝酸，蒸乾，徐徐燒灼，冷下，

加水，過濾。濾液供鉀質(K₂O)分析，殘渣供磷分析。

A 鉀質分析：濾液加2.50.0過氯酸(比重1.12)，蒸騰，至無泡沫發生，沖淡，更加數滴過氯酸。蒸騰放冷，復加200.0 95%酒精，攪拌，靜置，傾瀉上層液。繼加含有0.2%過氯酸酒精液400.0，移沉澱入Gooche坩鍋中，吸去酸性酒精液，復以50-100.0飽和過氯酸鉀酒精(95%)液洗滌，至濾液無酸性反應，然後於100°C烘乾，秤重。



B 磷分析：殘渣加以濃硝酸50.0及水20-30.0，加熱3-5分鐘。過濾，濾液蒸乾，加10.0濃硝酸，蒸乾，於砂浴上熱至120-150°C，殘渣加50.0濃硫酸，加熱半小時，過濾。濾液加NH₄NO₃ 250.0，熱至55°C，再加50.0鉍酸鈉液250.0，靜置一夜，用Gooche坩鍋過濾，1%硝酸洗滌，烘乾，徐徐灼熱至藍黑色。放冷，秤重，按無水鉍酸磷(24MgO·P₂O₅·4P₂O₅·3.946%)計算



IV 土壤完全分析

土壤完全分析，目的有二：一為明白土壤中所有元素之含量組成，但對於植物利用價值，毫無意義；一為分析土壤溶解於濃硝酸中所有元素之含量，此種含量，可以視為將來可為植物利用之量。前者用炭酸鈉熔溶法，後者用濃硝酸溶法。二者分析方法，除土壤溶液處理不同外，其餘完全一樣。

在土壤完全分析中，其中氮、磷、鉀、炭、硫、水分及有機物等，普通皆單獨分析，分析法已詳前。

土壤溶液之製備

A 炭酸鈉熔溶法 秤風乾土10克，燒灼後，與其5倍重之炭酸鈉混合，放於100°大小白金坩鍋中（鉍質或鍍質坩鍋亦可代用），徐徐加熱，至內容物完全熔溶。然後用高溫燒灼20分鐘於Bunsen燈火焰上。放冷加熱水及100cc酒精，使鉍酸鹽脫色，而後煮沸5—10分鐘。

B 濃硝酸抽出法 秤風乾土10克於250cc三角瓶中，

瓶塞中穿一孔，插以長玻璃管(50cm-1m)，加1000cc蒸餾水，保持一定之沸點(100°C-110°C)，於水浴上消化2小時(每小時振盪一次)。靜置，傾瀉上層液於磁製蒸發皿中，然後移入全部不溶物於濾紙，洗以熱水，至濾液無氯化物存在。此項濾液加入第一次原液中。此液蒸濃為100cc，加10-15滴濃硝酸，使有機物氧化分解，放水浴上蒸乾。加熱水少量及100cc硝酸，蒸乾，如是反覆數次。放冷，加5滴濃硝酸及5-10cc蒸餾水，過濾，洗淨氯化物。洗液可再按前法蒸乾，以使所有脫水矽酸(SiO₂)析出。然後將此不含矽酸(SiO₂)之濾液，做成250cc或300cc，供以下各項分析之用。

C 氫酸不溶物之定量 乾燥前兩濾紙及其中沉澱，而後燒灼，放冷，秤重，反覆數次，至重量不變。

(1) 脫水矽酸(SiO₂)之分析 由炭酸鈉熔溶而來之土壤溶液，加100cc濃硝酸，置於水浴上蒸乾。復加150cc濃硝酸及150cc熱水。過濾，洗滌，至濾液無氯化物存在。

濾液蒸乾，於 $105-110^{\circ}\text{C}$.熱二小時。加濃硝酸 1500. ，過濾，洗滌至濾液無氯化物存在。洗液收集於 500. — 1000. 量瓶中，供以下各項分析之用。前面二次脫水矽酸(SiO_2)殘渣，合併入白金坩鍋中，燒灼，至重量不變，秤重。加 0.1g .濃硝酸(HNO_3)及 0.1g 濃磷酸，於無水矽酸殘渣中，蒸乾，燒灼，放冷，秤重。此減少之損失量即為土中無水矽酸(SiO_2)之含量。坩鍋中內容物，此時加淡硝酸少許，洗滌，併入原土壤液中。

茲為便利說明起見，凡由濃硝酸第一次落出之土壤液(其中脫水矽酸(SiO_2)亦已完全析出)名為「液A」。

「液A」中之鐵、鋁、鈦(titanium)及磷酸之分析
 吸取「液A」 $150-1000\text{.}$ ，點點滴入氫氧化鈣(液中不可有炭酸鹽存在)，待沉澱生成數分鐘始溶解時即可。若鈣液已加至過量，可加數滴硝酸復溶解之，使此液成微酸性。煮沸，加氫氧化鈣稍過量，使鐵、鋁、鈦及磷酸沉澱。沉澱數分鐘，一面使過量之鈣驅走，一面使沉澱凝塊。然後滴入少量鈉液，立即攪拌，過濾，以熱水洗滌數次。

將沉澱與濾紙，放入原來之玻璃杯中，以玻璃棒碎濾紙，加水使成 1500. ，再以數滴硝酸溶之。過濾，洗滌。濾液復以氫氧化鈣液沉澱如前，過濾，以少量熱水洗滌，至濾液無氯化物反應。此項濾液名為「液B」，供鈣鎂分析。乾燥濾紙中沉澱，然後分別燒灼，復將濾紙灰燼加入沉澱中，一併燒灼。放冷於乾燥器中，秤重。此沉澱之重量為 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 P_2O_5 及 TiO_2 四者之合重。

氫氧化鈣沉澱元素之分析

(A)假定沉澱中無鈦(titanium)存在：移前面燒灼沉澱於量瓶，加熱硫酸(1:4)5—1000.消化。然後用錳(Zn)使鐵還元，以 $\frac{1}{10}$ N高錳酸鉀液滴定($\frac{1}{10}$ N高錳酸鉀每 $100\text{.}=0.00564\text{克Fe}_2\text{O}_3$ ，或 $0.007984\text{克Fe}_2\text{O}_3$)，按 Fe_2O_3 計算鐵量。若此項氫氧化鈣沉澱，係由炭酸鈉熔溶法製備之土壤「液A」而來；則前面單獨定出之 P_2O_5 量即為此沉澱中 P_2O_5 之重量；故沉澱 Al_2O_3 之含量，可從氫氧化鈣沉澱元素總量中，減去 Fe_2O_3 及 P_2O_5 之重量求得。

(B)若沉澱中有鈦存在：移燒灼沉澱於白金坩鍋中)

容積約100cc.)加焦性硫酸鉀 ($K_2S_2O_8$ Potassium Pyrosulfate) 5—7克，於本生燈上微熱，此時坩鍋蓋不可取去。然後加焦性硫酸鉀少量，使黏附於坩鍋邊緣之氧化物溶解。此種溶物移入大白金坩鍋中，放冷，熔於含有 H_2O 之濃硫酸熱水中。

(3) 鐵之定量 將焦性硫酸鉀溶液，沖淡100cc.於玻璃杯中，通入 O_2 五分鐘，使鐵還元及溶解之白金沉澱。煮沸，使硫凝結，過濾於800cc.三角瓶中。瓶口備橡皮塞，中有大小二孔。小孔插一玻管，直達其底，用為進口；大孔亦插一玻管，與橡皮塞底面平切，用為出口。瓶液沖淡約成800cc.，煮沸，通入 O_2 。冷下10分鐘，然後通 O_2 於此瓶，驅逐液中過量硫化氫。放冷，繼續通 O_2 。待溶液完全冷下，立即由進口玻管通入 $\frac{1}{10}$ N高錳酸鉀液，以定量之計算如前。

(4) 鈦 (Titanium) 之定量 測定鐵液後之溶液，蒸濃至50—75cc.，加100cc.濃硝酸及1—2cc.過氧化氫 (H_2O_2)。此時液中呈現之顏色深淺，可與氯化鈦鉀 (K_2TiCl_6)。

土壤分析法之商榷

TiF_4 Potassium titanium fluoride) 液，按普通比色分析法進行之。

(4) 鐵之定量 若前面 FeO 氧化鐵沉澱，係由炭酸鈉溶解後製備之土壤「液A」而來，則沉澱中 Al_2O_3 之含量，可從 FeO 氧化鐵沉澱元素總量中，減去 Fe_2O_3 , P_2O_5 及 SiO_2 之重量求出。

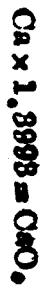
「液B」中之鈣鎂分析

將「液B」蒸濃為100cc.，移入三角瓶中，加氫酸1滴，硫化鈣 CaS (或氫氧化鈣 $Ca(OH)_2$)，通入 O_2 飽和。加 H_2O 。氫氧化鈣，塞緊，靜置，過夜。過濾，以鈣性氫化鈉液洗滌。此時沉澱中為硫化鈣、硫化銅及硫化錳等混合物。遇必要時，可分析錳之含量。

濾液中含鈣與鎂，分析如下：

(5) 鈣之分析 前項濾液，加熱及加新製草酸液鈣過量，放水浴上消化半小時。放冷，過濾，洗滌，燒灼。再溶於淡氫酸中，再沉澱，燒灼，秤重。或用容量法亦可：法將沉澱草酸鈣溶於過量之淡硫酸中，而後以 $\frac{1}{10}$ N高錳酸

鈣液測定。¹⁰ 高錳酸鉀每100.相當於0.0099克鈣 (Ca)。

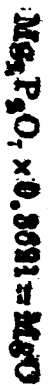


(●) 磷之分析 沉澱鈣後之濾液及洗滌，其中已無鈣存在，可供磷之分析：

試藥：a. 氫酸；b. 氫氧化鈣 (B.P.O.S)；c. 磷酸

氫鈉液：1克磷酸氫鈉 ($\text{K}(\text{NH}_4)\text{H}_2\text{PO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) 溶於1000c.c. 蒸餾水中；d. 9%及10%鈉液。

手續：蒸餾前濾液約為200c.c.，以氫氧化鈣液中和之。點點滴入稀磷酸氫鈉液，一面充分攪拌，然後徐徐由量杯內移入氫氧化鈉液，其量約為原來液中所積十。於此期間，一面繼續不斷攪拌。靜置過夜。傾滙上層液，繼以淡氫氧化鈉液洗滌。移沉澱全部於濾紙，仍以鈉液洗滌，至濾液無氯化物存在。烘乾，移入沉澱於光滑紙 (Glad-stone) 內。燒灼濾紙於坩鍋中，而使加入沉澱，一併燒灼，至重量不變。



「液A」中磷、鉀、鎂及硫之分析

(7) 鉀質定量 吸取「液A」100—150c.c.，蒸乾(若權士加淡硝酸無沸騰現象，則於蒸乾之前，應加入0.5克純潔炭酸鈣 (CaCO_3)。加5%氧化鎂 (BaO) 水100c.c.，蒸乾，徐徐燒灼於本生燈上至半焦。然後用蒸溜水抽出所有氯化鉀(以上係按 Neubauer's 法處理)。然後加2.50c.c. 過錳酸(比重1.12)於濾液，蒸濃，至無厚膜泡沫發生，沖淡，更加過錳酸數滴。蒸濃，放冷，加95%酒精 200c.c.，一面攪拌。傾滙澄清酒精液，復加含有過氧氣0.5%之酒精 400c.c.。然後移入300c.c. 坩鍋中，吸去酸性酒精，洗以95%酒精 50—100c.c.。(液中含有飽和過氧氣鉀 KClO_4)。待洗液無酸性反應時，而使於100°C 乾燥，放冷，秤重。



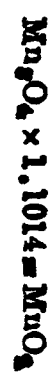
(8) 磷酸定量 溶解氯化鉀後之殘渣，移入玻璃杯中；加50c.c. 濃硝酸及8—10c.c. 水，加熱30分鐘，過濾。蒸乾，放砂浴 (sand bath) 上，於150°—160°C 脫水。殘渣加10% H_2BO_3 50c.c.，消化半小時，過濾。濾液加250c.c. NH_4

NO₃液，加熱至55°C，然後加事先熱至55°C錳酸鉀液5g，靜置，過夜。濾入坩鍋中，以1%硝酸洗滌，烘乾，然後灼熱（此坩鍋放於另一坩鍋內，此坩鍋之底面，鋪以石棉紙），至成墨藍色無水錳酸鉀（24MnO₂·P₂O₅）時，放冷，秤重。



試藥：a. 硝酸鉀，溶硝酸鉀500克於蒸溜水，而後做或10000.0.；b. 錳酸鉀液，溶錳酸鉀150克於10000.0. 蒸溜水中，加1000.0. 硝酸（比重1.9）。

(9) 錳之定量 取取「液A」1000.0.，蒸濃至500.0.，放冷，加臭水（Bromine water, Eau de bromure），使溶液著色。加氫氧化鉀，使液成鹼性。覆蓋，煮沸，放冷。復加臭水及鉀液。若沉澱已生存，然後加醋酸少量酸化之，即過濾，洗以熱水。烘乾沉澱，燒灼，秤重。



(10) 硫酸定量 取取「液A」1000.0.，加氫氧化鉀液稍過量，煮沸，靜置，過濾。濾液蒸濃至500.0.，加濃烈

酸50.0-100.0. 煮沸，加5%氯化鉀液（BaCl₂），使完全沉澱。靜放溫處過夜，用無灰濾紙過濾，或用Gooch坩鍋亦可。以熱水洗滌數次。烘乾，燒灼，秤重（BaSO₄）。



X 鹼土中氯化物定量

試藥：a. 標準硝酸銀液：溶2.8974克硝酸銀於蒸溜水，做成1000.0.0.；b. 鉻酸鉀液：鉻酸鉀飽和液，為指示劑用。

手續：秤風乾土100克，加5000.0. 蒸溜水，攪拌。小時，或靜放24小時，開時攪拌，用Pasteur-Chamberlain filter過濾，或用Buchner漏斗過濾，洗滌，做成1000.0.0. 吸取2000.0.，蒸濃至250.0.，加鉻酸鉀數滴，以硝酸銀滴定之，一面攪拌。至硝酸最後一滴，使液變淡紅棕色。計算：此項標準硝酸銀液，每100.相當於0.6mgCl。

此法係應用於鹼土中氯化物之分析。

VI 鹼土中炭酸鹽之定量

稱樣土 50 克於振盪瓶中，加 1000 毫
 升蒸餾水，振盪 3 小時，靜置過夜，
 傾濾過濾。

試藥：1. 標準鉀酸氫鉀液：溶 0.55
 80 克 $KHSO_4$ 於 1000 毫。蒸餾水中。

手續：吸取濾液 100 毫。於三角瓶中
 ，加濃鉀鉍色試藥 (Phenolphthalein)
 ，以稀硝酸鉀液滴定之。此液 ($KHSO_4$)
 1 毫 100 毫。相當於 0.948 毫。 CO_2 或
 0.1804 毫。 CO_2 。

此法應用於鹼土 (soil alkali) 甚為
 簡便。

VII 土壤化學分析記載法

		風乾土%	無水土%	土號	土層
水分 (moisture, humidité)					
有機物	燒灼損失量 (Loss on ignition, perte à calcination)				
	鉻酸法 (The chromic acid method, La methode de L'acide chromique)				
酸度 (acidity, acidité)					
石灰需要量 (Lime requirement, Besoin de chaux)					
全氮素 (N)					
全磷酸 (P_2O_5)					
全鉀質 (K_2O)					
溶於 1% 枸橼	磷酸 (P_2O_5)				
酸液之	鉀質 (K_2O)				
酸不溶物 (residue at 110 C)					
酸不溶礦物質 (residue ignited)					
氮 酸 溶 解 元 素 量	矽酸 (SiO_2)				
	礬土 (Al_2O_3)				
	氧化鐵 (Fe_2O_3)				
	氧化錳 (Mn_2O_3)				
	石灰 (CaO)				
	苦土 (MgO)				
	氧化鉀 (K_2O)				
	氧化鈉 (Na_2O)				
	磷酸 (P_2O_5)				
	硫酸 (SO_3)				
碳酸 (CO_2)					
鹽素 (Cl)					

碳酸鈉溶法，分析之結果記載事項，與氮酸溶法同。

附錄

A Gooche濾器製備法：石綿加5%硝酸及過量之高錳酸鉀，加熱消化。然後用過量草酸洗滌，洗淨石綿中可溶物，保藏於水溶液瓶中。然後將石綿懸浮物傾入Gooche增錫中，使其底面鋪一層石綿約1-gm.厚。以熱蒸溜水洗滌，於105°—110°C，乾燥2—8小時，秤重。

B 土壤溶於1%枸橼酸液俾鉀定量分析應備之試藥配製：
a. 硝酸鉍液：500g硝酸鉍於蒸溜水中而後做成1000cc。
b. 硝酸鉍液：150g硝酸鉍溶於1000cc.蒸溜水中，而後徐徐加入1000cc.HNO₃ (SP. GR. 1.2)

C 鉀質定量中之白金收回法 (Recovery of Platinum)
：用氯化白金分析鉀質，固十分精確，然消費甚大，頗不經濟。但此法能將用去之白金收回，則氯化鉍分析鉀之方法，可經濟十分之六、七，今將此法，書如下：

將氯化白金及氯化白金鉀之沉澱殘渣，放入高量筒中，加水沖淡，使其黃色淡於檸檬之色。此項溶液每1000cc.加濃硝酸 (HCl) 20—25cc.，及純粹錳粉1—1克。此

時白金變為發生游離氮氣 (Nascent nitrogen) 分解成爲鹽基性氯化物 (Basic chloride) 及白金。白金沉下爲白金黑。靜放一刻鐘，反覆傾瀉上層液四五次。移殘渣於Buchner過濾器上，以蒸溜水洗滌。烘乾，秤重，加王水 (aqua regia) 使白金黑溶解，變爲氯化白金 (Platinio chloride)。

王水與白金黑作用甚烈，故需特別小心。其法進行如下：每重1克白金黑加濃硝酸約250cc.，然後沸熱至泡沫發生，滴入硝酸(約3—10cc.)，以玻璃攪拌，至所有沸騰危險停止爲度。蒸發此液一半，繼加王水煮沸，趨走過量之硝酸。放置；傾瀉上層液，用熱水洗滌，移去附着金屬白金表面之氯化鉍。此洗液加入前面傾瀉液中。此殘渣復以王水處理，傾瀉於原來之瀉液中，而後乾燥殘渣秤重。由此，可以計算傾瀉液中白金之含量，並將此液加水做成一定量之濃度。

一九三三年十月十日，寫畢於浙江農業改良
總場化學肥料管理處。

三要素之肥效率(二)

磷酸之肥效率

肥料名稱	水溶性磷酸為 100			同一肥效率的肥料
	水稻	大麥	平均	
水溶性磷酸	100	100	100	過磷酸，重過磷酸，脫瑪斯特許磷酸鈣，溶解性海鳥糞，中性磷酸
還元性磷酸	99	68	84	，骨粉之一部
鹽基性磷酸	51	46	49	脫瑪斯磷肥
動物性磷酸	59	70	65	骨粉，魚糞，魚肥之磷酸
植物性磷酸	35	70	53	大豆粕，油粕，米糠之磷
灰類之磷酸	31	24	28	草木灰，廢介灰
磷礦粉之磷酸	8	—	8	磷礦粉

鉀肥尚無試驗成績，大部為水能溶解之形態存在者為多，茲不及備述。

備考：——(1)水溶性磷酸之效果最好，在水田以磷酸二石灰之效果最著，其他之形態效果不多。

(2)磷礦粉其中為磷酸三石灰，故效果微，動物性磷酸即使皆含有磷酸三石灰，其效果尚好。

浙江土壤調查之計劃與方法

余皓

甲、浙江土壤調查之計劃

- 一、土壤調查之意見及理由
- 二、土壤調查之目的與功用
- 三、土壤調查之方法及步驟
- 四、須與土壤調查連鎖之機關合作

乙、浙江土壤調查法

- 一、土壤調查準備事項
- 二、土壤分類及其命名
- 三、土樣採取及土壤草圖繪製法
- 四、土壤縱切面研究法
- 五、土壤製圖法及其報告方式

甲 浙江土壤調查之計劃

一、土壤調查之意見及理由

土壤調查，於歐美各國固已舉行有年矣，顧我國不過晚近十年間之新興事業，然而設所研究，專司其事者，更屬罕觀，縱有，亦如鳳毛麟角焉。

今日中國土壤調查機關可得而述者有二：一為北平地質調查所附設之土壤調查部，成立於民國十八年夏；一為廣東土壤調查所，成立於民國十九年秋；斯二者，分道揚

鑣，各皆獨樹一幟於南北，雖為時短暫，然於土壤調查事業，則積極進行，不遺餘力，早有多種圖報說明，已具相當之成績矣。

自是以後，國內農界人士對於土壤調查問題，已漸引起注意。蓋農林事業，在在受天然環境所支配；而天然環境中，實以氣候土壤佔其首要之位置；故於土性土質未調查明白之前，農林事業實無從發展，無從推進，其難猶如緣木而求魚也。

浙江為我國橫鏡省也，近數年來，農林建設方面，突

幾猛進，確有一日千里之勢，然猶有不至于人遺憾者，則土壤調查尙未舉行也。

土壤調查與浙江農林事業前途之發展，究有若何重要與關係，茲從本省幾種事實立論以闡明之：

(一)土壤調查與浙江之農業現況 浙江據有三十二萬八千餘方里之面積(即一萬七千七百一十二萬餘畝之土地)，以之生產，供養三千零六十餘萬人口之民食，理應綽有餘裕；然而事實如何？民二十年猶發生搶米之風潮，社會呈恐慌不安之現象；是以浙省農民之未獲保養，仍陷於飢寒交迫不救之中；農村之未臻繁榮，而日益趨於破產黯淡之途，是何故歟？請究其實。

浙江土地雖有一萬七千七百一十二萬餘畝，而實已利用耕種者，僅四千餘萬畝，其餘一萬三千餘萬畝，尙多居荒廢而未爲利用也。

至於已耕種之四千餘萬畝之土地，其生產效能是否已達最高之比率，此則又需有人研究者也。今根據悉心一先生調查浙江重要農作物田畝面積分配統計：稻田面積佔二

千七百九十八萬二千畝，每年產量爲八十四億四千一百九萬三千斤；小麥田面積爲八百九十九萬六千畝，每年產量爲十一億七千四百一十八萬一千斤；棉田面積爲一百八十一萬一千畝，每年產量爲五千八百三十五萬三千斤。今再根據以上調查統計，合算稻田每畝平均產穀約爲三百零一斤，小麥每畝平均產量約爲一百三十六斤，棉田每畝平均籽花產量約爲三十二斤，如此生產量之比率，甯能謂爲地已盡其利，無改良之餘地，實無關於田力之薄弱，盡人事未能盡其全功也。

從以上兩種事實之觀察：一則浙省未利用之土地，尙有一萬數千萬畝，一則已耕種之土地，生產量未能達最高之比率；故求浙省農業之發展者，亦應以此二者爲研究之中心問題。對於前者，則實施荒地利用政策，規劃何區宜林墾，何區宜農作，何區宜園藝，何區宜畜牧；對於後者，則實施耕田改良政策，何者瘠薄，如何改善，何者肥沃，如何持久。然此二政策，於荒地耕田之「土性」「土宜」未經調查、區分類別之前，又將何從根據實施乎？是以

土壤調查之舉，急不可緩矣。

(二)土壤調查與化學肥料管理政策之實施 過去浙江農民因濫用化學肥料，以致土性惡變，產量減少，甚致硬化如石，植物不能生長者亦有之，浙省當局感於此種危機，昨午遂有化學肥料管理處之設立，其目的在以政府之力，釐定法規，統制化學肥料合理之販賣，舉行試驗分析，研究肥料之利弊及土壤之肥瘠，藉備行政上之參考。

化學肥料管理處成立以來，迄今已十閱月矣，於行政方面，法規固已見諸實行；但於技術研究方面，分析試驗之結果尙難備以推廣。蓋地勢有高低，氣候有寒暖，雨量有多寡，地質有類別，而土壤之種類與性質，因是亦大相懸殊，有爲砂土者，有爲粘土者，有爲河流沖積土者，有爲山崗定積土者，有爲酸性土者，有爲鹼性土者，凡此等等，書不勝書。故於浙江土性、土宜未能作精密調查以前，對於化學肥料管理政策實施前途，實有莫大之阻礙，而難達於化學肥料管理理想之願望。

總觀以上浙江農業現況之事實與夫化學肥料管理政策

浙江土壤調查之計劃與方法

實施之困難，浙江土壤調查實有積極進行之必要，是以化學肥料管理處特於肥料土壤分析試驗之外，復從事浙江土壤調查，因是而擬「浙江土壤調查之計劃書」焉。

二、土壤調查之目的與功用

舉一事，必有一事之目的與功用；否則金錢徒然虛糜，時間無謂消耗，徒見其無補於事而已。土壤調查之重要，於前節已列舉事實以證之，今復將土壤調查之目的與功用，羅列於下，以窺其整個之價值。土壤調查之目的與功用，歸納言之有二：一以土壤爲自然科學研究之對象，一以遠增加農產、富裕民生之目的，若條分縷析，則有下列諸端：

- (一)測定全省土壤之性質；
- (二)使全省土壤爲系統之分類；
- (三)判別全省土壤肥瘠之高低；
- (四)估價全省財政之農業經濟基礎；
- (五)爲引用農作物新品種之介紹；
- (六)供農科學校、農政機關、農業試驗場及其他農業

改良研究事業之參考；

- (七) 爲估計地價之根據，用爲他年平均地權之標準；
- (八) 爲政府實施墾荒政策、移民政策之南針；
- (九) 爲私人農業經營、選擇良田之參考；
- (十) 使農民明白自己土壤之性質，引起改良之思想；
- (十一) 爲土壤純理科學研究之方法；
- (十二) 完成總理「地盡其利」之遺教。

三、土壤調查之方法及步驟

十九世紀以前，各國土壤調查之方法，極不一致，尤其於土壤分類一項，有以地質系統爲根據者，有以岩石異別爲根據者，有以氣候爲根據者，甚至有以土壤利用觀念爲根據者（如泰爾氏 Von Thier 分土壤爲肥性麥土、白色麥土、弱性麥土、瘠性麥土等），惜乎國際間缺乏聯絡，未能公開討論，以致方法未能達於完善。迨至一九〇九年國際土壤學會開會於 Budapest，一九一〇年開會於 Boon Knolin，一九二二年開會於 Prague，一九二四年開會於 Ro-

mo，最後一九二七年開會於 Washington，始確定土壤分類之方針，尤其注意於土壤縱切面 (Soil Profile) 之研究，因是土壤調查之方法逐漸趨於一致之途徑。

土壤調查於我國乃一新興事業，故於方法採取之前，應如何慎重考慮，如何合理規定，如何統籌兼顧，庶乎內合國情，外符友邦，方免「閉門造車不適用於軌」之譏！

茲於浙江土壤調查行將開始之前，參考歐美各國土壤調查過去之陳績，及慎察最近國際間土壤調查之趨勢，暫擬浙江土壤調查法。今將此法大綱，逐條羅列於下：

土壤調查方法之規定，應分田間工作與室內工作兩項

(一) 田間調查工作：A 調查前之準備事項；B 採取樣土之方法；C 考察土壤性質之方法；D 土區分類標記法；E 其他農業狀況記載事項：a 農作物之種類與耕種法，b 肥料之種類及施用法，c 農民生活狀況，d 農業上有關之物質如石灰磷礦等，e 其他。

(二) 室內分析及試驗工作：F 規定土壤分類之標準；G 土壤縱切面 (Soil Profile) 研究法；H 土壤理化分析法

；I 檢定土壤養分試驗法；J 製圖法及報告方式。

以上各項，除I項已詳述著「土壤分析法之商榷」中及I項已詳述馬壽徵先生「檢定土壤養分之三大試驗法」中，此外各節，緣以篇幅關係，不克於此詳細說明，另於下章「浙江土壤調查法」中討論之。

土壤調查，視其目的之不同，可分為概略調查與精密調查：前者用比例四十萬分之一縮尺地圖，調查範圍較大，普通以省為單位，其目的在於土壤以純理之科學研究，用備他年全國土壤調查之參考；後者用比例五萬分之一縮尺地圖，調查範圍較小，普通以縣為單位，其目的在詳細區分類別，說明土性，土宜直接供農業改良上之應用。

概略調查，以科學研究為標的；精密調查，以實際應用為宗旨；二者俱估重要，似亦未可偏廢於一方，然以特殊之關係，此次調查之目的，原以應用為迫切之需要；故此次土壤調查，亦應先從精密做起，而後力有餘，時有暇，再舉行概略調查。

浙省俗分東西二部，浙西多平原沖積地，浙東多崎嶇

山崗地。沖積地較為肥沃，且亦多經耕種利用；山崗地多屬貧瘠，且素半荒廢不治。肥沃耕種之士，固應持久其效力；荒廢貧瘠之地，尤應改良研究。故同時舉行浙東浙西之土壤調查，是為必要，未可偏於一方也。茲將浙江土壤精密調查步驟，暫分四年計劃於下：

第一年：應調查完竣杭縣、蘭谿、甯波、永嘉、海甯、富陽、吳興等縣，並化驗土壤種類性質，測定氮磷鉀三要素，有機物、石灰需要量及酸度等，遇必要時，應化驗其特種成分，然後繪圖說明，編製報告。

第二年：應調查完竣蕭山、紹興、餘姚、諸暨、金華、嘉興、嘉善、長興等縣，其室內工作與第一年同。

第三年：應調查完竣平湖、慈谿、奉化、甯海、天台、黃岩、義烏、建德等縣，其室內工作與第二年同。

第四年：應調查完竣餘杭、武康、東陽、永康、龍泉、遂昌、仙居、青田等縣，其室內工作與第三年同。

前列四年計劃，得視人力經濟之關係，提早時期完成，或延遲一年，其餘各縣土壤調查，則待四年以後，容再

設計進行。

四、願與土壤調查連鎖之機關合作

(一)陸地測量局：供給各縣五萬分一及全省四十萬分一之最新土壤調查底圖。

(二)地質調查所：供給全省地質分佈說明圖。

(三)氣象測候所：供給全省氣候之概況說明。

(四)農科大學及農業試驗場：協助土壤調查進一步之研究。

研究。

(五)國內外土壤研究機關：交換意見，共同作土壤科學研究之討論。

乙 浙江土壤調查法

此篇目的，在以簡當之文字，將土壤調查實際之智識，予以清晰之說明；至於學理討論，則非本篇原意也。

一、土壤調查準備事項

調查時準備事項，除調查人應備旅行必需之用品外，至少應備下列各項土壤調查儀器與用件：

- (一)鑽土杖 (Dollinger)：為採取樣土必需之器械，長為一米突之鐵桿，其上刻有等分度，另再附一米突長之鐵桿，遇必要時，二桿聯接，可鑽取兩米突以內之土壤。
- (二)羅盤針：供指南之用。(三)氣壓計：測高用。(四)小鐵錘：供土壤切面觀察用。(五)皮尺及二米突彎曲木尺。
- (六)小鐵錘：供劈破岩或土中結核用。(七)淡薄鹽酸及靈敏試紙：測驗土中石灰質或其酸鹼用。(八)調查底圖。
- (九)各種顏色鉛筆：供隨時標記土區及樣土號碼用。(十)樣土袋及黑油布：裝盤混合樣土用。(十一)各種土壤調查表格及紀錄簿：備隨時考察記載用。(十二)攝影機：備遇特種典型土壤留影考察用。

二、土壤分類及其命名

- (一)基於土粒直徑大小之分類及命名：
粒徑：二耗以上……………石礫 (Gravel)

同上：二至〇·二粒……………粗砂 (Coarse Sand)
 同上：〇·二粒至〇·〇二粒……………細砂 (Fine Sand)
 同上：〇·〇二粒至〇·〇〇二粒……………壤土 (Silt)
 同上：〇·〇〇二粒以下……………黏土 (Clay)

(二) 基於機械分析組成成分之土壤分類及命名：

1. 黏土 (Clays)：凡土壤中黏土超過80%，及壤土超過50%者屬之。

2. 黏壤土 (Clay Loams)：凡黏土含量介於50—80%之間，壤土在50%以下，砂土少量存在者屬之。

3. 壤質黏壤土 (Silty Clay Loams)：凡黏土含量介於50—80%之間，壤土超過50%者屬之。

4. 壤土 (Silt Loams)：凡黏土含量不及50%，而壤土超過50%以上者屬之。

5. 壤土 (Loams)：凡黏土不及50%，壤土不及50%，而砂土介於50—80%之間者屬之。

6. 砂黏土 (Sand Clays)：凡黏土含量界超50%，而壤土不及50%，或砂土超過50%以上者屬之。

7. 細砂壤土 (Fine Sandy Loams)：凡黏土與壤土界超50%，細砂在50%以上，粗砂不及50%者屬之。

8. 砂土 (Sands)：凡黏土與壤土略超50%，細砂不及50%，而粗砂超過55%以上者屬之。

9. 粗砂土 (Coarse Sands)：凡黏土與壤土不及50%，細砂不及50%，而粗砂超過55%者屬之。

10. 礫土 (Gravels)：凡黏土與壤土不及50%，而粗砂超過50%者屬之。

11. 石質壤土 (Stony Loams)：含有直徑50耗以上，石塊甚多者屬之。

12. 泥炭土 (Peats)：凡有機質超過55%及多少含有一點砂土者屬之。

13. 腐植質壤土 (Peat Loams)：凡有機質介於15—55%之間，並含有多量砂土與壤土及少量黏土者屬之。

14. 黑泥土 (Muck)：凡有機質介於15—55%之間，並含有多量黏土及少量壤土者屬之。

以上各土類，除 12, 13, 14 三種外，其餘十一種，

視其中有機質含量之多寡，冠以下列諸形容語句：

有機質： 9—5%.....合

有機質： 5—10%.....富

有機質： 10—15%.....相當

有機質： 15%以上.....腐植質土

(三)土壤調查系統之分類及其命名：

土壤調查系統之分類亦藉動植物之科目種屬之分類，與普通僅以單純因素而分類土壤者，其重要，其繁雜，實未可同日而語也。

茲綜合葛氏 (Giles) 馬氏 (Marbut) 土壤分類之理論

，暨土壤調查系統分類法如下：

第一：帶 (Zones)；第二：部 (Groups)；第三：屬 (Subgroups)；第四：系 (Series)；第五：類 (Class)；第六：型 (Type)。

I. 帶之釋義分類及命名 以雨量之多寡及溫度之高低，分世界土壤為三大帶：

A 寒濕帶：此帶寒冷多雨，水分奉半由地下排走而流

失。

B 熱燥帶：此帶溫度酷熱，雨量低微，蒸發量高，故土壤中溶解鹽類多聚積於土面或近於土面。

C 溫潤帶：此帶溫度較寒濕帶為高，較熱燥帶為低，雨量則較熱燥帶為多；此帶適介於前二帶之間，土中溶解鹽類因雨量較多而流失，但不致溶提過甚以致於無。

II. 部之釋義分類及命名 部為帶之亞系。浙江屬於溫潤帶(參看浙江建設廳水利局測候所報告)，故此處對於寒濕帶及熱燥帶之分部不加討論，僅就土壤中石灰質之聚積與否，分溫潤帶為二部說明之：

A 鐵鋁聚積部 (Pedolitic Groups)：此部因雨量較高，凡表土可溶鹽類、鐵鋁氧化物及微細土粒，奉半流下，沉積於下層土壤，嗣後鹽類復經潛水溶解作用而流失。故此區土壤無石灰質聚積，表土亦多呈酸性。表土因鹽類之流失，故亦名為溶提層 (Horizon of eluviation)，下層土因鐵鋁氧化物之聚積，故亦名為聚積層 (Horizon of illuviation)。若以次序別，前者又名 A 層，後者又名 B 層

，此二層爲此部土壤之特徵。

B 石灰積聚部 (Pedocalic Groups)：此部因雨量不足，表土微細，土粒向下遷移之程度甚緩，積聚之現象不顯，鹽類溶解流失者亦甚微，石灰每含有多量之存在，結核 (Concretion) 於 B 層底部或 C 層 (底土 Substratum) 中。

故此部土壤多屬酸性或中性。

Ⅱ. 屬之釋義分類及命名 屬爲部之亞系。浙江屬於鉄鋁聚積部，故於石灰聚積部此處不加討論，僅就鉄鋁聚積部分四屬說明之：

A 灰色土 (Podsol)：因腐植質 (Humus) 含量之多寡與雨水浸灌之輕重而形成三種灰色土：一爲鉄質灰色土 (Iron podsol)，一爲腐植灰色土，一爲濕沼灰色土 (Marsh podsol)。然一般性質可述如下：(1) 土面爲腐植層，雜有落葉、枯枝、苔蘚之屬，其厚常自數公分以至三十公分不等。(2) 其下爲酸性灰白礫質土層。其土壤質地 (Soil texture) 常較底土 (Subsoil) 爲粗鬆。(3) 再下爲棕褐色之底土，其中聚有高量之鉄鋁氧化物。在土壤肥力方面

，其植物養分含量，極端低微。在黏重土壤方面，其 A 層每爲單粒之組織 (Single Grained Structure)，黏性亦微弱，其 B 層則爲團粒組織，乾燥時呈角礫狀之裂開。故從以上兩點而論，在化學性質方面，在物理性質方面，灰色土皆爲不良之土壤。

B 灰棕色土 (Gray-Brown earth)：淡棕色，弱酸性，栗狀組織，爲其表土層之特徵，於下層土層 (B 層) 中富有相當含量之鉄鋁氧化物，但此層無腐植質聚積，此乃與灰色土不同之點。此屬土色雖云以棕色爲主，每雜有紅黃二色於其間。酸度之強弱與其土層之深淺成正比例。其中有機質及溶解鹽類，略有相當量之存在。A 層僅爲單粒狀之組織，B 層土壤易呈角團狀之裂開，土層愈下，角團之直徑亦愈增，從一公分至三公分不等。因土性微酸，故此屬土之組織，較爲密實。以上乃就此屬土壤之一般特徵而言，茲復舉一例以釋之：如森林灰棕色土，其地主要植物爲落葉樹 (楓樹、赤楊、山毛櫸、榿樹及白楊等)，故土面每覆以一至三公厚之腐葉，其下更着黑葉蘚苔之薄層，

再下為礫質土層(A層)，上部富於有機質，故色深褐，下部有機質較少，故色灰棕或為灰色，B層色棕或黃棕色，C層因地質之成因不同，變異甚多。

C 紅黃土 (Red and Yellow earth)：表土層深度常薄，色常暗灰，下土層或黃或紅，若與灰棕色土相較，則其A層與B層之質地(Texture)二者完全不同。此層表土雖薄，但合B層計算則甚厚，其中石灰鉀鈉鎂鹽皆較灰棕色為低。

D 磚紅土 (Laterite Soil)：此屬土壤成見於高溫多雨之區。雨量多，所以表土層中鉀鈉長石分解，使二氧化矽(SiO₂)流失，而鉄鋁殘留。溫度高，使三價鉄脫水變為無水紅色氧化鉄(Fe₂O₃)，於土層表面結殼，其性剛脆，成蜂巢狀之分裂。A層深淺不定，B層時有鉄塊之結核(Iron Concretion)。A、B二層中之石灰鉀鈉鹽等，含量極少，以至於無，蓋為雨水沖洗所致也。

以上四層乃根據現有之知識而分類，若以後研究材料增加，有新的理論發現，當不以此為限，或有所改變，或

有所增減。

IV. 系之釋義分類及命名 凡同系之土壤，除表土層質地(Soil texture)相異外，其於氣候、成因(Soil Formation)，由來(Origin)、組織、排水、顏色、底土層，無不相同。系之命名，悉以村鎮城市等表之。譬如調查杭縣土壤，最初於七堡一帶調查者即名之七堡系，以後發現與七堡相同之土壤皆歸入此系。系之釋義中「氣候」一項，於前節亦已討論，「組織」「排水」「顏色」等項，留於「土壤縱切面」中討論。至於土壤「成因」與「由來」(Soil Formation and Origin)則於此處分別說明之。

A 土壤成因(Soil Formation)：因宇宙間動力之不同，使地殼表面成種種堆積式樣之土壤，茲分類說明如下：

第一：原生土(Sedentary Soil)：岩石之風化物，成湖沼濕地植物之堆積物，殘留於原來之位置而未經變遷者，謂之原生土。此土又分為二：前者謂之殘積土(Residual)，後者謂之泥炭土(Cumulose)。

第二：次生土(Transported Soil)：土壤之成因係

據外力運動堆積之作用而成者。此土又可分為下列各類：

(1) 崩積土(Colluvial)：懸崖峭壁之岩石風化物，因重力之關係，滑落堆積於山谷間，致成此種土壤，故又名之為重力土。

(2) 水積土：水流攜帶之泥沙，因其流行速度至平地緩慢而沉澱堆積，形成此種土壤；復因泥沙沉積之地位不同，又可分為下列三種：a. 河流沖積土(Alluvium)，b. 湖成土(Lacustrine)，c. 海成土(Marine Soils)。

(3) 冰土(Glacial)：由於冰山冰川移動磨碎岩石而成者。

(4) 風成土(Loess)：由於風力捲來之塵沙堆積而成者。

B 土壤由來(Soil Origin)：土壤因母岩之來源不同，可分為花崗岩土、塊板岩土、流紋岩土等。

V. 類之釋義分類及命名 土類(Soil class)于土壤系統分類上，實無適當之位置可放，蓋其有獨立個性也。類之詳細說明，於本節第一項中已付討論，茲從略。

浙江土壤調查之計劃與方法

VI. 區之釋義分類及命名 土區(Soil type)為分類之

單位。凡同區之土壤，其土色、土層、組織、地形、氣候、成因、由來、地下水位、農業生產狀況等，靡不相同。土區之命名法，係以土類之上冠以土系之名稱，例如七堡細砂土、拱宸橋壤土是(Chl-Boo fine sand soil) (Kung-Cher-Chiao Silt loam)。

三、土壤採取及土壤草圖繪製法

土壤採取，因調查者之智識與經驗而增加其確實程度，然一般之原則不外如下所云：

土壤採取深度：因農業上應用之目的，土壤採取之深度分為三種：從土面至 20cm. 作為表土(Surface Soil)，從 20cm. 至 50cm. 作為亞表土(Sub-surface Soil)，從 50cm. 至 1m. 作為底土(Subsoil)。但于土壤縱切面(Soil profile)之考察，則不以此為限，常隨土層自然之變化分別採取之。

土壤採取之地點：凡道路、田埂、糞肥之處及其他畜

土壤情形影響土壤常態之地，皆當絕對避免。

土壤採取數量：土壤數，因地勢之高低，河流距離之遠近，植物生長之種類，而增加其土壤採取數。普通每十平方公里至少採取土壤以上之土壤，若于浙江全省土壤之調查，則不需如許之多也。

土壤量：即分析試驗研究之範圍大小而定，普通四五至五公斤重已夠，若欲舉行盆鉢試驗（如密采利西氏之盆鉢試驗），則表土必需採取八十公斤方足敷用。

表土採取法：於採取之前，將地面踏實，以取土杖鑽入所要採取之深度之三分之二處，然後提起，再繼續鑽取所餘之三分之一。

亞表土採取法：就表土取後之原孔鑽下，取法與表土同。

底土採取法：與亞表土鑽取法同。

土壤之混合：對同區相似之表土、亞表土及底土，各放于油布上，充分混合，然後裝入布袋中。

土壤調查草圖繪製法：凡不同之土系 (Soil series) 以

色別，凡相異之土區 (Soil type) 以符號別，土壤採取之地，繪製號碼標誌，以備他日懷疑時，得復尋原處考察研究之。

四、土壤縱切面研究法

土壤縱切面 (Soil profile) 之研究，乃以土壤為自然之個體，解剖其垂直切面，檢定其物理性狀，分析其化學性質，然後別其異同，供土壤分類之標準之謂也。

茲將土壤縱切面之釋義及其物理化學性狀，分別說明如下：

(一) 土壤縱切面之釋義：自土面垂直向下達未經風化之母岩上面之一斷土層，謂之土壤縱切面 (Soil profile)：此縱切面之全部又謂之土體 (Soil mass)——包括 A、B 兩層。

(二) 土壤切面之層次 (Horizons)：土壤切面層次分三種：

A 層 (Horizon A)：佔土體之上部，其中鹽類及細土

都洗去，故又謂之溶提層 (Eluviated Horizons)，或名表土。此層又可分為數層：A₁：此層乃落葉枯枝堆積所成，而不屬於礦質土之範圍；其餘可以 A₂ A₃ 等表之。

B層 (Horizon B)：此層為底土，處於 A 層之下部，為膠粒細土聚積之層，故又謂之聚積層 (Illuviated Horizons)，此層又可因其組織色調等分為 B₁ B₂ B₃ 等。

C層 (Horizon C)：C層居於 B層之下，其中物質多呈未經風化之狀態，或全無風化之現象者，故此層又名母物質 (Parent material)。

(三)土壤切面之顏色：土色至無一定之標準，每因乾濕不同，調查者視覺強弱，而發生多少之差異，故觀察時不可不注意其所處之環境。

普通有機質多則土黑，鐵質多則土紅，砂質多則土白；然土壤每有三色同時存在，故土色當不能如上所說之單純。

同一土層每有數種色采，然必有一主色，其餘為副色；如主色灰黃，副色為紅，謂之灰黃雜有紅色斑點。

土色之命名甚難，茲就普通熟見而易覺者略說十餘種如下：白、灰白、灰、深灰、灰黃、黃、橙黃、棕、紅棕、棕褐、灰棕、黑、紅黃、紅、深紅、暗黑、紫棕、紫黃等。

(四)切面土層之組織 (Structure)：土層中土粒土團，作種種排立之狀態，形成不同之結構，此之謂土層組織。土層組織與耕犁之難易及植物根之伸展，皆有莫大之關係，茲分別數種說明之：

A 單粒粉狀組織：土粒不成團塊。

B 核狀組織：土團略成圓形，或大如馬卵，或小如栗子。

C 板狀組織：土層成水平之分裂者屬之。

D 片狀組織：板狀組織之土層薄者屬之。

E 柱狀組織：土層向下，成垂直之分裂者屬之。

F 蜂巢狀及海綿狀之組織：土層成五角形土塊分裂者屬之。

G 段狀組織：土層縱橫分裂者屬之。

(五)切面土層之粘潤性 (Cohesiveness)：粘潤性表示土壤凝聚之力量對於外力抵抗之程度之謂也。茲按其抵抗力之大小可分為：疏鬆、柔軟、脆、實、粘、稠、軟實、密實、黏實、膠結、固結、堅硬、脆硬等。

(六)切面土層之有機物質：色黑，有機質多，色淡或紅黃，則有機質少。

(七)切面土層之化學性質：酸性抑鹼性，石灰質有無存在，前者可用靈驗之試紙測定，後者可用淡薄鹽酸處理，亦可相知其大概。

(八)切面土層之質地 (Texture)：土壤之質地，於田間調查時，每以手指挾揉土壤，感覺其鬆軟、疏實等性狀，即可推知其大概。茲將各種土壤質地於手指間之性狀略說如下：

砂土 (Sand)：疏鬆，每個土粒可以視察見，乾時以手握之可成砂團，然手一放開，則砂團散落；濕時握之成團，手鬆，可保持原形，但稍動即崩潰。

砂壤土 (Sandy Loam)：其中砂粒亦易覺察，以手拈

攪，乾時易跌落，濕時，小心持之，不致潰散。

壤土 (Loam)：以手拈之，發生油膩之感覺，十分平滑而微帶粘性。乾時握之成塊，小心持之，形狀不變；濕時則土壤可以任意弄玩，亦不破裂。

壤壤土 (Silt Loam)：乾時成爲土壤，但土壤極易破碎，破碎後之土屑，有軟柔之感覺，濕時土粒趨於一團。總之，不任乾濕，所成之土壤，皆可以手任意持玩，若濕時，以二指平壓，則有破裂之現象。

黏壤土 (Clay Loam)：乾時土壤堅硬，濕時以二指平壓，則有斷裂之塊條跌落。

粘土 (Clay)：乾時成極堅硬之土壤，濕時以二指緊壓，有細長之土條抽出，若水分增加，則成漿糊狀。

礫土及石質土 (Gravelly or Stony Soils)：凡以上各種土壤中含相當之多量石礫時，可名之爲礫質砂壤土、礫質粘土、石質粘土、石質砂壤土等。

以上土壤質地之說明，係以礫質土爲範圍，至於有機質土，則又當別論。

(九)切面土壤之孔度(Porosity)：指土粒土壤之間所成之孔穴而言，按孔之形狀、大小、粗密分爲下列各種：
實密：土壤中絕無大孔穴之存在，且孔穴所佔之容積與土粒所佔之容積之比值極小時之稱謂也。

粗疎：孔穴所佔之容積與土粒所佔之容積之比值大時之稱謂也。

管狀：土粒土壤間之孔穴大小不一，但大孔與小穴連接，狀若管時之稱謂也。

囊狀：土壤中含有甚多之小圓孔穴，孔穴內部十分平滑時之稱謂也。

海綿狀：土壤全部中含有甚多之大小形狀不同之孔穴時之稱謂也。

細胞狀：土壤全部中含有多少之大小形狀相同之孔穴時之稱謂也。

(十)切面土壤之穿透性(Permeability)：穿透性，指雨水流過土層之快慢難易而言。穿透性與土壤孔度有連帶之關係，孔度大則穿透快而易，孔度小則穿透難而慢。穿

透性可分易穿透、難穿透及不穿透三種。

(十一)切面土層下部之盤基(Pan)：盤基乃土體底部所成之密實堅硬之土層。此盤基因其乾濕之性狀不同，又可分爲二：

黏土盤基(Clay Pan)：黏土盤基非若水坭之膠結作用，故浸水即能軟化，但水去即復原，堅硬如常，阻止水之穿透，防礙根之伸展，處理極不易也。

硬土盤基(Hard Pan)：硬土盤基堅如石，乃水坭之膠結作用所致也。硬土盤基浸水，不溶亦不軟化，但一經敲碎後，則不再成盤基性狀。此點，乃與黏土盤基相異之處，且爲土壤分類之根據，故不可不注意之也。

(十二)切面土層之排水狀況：排水與土壤孔度、穿透性及質地固有關係，然大部分須視地下之水位高低而定，水位在土層一公尺以內發現者，謂之排水不良，一公尺以下者，謂之佳良，數公尺以下者，則又謂之過甚。

(十三)切面土層與土壤年齡之關係：土壤形成年代之遠近，中間經過種種蛻變，由少而壯，由壯而老。故今之

土壤學者，亦有根據此種理論而分類土壤者。然理論與事實常背道而馳，故此種分類，矛盾與例外之處極多，其不足根據也可知。

立於學理討論方面，亦不妨述其梗概：

幼年土(Young Soil)：亦名新成土，其中土層不厚，多於沖積地帶見之。

正常土(Mature Soil)：凡土壤有顯著A、B層次之分者屬之。

古老土(Old Soil)：古老土亦名變常土(Imbature Soil)，凡土壤具有黏土盤基或硬土盤基者屬之。

(十四)土壤切面觀察之地點：普通由鑽土杖採取每層之土壤性狀，亦可推測其大概，第不能窺其全豹，故調查者每就道旁、谷口、河岸、溝渠之切面考察之。

以上關於土壤縱切面之研究方法，只作概略之述明，情因時與篇幅之關係，未許作詳細之討論，然土性之認識正確，全賴於豐富之經驗，故畧而不詳可也。

五、土壤製圖法及其報告方式

繪土壤圖時，凡道路、河流、城市、村鎮、山脈及其他特別地名皆應繪入。

土壤圖之配色：土系以色別，山崗地以紅色為主，沖積地以綠色為主，腐植土以褐色為主。土區以符號別，例如砂土以點表示

如砂土以點表示 ，礫土以三角形表示 

。土區切面圖與土區概況之說明亦應附入全圖中。

報告之方式不外下列數項：(1)調查地方誌略：包括位置、面積、地勢、地質、氣候、交通與水利、農業與農村等項；(2)土壤：包括土系、土區之個別說明；(3)土壤管理與改良之意見；(4)土壤之科學探討。

參考文獻

(1) Glinka: The Great Soil Groups of The World and Their Development.

(2) Vol Fanger: The Major Soil Divisions of Un-

ited States.

(II) Emerson: Principles of Botany technology part I.

(III) Russell: Soil Conditions and Plant Growth

Chapter IV, K.

(IV) Mousier and Gustafson: Soil Physics and ma-

agement Chapter VII.

(V) Emerson: Soil Characteristics. Section 1.

(VI) Albert Demolon: Guide pour l'étude Experi-

mentale Du Sol. Chapitre I.

(VII) T. S. Toftree: Soil Profile Studies.

(VIII) L. L. Lee: The American System of Soil Clas-

sification and Survey.

(IX) L. L. Lee: Methods of Taking Soil Profiles.

(X) 日本農學會：土壤分類與命名及土性之調查與

作圖之報告

(XI) 鄧植儀，彭家元：土壤學 第三章

(XII) 北平地質研究所：土壤專報

(XIII) 余皓：廣州市之一部土壤調查之初步研究報告

(XIV) 廣東土壤調查所：番禺縣土壤調查報告及其土

壤圖

最少養分律

最少養分律(Liebig's Law of the Minimum)為德國農業化學始祖利比西(Liebig)氏所發見的定律。「當植物生育時，一定需要某種的養分含量，而最後作物的收穫量，必在他生育時所需要的各養分裏面，由那最少量的養分所支配，就是其他養分分量無論怎樣豐富，也決不能使植物完全生長發育的。」這是利比西氏的最少養分律。

設某作物所需三要素的量为氮素三斤，磷酸二斤，鉀質一斤的比率配合，假使此比率可以得有一定的收穫，現在氮素減去一斤，只用二斤，而磷鉀等則仍用二斤，同一斤的磷施用，此時作物的生育，因氮素一斤不足的數目，也受他的限制，使磷鉀也只能依氮素不足所配合的量为攝取；假使依照上面的比率配合，則磷鉀攝取的量決不止此，其收穫量以氮素二斤的用量為標準，不會再增加。

每畝施用化學肥料用量

(除施用十五斤豆餅之類肥基外)

鉀硫酸或鉀化鋁 (含50%鉀)		灰石磷燐過 (含18%磷)		藍 磷 硫 (含30%氮)		稱名 肥料 用 量		作物名稱
最用均平	最用多最	最用均平	最用多最	最用均平	最用多最			
八	十六斤	四十四斤	六十六斤	十六斤	二十四斤	稻	水	
斤十二	斤十六	斤四十四	斤六十六	斤八	斤十六	麥	大	
斤十二	斤十六	斤四十四	斤六十六	斤八	斤十六	麥	小	
斤十二	斤十六	斤六十六	斤百十	斤八	斤十二	作	棉	
斤二十	斤二十四	斤十一	斤二十二	斤二十四	斤三十二	薯	菸	
斤十六	斤二十	斤六十六	斤百十	斤十六	斤二十四	麻	大	
斤十六	斤二十	斤六十六	斤八十八	斤十六	斤二十四	薯	甘	
斤八	斤十二	斤二十二	斤四十四	斤八	斤十六	菜	油	
斤二十四	斤二十八	斤八十八	斤百十	斤八	斤十六	薯	鈴馬	
斤八	斤十二	斤二十二	斤四十四	斤八	斤十六	黍	蜀玉	

(1) 爲便利化學肥料施用起見，根據配合方式計算每畝所需三要素之標準數量。
 (2) 若用他種有機物替代豆餅作基肥時，須計算所含肥效是否與豆餅相等。

肥料問題

有機肥料概說

朱秉衡

- I、緒論
- II、有機物對於土壤之關係
- III、動物質肥料
 - A 人糞尿 B 家畜之糞尿 C 家禽糞 D 蠶渣 E 海鳥糞 F 骨肥 G 動物屍體及廢棄物 H 水產動物肥料
- IV、植物質肥料
 - A 綠肥 B 稿稈稈皮及殼糠 C 藻類苔類羊齒類及雜草 D 植物體之廢棄物 E 灰類 F 油粕類 G 農產製造粕類
- V、結論

I 緒論

凡植物用以促成生育之物料稱為植物營養物 (Plant nutrient) 或植物養分 (Plant foods)，其中有直接構成植物的材料或間接資為生育者，因而有直接養分與間接養分之別。凡由人為的用以直接或間接供給植物養分者為肥料 (Manures or Fertilizers)。

肥料依其成分而分類，可分有機肥料 (Organic Manure)。

來源來自生物之體內，又可分為動物質肥料 (Manures of Animal Origin) 植物質肥料 (Manures of Vegetable Origin)。無機肥料又可分為礦物質肥料 (Manures of Mineral Origin) 雜質肥料 (Manures of Miscellaneous Origin)。無機肥料又得稱為化學肥料，其意義相同；有機肥料來自生物體內，不需製造等人工，又稱為天然肥料 (Manure Nature)。

有機肥料在中國歷史最久，農民習用四五千年，對於地力之維持，生產之增進，已為中國農民所熟知；祇以時代進化，人口增加，中國固有的農業，以其生產力殊形薄弱，對於經濟方面，農業之經營亦日趨集約，中國固有之農業方法，實有隨科學之進步而改良之必要。有機肥料對於中國的農業，關係是非常密切的。中國數千年採用有機肥料的原因，由於中國人口繁盛，以及科學不進步，工業不發達為其主要。有機肥料能夠維持中國農業於不替者，至數千年，其效用及其施用，實有其貴重之處，值得我們農民切實保存，并有竭力研究改良的必要。有機肥料對於農作物不僅供植物的養分，并能改良土壤的性質，增進土壤的吸收力，增加土壤的保水力。有機物改良土壤的性質，能使各種可溶性的養分增加，并且能助有用微生物的繁殖。

有機物對於土壤的效用既如此其大，自然在農業上，可以有相當地位。現在化學肥料的供給，已經輸入中國，經過商人的過分宣傳，加之中國的農民素無知識，又因為

化學肥料之效速，而施用的手續甚為便利，價錢尚未達到十分的高，故農民採用的亦日漸增加；可是因為農民缺乏知識，又無適當的指導，因此中國農民施用化學肥料，不但在國家經濟增加了甚大的漏卮，并且在土壤方面受了許多害處。

現在我們應該先喚起一般農民，恢復民族的自信力。中國固有的有機肥料，實在具有許多化學肥料所未有的好處，我們正可利用科學方法，改良中國固有的有機肥料，增進牠的肥效；同時亦可以促進中國工業的發展，使中國亦能製造肥料，以補有機肥料之不足；一面普及農民的訓練，使能合理的施用肥料；如此的數管齊下，對於中國農業的復興，實有莫大的助力。

施肥對於植物的生長，與人身的營養，完全沒有兩樣。一個人的食物，對於人的健康，如影之隨形，關係至為密切。人日常所食的食物，必需包含碳水化合物、脂肪、蛋白質、礦物質、水分等之外，尚需吃含有維他命（Vitamin）的食物，因為他可以助進身體的發育，增加人抵抗

損害的能力。譬如碳水化合物是供給人體熱量的消耗的，與補助人體的構造；脂肪發生的熱量更大；蛋白質用以構造人體的細胞原形質；其餘礦質水分的功效更大，對於營養的價值非常重要。不過因為供給的來源太多，所以也不覺得他的重要了。肥料對於植物的生長，與食物對於人體的營養完全相同，不過植物的食物是在土中用根來吸取罷了。在這一點上，我們應該注意土壤的情形，肥料中的有機物對於植物的生長的關係，是我們所不可不注意的。

關於植物營養問題，分析起來，有十種是植物所必需的。第一為水分，次為氫、氧、碳、氮、硫、磷、鈣、鉀、鎂、鐵等十大元素，當中除碳可由空中吸取外，其他都由植物根部從土壤中攝取的，故全賴其幼嫩根毛的吸取作用。植物吸收作用，是吸取土壤中的養分的可溶性的一部分，同時根部分泌有機酸，使水不可溶解的養分亦被溶解，以便吸收。植物利用蒸發作用，轉運與水同吸取的養分至各部，同時賴以保持適當體溫。植物之葉得自空中攝取二氧化碳，再由葉綠素與日光作用，經過甲酸的，中間生成物

變成澱粉，供其應用，是為同化作用。

此外尚有呼吸作用，以吸氧去炭，此為植物生理學的範圍，亦為施用肥料之基本知識。肥料被植物所吸收的十種養分，各有其特殊功用，碳在空中是取之不盡用之不竭的，其餘如鈣、鎂、鐵、氧、硫、氮等六原素，一般土壤中的含量，足夠植物的利用，無需人為的供給；唯其中氮、磷、鉀三種物質，土中含量既少，而植物的需要量亦特多，因此覺得土中氮、磷、鉀三原素有缺乏之象，在肥料有肥料三要素之稱。

肥料之供給，常受最少量定律之支配，此定律為利比西(Liebigs)所發明，即植物之生長須受其最少量元素之支配，其理亦易明。如植物之形成，須賴各元素相互調和化合而成；如缺乏磷，則植物細胞因磷之供給不夠，即不能形成，故植物常受其最少量之支配。

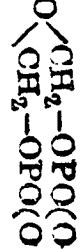
三要素在植物體內之功用實有研究的價值，氮氣為細胞原形質之原料，形成蛋白質，其蛋白質之種類與性質均詳見有機化合物，即含氮之有機物，最簡單者為煙基酸（

HCOONH₂ (Ammonio acid), 次如 Pepsin 等, 如無氮的供給, 當然不能形成蛋白質, 故氮為植物生育上最基本的原料。植物如得到氮的適量的供給, 則生勢旺盛, 枝葉繁茂; 不足時之病態, 亦甚明顯, 植物生育不良, 同時葉帶黃色, 枝葉矮小; 但施用過多, 其害亦甚烈, 尤以化學肥料為最明顯。植物生長太旺盛, 容易倒伏, 這多由體重及其組織失其均衡之故。次為植物的細胞薄弱, 減少抵抗病虫害的力量, 其中的原因, 由於氮氣太多, 枝葉凋茂, 水分的蒸發不夠, 溼度增進, 日光空氣不易透透, 其含氮物又為蟲與細菌的良好食料, 故病蟲為害更烈。又施氮肥過多, 葉呈深綠色, 成熟延遲, 減少結實的力量, 這是普通的現象。

次為磷之生理的作用:

(1) 磷為構成植物體必不可缺之材料, 以含磷有機物及磷酸鹽存於植物體內, 其中如 Nucleoprotein, Nuclein, Leithin 及 Phytin 等分佈於植物界, 其中僅少量以磷酸鹽存於植物體內者, 而大部則為含磷有機化合物。

上述 Nucleoprotein 與 Nuclein 二者, 均為含磷蛋白質, 為構造細胞核之重要材料; Leithin 為含氮之磷酸化合物, 似脂肪狀之物質, 為植物種實之貯藏養分, 在種子發芽時, 分解之以資生長; Phytin 非丁態含磷有機物, 存於禾穀類、豆類等之種實中, 其非丁酸



之鹽及鈣鹽經日本分析之結果, 有 27% P, 17% Mg, 5% Ca 含有 Phytin 態及 Leithin 態, 在同樣種子中之貯藏養分, 尤以穀類之糠中存在多量, 大約在 100 分米糠中, 非丁態磷占 74%, 磷酸鹽磷占 6%, Leithin 態磷占 1% 以下, 殘餘為 Nucleoprotein 之磷。同時試驗小麥胚, Phytin 態磷占 52%, 磷酸鹽 45%, Leithin 態磷占 1%, 其餘為 Nucleoprotein 蛋白磷。

磷酸鹽在上述種實中如此之少, 但在根莖類、果實等之汁液中存在多量, 即蘋果及梨子之新鮮壓榨汁液中, 磷酸鹽之磷約占其半量, 其餘大部為 Phytin 態磷。大根類如蕪菁之根, 其量更多, 磷酸鹽之磷約占 85%。

(2) 磷為形成葉綠素之必要物, 以前不知磷為葉綠素

成分之一，迄Pinnacker氏之研究結果，始知磷之成分與
鐵鈣同樣為形成葉綠素之用。

(3)磷為促進生育，使成熟期早，充實種實，改良品
質，強固植物體，增加病蟲害抵抗力之效用。磷之能使作
物成熟期早，以其有成熟促進作用(Ripening Effect)，對
種實、果實、葉等均有之。桑葉施用磷酸肥料，提早硬熟
其固形物、纖維，增加可溶性炭水化合物；需實植物施用
磷肥，可使種實良而充實，且味良好；大麥種實收量多，
種實之莖亦增加；禾穀類施用磷酸肥料，莖稈強固，不易
倒伏，且可預防病蟲害。

再次為鉀之生理的作用：

(1)鉀在植物體中，大部為可溶性鹽存在，一部以有
機化合物態而存在，鉀為蛋白質之成分。

(2)鉀對於形成蛋白質之關係：生長茂盛，需多量
蛋白質形成，植物之部，需鉀質鹽類使成磷酸鉀，使種實
中之蛋白質增加；在菌絲類(Fungi)如缺乏鉀鹽，則不能
形成蛋白質。高等植物分析之結果觀察，其含蛋白質多

者，其鉀鹽亦富。

(3)鉀對於同化作用之關係：植物當發芽時，其貯
藏物量之存在，乾物量視加里含量為轉移，葉綠素之同化
作用因鉀增加而進行速，由Loock氏之說明，加里鹽類之
接觸作用在同化作用時有幫助其縮合作用(Condensation)
之功效。甘蔗、甜菜、果實等施用鉀肥，糖分含量增加；
又根菜類施用鉀肥，則產量增加，其味佳良，乃鉀促進同
化作用之故；稻作如缺乏鉀肥，則發育不良，穗短粒少。

(4)鉀為需葉作物之必需元素，煙草加施鉀肥，燃火
容易，品質佳良；在鉀肥不足之土壤，如栽培禾本科牧草
，則葉呈褐色之病徵；在根菜類呈褐色斑點(Brown Spo-
tting)。

(5)鉀在植物體中，往往用以中和所生之有機酸類，
其鹽溶存於植物汁液中，而細胞之生存，亦賴乎鹽溶液濃
度之適當。

II 有機物對於土壤之關係

有機質中有含氮有機物及含磷有機質，有直接肥料之效能，且有下述間接肥料之效能：

(1) 有機質有改良物理學之性質：重粘土施有機質，使其組織鬆鬆，粘性(Stickiness or Adhesiveness)減低，耕耨容易；若為輕鬆土壤，則增加其水分及養分之吸收力。

(2) 有機質為土壤中腐植質之原料：含中性腐植質在5%內外，為豐沃土壤之必要條件；若深耕時下層土呈赤色，不要耕種，為腐植質缺乏之故，須施用有機質肥料如綠肥以改良之。

(3) 在土壤中之有機質為黑色，使吸收溫熱與排水良好，土壤呈黑色為肥則土壤健全與否之表徵。

(4) 土壤中之有機質為土壤細菌繁殖之必要養分，與豆根瘤游離氮固定作用旺盛相關，故有機質之施用為間接氮肥與豆科植物相等。

(5) 有機質分解時，其碳酸、有機酸等之發生，可使土壤中不溶性養分為可溶性而變為有效。

總之，有機質對於土壤有如此之功效；近來化學肥料輸入中國，使土壤常有缺乏有機質之趨勢；更有注意之必要。化學肥料往往使土性變壞，改良之法，唯有施用綠肥、廐肥、堆肥等之有機肥料而已。有機質肥料在中國最為豐富，隨在皆是，價值低廉，通常含氮占 $\frac{1}{10}$ 左右。

III 動物質肥料

動物質肥料，乃以動物為給源之肥料的總名，如人糞、尿、魚肥、海鳥糞、蠶蛹、血粉、骨粉等均屬之。一般動物質肥料，均富氮與磷酸，腐收易，分解速，用為速效性肥料，其成分之含量亦甚濃厚，而多間接肥料之有機物，以之為良好肥料。其中之魚肥，既含氮素，又富磷酸，為各肥料之最佳者。

中國對於動物質肥料歷史最久，普及最廣，西洋人則對於家畜屍體、血粉、肉粉、骨粉之使用甚盛。西洋之動物屍體及其廢棄物之利用，如皮革、角蹄、羽毛加以高壓，通以蒸氣，使變成速效肥料，骨粉及骨使不溶性之磷酸

三石灰變為可溶性磷酸一石灰，此方法為 E. G. 氏所發見，即用硫酸處理，使成過磷酸石灰。

中國與歐美動物肥之種類不同，歐美動物肥因畜產事業發達，動物屍體及廢棄物產量甚富；中國多因受社會習慣等影響，對於利用獸屍骨骸等，向被摒棄，而沿海魚肥及骨肥亦多被日人所收買利用。

歐洲對於人糞尿之使用不甚注重，近時使用進步，漸趨完全之域，即田舍農家亦利用泥炭吸收人糞尿。在都會雖以河海流去，仍實行肥料加工，用為肥料。至於大都市人糞尿用鐵管通入沉澱池，將所有浮游物沉澱，繼將沉澱物壓榨，製成壓縮人糞，其汁液部分，用做園場灌溉，或導入養魚池，經二度灌溉後，更以水灌溉之，亦有將其液部之亞母尼亞蒸溜，通入硫酸，製為硫酸亞。小都市則以令屬壟將人糞尿送入肥料製造所，以製成肥料。故歐洲對於人糞尿之處分至為完備。

A 人糞尿 Human Excrements

有機肥料概說

人糞尿為我國所熟知之貴重氮肥，以我國四萬萬人統計，每年可產生人糞尿四三〇〇〇〇〇〇〇磅，以三分之二施於農田，則得三元三〇〇〇〇〇〇磅，合二一四〇〇〇〇〇〇担，統值二七二〇〇〇〇〇〇元，如以硫酸鹽代替，每年須費三三〇〇〇〇〇美金。從這個數目可知人糞尿在經濟上的重要了。

人的營養自直接或間接來自土壤之生產物，例如米為直接自土壤中得來，牛乳為間接得自土壤，而人體具有土壤中之成分，如氮、磷、鉀等，依物質不滅之理，將排出之人糞尿用做肥料，施於土壤內，又被奪為植物養分，天理循環，誠不虛也。

(一) 人糞

(1) 人糞之性質：——為比重1.045——1.068之固體，尋常時柔軟，秘結時(Constipation)堅固，有種種顏色，尋常人糞之色為膽汁色素(Bilirubin)及其誘導體，小兒糞亦呈黃色，在腸中還元成Hydrobilirubin，呈暗黃色，還元後時無色，此物糞之排出與空氣接觸，一部分酸化成尿中之黃色素(Urobilin)，同一物在腸壁被吸收，血液運

流經尿流出，成黃疽病，全身黃色，由腸壁吸收 *Hydrobilirubin* 之故。

又膽汁色素 (*Bilirubin*) 變化成綠色色素 (*Biliverdin*)，糞呈綠色，多在乳兒糞見之。糞之膽汁色素多受食物之影響，一般混食者，糞呈青褐色，肉食者，呈暗褐色乃至黑色，素食者，黃褐色。肉食者呈黑色，乃血液中之色素 *haematin* 之故。又食葉綠素過多者，糞綠色，飲咖啡者，糞黑色。

因各種疾病而糞之顏色亦異，患虎列拉者，膽汁分泌止，糞無色；又內服甘汞者，起還元作用，膽汁色素 (*Bilirubin*) 變化成 *Biliverdin* 為綠色；又飲用含鉛劑及鐵劑者，糞呈黑色。

糞具特有之惡臭，人糞之臭由種種揮發性化合物共同作用而成，即炭水化合物經發酵發生之醇酸、醋酸、羧草酸、*Volorio acid* 等，由蛋白質腐敗發生之鏗與硫化氫、*Indol*, *Skatol* 等共同發生之故。

(8) 人糞之反應：——因食物之種類，消化器之狀態

而異，多數肉食者之糞含鹼 (*Alkali*) 性。又食含炭水化合物脂肪豐富之糞生脂肪酸，其糞呈酸性。又一般混食者之糞帶中性乃至微鹼性。又有腸加多兒、室扶斯、虎列拉之病者，其糞呈鹽基性，常發生亞母尼亞之臭氣。

糞之比重，因其中之水分及脂肪之含量而異：

比重	水分%	脂肪%
健康體 一·〇六八	七〇·〇	三
健康體 一·〇六七	七三·九	三
健康體 一·〇五〇	七三·六	三
健康體 一·〇五五	七〇·五	三
消化不良 一·〇三三	八七·四	三
消化不良 一·〇三三	八六·一	三

消化不良者，糞之水分多而比重少，又食脂肪多者，病者，其比重往往在一以下。

(8) 人糞之成分：——糞之成分，大別為肉眼的成分、顯微鏡的成分及化學的成分，分別論之如下：

甲、人糞之內眼的成分 為食物之不消化部分，消化

液、腸壁之破片及偶存成分 (Accidental Constituent) 組成之，而以食物之不消化部分為主；其偶存成分有寄生動物、膽石、脾石、腸石等類。

乙、人糞之顯微鏡的成分 有柔軟組織、澱粉粒、葉綠粒、脂肪粒、纖維組織、肌肉纖維、膽、血管、粘膜，并各種結晶體 (脂肪酸鹽、草酸鈣、磷酸鈣、磷酸鈣、布·Cholesterol, Ieucine, Tyrosin, Cystin 等) 病者之各粘液、赤血球、白血球、寄生動物之卵等。

又人糞之顯微鏡的成分細菌的觀察，據 *Stokard* 之研究，健康狀態之人糞中 1cm^3 含有 $2,000,000,000,000$ 個細菌。草食者與肉食者之糞的比較，肉食者糞比較多，有各種細菌存在，主要為：

- Bact. coli commune 大腸菌
- Bact. lactis aerogenes 乳酸菌
- Streptococcus liquefaciens coli 鏈狀球菌
- Clostridium butyricum 紡錘酸菌

又病者之糞中有：

Proteus vulgaris 粗蛋白

Bac. pyocyaneus

Bac. mesentericus

Bac. entericus sporogenus

等，有時人糞中亦有酵母 (Yeast) 存在。

丙、人糞之化學的成分：因種種條件而異，水分之量通常含 85—88%，乾物量占 15—13%，消化不良者，水分多，比重小，已述及；肉食者，糞之乾物量豐富。今將食物之種類與人糞中乾物之關係，表列如次：

食物	乾物量%	研究者
母乳	15	Uffelmann, etc.
肉食	22.5%	Rubner
黑麵包	15.0%	Rubner
馬鈴薯	15.0%	Rubner
豌豆	13.5%	Rubner
混合	15.0%	Voit

據 *Schmidt* 之研究，痢疾之糞極稀薄，乾物量僅 1.2

1.5%而已。

日本之研究，新鮮人糞千分數與歐洲人糞比較成分

成分	水分	有機物	灰分	N	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	FeO	P ₂ O ₅	SO ₂	SiO ₂	Cl	NaCl
東方人%	85.8	12.8	1.4	1.3	3.3	0.3	1.3	0.6	0.1	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1
歐洲人%	75.0	12.0	1.0	1.1	2.1	0.1	1.0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

由此可見歐洲人之糞水分少而成分濃厚，尤以磷酸、有機物灰分之差甚大。

大將各種蛋白質細論於次：有 Albumin, Globulin, Amylose, Peptone, Nuclein, Mucin 等，乳兒糞中有 Casein，其中含蛋白質之分解物有 Tyrosin, Guanin 等少量尿酸、鹽基 (Purin bases) 存在，又病者之糞中含有 Oxalacetin 及 Petroselin 之異毒 (Purmasin)。

糞中之脂肪類，除油脂有 Cholesterin, Lecithin, Sterolin, Bacterin, Isocholesterin 等存在。

炭水化合物中有澱粉、糖分等外，其分解生成物有蟻酸、醋酸、乳酸 (Propionic acid)、酪酸、羧基酸等，乳兒糞中有乳酸存在，同時有琥珀酸之意見。

，表列如次：

糞中有 Amylase (糖化酵素 Diastase) Levortase, Protease 等之酵素 (Enzymes)，乳兒糞中有乳酸酵素存在。

灰分即無機物，隨食物之種類而不同，大都為磷酸、硫酸、氯化物等之鈣、鈣、鎂鹽類，以磷酸鹽為最多，鹽基性以石灰最多，固形物之灰分量約占 8-18%，依食物之種類而異。

(二) 人尿 Human Urine

(1) 健康體之尿，為透明液體，少帶黃色，腎臟、尿道之結膜，膀胱之沉澱物及磷酸石灰之混合物，稍稠濁，其黃色為 Urobilin，疾病時，色濃稍放螢光，帶芳香之臭氣。新鮮尿呈酸性，乃酸性磷酸鹽存在故，貯藏人尿，生亞母尼亞為鹼基性。

人尿之比重：1.002—1.040，平均1.020，患糖尿病者超過1.040。

(2)人尿之成分：——人尿主為水分，其中固形物約占3%（中2%為尿素，1%為食鹽），固形物有含氮有機物及礦物質。

含氮有機物主為尿素（Urea $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ），此外有尿酸（Uric acid），馬尿酸（Hippuric acid），縮水肌酸，尿酸母質鹽基，脫青素，Urine-Indole, Leucidin，牛膽精 Taurin, Cystin, Allantoin等。

糖之鈣鹽或鈉鹽。

礦物質主為食鹽，第一磷酸鈣，第一磷酸鈉等，又含微量之硫酸鈣及氯化鈣。

糖尿病之含葡萄糖及蛋白尿之含蛋白質，為病者之變態，而健康體之尿則無有。

尿中時含微量之Pepsin, Trypsin及Diastase等，被腸壁吸收而得。

新鮮尿之特徵，微含有少量之細菌，酵母等微生物。尿之成分依種種條件而異，茲依日本人之研究，列表如下：

無氮有機物有草酸、乳酸、氯化砒酸、柳木油質砒酸

如下：

水分	有機物	灰分	N	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	SO ₂	SiO ₂	Cl	NaCl
農 民%	六六·二	一五·〇	一六·三	三·六	二·八	三·三	〇·〇	〇·〇	Al ₂ O ₃ trace	〇·二	〇·三	七·六	三·六
市 民%	六七·七	一六·六	一三·二	三·七	一·七	三·三	〇·〇	痕跡	〇·〇	〇·〇	〇·六	〇·〇	二·三
歐洲人%	六三·〇	一三·〇	一三·〇	六·〇	二·〇	三·〇	〇·二	〇·二	—	〇·五	—	三·〇	八·三

從上表可知歐洲人尿之P量多，則食鹽含量較少。中國人尿的成分，據蔣禮伊氏研究之結果，表列如下：——

比重	反應	酸	度	全氮%	鹽成分之百分%	尿素成分之百分%	地基酸之百分%	磷酸	KCl%
第一次	一·〇三	酸性	1500	N10	〇·四六	〇·〇一	〇·一四	〇·一四	〇·一三

有機肥料概說

第二次 1.01 酸性 300. N10 0.360 0.013 0.013 0.013 0.131

(三)人尿尿之排出量

據 Volk and Lehman 氏之研究，人尿尿之排出量如

次：

糞(克)／一日 尿(克)／一日

男子 150 1500

婦人 150 1500

男兒 100 550

女兒 150 550

據 Hedges 氏之研究，人尿尿平均排泄量，一人一年之

量如次：

人尿(廷) 人尿(廷) 合計(廷)

新鮮量 36.6 36.0 36.6

乾物量 2.1 3.3 3.4

有機物 9.5 18.2 27.7

元素 0.8 2.2 3.0

另一計算法：從上成分表，可知中國四萬萬人每日所

灰分 1.7 4.4 6.1
磷酸 0.6 0.5 1.1
鉀 0.2 0.1 1.0

排泄的人尿尿中，按平均量計算，應含有 N_{23}, P_{13}, K_{10} 廷，茲列其算式如下：——

$$408,000,000 \text{ 廷} \times \frac{5.7}{1000} = 2,381,300 \text{ 廷}$$

若以三分之二用於農田，則為 1,584,200 廷，相當於

中國 418,505,600 兩，或 26,031,600 斤。

據前圖所說，日人內山氏的調查，人尿尿氮每斤標準

價為 0.884 元，故每人尿尿素用於農田者，其值應為 0.884

$\times 26,031,600 = 10,236,880.4$ 元，以硫酸銨或智利硝石代

用，每日則需 0.438 $\times 26,031,600 = 11,401,849.8$ 元，每

年應為 4,151,671,892 元，可知數目之浩大。中國人自己

的肥料不用，而用外人的貴物，其窮自有其必然之原因。

(四)人尿尿之貯藏

(1)新鮮人尿尿直接施於作物有害，通常必經貯藏，

腐熟充分，方可施用。用木製桶或漆喰製之壺加以污水，在溫暖氣候須五至六日，寒冷氣候須十數日，然後使用。

貯藏中之變化為腐熟作用 (Putrefaction)，乃腐敗細菌 (Putrefaction bacteria) 分解有機物為無機物之作用，使有害成分變為無害成分，且肥料養分須為無機之形態方適合植物之吸收，變化複雜，其最後生成物為亞母尼亞水、二氧化碳、*Ammonia* 礦物質、硫化氫、醋酸、乳酸、酪酸等。其中氮素化合物之分解，即氮素發酵，尿素經 *Microcococcus Urease* 等之尿素分解菌為氮素發酵，得氮素與二氧化碳，二者結合為碳酸銨：



尿素對植物有害，經此變化成無機態，方易為植物所吸收利用，據 *Migueli* 氏之研究，其微生物有 *Bacillus* 七種，*Microcococcus* 九種，*Sarcina* 一種，此等 *Bacteria*，其中含尿素分解酵素 *Urease* 存在，為 *Masonius* 與 *Lea* 及 *Migueli* 氏大為發見。

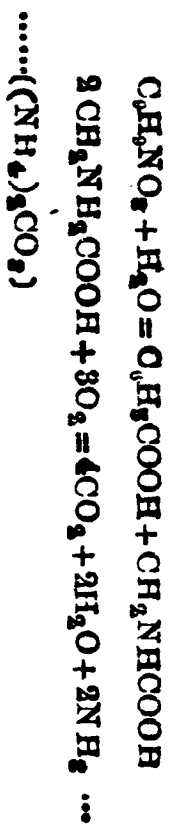
Urease 之作用，其最適之溫度為 50° 內外，至高溫，

作用漸衰，至 70°，尿素分解之作用全失。

日竹內德三德氏在大豆之種實發見尿素分解酵素 *Urease*，用生大豆粉末約含 $\frac{1}{2000}$ 尿素分解酵素為檢出法，以生大豆粉末用冷水浸出，其浸出液為 *Alkaline* 性，將該混合得沈澱即是。

(2) 大豆之尿素分解酵素之應用：以新鮮尿腐熟得變為銨，今以一石新鮮尿，用五合至一升之生大豆粉，放置一至二日，大部分之尿素分解，尿呈 *Alkaline* 性，農家多於寒冷氣候可用，使人尿迅速腐熟，而新鮮人尿尿以大豆粉末加入，靜置成鹼性，使糞尿成暗綠色，即為腐熟之表徵。

馬尿酸與尿素同樣經亞母尼亞發酵，據 *Van Tieghem* 氏之研究，經 *Microcococcus Urease* 之作用，馬尿酸之分解作用為：



尿酸之氫鹽酸，結果生亞母尼亞，尿素為其中間生成物，尿素得式如下：



新鮮尿之有害作用：新鮮尿在土壤，因水分之蒸發，生尿素濃厚之溶液，此物之滲透作用，將根部之水分奪去，而尿素本身不能為植物所利用，成爲有害作用。

(3) 人糞尿貯藏中之損失：因種種條件而不同，如空氣之流通、溫度、貯藏時間、液體之濃度等而異，其亞母尼亞氣經脫窒作用爲游離窒素而散失。據 *Donnerstag and Vriessing* 之觀察試驗，通常之方法貯藏，則損失全氮 11-12%。東京農科大學試驗，人糞尿加水稀釋，在水壺貯藏三週，測氮之損失量，冬季占全氮 9.88%，春季占 9.88%，夏季占 7.88%。

(4) 水尿尿之合理的貯藏法：擇冷陰之處爲貯藏地，用一至三倍之水稀釋，加蓋貯藏，再加 0.1% 之過磷酸石灰，以防亞母尼亞之損失，而補其肥效之不足，故甚爲有益，而貯藏地之設計如次：

在南方有樹木或其他日光遮蔽物之冷陰地中，埋以桶，防雨水之浸入，使去地面一至二寸，以板密蓋之，四週設小屋以圍之，入口在北方，平時閉之，而內部之位置須良好。

(五) 人尿尿之使用法

人尿含 0.9% 的氮，爲速效性肥料，使用時應注意之點如下：

(1) 人尿尿含有機質甚少，不宜用爲基肥，連年單用則有機質減少，使理學的性質惡變。人尿尿用爲基肥，須補給葉、海藻、落葉之類，須注意人尿尿中所含之食鹽使土性惡變。

(2) 人尿尿爲僅含氮之偏質肥料，當補以磷酸及加里；禾穀類若單用人尿尿過多，葉發達，結實充分，但易倒伏，當以他種肥料混合，用過磷酸石灰等其他混合爲好；但草不灰呈鹼性，有使人糞尿之氣揮發之虞。

(3) 人尿尿之食鹽豐富，氮爲作物所忌，連用可使土壤鹽類 (Saline matter) 蓄積過多，土性惡變。

(4) 新鮮人尿尿爲有害，故使用時須充分腐熟，要以新鮮物直施，須先投入大重粉，使尿素分解。

(5) 濃厚之液肥對於作物有害，以之施於土中，必稀釋之。

(6) 園田施用人尿尿，可於朝夕陰涼時行之，若於日中之行，水分蒸發，有使生濃厚溶液之虞。

(7) 人尿尿施於土壤中，有害種子之發芽，故人尿尿施於土壤，上鋪薄土，然後播種可也。

(8) 施用人尿尿之臭氣，有誘致害蟲之虞，故施肥必須掩土，以預防之；同時避免亞母尼亞之揮發。

(9) 人尿尿一時施用多量，其主要成分炭酸銨經硝化作用，成爲硝酸鹽，以供植物之利用，尤以肥料吸收力小之砂礫土，須分數次施之爲要。

(10) 人尿尿施於水田，應先將水排除。

(六) 人尿尿之消毒劑

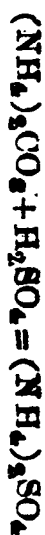
人尿尿使用消毒劑，多以石灰酸、昇汞、生石灰、綠礬、樟腦油等。石灰酸有殺害土壤細菌之作用，妨害種子

之發芽，與蛋白質結合，能生沉澱。人尿尿中有0.5%之石炭酸，對大麥之發芽遲至0.6%，大有妨害種籽，至1%則種子發芽全數停止。故含有石炭酸之人尿尿須於播種數日前使用，待降雨後，方能播種。人尿尿施於作物，須充身稀薄，對幼植物尤當注意，方得安全。

昇汞 (Sublimato) $\frac{1}{2000}$ 之溶液，殺菌力已大，加入尿尿中，貽害甚烈。

生石灰 (Baked Lime) 消毒作用甚大，在肥料中少量有益，過量則有害，因其爲鹼性，有使亞母尼亞被驅逐之虞。又人尿尿之石灰，能使可溶性磷酸鹽成爲磷酸三石灰之不便。

綠礬 (Green Vitriol FeSO_4) 爲腐敗人糞尿帶安全性之防臭劑，加於人尿尿，能與硫化氫及銨結合，以免發惡臭。



綠礬加於人尿尿，則成黑色，是硫化鐵之生成，及與

尿中之單甯酸作用，生單甯酸之故也。綠帶帶多少則較作用，有間接肥料之效用；但施用過量，亦屬有害，因綠帶在土壤中生游離之磷酸，或成化合物之還元，為害作物，尤以腐植質之土壤為最。

(七)固形人尿尿 *Poudrette*

含水份多量之人尿尿容積大，運搬不便，歐洲人欲除此等不便，發明 *Poudrette*，實行人尿尿加工，將人尿尿變為固形體，與底肥、家畜之尿尿在褥草吸收，再用泥炭、塵埃、錫屑、石膏、黏土等吸收之，與底肥、畜家之尿尿製法，茲分別述之如次：

(1)泥炭固肥 (*Peat Poudrette*) 泥炭、塵埃等具有吸收亞母尼亞磷酸等之性質，利用此性質將泥炭、炭化泥炭 (*Peat Charcoal*) 及木炭末 (*Charcoal dust*) 等，與腐熟之尿尿混合乾固後，成為泥炭固形人尿尿。今據 *Brunnshausen* 及 *Ries* 所產之成分百分數列如次：——

水分 有機物 灰分 氮素 鉀素 磷素 錫屑
Brunnshausen 15.0 15.0 2.0 0.5 0.3 0.2

Ries 灰 0.1 1.2 3.5 0.5 0.5 0.6 0.3
或使用石炭灰、無屑、石膏等以代替泥炭，今將其產品之成分百分表列下：——

產地 水分 有機物 氮素 磷素 鉀 石灰
Dresden 12.5 10.0 2.10 2.50 1.50 2.70
Leipzig 13.0 3.0 2.10 2.6 0.6 1.0
New York 3.3 1.4 0.9 1.0 1.3 1.0

此種固形人尿尿，農人甚容易自家製造。
(2)磷酸鹽之固形人尿尿 此乃人尿尿與工業上廢物骨炭 (*Animal charcoal*) 混合，經乾燥後而得，其百分率如次：

產地 水分 有機物 氮素 磷素 鉀
維也納 0.1 3.1 1.4 1.3 3.1 10.4 0.8 1.1 0
Vienna 0.1 3.1 1.4 1.3 3.1 10.4 0.8 1.1 0
柏林 8.3 6.6 7.2 1.1 1.0
Berlin 8.3 6.6 7.2 1.1 1.0
巴黎 3.0 2.6 3.3 1.7 1.7 磷酸鈣 3.3
Paris 3.0 2.6 3.3 1.7 1.7 磷酸鈣 3.3

富含磷酸之骨灰，用以代替過磷酸之用。
(3)土壤固形人尿尿 (*Earth Poudrette*) 土壤之吸

教人尿尿爲中國自古施行之法，即 *Urine* 製成煉瓦狀之固狀物。中國東三省人於冬間將人尿尿被土壤吸收，在家屋之周圍砌成小山，春季倒之，施於高粱土中。

混合製成之 *Faeco*，其成分如次：

水分 有機物 灰分 氮素 磷酸
二九% 三一% 四〇% 一·七% 一·六%

(4) 血乾糞 (*Blood Poudrette*) 屠殺場所出之血液，與人尿尿混合乾燥，其成分% 示例如次：

產地	水分	有機物	灰分	氮素	PO ₂	鉀
Braga	九·五	卅·一〇	一六·三三	六·〇三	〇·七	〇·六
同上	廿·六	三三·四	五·六三	二·〇六	二·六〇	〇·八
Vienna	卅·六	三二·六	四六·五	四·三	—	—

(5) 壓榨固形尿或人糞榨粕 以石灰、明礬、硫酸鐵等沉澱劑，加於人尿尿中靜置之，去其上澄液後，經壓榨濾器濾過，取其榨粕即得。今據 *巴氏* 分析之結果，例示如次：

水分 有機物 N 素 磷酸 鉀 石灰 不溶解分

有機肥料概說

造硫酸銨之用。

經人工蒸發乾固而得，加硫酸於人尿尿，以防亞母尼亞之揮發，使其蒸發乾固，其成分% 示之如次：

(6) 乾燥人尿尿 (*Dried Urine Soil*) 此乃人尿尿，經人工蒸發乾固而得，加硫酸於人尿尿，以防亞母尼亞之揮發，使其蒸發乾固，其成分% 示之如次：

產地	氮素	磷酸	鉀
柏林	四·六	四·〇五	—
Halle	五·〇〇	二·二一	二·四〇
漢堡 Hamburg	五·三〇	三·五	二·三

蒸發法有種種方式：*波德威爾* (*Podewell's Process*) 式——先通土於人尿尿防腐，然後加人工熱，約半容積被蒸發，即加泥炭、石炭灰、煤等以吸收之，使成煉瓦狀，固定於空氣中，其乾燥之成品即所謂人尿尿越幾斯 (*Falk-Podewell*)，粉粹之然後使用，其百分成分數如次：

水分 有機物 灰分 N 素 磷酸

A	九〇二	五九三	三〇七	一〇六三	四〇八
B	七六五	六六六	三三〇	三三三	三〇〇

B 家畜之糞尿

牛、馬、羊、猪之糞尿均用做肥料或既肥之原料。

(一)家畜尿尿之成分 家畜尿尿之成分，依動物之個性、年齡、健康程度、飼料、飼育之目的、管理法等而異。粗食之家畜，其糞中纖維多，成分稀薄。

家畜之尿與人尿異，為呈鹼性，富鉀，乏磷酸。家畜尿之主要成分與人尿同，唯馬尿酸多多。今將人尿、馬尿、牛尿之氮素化合物之量對比如下：——

	尿素%	馬尿酸%
人尿	二〇	〇.五
馬尿	三〇	三〇.〇
牛尿	一六	一六.〇

人尿含酸性磷酸鹽，成酸性；而家畜尿含炭酸鹽，成鹼性。

據多數學者之研究，肉食動物之尿富磷酸，而草食動物之尿缺乏磷酸，因草食動物之磷酸滲入血液，不與尿素在腎臟共同排出，而分泌於腸壁，與糞共同排出，而鉀質反排自尿中，至硫酸則半自尿半自尿中排出。

家畜尿中有炭酸鉀及有機酸鹽存在，又有硫黃及硫酸鹽。

(1)家畜糞之肥料成分：——據 Steockhardt 氏之研究，新鮮物百分中成分如次表：

新鮮物百分中		水分		
		N素	磷酸	Alkali
馬	五〇	〇.五	〇.三	〇.三
牝牛	八〇	〇.三	〇.三	〇.一
豚	八〇	〇.六	〇.五	〇.五
羊	五〇	〇.五	〇.二〇	〇.三
乾物百分中		N素		
		磷酸	Alkali	
馬	二〇八	一.五	一.三	

牝牛	一·八七	一·美	〇·六二
豚	三·〇〇	二·三三	二·二
羊	一·七六	一·三三	〇·九一

在上表可見猪豚之尿最高肥料成分。

(2) 家畜尿之肥料成分：——分析結果如下表：

新鮮物百分中

	水分	氮素	磷酸	Alkali
馬	八二·〇	一·三三	〇	一·〇
牝牛	九二·〇	〇·八	〇	一·〇
豚	九七·五	〇·三	〇·一三	〇·二
羊	八六·五	一·〇	〇·〇	二·〇

乾物百分中

	氮素	磷酸	Alkali
馬	一〇·六	痕跡	一·六
牝牛	一〇·〇	痕跡	一·五
豚	一三·〇	五·〇	六·〇
羊	一〇·〇	三·七	一·七

由上述成績，可知家畜尿富氮素而缺磷酸，家畜糞之肥料成分富磷酸。尿為比較可溶成分，濃厚之肥料尿缺乏有機物為其缺點。

(3) 家畜糞尿混合物之肥料成分：——據Lohmann。

研究之結果如次：

新鮮物百分中

	水分	有機物	氮素	磷酸	鉀
糞	七五·八	三·〇	〇·〇	〇·三	〇·三
馬尿	九〇·〇	七·〇	一·五	〇	一·六
兩者混合	七九·九	一·九	〇·六	〇·三	〇·五
糞	八三·五	一·四	〇·二	〇·一	〇·一
牛尿	九三·八	三·二	〇·六	〇	一·三
兩者混合	八六·八	一·〇	〇·〇	〇·一	〇·六
糞	七九·四	一〇·一	〇·七	〇·一	〇·三
豚尿	九七·五	一·五	〇·三	〇·一	〇·七
兩者混合	八二·七	九·一	〇·五	〇·一	〇·五
糞	六五·五	三·四	〇·六	〇·三	〇·一

有機肥料概說

羊尿 八七.五 八〇.一 痕跡 二.五
 兩者混合六〇.〇 二〇.〇 〇.〇 一〇.〇
 由上表可見家畜之屎尿中，以羊之糞尿成分最濃厚，馬及豚次之。

(二)飼料之成分與家畜之糞尿 飼料百分乾物中所出
 屎尿成分之分量，據 Wolff 氏之研究：

	有機物%	氮素%	灰分%
馬糞	四四.一	三.三	六二.五
馬尿	三三.三	六〇.七	三三.五
牛糞	五九.五	四七.五	三三.九
牛尿	四〇.〇	三三.〇	四三.一
牡牛糞	四三.五	三三.九	六四.六
牡牛尿	四四.四	五四.八	三四.三
羊糞	四四.〇	四六.七	五七.九
羊尿	二二.〇	三三.三	四二.〇
平均糞	三三.五	四〇.一	五九.〇
平均尿	三三.四	四二.二	三九.〇

合計 四九.九 六三.三 六二.七

即飼料中之有機物約占百分之四十六，氮素約占百分之八十七，灰分占百分之九十九於糞尿中排泄出。據 Gilbert 之報告，肥育之馬及牝牛，其飼料中之氮素有百分之九十五以上，灰分有百分之九十六以上，自糞尿中排出。又豚在其飼料中之氮氣，多用做保持其身體，其中約有百分之八十五自糞尿中流出。又在乳牛，其飼料之氮素，供其出乳，不過占氮素之量百分之七十五自糞尿中排出。要之，飼料中之氮素及礦物成分，殆無何損失，不過通過家畜之體，即成糞尿排出。

飼料通過家畜之體，使不溶解成分變為可溶解成分，且容易腐敗分解，供植物之利用，而其間肥料成分無何損失；若直接施用家畜飼料之物料做為肥料，不若給予家畜使食之，再得其糞尿為得策。加之，肥料中雜有脂肪，澱粉，為作物不必要之成分，在家畜則非常有用，可做家畜組織或作維持其生活之資料，誠一舉兩得也。

(三)家畜糞尿之排泄量 家畜之糞尿，就其成分與排

渣量甚有關係，大抵其成分稀薄者，排泄量多。牛糞之成分，比馬糞稀薄，其全量以牛為大。據 Bonnier, Bant and Botelstater 氏之研究，以牧草及燕麥飼育馬，其排泄量一日三十磅，其中乾物量六至八磅；又就馬鈴薯飼養牝牛之試驗，大約一日七十三磅之新鮮尿尿，其中之乾物量十磅，同時得牛及馬一年間糞尿之排泄量如次：

糞(磅) 尿(磅)

牝牛 3000 2000

馬 3000 3000

家畜排泄糞尿量之概數，一年一頭：

牛 馬 羊 豚

3000 磅 1500 磅 150 磅 300 磅(日重量名)

又據少數學者研究，牝牛一年間可由尿產生三一。五

起鈣，糞中四二起鈣素，四。二起鈣及一二起磷，自糞

中排出。

(四)家畜糞尿之使用法 家畜糞尿之使用法，大都與

人糞尿相同，唯有二三項須特別注意者。

使用家畜糞尿，必先令其腐熟，與人尿同。施用新鮮

家畜糞尿對作物生有害作用，經氣醱酵變為炭酸銨方為

無害。家畜尿之氮素成分為馬尿酸，不為土壤所吸收，須

經氣醱酵，方可施用，其法與人尿尿相同。據吉村清尚

氏之研究，馬尿酸及其鹽不為土壤所吸收，故必須醱酵。

成亞母尼亞鹽方佳，而馬尿酸之醱酵乃細菌 *Micrococci*

Drause 等之關係。

尚有一問題必須注意者，為家畜糞含有脫氮菌 (*Denitrification bacteria*)，與智利硝石、硫酸銨、綠肥、人

尿及家畜尿混合，尤以新鮮者適於脫氮菌之繁殖。為避

免直接發生脫氮作用起見，新鮮底肥不可與其他氮質肥料

同用。為明各種肥料之利用率減少情形，列表如下：

不與馬糞共用 與馬糞共用

智利硝石 七七% 五二%

硫酸銨 六九% 五〇%

牛尿 六九% 四〇%

綠肥 四三% 二〇%

家畜糞之脫氮作用，尤以智利硝石為最明顯，故智利硝石與新鮮家畜糞及厩肥禁止混用為宜。又有智利硝石之脫氮作用試驗，將馬糞一百克、水十一克、智利硝石三克，於常溫放置八至十一日，則其中之全硝酸鹽氮素完全消失。

家畜尿之肥效，就 MacLeod 氏研究之結果，假定智利硝石之肥效為 100，家畜糞及家畜尿之肥效約為 15.4 至 3.1%，是家畜糞之氮素分解難，以其為蛋白質氮故，而家畜尿之氮分解易，以其為地氫基氮故。

家畜糞之氮素可利用量小，而有機物之含量多，有改良土壤理學之性質之效用。家畜尿中之磷酸肥效與脫瑪斯磷肥 Johnson 之枸橼酸可溶之磷酸相當，而與過磷酸石灰肥效百分之八十相當。家畜尿尿鈣質之肥效與 0.1% 之鉀鹽同效。

家畜糞中馬糞、羊糞等腐敗之際，發熱作用為溫床釀熟劑之用。牛糞為冷肥，馬糞為溫肥，羊糞為溫肥，豚糞為冷肥，兔糞水分少而窒量多，其他之家畜糞中與羊糞相

似。

(甲)牛糞 在牛乳房有多量之牛糞，可為單獨肥料及厩肥之原料（在中國牛糞有用做燃料者）。牛乃反芻動物，丁寧咀嚼，其糞質極緻密。又牛吞飲水分多，致尿中水分亦多，腐敗分解緩慢。故在寒地，數年間尚無不存在，於空氣中曝之，使乾燥，堆積，加入尿與污水，使腐酵，或混以馬糞、羊糞，使腐敗；欲使牛糞之分解迅速，用分解甚速之馬糞、羊糞混之，能收互助調和之利。

(乙)馬糞 馬為單胃動物，咀嚼丁寧，將糞等之纖維咀嚼消化，當其力乏時。其糞含纖維多有孔質，且馬飲水少，致糞中水分亦少；且馬食麥草等之濃厚飼料，食量多，致糞中含氮量多，用做促成栽培之肥料及溫肥，在水分多及重黏性之土壤施之，有改良土質之效，砂礫土等輕鬆土施之，成分有損失之虞。

馬糞貯藏時須注意其發熱太盛，足使有機物之大部分飛散，而有氮素損失之虞，故宜時時注以冷水，或混以牛糞等冷肥。

(丙)羊糞 羊糞亦屬溫肥，使用法依照馬糞可也。據 *Boydell* 氏之研究，一頭羊每日有三・七八磅之排泄物，其中之乾物量占〇・九七磅。

(丁)豚糞 其分解遲，與牛糞同屬冷肥，可使用腐敗稀便之醱酵，或混以馬糞、羊糞，或用為底肥之原料。

(戊)兔糞 據東京大學之分析，兔糞之成分如次：

水分 七・二% 氮素 〇・三% 磷酸 〇・三%

據山下農博士之調查，兔一頭一日之排泄量，平均糞六〇克，尿三九〇克。糞尿之混合物，平均成分為：

水分 三二・七% 氮素 〇・三% 磷酸 〇・二%

C 家禽糞 Fowl-manures

家禽糞與家畜糞不同之處，在其糞乃糞尿之混合物；鴉鳥類之輸尿管開於肛門，糞尿齊出，大約在糞之外部為白色，與尿相當，而其內乃黑色，為食物不消化之部，即相當糞也。

(一)家禽糞之成分：——一般鳥類，食穀粒外，尚有蟲

類等之動物質，故富有氮素、磷酸、鉀，且飲水量少，故其糞為濃厚質良之肥料。

家禽糞中主為氮素化合物、尿酸鹽，其外白色部即此物。家畜尿之尿素、馬尿酸等，尿酸為主要含氮排泄物，其成分依雞、鳩、家鴨、鵝等而異。今示新鮮家禽糞之成分%如次：

第一表

	雞	鳩	家鴨	鵝
水分	56.0	52.0	56.6	77.1
有機物	25.5	31.0	26.2	13.4
氮素	1.6	1.8	1.0	0.6
磷	1.7	1.7	1.4	0.5
鉀	0.8	1.1	0.6	1.0
石灰	2.2	1.7	1.7	0.8
鎂	0.8	0.5	0.4	0.2

第二表

水分	65.0	62.0	53.0	82.0
----	------	------	------	------

1磅 = 2.204磅

有機物	21-26	21-28	40	14
氮素	0.7-1.9	1.2-2.4	0.8	0.6
磷素	5.0	3.0-4.2	3.5	0.9
鹼度	1.8-1.6	3.0-2.2	0.4	3.1
灰分	9-14	6-7	7	4

第一表係根據Borer氏而來，第二表係據Ulrich氏所研究。由上表可知家畜糞遠較家畜糞濃厚，若風乾之濃厚成分中，以磷酸含量最多，氮素或與相等，甚且過之。家畜糞中成分最濃厚者為鳩糞，家鴨鵝等之肥料成分稍少。家畜糞之元素，為尿酸鹽之形態，而磷酸主為磷酸石灰之形態，經家畜糞腐敗分解，尿酸鹽經酶，結果生成尿酸，如前入糞尿相同。

(二)家畜糞之排泄量：——據前兩氏之調查，即一年一羽，記之如下：——

	雞	鳩	家鴨	鵝鳥
Borer氏(磅)	12	6	18	25
Ulrich氏(磅)	5.5	2.5	8.5	11

(三)家畜糞之使用法：——家畜糞為濃厚之速效肥料，為貴重肥料之一，農家屢因使用法錯誤，致對作物有害；試僅以新鮮者施用或將乾燥者直接使用，如此用法，則家畜糞中尿酸鹽，不特無益，反而有害，與新鮮人糞尿相同；故使用家畜糞當先為腐熟，務須混以污水及腐敗之液肥，或其他糞類有機質，如堆積用之堆肥，家畜糞之腐敗劇烈，如混以他物，有使其成分損失之虞。

家畜糞排泄出，宜時時自鳥小屋中取出，乾燥後，好自貯藏；若任其在鳥小屋中長久堆積，則下層起分解作用，發生亞母尼亞，使氮素損失，且對於家畜之衛生不宜。

D 糞渣 Excrements of Silk worms

糞渣與家畜糞同為糞尿之混合物，而其氮素化合物，主要如家畜糞同為尿酸。據日本川瀨博士之研究，糞糞即糞葉之不消化部分，其少熟糞糞，秤其乾物量，在一斤中，約100%尿酸，18%Halicidin及少量之各種鹼基酸。且

糞中之尿酸，過半為游離狀態結合，其餘為鉀、鈉、鉍等之鹽基及第一尿酸鹽，已證明其存在。

風乾物百分中

	水分	灰分	有機物	氮素	磷酸	鉀	石灰
第一期糞	11.92	9.14	79.34	8.51	0.4	1.28	0.8
第二期糞	11.66	9.17	79.36	2.98	0.62	2.26	2.14
第三期糞	10.67	10.37	79.06	8.08	0.60	2.44	2.22
第四期糞	11.08	10.30	78.67	2.90	0.86	2.28	2.39
第五期糞	10.95	18.41	75.64	2.64	0.69	2.14	2.68
總糞	10.69	22.18	67.18	11.99	7.45	7.05	1.10

觀察以上之結果：(1)各期糞之組成分，大抵近似，其中磷酸鹽則例外，風乾物之灰分約占8%，而其他成分之含量亦不同。(2)各期糞之肥料成分比較稀薄，而為糞之風乾土，其氮素約占2%及1%以上之磷酸及鉀質，為成分濃厚之肥料，各期之氮素含量，殊與乾燥之糞食糞、雞糞、鳩糞相近似。(3)各期糞之成分以氮量最多，鉀次之，磷酸最少，故糞糞稱為氮肥亦為恰當。(

4)各期糞，就灰分之含量觀察，隨期而增加，有機物之量，隨期而減少，氮質含量有隨期較減之傾向，至磷酸、鉀質、石灰之量，隨期而較增加。

以上分析乃就風乾材料行之。新鮮物中水分之定量，實亦為必要，在種期內殆不可能，篩別風籜之際，大部分水分有發散之虞。日本川瀨曾以桑葉飼育二化性白龍夏蠶，就比較新鮮糞，行水分之定量，得結果如次：

第一期	平均	19.22%
第二期	平均	24.46%
第三期	第二日 平均	32.68%
	第三日 平均	33.02%
第四期	第二日 平均	33.66%
	第三日 平均	45.95%
	第四日 平均	53.53%
	第二日 平均	31.14%
	第三日 平均	36.15%
第五期	第四日 平均	42.47%

第五日	平均	66.92%
第六日	平均	82.04%

糞與除沙所用之糖糠，桑葉之殘屑，以及其他靈的殘皮，稍置渣，可用篩別以分離之。糞之使用可依家禽糞，而糞渣之使用法，可照廐肥。如糞留至他日使用時，在貯藏時之前，須充分風乾，如風乾不充分，則腐敗發熱，招成分之損失。

糞渣與廐肥相當，查因糞與家畜糞相當，殘桑相當飼料之殘物，其數與椰草相當。今示分析如下：

水分 82% 氮素 1.44% 磷酸 0.25% 鈣 0.11%

糞渣之成分，桑之殘屑富於氮素，風乾桑葉有 8—9% 之氮素存在。

糞渣之使用法如廐肥，又如堆肥之原料，其產量每春種一張，約有三担，夏秋每種一張也有二担。糞渣與家禽糞一樣，須經充分腐熟，關於糞渣管理應注意之處列下：

(1) 就糞室附近，擇極乾燥地，掘一坑，將糞渣置入，并撒布少許過磷酸石灰，如覺過燥，須注加水，至裝

滿時再覆以土。

(2) 在桑園畦間預先開溝，將糞渣均勻撒布在內，當即覆土。

(3) 糞在五期之糞塊，可先用篩篩出，置日光中乾燥後，貯藏之，俟需用時，置於堆肥中，令其自行腐敗，化成液肥之時，即可施用，其管理及使用法可參看前入糞尿節。

E 海鳥糞

海鳥糞在熱帶大陸之海岸及大洋中之孤島產之，乃海鳥排泄物之積堆而成，除糞外，藏有少許海鳥自身及海生動物之遺骸。海鳥之種類有塘鵝 (Puffins) 鰐 (Penguins) 鸕鶿 (Cormorants) 等，於青礁期集集海岸及島嶼中，以鸕鶿產者最著。

海鳥糞比家禽糞成分濃厚，是海鳥類常食魚類，其肥效世人知之最早，產於南美秘魯，因其地降雨少，數百年間分解，堆積極厚層，其上乃沙礫層，為品質極濃厚極良

實肥料。鷓鴣之外，北美、西印度諸島、亞細亞、亞非利加及太平洋諸島均產之。

海鳥糞之成分因各地之氣候而異，炎暑乾燥氣候，其海鳥糞忽經乾燥，殆不腐敗分解，而氮素化合物亦得保存；反之，在溼潤之氣候，其糞之分解速，其中之有機質大部為水、二氧化碳、亞母尼亞等飛散。又其中可溶性之鈣鹽、磷酸鹽等，為雨水等所流失後，其不溶性之磷酸殘留，或富磷酸成分之海鳥糞。由是可知因氣候之如何，而生二種之海鳥糞：一為氮質海鳥糞，一為磷酸質海鳥糞。

甲、氮質海鳥糞(Nitrogenous Guano)

氮質海鳥糞為在南美、秘魯、智利等熱帶乾燥地之海岸及小島所產之貴重氮質肥料。秘魯海鳥糞，在十二世紀已使用為肥料，至十八世紀時歐洲始知之。在一八〇四年，德國博物學者Alexander von Humboldt採集之，而研究其成分，始引起世人之注意。迄後柏得森將軍(General Peleau)於Dr. Peleau地方，施用為馬鈴薯之肥料，已切實證明其肥效。一八四〇年，Lord Derby始輸入英國，

後經多數學者，實業家之實驗，知此物之特效，次第輸入歐洲諸國。至其數量年達數十萬噸以上，惜至今此良質之氮素肥料，採集殆盡，僅產氮量甚少之劣等而已。故現在氮質海鳥糞之為重要肥料，僅有歷史的存在意義而已。

(1) 氮質海鳥糞之成分：——淡褐色又為濃褐色之集塊，其組成複雜，其氮素為尿酸、草酸、腐植酸、硫酸、磷酸、炭酸、鹽酸等之亞母尼亞鹽，其中以尿酸、尿酸鹽、草酸鹽為多。在加爾羅特(Karrod)秘魯之日尼查島(Chincha Island)之海鳥糞，據調查所得，其中尿酸占21.14%，尿酸亞母尼亞占18.80%，草酸亞母尼亞存在於新鮮之海鳥糞，尚有特別氮素化合物(Guanin $C_5H_7N_5O$)，及含有磷酸銻鎳 $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ 及 Struvit 鳥糞石，且 Bonsingant 之海鳥糞，尚含有少量之硝酸云。磷酸以磷酸鉀及磷酸鎂及不溶性之磷酸三石灰，鉀質以硫酸鹽、磷酸鹽而存在，分析 Karrod 及秘魯 Chincha Island 有 18.22% 磷酸三石灰。

青產氮質海鳥糞含 14% 之氮質，12—14% 磷酸，品

質次第變劣；今日所產僅含8—10%氮量。支所含有氮素，多為方質，尿酸含量甚少，故氮素亦因是而減少，磷酸次第增多，自50—60%磷酸三石灰，其成分漸與磷酸質海鳥糞接近。稱譽產者為次，南美之 Bolivia 海峽，安加姆司 (Angamos) 所產為最優良，含氮占20%，今全用盡。又亞非利加之西南岸 Iohabo 及其附近之島，出製質海鳥糞。

今將過去及現在有名海鳥糞成分，列示如次：

產地	含氮%	含磷%	含三石灰%
Angamos	20	5	11
Ballestas	19	12	29
Chincha	14	18	28
Iohabo	6	9	20
Patagonia	4	11	24

最好之海鳥糞今已用盡，其0—15%氮素，10—20%磷酸三石灰，1—4%磷等，尚稱優良品質之材料，尚可求得。

(*) 國家海鳥糞之肥料價值 (Manual Value of

Nitrogenous Guano) :——海鳥糞中之氮素及磷酸之形態，就 Butser 及 Maerker 氏對 Mazorka-Inseln 之海鳥糞分析如次：

	Butser 氏	Maerker 氏
全氮素	14.00	18.80
尿酸類	4.87	4.90
有機氮	9.66	9.30
氨基 (Amino) 類	——	0.2
磷酸類	——	0.10
尿酸類	16.5	——
全磷酸	12.67	12.10
水溶性磷酸	6.40	5.95
2% 枸橼酸可溶磷酸	5.32	——
難溶性磷酸	1.05	——
鉀	2.76	3.05

氮素良質之海鳥糞，有機氮素多，施於土壤時即行分解，變為尿酸類，以供作物之利用。又其磷酸類比較的多

，證明為良質，須視其有機態氮素化合物其尿酸多。海鳥糞中之磷酸半為水溶性之磷酸，其餘為2%枸橼酸所能溶解。在良質海鳥糞中，磷酸大部分為有效，又鉀質全部為可溶性。

據納爾各爾氏之研究，海鳥糞氮素之肥效價值，與智利硝石之比為88—100%，其磷酸之肥效與水溶性磷酸相比為70%。又於壤質砂土行燕麥及大麥海鳥糞之肥效試驗，以氮素海鳥糞之組成分施用之：

	氮素%	磷酸%
第七號	5.74%	8.59%
第六號	14.80%	10.91%
第一號	8.67	9.19

其試驗結果如次：

	對燕麥		對大麥	
	利用率	肥效價	利用率	肥效價
智利硝石	六〇.〇	100.0	三三.三	100.0
磷酸鹽	六六.三	108.4	四六.〇	五三.六

有機肥料概說

海鳥糞第七號	五六.三	10三.五	五九.六	九三.二
海鳥糞第六號	六六.三	10九.五	四三.二	八八.八
海鳥糞第一號	五六.七	九〇.四	三六.四	八五.一

又用同種之海鳥糞，用壤質砂土於燕麥，就磷酸行肥效試驗。次表係指枸橼酸可溶磷酸及脫瑪斯磷肥之磷酸：

	利用率	肥效價
水溶磷酸	三六.三	100.00
枸橼酸可溶磷酸	一九.三	八九.九六
海鳥糞第七號	二六.九	八七.二七
海鳥糞第六號	二八.六	九二.〇三
海鳥糞第一號	一四.〇	四三.三

故氮素海鳥糞中之氮及磷酸，可知為速效性。

海鳥糞之氮素肥效氮，以尿酸鹽及氨基鹽為速效而價值大；又海鳥之羽毛等之形態，為遲效而價值小。

(3) 氮素實海鳥糞之使用法：——氮素海鳥糞為速效性肥料，不要腐熟，得直接使用。海鳥糞之鉀質比磷氮為少，故依作物之種類，以補足其鉀質，使其肥料成適當之

配合，施以乾土、砂等粉末後，容積增加，平均分佈於土壤。海鳥糞施後，或深埋之，或掩以土，以防鹽之揮發，而得有效。

乙、磷酸質海鳥糞

在多雨之地，堆積海鳥之排泄物，經腐敗分解，其中有有機態氮素、無機氮素，變為亞母尼亞或炭酸態之形態而揮發，或為雨水所流失，其氮素為雨水消失殆盡，其可溶性之鈣鹽、磷酸鹽亦流失，殘餘者大部分為水不溶解之磷酸三石灰。故磷酸質海鳥糞乃磷酸及石灰質肥料，其磷酸之肥效與磷灰礦 (Phosphorite) 相當，較無素質海鳥糞磷酸之肥效為劣，直接使用效微，常用為製造過磷酸石灰之原料。

磷酸質海鳥糞對於鐵、錳土之含量少，又被磷灰礦含有有毒之氟、鎂等元素為少，為過磷酸石灰貴重之原料，稱為海鳥糞磷酸 (Guano Phosphate)。海鳥糞出於西印度羣島及太平洋諸島及其珊瑚礁 (Coral-reef) 堆積之，其內含 12% 內外之水分，65—80% 磷酸三石灰，1—12% 炭

酸石灰 (珊瑚石灰岩 Coral limestone)，1% 氮素及少許之氯化鈣、氯化鎂及錳土。

磷酸質海鳥糞為淡色細末，含磷酸三石灰至 70—87% 者為良質，可製優良之過磷酸三石灰。茲將主要磷酸質海鳥糞之組成列下：

產地	磷酸%	磷酸三石灰%
Rasa Island	40	87
Curaçao	40	87
Baker Island	39	85
Starbuck	38	83
Enderbury	37	81
California	35	76
Aves	34	74
Fanning Island	34	74
Sidney Island	34	74
Mejillones	33	72
Malden Island	32	70

磷酸質海鳥糞通常為過磷酸石灰之原料，如用作肥料，若不施於有機質多之土壤，無多少功效，蓋有機質分解之際，生有機酸及炭酸，與磷酸三石灰作用，變為可溶性；故磷酸質海鳥糞之使用，以在腐植質土壤，及與有機質肥料併用，方為有效。

F 骨肥

無論鳥獸魚等動物之骨，用為肥料之原料者，總稱骨肥。骨之成分，依動物之種類，年齡，部分等而異。今示獸骨 (Mammalian Bones) 之平均成分如次：

水分	六.七%
有機物	五〇.〇%
脂肪	一四.六%
骨素	三五.四%
磷酸	三三.三%
石灰	二九.二%
磷、鎂等	一.八%
灰分	三三.三%
磷酸三石	灰四六.七%
氮素	五.〇%

有機肥料概說

從上表可知骨之主要成分為灰分即無機鹽，此外有占 $\frac{1}{2}$ 內外之有機物。燒骨得無機物，將骨與稀酸煮沸，無機物分去後，得有機物。骨中之有機物及無機物之配合，依動物之種類，年齡，部分等而異，幼動物之骨，較老成動物之有機物多；堅固性骨 (Compact Bones) 及多孔質之骨，無機物多；在骨之部分，以大腿骨無機物為富。

骨之有機成分，主為骨素 (Osssein)，外有少量之脂肪，骨素中含有 Oseogen 副蛋白質，其熱久之，成膠質，即膠質 (Gelatin) 骨素，中含有 18% 以上之氮，而骨中有 28% 之骨素存在。

骨之無機成分，主為磷酸三石灰，除磷酸三石灰外，有炭酸鈣及少許之磷酸鎂及氯化鎂存在。

骨之成分依動物之種類而異，據 Hoins 就乾腳骨分析之結果，如次表：

	人骨	羊骨	牛骨
有機物	三〇.五%	二九.四%	三〇.六%
無機物	六九.三%	七〇.〇%	六九.三%

磷酸三石灰	六〇.三	六三.〇	五八.〇
炭酸石灰	六.五	七.〇	七.〇
磷酸鹽	一.三	一.六	二.〇
氯化鈣	一.八	二.七	一.六

哺乳動物之骨，一般含有50—74%之無機物，鳥類之骨比較骨無機物豐富，含55.8—64.5%之無機物，魚類含無機物少，僅有21—57%，磷酸鹽之缺乏。

純粹之骨，僅含內外之元素及9%之磷酸。據Payson及Bousfield之研究，生骨含有6.85%之元素及8%之水分存在。

又在骨中有0—15%脂肪存在，此脂肪使肥效減少，而使骨之分解遲，甚為有害，故用骨為肥料，當將骨在水中煮沸，去其脂肪；此脂肪取出為石鹼之原料，脫脂之骨，在日光曬乾粉碎，用為肥料。

骨肥類之使用，以西洋、美洲畜產業興盛之地為最，英國在一七七四年始使用骨肥，至十九世紀始盛行，至一八一五年輸入達三萬噸，初設骨粉製造所於Yorkshire，

當時農業化學家Liebig利比西評曰：英國對於骨物熱心非常，曾在Watleso Grimes之古戰場及司師里(Stilly)之古墳墓搬去之人骨，年年自他國之海岸運來之骨量達三三〇萬人相當之數，英國曾扼歐洲惡世界之咽喉，為吸收心臟血液之吸血鬼。

骨粉有：(甲)粗骨粒(Bone Granules or Grude Crushed Bone)、(乙)粗骨粉(Grude Bone Dust)、(丙)蒸製骨粉(Steamed Bone Dust (meal))、(丁)溶解骨粉(Dissolved Bone Dust)、(戊)骨炭(Bone Charcoal)、(己)骨灰(Bone Ash)、茲從略。

G 動物屍體及廢棄物

家畜(Domestic Animals)在早晚屠殺場屠殺甚多，利用其肉、皮及其他廢棄物(Botches)為肥料，即骨做骨粉，角蹄毛髮等製角粉、蹄粉、毛髮粉等。又肉部供食用，而其皮革製造之廢棄物有肉粉、皮粉等。

歐美畜產業盛，家畜之廢棄物利用甚進步，皆用為製

數種肥料。此種肥料中，以肉粉及魚粉為速效性肥料，其他為遲效肥料，乃所謂持續性肥料(Lasting Manures)。故一作物之利用法，視其目的而施之，設其目的非求永年效果之作物，對其土地，以施作基肥為宜，用為園藝肥料甚為良好，何故？以園藝家在同一土地，有數種蔬菜、果樹等花卉栽培，此等作物之種類甚多，而其移植等手續頻繁，故一種作物需適當之肥料。此種遲效肥料施於土地，可適合多種之要求。此等肥料和有石灰，分解始良，而以石灰之存在，為維持其肥效之必要條件。

據章克氏之研究，此等動物廢棄物肥料之肥效如次：

智利硝石	100	肉粉	80
硫酸鎂	80	魚肥	80
穆魯海鳥	80	骨粉	80
血粉	70	羊毛粉	80
肉粉	70	皮粉	80

甲、屍體粉及其肉粉

(1)動物屍體 (Animal Carcasses) 形成動物體之

有機物為蛋白質，無機物為磷酸三石灰，動物屍體之肥料成分甚富，今列羅氏各種家畜之屍體的肥料成分百分比如下：

	牡牛	犢	羊	豚
水分	59.70%	68.20%	59.10%	52.80%
氮素	2.68	2.50	2.24	2.00
灰分	4.68	3.80	8.17	2.18
鉀價	0.17	0.24	0.15	0.18
石灰	2.08	1.63	1.32	0.92
硫酸	1.86	1.38	1.23	0.88

如上表各種家畜，其肥料成分無大差異。

動物屍體，儘其新鮮者使用，寸斷之，加入廢水及腐敗液肥，又混以堆肥腐肥等，或混以土壤石灰等，堆積，上部掩以土，以防揮發分之損失，腐熟後，作堆肥使用。動物屍體得多量時，乾燥之，以供屍粉及肉粉之製造。

(2)屍體粉或肉骨粉 (Powdered Carcasses) 歐美諸

國設屍體製造所，凡家畜之皮及皮革製造廠所送之筋肉、

內臟、骨等，寸斷之，與4—5%之磷酸充和，於大釜中煮沸之，上方浮出之脂肪取出，以供石鹼製造之原料，殘餘部分用作肥料。如斯處理之屍體，自大釜取出，若將其骨與肉分別，則得骨製骨粉、肉製肉粉；若將肉骨不事區別，則全體乾燥，粉碎之，得屍體粉，即肉骨粉。肉骨粉在南美及濠州製造者，含1—2%之氮素及10—20%之磷酸，因含有骨，故磷酸分多。今將屍體粉之分析百分比列列下：

——(厘氏)

水分	有機物	氮素	磷酸	鉀	石灰
5.7	56.9	6.6	18.9	0.8	18.2

德國將病死之家畜，用為屍體粉及肉粉之製造，其工藝即將屍體寸斷，入鐵製之蒸氣釜，密閉于氣壓之下加熱，如其脂肪自體內分離而出，利用其殘部乾燥之粉末。今將Munohen產肉骨粉之成分錄次：

水分	7.0%	氮素	7.4%	磷酸	14.9%
----	------	----	------	----	-------

肉骨粉富有磷酸與氮素，為良好之肥料，施時須混以乾土，使溶積增大，或一面撒布於園場。

(e)肉粉(Flesh Meal or Meat Meal) 南美產骨混和純粹之肉粉，內含氮素10—13%，含磷酸鹽1—2%，今示其分析之一例如次：

水分	氮	灰分	鉀	磷酸	鈣
11.80	11.65	1.60	0.09	0.69	0.36

南美多野牛，其利用法，牛肉用冷水浸出，浸出液濃縮，製肉越幾斯。今將南美產肉粉之成分示之如次：

水分	有機物	氮素	磷酸	石灰
57.3	33.6	9.7	6.3	7.0

肉粉所含氮素及磷酸之成分濃厚，而分解易，為良好之肥料，又可為家畜之飼料以使用之。施時混以砂土，使容積增大為要。

(4)溶解肉骨粉(Dissolved Flesh-Bone Meal) 此物為肉骨粉經硫酸，變其磷酸成為可溶性，而其傳染病斃之家畜屍體，用製溶解肉骨粉。法人西納爾得(Girard)之法，用鉛板製箱容800磅硫酸，其中漸次投入殺菌，同時骨之過磷酸石灰變成為氮及可溶性磷酸，得此二者豐富之肥

料。

乙、乾血或血粉(Dried Blood or Blood Meal)

(1) 血液 家畜屠殺，先去其屍體之血液；因肉中有血液存在，則有害肉味。動物體之血液約占15%，出體外時，有凝酶素(Thrombase)為之凝固，分為血餅與Clot血清。血餅之主要成分為血液(Blood Fibrin)與蛋白質，血清之主要成分為血清(Serum Albumin)與蛋白質。

今將新鮮家畜血液之成分百分比示下：

	牡牛	豬	羊	豚
水分	79.0	80.0	79.0	80.0
固形物	21.0	20.0	21.0	20.0
氮	3.2	2.9	3.2	2.9
磷酸	0.04	0.06	0.04	0.06
鉀	0.06	0.08	0.05	0.15

故血液之成分，家畜大都相差無幾，而富氮素，鉀及磷缺乏，而分解極易，故血液為速效性氮素肥料。使用之時，注入糞中，使腐敗，用水稀釋，作液肥使用，或混於

有機肥料概說

堆肥中。

(a) 血粉(Dried Blood or Blood Meal) 動物之血

液已如前述，含80%水分及20%固形物，其固形物大部為蛋白質，故蒸發乾固成為優良之氮質肥料，得乾血或血粉，乃屠殺場用多量之血液以製造此物者。茲將血粉製造方法述下：

(a) 將血液振盪攪拌，而血餅使其凝固，將血餅乾燥粉末之方法，今將牡牛之血餅之成分示下：——

水分	有機物	氮素	磷酸
30.56%	61.47%	5.9%	1.0%

血餅分離其血清之部分，蒸發之，作其他目的使用。

(b) 通常之血粉製造法，其蛋白質(Albumin)同時凝固，其法將1—2%之濃磷酸加入，成弱酸性，於蒸氣釜中攪拌，通以蒸氣，加以高熱，使其中之蛋白質凝固，而其液部，在釜之下底開一活栓流出，釜中餘下之固塊，於壓榨器壓榨之，分裂為固體與液體。固體物在乾燥器或日光下乾燥之，磨碎成粉。此際分離之液體部分為黃色，含

0.4%之氮素，用作液肥使用，與人尿相當。

血粉為氮素肥料，其中含氮有10—12%，磷含有0.5—1%。今示其分析之例如次：——

水分	有機物	灰粉	氮量	磷酸	鉀
法國製	二三二	六.九	廿八	二二.三	〇.五
英國製	二三三	八.七	——	一〇.三	一.九
日本製	二三五	——	一三.五	一.〇	——

(c)通常血粉製造法，必要器具，其中混以石膏、石灰、無屑、塵埃、泥炭等。茲述一法，在醱液100分中，將1.5—2分生石灰加入，或加入磷酸鹽1分，石灰10分，磷酸0.5分，混合成泥狀，經壓榨去水，乾燥成粉末，此法操作簡單，不易損失其氮量而得充分利用其氮素。

血粉之使用法——血粉富氮素，為優質肥料，須以磷醱及鉀質肥料配合使用。寒地用做堆肥之原料，腐敗醱用；生血混以水時，腐敗之，做液肥使用。血粉適於糧食類、果樹及其他園藝作物，是因血粉為持續性肥料(Maintenance Fertilizer)，可保證作物遲而穩固之生長。

血粉之肥效——其肥效比智利硝石、硫酸銨等為遲效，顯比其他肥料，決不遲緩，顯人速效肥。

丙、唐克其(Fankage)內臟粉

Fankage為家畜之內臟，製為肥料，為屠殺場所出之臟腑及其他廢棄物，採取蒸熱後，經壓榨器壓榨，除其液體後，乾燥，粉碎之即成。通常含10—12%水分，6.5—8%氮素，35.5%磷酸，由其含磷酸之骨與齒類得8.8—12%磷酸三石灰。骨質唐克其含磷酸多。

魚類之內臟及骨，可製魚類唐克其(Fish Fankage)淨下部。

內臟粉比較分解易，為良質肥料，寒地用作堆肥，混以液體，使腐敗後始用為佳，暖地甚為必要。

丁、角粉蹄粉及齒牙

(1)角及蹄 角及蹄與皮革及毛髮相似，據 Keratin 稱，其中富含副蛋白質及氮質。角用以製器具及細工物，其削屑用為肥料。分析之，其外角部所出之材料，氮之含量多而磷酸之含量少，角髓部則氮之含量少而磷酸之含量

者，角髓部與含有多量之磷酸石灰骨料相當。

牛角之成分，含氮10—11%，磷酸6—10%，混有多量磷酸之角髓。據Altman氏之研究，牛角中之氮為自7.5—14.5%，平均11.98%，磷酸6—10%。又據S. W. Johnson氏之研究，水牛角削屑(Buffalo Horn Shaving)磷酸之含量為0.08—0.15%。Kjellström氏分析印度產水牛之角，其中氮素12.76%，磷酸0.24%，砂0.6%。故不混角髓之角中，磷酸含量甚少。茲將川耀博士分析牛角之外角及角髓部之百分率列下：

水分	有機物	灰分	氮素	磷酸	鈣
外角部	13.07	26.31	0.31	11.13	0.10
角髓部	11.17	23.04	3.17	3.03	0.12

由此可知，角之外角部殆全部為有機物所構成，而角髓部則無機物與灰分較多，而其大部分與骨相似，同樣為含磷酸三石灰，而角髓部之有機質恐係骨素(Ostein)類之副蛋白質。髓中含有14—15%之氮素存在。

角及蹄不僅分解難，且粉碎亦難，須以之蒸熱，其實

有機肥料概說

變，乾燥粉碎為角粉(Horn Meal)及蹄粉(Hoof Meal)。蒸熱後之角及蹄，碎之易而肥效亦速。角與蹄通常混合為角蹄粉(Horn and Hoof meal)，市間之角蹄狀，含7—15%，平均含12%之氮素。

角粉之成分，據屋氏研究，計水分8.5%，有機物88.5%，氮素10.2%，磷酸5.5%，石灰6.6%。角蹄粉為遲效性氮素肥料，使用時須使腐敗，常用為混和肥料之原料。(2)齒牙 齒牙似骨類，無機物多，無機物富含磷酸三石灰，其分析百分比如次：

象牙屑	馬齒	牛齒
水分	12.02	7.27
氮素	3.51	2.33
磷酸	2.77	2.99
石灰	3.57	3.57

象牙粉(Ivory Dust)之分析，例示如次：

氮	6.04%	磷酸	24.51%	灰分	52.63%
---	-------	----	--------	----	--------

齒牙類分解難，以之混於堆肥中，經腐敗後使用之，

或用作製造過磷酸石灰之原料。

皮、皮粉毛髮粉及羊毛粉 (Leather meal, Hair meal, Wool Dust)

皮 (Skin) 及毛髮 (Hair) 得自皮革製造之廢棄物 (Refuse from Tanneries)、羊毛屑 (Wool Waste) 為毛織物業

之副產物，其角素 (Keratin) 之氮素腐敗分解遲，肥效顯著。將此等物加入蒸氣釜 (Closed Boiler Autoclave) 在 9—10 氣壓之下，蒸熱 1—2 時間，使其變質，乾燥後，粉碎容易，分解容易，若是稱為蒸製皮粉 (Steamed Leather meal) 蒸製毛髮粉 (Steamed Hair meal)。

(1) 皮粉 (Leather meal = Skin Powder) 此物有 6—

9% 之氮素，據 Paternaud 氏之研究，蒸製皮粉中有 7.61% 氮素存在，而其中 0.48% 為亞母尼亞態氮素。又 Johnson 氏以稍多量之硫酸與皮粉作用，後在炭酸石灰中和，行植木鉢試驗，其氮素之肥效與魚肥同效云。又將其焙炒，粉碎，以增加其肥效；因其熱可破壞其實質，然過度反使氮素損失。

(2) 毛髮粉 毛髮含多量之氮，羊毛髮有 6% 之水分及 18.75% 之氮，在馬身則有 11.88% 之氮。川燠博士就馬子之毛髮分析之結果，今示其風乾物百分中所含最於下：

水分 有機物 灰分 磷 錳 鈣

39.7 25.3 0.7 1.4 0.2 0.02 0.11

毛髮分解困難，以稀硫酸與其煮沸，以水洗之，後經乾燥粉碎，或加入濃硫酸溶解之，投磷礦粉於其中，使成含氮過磷酸石灰。

(3) 羊毛粉 (Wool dust) 羊毛得自羊體，含有脂肪等不純物，以之洗滌精製。今將洗滌前後，羊毛之成分百分比例列下：——

洗滌前 洗滌後

水分 13.0 13.8

氮素 5.0 9.4

灰分 7.2 1.0

鈣質 5.3 0.2

石灰 0.2 0.3

纖維 0.09 0.12

羊毛粉之平均成分，據羅氏之研究，計有水分10%，有機物56%，氮素8.0%，磷酸0.6%，鉀質0.1%，爲毛織物之副產物，氮素含量自8—15%者爲良質，蒸熟後乾燥粉碎。

(4) 羅紗屑(Wool Bats) 純粹之羊毛，氮素含量多，現今棉絲混雜物多，氮素之含量少，其成分因原料而異，今示分析之一例如次：

10.0%有機物 6.0%氮 11.76%磷酸 0.4%鉀

以上諸肥料，分解難，屬漸效性肥料(Gradually Available Manures)。望其速效使用時，則用做基肥，欲其徐徐發生肥效，用於果樹及其他長期園藝作物。望其速效以爲堆肥，混以污水，腐熟使用。此等肥料可爲混和肥料之原料使用。

水分	有機物	脂肪	氮素	磷酸	鉀	鈣	鎂	鐵	矽SiO ₂
7.0	67.1	16.8	7.5	8.7	0.7	3.6	0.6	0.4	14.7
17.0	6.15	17.7	6.6	2.8	0.6	2.8	0.7	0.9	9.6

有機肥料概說

日水產動物肥料

自魚介類、鯨等水產物爲魚肥類(Fish manure)其大部分爲鯨粕類。魚肥在日本、瑞典、挪威各國產魚之處，均用爲肥料，不論何土壤、何作物均宜之；就中尤以藍、棉、甘蔗等工藝作物，靈種製造用桑等，均常用之。其中如魚乾、魚渣、魚屑等，在浙江沿海產魚地帶均有之。魚乾爲不能供食用之鮮魚，或鮮魚之副產物，在海邊乾燥製成；魚渣爲魚體中脂肪榨出後，將殘餘之渣滓製成之；魚屑爲製造魚乾時之殘屑，和頭尾鱗等乾燥製成之；此外魚類之臟腑與其他廢棄物，均可作肥料。日本海漁場，規模甚大，有鯨魚場，北海道有鯨魚場。

甲、魚乾 小形魚爲鰯乾(Dried Sardine)，大者爲鰵乾(Dried Herring)，今示其成分如次：

鱈魚在日本北海道用以榨油。

魚乾次於魚渣類，脂肪含量多，而肥料價值小。魚經壓榨去其魚油，其粕之肥料成分增加。今將各種魚渣之成分百分比列下：

	水分	有機物	脂肪	氮素	磷酸
鱈魚渣	三三·二	五三·三	九·八	九·五	四·〇
小鱈魚渣	三三·七	六三·四	二·八	九·五	二·九
鱈魚渣	三〇·三	六二·一	九·三	九·〇	三·五

今將日本商務省農事試驗場分析各種魚渣之成分範圍

加次，以為參考：

	氮素%			磷酸%		
	最多	最少	平均	最多	最少	平均
鱈魚渣	二二·三	八·〇	九·八	六·三	一·二	三·二
鱈魚渣	二二·〇	七·七	九·三	七·六	二·六	四·九
鱈魚渣	二〇·五	八·七	九·〇	五·六	四·〇	四·六

乙、魚類廢物及魚類之廢粉(Fish Tankage) 魚體除

肉質部外，均為廢物(Fish Refuse)，即其頭部、骨、軟

骨、臟腑等，通常均供肥料之用。魚類廢物僅乾燥者如荒洋、魚洋等與魚乾相當，經壓榨去其水分油分後乾燥之；魚類廢粉(Tankage)與魚渣相當，用外骨為原料魚骨粉。

(1) 荒洋 荒洋為體節、體節製造之副產物，有骨質與肉質之區別，骨質者含氮量少，而磷酸及石灰之含量豐富。

(2) 魚洋(Fish Refuse from Kitchen) 此物得自魚店，去其魚肉為廢棄物。其乾燥物之成分百分比如次：

	水分	有機物	灰分	氮素	磷酸	石灰
乾燥魚洋	七·五	四三·五	二六·元	六·五	七·六	一〇·四

魚洋之新鮮者，用為堆肥之原料，或混以污水，經腐敗後，用為液肥，乾燥魚洋，粉碎容易，將其粉末使用。

丙、魚類廢粉(Fish Tankage) 在魚乾之節已述及，如鱈、鯉等之頭部、內臟及骨，用以榨油製雜粕。魚類廢粉中骨多者為骨粕，法國產之魚肥為鱈之廢物，將魚肥混以母氏五十度硫酸，製溶解魚肥，為甜菜之肥料。

丁、鹽漬魚肥 歐美日本之漁場及製造所，均將魚類

鹽漬，其食鹽後改用鈣鹽，採用 Volgel's 氏法，將魚類廢物加入 5—10% 鈣鹽以行鹽漬，經乾燥後，粉末得成品，計含氮 8—10%，磷酸 5—6%，鈣質 8—10%。鈣鹽之使用，因魚肥缺乏鈣，增加之，誠一舉兩得；唯成品價高，普通在母氏 5% 度之硫酸鐵或氯化鐵溶液中保存三至四日後，乾燥粉碎。

戊、魚骨粉 (Fish Bone dust) 以魚骨為原料製成之骨粉與獸骨粉比較，則有機分豐富，磷酸少，其成分示之如下：—

	有機物	氮素	磷酸
鯊骨粉	六二〇	六六六	一一三
同	六二〇	六二〇	一〇六三
小鯊骨粉	五八四	四二五	一三〇六

己、魚鱗 鱗含磷酸，腐敗遲，肥料少，蒸熱或經腐敗發酵，則其肥效速。

魚肥之肥料的價值及使用法

肥料的價值，據西原農事試驗場及駒場農科大學對於

有機肥料概說

稻麥等之肥料試驗成績，魚肥中之氮素，其效率可與硫酸銨之氮量相匹，而其磷酸可與骨粉中含量相伯仲。

魚肥中之氮素為蛋白質之形態，成為速效，而其磷酸為骨之形態，即磷酸三石灰之形態。據農學士船津常吉氏研究魚肥中之磷酸形態如次：

- (1) 全磷酸 4.56%
- (2) Leochin 態磷酸 0.15%
- (3) Nuclein 態磷酸 0.68%
- (4) 稀鹽酸可溶磷酸 8.55%

稀鹽酸可溶磷酸，即無機磷酸，乃磷酸三石灰之磷酸，占全磷酸約 80%。

魚肥中之磷酸與骨粉之磷酸同樣為速效性，含有有機質。要之，魚肥類之氮素、磷酸、石灰均豐富，為良質肥料。

魚肥對任何土壤、任何作物均屬有效之肥料，施於生長期短之作物，似為不利，乃肥料未充分分解時內而作物早已成熟之故也。

魚肥以粉末施用，然若分佈不均，則有時分解遲而不利於植物之生長，而混以土砂，使容積增大，實為必要。

魚乾如魷魚、鱈乾稱為棒肥，任其所之，則分解遲，故不利，可做成粉末。

魚渣不論何氣候，何土壤均無不利，而魚乾在重黏地及寒地不適當；故在寒地，魚乾須混以人糞尿或堆肥，於腐熟後施之。

魚肥類在暖地可用為補肥，寒地專做基肥施用。魚肥富有氮素、磷酸、石灰而缺乏鉀質，補以草木灰及鉀肥，使成完全肥料，混灰則分解速，而為有利。魚肥可作家畜飼料，一旦家畜食之，而其糞尿可利用做肥料。

IV 植物質肥料

植物質肥料，凡以植物為來源之肥料均屬之，除氮磷鉀之外，含有多量之有機物，用以施於土壤，可以直接供給土壤之養分，間接有改良土性之效。其主要之肥料為油渣、糠肥、米糠、草木灰等。油渣類在歐美用為飼料，利

用其糞尿以為肥料，而在中國、日本直接用為肥料，占其輸入肥料總額之過半。中國出產豆餅甚多，每年從營口、牛莊、大連等處出口運往日本及台灣者數量甚大；此外如菜子餅、蔗餅等亦多被收買。且近年外國化學肥料的輸入，每年激增，而天然肥料反被壓迫，誠為中國之一大危機；急宜力起直追，以挽利權。

綠肥在中國使用頗久，為自給肥料，除利用糞外，尚供給土壤有機物之目的。米糠在昔我國已常使用，為主要之磷酸肥料。草木灰古時使用為唯一之鉀質肥料，近來應用礦物源之鉀肥，但其草木灰、糞灰類等鉀質，仍占主要成分。總之，植物質肥料在中國占甚重要之位置，對於中國農業之改良，有莫大之關係。

植物自土壤中攝取養分，構成自體，故用植物之遺體還之土壤，以為肥料，是屬合理之事。且植物質肥料增進土壤之有機質，使成有效成分。近年使用礦物質肥料漸盛，使土壤中有機質缺乏，及使土壤物理學之性質變壞，增益植物質肥料，可以改良其缺點。

A 綠肥 Green Manures

生將植物體使用爲肥料，即爲綠肥(Green Manures)。故無論爲大豆之種實所生，將其生草耨入(Grass)或(豆)土壤，均屬綠肥。

綠肥自昔即已慣用，西洋羅馬時代使用於歐洲南部，其使用法無大進步。據羅馬之歷史家 Pliny 之記載，中古羅馬人在九月播羽尾豆(Lupin)之種子，翌年五月刈之，直耕入其地，或運至他所，施於果樹。又於伊太利南部，屢用蠶豆爲綠肥。綠肥在中國自古即已使用。

(甲)施用綠肥之方法有二：(1)將原野、畦畔、耕地等生草，灌木之芽，採取之施於土壤。(2)栽培特種綠肥用植物，使達極度繁茂，即爲肥料，將栽培之綠肥直接犁入其園場，或刈取之施於他園場。

又綠肥之種類有豆科植物與非豆科植物之別：前者其根有共生狀根瘤菌之作用，攝取空氣中氮以利用之，爲氮素固定綠肥(Nitrogen-Catchers)；後者吸收土壤中之氮

素，以防雨水之流失，故名氮素吸收綠肥(Nitrogen-Catchers)。

(乙)綠肥之利益 採取他處之植物，施於土壤，增加土地之生產力，其理甚明。栽培綠肥植物，犁入園場者，有如下述之利益：—

(1)豆科植物用作綠肥者，其根爲共生根瘤菌，固定空氣中之游離氮氣，與使氮素肥料有同樣之效果；而栽培非豆科植物之綠肥者，吸收保持其土壤中之氮素養分，有防其流失之效。

(2)綠肥含有多量之有機質，可以增加土壤之腐殖質，有改良土性之效。有機質之肥效，前已述及，其評價法，有機質爲氮素之價的 $\frac{1}{80} = \frac{1}{100}$ 之評價，故設氮一貫80，70元爲80元，則有機物一貫之價爲0.05元。今將綠肥紫雲英栽培十畝，得3500元之生草，有機物占763元，共得價三十四元之利益。

(3)綠肥植物多爲深根植物(Deep-rooted Plants)，以之攝取土壤中下層之養分，致其根毛至土中之深層爲止

，形成後作物根直達深層之通路，與舉行深耕有同樣之效果。

(4) 綠肥大部分為豆科植物，其根盛時，可使在土壤為不溶解性之養分成為可溶性之力增大。Dietrich 氏研究受風化作用之岩石粉末，栽培各種作物，定其礦物之溶解成分：

	砂岩%	玄武岩%
羽尾豆 (Lupinus)	10.15	11.07
豇豆	15.01	13.7
紫雲英	3.56	6.30
司波其爾 (Sporcel)	1.00	1.84
小麥	0.13	1.13
麥	0.17	1.64

(5) 綠肥植物之栽培，即當休閑之時，土壤之養分易為雨水等所流失，而吸收保存，賴乎氮氣吸收綠肥，以為供給下次作物之利用，因其栽培之目的，故名養分保持作物。

(6) 綠肥植物繁殖力茂盛，故栽培之可防其他雜草之繁茂，故於桑園及果樹園中宜間作之。

(丙) 綠肥之栽培 採山林、原野、畦畔等自然生長之植物，即為綠肥者，因無栽培之必要，當視其地之氣候、土質，選擇適當之種類，甚為必要。一般綠肥植物為深根，對有機物之生產特多，對土壤及空中養分之吸收力強，而又適於其地之風土，繁殖力大方可。

氮氣固定綠肥者，乃其氮素之固定作用盛，類多以豆科植物栽培之，及相當時期，鋤入其地者，勿論其為豆科植物與否，刈取之施於其他園場者，但其根殘留土壤，亦使其氮素增加。氮素吸收綠肥單為土壤之有機質而栽培，如 Sporcel, 蕎麥、蒼苔等之屬。對新開墾之土地，先栽培氮素吸收肥料，一二年後，可栽培氮素固定綠肥。栽培氮素固定綠肥，對新開地可併用 Nitrogen, 還在後面述及。

栽培綠肥植物以輕鬆土 (Light soil) 為宜，在輕鬆土綠肥之成熟速，得提早收穫之利益。且在輕鬆土其腐植質缺乏，故鋤入之得補土壤中腐植質之不足。土壤之種類不同

，而用綠肥之種類亦異，如 *Ononchis* 及 *Trifolium*。羽尾豆在石灰多之土壤生長繁盛。一般豆科植物在酸性土壤，多生育不良，有施適量之石灰中和酸性之必要。

綠肥植物雖在必要養分缺乏之土壤亦能繁殖，然亦有施肥之必要。其能利用空氣中之氮氣以生長，然以稀薄之人糞尿或以少量之智利硝石以爲出芽肥，頗得有益。又磷酸肥料，可以良好之過磷酸石灰施之，可使綠肥植物之根溶解力大，若以稍不溶解性之磷酸肥料如骨粉、沉澱性磷酸石灰或脫瑪斯磷肥亦可，在輕黏土鈉肥少時，有施用之必要，若在重黏土可不必，石灰對於酸性土壤，特別必要，如 *Lucern*、紫苜蓿，在含 0.05% 以上之石灰的土壤，即能繁茂。綠肥植物爲防雜草繁茂，可以厚播種之。

(丁)綠肥之成分及其生產程度 今將主要綠肥之成分百分比示之如次：—

紫雲英	水分	灰分	氮素	磷酸	鉀
生草	82.0	0.6	0.8	0.2	0.3
乾草	16.7	0.3	2.3	0.1	1.2

大豆	赤 Clover	荷蘭翹搖	白荷蘭翹搖	苜蓿	苜蓿	蠶豆	豌豆	羽尾豆	大巢菜	胡枝子
花後生草	乾草	花中生草	乾草	乾草	乾草	付生草	青刈草	青刈草	青刈草	花中生草
80.0	16.5	65.5	16.5	74.5	74.5	—	82.5	85.0	82.0	15.9
1.6	6.8	1.3	6.2	—	—	—	1.1	1.6	5.6	5.9
0.8	2.5	0.6	2.6	0.7	0.6	0.5	0.5	0.6	2.7	2.6
0.8	0.5	0.8	0.7	0.1	0.1	0.2	0.1	0.3	0.6	0.3
0.7	0.5	0.1	0.8	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	1.9	0.3
0.7	2.5	0.1	2.6	0.4	0.3	0.5	0.6	0.3	0.3	0.3
0.7	0.9	0.1	0.7	0.1	0.1	0.2	0.6	0.1	0.3	0.1
0.7	—	0.1	—	—	—	—	—	—	—	—

有機肥料概說

高粱葉	生草	0.0	1.0	0.0	0.1	0.0
高粱葉	乾草	1.6	0.3	0.0	0.0	1.0
草	生草	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0
草	乾草	1.7	0.0	0.0	0.0	1.0
蕎麥	乾草	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
蕎麥	花中草	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0
落花生	生草	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0
落花生	乾草	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0
小	生草	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
小	乾草	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0

量為每畝150斤。

(戊)綠肥使用法 栽培綠肥，開花時收穫，為合理的辦法，綠植物柔軟多汁，使用為肥料者分解速，然有收穫量過少之虞，而老熟者之養分多集於種實，其莖葉部之養分喪失，纖維多，收穫量增加而分解作用遲，故亦不利，故綠肥植物之收穫時期在開花或前為最適當。

綠肥之利用法，有用做家畜之飼料而利用其糞尿者為

飼料法(Feeding)，直接用為肥料者為鋤入法(Ploughing In Green)。歐美綠肥植物多做家畜之飼料，而中國土壤中腐植質多之地方，多植綠肥，且用為家畜之飼料而利用其糞尿，較為得策。

綠肥通常僅用生草，用乾草者，其乾燥時常發酵，經雨水等易使養分損失，最宜注意。綠肥通常生草必須注意，不可全是新鮮，以稍乾燥將萎凋使用為宜。據Cameron氏之研究，新鮮綠肥之水浸液為有害，而乾燥綠肥有機酸之生成甚少。施用綠肥，視其土質而定深淺，在砂土及礫土宜深，施於壇土宜淺，蓋砂礫土，水分空氣流通便宜，因而有機物之分解速，若植之過淺，則氮素有損失之虞；而在壇土，則空氣水分之流通不良，若深施用綠肥，則有腐敗分解過遲之憾，而已深施者，在土壤中之有機酸類硫化物、亞氯化物等發生，有為害作物根之虞；於重黏土施用多量之綠肥，此害尤易發生；故有機質多之壇土，避免施用多量之綠肥。

綠肥一畝約80斤—100斤，通常在30斤左右，若將發

生綠肥之全部，鑄入其地，動運失敗，以是須注意綠肥收穫量多之處，致呈氮素過多之害。

施綠肥時，須混適量之石灰，方得有益，是石灰使有機質分解速，使綠肥為一種生理的酸性肥料，在分解時，石灰有中和其有機酸之效，其量以為生草量百分之三為適當。

綠肥為氮素肥料，致有同時補充磷酸及鉀肥之必要，生草三百斤相當過磷酸石灰十斤，施過磷酸石灰可以骨粉代替使用，亦屬合理。

甲·氮素固定綠肥(Nitrogen—fixers)

歐美使用之綠肥植物為羽尾豆(Lupin)、Barradella、紫花苜蓿、Alfalfa、Lucern、紫苜蓿、Clover、荷蘭鵝梅、豌豆類、蠶豆(Beans)等，特為歐美所常用，日本亦充分利用，中國自古使用。在日本之綠肥以紫雲英為第一，其餘地方則栽培苜蓿、大豆、豌豆、蠶豆等。

今將一畝綠肥之最高生草產量及所得利用之氮素量，示之如次：—

	生草量(斤)	氮量(斤)
羽尾豆 Lupin	200斤	一·七斤
紫雲英	150斤	一·四斤
苜蓿	120斤	一·五斤
蠶豆	170斤	一斤
豌豆	150斤	一斤

外模半斤，其氮素殘留。

(1)紫雲英(Astragalus lotoides) 日本種者甚多，

栽培須在稻田結實之後，排水良好充分乾燥之所，於田面穿溝以排水，每畝須一升左右，撒播，當刈稻之時，已生長至1—2寸之位，此際但排水不充分，更可穿溝使田面乾，在作早稻之處，宜做高畦以栽培之。至冬間，為保護幼植物，以藁薄掩，霜使柱立，有使幼植物浮上之虞，必須以足踏實，可免其浮上，至翌春，施以稀薄人糞尿及少許過磷酸石灰與草木灰，更可配合適量之石灰，到開花時即鑄入於其水田，或刈取施於他處，大致一畝之紫雲英，優者可施二至三畝之水田肥料。

紫雲英一畝之收穫量，其生草量一畝約 3000 斤—4000 斤，其多者為 5000 斤，至最速者，可供給同畝之水田，可刈取全部以施他處，在土地之地下部，有根殘留，其根集積氮素，故能使土壤肥沃。就日本臺北陸支場之研究，即紫雲英收穫後，殘存土壤之氮量一畝約 5 斤，故成績好者一畝約 300 斤之生草，其氮之含量為二十斤，其計二十五斤之氮，假定一斤之氮為二元，則氮價可得五十元，又有機質可得三十元，合計每畝可得八十元之利益。

紫雲英之肥效，就試驗之成績觀察，假定人糞尿中之氮素的肥效為 50%，而紫雲英之肥效為 100%，平均 81。

(9) 大豆 栽培大豆，青刈而使用者，較收穫其種實而使用其綠肥者為少。日本用大豆種實搗碎，煮成乳狀，施於土壤，已成習慣。大豆之種實富蛋白質，約有 40% 之氮素，10% 以上之磷及鉀肥，其腐敗分解速，肥效著，在經濟之立場上說，在市價低時尚為相宜，但使用大豆粒比較大豆粕價高，且油分多，而肥效差；故在理論上

大豆種實用為大豆粕之製造，較為合理，大豆粕之肥料價值增加，且為副產物，有得大豆油之利益。

大豆栽培為綠肥，應隨各地之便，可於麥作之間栽培為便，即間作大豆。日本栽培大豆之成績，每畝可產 25 斤之生草及半斤氮量，秋大豆比夏大豆增收 50%。間作大豆對於麥作之收穫有如何影響，據其試驗之結果，每畝可減收 20%，對於稻作可增收 50%，結果尚為有利。

日本舉行栽培紫雲英與大豆有一億萬元之氮素得利用，而此價格與輸入之總額相匹敵，可見栽培綠肥對於國家經濟上，不可以等閑視之。

(10) 苜蓿 (*Medicago sativata* Willd.) 苜蓿用為綠肥栽培，收穫量少，而氮素含量較紫雲英為多，栽培苜蓿較紫雲英為強，能耐寒，抵抗力強，且易繁殖，在不能種植紫雲英之地，亦能繁殖。又苜蓿可以自由移植，苜蓿播種或先在苗床上培養，俟稻作收穫後，再做高畦以移植之。生草的產量，每畝可達四千斤，肥料養分亦較多，約與紫雲英肥效之倍半相當，今將苜蓿與紫雲英的肥料成分量

對照如下：

水分%	氮素%	磷酸	鉀
紫雲英 5.0	0.3	0.1	0.3
苜蓿 5.5	0.2	0.11	0.3

各種之種子甚難與氮分離，常避其種下，故播種時須多，種子須先用水浸一晝夜，更應於播種，於處徑五寸之圓形，行撒播法，種子不可重疊，於九月下旬實行株播於稍間，播後以足踏付，使土壤密付，權田亦可實行，發芽時施灰及磷酸肥料，生草之產量不多，以水分少，故葉之含量較紫雲英大，通常 8 斤之生草其中之氮量 0.4 斤。

(4) 胡枝子 (*Trapedana bicolor*) 此物栽培綠肥，日本各地皆有野生，我國東三省用作牛馬之飼料及肥料，近來採作肥料之綠肥，須注意其收穫期，開花之期，其莖幹硬而堅固，開花時柔軟，且可收穫多量，實以是時為佳。

(5) 紫花苜蓿 (*Vicia*) (英) 此物在溫暖地，以紫葉繁茂為綠肥之最好者，結實頗不茂，採種困難，是其缺點。日長野縣立農事試驗場紫花苜蓿試作結果，甚為良好。

各種綠肥概說

於九月中旬至十月初旬置四尺餘之間隔，六寸內外點播十種，於其上施少許堆肥過磷酸石灰及草木灰，於翌年六月初旬開花，據同所分析之結果：—

採集期	草丈	百分中	水分	氮	磷酸	鉀
五月一日	一.九尺	三.三	一九.七	四.六	〇.七	三.六
五月廿日	三.八尺	二.〇	一八.八	六.三	〇.三	三.三
六月一日	三.六尺	二.二	二七.四	二.三	〇.亮	三.六

由斯知六月即成熟，以桑之間作綠肥為適好，即與桑爭空間與日光，惜採種困難，使極端薄薄易於成功。

外國用之綠肥，古代歐洲以羽尾豆 (*Trigon*) 為綠肥而栽培之，伊太利及法蘭南部，用白色羽尾豆。及至十九世紀初，盛行栽培於德國，今已成重要作物。德國為黃色羽尾豆，且適於不毛之地，生育之根達一米突，且有機物之生產量多，罹病蟲害少。歐洲亦使用赤色羽尾，美國南部使用扁豆及白羽尾類，而在美國北部使用赤羽尾 (*Trigon*)，并使用紫花苜蓿類 (*Orchard Clover* 及 *Alfalfa*)。

乙、氮素吸收綠肥(Nitrogen—Consumers)

土壤中氮硝化作用(Nitrification)之結果，產生硝酸鹽以供作物之吸收，易為雨水所溶解而流失，氮素吸收綠肥，吸收氮氣養分，有防其流失之功效，故名為養分保持作物(Catch crops)，而所生育之綠肥肥料又使用為肥料，利用所流失之養分；故氮素吸收綠肥，除保持養分以外，尚有供給土壤有機物之目的，已如前述。

(1) 蕎麥(Buckwheat Buchweizen) 蕎麥生育於瘠地，適作綠肥，在昔新墾荒地，改良之法，厥惟連栽蕎麥，用作綠肥則生長速，生草量少，宜繁殖，有驅逐雜草之效。

(2) 香苔(Rape) 此物為深根植物，深流入地底以利用養分，屬豆科植物，有固定空氣中之游離氮氣之作用，悉係固氮細菌(Azotobacter)附着於根，與蕎麥同為泥炭地等開墾使用。

(3) 芥子菜(Mustard) 此物特在英國使用為綠肥，生長速，可在6—7週間成熟。

(4) Spörgel Spergula Arvensis為生長速之植物，適

於輕燥砂土，為深根植物，生草量少，為良好之飼料，栽培為牧草，開白色花，用做綠肥須遲播，至秋結實，在結實前鋤入地，野生者長過20cm，栽培至30cm之巨大者為Riesenspörgel。

(5) 燕麥 使用為綠肥，美國使用最普通，為非豆科綠肥。

B 稿稈稈皮麩糠 Straws, Chaffs and Brans

甲、稿稈 採用確實之作物，在收穫確實後，其稿稈作為家畜之飼料或褥草，或燃料，或利用其灰，或將此等材料為堆肥之原料，或直接鋤入水田。此等稿稈類，其質甚粗，肥料成分甚少，分解極遲，其肥料之價值比綠肥小甚。除水田外，如桑、果樹等多年生作物，直接施用可也。普通之作物，先作家畜之飼料，利用其屎尿，或使用為堆肥或底肥之原料。據 Steockhardt 氏之研究，風乾稿稈之成分率如次：

有機物	小麥	大麥	燕麥
氮素	小麥	大麥	燕麥
鉀及鈉	小麥	大麥	燕麥
鈣及鎂	小麥	大麥	燕麥
磷酸	小麥	大麥	燕麥
珪酸	小麥	大麥	燕麥

如斯缺乏肥料養分，可見一般，而植物體之養分，全行集中於種實。普通稻稈風乾物百分中之成分含量如次：

水	灰分	氮素	磷酸	鉀
水稈稈	灰分	氮素	磷酸	鉀
陸稻稈	灰分	氮素	磷酸	鉀
小麥稈	灰分	氮素	磷酸	鉀
大麥稈	灰分	氮素	磷酸	鉀
豌豆莖	灰分	氮素	磷酸	鉀
大豆莖	灰分	氮素	磷酸	鉀
蠶豆莖	灰分	氮素	磷酸	鉀

蕎麥莖 16.0 5.7 1.0 0.6 1.1 2.3
 雲苔莖 16.0 4.7 0.6 0.5 1.1
 禾穀類之稻稈，纖維多，分解遲；豆類之莖，成分濃厚，質柔軟，而分解易；禾穀類之中，以稻葉類最良，至小麥稈則腐敗難。

乙、稈皮類(Chaff) 稈皮與稻稈同，分解遲，其成分大同小異，經充分腐敗後，使用方有效，可為堆肥之原料，或利用之以燒灰，或直接施於水田，如稻稈。稈皮之類，肥料之成分，可用以增加土壤之有機物，且成為施用之目的。又米及粟之稈皮，為燕穀及粟穀，蓋之褥草成爲置渣之原料，茲列各種稈皮之成分如次：—

未穀	Rice chaff	水分	灰分	氮	磷酸	鉀
小麥殼	Wheat chaff	水分	灰分	氮	磷酸	鉀
大麥殼	Barley chaff	水分	灰分	氮	磷酸	鉀
蠶豆莖	Bean husk	水分	灰分	氮	磷酸	鉀
雲苔莖	Rape husk	水分	灰分	氮	磷酸	鉀

有機肥料概說

丙、糖類類 位於種實與外皮之間，居種皮層，在麥稱為澱，在米則稱糠。

(1) 糖類：——此物含5%內外之蛋白質，0.1%之脂肪，81.8%之碳水化合物，能用為直接肥料，或供人畜之食物，即家畜之飼料，又可供價調味料如味精製造之原料及食料。糖類之成分如次：

水分	灰分	氮	磷酸	鉀	石灰
小麥 二二.一	三.三	三.三	二.九	一.三	〇.三
燕麥 二二.五	七.九	三.三	三.四	一.四	〇.三
大麥 二二.〇	四.五	一.六	三.九	〇.五	〇.二
燕麥 二二.〇	三.三	〇.三	〇.六	〇.九	〇.二

(2) 米糠：——米糠為家畜之飼料，甚少用為直接肥料，含有10%內外之脂肪，10%內外之蛋白質，其消化力強者，用做人之食物，而缺者為脚氣病之源，因其中含有維他命乙(Vitamin B)。又用糠以培植菓樹，又玄米、半搗米，常食之者，稱之為糠食可也。

糠仔果皮、糠皮、種皮、胚、胚乳層、澱粉等之別，

據日本大工阪銀太郎博士之分析，精白米最初所去之糠，多磷素及磷酸，以後次第減少磷素及磷酸之量，茲錄其含量如下：

一層%	二層%	三層%	四層%	五層%
磷素 二.元	二.六	二.五	一.六	一.三
磷酸 四.九	四.三	三.七	二.七	一.三

四層、五層之糠，澱粉含量多，米價高時，用為肥料，一層之糠宜作飼料，較五層糠為良。今將米糠之肥料成分百分比示下：——

水分	灰分	氮素	磷酸	鉀	石灰
二.五	三.五	二.〇	三.七	一.四	〇.〇

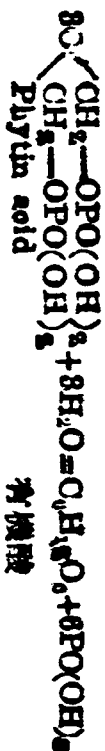
因標本之情形而異，含氮1.17—2.96%，平均1.88%，含磷2.28—5.85%，平均3.71%。

中國自古使用米糠為唯一之磷酸肥料，實如上表，氮素磷酸多，故有日商尾集糠，因在有效磷酸缺乏之處，其肥效甚著。

糠為磷素磷酸肥料，外含有鉀，為良質肥料，含有

及內外之脂肪，施於土壤有腐敗分解運之能；其肥效，於夏作最著，冬作則否；故合理的施用，其以脫浸出法 (Ethar extract) 脫去其脂肪，其浸出液 (Extracted Rice Bran) 即脫脂糠 (Deoiled Rice Bran)，又得副產物糠油。據麻生慶太郎博士之研究，酒精與醚脫脂之米糠，較動物實肥料(骨粉)為優，是脫脂者身解容易，以其非丁能容易變為無機磷酸故也。

普通米糠為速效，米糠混以堆肥與人糞尿，腐熟後使用，使其磷酸速效，用水浸一晝夜，其中所存之非丁體有機磷酸化合物與存在糠中之非丁酵素(Phytase)分解為無機磷酸。



新鮮之米糠當其醱酵之際，生濃烈之有機酸，呈有害作用，所宜注意。生糞施作葉之追肥，以糞醱所得，往往生萎枯之病。

據鐵類中磷酸之肥效，據農學博士士氏謂有機肥料中

有機肥料之肥效

磷酸之肥效，因動物質與植物質而異，動物質磷酸肥效大，實量過磷酸之肥效為 100，動物質者為 80，而植物磷酸不過 85%，因動物質磷酸如骨粉主要為無機磷酸之磷酸三石灰，而植物質磷酸以米糠、油粕等有機物 Phytin 非丁體磷酸，故植物利用之有分解為無機酸之必要，故肥效不良。據鈴木、吉村二博士研究，雜穀等中之磷酸大部為有機酸 Phytin 體，在全磷含 5% 中，米糠占 7%，小麥穀占 5%，裸麥穀占 4%，有機磷即非丁體之磷也；此外 Leochin, Nuclein，其量甚少，不過 1-2% 而已。茲將吉村諸氏分析結果列下：——

全磷	米糠				裸麥穀				小麥穀			
	乾物全磷	乾物全磷	乾物全磷	乾物全磷	乾物全磷	乾物全磷	乾物全磷	乾物全磷	乾物全磷	乾物全磷	乾物全磷	乾物全磷
100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
0.011	0.006	0.010	1.25	0.010	0.011	0.010	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011
1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33	1.33
0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62	1.62

即 Phytin 磷佔其大部分。

次鈴木、吉村兩次試驗純粹 Phytin 之肥效，舉行 Phytin 施於土壤者，成績其劣，在未糞者，肥效不佳。今將非丁磷磷之肥效與磷磷二石灰，作砂耕試驗與土壤試驗比較於次：——

	砂耕試驗 大麥風乾量	土壤試驗 大麥風乾量
磷磷二石灰	二二	七
Phytin 非丁	二二	四
Phytin 水溶液	一八	三
無磷磷	五	二

砂耕試驗成績佳良，可與磷磷二石灰同效，土壤試驗成績不良，磷磷二石灰、非丁與非丁水溶液之肥效比為 4:3，設前者為 100，則非丁及其水溶液為 57% 及 48%。砂耕試驗之肥效，非丁二磷磷之酸性石灰及磷磷 OC_2H_4O $PO(OH)_2$ 之施於土壤中，與土壤中之磷及鋁結合，生不溶解性之鹽，其非丁溶液之一部肥效變成不良，又土壤中之鐵鋁相與之不溶解性，其非丁應得行水耕法試驗（

Water culture)。

如斯純粹非丁應施於土壤者成績不良，而糠亦肥效甚劣，如無分解酵素，其肥效可與磷磷或鋁相當。據麻生博士試驗，種種磷磷肥料中，其肥料最良者，莫若磷磷，次則為醴，以醇 (Alcohol) 及醴 (Ether) 脫脂之米糠，即脫脂米糠，其肥效較動物質磷磷為優，故米糠肥料利用最良之方法，莫浸出粕者。

C 藻類苔類羊齒類及其雜草 Algae, Mosses, Ferns and Weeds.

(甲)藻類 (Algae) 在海岸或湖邊採取藻類，用為肥料。藻類柔軟，分解速，故直接施於圃場甚宜，而用做堆肥之原料更宜。今就 Fuiji 藻類行分析，由多人試驗之結果，知新鮮物百分中：水分 70—80%，氮素 0.33%，有機物 18—24%，灰分 3—6%；灰分百分中：鉀 70—80%，磷 9—8%，石灰 10—12%，矽 6—7%。

日本產藻類之成分如次：

水分 有機物 灰分 氮 磷酸 鉀 鈣

北海道混布 50.5 11.3 33.0 0.3 0.3 1.3 3.0 0.0

可見藻類成分之稀薄，故自遠方運來者，路程過遠，其良好點，分解容易，但恐含有雜草種子、病菌孢子、害蟲等。

藻類儘可使用，乾燥者使用之容積小，也感不便，腐敗速，須避免施於適地，西洋乾燥海藻用做家畜之褥草。

海藻類(Bog Woods)肥料之使用，在海岸之農家，於古即已行之，自海運去其中肥料分，一部分回復，其成分濃厚，可與廐肥相匹敵，其新鮮物之平均成分%如下：

水分 有機物 灰分 氮 磷酸 鉀

20.0 10.0 1.0 1.0 0.0 0.0 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1 0.1

比廐肥約合同量之氮，稍多量之鉀，尙有磷酸稍少，如斯在新鮮物而與廐肥相匹敵，但其乾燥物成分更濃厚自明。

海藻類含氯化物多，在理論上不可使用，實際上與廐肥同量使用，則肥效相同，補少許磷酸即為良好之肥料。

有機肥料概說

對於根菜類特別是芒果，為良好之肥料，芒果(Mangold)為好鹽作物之一。

海藻有食鹽，如以之施於烟草，為忌氯化物之作物，不可使用。又海藻類多年使用，土中堆積食鹽，土性變惡，是宜注意。

據 Wolf 氏之研究，海藻之成分如次：

水分 有機物 氮素 磷酸 鉀 鈉 鈣 鎂 硫酸 氯素

25.0 31.8 1.4 0.4 1.6 1.7 1.0 2.6 1.1 0.7 0.1 1.4 0.3 1.1 0.7 0.3 0.3 0.3 0.3

(乙)苔類及羊齒類(Mosses and Ferns) 自山林原野採集之，用做堆肥之原料，自古盛行之山肥即此，除羊齒類之外，尙採集其他下草。今示苔類(地衣)及羊齒類(蕨)之成分如下：

水分 灰分 氮 磷酸 鉀 鈣

苔類 33.0 2.0 1.0 1.0 0.1 0.3 0.3 0.3

羊齒類 33.0 0.7 1.1 1.6 0.6

幼植物做肥料，亦可做材料。羊齒(Braeken)之老幼

其肥料成分亦因之而異，據H. G. G. 氏之分析，在風乾物百分中：

水分	有機物	灰分	氮	磷酸	鉀	鈣
幼嫩羊齒	11.6	5.5	0.5	0.6	1.5	0.5
老成羊齒	10.0	5.5	0.5	0.6	1.5	0.5

(丙) 雜草 山野雜草等生雜草，其質柔軟，採集風乾之，係家畜之海草或堆肥之原料，其成分如次：

水分	灰分	氮	磷酸	鉀	鈣
蘆(Reed)	12.0	2.5	—	0.18	0.20
草(Sedge)	14.0	2.00	—	0.31	0.31
蕨草(Rush)	11.0	2.0	—	0.31	0.31
Beach	10.0	1.6	1.0	0.11	0.31
小麥(Bambusa)	11.0	1.6	1.0	0.11	0.31
草及蕨(下草)	10.0	2.0	0.5	0.08	0.31

其肥料成分如何缺乏可知。

D 植物體之廢棄物

(1) 落葉類 落葉類分解為堆肥之材料，不經腐敗，則效少，但水分吸收力大，可用作褥草及底肥之材料，或用作燻炭肥料之原料。落葉如作堆肥之堆積腐熟者，為菜堆(Leaf mould)，為園藝家常用溫和肥料之一種。葉堆之使用，非為其肥料成分，乃利用其物理性耳。

(2) 根株(Roots) 根株在園場利用者，掘採之運至他所，以為肥料，如用作堆肥，堆積使腐敗即可；而如桑之根株，用作燃料，利用其灰，多少含有肥料成分，較稱難類分解，肥效大，與豆科植物之根含有氮素者不同，以其肥料價值大也。今將乾物百分中之肥料成分示如次：

灰分	氮素	磷酸	鉀
小麥根株	3.3	0.6	0.3
大麥根株	1.0	1.5	0.5
蕨草根株	1.0	1.5	0.3

(3) 鋸屑(Saw dust) 肥料成分比前二者更劣，其吸水性大，以之為家畜之褥草及底肥之材料，或做固形人屎尿(Roadbed)之材料，直接施於土壤，有使粗鬆之效，其

成分與樹木之種類而異，其風乾物百分中大略如下：

氮素 0.1% 磷 0.1% 鉀 0.1%

經用維博士試驗材料無屑行分析，其結果如下：

水分 有機物 灰分 氮素 磷 鉀

11.2 41.8 0.11 0.14 0.01 0.14

灰類及其炭煤類 Ashes and Boats

植物質經燃燒後之殘滓，木灰、葉灰、海藻灰等屬之。木灰及葉灰，古來中國使用為唯一之鉀質肥料。此等灰類富無機物，含有多少之炭素外，無有機物，氮素全無，含有磷、鉀、鈣，特別富有鉀質。

灰類之肥料價值，為其燃燒時之溫度所左右，溫度愈高者，其硫酸、磷酸、鉀等相融合為硝子狀，而磷酸及鉀為不溶性；故用為肥料者，須加水在適度溫度下燃燒為良，能以做肥料製造之目的，燃燒草木則熱量虛擲，不若用農產材之為愈，既得燃料，又可利用其薪。又草木在燃燒之際，其中之有機物及氮量損失，而草如柔軟，則用為綠

肥及堆肥較為得策。

灰類之使用法 (Method of Application) 灰類單用

於豆科植物，尚無不可，至其他作物，須共同使用氮素及磷質肥料，配合堆肥。其次所當注意事項，即灰屬鹼性，以之與不腐熟之糞尿、廐肥及其他含 Ammonia 鹽肥料混和，有使 Ammonia 揮發之虞。故此等肥料其用時，在糞灰中應使有炭素存在，以吸收保持其亞母尼亞，其糞尿之揮發物；又如木灰為石灰含量多之灰類，如與過磷酸石灰含有可溶性磷酸者相混和，其石灰使可溶性磷酸為不溶性，即此故也。

灰類時常似乎對苗有害，其對於種子之發芽有妨害，是其呈 Alkaline 性，生可溶性之濃厚溶液，致有妨害其幼植物；欲防其直接接觸幼植物，在播種或移植前施用可也。

灰類混用有機質肥料，有使其分解迅速之效；又促進土壤中有用之細菌繁殖，以灰類可使土壤之酸性中和，為酸性土壤之有效肥料。

灰類中存存在有植物自土壤攝取之無機養分，以之爲肥料，使運於土地，使行地力之回復(Reaction of Plant food)。

灰類宜貯於有房屋之貯藏場，以防其成分爲雨水所流失，且其壁須爲石造或磚造，以防止其餘燻成火災。

(甲)木灰及葉灰 我國自古使用，爲唯一之鉀肥，木灰較葉灰肥料成分爲高，今將兩者之成分，作一比較如次(風乾物百分中)：

水分	磷酸	鉀	鈉	鈣	鎂	硫酸	矽及氯化物
葉灰	31.1	11.1	11.0	0.6	11.1	1.0	21.2
木灰	41.1	11.1	11.1	1.0	11.1	1.0	21.2

即木灰含磷酸、石灰、鉀之肥料特富，且特別對於石灰爲富，故可稱鉀及鈣肥料；反之，葉灰著名富於硅酸，稍爲禾本科植物，其稈稈強固，爲含有多量之硅酸故也。

又據 Goemann 氏行 87 種木灰之分析，其結果如次：

轉移範圍(Range)	平均(Average)
11.1—10.1%	10.1%

磷酸	0.1—10.0%	1.9%
鈣	1.8—15.0%	3.3%
鎂	2.1—7.5%	3.5%
不溶解物	2.1—7.9%	3.9%
水分	0.7—6.6%	3.0%

木灰之成分因闊葉樹(Deciduous Trees)與針葉樹(Coniferous Trees)而異，其風乾物百分中含：

水分	磷酸	鉀	鈣	鎂	矽及硅酸
闊葉樹	5.0	3.5	10.0	5.0	12.0
針葉樹	5.0	2.5	6.0	3.0	12.0

即闊葉樹之成分爲高；又堅材較軟材富鉀；又同一樹木，幼者若葉枝、若葉幹，比老成者生灰砂而肥料成分富。

木灰中之鉀大部分爲水溶性，就美國 Connecticut 州 87 種之木灰調查之結果如次：——

在酸類溶解之鉀	5.6%
在水溶解之鉀	5.1%
磷酸	2.3%

石灰 二天·三%

即鉀之大部分為水溶性，而鉀大部分為炭酸鉀之形態，而磷酸為磷酸三石灰之形態。

(乙)浸出灰 (Leached Ash) 木灰在水浸出炭酸鉀及鈉，溶解之供製造鹼之用，其殘滓經Vigny氏分析，浸出灰與原灰之成分%如次：

	未浸出灰	浸出灰
水分	11.0	20.0
炭酸鉀	5.5	1.1
炭酸鈣	21.0	31.0
磷酸	1.9	1.8
矽酸及其他	13.0	13.0

由是可知浸出灰中缺乏鉀與磷酸，而其中之炭酸鈣特多，實可稱之為石灰肥料，似較適當。

(丙)雜草灰 (Weed Ash) 據林學博士三村健三郎氏就林野產之雜草灰行分析，鉀含量特多，全圖選出用以製鉀。其分析結果如下：

有機肥料概說

乾物百分 灰分百分中

	灰分	鉀	鹽	水分	鉀	鹽	鉀
粟粉	8.9	2.5	1.1	27.5	1.8	7.3	2.3
實粟	5.5	1.1	1.1	31.5	3.1	3.3	3.6

(丁)棉實殼灰 (Cotton—Seed—Hull Ash) 據一九〇二年 Hatch Experiment Station 之報告，二十一種棉實殼之灰分中，有 15.9—32.8% 鉀及 6.26—11.0% 磷酸，其平均成分百分比如次：

水分	鉀	磷酸	鈣	鎂	不溶解物
7.7	3.5	8.7	7.1	3.6	18.0

即多量之鉀外，含有磷酸及鈣，為良好之肥料。

F 油柏類 Oil Cakes

油柏以在中國與日本使用最盛，乃氮素肥料。植物之種子及果實壓榨得油，其殘滓用為肥料或飼料 (Fodder)，其中含有多量之蛋白質、炭水化合物存在。在歐美以之做家畜之飼料，而利用其糞尿為肥料，中國、日本及法蘭

西則直接作為肥料。理論上以作為人畜之食物而利用糞尿為得策。在飼料中存有之植物養分，殆全部不損失，自糞尿中排出之，如大豆粕、菜籽粕為家畜良好之食物，大豆粕又為製味噌、醬油等之原料，以為人之食物。油粕之種類，其中固有特別之味為家畜所不食者，如茶實粕 (Tea seed Cake) 芥子粕 (Mustard Cake)。又如蓖麻子油 (Castor Oil) 含有毒物，故除此物外，荷得用為家畜之飼料，以用為飼料而使用其底肥為得策。

油粕類為植物質肥料中最富磷素者，又含磷酸及鉀，一般含 2.5%—7% 磷、0.5—1.5% 鉀，1—8% 磷酸，5—10% 脂肪。油粕類之磷為蛋白質之形態，磷酸主為有機態 (Organic Form)。特別為非丁 (Phytin) 態。油粕類之磷的形態，就農學士趙津常吉氏之研究，其結果乾燥物百分中含：

大豆粕	棉實粕	菜種粕
全磷 1.5	全磷 2.3	全磷 2.2
Leochin 總磷 0.17	Leochin 總磷 0.33	Leochin 總磷 0.10

Leochin 總磷	0.33	0.30	0.27
稀鹽酸可溶磷	0.27	1.00	2.30

此稀鹽酸可溶磷，即 Phytin 態磷，據鈴木、吉村兩博士研究油粕中之形態如次：

全磷	菜種粕		胡麻粕	
	乾物百分中	全磷百分中	乾物百分中	全磷百分中
Leochin 總磷	0.08	2.85	0.08	3.91
0.2% 鹽酸可溶磷	0.23	2.33	0.24	2.61
其中	無磷	痕跡	痕跡	痕跡
有磷	0.33	2.52	0.27	2.64

在 0.2% 鹽酸可溶磷，殆全部為有機磷，即非丁態之磷；故在油粕類之磷，以其粉末與米糠混用，可使有效。以米糠中之酵素 (Phytase) 與油粕中之非丁態作用，生 Leochin 六價之環醇 (H.O.H) 與無機磷酸，增加磷酸分解之有效性。

油粕類之製法 油粕類因其製法如何而有種種形狀，

例如白粕，乃依豎木法及其關絞水壓法而製成，而板粕則數板被水壓法而成，至於粉木粕則被浸出法所製成者也。

取油之方法大別爲二：一壓榨法 (Expression process)，一爲浸出法 (Extraction process)。壓榨法多依人力與動力，其依人力屬舊式法，如用豎木法以製菜種粕。其一例也。豎木法外，有用螺旋壓榨機者，如大豆油之舊法，即螺旋壓榨機是也。使用水者爲水壓法，亦有依動力以使用螺旋壓榨機者。又如連續式螺旋壓榨法 (Continuous Rotary Process)。今就豎木法、水壓法 (Hydraulic process)。連續式螺旋壓榨法及其浸出法，分別述之如次：

(1) 豎木法 如桐油、樟實油、荏菈(白朮)油、胡油、麻油、菜油、蓖麻子油、木蠟等，舊製造法爲豎木法。豎木即用木製壓榨器，其法先將原料乾燥，或焙炒而煎之，次在白內搗碎，或篩列之而飯蒸，置入麻袋或棕布袋，在豎木下壓榨，其壓榨筒有鐵輪三個，在其旁邊爲插板 (Plate)，且使之流人材料，容入較內煮後，對正當石則施

行壓榨，其壓力可大，最大可不亞於水壓機。

(2) 水壓法 用大粒之原料，先行搗碎，再使行機器，邊緣轉動磨 (Edge Runner stone, Edge Mill) 及有齒粉碎機 (Stamping Mill) 等均屬之。

粉碎過之材料在釜鍋 (Leaching Pan) 蒸熱，其器爲二重，在其外套通以蒸氣加熱，經攪拌完畢，蒸氣自其翼板之細孔噴出，蒸熱之時間因材料而異，數分至半小時不等，其前單有用蒸桶者，蒸熱之材料移至滑箱 (Sliding Box)，再在成形機 (Former) 定形，包以壓榨布 (麻製或布製者)，經壓成一定之大小，運至水壓機。此定形手續在板絞水壓機爲必要之手續，關絞則可不必，將蒸熱材料直接容於榨筒之壓榨板 (乃麻或人毛製者)。

水壓機之種類有二：關絞水壓機 (Closed Press = Carre or Cylinder Press)、一爲板絞水壓機 (Open Press = Plate or Anglo American Press) 關絞水壓機亦得如板絞水壓機加高壓一時內，可壓榨多量。在小工場內用之壓榨筒爲一有孔鋼製圓筒，及多數有插板之鋼輪所組成。板

絞水壓機在一時得壓榨多量之材料，鐵鋼板挾一包布成形之材料，普通為單式者，大豆粕用之新式板絞水壓機為複式者，其左右兩段用環互相支連，在十二小時得壓榨二十五噸之原料。

加壓力用之水壓唧筒，有種種形式，有用軟鋼製之動力輪 (Driving pulley)、異心 (Eccentric)、鋼製 (Steel Crankshaft)、自動動力輪；為預防其高壓調帶之空滑 (Belts slip)，其形增大，有二車輪，一為固定，一為游離，用此唧筒得使蓄力槽直接於水壓機。

傳導壓力之物，不用普通水而用與榨出油同樣之油，即大豆粕則使用大豆油。在唧筒使液體加壓力者為蓄力槽 (Accumulator)，始集力於壓力分配器 (Pressure Distributing Valve)，經鐵管達水壓機，其唧子 (Pump) 即行壓上。蓄力槽有高壓及低壓之別，低壓蓄力槽連絡水壓機，以 500-1000 封度之壓力以行壓榨，而若連絡高壓蓄力槽，則加 2000-3000 封度之壓力。通常蓄力槽僅高壓與低壓兩種為一組，亦有分高壓、中壓、低壓三個為一組者。將粉

碎機、蒸熱釜、成形機、板絞壓榨器等配合成一系統。

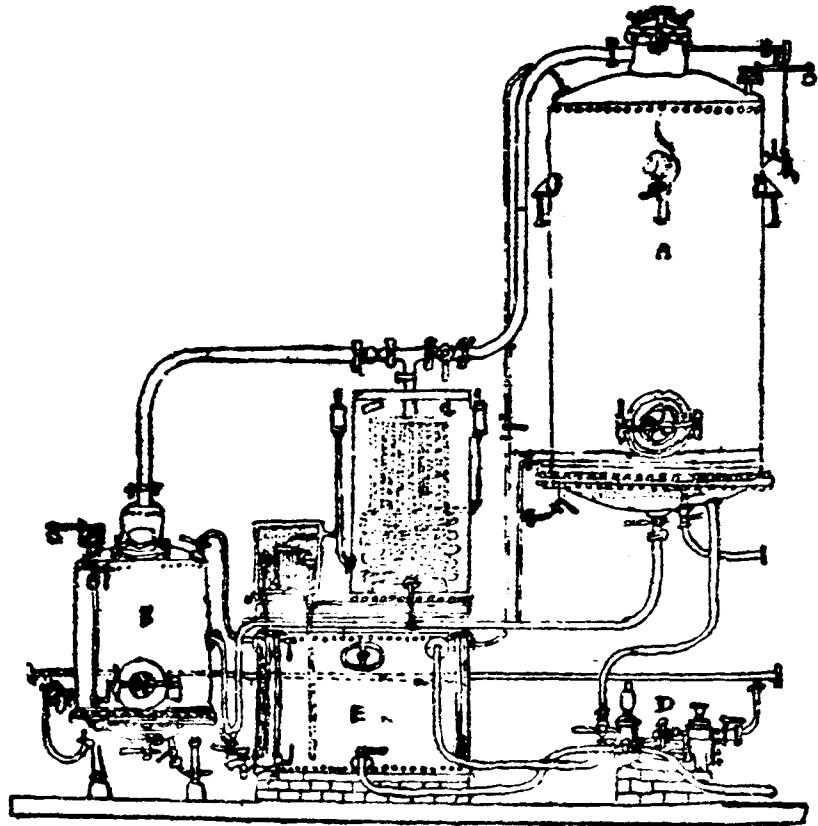
壓出之油先配置於油床，集於 Oil Tank，而壓榨後之滓 (Cake)，自水壓機取出，又分罐其袋，於乾燥器乾燥，所得之粕有百分之十內外之油分殘存。

(8) 連續式螺旋壓榨法或連續壓榨法 為安德生氏所發明，即美國使用之油榨 (Oil Expeller)，南洋之椰子 (Copra) 即使用此機榨油。又亞麻仁及菜籽之壓榨，使用此機，得優良之粕，不過殘存百分之五油分。將經連續粉碎之材料通過傳送器，經蒸熱後隨入壓榨機，將油壓出，其脫脂粕自壓榨筒之先端倒出，能率甚大，每台壓榨壓動力 30 馬力，職工三人，則於小時得壓榨 10 噸之原料。(水壓法若用原料 10 噸，則需 50 人。) 動力或用電動機 (Diesel Engine) (重油發動機之最進步者特大)，此機附有加熱釜 (Heating Pan) 及蒸氣外套，將材料通過傳送器間，用間接蒸氣在其間加熱，其壓榨筒 (Pressure Cylinder) 有特別之構造，其中有四轉螺旋軸，將軸回轉使材料前進，同時筒之前端有圓錐栓，壓着榨油，經充分壓榨，將栓押開使

箱出外，而一時入多量之材料於筒內。爲防筒之破壞，不生高壓，其螺旋軸有兩重，若外側軸運轉自動的停止，不使材料入筒，僅內心軸回轉而已。在筒之先端，即近螺旋之部分，內心軸與內心軸連接，若停滯回轉，力行排洩油箱，使筒內之壓力減少，以防筒之破壞。故安達生壓榨機爲壓榨器中之最進步者。

(4) 浸出法 將原料乾燥粉碎後，用恰醇(Benzin)、二硫化炭及四氯化炭爲溶劑以浸出之，粉碎法通常使用粉碎機(Roller)。現在最普遍使用之溶劑爲母氏(M. S.)之恰醇(Benzin)，此物有失火之危險，因此在浸出工場內，不可使一切火氣引火物存在，凡加熱、蒸餾等均賴蒸氣。浸出裝置(Extraction Apparatus)有種種形式，今示一例，如下圖，其中有A. 浸出罐(Extraction Pan)、B. 蒸餾罐(Distillation Pan)、C. 凝縮器(Condenser)、D. 溶劑輸送用唧筒，及溶劑貯槽(Benzin Reservoir)。

浸出罐有虛底(False Bottom)及蒸氣蛇管(Steam Coil)，上方之口蓋已無粉碎或Roller壓碎之屬平原料(如大豆



之類)，容於口內密閉，可是汽油(Benzine)自貯槽E至唧筒D，再將汽油注入材料液中，至恰沒材料於液中爲度，然後放置若干乃至數小時，開後栓，將汽油溶存之脂油移

至蒸氣罐B，在其A中之殘滓，附著少許之汽油，從蒸氣
 管直接引至蒸氣管以蒸之，由上面之管導入蒸氣罐
 C，經冷却凝縮，去其汽油，在內溫熱浸出粕，自下面之
 口出外，更乾燥室以乾燥之。移至B內，經汽油溶解之脂
 肪會於蒸氣罐之上方，自蒸氣管直接通以蒸氣，蒸氣汽
 化及水之蒸氣則凝縮管C，冷却後則復歸為液體，C兼具
 分離器之功效，使水沉於下層而汽油（Benzin）則浮於上
 層，將下層之水由側孔流至左方之水櫃（Water Tank），
 經一度過濾後，抽出外（因在槽內之水中尚浸入少許之汽
 油，更身之以去盡雜質為止）。最後在蒸氣罐殘存之油及
 水分，移至分液槽（Separating Tank），將兩者分離，採取其上
 層之油膏。

根據經驗所得之油粕，祇存有百分之十內外之油分
 ；根據浸出法所得者，其油之含量減少，其製法良好者，
 僅存痕跡而已，其不完善者，亦不過殘存百分之八十油分
 。原來脂肪，其肥料價值全無，徒增重量，使肥料之分解
 不良，且分解之際，生脂肪酸類，有害幼植物，故用做肥

料，以殘油最少之浸出粕為優良。但浸出之油比水壓法者
 品質較劣，有幾分浸出劑殘存於其粕內；又其中殘存幾許
 之夾雜物，用為飼料則稍不適當，是其缺點。通常水壓法
 除去大部分油後，再用浸出法將殘餘之油分抽出，是為合
 理的處置。

今由川畑博士分析浸出油粕(Extracted cake)之成分
 %示之如次。表中大豆粕係日本神戶Lever Brothers and
 Co.所製，為東三省產之大豆粕，粉碎後浸出；而亞麻仁
 粕及其菜種粕，係由小樽製油株式會社經水壓後再行浸出
 者；至於棉粕係上田蠶絲專門學校試驗所製造而成，其風
 乾物百分中含：

水分 有機物 脂肪 灰分 氮素 磷 鉀 鈣

浸出大豆粕	九.一六	八四.八四	〇.九六	〇.〇〇	七.八八	一.三四	一.八〇	〇.四七
浸出亞麻仁粕	九.三五	八五.三五	六.七六	六.六六	二.〇五	一.五〇	〇.五九	
浸出菜種粕	九.二四	八四.〇九	七.七六	六.二七	五.七七	二.三三	一.三三	〇.八〇
浸出棉粕	一〇.一九	八八.三三	六.〇〇	一.五九	一.六六	〇.三三	一.一〇	〇.三三

(5) 渣之精製 (Refining of Oil) 已離出之渣類，含有種種之固形物，多呈濃濁，故通常須濾過之。濾過 (Filtration) 簡單者，用布袋、紙袋等。至於大仕場之工場，則使用壓榨濾器 (Filter Press)，油在壓榨機增加 30 華度之壓力壓入也。尚有精製法為粘土法、硫酸法、青達法等，用粘土法以脫色，用硫酸法去其蛋白質、磷基性色素等，用青達法去其游離酸及酸性色素。

甲、大豆粕 (Soybean Cake) 自東三省輸入日本，在彼處製造者有壓榨法及浸出法，壓榨法為螺旋壓榨機，舊法則有水壓法。

舊式大豆壓榨法，用螺旋壓榨機者，則先將原料在碾風器去其塵埃，次在金鋼篩在 Roller 機壓碎，使成扁平，二本口長四尺，直徑二尺，將扁平大豆在蒸器，自五至六分中開，充分蒸熟，榨油最多者，蒸熟之材料約二斗，一重先包之以綿布，更於其外包之以草，在周圍鑄於鐵輪，如此重五個一，在螺旋壓榨機由人力將其壓榨。在一台厚厚料一石，舊壓榨板柏玉板，大豆一石，則用大豆柏五

枚，得大豆油七升，而大豆粕直徑二尺厚三寸之圓板，至其重量最低。其實兩，約中國五十七斤多。已經榨出之大豆油，經沉澱後，取其清澄液出市場。

東三省所用方法對於此法大同小異，東三省油房將大豆壓榨於花崗岩製榨，用馬或膠運轉，將壓碎蒸熟之材料移入以油草(如前著)製之袋狀內襖包之，如斯五枚重疊裝入壓榨筒，在螺旋或木楔壓榨機壓榨。

新式大豆壓榨法，使用水壓機，水壓機用板絞者分左右兩段，各段以 8 枚宛之鐵製圓板，亦有一度以 8 枚之枚粕製造者。在神戶市井上豆粕工廠，行此方法，茲略述於次：大豆經有齒粉碎機 (Tooth roller mill) 粗碎，使扁平後，蒸熟之，開筵型入原料袋中，於其周圍鑄兩枚之鐵輪，如斯成左右廿枚宛四十枚挾於鐵板，至一噸即在 30 磅皮壓榨之。

大豆浸出法，近時在各地已通行之，在神戶鈴木商店工場鑄別之，大豆在粉碎機 (Roller) (有斜溝) 粗粉碎，且附有攪拌器，在橫式蒸氣乾燥筒乾燥，在 Roller 磨中壓成

屬平大豆八十石，在浸出罐，再加蒸餾，在汽油(Gasoline)中(蒸餾至沸點在100度以上者去之)浸出，在大阪(大阪會社名古屋工場者，大豆經磨(Bone)壓碎成扁平乾燥者，僅加十五石，在浸出罐浸出。大豆粕製造業在日本頗發達，大部由我中國東三省輸出者。近年輸出至日本大豆粕之量如次：

年次	數量(噸)	價格(圓)
日本大正五年	七二,〇一八	三三,五三二
日本大正六年	六三,四一八	三二,〇六二
日本大正七年	一一,二八,五六	三三,八五六

大豆油在滿洲用做食用或做燈油用，但大部分輸出歐美，用做食用油、石鹼、沸油(Rolled oil)、印刷用油墨、油布及 Linoleum 之製造。

大豆粕之成分：大豆中之水分約占10%，脂肪約17%內外，而粕之製造，在板粕約0.1%之脂肪殘存，浸出粕約0.1%之脂肪殘留，用為肥料，即不說浸出粕為優良，且已為粉未狀，可不必再事粉碎矣。今將營口產大豆

粕之百分比示下：

水分	有機物	灰分	氮素	磷素	鉀
10.5	83.4	4.1	6.5	1.3	2.4

據多數之東三省產大豆粕分析如次表：

	最多	最少	平均
氮素%	7.8	5.9	6.7
磷酸%	2.8	0.6	1.3

浸出大豆粕之成分法已述及，不贅。

肥料用之大豆粕，日本使用最多，占其輸入肥料之半，大豆粕可為直接肥料或調合肥料之原料，對於任何作物，適為良好之氮素肥料，分解亦速，因氮之含量多，磷酸及鉀之含量少，用適量之磷酸及鉀質以調和之；以前磷粕及種粕之使用，與此不同，應勿忘磷酸之配合。

大豆粕比魚肥及種粕價廉，計其氮素之價數，分其亞母尼亞價，故在大豆粕為魚肥之代用品，氮過多，作物出來過快，尤以稻作，寒氣來早，所以危險，至於烟草成氮素過多之害尤速。

大豆粕在腐敗發酵之際，生有機酸，有害作物之發育及其生長，此時宜以石灰與酸中和方可。

大豆粕大概由壓榨法製成者，含油分多，用為飼料，稍為有益；故以經一度家畜之食後而利用其糞尿為得策。

(乙) 菜種粕或種籽粕 (Rape Cake or Rape-seed

cake) 菜種粕使用其油粕之殼，次於大豆粕。自昔時即行用做肥料。日本昔時之肥料，不過種粕、米糠、魚肥等而已矣。中國菜種粕，多輸入日本，據日本之研究，中國之菜種粕多混有薯蓣，印度產者多混其他植物，品質不及其他植物 (Mowha) 之種籽粕。

菜種粕之製造，舊法多用豎木法，新法多用水壓及浸出法。茲就豎木法述其大概：將菜籽去其水分，凝因其蛋白質，使分離之油分良好，再為焙烙，攪拌，在烈火上炒過，經炒之時間，以四十分乃至一小時為度，然後在白中粉碎，已經粉碎之材料置於蒸桶上蒸熱，其蒸桶（直徑 15 寸高 20 寸）下底有孔，煮沸後置茶釜（釜口徑 15 寸）上，乘其尚未蒸熟時，將粉末容入鐵製壓榨筒中之麻袋，對準正

當石壓榨，其壓榨筒中，置重鐵輪三個，并其內側具有種板 (Rape)，又其麻袋由底、側、蓋三部組成，各部分離，得使用數次，其豎木二根，為攪製或攪製，其地下有白，在白中置有榨筒，上施正當石，打聽篋矢橫貫其孔，壓榨後，更粉碎之，炒且蒸之，再行第二次壓榨。

菜種一石 (80 貫)，通常得 200 斗之種油，其內三升為第二次壓榨而成者，原料一百斤，可得 8—9 斤粕、30—35 斤油，其粕如白之形，每白之重量約 2.5 貫兩。

水壓法有關絞及板絞二種，行水壓者，其操作與豎木法同，在粉碎機粉碎後，用蒸熱釜 (Heating Pan) 蒸熱。採關絞法者，其壓榨筒與豎木法全同，自鐵製筒與鐵輪及種板，并用人毛及麻混織之袋，用二噸即 2000 磅之壓力，大抵為一次榨。在板絞者，得板粕，經焙炒、粉碎、蒸熱等之粉末，包之以麻毛或人毛布，在成形機成形，後載壓榨板壓榨，加壓力二噸。至板粕則在粕截器，在其周邊及四隅（此等部分加壓不充分，存油分甚多。）截取，在粉碎機 (Rape runner stone) 粉碎蒸熱，再行壓榨。

板粕多為一同榨，其儘事販賣之工場，通常行二番榨；若二番榨，則用圓絞水壓機，然日粕難適各一般農家之嗜好。板粕在Edge runner stone 粉碎後，即行篩碎，焙炒，蒸熱，行第二次榨。

菜籽粕之成分，今將其分析之結果，舉一例如次：

水分 有機物 灰分 氮素 磷酸 鉀 鈣
 二〇.三 八三.〇 〇.〇 〇.〇 二.〇〇 一.〇〇 〇.二

浸漬用法之粕直接為肥料，而壓榨法之粕用為飼料，僅混有芥子種者，有獨家畜之消化器。菜種粕比大豆粕氮素含量少，磷酸含最多，為良好之氮素磷酸肥料。

(丙)棉實粕 (Cotton Seed Cake) 棉實粕為棉實油

之副產物，用途亦甚廣，其製法，古來之棉實壓榨法為置木法，因雜質多棉毛及殼，妨害其製油，必先經脫油機 (Deoiler) 脫去其短毛，再經剝皮機 (Decorticator or Roller) 破壞之，在圓轉機及擲動篩篩選，以後經粉碎，蒸熱等手續，再行壓榨。現代用水壓機，有板絞及圓絞二種，水壓機有高壓與低壓者力榨之別，低壓自 500 封度，高壓

500 封度，壓榨時應自 100 封度，每台一晝夜，可行壓 55 100 圓之壓榨。上等棉實油去其固形脂肪為 Winter oil，可做食用，硬化之可代豬脂，下等品可製石鹼。茲將棉實粕之成分，例示如下：

水分 有機質 灰分 氮分 磷酸 鉀 鈣
 二〇.三 八三.六 〇.〇 〇.〇 二.〇〇 一.〇〇 〇.三

其他有落花生粕 (Earthnut Cake) 及亞麻仁粕 (Linseed Cake)，在粕 (白朮粕) (Perilla Cake)，胡麻粕 (Sesame Cake)，棉粕 (Camellia Cake)，椰子粕 (Coconut Cake) 等，大同小異，不及備述，從略。

油粕之使用法 (Method of Application)

(1) 油粕以為家畜之飼料而利用其尿尿，較直接用做肥料者為合理。

(2) 油粕為優質肥料，須配以適量之磷鉀。

(3) 油粕類除豆種外，各作物均可施用，肥效僅比人屎為劣。

(4) 油粕感氣不易損失，適於作混合肥料。

(5) 油粕分解時，生蟻酸、醋酸、乳酸等，妨害幼植物之生育，屬生理酸性肥料，其為害水田比旱田。粘土比砂土、酸性土比中性土、寒地比暖地為大。欲防此障害，須免於數日乃至十數日混以污水使發酵，或混以堆肥使分解，或於播種、移植十數日前施用；尚有一法，為混用石灰及水產等鹽基性肥料。

G 農產製造粕類 Refuse-material from

Agriculture Technical Branches

酒粕、榨油粕、餵粕、麥芽粕、木納粕、寒天粕、鹽草洋、鹽洋等之農產製造殘滓，總之與油粕類相似，而其使用亦遵照油粕也。

此等物中含有多量之氮素成分，得以之直接使用為肥料，尚有多量之蛋白質、炭水化合物等存在，為家畜所嗜好之食物，用為飼料而利用其尿尿較為相宜。茲將油粕等成分列表如下：

酒粕	23.0	—	37.4	2.2	0.27	0.09	0.01
燒酎粕	25.2	—	—	1.9	—	—	—
酢粕	24.9	—	33.2	0.4	—	—	—
雜粕(風乾)	20.2	—	23.0	2.51	0.33	—	—
帶油粕	25.6	—	27.7	2.03	0.38	0.18	—
酒精製造 馬鈴薯洋	22.0	0.6	6.3	0.16	0.13	0.03	0.03
麥芽粕	10.0	—	25.2	1.35	0.36	0.21	—
麥酒粕	9.6	—	23.3	6.9	3.9	1.5	0.12
餵粕	2.3	1.3	20.2	8.5	3.0	0.0	0.0
豆腐渣	25.5	0.5	23.3	0.6	0.17	0.10	—
製糖石灰渣	23.5	—	22.5	0.2	0.5	0.1	0.6
糖渣	22.7	—	—	1.4	0.5	—	—
鹽洋	22.3	2.5	28.8	1.0	0.27	0.05	0.03
浸出製納洋	20.2	2.2	28.7	1.0	0.27	0.05	0.03

V 結論

總上以觀，各種有機肥料，因為中國是數千年來以農

立國的國家，而其所賴以維持地力者，厥唯有機肥料而已；就中動物質肥料以人屎使用最普遍，惜貯藏管理不得法，氮素多成亞母尼亞揮發出，且對於公共衛生有莫大之妨礙。中國以後對於此點，應多加設備與指導。其次為骨

肥，在中國不但人骨因宗族與迷信等關係不知利用，亦不忍利用，即獸骨亦因國內無大規模之屠宰場，不便收集，更無製造工場以利用之，坐視日人在中國沿海各埠收集骨料，利權之喪失，真無從統計。至中國內地磷酸肥料，更

不能自給。植物質肥料在中國使用亦甚久，綠肥之使用尤為便利；以後中國畜產事業發達，綠肥在中國農業上之地位更形增加。鈣磷為中國農業磷酸肥料之重要給源，但將來可以製造滋養品，以其含有維他命，值得我們注意。至於油粕類，此項出品，在中國特別豐富，尤以東三省之大豆餅為最有名，惜乎今日之東三省已為日人所侵佔，中國重要之生命線亦為彼奪去，可不痛哉！中國各地所產油粕

甚多，現在受無機肥料之影響，農民有屏棄之事發生，實是值得注意之現象。將來工業發達，油粕等為製造混合肥料之重要原料，關於此種科學製造之方法，實有深切注意之必要。

中國對於肥料之生產，向無統計，農民亦不知使用方法，使有效成分任意散失，值此將進行統制經濟之時，對於國內肥料之生產與消費、販賣等，實有通盤籌劃之必要，望我國人注意及之。

假使中國對於固有之有機肥料，能加以改良，則對於無機化學肥料，亦圖設法自行製造，以補其不足。肥料之與農業，階似食物之與民生，所謂民以食為天，欲圖復興中國農業，增加生產，舍實行注意肥料之使用與製造莫屬。肥料事業進步之時，即中國農業發達之始，凡我國人其速起努力於斯乎！

綠肥之價值

孫凝澄

——討論中國適用那種肥料——

一、問題的開場

農業上，以施用肥料的不同，大概可分為化學肥料與有機肥料二種，每種肥料都有每種農業適當的構成要件。

我們知道施肥是農業增產方法的一種，而綠肥是有機肥料中自給肥料最經濟且最有效的，像最近人造肥料漸次普及農家，施用量自然也大大的增加了；不過中國製造化學肥料的場所，幾不見，而大多是海外所輸入的。所以中國，若施用化學肥料，實在是一樁重大的損失，就農村經濟上言之，實有重大的影響；並且化學肥料應能作為一種補助肥料的性質，不能作為基本的肥料。所以再三可說，綠肥是基本肥料中最有效最經濟的東西，故這問題我們就有研究的價值。

二、什麼叫做綠肥

綠肥之價值

綠肥 *Green Manure*，簡單的說，就是有機肥料中以植物體作為肥料的使用，故不論生草敷入於土壤中 *Cover*，也不論大豆的根、莖、葉及種實，儘敷入於土壤中的施用，都可稱為綠肥。所以從字面上解釋，可以說綠肥即含葉綠素的意味；故葉綠的存在，為綠肥中最大的要件，因其莖葉多含在葉綠素中。

綠肥作為肥料的使用，發見於西洋羅馬時代，據羅馬歷史家 *Pliny* 說：古代羅馬人於九月把羽尾豆 *Lucerne* 種子播種，翌年五月刈割，直敷入其地，或運往他處，像意大利南部，以蠶豆 *Home Bean* 屢作綠肥使用的，所以像歐洲南部的使用法，已很進步了。

至於說到綠肥法 *Green Manuring*，普通有二種：A、採取原野、畦畔、耕地等處的生草及灌木的芽，施於土壤中的方法；B、特別栽培作物，作為肥料的使用，達到此

種植物繁茂的時候，刈取之，或直接使用敷入田中，作為肥料的方法。

所以 G. Dehinger 氏說：綠肥法，就是豆科植物當作施肥的方法，於主作物後之耕作時間內，以豆科植物播種，待其成熟期，而犁入土中的方法。

又有 Holmgaard 說：綠肥法，為成熟前將栽培的豆科植物，以犁入土內為目的；因為該植物能集積空氣中的游離氮，且有多多的乾燥物質以供給土壤。

所以綠肥作物種類上，有豆科植物及非豆科植物之別，前者以其根有營共生之根瘤菌 *Rhizobium-Root-Nodule Bacteria* 的作用，其能從空氣中攝取氮氣，稱叫氮氣固定綠肥 *nitrifying-legumes*，後者吸收土壤中的窒素養分，防雨水的流亡，所以稱氮素吸收綠肥 *Nitrogen-consumers*。

三、綠肥之栽培法 *Cultivation of Green manures*

在自然界裏，山林、原野、畦畔、水庫所生的植物，

若採而使用作為綠肥時，自然沒有栽培的必要；然若將其土地、氣候、土質，於栽培別種作物之前，欲預先適當的選擇，那末，最好先以種植一般的綠肥作物，使其深耕與多多增加有機物於土壤中，則土壤中空氣與養分吸收力增強，則適宜土壤中之微生物繁殖力增大。

至於需要窒素固定綠肥時，可栽培豆科作物，即將其植物鋤入土中，增加其養分；若刈取他運，而僅殘留其根，亦可使土中窒素增加；若栽培窒素吸收綠肥，乃單為了土壤的有機物而栽培 1. *Der Spargel* (拉) 及 2. *Der Buchweizen* (拉) *Der Buchweizen*, 3. 燕苔 (*Kape*) *der Kape* (拉), 4. 芥子菜 (*Mustard*) *der senf* (拉), 5. 燕苔, 對於新開墾的土地，都有很好的功效，所以新墾之地，最好先栽培一二年窒素吸收綠肥，再以栽培窒素固定綠肥，然後再栽培別種作物。

栽培綠肥作物的土壤，以輕鬆土 *light soil* 為最宜，成熟既速，收穫亦早，但往往以輕鬆土壤缺乏腐植質，若耕入土中，就可增其腐植質，不過綠肥植物的種類，與土

這種類有圖，也留在後面討論。

像一般豆科植物，於酸性土壤中，生育不良，所以凡酸性土壤栽培豆科植物，須加以適量的石灰，土壤以中和為必要。

但綠肥植物，雖然於缺乏必須養分 *Essential nutrient* 的土壤裏，亦能繁殖；其實，總以施點肥料的栽培比較好些。所以說到栽培綠肥作物的肥料，以稀薄的人糞尿，或少量的智利硝石，於其出芽時施之，能增其生長力。

四、綠肥使用法 *Method of application*

大概利用綠肥，不外作家畜的飼料 *Food*，同時以利用家畜的糞尿，此方法稱飼料法 *Feeding*，及直接作肥料的使用為播入法 *Topdressing*。外國綠肥植物，多作家畜飼料，如日本以土壤而定，土壤中若腐植質多，則將綠肥作家畜飼料，少則直接播入土中。

綠肥通常是用生草的，用乾草的，須先以堆積發酵，不過須防雨水流失其養分。綠肥用生草時，亦不宜以完全

新鮮的，總以稍稍乾燥為宜。據 *Green* 氏之研究，新鮮綠肥之浸液，有害作物的，（土壤學溶液論）因乾燥綠肥的時候，有機酸生成量較少。

至於到什麼時候，使用綠肥，為最適宜，這自然值得我們討論的。我們於綠肥的定義上，既是採用植物的綠色體作肥料，那末，不必說肥料的有效成分，主為其葉綠體中，一方面植物體若不持續葉綠素之生活機能，即生活完了，不是自然的枯死、焦黃，就是其細胞內容葉綠素以外的原形質核雖於細胞中存在，而肥料成分已缺少了。因為植物完全生長到生種實，此時莖葉部存在的養分，亦漸移動到種實上，所以往往到這時不能保持莖葉的生活機能而告枯死了，而生活完了的莖葉與落葉，自然不能比其有綠色生活時期的營養分；換言之，因此時肥料要素已減少，而不溶性纖維質已增多了。據 *Voil* 及 *Kolmer* 氏研究植物於生長期到結實後，窒素或蛋白質約減少十分之六，磷酸約減少十分之四，加里約減少十分之二，反之，纖維約增達百分之四十。所以纖維增加，細胞膜質厚化，為組織

腐植質腐化的意味，自然得將老熟如葉程類之細胞為最厚最硬，則可推知其分解亦最困難。

所以綠肥易腐的狀態，在於其新鮮的生草含水量最多的時候，腐爛分解亦甚速。至於說及綠肥中要素如何存在？則可說除極小部分之落葉無機鹽類外，皆為有機的纖維、窒素、蛋白質及阿母尼亞等，此等有機物於0氏百度乾燥時，含有水分即蒸發，生草乾物量約殘存百分之二十，乾草約百分之八十殘存；故綠肥入地中後，其植物體受細菌的襲擊，為腐化分解，蛋白質作用變為酸，次第生阿母尼亞，為消化菌之作用，成氮化合物給植物吸收，所以此種與化學肥料之直接給植物吸收大異，故名綠肥為遲效性的肥料。此種腐酸及加里分雖為無機的鹽類，炭化合物雖係先生成種種有機酸，最後為水及炭酸瓦斯於空中飛散，故於重粘土，過濕及空氣不流通之土壤中，不能過多使用，因積蓄有機酸於土中，與植物有害。且當此種有機物之分解現象，有多量之炭酸瓦斯發生。

土壤中空氣流通，溫度濕最適宜存在時，綠肥分解亦

佳，炭酸瓦斯發生益多；反之，不但其分解不充分，且起腐敗(Botry)之現象，蛋白質不變為種種阿母尼亞化合物，且以上之分解作用完全停止，凡不完全燃燒之生產物，不但對於植物有害，且無肥效可言。

故施用綠肥，尤宜十分注意，得其方法，才見期所得之效果，其肥效往往受自然制約，影響頗大；因綠肥於自然界中，受四週環境與其分解有關，且往往於短時期中，不能即分解完畢（其一部不溶解之狀態物即腐植質，往往存在於土中）。雖然綠肥之肥效比其他化學的肥料或動物性肥料較劣，但一方面實含有重大的意義。

土壤中腐植質的存在，為植物生育上必要的條件，所以作物得生育之適宜，生長迅速。常見於豐富腐植質之土壤，因植物以腐植質而營養，故有良好的生長。如此，腐植質對於植物生理上有利的的作用，主要即為土壤理學的改善；故腐植質之混入粘土中，使其輕鬆膨軟，混與沙土中，則生黏着力；故於黏重的土壤，少施綠肥，能使此土壤水分及空氣流通良好，不單是助植物之生育，且能助細菌

生活力繁盛，增進肥料的効能；若施於沙土中，使其土壤增加保水力，及吸收肥料力加強，且使植物抵抗旱魃力良好，及防肥料之流失。

又從另一方面言之，腐植質能調節土地的溫度，即因其本身為溫度之不導體，無過冷過熱，以其附合土黑色之表徵，即能吸收溫度之效；故此等現象，於酷暑之際，或於初春溫度未上昇之時期，殊含有重大關係，而腐植質於土壤中多多積蓄時，土壤增加酸性，植物生育亦有大害也。

凡綠肥皆有以上之性質，關於各種綠肥之種類，物理的並化學的不必說總有多少差異，一般豆科植物以窒素為多，而禾本草則以纖維比較為多，十字花科則以水分為多；因之豆科植物作綠肥，其肥効顯著，禾本科植物的綠肥改良土地之力強，十字花科植物其分解最速。

凡植物生長階段中，其吸收窒素，正與其生長相若，蛋白質生成亦盛，不過到相當時期，其吸收窒素與葉素之發達，即不能單行，因有維持植物體之必要上須纖維量增

加，生成種子之準備，窒素率減少，所以開花期過後，普通植物之所有現象：1.含水量減少；2.窒素蛋白質之含有率減少；3.磷酸及加里之含有率減少；4.纖維量增加；5.澱粉等炭化合物之分量增加。故吾人使用綠肥時，尤宜先注意及之。

五、綠肥的肥効

甲、綠肥之肥効支配條件 凡肥料以其支配條件之得失，肥効大有差異，今綠肥之肥効支配條件，就以下順序述之：

外界之影響 有機物之分解，由細菌侵入而起，是等細菌之生活，最與外界狀態適應是否有影響；若外界狀態適應，則有機物分解迅速，且此分解所起之細菌主多好氣性，所以空氣之存在，為其生活上必要的條件，（大概有機物分解之消長起種種條件，其主要有三點）即空氣、溫度、濕度。

（一）空氣 分解細菌之活力，於空氣流通良好時為最

盛，即有機物分解，關於諸細菌類其生活有酸素之要求，若充分供給酸素，結果為使有機物不能充分之分解。Meyer氏於泥炭粉與石英砂相混，入於U字形管中，以水潤之，知含有種種分量之酸數，通空氣二十四小時之後，其分解碳酸瓦斯，計其量，酸素含8%，不通空氣亦甚良好分解現象。Th. Bodinon氏亦同樣試驗酸素含量8%以下時，有機物分解有大障礙。

如是酸素之存在，對有機物之分解有多大之關係：空氣不流通，對於土壤中空氣隔絕，不能新陳代謝；而酸素之含有率多，有機物不能良好的分解；而土壤粒子大比粒子小之土壤，空氣流通良好，因其空間保持空氣之量多，隨因之砂土比重黏土之土壤有機物之分解迅速而完全；土壤中若以水分多存在時，則粒子間之空隙，被水所閉塞，空氣不能流通，且有礙有機物之分解。

(二)溫度 溫度對於有機物之分解，有重大的關係，Imeller及J. Von Fodor氏謂有機物之分解與碳酸瓦斯之量一般，即與溫度相共增加，達攝氏六十度為其頂點。

Volin氏之實驗，以攝氏五十度有機物分解甚盛，本謂分解與溫度上昇相同，不過有一定限度而已。如此範圍內，溫度對有機物分解良好，且暖地有機性肥料分解比寒地為速且完全。

(三)濕度 地中保持水分，對於有機物之分解為必要的事，若地中水分完全消失時，決不會起有機物之分解。Von Fodor氏之實驗土壤中含水量之增加與碳酸瓦斯亦漸次增加，說濕度係幾何級數增加，碳酸瓦斯之發生係算術級數進行云。

其他多多實驗，皆為一致，以濕度增加與有機物分解皆盛，不過有一現象制限，即土壤中濕度或超過一定量時，則妨礙空氣流通，有機物分解力低下。

要之，有機物分解，對溫度最高點為攝氏六十度以上，其最適點從三十五度到六十五度之間；又濕度與溫度亦大有關係，溫度大時，溫度最適點下降，溫度之減少，濕度又從最適點上昇；土壤濕度之最適點從58%到64%之間，溫度低時最適點亦低，溫度上昇時最適點亦隨之上昇。

然土壤之保水量，Wolff氏說：

最少之保水量 砂 88% 黏土 68% 腐植質 55%

最大之保水量 砂 87.5% 黏土 68% 腐植質 74.8%

麻生氏說：

最少保水量 石英砂 18.7% 黏土 24.5%

最大保水量 石英砂 49% 黏土 46% (二者相差

頗大，大概係計算不同之故。)

據 *Bohloosing, Muntz* 等研究為攝氏三十七度，最低為五度，最高為五十五度云。

Wolff 氏研究謂植物生育上必要水量，土壤最大保水須 6—80%，不過自然狀態之土壤，與裝置於實驗室之土壤，總不相同，總以實驗室所得之溫度稍大。要之，以上之實驗，不妨空氣之流通為限，土壤之濕分大，有機物之分解亦旺，而土壤乾燥時，有機物之分解極惡，暖地降雨後，急能分解現出肥効，尤於夏期中為屢屢可見此種現象。

綠肥之種類及其成熟之程度與分解之難易，頗有關係

，窒素含量少，則纖維富，窒素多則纖維乏，其分解緩慢，此已為一般所公認；故綠肥之肥効：A. 窒素富肥効大；B. 纖維少肥効大；C. 禾本科比豆科、根菜等肥効小；D. 老熟比幼種植物肥効小；E. 莖葉部比其他部肥効大。

乙、綠肥之作物種類關係 綠肥之肥効，對於各種作物不同，乃依各種作物程度而異；如一般根菜類比禾穀類肥効大，生育期長者比生育期短者肥効大。從來實驗馬鈴薯、根菜、燕麥、玉蜀黍等極有效，麥類於適當時期犁入，亦頗得很好結果。

丙、綠肥作物性質之關係 綠肥以其窒素之含有率，與分解力是否一致，亦須注意。除上式支配條件以外，窒素化合物之多少，與分解亦有關係。

Conner 及 *W. Kinschler* 二氏有機質肥料中分二：一為溶解 *Point* 液，其他為不溶液 *Point* 云。

Wolff 中窒素分解難，泥炭或腐植質中之窒素，大部分為以前植物體之 *Point* 中，學者多如此之想像。

倘有有機物之副成分其分解多少之影響，其主為樹脂

鹽及脂肪等，此等皆分解有機物之障礙物，其量多少，故於肥効大相逕庭。

丁、施用的關係 綠肥之施用方法，其効力與他肥料不同，所以施用上頗有注意價值，其理由：(一)綠肥所含成分中窒素量多而磷酸少；(二)炭水化合物之含量多，腐敗時生成多量之有機酸；(三)綠肥體醱酵時，於其醱酵現象中，奪土中之酸素，酸化還元對植物生育有害；(四)肥効遲，窒素供給時期不能一定。

故綠肥有如此性質，研究中最宜注意者，即施用綠肥，如何能充分發揮其効力，所以施用上吾人當注意：(一)綠肥的用量適當，(二)用於不足養分土壤之補充，(三)使分解迅速而完全，(四)講求防害。

以上所述，綠肥之肥効為天然的狀態，從綠肥之種類、作物之種類及施用的方法如何而決定。

六、綠肥作物的條件

(一)凡綠肥植物體皆可作為綠肥的使用，概言之

，其必要條件有七：A, 適宜於栽培地的風土；B, 本身強健，栽培容易，生產確實；C, 窒素有機物之集積（即收草量大）；D, 種子肥料及耕作費要少；E, 生產迅速，最短期內要達最大的生產；F, 根之作用強，且為深根性（底土改良及下層肥料利用力強）；G, 生育中及收穫後，對於圃地無惡影響。

(二)主要綠肥特別條件：A, 收草量大；B, 天然要素要求少，對外界變異的抗拒性大；C, 早成熟；D, 深根性；E, 連年栽培生育一樣。

(三)間作綠肥必要條件：A, 對主作物無惡影響；B, 對主作物之成育無害；C, 無蔓草；D, 與雜草競爭力大；E, 發芽迅速；F, 抗拒乾雨性大。

(四)跡作綠肥之必要條件：A, 生長迅速，對作物播種前充分生育；B, 發芽迅速。

七、綠肥作物的種類

甲、豆科植物 歐洲人以豆科作物是窒素集積的作物

Stickstoff sammeler, nitrogen gatherer, 說他科植物爲
窒素掠奪作物 Stickstoff tehler nitrogen en schnurher
。這關於二千年以前, 已知有相當的價值。後到十九世紀
後半, 德學者研究頗盛行, 到一八八七年 Hellriegel 及
W. Sachs 二氏之研究, 才得圓滿的說明。據 Hellriegel 氏研
究:

- (一) 豆科植物攝取窒素以營養與禾穀類根本相異。
- (二) 禾穀類窒素給源, 取於土中溶液狀態之化合物,
- 其發育與地中存在之有效窒素之量, 有直接關係。
- (三) 豆科植物地中, 窒素給源以外, 尚有一大給源,
- 第一給源充分利用第二個。

- (四) 第二給源即吸收空中窒素。
- (五) 豆科植物自能同化空中之遊離窒素之能力, 且此
作用得微生物之協助。
- (六) 地中有微生物與其共生 Symbiose。
- (七) 豆科植物中其根之根瘤, 可以看做蛋白質的倉庫
。亦有與游離窒素同化原因。

如此, 發表以來, 結果關於根瘤菌之研究尤盛, 所以
豆科植物之綠肥優越性質, 尤喧傳於人口:

- (一) 豆科植物深根能達底土深層。
 - (二) 豆科植物其根作用力強, 能改良及利用土壤中不
溶解養分。
 - (三) 豆科植物比禾本科植物莖葉柔軟而多水分, 纖維
比一般柔軟組織 Parenchyma Gewebe 爲豐富, 作爲綠肥,
分解力良好。
 - (四) 豆科植物成分中窒素含量多, 因其乾質窒素比他
種植物爲多。
 - (五) 豆科植物生長速, 於短生育期中能產多量綠肥。
 - (六) 豆科植物大概而茂大葉, 生產量豐富, 能防雜草
叢生, 地表常膨軟, 所謂常保持着 $Q.H.$ 之狀態。
 - (七) 豆科作物比禾穀類及根菜類其生理性質差異, 此
等作物缺乏輪作價值。
- 乙、非豆科植物 非豆科植物作爲綠肥, 無固定窒素
之能力, 其組成窒素, 亦仰給於土壤中, 不過利用土中養

勞力強，將此利用作綠肥，亦為有利的栽培。如以下情形，可栽非豆科植物之綠肥，以改良土壤：(一)土地瘠薄，有機物缺乏之地；(二)有機物分解甚盛之地；(三)前後作物剛休期短，及防土壤中之有效成分流失，及撲滅雜草。

所以屬於非豆科植物，以作綠肥，亦有必須具備的條件：(一)養分之吸收力強，於瘠薄土壤亦能實行繁殖；(二)有機的生產多；(三)生產迅速；(四)本身強健，對外界不良狀態與病害抵抗力大；(五)深根性。

非豆科植物的綠肥，包含甚廣，其中主要為二科：一、禾本科各屬；二、十字科各屬。今將主要綠肥作物名稱及學名述下：

苣荬科植物以其莖幹之形態，大別有三種：一、簇生草，二、單幹草，三、纏繞草。

第一類簇生草，莖一般皆細小，組織柔軟多汁，莖從基部部分出莖狀 Bushform，甚繁茂。

- 1. 紫雲英 學名 *Astragalus sinola* L.
- 2. 苜蓿 學名 *Medicago dentiosolata* Neeld

- 3. 黃苜蓿 學名 *Medicago lupulina* L. 英名 Yellow clover
- 4. 紫苜蓿 學名 *Medicago sativa* L. 英名 Lucerne
- 5. 赤苜蓿 學名 *Trifolium pratense* L. 英名 red clover, head overfoli

- 6. 紫花苜蓿 (swedish clover) 學名 *Trifolium hybridum* L.

- 7. Crimson clover (Italian-French-German clover) 學名 *Trifolium incarnatum*

- 8. Serradella 學名 *Ornithopus sativus* Brottero
- 9. 蠶豆 學名 *Viola tibia* L. 英名 broad bean

第二類單幹類，植物一般為圓錐形 (Phlamidal form)，枝由各主幹葉腋所生，至梢部漸小，豆科中為主枝唯一強剛者。

- 1. 大豆 *Glycine hispida maxim* 英名 Soy bean
- 2. *Lupinus* L.
- 3. 黃花蠶豆 *L. luteus* L. 英名 Yellow lupine

4. 青豆 <i>L. angustifolius</i>	Blue Lupine	1. 青皮燕麦 <i>Sacale cereale L.</i> 青燕麦	
5. 白豆 <i>L. albus L.</i>	White Lupinus	2. 青皮燕麦 <i>Avena sativa L.</i> oat	
6. 豇豆 <i>Vigna outang endi</i> 豇豆		3. 青皮玉米 <i>Zea mais L.</i> (maize, Indian corn)	
7. 绿豆 <i>Phaseolus mungo L.</i> var. <i>radiatus</i> Bak		4. 十字花科	
8. 甜豆 <i>Mollis</i>		1. 白芥菜 <i>Sinapsis alba</i> (white mustard)	
9. 蚕豆 <i>Mollotus alba</i> Dear (white melliott)		2. 苜蓿 <i>Brassica nupus</i> (rake)	
10. 黄花草 <i>Mollotus officinalis</i> Dear (yellow melliott)		3. 菜菔(大根) <i>Rhaphanus Aativus L.</i> (Radish)	
11. 四季豆 <i>Sebania aegyptiaca</i>		4. 其他	
第三類雜糧草、飼料草、先鋒生草類...		蕎麥 <i>Fagopyrum esculentum</i> moench (Buck-wheat)	
1. 豌豆 <i>Pisum sativum L.</i> 英美名 Pea, Field pea		在更據 Wolf, Kerner 氏等研究分析結果錄後...	
2. 扁豆 <i>Vicia</i> 英美名 Vetches		植物名稱	水分
3. <i>Cloking volokas</i> 學名 <i>Lathyrus L.</i>		1. 紫雪英	1. 生草 二六.〇 〇.〇六 〇.〇九 〇.〇三 〇.二四
木本豆科植物...		2. 苜蓿	2. 平均 七四.五 〇.九 〇.一 〇.四 〇.一
1. 胡枝子、學名 <i>Lespedeza bicolor</i> Turcz		3. 黃苜蓿	3. 乾草 二六.〇 二.三三 〇.四一 〇.六 一.〇
2. 刺 <i>Loquat-acacia</i> 學名 <i>Robinia pseudoacacia</i>		4. 紫苜蓿	4. 生草 二七.〇 〇.〇七 〇.〇六 〇.〇三 〇.〇六
非木本豆科植物...			
1. 禾本科			

續肥之價值

肥料問題

5. 苜蓿草	生草乾	一六〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇
6.	生草乾	一六〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇
7.	乾草	一六〇七	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇
8.	生草乾	一六〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇
9. 蠶豆	生草	一六〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇
10 大豆	生草乾	一六〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇
11 紅豆	生草	一六〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇
12 綠豆	生草	一六〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇
13 圓青	生草乾	一六〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇
14 豌豆	生草乾	一六〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇
15	生草乾	一六〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇
16 胡枝子	生草乾	一六〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇
17 青刈黑麥	生草	一六〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇

18 青刈燕麥	生草	一六〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇
19 玉蜀黍青刈	生草	一六〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇
20 白芥菜	生草	一六〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇
21 芸苔	生草	一六〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇
22 萊菔	生草	一六〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇	一〇〇〇	〇〇〇〇

八、綠肥作物栽培之利益

栽培綠肥之利益，可於各方面見得之，而大別可分直接的利益及間接的利益：

甲、綠肥栽培之直接利益——即綠肥栽培之主要目的，關於其生產與使用——

A 綠肥生產上之利益 綠肥生產量之多少，頗有差別，其生產量以其種類、氣候、園地及栽培法而不同，其不同點比他作物為大，但據日本綠肥種類，一般認一反步之生草收穫量及生產費如下：

(一) 生草反當收量(作表)

耕作地及 耕作法	綠肥作物	刈取生草量		平均	刈取跡殘量		平均	合計收量	平均	價格	
		自	至		自	至				自	至
乾 作田	紫雲英	600	1000	800	100	150	125	700	850	6000	11000
		800	1200	1000	150	200	175	950	1100	10200	13000
		1000	1400	1200	200	250	225	1200	1350	10200	13000
濕 作用	苜蓿	1000	1500	1250	300	400	350	1350	1600	10500	18500
		1200	1800	1500	350	450	400	1550	1800	11000	19000
		1400	2000	1700	400	500	450	1750	2000	11500	19500
乾 作田	大豆	150	250	200	20	30	25	170	280	2400	4000
		200	300	250	25	35	30	220	320	2800	4500
		250	350	300	30	40	35	270	370	3200	5000
煙田 赤詰草	大豆	300	400	350	30	40	35	330	440	4000	6200
		400	500	450	40	50	45	440	550	4500	6700
		500	600	550	50	60	55	550	660	5000	7200
刈跡殘留部之價值與算生草係數及百貫生草價格(註)											
一日實爲七・五市斤)											
刈跡殘留部計算係數											
生草百貫價											
元											
紫雲英	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
苜蓿	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
大豆	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
赤詰草	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

(二) 同反當生產費

綠肥之價值

而收量大時其係數小，收量小時其係數大；但大豆爲麥
間作地下部之量有莖葉之十分之一或十分之二，一般爲
根部拔去，計其收量，故前表不含根部數字，而殘根尚
有，不過數量不明，其效果却甚大。

肥料問題

耕作地及 綠肥作物	種子價	肥料價	勞 策	其 他 共 計	備 考
耕作法 乾田 紫雲英 豆	一元 二二〇〇 二四〇〇 二〇〇〇	一元 一三〇〇 一四〇〇 一〇〇〇	一元 一四〇〇 一四〇〇 一〇〇〇	〇・五〇〇 一五〇〇 一五〇〇 一四〇〇	五九〇〇 四〇〇〇 〇〇〇〇
耕作法 濕田 豆 豆	〇三〇〇 六〇〇〇 〇〇〇〇	〇一 〇九 〇七 〇〇	〇三 〇五 〇二 〇〇	四七〇〇 〇九〇〇 〇〇〇〇	二・三〇〇 二・三〇〇
耕作法 烟地 大豆(平畦)	〇・八〇〇	一・〇〇〇	〇・五〇〇	二・三〇〇	二・三〇〇
耕作法 烟地 赤詰草	一・〇〇〇 二〇〇〇 二五〇〇	一・〇〇〇 三〇〇〇 三〇〇〇	〇〇 〇五 〇五 〇〇	二・八〇〇 三・〇五〇	二・三〇〇 三・〇〇〇
耕作法 乾田 紫雲英 豆	一・二〇〇 一・七〇〇 一・七〇〇 一・三〇〇	六・五〇〇 六・七〇〇 六・九〇〇 六・八〇〇	八・〇〇〇 九・九〇〇 九・九〇〇 八・三〇〇	二・三〇〇 二・三〇〇	二・三〇〇 三・〇〇〇
耕作法 高畦 百豆 百豆	六・〇〇〇 六・九〇〇 七・〇〇〇 七・〇〇〇	一・六〇〇 一・六〇〇 一・六〇〇 一・六〇〇	一・六〇〇 一・六〇〇 一・六〇〇 一・六〇〇	二・四〇〇 二・四〇〇 二・四〇〇 二・四〇〇	二・四〇〇 二・四〇〇 二・四〇〇 二・四〇〇
耕作法 高畦 百豆 百豆	六・〇〇〇 六・九〇〇 七・〇〇〇 七・〇〇〇	一・六〇〇 一・六〇〇 一・六〇〇 一・六〇〇	一・六〇〇 一・六〇〇 一・六〇〇 一・六〇〇	二・四〇〇 二・四〇〇 二・四〇〇 二・四〇〇	二・四〇〇 二・四〇〇 二・四〇〇 二・四〇〇
耕作法 烟地 大豆	三・〇〇〇 二・〇〇〇 二・〇〇〇 三・〇〇〇	二・八〇〇 二・八〇〇 二・八〇〇 二・六七三	二・八〇〇 二・八〇〇 二・八〇〇 二・七三〇	二・八〇〇 二・八〇〇 二・八〇〇 二・七三〇	二・八〇〇 二・八〇〇 二・八〇〇 二・七三〇

(三)反當利益

總平均

二・三〇〇

三・〇〇〇

綠肥最大的利益，為乾田裏作首種紫雲英，利益為六元五十錢，蠶豆較少，為四元內外，其各種平均為五元七十錢；而間綠肥之利益，烟地為二元五十錢內外，於麥田作有一元二十錢之利益；而此間作綠肥，多與他作物之栽培有關，不但可利用一部之土地，且生產費極少；次濕田綠肥之可否栽培，及以自給的勞力的決定，前曾計算高畦栽培者之損失，其收益極少，因其勞力多而收量少故也；而高畦栽培冬期中助土壤之風化，亦可有利跡地之稻作。

總之，栽培綠肥之利益，平均有二元三十錢內外。

B. 綠肥使用上之利益 使用綠肥與使用他肥料何者為利益之問題，還是很容易想得到的，綠肥的生產，得廉價購得，其使用之利益不待言，今只要與使用他肥料作一比較就信：

(一) 與使用販賣肥料之比較

販賣肥料可分人造與天然二種，皆須加以多少之人工

，我們使用綠肥與其經濟之得失，且與其窒素肥料相比較，就得一個明白的解答。現在使用最廣之肥料為大豆、菜種子之榨油粕，鱈粕及其他之魚粕、乾魚類，其他硫酸阿母尼亞、智利硝石、石灰窒素等無機肥料，今以是種種價值相比較：(如人糞尿，都市附近之農家購人使用者，亦極多，今亦論及比較之。)

肥料	含有量	價	素加		里煥		酸合	計
			格	含有量	格	含有量		
硫酸阿母尼亞	二〇〇〇	六五〇〇	—	—	—	—	六五〇〇	元
智利硝石	一五〇〇〇	四八〇〇〇	—	—	—	—	四八〇〇〇	
石灰窒素	二〇〇〇〇	五五〇〇〇	—	—	—	—	五五〇〇〇	
鱈魚粕	九・八〇〇	三〇・七七二	〇・七〇〇	〇・四二〇	三・九〇〇	一・九五〇	三三・一四二	
大豆粕	七・〇〇〇	一七・九二〇	二・〇〇〇	一・二〇〇	一・五〇〇	〇・五二〇	一九・六四五	
菜種粕	五・〇〇〇	一二・八〇〇	一・四〇〇	〇・八四〇	二・五〇〇	〇・八七五	一四・五二五	
人糞尿	〇・五七〇	一・四五九	〇・二七〇	〇・一六二	〇・一三〇	〇・〇六五	一・六九二	

以上三要素為七・五斤價值之計算

綠肥之價值

肥料問題

肥料名	窒	素	磷	酸	加	里
硫酸銨	比較的價值——七·五斤直價	比較——七·五斤直價	比較——七·五斤直價	比較——七·五斤直價	比較——七·五斤直價	比較——七·五斤直價
智利硝石	一〇〇——三·二〇〇	——	——	——	——	——
石灰窒素	一〇〇——三·二〇〇	——	——	——	——	——
磷粕	八六——二·七五二	——	——	——	——	——
大豆粕	九八——三·一四〇	六〇——〇·五〇〇	六六——〇·六〇〇	六六——〇·六〇〇	六六——〇·六〇〇	六六——〇·六〇〇
菜種粕	八〇——二·五六〇	三五——〇·三〇〇	六六——〇·六〇〇	六六——〇·六〇〇	六六——〇·六〇〇	六六——〇·六〇〇
人糞尿	八〇——二·五六〇	五〇——〇·四〇〇	六六——〇·六〇〇	六六——〇·六〇〇	六六——〇·六〇〇	六六——〇·六〇〇
水溶性硫酸	——	一〇〇——〇·八一〇	——	——	——	——
水溶性加里	——	——	——	——	一〇〇——〇·九五〇	——

以上各種肥料，除人糞尿外，硫酸阿母尼亞最貴，而（a）相比較。

鐘粕等如一段所常用者，以下我們且看鐘肥如何，與前記

耕作地及耕作法	綠肥名	反當生草收量	同室素極量	反當栽費
乾田直接	1 紫雲英	九七五·〇	四·七〇〇	五·一四〇 ^A
溼田高畦	2 蠶豆	三三五·〇	一·八四〇	四·〇〇〇
麥田耕作	3 大豆	二二〇·〇	一·二八〇	二·三〇〇
種田麥間作	4 赤結草	四五五·〇	二·一八〇	二·五〇〇
				三·〇〇〇
				二·四〇〇
				一·九〇〇
				二·七〇〇 ^B
				四·一四〇 ^A
				三·五五〇
				一·〇五〇
				一·三〇〇
				二·七〇〇 ^B

	又生草百貫之生產費	窒素一貫之生產費
1. 紫雲	0.300 ^A 0.300 ^B	0.800 ^A 0.600 ^B
2. 蠶豆	1.200 0.500	1.600 0.600
3. 大豆	1.000 0.800	1.000 1.000
4. 赤苜草	0.700 0.600	1.100 0.800
平均	0.900 0.600	1.300 0.700

備考：上表(a)之(二)亦有異處：

- A, 種子、肥料、勞銀、全部；
- B, 從A減去勞銀；
- A, 種子、勞銀之全部及加肥料費；
- B, 從A減去勞銀。

(二) 厩肥與綠肥之比較

(1) 綠肥使用時 綠肥摻入土中要費用(或搬運費A)；綠肥中及三要素及有機物之評價B；B減去A即為使用綠肥之利益。

(2) 厩肥之使用時 使用綠肥之利益，綠草之綠肥價值B，關於其飼料及蔴草之價值C，家畜之飼養要資本要

息命D——家畜之飼養要勞銀及醫藥品消耗品F，綠草收穫要運費等費G——厩肥運搬、貯藏使用費且，——腐熟厩肥之生產量及肥料的價值I，——畜產物及勞動力之評價J。

$$\text{厩肥產出之淨利} = (I+J) - (B+C+D+E+G+H)$$

總之：(一)單以厩肥生產為目的而飼養家畜，頗不經濟。(二)自家生產之厩肥，以維持全耕地生產力為不可能的事，耕馬所產之厩肥，僅足供全耕地十分之一的施量，並且多數家畜之飼養，假定其生產有和的販賣，而一般農家資本對於飼料關係亦必感困難，何況現在畜產物之需要甚少。(三)厩肥之生產量與肥料要素量很少，故用自然生產之飼料，乃不能維持其地之能力，且飼料之吸收要素，為無機性要素，厩肥中之要素肥効尚為有機性肥料。(四)飼養家畜須有大量的資本，及飼料生產須有土地，且家畜有死亡危險。(五)厩肥之肥効比一般綠肥肥効為劣。

反之：(一)綠肥為安全生產。(二)綠肥栽培如(豆科)窒素從空中攝取集積，故綠肥法絕對增進地力。(三)綠肥

綠肥之價值

栽培不要資本，綠肥之生產為利用於農業土地的休閒地中，或作物的條件間，或生產力困乏之瘠地，而此種土地綠肥之栽培有增進地力價值（牧草地須長期輪作，厩肥為短期輪作，故農業上便利）。（四）綠肥肥効比厩肥為優。

總之，厩肥為農產物的農產肥料，而綠肥為天然者。

（三）堆肥與綠肥之比較

堆肥與綠肥之比較可分下列數點：（一）綠肥之効能比堆肥乃四四對六六之比；（二）綠肥改良土地之點比堆肥高；（三）綠肥防雜草蔓延，堆肥反助成雜草蔓延；（四）堆肥恐有害作物生長，因病蟲及害菌易入土中滋長；（五）堆肥運搬不便，遠隔時費多大勞力；（六）綠肥之生產不難，時常有損耗，而堆肥生產安全。

要之，一得一失，堆肥悉能利用農場之殘廢，於不足肥料時以利用綠肥，不過優點乃以綠肥為多。

乙、綠肥栽培之間接利益

A、生產上之利益

（一）綠肥與稻作輪作適當（從來歐美對綠肥皆不作間

料作物，因主物重視農地，故以增加作物生產為目的）。

（二）調節勞力，因綠肥栽培一般適在農閑中。

（三）能改良農地之底土，因綠肥含多量的有機質，可以增加土壤腐植質的量，且能改良土性有機質的肥効，我們以肥料之主成分 *Fine fertilising ingredients*，我們所知道的直接肥料 *Direct manure* 為植物所必需養分，如窒素 *Nitrogen*、磷酸 *Phosphoric*、加里 *Kali*、石灰 *Lime*，稱肥料之四要素 *Four necessary ingredients (element) of manure*，加間接養分的有機質肥料成五分，所以稱肥料之五成分 *Five manual elements*。並且綠肥肥効既顯，如豆科植物作綠肥時，以其根上共生之根瘤菌，吸收空中游離氮，為固定窒素肥料，同樣非豆科植物作綠肥栽培時，能保持土中窒素養分以免其流失。又以其綠肥植物多 *Deep rooted plants* 深耕植物，所以可攝取土壤中下層養分到上層來應用，其根毛達入深層，後作物 *after crop* 之根得達深層之通路，恰如有深耕 *Deep culture* 同樣的結果。

（四）保耕土之表土膠軟（保 *soil* 之狀態）。

(五)綠肥植物栽培大多是於休閒 fallow 的時候，此時土壤中養分易被流亡，故栽培綠肥，就有吸收與保存之力，對於次作物供給養分之手段，其窒素被綠肥吸收造成目的之栽培，名 Catch-crops。

(六)綠肥大部分為豆科植物，其根之作用力甚盛，分解土壤不溶性養分為可溶性，得其根力甚大。

Deiron 氏謂岩石受風化作用，為其粉末對於種種作物栽培溶解其礦物成分之定最如下：

	砂泥%	石灰泥%
Jupia	20.27	24.97
豆科植物	16.02	23.77
vetoh	5.58	6.30
紫豆科植物 sporgol	1.00	1.84
小麥	0.84	2.45

(七)綠肥植物繁殖力甚盛，故栽培綠肥，能防其他作物繁茂，尤宜於果園與桑園之園作。

B. 使用上之利益

綠肥之價值

(一)多量之有機物埋入土中，為理學的改良。

(二)肥料運搬上較便。

(三)殘肥量多留於土中，營養分增加，堆積於瘠地，使土地豐饒。

(四)耕耘上便利。

九、綠肥農業的將來

我們先不談將來，且先看看三種肥料農業的得失，作一個比較。

甲、綠肥農業

A. 對農業生產之關係：(一)園場綠肥作物之栽培，則減少販賣作物之栽培面積，隨之農業生產亦減少；(二)綠肥之肥効比販賣之肥効為低。

B. 對農業資本及經濟關係：(一)大小農家都可經營，不拘土地及資本大小；(二)不要多大勞力；(三)綠肥肥料價廉；(四)綠肥栽培勞力少，且收穫多；(五)節省肥料之運搬費。

C. 對園地生產力之關係：(一)綠肥農業對土地改善力

最大；(二)綠肥作物對作物輪作適當，可防地力減退；(三)行綠肥法，較他農田肥沃，土地無生產力減退之虞，則農家豐裕。

D. 其他之得失：(一)經營綠肥農業為自給主義；(二)經營綠肥農業簡單，且農家安全；(三)綠肥生產與他作物之比例，稍不確實，往往容易誤事。

乙、販賣肥料農業

A. 對農業生產之關係：(一)國地完全可栽培販賣作物；(二)可隨時選擇最有利之作物栽培；(三)販賣肥料肥效著，配合自由，收量良好。

B. 對農業資本諸關係：(一)大小農家都可經營，不拘土地(不過貧窮農家不能經營，如中國農村乃無從過問)；(二)勞力少；(三)綠肥農業竄案多；(四)販賣肥料時須一般勞力，故勞力有時不能調節。

C. 對國地生產力之關係：(一)販賣肥料農業往往使土地變惡；(二)販賣肥料農業於輪作不得法時，不適於作物之栽培；(三)肥料價高，農家往往困於經濟，施量少，因

之生產隨之大受影響。

D. 其他之得失：(一)販賣肥料農業與綠肥農業相反，為過取的積極的利速活動力增加；(二)與綠肥農業一樣安全；(三)綠肥供給之途既定，則經營時亦須正常預算(而中國之人造肥料全賴國外運來，此問題實亦為將來中國一大憂慮)。

丙、厩肥農業

A. 對農業生產之關係：(一)利用價值低植物作飼料，而得高價之畜產物生產；(二)土地栽植飼料作物時，則販賣作物栽培面積減低。

B. 對農業資本諸關係：(一)不適一般小農經濟；(二)多數家畜之飼養須很大的資本；(三)厩肥農業對於家畜飼養，常費不少勞力。

C. 對國地生產力之關係：(一)亦能供給土壤多量有機物，不過栽培牧草時，反消耗時力；(二)輪作不適當，土地生產力不同。

D. 其他之得失：(一)此農業為最進取的，而危險程度

很大；(二)組織複雜，須有相當技能，充分資本。

以上關於三種肥料農業之得失，我們大概很可以瞭然，我們中國應適用那種農業？雖然中國土地面積遼闊，我們不能一概而論，但不適用於販賣肥料農業，這是我們可以斷定的；現在再為明瞭起見，三種肥料農業之適當要件，也來說一說：

甲、販賣肥料農業之適當要件：(一)耕地面積小，行集約的農業，於單位面積可得大生產，故能支持農家經濟；(二)農產物價高，肥料費之支出能於其增收中取得；(三)農產物價高，勞銀及肥料之價廉，能充分供給；(四)主要之農作物上或為販賣肥料所必要時。

乙、販賣肥料農業之適當要件：(一)畜產物需要大，價高，有廣大牧地，飼料之生產豐富價廉，可為多數飼養時；(二)販賣肥料與畜產事業相伴，為皆有利之事業。

丙、綠肥農業之適當要件：(一)畜產業比植產業得策時：A,肥料價高時，免去農家購買肥料費，得多收純利，一方面綠肥亦可供給飼料者；B,農家生產小，於安價肥料

必要時；C,農地面積大，勞力之供給不足時；D,普通行二作，有適當勞力時；(二)畜產積產共有利的地方：A,圃地瘠薄，須多量肥料改良土地者；B,砂質地有機物分解甚快，一時須多量有機物之必要者；C,園場與農舍遠隔者。

關於以上適當條件中，我們中國終究適用那種肥料農業？希望全國農學界提出這個注意，大家來下一個結論。

十、結論

吾國農村外受帝國主義重重的經濟的壓迫，內遭軍閥匪共的蹂躪，真是千鈞一髮之時，談科學，講設備，常困於經濟，無法措手。即從立國之本——農業而言，食糧還須外國供給；又從農業肥料而言，本來中國以人糞尿外，大多以豆粕堆肥自給；但近年來國外人造肥料源源輸入，尤以宣傳提倡不遺餘力，故一般村農受其惑感，於每年中不知外溢多少財物，而且土地變惡，致不能種植者，更不知多少。(浙江近年來受此人造肥料之毒，已愈形明顯。)故一方面減低生產，一方面損耗金錢，若不早早覺悟，誠為將來中國農業上一大憂慮也！

應 用 肥 料 配 方 式 表

作物名稱	大	甘	油	馬鈴薯	玉蜀黍	土壤類別	
						肥	土
大麻	8.2.1.8.	8.1.1.1.	8.1.1.1.	8.1.1.1.	8.1.1.1.	氮磷鉀	肥
	2.4.6.	1.2.4.	0.1.1.1.	1.4.6.	0.1.1.1.	氮磷鉀	土
	3.5.7.8.	4.8.5.	8.2.2.2.	4.6.8.	8.2.2.2.	氮磷鉀	中等土壤
甘蔗	8.1.1.1.	0.2.1.8.	8.1.1.1.	8.1.1.1.	3.1.1.1.	氮磷鉀	肥
	1.2.4.	1.8.5.	2.2.8.	2.5.7.	1.2.2.	氮磷鉀	土
	4.8.5.	7.5.8.8.	5.8.4.	5.8.8.	4.3.3.	氮磷鉀	中等土壤
油	8.1.1.1.	8.1.1.1.	8.1.1.1.	8.1.1.1.	8.1.1.1.	氮磷鉀	肥
	0.1.1.1.	2.2.8.	1.2.2.	1.4.6.	1.1.2.	氮磷鉀	土
	8.2.2.2.	5.8.4.	4.3.3.	4.6.7.	4.2.3.	氮磷鉀	中等土壤
馬鈴薯	8.1.1.1.	8.1.1.1.	8.1.1.1.	8.1.1.1.	8.1.1.1.	氮磷鉀	肥
	1.4.6.	2.5.7.	1.2.2.	1.4.6.	1.1.2.	氮磷鉀	土
	4.6.8.	5.8.8.	4.3.3.	4.6.7.	4.2.3.	氮磷鉀	中等土壤
玉蜀黍	8.1.1.1.	3.1.1.1.	8.1.1.1.	8.1.1.1.	8.1.1.1.	氮磷鉀	肥
	0.1.1.1.	1.2.2.	1.2.2.	1.4.6.	1.1.2.	氮磷鉀	土
	8.2.2.2.	4.3.3.	4.3.3.	4.6.7.	4.2.3.	氮磷鉀	中等土壤

肥料問題

二二二

明

注1：有機物肥料及磷鉀肥料應作為基肥。
 注2：氮質化學肥料分為基肥與追肥，基肥一次施用，追肥二次或三次施用，施基肥時不可單用氮質化學肥料，否則磷鉀定不足，且與配合比例方式不符，故須先用氮磷鉀作基肥後，方可單用氮質作追肥。

大麻吸收土壤中肥料最速，故應多施有機物。以作調和，而後方可施用化學肥料。
 甘蔗作物應使氮鉀平衡施用，在瘠土中多加鉀肥，以防病症。
 河泥和亦可施用為基肥，每一斤含一半水量，其肥效比為5、1、1。其他作物亦可採用。
 磷鉀作基肥外，氮肥可多用為基肥，留小部份作追肥，若以五百斤糞肥作基肥，肥效比例為3、1、3。其他作物亦可採用。
 若用五百斤牛糞作基肥，其肥效比例為3、1、3。若用一百斤人糞五百斤其他作物亦可採用。

肥料對於土壤反應之影響及施用之注意

吳香魁

引言

近十餘年來，化學肥料在中國的銷路，因為外國商人以肥田粉之美名多方宣傳，比例年增一年，還是很危險的一件事。在經濟方面：值此農村衰落，農民經濟破產，正謀復興之時，增加農業生產，減少農民負擔，是惟一要着。我國農民數千年來沿用人糞尿、骨餅等天然肥料，多屬廢物利用；既然經濟，又暗合科學原理。此種化學肥料，匪特用之不當，土壤劣變，流弊叢生；且購自舶來，利源外溢。據最近調查，浙省去年共銷售化學肥料五十餘萬石；每石以十二元計算，共值六百餘萬元。此種經濟上之損失，影響社會、農業前途甚大。再就性質方面言之：化學肥料係一種礦物質單純的植物養料；要知植物生長，有其最低要素律，決非單純幾種無機成分所能奏效，正和我們人類不能單食蛋白質、脂肪、澱粉一樣。然則化學肥料不

肥料對於土壤反應之影響及施用之注意

可用耶？這也不然，如用之得當，可補天然肥料之不足，有改良土性之效；不過在施用之先，須有醫師之身心，明悉該土壤之性體，該肥料之反應，然後對症下藥；此即本篇研究之主旨也。

肥料對於土壤之反應

自一八〇四年，法人沙緒爾(Theodore de Saussure)證明植物生育須吸收土壤內之無機物而同化，以構成植物體質後，土壤和植物之關係始為人所注意。其後又經Bonningault, Liebig 諸氏之繼續研究，更微昌明。不過最初研究肥料對於土壤之反應的，首推墨爾氏(A. D. Meyer)。向來人都知道托斯富爾特(Drasfurt)所產鉀鹽的肥效往往不及草木灰的事實，但不知其所以然。關於這一點，氏首先研究，於一八八一年發表論文，謂主要原因是他的化合狀態不同，在土壤內所起之反應有異。根據這一點，

氏分無機肥料為三種：

1. 肥料的酸基和鹽基作物吸收相等者，謂之生理的中性肥料；

2. 作物吸收肥料中的鹽基比酸基大者，謂之生理的酸性肥料；

3. 作物吸收肥料中的酸基比鹽基大者，謂之生理的鹽基性肥料。

生理的中性肥料如： SO_4Ca , SO_4Mg , $(\text{PO}_4\text{H})_2\text{Ca}$

生理的酸性肥料如： $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$, ONH_4KCl , SO_4K

生理的鹽基性肥料如： CO_3K , CO_3Ca , $\text{Ca}(\text{OH})_2$,

$(\text{PO}_4)_2\text{Ca}$, NO_3Na 。

因此肥料對於土壤之反應，可分為化學的和生理的兩種：化學的反應是肥料在土壤內固有的反應；生理的反應是肥料在土壤內被植物吸收後所起的反應。關於這一點，在墨氏時代，以為單是由於作物吸收的原因。由今觀之，作物吸收之外，土壤微生物生活的作用，土壤內鹽基交換現象(Base exchange)，皆有莫大之關係焉。茲分述之如下

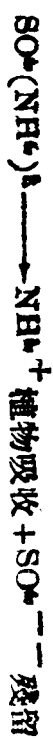
(一) 植物養分之吸收

在未說明植物吸收作用可以影響土壤變化以前，當先略述植物如何從土壤中吸收養分。

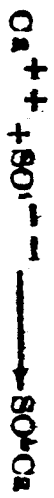
無機成分之水溶液，通常都成為陰陽兩種伊洪而存在；土壤溶液含有各種陰陽伊洪，植物根毛與之接觸後，由滲透作用(Osmosis)將是等伊洪從根毛壁透入其細胞內。滲入細胞內的陽伊洪如 NH_4^+ , Ca^+ , K^+ 等，陰伊洪如 NO_3^- , PO_4^- 等。

其陰陽伊洪合成蛋白質及其他之有機物，並消耗於一般的生活作用，或變為有機物，或與新陳代謝生產物化合。如新陸續從土壤溶液中，吸取是等伊洪滲入細胞內，構成植物體質，所以土壤溶液起變化是必然的結果。

今就 $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$ 言之：經植物吸收作用後，土壤內殘留着多量的 SO_4^-



不過此等硫酸伊洪 SO_4^- 不能單獨存在，往往和土壤內的鹽基結合。



所以施用硫酸銨 $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$ ，土壤內的鹽基度常常減少，換言之，就是酸度增加。

從前各家的解釋以為施用 $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$ 後，土壤內有游離硫酸存在：



同時溶媒水亦解離：



因此土壤內起次之變化：



最近 Pierre, Allison, White 諸氏謂施用 $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$ 土壤成酸性之原因，係由於鹽基交換作用，硫酸銨一分子形成二分子的二鹽基性酸：



肥料對於土壤反應之影響及施用之注意

CaX 表示土壤中吸着複雜體， Ca 表示各種交換性鹽基， X 表示結合不溶性陰伊洪。

同樣施用多量的 NO_3Na ， Na^+ 殘留，變成 CO_3Na_2 。



此種碳酸鈉 CO_3Na_2 經加水分解 (Hydrolysis)，生成伊洪 H^+ ，而增進土壤內鹽基度，因此植物根在含有各種伊洪的土壤溶液中，選擇自己必需的養分。通常稱這種現象為植物之養分選擇吸收。最顯著的例，海水內鉀以 Na^+ 成分甚微，而海藻類含有此等成分頗多，且海藻灰分中的鉀比鈉多。又海水碘量甚微，海藻內含碘頗多。

雖然植物吸收養分現象單說是滲透作用，也有不然。要之，養分吸收僅一部分直接由滲透作用，其大部分由於植物生活細胞內之蛋白質的等電荷關係 (Relation iso-electric point)。Perrall and Ewing 兩氏曾就數種蛋白質研究的結果，其等電點 P.I. 在 3.3—4.5 之範圍內，大多數近於 4.5。我們知道土壤溶液之 H^+ 濃度是在 3.3 以下的。植物

蛋白質若帶有大部分陰電荷時，從土壤溶液吸着比酸基更多的鹽基，因為鹽基吸收多的結果，使土壤溶液的 H^+ 濃度增高。

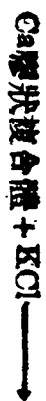
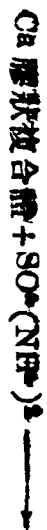
植物細胞內某種蛋白質帶有陽電荷時，則使土壤溶液吸收的酸基增加，於是土壤溶液的 H^+ 又降低，再開始吸收鹽基。

假定生活植物蛋白質的等電點範圍一點，說明細胞的吸收養分更加便利；即在土壤溶液 H^+ 範圍內，帶陽電的蛋白質和帶陰電的蛋白質同時能存在，則酸基和鹽基可以同時吸收。

實際上，植物細胞內是各種性質，多種類的蛋白質混在一起的，膠原形質有很多等電點的混合體。無論土壤溶液 H^+ 濃度怎樣差異，植物都能從土壤吸收他必須的養分。土壤既是極複雜的膠狀物，當植物吸收養分的情形也很複雜。故由於植物的種類，對於土壤反應好惡不同的全部理由，是因為蛋白質不同的原故。

(二)土壤鹽基交換作用

土壤內施用硫酸銨 $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$ 氯化鉀 KCl 等中性鹽類， H^+ 與 H^+ 和土壤膠狀複合體結合，將膠狀複合體內分子含量的鹽基置換出來：



所生的 SO_4Ca 為雨水所洗失，再流入膠狀複合體內，則 H^+ 為作物吸收。在此種鹽基交換中， SO_4Ca 往往有所損失。大概施用 $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$ 一三二分，土壤內 H^+ 增加二分；同樣施用 SO_4K 一七四分，增加 H^+ 二分。

(三)土壤微生物之作用

土壤微生物中主要有關係的，為硝化菌(Nitrobacter)，和土壤膠狀複合體結合的銨 H^+ 受硝化菌的作用變做亞硝酸，再變成硝酸，這種硝酸和土壤內鹽基接合，土壤內的鹽基度減少，就是說 $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$ 在土壤內完全硝化時，其一分子生成 H^+ 四原子。

(四)有機肥料分解所起的變化

無機肥料所起的反應，其化學式容易判定；有機肥料分解所起的反應，就很難判定。大多數有機肥料在土壤內分解之初，生各種的有機酸，土壤溶液成爲弱酸性，分解至某種程度，就生成其他鹽基，土壤又成爲鹽基性。分解之初，呈酸性的程度，及繼續期間的情形，因水田、陸田、土性、氮磷及肥料無氮化合物之多少而有異。概言之，富於澱粉、纖維、脂肪、無氮化合物及 $\text{C}_2\text{H}_5\text{N}$ 之類的肥料或酸性，蛋白質及其他富於氮質的有機肥料呈鹽基性，但含氮化合物在土壤內最後變成硝酸，同時有機肥料本體內所含之鹽基類不足中和此等硝酸時，也可以呈爲微弱的酸性反應。如豆餅分解，初數日即呈酸性，爾後又呈鹽基性。老糠分解，初數日即呈酸性反應，五週後呈鹽基性反應，最後又呈酸性反應。

(五)各種氮質肥料對於土壤反應的影響

H. S. G. 氏研究的結果，謂各種氮質肥料對於土壤反應的影響如下表：

肥料對於土壤反應之影響及施用之注意

硫酸銨作爲一〇〇

土壤水浸液 H^+ 濃度比較
未經洗滌的土壤
洗滌過的土壤

硫酸銨	硝酸鈉	尿素	磷酸二銨	硝酸銨	石灰銨	硝酸鈣
一〇〇	一〇〇	二八	五一	二八	二八	一〇〇
一〇〇	一〇〇	五三	七五	五三	五〇	一〇〇
一〇〇	四三一	四二一五〇	一〇〇—一〇四	四二一五五	五五	三九(一)
一〇〇	一〇〇	五	一〇〇	五〇	五〇	一〇〇

註：1. 土壤水浸液 H^+ 濃度標「未經洗滌的土壤」的實際價值，比洗滌過的大。2. 「—」符號表示 H^+ 是鹹性的。3. 土壤置換性 H^+ 標「(一)」符號，表示中和硫酸銨所生酸度一〇〇時，所要的鹹度。

依此向來認爲鹽基性肥料的尿素和中性肥料硝酸銨 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 等，經硝化作用的結果，使土壤成酸性；但硝酸銨

在作物生育旺盛時期，用適量作為追肥，受硝化作用影響的時候，作物已經吸收，不致影響土壤的反應。尿素在水田呈鹽基性，若在旱田則不同。

Pierre 氏計算中和應用酸性肥料所生酸度須要鹽基肥料量：

(1) NO_3Na	七〇	(NH_4) SO_4	三〇
(2) NO_3Na	五四	尿 素	四六
(3) 石灰氮	六五	$\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$	三五
(4) 石灰氮	五二	尿 素	四八
(5) 石灰氮	五八	羅伊那硝石	四二

(6) 硝酸鈣與硝酸鈉，硝酸鈉與尿素，磷酸一銨與硫酸銨，等量配合。

施用酸性肥料經過充分硝化作用所生的酸度，須要石灰量的檢定。

磷酸銨一磅須炭酸鈣一·二磅，其他肥料以與磷酸銨一磅同量氮素所須炭酸鈣相比例： a ·磷酸一銨一磅； b ·智利硝石〇·九磅； c ·磷酸銨及尿素〇·六磅。這裏所用的

石灰，皆指沉澱炭酸石灰，若用粉碎石灰，約加一倍。

肥料對於土壤反應之實驗方法

250.0. 三角瓶四個，各置風乾細土25克，甲瓶加氯化銨一克，乙瓶加硫酸銨一克，丙瓶加硫酸銨一克，丁瓶加氯化鉀一克，每瓶再各加2%氯化鉀液100.0.，放置三日，振盪五次，以乾燥濾紙濾過，取濾液50.0.入三角瓶內，煮沸逐去炭酸後，加Phenolphthalein數滴，以1%氫氧化鈉滴定之，求出酸度。茲將O. Tonikawa氏就十五種土壤實驗之結果錄下，以資參考。

號/區名	KCl	NH_4Cl	$\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$	SO_4K_2
1.	三·一	四·五	四三·五	一·五
2.	一·一	三·六	三三·〇	一·三
3.	一·九	四·〇	三三·〇	一·二
4.	一·二	二·五	三三·〇	二·五
5.	一·四	八二·五	九四·五	〇·二

又此溶液中鐵與鋁之含量如下表：

號數	區名	KCl %	NH ₄ Cl %	SO ₄ (NH ₄) ₂ %	BO ₂ K ₂ %
15	二三	二·三	次·三	三·三	一·三
14	二·二	二·二	三·六	四·三	二·三
13	二·五	二·五	三·三	三·六	二·五
12	六·六	六·六	一〇·〇	一一·五	一一·三
11	一一·五	一一·五	一〇·〇	次·二	二·五
10	三·六	三·六	四·〇	三·五	三·六
9	一·六	一·六	四·六	四·五	六·六
8	五·六	五·六	次·〇	五·五	三·二
7	二·一	二·一	次·〇	三·二	一·三
6	一·六	一·六	三·五	四·〇	一·〇
5	〇·〇	〇·〇	〇·〇	〇·〇	〇·〇
4	〇·〇	〇·〇	〇·〇	〇·〇	〇·〇
3	〇·〇	〇·〇	〇·〇	〇·〇	〇·〇
2	〇·〇	〇·〇	〇·〇	〇·〇	〇·〇
1	〇·〇	〇·〇	〇·〇	〇·〇	〇·〇

從上表觀之，加磷酸銨和氯化銨各區的酸度比氯化銨區顯然增高，硫酸銨區稍減少；置換性鐵和鋁在硫酸銨和氯化銨區稍減少，硫酸銨區增高。由此觀之，SO₄(NH₄)₂·NH₄Cl足使土壤成酸性反應，而所謂酸性肥料的硫酸銨，却多少能夠緩和土壤酸度。關於此等研究，最近No. 120, White, Allison, Kappen 等氏所得結果，與此相同。

肥料對於土壤反應之影響及施用土之注意

施用時注意事項

A 肥料之副成分：

礦物肥料三要素以外之成分，稱為副成分，如： SO_4

$(NH_4)_2SO_4 + NO_3Na + NaCl$ ，A 糞尿中所含之 $NaCl$ 。

茲將普通幾種肥料的主成分和副成分列表如下：

肥料名	主成分	副成分
$SO_4(NH_4)_2$	N 100	SO_4 286
$(NH_4)Cl$	N 100	Cl 253
$(NO_3)_2Ca$	N 100	CaO 200
NO_3Na	N 100	Na_2O 281
$CaNO_2$	N 100	CaO 200
$(H_2PO_4)_2Ca$	P_2O_5 100	CaO 419
SO_4K_2	K 100	SO_4 85
CO_3K_2	K 100	CO_3 47
KCl	K 100	Cl 75

據瓦格納 (Wagner) 氏之研究，此等副成分，非完全

無用；作物也能利用其一部分：

作物利用 $SO_4(NH_4)_2$ N 100，吸收 SO_4 290。

作物利用 NO_3Na N 100，吸收 Na_2O 。

作物利用 $(H_2PO_4)_2Ca$ P_2O_5 100，吸收 CaO 。

作物利用 KCl K 100，吸收 Cl 15。

但這些隨作物種類而有差異，如豆科吸收 SO_4 較多。

肥料副成分中之 SO_4 、Cl、 Na^+ 等，對於土壤之鹽

基性及理學性質有不良之影響，硝酸鈣石灰氮中之石灰，

有補給土壤鹽基之功用，過磷酸石灰中之硫酸鈣可以中和

鹽基性土壤及其他之間接效果。

註：注意肥料之反應及有害作用

肥料之化學反應，對於作物生育上之影響甚大，故配

合之際，務使近於中性。若在中性土壤，所用氮、磷兩種

肥料是酸性，鉀質肥料就宜配以鹼性；又所用氮、鉀兩種

肥料是鹼性，則磷質肥料須配以酸性。如施用 $(SO_4(NH_4)_2$

) 和 $(H_2PO_4)_2Ca$ ，則宜配以草木灰等鹼性鉀質肥料。苟

於中性土壤施用 $SO_4(NH_4)_2$ ， $(H_2PO_4)_2Ca$ ， SO_4K_2 ，

以其配合為鹼性，肥效不能發揮，作物不能生長自然，苟

與 $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$ 易成 $(\text{NH}_4)_2\text{Ca}$ ，其配合後之反應近於中
性，肥效顯著。

酸性配合	肥效不顯著	}	$\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$.....(酸)
			$(\text{H}_2\text{PO}_4)_2\text{Ca}$.....酸
中性配合	肥效顯著	}	SO_4K_2.....(酸)
			$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$.....(酸)
			$(\text{H}_2\text{PO}_4)_2\text{Ca}$.....酸
			SO_4K_2.....酸

選擇中性土壤各種作物相宜之肥料配合法列如下表：

1	中性配合	}	N. 糞肥.....鹼
			P. $(\text{H}_2\text{PO}_4)_2\text{Ca}$.....酸
		}	K. Kalnit.....酸
			N. $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$.....酸
2	中性配合	}	P. 骨粉.....鹼
			K. Kalnit.....酸
		}	N. CaNO_3.....鹼
			P. $(\text{H}_2\text{PO}_4)_2\text{Ca}$.....酸
3	中性配合	}	K. Kalnit.....酸

肥料對於土壤反應之影響及施用之注意

4	弱鹼性配合	}	N. 油粕.....鹼
			P. $(\text{H}_2\text{PO}_4)_2\text{Ca}$.....酸
		}	K. 草木灰.....鹼
			N. NO_3Na}.....鹼
5	中性配合	}	P. $(\text{H}_2\text{PO}_4)_2\text{Ca}$.....酸
			K. Kalnit.....酸
		}	N. 人糞尿.....鹼
			P. $(\text{H}_2\text{PO}_4)_2\text{Ca}$.....酸
6	中性配合	}	K. Kalnit.....酸
7	近中性配合	}	N. $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$.....酸
			P. $(\text{H}_2\text{PO}_4)_2\text{Ca}$.....酸
		}	K. 草木灰.....鹼
			N. $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$.....酸
8	中性配合	}	P. Thomas phosphate.....鹼
			K. Kalnit.....酸

肥料之有害作用：

(1) 肥料用量太多時，有礙於植物種子之發芽及根的

生長，因為土壤溶液過於濃厚，植物由滲透作用吸收養料，根毛非獨不能吸收外面的水分，依滲透壓的原理，內部的水分反向外出，以達平衡。當施用智利硝石與新鮮人糞尿一類肥料時，常有這種現象發生，因為這種肥料一時不能為植物吸收，集聚土壤溶液內，致土壤溶液濃度增高。

(2) 肥料施用後，由化學變化生成毒質，阻礙植物根之發育，如綠肥、青餅等多量施用時，由醱酵作用 (Fermentation) 或生熱度，或酸性，為害植物；所以施用豆餅一類肥料，宜先使之醱酵腐熟後再散於土壤，此宜注意也。

(3) 肥料本身的有毒作用，如石灰鍊 (CaO) 內之矽化氫，直接有礙於作物之生理，施用時，宜待其分解後，再行播散；以 CO_2 分解以後變成鈣鹽，可為植物利用。但此等有害作用的程度，由肥料種類、土質、氣候、作物等而有差異，不可一概而論也。大概有機肥料及溫暖濕冷之地為害較大；排水不良之土壤，有害物質易於聚積，生長旺盛，而幼的植物受害較大。

C 注意肥料成分之劣變

物理狀態的劣變：此種劣變不是肥料成分有所改變，而是一種物理的改變；因為肥料吸收濕氣太多，以致凝結成塊，如 Thomas Phosphate, CaNO_3 ，草木灰等，與 SO_2 因混合而久之，即有此種現象。

化學的劣變：石灰、草木灰、石灰氮、Thomas Phosphate 等混進過磷酸石灰內，常有使磷酸還元之慮，茲舉一二例以明之：



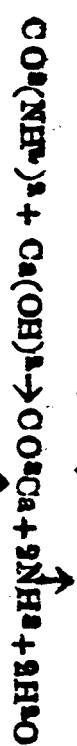
D 注意肥料成分之損失及有效成分之吸收率

SO_2 (NH_3)₂ 等銨態銨質肥料，與石灰、草木灰、石灰氮等鹼性肥料配合，常有遊離銨揮發而散失。

(1) 腐熟人糞尿與石灰混合時起下列之變化：



及CO₂，此二者相結合則生CO₂(NH₄)₂，其變化式如下：

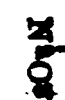


(2) 硫酸銨與石灰等混合時，起下列之變化：



(3) 中性之硝酸鹽和過磷酸石灰混合，則硝酸鹽氮分

解散失：



有效成分率 肥料有效成分之多少，為決定施肥量最

好之標準；同時肥料之性質，肥效之大小，可由所以判斷

。故在施肥之先，須檢定該肥料之有效成分率。茲將普通

肥料對於土壤反應之影響及施用之注意

常用的幾種肥料有效成分率舉之以供參考：

(1) 各種肥料所含氮素之有效成分率：

德國所測定者

肥料名	大麥	小麥	黑麥	平均
智利硝石	九〇.五	三三	六三	七二.五
硫酸銨	八七.五	八六.五	三三	五九.六
蒸製骨粉	六六.五	三三	六六	四三.五
肉粉	六〇	二六	二七	三七.七
魚粉	六七	三六.五	三三.五	四三
血粉	六一	三三	四二.五	四三.八
角粉	五三	三三.五	三九	四一.八
草粉	二六	六六.五	八	一四.二
油粕	八四.五	三三	二八.五	四八.七
綠肥	三三.五	二八.五	八八.五	六三.五
廐肥	三三.五	九	七	二七.二

(2) 各種肥料所含磷素有效成分率：

德國所測定者

肥料問題

肥料名	燕麥	和蘭麵粉	平均
過磷酸石灰	二六・三	一七・三	三・八
Thomas phosphate	一九・三	三・三	一六・三
燕鳥糞	一六・三	一・一	一六・三

日本水稻試驗所測定者

肥料名	第一年	第二年	合計
重過磷酸石灰	二四・一	四・一	二八・二
沉澱磷酸石灰	二五・一	七・四	三二・五
蒸製骨粉	一四・二	五・七	一九・九
粉狀骨粉	一四・六	六・〇	二〇・六
Thomas phosphate	三・七	六・六	一〇・三
磷酸鈉	二〇・九	一	一
海鳥糞	八・三	六・五	一四・八
骨粉	六・六	二・九	九・五
磷礦粉	一・二	二・四	三・六

既有機肥料及石灰之適當利用

有機肥料大都出自土壤，用作肥料，其為合理，除有

多量改良土性之有機成分外，其他植物要素微級律，亦莫不具備，不特此也，尚有改良土壤理化性質之效能：

(1) 保持水分 有機質有疏鬆之組織，故能減低土壤內之毛管水引力，砂質土壤水分易於流失，若多施有機肥料，保水力可以增加。

(2) 增加地溫 多施有機肥料，可使土色變黑，不易反光，吸熱增加，土溫自高。土色之影響溫度，在表土四寸深，晴朗之日，溫度之差約自 $1-1.5^{\circ}\text{C}$ ；故黑色土可促進作物之成熟期。

(3) 團結砂和土粒 砂土保水力甚弱，空氣易流通，不能團結，有機質有增進此團結力之效。

(4) 團粒之結構 黏土無團粒之結構，空氣、水不易流通，有碍作物發育，多施有機肥料，可免除此害。

有機肥料除上述理化性質外，其要素亦復不鮮，略舉數例以明之：

名	稱	水分	有機物	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
厩肥或堆肥	草	一九・二	〇・五	〇・三	〇・六	

肥料問題

甜菜	雲苔	甘藷	馬鈴薯	大麻	亞麻	棉	黍	小麥	黑麥	稻	燕麥	玉蜀黍	蕎麥	大麥
根	在開花時	蔓	薯	全部	全部	全部	飼料用	在開花前	在開花前	全部	在開花前	在開花前	在開花前	在開花前
0.3	1.7	1.7	0.1	0.7	0.7	0.7	0.6	0.8	0.3	0.3	0.3	0.8	0.3	0.9
3	2	2	4	3	3	3	1	1	1	1	1	5	4	4
3	3	2	2	3	2	3	2	3	3	2	2	3	4	3
2	3	3	3	3	1	2	2	2	1	2	4	3	2	3
2	3	2	2	3	1	1	2	2	1	2	1	2	2	3

松	桐	桑	栗	蕨	生菜	葡萄	芹菜	花椰菜	胡蘿蔔	椰菜	蕪菁	烟草	甘蔗	高粱
葉針	葉	葉	葉	頭	葉全部	葉	幼苗	葉和莖	根	心葉部	根	全部	全部	全部
0.5	0.9	5.1	2.2	1.2	2.6	2.5	1.8	3.0	0.6	5.9	3.8	3.4	0.9	0.2
1	2	5	3	5	4	3	2	3	5	5	5	5	1	1
2	3	2	2	1	3	3	3	2	3	3	2	3	4	4
1	2	3	3	3	4	3	3	2	3	4	3	4	3	2
3	3	2	3	1	2	3	1	1	2	2	2	2	3	4
1	1	4	3	4	4	3	5	4	4	4	4	5	2	1
2	2	4	3	5	5	3	5	4	3	4	3	4	2	2

本文參考書...

- | | | | | | |
|---|---------------------------|---|----|----------------------------|-----------------------|
| 1 | Hilgard: | Soils | 9 | A. D. Hall et A. Demolon : | Le sol |
| 2 | A. D. Hall: | The soil | 7. | S. Hoare Collins : | Chemical Fertilizers. |
| 3 | Lyon and Buckman: | The nature and Properties of soils | 8. | 松山芳彦 : | 農藝化學分析書第一編 |
| 4 | Lyon, Fippin and Buckman: | Soils, Their properties and management. | 9. | 川島祿郎著 | 肥料學 |
| 5 | Ch. Pivonage: | Industrie et commerce des engrais | 10 | 關豐太郎著 | 提要土壤學 |
| | | | 11 | 土壤肥料學雜誌 | 第七卷第三號 |
| | | | 12 | 彭家元著 | 土壤學 |
| | | | 13 | 劉友惠譯 | 肥料學講義 |
| | | | 14 | Les engrais | |

應反其及度濃的液溶

甲、溶液的濃度，為植物吸收土壤之溶液，必須極其稀薄，但若過於濃厚，那麼根的吸收作用就會停止，甚至因受障害而枯死；故為土壤所吸收的肥料，一時不可施用多量，以致於使土壤溶液變成濃厚，甚至與以障害。

乙、溶液的濃度因植物生育的狀態、溶液底種類、反應等而不同，大約以0.05至0.1之間為適宜，過此限度則屬有害。

丙、溶液的反應，可以使他為中性或微酸性，至鹼性同強鹼性均不可以用，植物同土壤之間有他特別的關係，當然要隨他所需要的養分而選擇其濃度同反應。

肥料對於土壤反應之影響及施用之注意

稻田施肥配合計算法

(1) 例如有中等稻田，其需要三要素肥料之配合計算如下：

(以斤為單位)

以 5:3:3 為比例

$$(5) \times 5 = 25 \text{ 斤硫酸銨}$$

吸收率為 60%

$$60 : 100 = 25 : x$$

$$x = \underline{40 \text{ 斤}}$$

$$(3) \times 5.5 = 16.5 \text{ 斤 5 過磷酸石灰}$$

吸收率為 25%

$$25 : 100 = 16.5 : x$$

$$x = \underline{66 \text{ 斤}}$$

$$(3) \times 3 = 9 \text{ 斤 氯化鉀}$$

吸收率為 70%

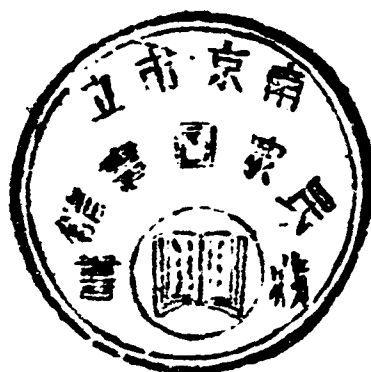
$$70 : 100 = 9 : x$$

$$x = \underline{13 \text{ 斤}}$$

40斤 硫 酸 銨	}	20斤	}	13斤
66斤 過磷酸石灰		$\frac{1}{2} = 33 \text{ 斤}$		$\frac{1}{3} = 22 \text{ 斤}$
13斤 氯 化 鉀		6斤		4斤

出售時應照斤數配合，或用 $\frac{1}{2} \frac{1}{3} \frac{1}{4}$ ，視買者而定；例如買 $\frac{1}{4}$

，則等於 10 斤硫酸銨，16 斤多過磷酸石灰及 3 斤氯化鉀。



化學肥料分析報告

楊洗
劉新

引言

化學肥料之種類不一，其性質亦各不相同，更不能與天然肥料一律視之，欲求施用適當，並發揮其効力，不可不先明其性質與成份；否則，妄用濫施，利未見而害先至。

- 用將各種主要化學肥料分析，分別述其大概：

(一) 供試品之採集及其調製

供試品必須能代表需要分析全體，定由多部分採取合併精製，以一部分供化驗之用，既採之供試品，將結塊用玻璃破碎，令其通過直徑一毫米之圓孔篩，將篩過之樣品混

合後，貯於有蓋之磨密玻璃瓶，務須迅速操作，以不至增加或減少水分。

(A) 供試品濕潤時，精密混合後，取五百克日乾或用低溫度充分乾燥，然後放置於量室一夜，為風乾體秤量之後，粉碎，使其通過一毫米之圓孔篩，分析成分改算為原品之含量。

(B) 過磷酸石灰、重過磷酸石灰，先以手指破其粗塊，(決不可用粉碎器碎之) 精密混合；但試品不易篩別者，只以手碎為細末而混合之。

(C) 磷肥不粉碎，令其通過有徑之二號圓孔篩。

(D) 磷酸鈣、智利硝石及鉀，可用乳鉢粉碎混合。

(二) 預試驗

凡檢驗之肥料，其性質未能明瞭，應先有下列之試驗結果，以定化驗方法：

(1) 酸鹼反應 取樣品五克，與水四至五立方厘米混合，將其溶液用石蕊紙試之。

(2) 磷精氮素 樣品二克，加水五立方厘米及氫氧化鎂二十五米立克煮沸，如有磷精放出，即為含有磷精氮素。

(3) 磷酸氮素 樣品五克，加熱水二十五立方厘米混合濾過，取濾液一分，加不含硝酸及氧化氮濃硫酸二分，放置任其冷卻，由試管邊緣加入數滴濃硫酸，第一滴使兩種液體接觸後，不發現混合，由接觸點變紫色後，成褐色，如所含僅為微量，則其觸點只顯紅色；另取其一部分溶液，加一立方厘米硝酸鈉，為證實所加之硫酸是否已足。

(4) 有機氮素 取樣品，不含磷精氮素，可取五克與硝石

灰加熱，如發生磷精，即為有機氮素之證；如肥料含磷精化合物，先應用水浸出，以除去之，乾燥後，再取其不溶物加硝石灰試之。

(5) 水溶磷酸 樣品五克，加四至五立方厘米之水混合放置之，使澄清，吸液少許，用錫酸液試之。

(6) 枸橼酸鈣溶磷酸 取樣品五克，用水浸數次，將不溶於水之殘渣磷酸，用二十立方厘米枸橼酸鈣浸出濾過，用錫合劑驗之。

(7) 枸橼酸鈣不溶磷酸 取不溶於枸橼酸鈣之殘渣，用枸橼酸鈣洗滌數次後，用七或八立方厘米硝酸加入煮沸，放置，吸其澄清液，加錫酸鈣試之。

(8) 水溶鉀素 樣品二克，加一立方厘米水煮沸濾過，將一部分液加同容量硫酸鈉液，再加 Caront-Reagent 試液數滴，及兩倍容量之酒精（九五倍），如有黃色結晶沉澱，即為含有鉀素。

(9) 不溶鉀素 樣品二克，加熱水浸透，將不溶物加一立方厘米硝酸，及十立方厘米濃磷酸煮沸之，加水稀釋濾

過，濾液蒸發乾燥後，取其溶於水液，加氫氧化鈉使成微鹼性，濾過加鹽酸，使成微酸性，再加一立方厘米重一。一二之過量酸及同量之酒精，如有白色沉澱，即為鉀。

(三) 普通分析

(1) 水分之定量 置秤量管供試品五或十克於乾燥器內，熱於百度五小時，冷卻後秤量，以其減量為水分；但過磷酸石灰及重過磷酸石灰於百度至三小時止，為防此等肥料結晶，然鉀鹽、硝酸鹽等，須先於白金坩堝或磁皿內，由文火焙之，於一百三十度之烘箱內加熱，至重量不再減少，而秤其水分。(硫酸銨除外)

(2) 灰分之定量 樣品十克，於預秤之白金皿中，由低紅熱灰化成白色後，秤量為灰分，若於低熱難得白灰，先時炭化，加水濾過，洗滌濾紙上不溶物，乾燥，再與濾紙共燃燒為白灰，濾液蒸發乾涸於低紅熱再秤量

(3) 土砂量於不溶物之定量 樣品十克，於白金皿由低紅熱灰化之，(不必變為白色)以水移入長形玻璃杯，加

濃鹽酸少量，蓋以玻璃皿，煮沸三十分鐘，濾過，洗滌濾紙不溶物，乾燥熱灼秤量。

(4) 有機物之定量 供試品十克中之水分及灰分相加之和數，由一百減去，以得其有機物量。

(1) 銨鹽之分析

(A) 銨性氮質 取二十五克入五百克定量瓶，加水三百，振盪三四十分鐘，再加水至標線，取二十五或五十立方厘米於 *Chloesing-Oudin* 蒸溜瓶中，加二克燬氧化鎂蒸溜，至另一玻璃杯中，置硫酸模範液十立方厘米，加試藥數滴，使銨性氮質不至揮發，然後用氫氧化鈉模範測定之。

(B) 硫酸化銨之於定量 取供試品可溶於水，加鹽酸及氯化第二鐵之稀釋液數滴，如硫化物在此時呈紅色，但硫化物在肥料用硫酸銨中，有時存少量，現時製造法改良，含硫化物甚少。

(2) 硝酸鹽之分析

(A) 硝酸性氮質之定量 可由 *Gerhard* 法定量之。

(B) 氮之定量 (在智利硝石肥料中常夾雜氯化物時多)

取供試品五克，溶於五百毫升瓶，振盪數分鐘，加水至標線，用乾燥濾紙濾過，取濾液五十，(須中性) 加中性鉻酸鉀液數滴，為指示藥，而滴加十分一規定硝酸銀液，至呈赤色，於硝酸銀液之溶量算出氮之含量。

(C) 過氫酸鹽 在智利石中，含有過氫酸鹽，其含量，通常極微少，不至有害植物生理，然其量稍多，即於植物生理有害。取樣品之濃液數滴於玻板上，於此加氯化鉍(BiO_3)之小片，再加少許過錳酸鉀液，視如有過氫酸鹽存在時，當生深紅色，屬六方晶系之柱狀。

(3) 石灰氮質之分析

(A) 全氮 取五克入於分解瓶，加水銀一克，濃硫酸三十立方厘米，熱於砂皿上分解，分解液如無色，而於瓶底分離黑色炭素，且沉澱白色之硫酸石灰，冷卻後，濾過加水，為五百立方厘米，取其二百五溶液，由 N_2O_5 法測定。

(B) 石灰之定量 取五克入長形球瓶，濕以少許之水，蓋以玻皿，徐徐加鹽酸二五立方厘米，煮沸使溶解，冷卻後，加水為二百或五百，可用乾燥濾紙濾過，取濾液五十，加炭酸鈉液中和，然後加稍多量之磷酸鈉煮沸，除去鉄鋁等酸濾液，煮沸加砒酸鉍，使沉澱砒酸石灰，乾燥灼熱為氧化石灰。

(C) 土砂及炭素之定量 取樣品五克，加水於湯鍋上蒸發乾涸，加含鹽酸之水攪拌，不溶物移於預秤量之濾紙上，洗滌後，與紙共於一百度乾燥秤量為土砂炭素之含量，以前不溶物灼熱秤量為土砂之量，又灼熱減量為炭素量。

(4) 過磷酸石灰及重過磷酸石灰分析

(A) 全磷酸之定量 取樣品五克，入長形球瓶中，加水(比重一一二之鹽酸三分與比重一一五之硝酸一分而成)五十立方厘米，煮沸三十分鐘，溶解冷卻，加水為五百立方厘米，其中取五十由 *Methodo molybdique* 或 *枸橼酸鹽法* 測定。

(B) 溶於水之磷測定量 取樣品五克，溶於五百之溶瓶，

加水四百，由一分鐘轉一百五十週之振盪，或一分鐘轉五十次之轉動機振盪半小時，濾過，取濾液五十，

由 *Methodo molybdique* 或枸橼酸法測定(用枸橼酸法

取五十濾液，加 Wagner 氏枸橼酸銨液五十滴，加二十五立方厘米混合液，振盪半時之後，如法處理)。

(a) 洗滌浸出 取五克，入於蒸餾皿，精細磨碎，加

水少許攪拌，將混合液注入濾紙上，反覆操作數次，然後以水沖皿內，渣移濾紙上洗滌，至濾液不呈磷酸反應，於濾液加硝酸少許，補呈五百溶液，其中取五十，如法處理。

(b) Wagner 氏銨混合液及枸橼酸製法 銨混合液取

氯化銨五十五克，及氯化銨一百四十克，稀釋為一坩。又法，溶解氧化銨二克於稀釋磷酸(一八四)內，加少量過剩之氧化銨，煮沸數分鐘，使磷等沉澱，然後濾過濾液，加一百四十克之氯化銨及一百三十五立方厘米濃氣氧化銨，稀釋為一

坩。

(b) 枸橼酸鹽溶液之製法 取枸橼酸二百克，溶於百分之二十氣氧化銨，稀釋為一坩。

(c) 銅酸銨液 溶銅酸銨一百克於稀氣氧化銨液，(濃氣氧化銨一百四十四立方厘米，加水二百七十一立方厘米) 將其徐徐傾入稀硝酸中，(濃硝酸四百八十九立方厘米，加水一百四十八立方厘米) 同時用玻璃棒攪拌之，將溶液放置燒處數日，或取少許加熱，至攝氏四十度，無黃色沉澱發生，即將澄清部分溶液濾過。

(d) 硝酸銨液 將不含磷酸之硝酸銨一百克溶解於水，稀釋為一坩。

(c) 溶解於枸橼酸銨之磷測定量 取樣品五克，置於蒸餾皿，照前記洗滌浸出分條處理濾紙上之不溶解物，與濾紙共入於二百五十立方厘米之溶量瓶，加 *Potassium* 枸橼酸銨液一百立方厘米，振盪至全濾紙崩壞，在室保持十五小時，再於邊鍋上熱至四十度一小時，冷卻

後，加水補足之，濾紙用乾燥濾紙濾過，取濾液五十，加濃硝酸十立方釐煮沸，十數分鐘，由枸橼酸法沉澱磷酸，先加氫氧化銨略為中性，加Baternano氏枸橼酸液十五立方釐，及比重 0.82 之氫氧化銨十五立方釐，滴加銨混合液二十五立方釐，用振盪器振盪半小時，如法定量。

(a) Baternano氏枸橼酸銨製法 純枸橼酸五百克，溶於比重 0.82 之氫氧化銨，約七百立方釐，為中性液，冷卻加水為一罇。

(D) 溶解於水之磷酸及不溶於水而溶於枸橼酸三磷酸定量 以五克入二百五容量瓶中，加Wagner氏枸橼酸銨，稀釋精密振盪，再加前液之標線，振盪六七小時，或用振盪器半小時後，以乾燥濾紙濾過，取溶液五十，由Methode molybdique定量(Wagner氏枸橼酸銨液，枸橼酸一百克溶於水，而以氫氧化銨中和之，更加枸橼酸十克，使溶液溶解後加水為一罇，此溶液當使用之際，就其一積加水四倍稀釋用之)。

(E) 遊離磷酸之定量 取樣品五克，在乾燥之時，用ether或酒精浸出，須時二小時，使酒精或ether揮發後，溶於水，由Methodemolybdique或枸橼酸定量。

(F) 遊離磷酸之定量 取樣品十克，入二百五容量瓶，加無水酒精，達標線，精密振盪之後，用乾燥濾紙濾過，取濾液五十立方釐，蒸發乾涸，加水及少許鹽酸，然後用氯化銨定量砷酸。

(5) 鉀之分析

(A) 鉀之定量 取五克入球瓶，加水煮沸十五分鐘後，溶解冷卻，後入於五百容量瓶，加水至標線，振盪混合，取五十，加鹽酸少許，為酸性，加熱至煮沸，加氯化銨液，再煮使沉澱硫酸，放冷，濾過硫酸銨分離之濾液，加氫氧化銨，使成鹼性，再加碳酸銨及草酸銨煮沸，使鈣鎂等沉澱，混之，冷卻後，加水為二百五立方釐，用乾燥濾紙濾過，取濾液五十，移入蒸發乾涸，徐徐加熱，使銨鹽揮發，此時熱度如高，則氯化鉀鈉亦有揮發之虞，至不發生白烟止，加熱水使溶

解，濾過，用熱水洗滌，濾液中加少量鹽酸，蒸發乾燥，得氯化鉀、氯化鈉之合量，灼熱冷卻，秤量該混合物，加熱水溶解，用氯化白金法或過氯法檢定而算出氯化鉀。

(a) 氯化鉀法 將混合物加熱水溶解，在溶液中加入百分之一氯化白金五立方釐，然後將液在盪鍋上徐徐蒸發，至乾燥時，待其冷卻，注入八十倍之酒精，少許固體物，用玻璃粉碎之，使成粉末，置數小時濾過（此時若酒精液，不稍帶黃色，即氯化白金不足之證，故應將酒精蒸發溶解於溫水，再加氯化白金酸，照前法行之），集於濾紙上之黃色沉澱氯化白金鉀，將此結晶，用酒精洗滌後，再用熱水溶解於預經秤量之玻璃杯中溶液，在盪鍋上蒸發乾涸，置乾燥箱秤量，算出氯

化鉀。

(b) 過氯酸法 將氯化鉀、氯化鈉之水溶液蒸發，約成十二立方釐，當其未冷卻之際，即滴加二十倍之過氯酸五立方釐，蒸發至不發生過氯酸白烟止，殘滓於冷卻後，加九十五倍之酒精十五立方釐，用玻璃棒將所生之結晶攪拌粉碎後，使沉降，依傾瀉法濾過，再用含過氯酸二倍於酒精二次傾瀉洗滌，將沉澱過氯酸鉀全部移入坩鍋，用含過氯酸之酒精充分洗滌，最後用酒精極少量，將過氯酸洗去，然後將坩鍋移置乾燥後秤量，再用熱水將過氯酸鉀溶解洗滌後，再置坩鍋乾燥秤量，前後之差，即過氯酸鉀之量，再從算式求出氯化鉀之量。

茲將各種化學肥料已經分析者附表於下：

第一類 天然肥料	灰份	7.95	磷 酸	2.011
菜餅粉	脂肪質	12.88	氯化鉀	0.882
水份	15.80	全 氮	8.92	

化學肥料分析報告

肥料問題

八

水份	18.70	棉餅	水份	21.20	水份	4.30
灰份	18.90	水份	灰份	6.15	不溶解物	0.688
有機質	86.80	有機質	有機質	98.85	氧化鉀	32.187
砂酸	5.80	脂肪	脂肪	18.48	氮化鉀	
磷酸	3.04	全氮	全氮	6.80	水份	1.95
全氮	4.80	磷酸	磷酸	8.47	不潔物質	1.888
氧化鉀	0.40	氧化鉀	氧化鉀	2.20	氧化鉀	88.002
鳥糞粉		第二類 化學肥料			李駿記磷酸肥料	
磷酸	15.10	硫酸銨			磷酸 P_2O_5	18.80
溶解於水之磷酸	痕跡	水份	0.9		法國肥料公司磷肥	
溶解於檸檬酸之磷酸	痕跡	全氮	18.80		可溶解於檸檬酸之磷酸	38.64
銨氮質	痕跡	磷酸石灰粉末			漢口郵政儲金局交驗磷肥	
硝酸氮	不知	水份	6.55		磷酸 P_2O_5	18.58
全氮	0.60	磷酸	17.67		可溶解於水之磷酸	痕跡
水份	18.60	砂酸	0.84		可溶解於檸檬酸2% 3.38	
砂粒	20.40	硫酸鉀			德商愛禮司洋行磷肥	
氧化鉀	4.20				磷酸 P_2O_5	19.10

無名肥料工

II

化物及多量之氮

水份	97.42	灼熱後失耗	18.00		
有機質	4.15	砂	SiO ₂	2.50	不溶於水之物質
氧化鉀	K ₂ O 3.13	氧化鋁	Al ₂ O ₃	10.00	水溶液
硫酸	SO ₄ 4.89	石灰	CaO	35.00	硫酸
石灰	CaO 18.28	硫酸	SO ₄	2.50	氯化物
鐵	Fe 4.95	氧化鉀	K ₂ O	8.43	氮化物
					K ₂ O
					46.30

此外尚含有磷酸 P₂O₅ 及氮素 N

此外尚有微量之二氧化碳 CO₂ 及硫

煇質肥料

過煇酸石灰

性質用途用量用法

含磷酸百份之十五至二十，為細胞核之主成分，促進細胞之繁殖，增加葉綠素之炭化作用，增加子實收量，抵抗天然病害。
 棉田、稻田、麥田、大蕨等均甚需要，其中棉田尤宜多多施用，以改良籽花之品質及增加其產量。
 每畝除應用有機肥料若干外，平均棉田六十斤，稻田四十斤，麥田四十斤，大蕨六十斤。
 在插秧前或播種前，均作基肥，一次施下，覆土二三寸深。

浙江省土壤與肥料之調查

高家駒

一、緒言

吾國以農立國，已有四千餘年之歷史，而農產量未見增加，民食常患缺乏，實由於農民之墨守舊法，不知改良所致。蓋農業之基礎，厥維土地，土壤不良，生產力當然薄弱。故欲改良農業，增加生產，非先改良土壤不可。改良土壤，必先澈查其土性。是土壤調查，實為改良農業之基本工作，其不容稍忽也明甚。再由他方面言之，肥料之於土壤，有莫大之利害關係。肥料品質純良，配合完全，施用得方，固可補助土壤養分之不足；否則不惟無益，或反有害。我國農民向來祇用天然自給肥料，固有體積碩大，養分不濃之弊；而有機質豐富，能改良土性，且除含有磷酸、鉀質、氮質三要素外，復廣含土壤中各種成分。雖無科學智識以改善土壤，而土地利用至數千年之久，尚不至墮瘠不堪者，實天然自給肥料有以維持之。近代農業家視為完全肥料，豈無根據之言乎。乃近十餘年來，化學肥

料輸入，充斥市廛，雖其優點在容積輕小，養分濃厚，而其成分則常偏於一種或二三種，且缺乏有機質。但土壤中不足之肥料成分，每不止此，若單用化學肥料，必致土壤十種成分，常有過多或不足之虞，照最少養分率之理論，作物焉能圓滿成長。況現在流行市場之化學肥料，大都巧立名目，圖雜作偽，配合不當，信而用之，其為害更不堪設想。總之，欲用化學肥料，須具科學智識，善為處理，方為有利無弊。以吾國農民智識之幼稚，決不可聽其濫用；調查、指導、檢驗，實為亟不容緩之建設工作。化學肥料管理處有鑒於此，派員分赴各縣調查土壤肥料。茲特擬具調查實施計劃，以為標準，並將已經調查之結果，分別述下，以供參考。

二、土壤肥料調查實施計劃

甲、土壤調查實施計劃

一、分區 因受肥料調查之關係，土壤調查，不能就本省

地質分佈之系統，而劃分區域，祇可按本省地勢，以縣為單位，而劃分四個區域：

- (1) 浙東沿海各縣
- (2) 浙東錢江流域各縣
- (3) 浙西錢江流域各縣
- (4) 浙西邊疆各縣

二、步驟

(1) 實地考察土壤之性質，地質之來源，氣候之關係，土層之深淺，農業之狀態……採集樣土，以資化驗，並收集農作物及肥料等，以供參考或分析。

(2) 設立園場，以研究何種土壤適宜於何種作物，並應施用何種肥料等事項。

(3) 化驗所採集之樣土，為改善土性及增加農作物產量之基礎。

三、工作

(1) 原野工作 實地查勘第一區域廿三縣土壤，每縣至少調查二星期，大約至少一年可以完成（調查肥料亦在內）。

(2) 室內工作 (一) 分析及試驗調查時所採之一切土壤，

以明土壤之理化的性質，於必要時，並選擇化驗肥料及農作物等。(二) 籌設園場，以備試驗。(三) 編製報告，包括調查所得之結果，如土壤性質及其分佈範圍、地質來源、氣候、雨量、農作物等，此外並繪具土壤分佈圖說。

四、人數及時期

原野調查，至少須用三人或二人，具有地質學識及肥料學識者，完成第一區域廿三縣之原野調查，至少須經一年，以全浙七十五縣計，至少須經三年，同時調查肥料。

乙、肥料調查實施計劃

一、分區 與土壤調查區域相同

二、步驟

(1) 於採集土壤時，先向農民調查慣用之天然肥料及化學肥料，有時並採集肥料樣本，以資參考，或供分析，同時宣傳化學肥料不可濫用之理由，與此後購買化學肥料應注意之事項。

(2) 向各縣肥料商調查，同時宣傳化學肥料管理處施政之方針，與此後經售化學肥料應注意之事項。

(3) 調查各圖卡之進口肥料。

(4) 化驗調查時採集之肥料。

(5) 籌設圃場，舉行肥料試驗，以備指導或宣傳。

(6) 分別統計全省及各縣肥料商之人數，與各種化學肥料之輸入額。

三、工作及方法

(1) 外方調查及工作方法 (一) 圖卡方面之調查，手續似較簡單，茲不多述。(二) 農民方面之調查：調查員至某一縣時，先請該縣政府着自治區區長，會同鄉鎮長，領導至各重要農業區，採集土壤，同時即可實行調查該地慣用之天然肥料與化學肥料，按照既定表格，逐一記載。此項調查，特別注重其施用肥料之種類，施用之方法，施用後之結果，由此可以決定農民對於化學肥料與天然肥料之意見，併可決定將來指導農民之繼續及改良土壤之方法。(三) 肥料商方面之調查

：亦由縣政府着各自治區區長，會同鄉鎮長，(於必要時得着就地農會商會協助)召集就地肥料商，詳加調查，按照既定表格，逐一記載。此項調查，特別注重其經售肥料之種類、來源、價格、年銷總量等等。由此可得各縣各種化學肥料每年之輸入額，而將來實行檢查之方針與目標，亦可因之決定。

(2) 室內工作 化驗調查時採集之各種肥料，或製成標本，以供參考。劃定圃場，舉行肥料試驗。編製報告，包括上列步驟實施後之結果，繪具各種圖表，如各縣各種天然肥料產量比較圖表，各縣各種化學肥料輸入額比較圖表，各縣肥料商人數比較圖表等等。

四、時期及人數 調查土壤時，一併調查肥料，故時期與人數亦同。

三、土壤肥料調查之經過

浙省幅員廣大，調查土壤肥料，難以短時期告成，茲就已經調查之紹興、上虞、慈谿、餘姚四縣經過情形報告

於下：

甲、紹興縣

一、關於中部者 紹興縣中部之土性，據普通觀察，為黏土及黏質壤土二種；第二區皋平連合村之土性可以代表黏土；第一區西郭里之土性可以代表黏質壤土。表土之深，均有二三十公分。農民多種稻、麥、蠶豆等作物，每畝平均產量，稻作有四担左右，蠶豆自四五斗至七八斗不等，麥作有七八斗之產量。地價在壹百元左右。其慣用天然肥料為：紫雲英、人糞尿、草木灰、廐肥、菜餅。其中以紫雲英為大宗，河泥亦為普通之基肥。較為特別者，為以黃豆粉肥田，每畝用至一斗半左右，本縣產額不敷應用時，且向衢州購辦。對於硫酸銨肥田粉，該部農民信用者較前稍減。耕耘方法，類多循行春耕，實施冬耕者寥寥無幾；以故理學的土性未臻上乘。二區蟲害頗烈，亦不外乎此因。此為紹興中部調查之大概情形。

二、關於東部者 紹興縣東部之土壤，以普通觀察，太概係砂質壤土。表土深至二十餘公分；惟農民稱嫌其太

浙江省土壤與肥料之調查

薄。第三區梅橋鄉（東關）之土性可為代表。農民多種稻、麥兩作，稻作平均收穫量約二百六十斤，麥作約七八斗，地價在百元左右。慣用天然肥料之主要者，為紫雲英，人糞尿次之。東部農民慣用之天然肥料，既偏富氮質，而近年又多施硫酸銨肥料，照最少養分率之理論，土中氮質特多時，其餘各種肥料成分，當然多量跟隨氮質以供給作物營養，故第一年或第二年之作物收穫量或特別豐厚，一至土中原有各種肥料成分被吸殆盡時，雖再多施硫酸銨，不復見效。作物營養生長既不圓滿，產量當然轉少，且因游離硫酸留積土中，當然呈酸性反應 $(\text{H}^+)_{2}\text{SO}_4 + 2\text{H}^+$
 $\text{O} \rightarrow 2\text{NH}_4\text{OH} + \text{H}_2\text{SO}_4$ ，加以硫酸石灰之團結作用，
 $\text{例} (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaSO}_4 + 2\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
硫酸銨與石灰鹽在土中接觸時之反應）土壤當然硬化，土質當然變劣。紹興東部農田遭受其害者非為少數。而又以不信冬耕，蟲害頗烈。當前往調查時，農民環觀者頗多，諄諄請求設法補救，並縷述稻麥歉收，經濟困難之苦衷。指導救濟，不應或緩。

三、關於西部者 紹興縣西部之土壤，以普通觀察，大概為黏土。第八區板橋鄉之土性足以代表之。表土與耕土各有相當深度。栽培之主要作物為晚稻，下年多種粟、苧，蠶豆次之，小麥最少。產量亦不過平常。地價在百元左右。耕作慣用天然肥料之種類為：紫雲英、人糞尿、菜餅、豆餅、黃豆粉、稻草灰、河泥。豆餅每畝施用一百五十斤之多；施用菜餅時，分量亦如之。人糞尿每畝施用廿担，黃豆粉施連七八斗。對於硫酸銨肥料，試用者寥寥無幾，以故地力頗肥。能善予指導，產量當可增加也。

四、關於南部者 紹興縣南部，時患洪水。其土壤，據普通觀察，表土為黏質壤土，心土殆為黏土。玉安鄉之土壤足以代表之。表土僅十餘公分，着色黃褐。心土着青色，甚緻密，不易排水。產量不豐；甲等田每畝僅收穀三百斤，蠶豆或小麥八九斗；丙等田僅收穀二百斤左右，因全年淹水，不能種小麥或蠶豆。田畝價值，甲等每畝約六七十元；乙等五六十元；丙等三四十元。其慣用肥料，基肥則有紫雲英，每畝約施一千五百斤，堆糞約施七八百斤

（堆糞為山產草本植物，視紫雲英之多少以決定其用舍。）補肥則有豆餅或菜餅，每畝約施百斤，黃豆約施一石，稻草全用，草木灰約用三百斤，人糞尿約施十担，硫酸銨肥料約施十餘斤（用者並不普遍）。耕耘方法，僅施冬耕。總上以觀，該部土壤急需改良者，即：一為增加作物生長面積，可漸次加深犁耕。二為改良土壤之物理性質，應注重冬耕，俾得風化機會，且收殺蟲之效。中耕次數，亦應加多。灌溉排水，亦應有相當設施。石灰與有機肥料，應適量施用。至於施用直接肥料，急需注意磷肥之缺乏；查土壤中最感缺乏之肥料成分，即為磷質，而該部慣用之天然肥料則偏富於氮質或鉀質也。

五、關於北部者 紹興北部之土壤，大概為第四紀新層沖積土。外觀土性為壤土，蕭山東鄉之土壤可為代表。表土深厚疏鬆，心土易於排水。地下水面不高不低，灌溉排水亦均方便。適宜於棉、麥等作物。農民多信用天然肥料，對於棉作有苜蓿、菜餅、豆餅等基肥；對於麥作有廐肥為追肥。草木灰、人糞尿對於上述二種作物，均可施作

基肥或追肥。該部土壤理學的特性頗佳，農民視為肥土，棉產量每畝百餘斤，麥每畝五六斗。倘能改良栽培方法，換用純良品種，適量施用磷質肥料，則其產量必可增加。

乙、上虞縣

一、關於中部、東部及東北部者 上虞縣中部及東部之土壤，外觀土性，概為黏土或壤質黏土，以其雨後黏氣極重，旱時變結不易打碎故也。第一區通明鄉之土壤足以代表之。表土頗厚，耕土亦深，色黑，吸收溫熱之力頗強。心土緻密，不易排水。地下水而頗高，以故雨後往往潮濕不乾。主要作物為早稻、晚稻，每畝合計不過四百斤，麥作不過四五斗。地價每畝值百有四五元。對於稻作之慣用肥料，有河泥、紫雲英、苜蓿等作基肥，人糞尿作補肥，或再補施硫酸銨肥料，每畝約施十七八斤。冬耕春耕並重。該區土壤應注意排水之設施，並須多施磷質肥料，或用硫酸銨肥料，俾氮質不至偏多，而作物可圓滿成長。為欲減小土壤之土度，於施用綠肥外，可再施以廐肥。本縣東北部之土壤，亦為黏土，六區小越鎮之土壤可以代表

之。表土比中部土壤稍淺。就地農民注重天然肥料，慣用者有苜蓿、紫雲英、草木灰、河泥、芻草、人糞尿、廐肥。無論其對於甲量之多少，對於施廐之時期與方法，均有相當經驗。加以白馬、小越二湖之涵養滋潤，故田土肥沃。稻作、書香等作物，收穫恒豐。地價每畝值百有六七元。禹貢所謂厥土惟塗泥，為上上土者是也。倘能漸次深耕，以增加作物生長面積，並適量加施磷肥，則其產量必大可增加。

二、關於西部者 上虞縣西部之土壤，在南段者為黏土，梁湖鎮之土壤可以代表之；在中段者為壤土，第四區新建村之土壤可以代表之；在北段者又為黏土，五區嵗厘鎮之土壤可以代表之。地質成因，同為第四紀新層沖積土。南段與中段之表土為黑色，頗深厚，心土鬆軟。中段土壤，雨後黏氣不重，耕作時不黏附農具，適宜於棉、麥、豆、玉蜀黍等作物。南段土壤，雨後黏氣頗重，耕作時黏附農具，不易洗除，適宜於稻、麥、芸苔等作物。兩地各行冬耕，慣用天然肥料，在南段為苜蓿、紫雲英、人糞尿

。草木灰、廐肥、河泥；近年對於稻、麥、芸苔等作物施用硫酸銨，每畝至一二元之數。在中段慣用之天然肥料，爲人糞尿、草木灰、豆餅、廐肥；近年對於玉蜀黍、麥作，每畝用硫酸銨至一元之數。西部中、南二段土壤，其理學的性質頗佳，各有相當產量，亦各有相當地價，就地農民視爲良土。惜乎四周河渠太淺，往往晴末一月，即遭旱災，是急宜設法疏濬者也。北段土壤，表土青色黑褐，不甚深厚，耕土約十餘公分，心土頗緻密，適宜於稻、豆、薯等作物。灌溉排水亦均方便。地價每畝百元至四五十元不等。慣用肥料施於稻作者，基肥有苜蓿、河泥，豆餅、人糞尿、廐肥，兼作基肥追肥；施於薯、大豆者，有草木灰、人糞尿。農民視爲良土。倘能信行冬耕，俾多得風化機會，並漸次深耕，以增加作物生長面積，再加施廐肥，則其生產力當大可增加也。

三、關於南部者 上虞縣南部之土性，據普通觀察，大概爲壤質砂土，第二區下管鎮之土壤足以代表之。表土不厚，心土緻密。主要作物爲稻作。就地栽培習慣，往往

在早青稻第一次耘過後，即嵌種晚青稻，每畝合計收量，約爲四百斤，並不見豐厚。慣用肥料爲紫雲英、人糞尿、廐肥、堆肥、草木灰，對於硫酸銨多不信用。近年二化三化螟蟲爲害頗烈。意以爲犁耕宜漸次加深，以增加作物生長面積，並須實施冬耕，使之風化，藉以改良土性，並以殺滅害蟲；并宜根據最少養分率之理論，適量加用廐肥，俾得與各種肥料養分成一適當之比。如此則作物得以圓滿成長，產量當然增加。

丙、餘姚縣

餘姚全縣土壤，可分南、北、中、三部論之。南部多山，平曠頗廣。普通觀察，土性有黏土與砂質壤土（該地農民稱砂田）之別，而黏土實佔三分之二。陸埠鎮（即陸家埠，餘姚二縣在南部分界處）之土壤可以代表之。主要作物爲早稻，嵌種晚青（副產爲筍竹）。上等田每畝產五百斤，中等田產四百斤，下等田產二百斤。農民對於該地土壤之意見，謂砂田勝於黏土田。表土深度，各有二十餘公分，心土緻密，不易漏水，地下水面頗高，而晴雨亦均未過度

，故對於稻作，甚稱適宜。所宜提倡而指導者，一為實施冬耕，既可殺滅害蟲，又可改良土性；二為換用純良稻種；三為適量加施磷肥，切勿連年施用單純氮質肥料是也。

北部沿杭州灣一帶土壤，概為第四紀新層沖積土，肉眼的土性為壤土。新浦沿省立棉場、林東鄉潭河沿、林西鄉橫新塘、白沙鄉街後、周巷省立棉場後場等五區土壤，可以代表之。主要作物為棉，故實可稱之為餘姚之棉業區。麥土耕土各有相當深度。春季作物，在東鄉多種蠶豆，近年種蒜者亦屬不少，麥作較少。在西鄉春季作物，則多為麥作，蠶豆次之。西鄉附近大古塘一帶之農民，往往稻、棉、兩年輪種。棉作之慣用肥料，大概以苜蓿、河泥、草木灰為基肥，豆餅、棉餅、菜餅、隨擇其一種或二種為補肥，每畝約用八十斤以上，有時再以底肥為補肥。稻作慣用主要肥料之種類，亦如上述。麥作施豆餅或菜餅，每畝約六七十斤為補肥，再加以人糞風、草木灰。東鄉大古塘以下，直至海水為止之農民，對於棉作之慣用肥料，亦以苜蓿、河泥為基肥，草木灰作基肥或追肥用，有時亦用

人糞尿為補肥。對於蠶豆常施缸片或缸砂為基肥，每畝約施二、三斤，或以人糞尿拌灰作基肥。倘不種蠶豆而種蒜，則以人糞尿作補肥，每畝約施二、三十担。北部土壤頗稱膏腴。棉作每畝平均產量約百斤左右，豆作約八十斤左右。

西鄉麥作產量在百斤以上，但每畝產量有二、三百斤者，僅有周巷省立棉場。蓋以其麥種純良，故收穫特豐，而附近農民均欲向之換種矣。由此可知普通土壤，倘播以良種，而善加栽培，則無論棉、麥、豆、稻，均可望其增加產量；是故育種與種子交換，實不可不注重者也。再論餘姚之天然肥料，棉餅、菜餅、產額頗多。豆作之慣用肥料缸砂，本縣亦有出產，缸片則來自外縣。曾將餘姚市場上之缸片，於風乾後分析其成分，結果如左：

水 分元·二石 灰一·五 全氮量五·四 氧化鎂〇·三
總性氮四·二 硫 酸〇·三 全磷酸三·三 氧化鉀〇·四
水溶性酸二·〇 氧化鈉一·三 砂 酸〇·三 土 砂〇·八
可知缸片中含磷酸最多，氮次之，惟水溶性磷酸甚少，能溶於檸檬酸鹽中者全無。是其磷酸鹽全為有機態，或磷

酸三石灰，非為可給態；而施用之效果甚佳，想少量有機體之氮，在土中分解時，生出有機酸，作用於非可給態之有機酸，而促進其分解；又凡食物經過腸胃，其成分已受多少變化，以故糞中之有機酸，定較易於分解也。農民慣用之於豆科作物，誠為合理。既是佳良有機肥，當為提倡推廣，俾各地農民皆知施用，不致土壤偏缺有機質，而作物不得圓滿成長。

中部土壤，自大古塘以南，至東江流域一帶，東西橫百七十八里，大多為壤質黏土；在東江以南，至沿山一帶；東西橫百亦七十八里，大多為砂質壤土。前者可以彭澤、鄒、金山、馬鬣頭三處土壤代表之；後者可以游涇鄉、橫河孫境、陳山、安山橋附近等處之土壤代表之。表土均有相當深度，心土均頗緻密，不易排水。主要農產物為穀，每畝平均產量亦頗豐厚。慣用肥料，概以苜蓿或紫雲英、廐肥、草木灰等作基肥；以人糞尿或豆餅作補肥（用豆餅者並不普遍）。近年春夏之交，江河中盛產一種植物，長莖白花，蔓延奇速，幾致船隻不能通行，農民剷除之後

，或直接施作基肥，或與泥土混和，經堆積而後施用。因其發現於姚邑，適在革命軍廣東出師之年，故農民號為「革命草」。油精產於餘姚，外縣農民購作肥料，惟本邑則絕少用以肥田者。中部田地，據普通觀察，理學之性質未臻上乘。冬耕者尚屬少數，對於灌溉排水，應組織大規模之合作社，設備行動水機，換贖工作，既可節省工夫，亦一防禦水旱災洽標之法也。蓋餘姚中部田地，濱近東江，復有小江河縱橫互通，水機可運運無阻。同時原有江河，應儘力設法疏濬，使附近田地不致瀕患水旱。再據作物之生長狀況以觀，大有加施有機肥之必要。查餘姚年銷硫酸銨至四十萬之鉅，農民不明土壤與化學肥料之性質，而貿然多量施用酸性的單純氮質肥料，餘姚農業前途，有莫大之危險，宜善為指導之。

丁、慈谿縣

一、關於中部者 慈谿中部城區一帶土壤，以普通觀察，為壤質砂土（就地農民稱為砂土），西門外、北門外之土壤足以代表之。表土深至二十餘公分，耕土深至十餘公

分，心土頗緻密。春季地下水而四十公分，雨後並不淤澇過久。土質肥沃，耕耘輕便，極適宜於稻作蔬菜，每畝平均產量，中汎稻四百斤，蔬菜五六百斤。稻作慣用肥料為豆餅、菜餅，均用作補肥，間或施草木灰為基肥。人糞尿施於蔬菜，每畝約一二百担。信用硫酸銨肥料者寥寥。春夏、秋三季各犁耕一次。表土疏鬆，理學的土性頗佳。

二、關於南部者 慈谿縣南部土壤，以普通觀察，為砂質壤土與粘土二種，三區陸埠鎮之土壤足以代表之，粘土占三分二，砂質壤土占三分之一。表土各有相當深度，心土緻密，春季地下水而四十公分，冬耕者少數，春耕三次。主要農作物早稻嵌種慢青，每畝平均產量，上等四五百斤左右，中等田四百斤左右，下等田三百斤左右。農民意見，謂砂質壤土田勝於粘土田。慣用肥料，以首稽或糞雲英作基肥，其他豆餅及人糞尿，較富庶之農民始用作追肥，貧苦農民無購買力，便不施用。信用硫酸銨肥料者尙屬少數。

三、關於東部者 慈谿縣東部之土壤，普通觀察為粘

土。以其多施糞肥腐肥，故表土雖淺，而其鬆軟，因之耕耘頗輕便。地下水而頗高，心土頗緻密，適宜於稻作、薯苔等作物。冬耕春耕並重。灌溉排水，均感便利。理學的土性頗佳，產量亦頗豐厚。所宜改良者即表土太淺，犁耕宜漸次加深，以增加作物生長之面積。此外施肥方面，應適量加施磷肥，俾作物得以圓滿成長。

四、關於西部者 慈谿縣西部之土壤，亦為粘土，四區竹江鎮之土壤可以代表之。表土淡黑色，頗鬆軟，亦頗深厚，心土亦疏鬆，上部青灰色，下部炭黑色，並少雜橙。此種黑色地層，分佈頗廣，第四區全區以及第三、第一兩區之西北部，大概均為同樣土質，沿滬杭甬路慈谿段向東步行，其黑色之痕跡，在在可見（可於鐵路兩旁所挖掘之河溝之二壁窺見之）。推究其成因，大概係蘆葦等植物，經洪積層之覆壓而腐爛所致。蓋察其地面形勢，東南東北有高山，而該區今日之平地，在昔或為湖沼畝。西部主要作物為稻。土質頗肥，產量亦頗豐。冬耕春耕並重。稻作之慣用肥料，以首稽為基肥，人糞尿為補肥。磷質肥

料則有牛骨灰，每畝施四斤左右。其施肥法，爲將牛骨灰與泥土拌和後，復與預備下種之苜蓿籽相混，然後撒播地上，故牛骨灰亦爲一種基肥。草木灰每畝約施一担半，分冬季、春季二次施於苜蓿；倘苜蓿需要留養籽種時，則復加施牛糞。該地農民對於施肥，能注意三要素之調配，實屬難能而可貴。倘能善予指導，則生產成績必有可觀。該區農業，所慮者四年之中，往往患鹹潮一二次，禾稻一遭鹹潮，便黃枯而死。鹹潮來源爲姚江，若早至一月以上，溝河中淡水告竭時，便遭此患。

五、關於北部者 慈谿北部（指慈北即山北），與姚北毗連，故其土性，在大古塘以南者，與餘姚中部土壤，大概同爲壤質粘土，六區鳴鶴場街後之土壤可以代表之。再向南沿山一帶土壤，亦爲砂質壤土，白洋湖與杜湖附近之土壤，可以代表之。大古塘以北以及近海一帶之棉地，亦爲第四紀新層沖積土，概爲壤土，東山頭、沈師橋兩處土壤可以代表之。無論稻作、棉作、豆作，其栽培、耕耘等方法，與施肥習慣，姚北與慈北可說完全相同。

結論

此次調查者，除上述紹興、上虞、慈谿、餘姚等四縣外，尚有諸暨、東陽等二縣，共計調查六縣。雖未能窺見全豹，而吾國農民，對於管理土壤、施用肥料之通同缺點，如：貪戀冬季作物，放棄冬耕；年年栽培同樣作物，不知輪作；蓄於施肥，而貪於栽培；昧於土壤理化的性質，而妄施一二種平常之慣用肥料（採用厩肥、堆肥、豆科葉肥、草木灰、人糞尿、毛屑、肥土、油粕類、硫酸銨肥料等數種中之一二種，此數種肥料，大多偏富氮質或鉀質，而磷質則常缺乏，或僅含少量）；灌溉排水，無完善設施；缺少合作精神，對於水旱災不能爲大規模之預防；稿稈俱作燃料，僅以灰分肥田，俾稿稈中所含肥料成分，不能歸還土中，或竟將稿稈出售，併灰而無之，是不曾以田地出賣。凡此種種，不一而足。此固由於農民智識之幼稚，細究之則爲農村經濟衰落，農民確無能力而從事改良者，亦原因之大者也。夫改良農業之目的，無非爲發展農村經

濟，以因國本；今也農民困窮，以至於不能改良農業，中國農村經濟破產之真面目，至此已畢露矣。故欲改良中國農業，端非僅僅偏面的注意技術，即可達到目的，一方面急須以治標的方法，先來解救農村經濟的倒懸，如廣設農民借貸所、農民銀行，使農民真正得以借貸，真正願意借貸，機關不類虛設，農民確受其利，乃可循序而從事於農業改良工作矣。

茲將土壤肥料調查表錄下：

浙江省農業改良總場化學肥料管理處	
土壤	採集記載表
採集地點	縣鄉區村市
地面形勢	
地質系統	
表土深度	
心土之狀態	
垂直斷面之狀態	
離海面之高度	
地下水之高低	

浙江省土壤與肥料之調查

氣候之關係	雨後及旱時之狀態	耕耘之難易	耕耘之方法	栽培作物之主要種類及其平均收穫量	施肥之方法 (詳肥料表)	灌溉排水狀況	農家對於該土壤之意見	地價	採集時期	備考	天然肥料										
											名稱	產地	產量	製法							

肥料問題

備考	施用後效果如何	用於何種作物其用量	施法 (1.時期 2.方法)	價格	百分中保證成分	化學成分	販賣公司名稱 及其地址	名稱 商品名稱 化學名稱	人造肥料	備考	其他各種肥料之價	施用天然肥料	用於何種作物其用量

浙江省農業改良總場化學肥料管理處化學肥料調查表

備考	各種化學肥料經售數量及總價合計	調查人姓名及時期	調查地點(須註明縣名及村市)	調查地有否困難	農民歡迎或嫌惡何種肥料	推銷鄰縣之數(須註明縣名)	每斤價格及總價	經售數量及經售時期	化學成分及百分中保證成分	批發價格	販賣公司名稱地址商標	經售何種化學肥料商品·化學名稱	住址商號商標姓名

說明：本表可調查三個肥料商號

浙江省推廣有機肥料之經過

陳仲明

一、推廣有機肥料之原因

各種農作物需要肥料之供給成分，雖各有不同，而氮、磷、鉀三要素，則為一般農作物所不可或缺。此三要素者，於天然肥料（有機肥料）中均含有之，施與合宜，且有改良土性之效力；人造肥料（化學肥料）則反是，其成分大抵僅於一種，多為無機質，久用能使土性變壞，有害農作物。本廳為謀農業生產之增加，使各種肥料要素得以合理供給，以免貽害作物起見，特就化學肥料加以取締，同時並積極提倡採用有機肥料，以期達到改良土壤，增加生產

之目的；並得由各縣農業金融機關之担保，先行貸放給農民所組織之合作社，俾農村金融得以調劑。

二、省縣推廣有機肥料委員會之設立

為欲達到前述之目的，迭經本廳召集上海油餅公會商人，討論關於貸放是項有機肥料，俾資提倡採用；會謂值此農村經濟衰落之時，農民實無現金購買之能力，而各商家須有確實保證，方敢直接貸放於農民。經商議結果，惟有以各縣已成之合作社為貸放保證機關，較為妥善。時值本廳舉行全省合作事業會議，遂由農業改良總場化學肥料

管理處提交大會討論，關於推廣採用有機肥料一案，曾經議決原則通過，并呈請設浙江省推廣有機肥料委員會，各縣設分會，其職權由廳規定。當以事屬可行，即由本廳核准，備籌成立，並派章祖純、張鏡村、何向平、陳仲明等四人為委員，許慶程、張基兩先生為聘任委員，指定陳仲明任常務委員之職，由經擬具浙江省推廣有機肥料委員會規程呈省政府核准備案，并調令各縣市遵照所頒規程之規定，組織各縣市分會，以利進行。嗣嘉興等十餘縣即先行呈報成立，并擬定規程施行細則，請求備案前來，均經分別核准。

三、半年來辦理之成績

本廳自成立推廣有機肥料委員會以來，即經召集數次會議，討論一切進行辦法，辦理結果，向著成效，以後當逐漸推廣，以期普及。茲將實施經過情形，分述如下：

(甲) 貸放辦法：

- 一、貸放肥料以已經縣市政府登記之合作社為限。
- 二、還款期限為二個月。
- 三、價格照市價計算。

四、運費外加。

五、未還貸款一律由中國農工銀行杭州分行担保。

(乙) 購辦肥料手續：

合作社社員如需要肥料，可集合一個總數，由合作社出名向推廣有機肥料委員會縣分會聲請（或可請當地合作指導員代為辦理）。聲請時要載明之事項為種類、牌號、數量、本地價格、交貨地點等五項，並取得縣市農業金融機關担保書後，具報省推廣有機肥料委員會審核，轉函中國農工銀行杭州分行代為担保，便可如期將貨物運到各該縣分發。

(丙) 各縣合作社需用豆餅數量之調查：

縣別	合作社數	需用數量	當地價值(每百斤)	備考
崇德	九	二餅五千張	約價三元	所需之餅須瑞豐昌記恒記三種
義烏	一	菜餅四千斤(約四十筒)	三元	所需之餅為嘉興產需用時間五月底
蘭谿		菜餅一百担 桐餅三十担 麻餅二十担	二元七角 三元七角 四元	

浙江省推廣有機肥料之經過

餘姚	海鹽	餘杭	桐鄉	臨縣	金華	海寧	蕭山
青餅二千張	九菜餅六百張	四担	七	十九	二十	九	三
		裏餅一百張 豆餅二百担 菜餅一百五十	六百四十五斤	菜餅七千五百	菜餅二百筒	豆餅一千二百 三十五片	菜餅一百二十 二筒
	每張五斤 右約價一元七 八角	裏餅每張一元 八角 四元八角左右 菜餅每担最貴 時二元六角 時二元二角	分餅三元一角五 五角八分 中餅三元 三元另二分 三元另二分	每百斤三十三元 每百斤三十三元	每筒四元二角 每筒二元二角 每筒二元二角	每斤重市秤六 片三斤市價每 片二元九角五分	一百斤為一 筒 六角五分以 五斤為一筒 右六月廿二日
	怡記牌子須於六月 五日以前寄到	重計八兩秤一斤 一兩菜餅每担約 張左右	六月十五日前交 貨	豆餅信用以潮河北 口青中無錫海中最 普通各地牌字衆多 惟無錫恒德廠有九 記天字號需用期在 六月十五日前交	來源自蘇州等處	豆餅係種豐恒德昌 記三種	上列價依舊有存貨 而計新貨尚未登場 需用時期在夏至左 右六月廿二日

(丁)最近上海豆餅市價之調查

永嘉十二	嘉興五	瑞安十五	杭縣十一
八餅三千四百 菜餅三千四百	豆餅三千四百 餅三千四百	豆餅一千張 約九萬斤	豆餅二千七百 三十八張
大連豆餅每百 斤批發三元三 角左右上海豆 餅每百斤批發 三元一角左右	市價恒豐牌每 張二元	每市秤百斤值 洋三元四角	
餅每百斤批發 三元一角左右 餅每百斤批發 三元一角左右	需用時期第一期 五月底運到計 餅一千六百五 十粒第二期 餅一千四百粒 計於六月底運 到	右曆五月初旬先 運 數第二期古曆七 月初旬	五月底需用

貨樣	交貨地點	每斤價格	裝運方法
昌記廠餅	杭縣	二元另九分	火車
和記廠餅	海寧	二元另七分	帆船
光四牌廠餅	嘉善	二元另八分	帆船
青海中餅	安嘉	一元九角五分 (水脚外加) 一元七角五分 一元八角五分	帆船

附注：豆餅市價時有漲落，前表係指六月間進貨而言

(戊)已購豆餅的合作社一覽

合作社名	購用豆餅數量
杭州市富饒址無限信用合作社	合共二千五百斤
杭州市白井頭無限信用合作社	
杭州市金門橋無限信用合作社	
杭縣洪福鄉維莊無限運銷合作社	九百斤
杭縣第三區瓶山頭無限信用合作社	一百八十斤
杭縣喬司鄉無限信用合作社	一百六十斤
杭縣第三區國和鄉無限信用合作社	三百斤
杭縣第四區和睦鄉橋無限信用合作社	五百斤
杭縣第四區孝義鄉無限信用合作社	四百斤
杭縣第四區西梅墅廟無限信用合作社	三百斤
杭縣第四區合志村無限信用合作社	二百八十斤
杭縣第四區丁橋無限信用合作社	三百四十斤
杭縣第四區黃草巷無限信用合作社	一百斤
杭縣第四區泰寶鄉無限信用合作社	一百二十斤
杭縣第四區木長里無限信用合作社	一百斤

四、將來之計劃

根據過去情形及調查所得以觀，知本省各縣市由農民所組織之合作社，其需要有機肥料之貨放供給，至為殷切。當此農村經濟瀕於破產，農民金融週轉不靈之時，欲謀復興農村，增加生產，則此貨給農民所組織之合作社以生產上必需之油粕類有機肥料，自屬當務之急。且貨與直接可用以增進生產之實物肥料，自遠勝於貸給現金者，其理可不言而喻。惟是商人壟斷居奇之惡習，堅難破除，農村合作社如臨時感覺需要而始購貨，則商人必乘機抬抬其價，每致吃虧甚多；以後本會擬通令各縣分會及合作事業指導員，體察當地情形，務於事先將各合作社需要是項油粕類有機肥料總數，調查詳確，呈報來會，由本會彙案審核後，於該項商品價格低時，先行訂購，免得「臨渴掘井」，致受商人高價操縱壓抑之累，以期物美價廉，貸放各縣合作社應用，必能獲得實際上之極大效果，以之調劑農業金融，增加農業生產，而達農村復興之目的，將將於此有機肥料事業之推進視之矣。

浙江省農業改良總場化學肥料管理處概況

(一)沿革 本處於二十一年十一月成立，先設辦公處於良山門外震澤場內，並接收礦產事務所化驗室一所應用。又由稻麥場撥稻田二畝，為試驗場之用。二十二年四月，移入建設廳內辦公，同時實行取締化學肥料，更設稽察股，以司其事。全年經費四萬二千元。

(二)組織 本處設處長一人，統轄一切事務。試驗場及化驗室各設技師一人，技士、技術員若干人，研究技術事項；稽察股設技士兼稽察股長一人，稽察員若干人，辦理稽察事項；行政方面設技士一人，事務員、書記員、雇員若干人，辦理行政事項。

(三)設備 本處化驗室備有化學儀器大小約共二千餘件，價值約共三千餘元；化學藥品約共四百種，價值約共千餘元。試驗場在拱宸橋，建有肥料試驗地二十八座，價值三千餘元；大規模試驗溫室一座，價值四千餘元。又在七堡設補棉試驗一區。

(四)工作概況

浙江省農業改良總場化學肥料管理處概況

(甲)行政方面，分調查與取締兩項：關於調查事項，分為：1.各縣施行化學肥料之土壤變性，2.各縣農產物之狀態及數量，3.已用化學肥料之種數及數量，4.化學肥料與自然肥料之比較情形。以上各項，已於本年一月起，派員分赴紹興餘姚慈谿上虞諸暨東陽各縣調查，現已完畢，另有詳密之報告(見卜期高家駒君之調查報告)。關於取締辦法，自省政府公佈化學肥料販賣取締規則及登記辦法後，已於四月五日起實行取締登記，由稽察股專管登記與稽察諸務。前來登記者，已有百餘家，均已發給許可證。至所登記之化學肥料種類，如硫酸銨、過磷酸石灰、氯化鉀及其他各種肥料等，約有二十萬公担以上(詳見本期統計表)。除派各稽察員實地調查狀況外，並於必要時，派定一員常川駐滬，俾各商在滬進貨時，得就近向該員報查對證，按包粘貼，各商憑證進口。至零售商店登記事件，概由縣政府照章辦理，按時彙報。

(乙)技術方面，分化驗室與試驗場，化驗室工作為：

1. 土壤之化驗，2. 肥料分析，3. 植物物質之化驗。試驗場用最新方法試驗，其工作為：1. 種植試驗，2. 施肥試驗，3. 土壤植物實地分析。

(五) 工作計劃

基於既定之政策，擬定最近四年之計劃於下：

甲、土壤調查方面 第一年擬將杭縣、富陽、嘉興、蕭山、餘姚、諸暨、東陽等縣調查完竣，並化驗土壤種類性質，測定磷鉀三要素，有機物石灰需要量及酸度等，遇必要時，化驗其特殊成分，然後繪圖說明，編製報告。第二年擬將嘉善、吳興、長興、甯波、奉化、紹興等縣調查完竣，其室內工作與第一年同。第三年擬將武康、餘姚、海鹽、上虞、甯海、象山、臨海、黃岩等縣調查完竣，其室內工作與前同。第四年擬將永嘉、平陽、天台、新昌、義烏、金華、海鹽、崇德等縣調查完竣，室內工作與前同。前四年計劃，得視人力經濟之關係，以早完成或延遲。

乙、關於肥料試驗方面 第一年先行稻棉試驗，檢定土壤對於稻棉三要素之天然供給量，三要素之經濟用途，及特種問題如硫酸銨酸度試驗等，此外輔以土壤化學分析

、植物分析、細菌分析等。第二年繼續第一年工作外，增麥作試驗。第三年繼續第二年工作外，增煙草桑蔗試驗。第四年繼續第三年工作外，增柑橘及其他果樹園藝蔬菜等試驗。在試驗方面之工作步驟，已定每一次土壤由調查員採回後，即按照各種合理方法，分析與試驗：第一用化學方法在化驗室分析各種肥料養分，第二用幼苗法分析土壤，第三用盆作法試驗土壤之天然營養料，第四用細菌培養分析土壤之肥效，第五在採取土壤地方，直接用植物試驗其肥效。故每一土壤採集後，即須施行以上五種方法，以便規定某種土壤需要某種肥料及其數量。

丙、關於管理方面 第一年為初辦之期，暫定百分之十之比較，以為進貨與出售之標準，例如售硫酸銨一千包，須配合一百六十包磷肥與三十包鉀肥，此以在稻作區域為限。在他種作物如煙草類，則須按照原定方式出售。第二年之配合比例，視第一年成績而定；如第一年辦理順利，農民不感受困難，即將磷鉀酌量增加，或由百分之十增到百分之二十，如售硫酸銨一千包，則須配搭三百廿包磷肥與六十包鉀肥。第三年及第四年，亦各視其上年之辦理成績，而決定配合比例之應否復更。

附浙江省農業改良總場化學肥料管理處職員一覽

姓名	職別	籍貫	簡歷
何向平	處長	福建	比國國立農學院農學技師法國里昂中法大學校長中國合衆農業改良會總技師
馬壽徵	技師	四川	比國國立農學院農學技師勞動大學農學院教授兼主任江西農業學校校長
王禮樂	技師	河北	比國波多里科大學農藝化學學士杜魯河神農大學化學院工程師河北大學農科校長區立北平大學教授兼立勞動大學農藝化學系主任
梁宗鼎	技師兼 督察股長	江蘇	北平大學農科畢業兼任廣東礦務局長陝西商業廳科長本溪湖鐵公司副總主任初建礦業學校教授東北礦務局秘書八道壕礦長建設委員會推事某礦務課長
何長嶺	技士	福建	日本東京工業大學畢業福建工藝講習所所長福建公立工業專門學校校長福建實業廳技正國立中央大學工學院教授
楊沈	技士	雲南	法國都維農產製造科畢業江西建設廳技正湖口農場場長
高家駒	技士	浙江	南通大學農科化學系畢業國立勞動大學農學院化學系助教
余皓	技士	江蘇	國立勞動大學農學院畢業廣州土壤調查所技士
劉新	兼任技士	湖北	法國格老福大學化學士文藝大學冶金工程師曾任肥米里鋼鐵廠化驗室主任前湖北省礦產調查所化驗室主任現任礦產事務所技士
戚養桂	技師員	遼甯	比國國立農學院農學士
朱秉衡	技師員	湖南	國立勞動大學農學院肄業北平大學農學院畢業
吳香魁	技師員	江蘇	國立勞動大學農學院畢業

浙江省農業改良總場化學肥料管理處概況

陳 時	稽察員	江蘇	上海商業大學修業河南六河溝煤礦倉庫主任江蘇民政廳公報編輯主任
陳 壽 椿	稽察員	福建	福建公立工業專門學校畢業河南建設廳視察員福建建設廳技士南京市社會局調查股主任
王 漢 民	稽察員	福建	北平農林大學畢業河北印花稅局稽查科第二股主任
劉 崇 瑞	稽察員	福建	上海復旦大學畢業
魏 煥 昌	事務員	福建	福建公立法政專門學校畢業安徽懷寧地方審判廳書記官安徽祁門縣公署科長福建沙縣公署第一科科長
劉 潤 吾	書記員	湖北	
龔 生 鑫	書記員	浙江	浙江省立第八中學畢業曾任衢縣縣政府教育局課員
呂 貞 登	登記員	浙江	浙江公立工業專門學校畢業曾任浙江省水利局工程員長興四漣港工程處監工員

世界各國化學肥料生產量統計表

是篇係根據一九三三年羅馬國際農學會刊之一九三一—一九三二農業統計報告而得，篇內關於各國化學肥料生產消費等項，敘述甚詳，并對於肥料在各市場之價格，按月均有記載，乃為國內研究農業經濟者不可多得之材料，尤為對於注意肥料問題者寶貴之參考，茲不惜篇幅，譯述於此，以餉讀者。

一、礦石燐肥

國名或域名	一九三一—一九三二	一九三二	一九三三	一九三四	一九三五	一九三六
歐洲	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
一 比國	25,875	15,510	50,000	50,000	50,000	50,000
二 西班牙	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	.....
三 愛沙尼亞	(1)	6,000	5,000	5,000	5,000	5,000
四 法國	33,125	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
總數	100,000	311,000	100,000	110,000	110,000	100,000

世界各國化學肥料生產量統計表

肥料問題

五	俄國	5,000,000	.....	.....	.....	.....
	美洲					
六	坎拿大	500,000	500,000	1,000,000	500,000	0
七	庫拉薩俄(三)	2,600,000	1,000,000	1,000,000	2,600,000	2,000,000
八	聯邦	3,100,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000
	總數	3,300,000	3,600,000	3,600,000	3,100,000	3,600,000
	亞洲					
九	英屬印度	2,800,000	2,800,000	3,000,000	2,800,000	1,100,000
一〇	安南	1,700,000	1,600,000	1,600,000	1,700,000	1,300,000
一一	日本	3,000,000	3,000,000	1,200,000	3,000,000	.....
一二	臺灣島	1,100,000	1,100,000	1,100,000	1,100,000	2,200,000
	總數	1,000,000	1,100,000	1,000,000	1,000,000	400,000
	非洲					
一三	阿爾日內亞	2,200,000	2,200,000	2,200,000	2,200,000	2,200,000
一四	埃及	1,200,000	1,000,000	1,100,000	1,200,000	1,100,000

一五	馬達加斯加	(三)	萬噸	萬噸	萬噸	萬噸	萬噸	萬噸
一六	摩洛哥(法屬)		千噸	萬噸	萬噸	萬噸	萬噸	萬噸
一七	土耳其		千噸	萬噸	萬噸	萬噸	萬噸	萬噸
	總數		千噸	萬噸	萬噸	萬噸	萬噸	萬噸
	澳洲							
一八	澳大利亞		千噸	萬噸	萬噸	萬噸	萬噸	萬噸
一九	羅魯島(三)		千噸	萬噸	萬噸	萬噸	萬噸	萬噸
二〇	洋海羣島(三)		千噸	萬噸	萬噸	萬噸	萬噸	萬噸
二一	帕拉俄島		千噸	萬噸	萬噸	萬噸	萬噸	萬噸
二二	法屬瑪加替亞		千噸	萬噸	萬噸	萬噸	萬噸	萬噸
二三	新喀利多尼亞島		千噸	萬噸	萬噸	萬噸	萬噸	萬噸
二四	新西蘭		千噸	萬噸	萬噸	萬噸	萬噸	萬噸
	總數		千噸	萬噸	萬噸	萬噸	萬噸	萬噸
	全總數		千噸	萬噸	萬噸	萬噸	萬噸	萬噸

二、鐵渣磷肥或託馬斯磷肥

世界各國化學肥料生產量統計表

註：(一)三年之平均數 (二)出口 (三)三年之平均數 (四)英國本地

三、過磷酸石灰

國名	一九三一—三二	一九三二	一九三三	一九三四	一九三五	一九三六
歐洲	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
一 德 國	200,000	230,000	230,000	230,000	200,000	200,000
二 奧 大 利	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
三 比 國	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
四 丹 麥	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
五 西 班 牙	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000
六 愛 爾 蘭	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
七 芬 蘭	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
八 法 國	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000
九 英 國	(一) 3,000,000 (二) 3,000,000 (三) 3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000
一〇 希 臘	(三) 30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
一一 匈 牙 利	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000

世界各國化學肥料生產量統計表

	總數	7,215,000	2,182,000	2,048,000	2,240,000	2,025,000
二四	俄國(歐亞全部)	5,910,000	1,911,500	1,811,000	1,980,000	1,707,500
	美洲					
二五	加拿大	21,000	22,000	11,000	12,000	(五) 12,000
二六 ¹	美國(大)	3,382,100	2,071,100	3,252,000	2,122,000	3,252,000
二六 ²	美國(中)(小)	3,378,000	.....	3,252,000	.....	.....
	總數	(大) 3,382,100	2,071,100	3,252,000	2,122,000	3,252,000
	亞洲					
二七	台灣	12,000	12,000	12,000	.....	.....
二八	日本	6,690,000	2,321,000	2,252,100	2,357,100	2,012,000
	總數	21,000	2,321,000	2,357,100	2,357,100	2,012,000
	非洲					
二九	亞爾日內亞	2,210,000	22,000	22,000	21,000	20,000
三〇	馬可法蘭西(三)	10,000	12,000	12,000	12,000	12,000
三一	突尼斯	28,000	22,100	22,100	22,000	22,000

世界各國化學肥料生產量統計表

肥料消費

總數	131,000	122,000	122,000	122,000	22,000
海洋洲					
三二 澳大利(五)	220,333	222,372	222,262	222,128	222,367
三三 新西蘭(10)	331,274	322,223	322,202	331,232	322,212
總數	221,000	212,000	212,000	212,000	212,000
全總數	332,333	322,222	322,222	322,222	322,222

註：(一)英國本地 (二)二年之平均數 (三)一九二七年數 (四)三年之平均數 (五)在本年六月終止 (六)同混
 合肥料在內 (七)二年間之調查數 (八)完全肥料，一九二九年 $3.3\%NH_3$ 、 $9.5\%P_2O_5$ 、 $4.5\%K_2O$
 ，過磷酸鈣一九二九年 1.6% (九)一九三三、一九三三至一九三七年之平均數 (十)由本年四月起計算

四、海鳥糞

國名或地名	一九三三—三	一九三六	一九三二	一九三〇	一九三二
美洲	1,000公斤	1,000	1,000	1,000	1,000
一 支 利	12,100	12,100	12,100	12,100	12,100
二 總 數 (1)	110,222	110,222	110,222	110,222	110,222

總數	110'000	113'000	118'000	124'000	131'000	100'000
亞洲						
英領印度(三)	12'500	10'200	8'100	6'200	5'200 (三)	4'200
非洲						
塞普勒斯島(三)	11'100	14'800	11'200	14'200	14'200	14'200
南非聯邦(四)	2'500	2'300	2'200	2'200	2'200	2'100
總數	10'000	11'000	10'000	10'000	11'000	11'000
全總數	122'000	124'000	128'000	134'000	142'000	111'000

五、鉀肥 以純(K₂O)計算

產地	123117	1212	1212	1212	1210	1211
歐洲	1'000公斤	1'000	1'000	1'000	1'000	1'000
一 德國(a)	1'325,820	1'221,100	1'222,200	1'222,200	1'202,200	.....
一 德國(b)	(1'110,120)	(1'111,200)	(1'112,200)	(1'112,200)	(1'112,200)	(1'111,100)
二 西班牙	9,824	11,200	11,200	11,200	11,200	11,200

世界各國化學肥料生產量統計表

三 ₁	新法) 國(亞爾賽)	1,210,000	1,210,000	1,210,000	1,210,000	1,210,000	1,210,000
三 ₂	新法) 國(亞爾賽)	1,210,000	1,210,000	1,210,000	1,210,000	1,210,000	1,210,000
三 ₃	新法) 國(亞爾賽)	1,210,000	1,210,000	1,210,000	1,210,000	1,210,000	1,210,000
四	新法) 國(亞爾賽)	1,210,000	1,210,000	1,210,000	1,210,000	1,210,000	1,210,000
五	新法) 國(亞爾賽)	1,210,000	1,210,000	1,210,000	1,210,000	1,210,000	1,210,000
六	新法) 國(亞爾賽)	1,210,000	1,210,000	1,210,000	1,210,000	1,210,000	1,210,000
七	新法) 國(亞爾賽)	1,210,000	1,210,000	1,210,000	1,210,000	1,210,000	1,210,000
全	總數	1,210,000	1,210,000	1,210,000	1,210,000	1,210,000	1,210,000

六、硝酸鈣

產	地	1,210,000	1,210,000	1,210,000	1,210,000	1,210,000
		1,210,000	1,210,000	1,210,000	1,210,000	1,210,000

一	挪威 (四)	1,233,333	3,778,855	2,270,733	3,770,868	2,267,665
二	葡萄牙	.....	.....	6,552	7,772	8,433
三	支利	2,023,022	3,125,833	3,233,333	2,455,833	1,233,233
四	埃及 (七)	1,233	6,552	9,876	1,230	2,345

註：(一)由本年度四月起計算 (二)出口貨中有魚肥 (三)出口 (四)在本年度六月份止 (五)三年之平均數 (六)出口硝酸鈣一項 (七)一個公司之生產量

七、硝酸鈣

產地	1,233,333	1,233	1,233	1,233	1,233	1,233
一 法國 (一)	1,000,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
二 意大利 (三)	1,233	3,770	2,270,000	3,770,000	2,270,000	3,770,000
三 挪威 (三)	1,233,000	1,233,333	1,233,666	1,233,000	1,233,000	1,233,666
四 葡萄牙 (a)	.....	.....	6,552	7,772	8,433	9,876
五 葡萄牙 (b)	.....	.....	.....	.....	.....	.....

八、精化鈣

世界各國化學肥料生產量統計表

產 地	1931-1932	1932	1933	1934	1935
歐 洲	1,000公斤	1,000	1,000	1,000	1,000
一 德 國	310,000	310,000	310,000	310,000	310,000
二 法 國	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000
三 意 大 利	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000
四 荷 蘭	(1) 100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
五 葡 萄 牙	27,500	27,500	27,500	27,500	27,500
六 摩 馬 尼 亞	110,000	110,000	110,000	110,000	110,000
七 瑞 典	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
八 瑞 士	110,000	110,000	110,000	110,000	110,000
九 捷 克 斯 拉 夫	(2) 10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
一〇 尤 可 斯 拉 夫	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000
總 數	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000	2,000,000
美 洲					
一 加 拿 大	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000

亞 洲						
一 日 本	(六) a	50,201	21,621	22,011	18,121	.....
二 日 本	(七) b	(英, 日)	(英, 日)	(英, 日)	(英, 日)	.....
三 總 數	22,000	1,026,000	1,121,000	1,131,000	1,131,000	200,000

註：b 數為製造硫酸銨用 (一) 三年之平均數 (二) 一九三七年 (三) 本年度六月份止 (四) 估計按照瑞典一九三〇同一九三一年之硫酸銨生產量 (五) 四年平均數 (六) 在硫酸銨含有特化鈣 (七) 特化鈣未作為硫酸銨總數內

九、硫酸銨

產 地	一九三一年	一九三二年	一九三三年	一九三四年	一九三五
歐 洲	1,000 公升	1,000	1,000	1,000	1,000
一 德 國	1,500,000	1,100,000	1,100,000	1,100,000	1,400,000
二 奧 國	5,100	5,000	5,000	5,000	.....
三 比 國	2,400	1,300,000	1,300,000	1,300,000	.....
四 西 班 牙	11,400	31,000	31,000	31,000	.....
五 愛爾蘭自由邦	5,500	5,500	5,500	5,500	1,000

世界各國化學肥料生產量統計表

六	法 國		132,000	332,000	132,000	332,000	332,000	332,000
七	英國及北愛爾蘭	(一)	327,310	327,310	232,000	232,000	232,000	232,000
八	匈 牙 利		200	1,122	1,122	1,122	1,122	1,122
九	意 大 利		11,000	112,150	112,150	112,150	112,150	112,150
一〇	挪 威	(三)	110	2	2	2	2	2
一一	尼 柔 蘭		11,000	110,000	110,000	110,000	110,000	110,000
一二	李 羅 渣		12,200	25,722	25,722	25,722	25,722	25,722
一三	葡 萄 牙		0	62	62	62	62	62
一四	羅 馬 尼 亞		122	112	112	112	112	112
一五	沙 爾		31,000	22,122	22,122	22,122	22,122	22,122
一六	瑞 典		2,200	2,210	1,000	1,000 (三)	1,200 (三)	1,100 (三)
一七	瑞 士		22	20	20	20	20	20
一八	捷克斯拉夫		12,200	22,211	20,000	20,000	20,000	20,000
	總 數		11,112,000	11,220,000	11,221,000	11,221,000	11,220,000	11,220,000
一九	俄 國	(二)	2,210	11,200	.....	.....	.....	.....

	美洲						
二〇	加拿大	一六,一七五	一三,〇三三	三〇,九三一	二一,六七五	一三,五三三	
二一	美國(五)	五七,九二五	四七,四一八	七九,〇三四	四〇,三三三	五三,六三三	
二二	美國(六)(三)	六,八三四	.....	五,六一六	.....	.....
	總數	六四,〇〇〇	四九,〇〇〇	八四,〇〇〇	四二,〇〇〇	五七,〇〇〇	
	亞洲						
二三	英領印度	一四,三三三	一五,六六六	一七,八三三	一六,三三〇	一三,三三三	
二三	(七)日本	一三,五六六	一三,〇三三	一三,〇六六	一五,八六六	(八) 三九,五六六	
	總數	二八,〇〇〇	二八,〇〇〇	三〇,九〇〇	三二,二〇〇	五二,九〇〇	
	非洲						
二四	亞爾日內亞	二,五〇〇	三,〇〇〇	三,六六六	.....	.....
二五	南非聯邦	八,二七七	九,六三三	八,三四三	三,三三三	三,〇〇〇	
	總數	一,〇〇〇	一,〇〇〇	一,〇〇〇	一,〇〇〇	一,〇〇〇	
	海洋洲						
二六	澳大利亞	(九) 一四,〇三三	一四,三三三	三三,〇三三	.....	.....

世界各國化學肥料生產量統計表

全總數	3,034,000	2,818,000	2,034,000	2,633,000	2,810,000
-----	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

註：(一)英國本地 (二)一九二七年 (三)估計數 (四)在本年度九月三十日止 (五)除合成硫酸銨
 (六)二年平均之產量同合成硫酸銨 (七)內有精化鈣肥 (八)不完全 (九)二年之平均數

十、硫磺

產地	一九二七年	一九二八年	一九二九年	一九三〇年	一九三一年
歐洲	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
一 西班牙(一)	1,300	1,400	1,300	1,400	.....
二 希臘(二)	200	110	110	1,000	.....
三 意大利	301,668	327,668	335,333	350,121	353,331
總數	3,500	3,810	3,700	3,700	3,810,000
美洲					
四 美國	1,561,330	1,701,333	1,700,122	1,700,000	1,713,021
五 智利	10,332	12,400	12,100	12,000	.....
總數	1,571,662	1,713,733	1,712,222	1,712,000	1,713,021
亞洲					

六	台灣	1,000	1,000	500	.....	.....
七	荷屬印度	.....	3,000	1,000	5,000	1,000
八	日本(三)	5,000	20,000	5,000	20,000	5,000
	總數	50,000	21,000	22,000	22,000	50,000
	全總數	11,130,000	11,800,000	11,600,000	11,000,000	11,200,000

十一、硫酸銅

	國名	1931-1932	1932	1933	1934	1935
	歐洲	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
一	德國(三)	9,196	19,626	15,822	10,000	17,396
二	英國(三)	2,000	1,000	1,000	1,000	.....
三	比國(三)	2,100	11,000	2,200	5,000	.....
四	西班牙	6,100	2,200	2,100	6,000	.....
五	法國	5,000	10,000	5,000	10,000	.....
六	美國(三)	11,300	10,000	11,000	10,000	5,000

七	匈牙利	(六)	二、六三三	一〇、三六一	九、四四四	八、六六一	八、二九三
八	意大利		三、三三〇	三三、四三三	三三、四六六	六八、七五〇	四、一四一
九	葡萄牙		四、三六六	七、六二八	六、三〇三	……	……
一〇	羅馬尼亞	(六)	三、四三三	一〇、八二八	一、八八八	一、六一一	……
一一	瑞典	(四)	三、九七九	三、三三三	三、三三三	……	……
一二	瑞士		……	……	三、三〇〇	二、〇四〇	……
	總數		三三、三〇〇	一、八四、〇〇〇	一、〇八、〇〇〇	一、四三、〇〇〇	一、〇〇、〇〇〇
一三	俄國		……	……	六、〇〇〇	一〇、二〇〇	……
	美洲						
一四 ¹	美國 (三)		一、三六〇	一〇、一八二	一、八七一	一、八四〇	一、五七二
一四 ²	美國 (七)		一、三六〇	……	一、三六〇	……	……
	全總數		三三、三〇〇	一、八四、〇〇〇	一、〇八、〇〇〇	一、四三、〇〇〇	一、〇〇、〇〇〇

註：(一)硫酸銅 (二)硫酸出口貨 (三)由鐵工廠所出 (四)三年之平均數 (五)出口 (六)一九二七年 (七)兩年之調查數

世界各國化學肥料歷年消費量統計表

一、託瑪斯燐肥

國名	平均		一九二六	一九二九	一九三〇	一九三二
	一九二一—一九二五	一九二六—一九三〇				
歐洲	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
一 德 國	1,200,000	1,100,000	1,100,000	1,100,000	1,100,000	1,100,000
二 奧 國 (一)	300,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000
三 丹 麥 (一)	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
四 西 班 牙 (一)	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
五 愛沙尼亞 (一)	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000
六 愛爾蘭 (一)	(三) 100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
七 芬 蘭 (一)	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
八 法 國	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000	200,000
九 英 國 (一)(二)	1,200,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000
一〇 匈 牙 利 (三)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

世界各國化學肥料歷年消費量統計表

一一	意大利	42,000	104,000	22,000	22,000	22,000	22,000
一二	拉脫維亞(1)	12,000	12,000	11,000	11,000	11,000	11,000
一三	立陶宛(1)	11,000	12,000	12,000	12,000	12,000	11,000
一四	盧森堡	10,000	12,000	12,000	11,000	11,000	.....
一五	挪威(1)	12,000	11,000	10,000	12,000	12,000	10,000
一六	尼柔蘭(1)	22,000	23,000	22,000	22,000	22,000	22,000
一七	字羅涅	12,000	12,000	(1) 12,000	(1) 12,000	(1) 12,000	(1) 10,000
一八	沙爾(六)	.....	12,000	12,000	12,000	12,000	.....
一九	瑞典	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	22,000
二〇	瑞士	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	12,000
二一	捷克斯拉夫	(2) 12,000	12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
二二	美洲加拿大(六)	(2) 12,000	.....	22,000	12,000	10,000	10,000
二三	亞洲他羅島(1)	22,000	22,000	22,000	12,000	12,000	12,000
二四	非洲阿爾日內亞(1)	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000	22,000
二五	南非洲邦(1)	12,000	12,000	11,000	11,000	11,000	22,000

三六 海洋洲新西蘭(一〇)	(二)	美'000	日'000	日'000	日'000	日'000	日'000
---------------	-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

二、礦石煉肥

國名	一八三二—一八三三	一八三六	一八三九	一八四二	一八四五	一八四八
歐洲	1'000	1'000	1'000	1'000	1'000	1'000
一 愛沙尼亞	(七) 日'100	日'000	日'000	日'000	日'000	日'000
二 愛爾蘭	(三) 日'000	日'100	日'100	日'100	日'100	日'100
三 法國	(一一) 1日'000	1日'000	1日'000	1日'000	.....	.....
四 英國(三)(四)	(五) 日'000	日'000	1日'000	1日'000	1日'000	日'000
五 匈牙利	(三) 日'000	日'000	日'000	日'000	日'000	日'000
六 意大利	.....	.....	日'100	日'000	日'000	日'000
七 俄國	(三) 日'000	(一四) 1日'000	(一四) 1日'000	(一四) 1日'000	(一四) 1日'000	.....
美洲						
八 加拿大	(六) 100	.....	0	1'000	100	100

世界各國化學肥料歷年消費量統計表

九 美 國 (三)	115,000	111,000	111,100	111,000	.....
亞 洲					
一〇 法領印度支那 (三)	112,231	112,000	112,000	112,000	112,000
非 洲					
一一 法領摩洛哥	.....	.....	11,000	11,000	.....

註：(一)輸入實額 (二)四年平均數 (三)在農業消費適當價值 (四)僅英國本部 (五)二年平均數 (六)在節端
 表明歲末在三月三十一日 (七)三年平均數 (八)表明歲末在六月三十日 (九)一九二七年 (十)用量至最高
 度 (在節端表明歲末在三月三十一日) (十一)在過磷酸製造中計算用量 (十二)磷酸 (Phosphoric) (十三)地
 下磷酸 (十四)表明歲末在九月三十日 (十五)地下磷酸含 P₂O₅ 在 35%

三、過磷酸石灰

國 名	123,127	123,127	123,127	123,127	123,127
歐 洲	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
一 德 國 (一)	615,000	615,000	1,025,000	1,025,000	615,000
二 奧 國	111,000	111,000	111,000	111,000	111,000

三	比 國	1100'000	120'000	1100'000	.....	.....
四	丹 麥	1000'000	1000'000	1000'000	1000'000	1000'000
五	西 班 牙	800'000	1'010'000	1'010'000	1'010'000	211'000
六	愛沙尼亞(三)	12'100	12'100	12'000	11'000	110'000
七	愛 爾 蘭 (三)	1000'000	1000'000	1000'000	1000'000	1000'000
八	芬 蘭	1000'000	200'000	800'000	1000'000	1000'000
九	法 國	11'100'000	11'110'000	11'100'000	1'200'000	1'000'000
一〇	英 國 (四)(五)	1000'000	1000'000	1000'000	1000'000	1000'000
一一	希 臘	1000'000	800'000	21'000	21'000	800'000
一二	匈 牙 利	200'000	120'000	100'000	200'000	100'000
一三	意 大 利	1'000'000	1'011'000	1'000'000	1'100'000	200'000
一四	波 蘭 維 亞 (七)	200'000	200'000	200'000	200'000	200'000
一五	立 陶 宛 (二)	1000'000	200'000	200'000	200'000	200'000
一六	挪 威	1000'000	200'000	200'000	100'000	100'000
一七	尼 柔 蘭	1000'000	1000'000	1000'000	1000'000	1000'000

世界各國化學肥料歷年消費量統計表

肥料問題

二四

一八	字羅涅(一)	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000
一九	香 牙	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000
二〇	羅馬尼亞	(中) 1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000
	...	.....	.....	100	100	100	.....
二一	瑞 典	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000
二二	瑞 士(公)	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000
二三	捷克斯拉夫(一)	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000
二四	老 哥 斯 拉 夫	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000
二五	俄 國	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000
二六	美洲加拿大(一)	(七) 1,000,000	.....	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000
二七	美 國(三)	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000
二八	亞洲錫蘭島(三)	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000
二九	塞普羅斯島	.....	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000
三〇	台 灣	(中) 1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000
三一	日 本	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000

	非洲						
三二二	阿爾日內亞 a	27,000	108,000	26,000	26,000	88,000	88,000
	阿爾日內亞(11)a	100	800	100	100	1,100	1,100
三三三	埃及(三)	80,000	38,000	60,000	80,000	81,000	81,000
三四	摩洛哥(九)	8,000	2,100	8,000	18,000	18,000	18,000
三五	突尼斯	21,000	38,000	31,000	65,000	65,000	65,000
三六	南非聯邦(三)	5,000	26,000	10,000	26,000	26,000	26,000
	海洋洲						
三七	澳大利亞(10)	261,000	866,000	218,000	267,000	590,000	590,000
三八	新錫蘭(11)	112,000	178,000	125,000	102,000	.....	.....

註：a 磷質過磷酸 b 骨肥過磷酸

(一)各種過磷酸 (二)輸入實額 (三)四年平均數 (四)農用適當估計量 (五)僅英國本部 (六)二年平均數
 (七)一九二七年 (八)與其他肥料量計算在內 (九)三年平均數 (十)表明歲末六月三十日 (十一)含有混
 合肥料者，20噸在二二五—二三年內，26,000噸在二二六—二二九元內，14,000噸在二二九—二三年內，及三三,000噸在二
 三—二三年內 (十二)包含在混合肥料之用量的平均數(在二二五元用去二,320,000噸) (十三)在二二三年輸入之

一一	何大利 a	1'100	11'100	1'800	200	300
一二	意大利 a	12'800	110'800	110'000	12'000	2'100
一三	拉脫維亞(一) b	18'800	12'200	12'200	110'800	11'200
一四	立陶宛(一) b	2'800	2'200	2'100	2'100	2'100
一五	挪威 a	2'200	2'100	2'800	11'000	10'000
一六	尼柔蘭(一) b	22'200	22'100	21'100	202'800	122'800
一七	李羅涅(一) b	312'000	210'000	220'000	212'000	122'000
一八	葡萄牙(一) b	200	200	200	1'200	1'100
一九	羅馬尼亞(一) b	200	.....	1'800	200	100
二〇	瑞典(一) b	22'200	21'200	102'200	22'200	21'200
二一	瑞士(一) b	312'200	311'200	112'000	20'000	112'100
二二	捷克斯拉夫 b	112'200	112'000	112'000	122'000	10'800
二三	尤哥斯拉夫(一) a	1'200	2'800	2'100	11'200	1'200
	美洲					
二四	加拿大(六) a	2'200	.....	2'000	2'100	2'100

世界各國化學肥料歷年消費量統計表

肥料問題

二五	美 國 a		三三,000	三〇,100	三〇,100	三三,000	一〇〇,000
二六	波德萊可 a		二〇,000	二〇,000	二〇,000	二〇,100	……
	亞 洲						
二七	錫蘭島(1) b		三三,000	一〇,100	一〇,000	三三,000	一〇,100
二八	英領印度(1) b	(三)	二〇,000	二,100	二,000	二〇,100	二〇,000
二九	印度支那(1) a	(三)	三〇,000	一,000	一,000	一〇,000	五〇〇
三〇	日 本 a		三三,000	一〇,000	一〇,000	三三,000	……
	非 洲						
三一	阿爾日內亞(1) b		二〇,000	三三,000	一〇,000	二〇,000	三三,100
三二	康格哥(1) b	(三)	一〇〇	一〇,000	一〇,000	二〇,000	二〇,000
三三	莫理求斯羣島(1)	b	二〇,100	二〇,000	二〇,000	二〇,100	二〇,000
三四	南非洲(1) b		二〇,000	二〇,000	二〇,100	二〇,100	二〇,000
	海洋洲						
三五	澳大利亞(1) b	……	……	二〇,000	二〇,000	二〇,100	二〇,100
三六	海威夷羣島 a		二〇,100	二〇,000	二〇,000	二〇,000	……

三十七	新錫蘭 (1) b	5,000	13,000	9,000	8,000	8,000
-----	-----------	-------	--------	-------	-------	-------

註：(一)輸入實額 (二)三年平均數 (三)二年平均數 (四)四年平均數 (五)一九二七年 (六)計算在六月三十日為歲末 a. 鉀質 b. 鉀肥

五、硝酸鈉

國名	平均		一九二六	一九二九	一九三〇	一九三二
	一九二一—二二	一九二二—二三				
歐洲	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
一 德 國 (1)	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000
二 奧 國 (1)	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000	300,000
三 比 國 (1)	110,000	110,000	110,000	110,000	110,000	110,000
四 丹 麥	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000
五 西 班 牙 (1)	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000	90,000
六 愛 沙 尼 亞	500	500	500	500	500	500
七 愛 爾 蘭 (1)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
八 芬 蘭 (1)	500	500	500	500	500	500

世界各國化學肥料歷年消費量統計表

九	法 國	11,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
一〇	英 國(二)(三)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
一一	希 臘(三)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
一二	匈 牙 利	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
一三	意 大 利	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
一四	拉 脫 維 亞	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
一五	立 陶 宛(三)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
一六	尼 柔 蘭(三)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
一七	字 羅 涅	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
一八	葡 萄 牙(三)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
一九	羅 馬 尼 亞(三)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
二〇	瑞 典(三)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
二一	瑞 士(三)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
二二	捷 克 斯 拉 夫(三)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
二三	尤 哥 斯 拉 夫(三)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

	美洲						
二四	加拿大(六)	(七)	2,100	.....	2,200	2,200	2,200
二五	美國		2,250,000	2,250,000	2,150,000	2,250,000	2,100,000
二六	馬爾地尼瓜島(三)		200	11,100	2,000	1,200	200
二七	墨西哥	(一)	1,000	2,200	2,200	2,200	.....
二八	波德黎可島(三)		2,200	200	200	200	.....
二九	阿根廷(三)		1,200	2,200	200	1,200	1,000
三〇	巴西(三)		2,200	2,100	2,100	1,200	1,200
三一	智利	(三)	1,100	1,200	1,200	1,100	2,100
	亞洲						
三二	錫蘭島		2,200	11,200	2,100	2,200	1,200
三三	英領印度		2,200	2,200	1,100	2,100	1,200
三四	荷領印度		200	1,200	200	200	.....
三五	日本		2,100	2,200	20,200	12,200	.....
	非洲						

世界各國化學肥料歷年消費量統計表

歐洲	1'000	1'000	1'000	1'000	1'000
一 德 國 (一)	245'100	212'400	242'000	211'400	240'000
二 奧 國	21'400	21'400	21'400	21'400	.....
三 比 國	22'400	122'000	122'000	122'000	.....
四 丹 麥 (三)	22'000	22'000	22'400	22'400	22'100
五 西 班 牙	122'500	122'400	122'400	122'400	.....
六 愛 沙 尼 亞 (三)	100	100	100	100	100
七 愛 爾 蘭	10'100	11'100	12'400	12'100	10'500
八 芬 蘭 (三)	100	100	100	100	100
九 法 國	122'000	122'000	110'000	120'000	122'000
一〇 美 國 (四)(四)	121'400	122'400	122'400	122'100	122'000
一一 荷 牙 利	1'400	1'400	200	200	300
一二 意 大 利	21'100	102'400	122'400	102'400	102'400
一三 拉 脫 維 亞	100	100	1'100	100	1'100
一四 挪 威 (三)	100	100	100	100	200

世界各國化學肥料歷年消費量統計表

肥料問題

三三

一五	尼柔蘭	英鎊 200	1,500,000	1,500,000	2,200,000	3,000,000
一六	拿羅涅	1,300,000	1,200,000	3,000,000	1,200,000	1,200,000
一七	葡萄牙	英鎊 200	1,100,000	1,500,000	1,500,000	1,500,000
一八	羅馬尼亞	(六) 300	.....	100	100	100
一九	瑞典	200	2,000	1,500,000	1,100,000	1,500,000
二〇	瑞士	200	1,000	200	300	.....
二一	捷克斯拉夫	(七) 300,000	2,500,000	2,100,000	2,500,000	2,500,000
	美洲					
二二	加拿大	(八) 2,000,000	.....	2,100	1,100,000	10,000,000
二三	美國	3,500,000	2,000,000	2,500,000	2,500,000	2,000,000
二四	波多黎各	(三) 1,500,000	2,500,000	2,500,000	2,200,000	2,500,000
	亞洲					
二五	錫蘭	(二) 2,000	1,500,000	1,200,000	1,200,000	1,100,000
二六	台灣	(九) 2,200,000	2,100,000	2,100,000	.....	.....
二七	英領印度	10,000	2,000,000	2,100,000	2,500,000	2,500,000

二八	荷屬印度(三)	10K'200	110'000	133'200	118'200	110'000
二九	日本	326'000	528'000	529'200	568'000	.....
三〇	阿爾及利亞	3'200	6'000	10'100	6'000	6'000
三一	埃及(三)	5'100	8'000	22'000	3'100	3'000
三二	突尼斯(七)	100	100	100	100	100
三三	南非聯邦	1'000	8'000	3'000	2'000	1'200
三四	澳大利亞(六)	8'800	9'000	12'000	.....	.....
三五	海威尼島(三)	10'000	33'000	30'200	38'000	30'000
三六	新西蘭(三)	1'000	21'100	9'100	8'000	8'200

註：(一)包含氯化銨與尿 (二)輸入數量 (三)農用正當估計 (四)僅英國本部 (五)四年平均數 (六)二年平均數 (七)三年平均數 (八)歲末在六月三十日計算 (九)一九二七年

七、合成氮肥

國名	一九三一年	一九三六	一九三九	一九四〇	一九四一
歐洲	1'000	1'000	1'000	1'000	1'000

世界各國化學肥料歷年消費量統計表

七 法國	(b)	三'000	五'000	五'000	三'000	三'000	三'000
	(c)	三'100	五'100	五'100	三'100	三'100	三'100
八 英國及北愛 (k)(e)	(b)	六'000	六'000	六'000	六'000	六'000	六'000
	(k)	六'000	六'000	六'000	六'000	六'000	六'000
	(e)	六'000	六'000	六'000	六'000	六'000	六'000
九 匈牙利 (e)		一'000	一'000	一'000	一'000	一'000	一'000
		一'000	一'000	一'000	一'000	一'000	一'000
一〇 意大利 (a)(b)(c)	(a)	一'000	一'000	一'000	一'000	一'000	一'000
	(b)	一'000	一'000	一'000	一'000	一'000	一'000
	(c)	一'000	一'000	一'000	一'000	一'000	一'000
一一 拉脫維亞 (b)(c)	(b)	.....	.....	.....	.....	.....	.....
	(c)	.....	.....	.....	.....	.....	.....
一二 挪威 (a)(b)(c)	(a)	一'100	一'100	一'100	一'100	一'100	一'100
	(b)	一'100	一'100	一'100	一'100	一'100	一'100
一三 尼柔蘭 (a)(b)(c)	(a)	一'100	一'100	一'100	一'100	一'100	一'100
	(b)	一'100	一'100	一'100	一'100	一'100	一'100
	(c)	一'100	一'100	一'100	一'100	一'100	一'100
一四 字樣 (e)		一'000	一'000	一'000	一'000	一'000	一'000

世界各國化學肥料歷年消費量統計表

一五 瑞典	(a)	400	400	11'000	.....	.....
	(b)	110'100	1K'400	10'100	1K'400	11'100
	(c)	12'200	11'400	12'200	10'800	1K'000
一六 瑞士 (a)(c)		11'400	11'000	11'000	.....	.....
一七 捷克斯拉夫	(a)	11'100	12'100	11'800	1K'400	4'100
	(b)	10'400	11'100	11'400	11'100	11'400
	(c)	10'400	11'100	11'400	11'100	11'400
一八 加拿大	(a)	100	.....	100	500	100
	(b)	100	.....	100	100	100
	(c)	100	.....	100	100	100
一九 美國 (11)	(a)	4'100	121'400	1K'1100	18K'400	11K'000
	(b)	4'100	121'400	1K'1100	18K'400	11K'000
	(c)	4'100	121'400	1K'1100	18K'400	11K'000
二〇 波德黎可 (a)		.....	100	500	400	.....
二一 亞洲						
二二 錫蘭 (c)		1'400	11'100	5'1100	11'1100	100
二三 台灣 (c)	(a)	1100	400	400	.....	.....

二三	英屬印度 (c)	1,000	2,400	3,100	1,000	.....
二四	日本 (e)	10,000	20,500	25,400	1,000,000	.....
二五	阿爾日內亞	(b)	1,100	1,000	1,000	200
		(c)	500	600	500	500
二六	埃及	(a)	1,000	600	3,500	2,000
		(b)	12,000	15,200	22,200	20,500
		(c)	200	2,100	1,200	1,100
海洋洲						
二七	澳大利亞 (a)	100	300	200	100	100
二八	海威夷島 (b)	2,100	100	500	500	.....

註：(一)包含其他硝酸及混合肥料 (Nitrophoska) (二)輸入淨量 (三)一九二七年 (四)包含硫硝酸鹽 (五)

三年平均數 (六)農用消費估計 (七)四年平均數 (八)在歲之三十日表明 (九)包含其他特種肥料 (十)二

年平均數 (十一)為消費面輸入 (十二)普通輸入

a. 磷酸鹽 b. 硝酸鈣 c. 石灰氮

世界各國化學肥料歷年價格統計表

一、燐礦石 佛羅里達、巴布爾地產者，在紐約規最低價為82%（燐礦石以桶裝成）

正 月	每百公斤（金元）之價格					
	一九二二	一九二六	一九二九	一九三〇	一九三一	一九三二
二月	三.〇七%	三.〇七%	三.一七%	三.一七%	三.一七%	三.一七%
三月	三.〇七%	三.〇七%	三.一七%	三.一七%	三.一七%	三.一七%
四月	三.〇七%	三.〇七%	三.一七%	三.一七%	三.一七%	三.一七%
五月	三.〇七%	三.〇七%	三.一七%	三.一七%	三.一七%	三.一七%
六月	三.〇七%	三.〇七%	三.一七%	三.一七%	三.一七%	三.一七%
七月	三.〇七%	三.〇七%	三.一七%	三.一七%	三.一七%	三.一七%
八月	三.〇七%	三.一七%	三.一七%	三.一七%	三.一七%	三.一七%
九月	三.〇七%	三.一七%	三.一七%	三.一七%	三.一七%	三.一七%
十月	三.〇七%	三.一七%	三.一七%	三.一七%	三.一七%	三.一七%

十一月	三・〇七五	三・二七五	三・二七五	三・二七五	三・二七五	三・二七五	三・二七五
十二月	三・〇七五	三・二七五	三・二七五	三・二七五	三・二七五	三・二七五	三・二七五
平均	三・〇七五	三・二七五	三・二七五	三・二七五	三・二七五	三・二七五	三・二七五

二、燐礦石 在亞爾日內亞及突尼斯爲五八・六三%（裝桶）

月次	一噸中每單位(一)之最後價格					
	一九三三	一九三六	一九三九	一九四〇	一九四一	一九四二
一月	二・四	二・四	二・四	二・四	三	一・〇五
二月	二・四	二・四	二・四	二・四	三	一・〇五
三月	二・四	二・四	二・四	二・四	三	一・〇五
四月	二・四	二・四	二・四	二・四	三	一・〇五
五月	二・四	二・四	二・四	二・四	三	一・〇五
六月	二・四	二・四	二・四	二・四	三	一・〇五
七月	二・四	二・四	二・四	二・四	三	一・〇五
八月	二・四	二・四	二・四	二・四	三	

世界各國化學肥料歷年價格統計表

九	月	二磅	二磅	二磅	二磅	三	
十	月	二磅	二磅	二磅	二磅	三	
十一	月	二磅	二磅	二磅	二磅	(三)	一・〇〇
十二	月	二磅	二磅	二磅	二磅	(三)	一・〇〇
平均		二磅	二磅	二磅	二磅	三	一

註：(一)燒燼三石灰 $Ca_3(PO_4)_2$ 之單位 (二)每單位在法國之佛郎價格

三、過燼酸石灰 海爾台斯亨站為準 在德國為一八% (裝桶)

月	次	百公斤內每公升 P_2O_5 之價					
		(三) 一九七	一九元	一九元	一九元	一九元	一九元
一	月	三〇・〇〇	(三) 三〇・〇〇	三〇・二五	三〇・三五	三〇・五〇	三〇・〇〇
二	月	三〇・〇〇	(三) 三〇・〇〇	三〇・四〇	三〇・七〇	三〇・九〇	三〇・〇〇
三	月	三〇・〇〇	(三) 三〇・〇〇	三〇・五〇	三〇・八〇	三〇・九〇	三〇・〇〇
四	月	三〇・〇〇	(三) 三〇・〇〇	三〇・五〇	三〇・七〇	三〇・九〇	三〇・〇〇
五	月	三〇・〇〇	(三) 三〇・〇〇	三〇・五〇	三〇・七〇	三〇・九〇	三〇・〇〇

六	月	三九.〇〇	(三)	三九.〇〇	三九.〇〇	三九.〇〇	三九.〇〇	三九.〇〇	三九.〇〇
七	月	三八.〇〇		三三.七五	三三.七五	三三.七五	三三.七五	三三.七五	三三.七五
八	月	三八.〇〇		三三.二五	三三.二五	三三.二五	三三.二五	三三.二五	三三.二五
九	月	三八.〇〇		三三.二五	三三.二五	三三.二五	三三.二五	三三.二五	三三.二五
十	月	三八.〇〇		三三.二五	三三.二五	三三.二五	三三.二五	三三.二五	三三.二五
十一	月	三八.〇〇		三三.二五	三三.二五	三三.二五	三三.二五	三三.二五	三三.二五
十二	月	三八.〇〇		三三.二五	三三.二五	三三.二五	三三.二五	三三.二五	三三.二五
平均	數	三九.〇〇		三三.二〇	三三.二〇	三三.二〇	三三.二〇	三三.二〇	三三.二〇

註：(三)標準 德國各站以此為準

四、過燐酸石灰 在法國規定含量一四% (裝袋)

月次	每百公斤之法郎價					
	一九三七	一九三六	一九三五	一九三二	一九三一	一九三〇
一	三二.〇〇	三二.〇〇	三〇.〇〇	三〇.〇〇	三〇.〇〇	三〇.〇〇
二	三二.〇〇	三二.〇〇	三〇.〇〇	三〇.〇〇	三〇.〇〇	三〇.〇〇
三	三二.〇〇	三二.〇〇	三〇.〇〇	三〇.〇〇	三〇.〇〇	三〇.〇〇

世界各國化學肥料歷年價格統計表

四	月	30.00	28.00	30.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
五	月	31.00	29.00	30.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
六	月	31.00	29.00	30.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
七	月	32.00	30.00	31.00	32.00	31.00	32.00	31.00	32.00
八	月	30.00	28.00	29.00	30.00	29.00	30.00	29.00	30.00
九	月	32.00	30.00	31.00	32.00	31.00	32.00	31.00	32.00
十	月	33.00	31.00	32.00	33.00	32.00	33.00	32.00	33.00
十一	月	32.00	30.00	31.00	32.00	31.00	32.00	31.00	32.00
十二	月	31.00	29.00	30.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00
平均	數	30.00	28.50	30.00	31.00	30.00	31.00	30.00	31.00

五、鐵渣或託瑪斯燐肥

在安德威伯規定最低為二五—二〇%

月	次	1.2.17	1.2.18	1.2.19	1.2.20	1.2.21	1.2.22
		每五十公斤 P_2O_5 之價(佛幣)					
一	月	1.2.15	1.2.16	3.1.14	3.1.15	3.1.16	3.1.17

二	月	一·八五	一·八〇	二·一三	二·一三	二·一〇	一·九〇	一·九〇
三	月	一·七五	一·六五	二·一〇	二·一〇	二·一〇	二·一三	一·八五
四	月	一·八〇	一·八〇	二·〇五	二·〇五	二·〇五	二·〇五	一·八五
五	月	一·七〇	一·六五	一·九五	一·九五	一·九五	一·九五	一·八〇
六	月	一·七五	一·六五	二·〇五	二·〇五	二·〇五	一·九〇	一·八〇
七	月	一·八〇	一·八〇	二·〇五	二·〇五	二·〇五	N, O,	一·八五
八	月	一·八〇	一·八五	二·〇五	二·〇五	二·〇五	一·九五	
九	月	一·七五	一·八〇	二·〇〇	二·〇〇	二·〇〇	一·九〇	
十	月	一·六五	一·六五	二·〇五	二·〇五	二·〇五	一·六五	
十一	月	一·六三	二·一〇	二·一五	二·一五	二·一五	一·六五	
十二	月	一·七〇	二·一〇	二·一五	二·一五	二·一五	一·三三	
平	均	一·八	一·八	二·一八	二·一八	二·一八	一·三六	

註：N, O, 無肥效

六、託瑪斯燐肥 一八%法國規定

世界各國化學肥料歷年價格統計表

月次	一九二七	一九二八	一九二九	一九三〇	一九三一	一九三二
一月	三・〇〇	三・六〇	三・一〇	三・一〇	三・一〇	三・一〇
二月	三・〇〇	三・六〇	三・一〇	三・一〇	三・一〇	三・一〇
三月	三・〇〇	三・六〇	三・一〇	三・一〇	三・一〇	三・一〇
四月	三・六〇	三・六〇	三・一〇	三・一〇	三・一〇	三・一〇
五月	三・〇〇	三・六〇	三・一〇	三・一〇	三・一〇	三・一〇
六月	三・〇〇	三・六〇	三・一〇	三・一〇	三・一〇	三・一〇
七月	三・〇〇	三・六〇	三・一〇	三・一〇	三・一〇	三・一〇
八月	三・〇〇	三・六〇	三・一〇	三・一〇	三・一〇	三・一〇
九月	三・〇〇	三・六〇	三・一〇	三・一〇	三・一〇	三・一〇
十月	三・〇〇	三・六〇	三・一〇	三・一〇	三・一〇	三・一〇
十一月	三・〇〇	三・六〇	三・一〇	三・一〇	三・一〇	三・一〇
十二月	三・〇〇	三・六〇	三・一〇	三・一〇	三・一〇	三・一〇
平均	三・〇〇	三・一〇	三・一〇	三・一〇	三・一〇	三・一〇

七、鐵渣磷肥或託瑪斯磷肥

英倫敦規定最低含量為一四%

月次	每100公斤之價(金磅)					
	一九三七年	一九三八年	一九三九年	一九四〇年	一九四一年	一九四二年
一月	(三) 三一六〇	(三) 二一五〇	二一〇〇	二一五〇	二一五〇	二一五〇
二月	no.	(三) 二一五〇	二一〇〇	二一五〇	二一五〇	二一五〇
三月	no.	(三) 二一五〇	二一〇〇	二一五〇	二一五〇	二一五〇
四月	(三) 三一〇〇	(三) 二一五〇	二一〇〇	二一五〇	二一五〇	二一五〇
五月	(三) 三一六〇	(三) 二一五〇	二一〇〇	二一五〇	二一五〇	二一五〇
六月	no.	(三) 二一五〇	二一〇〇	二一五〇	二一五〇	二一五〇
七月	(三) 二一五〇	(三) 二一五〇	二一〇〇	二一五〇	二一五〇	二一五〇
八月	(三) 二一五〇	(三) 二一五〇	二一〇〇	二一五〇	二一五〇	二一五〇
九月	(三) 二一五〇	(三) 二一五〇	二一〇〇	二一五〇	二一五〇	二一五〇
十月	(三) 二一五〇	(三) 二一五〇	二一〇〇	二一五〇	二一五〇	二一五〇
十一月	(三) 二一五〇	(三) 二一五〇	二一〇〇	二一五〇	二一五〇	二一五〇
十二月	(三) 二一五〇	二一〇〇	二一五〇	二一五〇	二一五〇	二一五〇
平均	二一七六	二一〇五	二一三一	二一五〇	二一五〇	二一五〇

世界各國化學肥料歷年價格統計表

註：(一)由鐵道車站自己計算抽出 (二)由倫敦車站抽出

八、鉀鹽 雜規定最低含量為三十三%

月次	每公升之價					
	一九三七	一九三六	一九三五	一九三四	一九三二	一九三一
一月	一八・六九	一八・六八	一八・六八	二八・六八	一八・六八	一六・九九
二月	一八・六八	一八・六八	一八・六八	一八・六八	一八・六八	一六・九九
三月	一八・六八	一八・六八	一八・六八	一八・六八	一八・六八	一六・九九
四月	一八・六八	一八・六八	一八・六八	一八・六八	一八・六八	一六・九九
五月	一八・四七	一八・四〇	一八・四〇	一八・三三	一七・八二	一六・〇〇
六月	一八・六四	一八・六〇	一八・五九	一八・四九	一八・〇三	一六・二〇
七月	一八・六八	一八・六二	一八・六二	一八・六九	一八・二五	一六・五〇
八月	一八・六八	一八・六八	一八・六八	一八・六八	一八・六八	
九月	一八・六八	一八・六八	一八・六八	一八・六八	一八・六八	
十月	一八・六八	一八・六八	一八・六八	一八・六八	一八・六八	
十一月	一八・六八	一八・六八	一八・六八	一八・六八	一八・六八	

十二月	一八·六八	一八·六八	一八·六八	一八·八八	一七·七八
平均	一八·三三	一八·八一	一八·八〇	一八·三三	一八·八五

九、鉀肥 法國規定K₂O, Guaranteed, 最低一二% (以亞爾賽司上質為標準)

月次	每一百公斤之價 (佛郎)					
	一九二七	一九二八	一九二九	一九三〇	一九三一	一九三二
一月	10·九五	10·九五	10·九五	10·九五	10·六〇	10·六〇
二月	10·九五	10·九五	10·九五	10·九五	10·六〇	10·六〇
三月	10·九五	10·九五	10·九五	10·九五	10·六〇	10·六〇
四月	10·九五	10·九五	10·九五	10·九五	10·六〇	10·六〇
五月	10·九五	10·九五	10·九五	10·六〇	10·六〇	10·六〇
六月	10·九五	10·九五	10·九五	10·六〇	10·六〇	10·六〇
七月	10·九五	10·九五	10·九五	10·六〇	10·六〇	10·六〇
八月	10·九五	10·九五	10·九五	10·六〇	10·六〇	10·六〇
九月	10·九五	10·九五	10·九五	10·六〇	10·六〇	10·六〇

世界各國化學肥料歷年價格統計表

十	月	10.55	10.55	10.55	10.55	10.55	10.55	10.55
十	一	月	10.55	10.55	10.55	10.55	10.55	10.55
十	二	月	10.55	10.55	10.55	10.55	10.55	10.55
平	均	10.55	10.55	10.55	10.55	10.55	10.55	10.55

十、鉀肥 在紐約規定二〇% (大西洋海關內有效)

月	次	每九〇七公斤之價(金元)					
		一九二七	一九二八	一九二九	一九三〇	一九三一	一九三二
一	月	13.00	13.00	13.00	13.00	13.65	13.65
二	月	13.00	13.00	13.00	13.00	13.65	13.65
三	月	13.00	13.00	13.00	13.00	13.65	13.65
四	月	13.00	13.00	13.00	13.00	13.65	13.65
五	月	13.00	13.00	13.00	13.00	13.65	13.00
六	月	13.00	13.00	13.00	13.00	13.65	13.00
七	月	13.00	13.00	13.00	13.00	13.65	13.00

八	月	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00
九	月	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00
十	月	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00
十一	月	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00
十二	月	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00
平	均	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00	111.00

十一、硫酸銨 在安德威伯規定二〇・五% (成品)

月次	每百公斤之價格(佛郎)						
	1927	1928	1929	1930	1931	1932	
一	122.00	122.00	120.00	n.	122.00	120.00	20.00
二	122.00	122.00	121.00	121.00	121.00	121.00	21.00
三	122.00	120.00	121.00	121.00	n.	n.	21.00
四	122.00	121.00	121.00	121.00	n.	n.	22.00
五	122.00	121.00	122.00	122.00	n.	n.	23.00

世界各國化學肥料歷年價格統計表

六	月	120.00	121.00	124.00	128.00	120.00	120.00	123.00
七	月	122.00	121.00	125.00	128.00	120.00	120.00	124.00
八	月	125.00	121.00	125.00	128.00	120.00	120.00	125.00
九	月	122.00	125.00	124.00	124.00	120.00	120.00	125.00
十	月	120.00	124.00	124.00	124.00	124.00	124.00	124.00
十一	月	123.00	120.00	125.00	124.00	124.00	124.00	124.00
十二	月	120.00	124.00	120.00	120.00	120.00	120.00	124.00
平均		121.00	122.00	124.00	124.00	124.00	124.00	124.00

註：p.p.m. 無記載

十二、硫酸銨 中性 倫敦規定為二〇・六%

月次	1237	1232	1232	1230	1231	1231
	每一〇一六公斤之價(英鎊)					
一月	120.00	10.11.00	10.13.00	9.12.15	9.12.10	9.10.00
二月	121.00	10.13.00	10.13.00	10.12.00	9.10.00	9.10.00

三	月	三二六〇	一〇一三〇	一〇一三〇	一〇一三〇	一〇一三〇	九一〇〇	七〇〇〇
四	月	三二六〇	一〇一三〇	一〇一三〇	一〇一三〇	一〇一三〇	九一〇〇	七〇〇〇
五	月	三二六〇	一〇一三〇	一〇一三〇	一〇一三〇	一〇一三〇	九一〇〇	七〇〇〇
六	月	三二六〇	一〇一三〇	一〇一三〇	一〇一三〇	一〇一三〇	九一〇〇	六一三〇
七	月	三二六〇	一〇一三〇	一〇一三〇	一〇一三〇	一〇一三〇	九一〇〇	五二五〇
八	月	九一八〇	一〇〇〇〇	九一九〇	九一九〇	九一九〇	六二二六	
九	月	九一九七	一〇〇〇五	九一九五	八一九〇	八一九〇	五二〇〇	
十	月	一〇二一九	一〇二一〇	九一一〇	八〇七	八〇七	六二五〇	
十一	月	一〇一五〇	一〇一五〇	九一四〇	九一三〇	九一三〇	六一〇〇	
十二	月	一〇一八〇	一〇一八〇	九一七〇	九一五〇	九一五〇	六一五〇	
平	均	一一七〇	一〇一八九	一〇一四一	九一四〇	九一四〇	八一二六	

十三、硫酸銨 紐約規定含二〇・五% (一) 成品在北市場裝桶 ()

月	次	每百磅之價(今元)					
		一九三七	一九三三	一九三三	一九三三	一九三三	一九三三

世界各國化學肥料歷年價格統計表

一	月	二・六	二・四七五	二・一〇	二・一〇	一・七三	一・一〇
二	月	二・三三	二・六〇	二・一〇	二・〇九	一・七三	一・一〇
三	月	二・〇	二・六七五	二・一〇	二・一三	一・七三	一・〇
四	月	二・三	二・〇	二・一〇	二・一三	一・七三	一・〇
五	月	二・一〇	二・一〇	二・一三	二・〇	一・七三	一・〇
六	月	二・一〇	二・一〇	二・一〇	一・九	一・七三	一・〇
七	月	二・三	二・三	二・一〇	一・八	一・七三	〇・九
八	月	二・三	二・一	二・一	一・七	一・七三	
九	月	二・三	二・三	二・一	一・七	一・七三	
十	月	二・一〇	二・三	二・一	一・七	一・七三	
十一	月	二・一〇	二・〇	二・一	一・七	一・七三	
十二	月	二・三	二・一〇	二・三	一・七	一・七三	
平均		二・三	二・一	二・三	一・九	一・七	

註：(一)月底之定價 (二)在海關出口之國家工業產品 (三)海關出口者

十四、硝酸鈉 在紐約產之粗硝石(裝袋成品)

月次	每100磅之價格(金元)					
	1937	1938	1939	1940	1941	1942
一月	2.21	2.25	2.10	2.16	2.04	1.76
二月	2.24	2.10	2.34	2.16	2.04	1.76
三月	2.27	2.33	2.33	2.16	2.04	1.76
四月	2.20	2.33	2.33	2.16	2.04	1.76
五月	2.20	2.10	2.34	2.10	2.04	1.76
六月	2.24	2.26	2.17	2.10	2.04	1.76
七月	2.23	2.15	2.10	1.99	2.04	1.76
八月	2.23	2.14	2.04	1.99	2.04	
九月	2.33	2.15	2.04	1.99	2.04	
十月	2.23	2.26	2.10	2.01	1.76	
十一月	2.23	2.27	2.11	2.01	1.76	
十二月	2.23	2.26	2.11	2.01	1.76	
平均	2.20	2.23	2.15	2.04	1.96	

世界各國化學肥料歷年價格統計表

肥料問題

一五、硝酸鈉 在安德威伯規定一五·五% 成品

月次	每百公斤之價(法郎)					
	一九三三	一九三二	一九三一	一九三〇	一九二九	一九二八
一月	102.00	125.00	126.00	125.00	121.00	133.00
二月	115.00	125.00	120.00	125.00	125.00	133.00
三月	122.00	125.00	121.00	122.00	122.00	133.00
四月	133.00	121.00	121.00	122.00	122.00	133.00
五月	122.00	125.00	121.00	122.00	122.00	102.00
六月	135.00	121.00	121.00	122.00	122.00	102.00
七月	125.00	121.00	122.00	122.00	122.00	102.00
八月	122.00	121.00	122.00	122.00	122.00	
九月	122.00	122.00	122.00	122.00	122.00	
十月	122.00	122.00	120.00	122.00	122.00	
十一月	122.00	122.00	121.00	120.00	122.00	
十二月	120.00	122.00	121.00	121.00	120.00	

平均	一九六·二五	一六七·二五	一九〇·九〇	一九三·〇四	一九四·六五
----	--------	--------	--------	--------	--------

註：(一)月底之定價 %O.無記載

十六、硝酸鈉 在倫敦規定一五·五% (由中站出口)

月次	每一〇一六公斤之價值(磅秤)					
	一九二七	一九二八	一九二九	一九三〇	一九三一	一九三二
一月	一三三三·九	一一七〇·〇	一〇一八·〇	九一九·五	九一八·〇	八一四·〇
二月	一三八一·九	一一五九·九	一〇一〇·〇	一〇二一·〇	一〇〇〇·〇	八一六·〇
三月	一三一七·七	一一〇六·六	一〇二二·二	一〇二一·〇	一〇〇〇·〇	九一〇·〇
四月	一三一三·〇	一〇二一·七	一〇二三·〇	一〇二一·〇	一〇〇〇·〇	九一〇·〇
五月	一三一三·〇	一〇六六·六	一〇二三·〇	一〇二一·〇	一〇〇〇·〇	九一〇·〇
六月	一三一七·七	一〇七〇·〇	一〇二三·〇	一〇二一·〇	一〇〇〇·〇	九一〇·〇
七月	一四一四·〇	一〇七二·二	一〇二五·〇	一〇二一·〇	一〇〇〇·〇	九一〇·〇
八月	一三二七·〇	一〇一三·〇	九一九·〇	九一七·〇	九〇〇·〇	
九月	一一一九·五	一〇一五·二	九一九·五	九一七·〇	七一八·〇	

世界各國化學肥料歷年價格統計表

表式方合配料肥用應

小 麥	大 麥	水 稻	土壤類別		說明
			作物 肥料 比例	肥料 種類	
三·一·一 一·一·一 (三·一·一)	三·一·一 一·二·二 四·三·三	三·一·一 二·一·一 五·二·二	四·一·一 二·三·四 六·四·五	三·一·一 二·二·二 五·三·三	有機物肥料與磷鉀及三分之 一氮肥作基肥，餘三分之 氮肥作追肥，分二次施用。 除用豆餅外，可以草木灰代 替一部分磷鉀，草灰內含百 分之四·五磷鉀，二·一磷 灰以其他作物亦可施用草木 灰以替代磷鉀肥料。
三·一·一 二·二·二 五·三·三	三·一·一 二·三·三 五·四·四	四·一·一 二·三·四 六·四·五	三·一·一 二·二·二 五·三·三	三·一·一 二·二·二 五·三·三	
三·一·一 二·二·二 四·三·三	三·一·一 二·二·二 四·三·四	三·一·一 二·二·二 五·三·三	三·一·一 二·二·二 五·三·三	三·一·一 二·二·二 五·三·三	

平均	十一月	十二月	十一月	十二月	平均
三·一·一	二·九·四	二·八·六	二·九·四	二·八·六	三·一·一
四·一·一	三·一·一	三·一·一	三·一·一	三·一·一	四·一·一
五·二·二	四·一·一	四·一·一	四·一·一	四·一·一	五·二·二
六·三·三	五·二·二	五·二·二	五·二·二	五·二·二	六·三·三
七·四·四	六·三·三	六·三·三	六·三·三	六·三·三	七·四·四
八·五·五	七·四·四	七·四·四	七·四·四	七·四·四	八·五·五
九·六·六	八·五·五	八·五·五	八·五·五	八·五·五	九·六·六
十·七·七	九·六·六	九·六·六	九·六·六	九·六·六	十·七·七
十一·八·八	十·七·七	十·七·七	十·七·七	十·七·七	十一·八·八
十二·九·九	十一·八·八	十一·八·八	十一·八·八	十一·八·八	十二·九·九

肥料問題

浙江省二十二年年度化學肥料登記統計表

至九月
底止

陳 疇

縣名	商號	登記商號	報查商號	報查登記	報 查 數 量 及 種 類										合計數量	合計金額
					硫酸	過磷酸石灰	磷酸鈣	磷酸二鈣	突尼新	海鳥糞	下內門	混合肥	和合肥	氯化鉀		
杭州	二	二	二	八三,〇〇〇	七,四五一	四	一	一	三元	一	三一,五	一	一	一	一〇,〇一六	一三,〇三二.〇〇
海甯	二	二	二	一七,一〇,〇〇〇	七,一七五	一	一	一	三元	一	六,六	一	一	一	九,三三七	一三,〇七六.〇〇
餘杭	一	一	一	一,〇〇〇	一	一	一	一	四	一	一	一	一	一	元	五,八一〇.〇〇
嘉興	四	三	三	一〇,一三,〇〇〇	三,三三三	一	一	一	一七	一	三,三	一	一	一	四,〇三元	五,七一五.〇〇
平湖	一	一	一	一,〇〇〇	一〇〇	一	一	一	一	一	一	一	一	一	四,〇	五,五六〇.〇〇
嘉善	三	三	三	九,〇〇〇	三,三三三	一	一	一	九	一	一,〇	一	一	一	二,八一〇	四,三〇一.〇〇
吳興	三	三	三	一〇,一三,〇〇〇	四,五五〇	一	一	一	一	一	三,三	一	一	一	五,七二六	八,〇,五九二.〇〇
長興	一	一	一	一,〇〇〇	一〇〇	一	一	一	一	一	一	一	一	一	二,四	一,九九六.〇〇
歸德	四	四	四	一三,三,〇〇〇	一〇,二五五	一	一	一	二元九	一	四,七	一	一	一	一三,三三三	一七,八九五.〇〇
奉化	一	一	一	一,〇〇〇	一	一	一	一	一	一	一	一	一	一	一	一
象山	二	二	二	四,〇〇〇	一,一〇〇	一	一	一	一元	一	一	一	一	一	二,五三四	三,六,六四.〇〇
慈谿	三	二	二	四,〇〇〇	一,三三〇	一	一	一	二元	一	一	一	一	一	一,三三三	二,三〇三.〇〇

浙江省二十二年年度化學肥料登記統計表

浙江省二十二年度化學肥料行商登記統計表

呂貞盈

縣	名商	號呈請人住	址登	記	續	數	包數			
							氮	磷	鉀	混合肥
杭	縣正記公司	魏子賢	江干海月橋陸泰號內			5000		4	3	
同	慎	餘朱經	源湖墅清河兩			10000	7442	336	64	2356
同	美亨通	王梓城	過軍橋			3000				
同	利權公司	張順境	江干			1000				
同	和豐公司	汪乃輔	橫河橋			3000				
海	寧培源公司	吳涵影	硤石鎮			3000	3000	211	120	
同	增	華沈蔭侯	硤石鎮			3000	3734	33	9	1150
餘	杭元	亨朱春林	觀音弄口			1000	315	5	1	
嘉	興生源公司	吳敬齋	中街			1000	200	120	24	
同	萬永興	鄭鉅卿	嘉興			1000				
同	增	華朱秀山	洋關街			3000	1334	120	6	330
同	洽	豐范亮	塘灣街			3000	105	33	6	

平	湖昇源順李明夫東門外	1000	1000				1100
嘉	善嘉 豐施昌麟西塘鎮	1000	1000				1100
同	同 華金永興西塘鎮	1000	1000				1000
同	同 恒裕開天聲城中	1000	1000				1000
吳	吳 興農公司吳維新南潯鎮	1000	1000				1000
同	同 祥 和施翰庭北街	1000	1000				1000
同	同 同源福范希淹飲古巷	1000	1000				1000
郵	郵 縣公 益施文卿通靈橋	1000	1000				1000
同	同 永泰豐樂興生雙街	1000	1000				1000
同	同 晉和源任桂堂江東	1000	1000				1000
同	同 利農公司李時正江北岸	1000	1000				1000
奉	奉 化同 昌博曉伶大街	1000	1000				1000
象	象 山橋 大楊玉書石浦鎮	1000	1000				1000
同	同 通 源廣德潤南街	1000	1000				1000
慈	慈 豐益農公司應 嶺鳴鶴橋	1000	1000				1000

浙江省二十二年度化學肥料行商登記統計表

肥料問題

六四

同	公	興沈忠富市中心口	2000	250				250
同	錦恒泰	江慶裕鳴鶴場						
紹	興實森和	寶榮保佑橋	2000	320	250	110		
同	章泉記	章遠欽探花橋	1500	230	250	157	150	
同	培	昌柳中樑探花橋	2000	250				250
同	五	豐馬國材西郭	1500	250	250	250	250	
蕭	山聚新公司	蔡如登臨浦中街	2000	180	250	30	30	150
同	振豐信	孫宗仁臨浦	2000	190	250	50		
同	寅	源章宗煤義橋	1000					
諸	贊生	康王和甫大街	1000	90				250
同	胡天和	和胡道安城內	2000	350	250	50		250
餘	桃公	和陳升繁南城	2000	350	250	100		
同	公	興潘謹聲晉園街	2000	250	250	15		250
同	人	和顧宏鉅三官堂	2000	250	250	30		
同	茂	泰韓少雲東門	2000	160	250	250	250	

同	永利協應	應黃岩路橋	1000	100	17	3	
同	許同人盧	曹炎黃岩	1000	1100	9	1	100
同	元	發輝偉孫黃岩	1000				
同	孫玉珍管	指南黃岩路橋	1000	100	17	3	
天	台寶昌和梅	值三縣前	1000				
同	楊聚和楊	益齡天台橋上街	1000				
同	范永豐范	慶安旺前下大街	1000				
同	寶豐和姜	子濱城內大街	1000	500			9
同	益豐和范	慶安三角街	1000				
同	金源康金	友恒城內	1000	100			10
溫	嶺王萬興王	申甫溫嶺縣	1000				
同	謝合利謝	雲甫溫嶺縣	1000	100	3	6	
水	嘉華興公司	史猛四營堂巷	1000	100	6	3	10
同	和	豐楊仲和饒頭巷	1000	500	6	1	10
同	五豐公司	兼授先南門	1000	500	7	1	10

同	合豐公司	葉豐天	大南門外虞師里	10000	2500	300	300	1000	1000
樂	清虹	吳王仲軒	雙橋	5000					
瑞	安華興公司	姚志真	南門外	5000	1500	300	300	500	
同	同	盛朱省	南門外	5000	1100	100	100	300	
同	元	昌凌佩	南門底	1000					
同	成	大葉作林	南門底	5000	1000	100	100	500	1100
同	廣達利	曹笑卿	城內	5000	2000	200	200	500	800
平	陽成	生袁植	民繁江方額下	5000	1100	100	100	300	
同	益	曹諸葛	繁江	5000	3800	300	300	500	1000
同	義	生陳子玉	繁江	5000	1100	300	300	500	
同	王廣源	王文川	古繁頭	5000	700	100	100	500	700
金	泰乾元	泰孫錫	金華	1000	100	100	100	500	
同	仁和信	丁麟	南市街	1000	50			50	
同	乾元泰	孫錫	繁蘭路	1000	200	100	100	50	900
同	協	和王	繁蘭路	5000	200				1000

浙江省二十二年度化學肥料行商登記統計表

肥料問題

東	陽久	大胡文瑞城內	5000	3300	2	2	50
同	恒豐祥華維熊東陽		5000	1500	1	3	47
義	島永	姓許品琛佛堂	5000	1616	3	6	60
同	祥生昌趙欽生佛堂		5000	1500	1	3	27
武	義鴻源格李作祥城內		1000	100	3	6	
浦	江黃永和黃金波黃宅市		1000	100	1	3	
水	康王同大王同處城內		5000	600	3	6	9
同	公太福郁福生城內		1000				
同	公大棧應吉甫城內		5000	650	6	9	
玉	環公	記方總廣楚門	5000	600	6	9	7
麗	水王公大王震字碧湖		5000	500	6	9	
同	許德生許翊卿四牌樓		1000				
稱	雲王同泰王同雙城內		1000	100			47
長	興公和生余嵩喬小東門		1000	100			3
新	昌馬昇源馬叔良南街		5000	1100	1	6	10

同	合泰和呂嘉讓中鎮街	1000	1000	1200	300
---	-----------	------	------	------	-----

世界各國化學肥料歷年每月平均價值統計表

每百公斤之單位肥料在金本位每月之平均價值

年與月	紐約 巴貝爾 波氏至六六% 與突尼 波氏至六六%	德 國 法 國 安 德 威 伯 法 國 倫 敦 德 國 法 國 紐 約	法 國 倫 敦 德 國 法 國 紐 約	法 國 倫 敦 德 國 法 國 紐 約	法 國 倫 敦 德 國 法 國 紐 約	法 國 倫 敦 德 國 法 國 紐 約	法 國 倫 敦 德 國 法 國 紐 約	法 國 倫 敦 德 國 法 國 紐 約
一月一九二七	二·五八	四·四六	三·五七	二·六七	二·六七	二·六七	二·六七	二·六七
二月	二·五八	四·四六	三·五七	二·六七	二·六七	二·六七	二·六七	二·六七
三月	二·五八	四·四六	三·五七	二·六七	二·六七	二·六七	二·六七	二·六七
四月	二·五八	四·四六	三·五七	二·六七	二·六七	二·六七	二·六七	二·六七
五月	二·五八	四·四六	三·五七	二·六七	二·六七	二·六七	二·六七	二·六七
六月	二·五八	四·四六	三·五七	二·六七	二·六七	二·六七	二·六七	二·六七
七月	二·五八	四·四六	三·五七	二·六七	二·六七	二·六七	二·六七	二·六七
八月	二·五八	四·四六	三·五七	二·六七	二·六七	二·六七	二·六七	二·六七

世界各國化學肥料歷年每月平均價值統計表

九月	二・五八	二・八六	四八・六六	三三・〇五	二四・五九	一四・五六	四八・六六	三三・三三	一八・五三	三五・四三
十月	二・五六	二・八九	四八・二六	三三・七七	三三・六一	二四・五六	四八・六六	三三・三三	一八・五三	三五・四三
十一月	二・五六	二・八九	四一・九六	三三・四一	三三・四九	二四・五六	四八・六六	三三・三三	一八・五三	三五・四三
十二月	二・五六	二・八九	四一・九六	三三・四六	二四・五六	二四・五六	四八・六六	三三・三三	一八・五三	三五・四三
一月 一九二八	二・五六	二・八九	四二・六一	三三・一五	二四・五六	二四・五六	四八・六六	三三・三三	一八・五三	三五・四三
二月	二・五六	二・八九	四三・三三	三三・四三	二四・一〇	二四・五六	四八・六六	三三・三三	一八・五三	三五・四三
三月	二・五六	二・八九	四三・八四	三三・五三	二四・九二	二四・五六	四八・六六	三三・三三	一八・五三	三五・四三
四月	二・五六	二・八九	四三・八四	三三・一六	二四・二〇	二四・五六	四八・六六	三三・三三	一八・五三	三五・四三
五月	二・五六	二・八九	四三・八四	三三・九七	二四・三三	二四・五六	四八・六六	三三・三三	一八・五三	三五・四三
六月	二・五六	二・八九	四三・八四	三三・三四	二四・九二	二四・五六	四八・六六	三三・九七	一八・五三	三五・四三
七月	二・五六	二・八九(十)	四〇・四五	三三・一五	二四・六五	二四・五六	四八・六六	三三・二四	一八・五三	三五・四三
八月	二・六七	二・八九	四一・〇六	三三・〇六	二四・八二	二四・五六	四八・六六	三三・三三	一八・五三	三五・四三
九月	二・六七	二・八九	四一・〇六	三三・〇六	二四・六五	二四・五六	四八・六六	三三・三三	一八・五三	三五・四三
十月	二・六七	二・八九	四一・〇六	三三・〇六	二四・七二	二四・五六	四八・六六(十)	三三・三三	一八・五三	三五・四三
十一月	二・六七	二・八九	四一・〇六	三三・〇六	二四・七二	二四・五六	四八・六六	三三・三三	一八・五三	三五・四三

十二月	二·六七	二·八九	四·〇六	四·五〇	三〇·四五	二五·三八	三三·〇六	三三·三三	一八·五三	三五·四三
一月一九三〇	二·六七	二·八九	四·〇六	四·五〇	三三·六三	二六·四二	三三·〇六	三三·三三	一八·五三	三五·四三
二月	二·六七	二·八九	四·〇九	四·五〇	三三·六二	二六·四三	三三·〇六	三三·三三	一八·五三	三五·四三
三月	二·六七	二·八九	四·〇七	四·五〇	三〇·五三	二六·四二	三三·〇二	三三·三三	一八·五三	三五·四三
四月	二·六七	二·八九	四·〇七	四·五〇	二九·七二	二六·四四	三三·〇二	三三·三三	一八·五三	三五·四三
五月	二·六七	二·八九	四·〇七	四·五〇	二九·七二	二六·四四	三三·〇二	三三·〇〇	一八·五三	三五·四三
六月	二·六七	二·八九	四·〇三	四·五〇	三〇·五三	二六·四四	三三·〇二	三三·九四	一八·五三	三五·四三
七月	二·六七	二·八九	四·〇〇	四·五〇	三〇·〇七	二六·四四	三三·〇二	三三·二四	一八·五三	三五·四三
八月	二·六七	二·八九	四·〇三	四·五〇	三三·五三	二六·四四	三三·〇二	三三·三三	一八·五三	三五·四三
九月	二·六七	二·八九	四·〇三	四·五〇	三三·五三	二六·四四	三三·〇二	三三·三三	一八·五三	三五·四三
十月	二·六七	二·八九	四·〇三	四·五〇	三三·五三	二六·四四	三三·〇二	三三·三三	一八·五三	三五·四三
十一月	二·六七	二·八九	四·〇三	四·五〇	三〇·八八	二六·四四	三三·〇二	三三·三三	一八·五三	三五·四三
十二月	二·六七	二·八九	四·〇三	四·五〇	三三·六三	二六·四四	三三·〇二	三三·三三	一八·五三	三五·四三
一月一九三〇	二·六七	二·八九	四·〇七	四·五〇	三三·九二	二六·四四	三三·〇二	三三·三三	一八·五三	三五·四三
二月	二·六七	二·八九	四·〇〇	四·五〇	三三·六二	二六·四四	三三·〇二	三三·三三	一八·五三	三五·四三

世界各國化學肥料歷年每月平均價值統計表

六月	二·六七	三·〇二	四〇·三三	四八·八〇	三六·一〇	三六·九六	三六·七一	三三·二四	一七·九三	三六·一四
七月	二·六七	三·一五	四〇·二一	四八·〇〇	三六·〇〇	三六·九六	三六·三五	三三·三五	一七·九三	三六·一四
八月	二·六七	三·一五	四〇·八五	四八·一八	三六·三七	三六·九六	三六·三五	三三·三二	一七·九三	三六·一四
九月	二·六七	三·一五	四〇·四二	四八·一八	三六·六五	三六·九六	三六·〇〇	三三·〇七	一七·九三	三六·一四
十月	二·六七	三·一五	四〇·九四	四八·六九	三六·九二	三六·九六	三三·七三	三三·八一	一七·九三	三六·一四
十一月	二·六七	三·〇四	四八·〇七	四八·七四	三六·九二	三六·九六	二七·九〇	三三·一八	一七·九三	三六·一四
十二月	二·六七	三·〇四	四八·〇七	四八·八九	一七·六九	三六·九六	二五·二五	三三·八三	一七·九三	三六·一四
一月 一九三三	二·六七	三·〇四	四八·〇七	四八·一五	一八·八九	三六·九六	二五·五五	三〇·八六	一七·九三	三六·一四
二月	二·六七	三·〇五	四八·〇七	四八·三二	二〇·〇〇	三六·九六	二五·八四	二〇·八六	一七·九三	三六·一四
三月	二·六七	三·〇五	四八·二八	四八·四三	二二·九二	三六·九六	二七·二五	二〇·九八	一七·九三	三六·一四
四月	二·六七	三·〇五	四八·二八	四八·五五	二二·九二	三六·九六	二八·〇五	二〇·三五	一七·九三	三六·一四
五月	二·六七	三·〇五	四八·二八	四八·八七	二四·六五	三六·九六	二七·四二	一九·七六	一七·九三	三六·一四
六月	二·六七	三·〇四	四八·〇七	四八·五一	二六·一〇	三六·九六	二八·二五	一九·八九	一七·九三	三六·一四
七月	二·六七	三·〇四	四八·二八	四八·一五	二六·八三	三六·九六	二七·八九	二〇·三八	一七·九三	三六·一四

世界各國化學肥料歷年每月平均價值統計表

年與月	安達威特倫 至少10.5%	教紐 10.6%	約紐 10.5%	約安達威特倫 15.5%	約安達威特倫 15.5%	納加特尼紐 15.5%優等粗	約倫	收日內 九一九%
一月一九二七	100.76	105.60	117.11	193.15	195.31	311.14	119.99	62.05
二月	115.81	106.00	100.75	195.36	200.66	315.14	119.99	62.05
三月	131.56	108.23	104.35	196.83	203.47	317.41	119.99	62.05
四月	133.56	108.23	106.56	191.67	199.69	317.71	119.99	62.05
五月	135.60	108.33	103.78	191.67	203.93	317.71	119.99	62.05
六月	106.10	108.33	103.78	103.78	109.55	318.81	119.99	62.05
七月	111.66	108.33	106.81	165.87	173.06	319.00	119.99	62.05
八月	108.93	109.29	103.38	165.87	169.69	197.78	119.99	62.05
九月	115.26	110.33	103.38	171.00	165.58	183.65	119.99	62.05
十月	113.17	113.15	103.78	178.77	170.36	180.66	119.99	62.05
十一月	114.59	113.51	103.78	178.77	170.36	183.56	119.99	62.05
十二月	110.33	113.33	103.78	178.77	168.39	182.66	119.99	62.05
一月一九二八	116.56	117.71	103.78	171.00	168.71	181.76	119.99	62.05

二月	133.7	128.3	128.9	169.8	163.2	180.7	130.2	9.4	63.5	60.3
三月	110.3	128.3	128.1	171.0	163.3	176.8	130.2	9.4	63.0	62.3
四月	110.5	128.3	128.3	171.0	163.3	176.8	130.2	9.4	63.0	62.3
五月	110.3	128.3	128.3	171.0	163.3	176.8	130.2	9.4	63.0	62.3
六月	113.8	128.3	128.3	171.0	163.3	176.8	130.2	9.4	63.0	62.3
七月	107.5	128.3	128.3	171.0	163.3	176.8	130.2	9.4	63.0	62.3
八月	107.5	128.3	128.3	171.0	163.3	176.8	130.2	9.4	63.0	62.3
九月	107.5	128.3	128.3	171.0	163.3	176.8	130.2	9.4	63.0	62.3
十月	111.6	128.3	128.3	171.0	163.3	176.8	130.2	9.4	63.0	62.3
十一月	111.6	128.3	128.3	171.0	163.3	176.8	130.2	9.4	63.0	62.3
十二月	116.3	128.3	128.3	171.0	163.3	176.8	130.2	9.4	63.0	62.3
一月	110.6	128.3	128.3	171.0	163.3	176.8	130.2	9.4	63.0	62.3
二月	110.1	128.3	128.3	171.0	163.3	176.8	130.2	9.4	63.0	62.3
三月	110.1	128.3	128.3	171.0	163.3	176.8	130.2	9.4	63.0	62.3
四月	110.1	128.3	128.3	171.0	163.3	176.8	130.2	9.4	63.0	62.3

世界各國化學肥料歷年平均價值統計表

肥料問題

七六

五月	110.45	113.35	115.41	116.11	120.20	120.55	132.天	九.九五	七三.三	70.30
六月	105.55	118.35	113.65	116.55	116.00	117.55	132.六	九.九五	七二.60	56.78
七月	101.15	118.35	117.05	118.81	116.55	117.55	132.天	九.九五	七二.36	56.78
八月	101.85	113.87	119.85	115.55	118.55	115.35	132.天	九.九五	六六.00	57.60
九月	103.61	118.08	118.85	115.35	119.39	115.16	132.天	九.九五	六六.00	60.75
十月	103.68	115.04	119.85	118.81	118.79	115.16	132.天	九.九五	六六.00	60.75
十一月	101.55	116.88	119.85	116.29	118.19	115.35	132.天	九.九五	六五.16	60.75
十二月	口。	118.69	118.55	116.29	118.19	115.35	132.天	九.九五	六七.01	62.93
一月	113.00	110.10	114.04	116.29	118.06	115.66	132.天	九.九五	六七.01	62.93
二月	102.41	113.40	115.66	116.29	116.00	116.75	132.天	九.九五	六七.65	63.10
三月	102.41	113.40	116.55	116.29	118.06	116.75	132.天	九.九五	六六.00	63.01
四月	102.41	113.40	116.55	116.29	118.06	116.75	132.天	九.九五	六三.92	63.11
五月	101.55	113.40	118.27	118.81	117.55	116.75	132.天	九.九五	六二.68	61.15
六月	101.55	113.40	118.68	118.81	117.55	116.75	132.天	九.九五	六二.05	57.45
七月	口。	113.40	118.11	118.68	118.68	116.75	132.天	九.九五	六二.05	口。

八月	0	110.17	109.18	116.70	136.58	159.73	13.27	9.95	58.95	52.55
九月	0	108.8	100.8	116.70	137.53	149.73	13.27	9.95	58.95	52.19
十月	108.8	108.7	99.10	118.92	138.93	150.96	13.27	9.95	55.33	52.19
十一月	108.05	110.25	97.5	118.92	140.33	153.7	13.27	9.95	55.33	51.19
十二月	108.10	111.6	96.5	118.92	141.73	156.1	13.27	9.95	55.33	48.18
一月	108.1	113.7	95.87	118.92	142.73	158.5	13.27	9.95	55.33	48.18
二月	108.57	114.7	95.87	118.92	144.13	161.1	13.27	9.95	53.99	46.55
三月	0	114.7	96.66	118.92	144.13	161.1	13.27	9.95	53.37	45.73
四月	0	114.7	96.66	118.92	144.13	161.1	13.27	9.95	53.37	46.82
五月	0	114.7	90.86	118.92	146.87	161.1	13.27	9.95	50.89	45.05
六月	0	114.7	89.8	118.92	146.87	161.1	13.27	9.95	50.26	45.05
七月	0	114.7	73.6	118.92	146.87	161.1	13.27	9.95	49.03	0
八月	108.3	73.0	73.6	118.92	146.87	161.1	13.27	9.95	49.03	38.90
九月	107.10	61.6	73.6	118.92	146.87	161.1	13.27	9.95	37.50	38.19
十月	107.15	60.8	70.8(+)13.5	118.92	146.87	161.1	13.27	9.95	37.5	36.97

世界各國化學肥料歷年每月平均價值統計表

應用品料配合式表

養 草	棉 作	作物 名稱 比例		土壤類別		說明
		氮	磷	土	中	
五、三、五	二、四、三	一、一、一 一、三、二 一、二、一	三、六、三	一、一、一 一、五、二 一、六、三	二、六、三	棉作喜芝麻餅與菜子餅 作基肥，海島糞及他種磷肥 均作基肥，總之，多用磷肥 ，少用氮肥。
三、二、一 二、二、四 五、三、五	一、一、一 一、三、二 一、二、一	四、一、一 三、一、六 七、二、七	三、六、三	一、一、一 一、五、二 一、六、三	二、六、三	少用。宜用硫酸鉀忌中氯化

七月	六月	五月	四月	三月	二月	一月一九三三	十二月	十一月
四七.三九	四三.九八	三〇.六三	三三.七六	三七.二九	三七.二九	三六.五九	三六.六五	三六.二四
四六.二八	六〇.四四	六三.六二	六五.〇九	六三.一八	五九.九八	五九.二八	五九.〇〇	六〇.二三
五二.二八	五九.五三	五九.五三	六九.六七	五八.五三	六二.三二	六二.三二	六二.三二	六二.三二
一三.三九	一三.三九	一三.三九	一三.三九	一三.三九	一三.三九	一三.三九	一三.三九	一三.三九
九九.一六	九九.一六	九九.一六	一一.三五	一一.三五	一一.三五	一一.三五	一一.三五	一一.三五
一〇五.四五	一〇八.七二	一〇八.七二	一一.二三	一〇七.九七	一〇〇.三三	九七.九三	九五.六六	一〇四.四九
一一.三九	一一.三九	一一.三九	一一.三九	一一.三九	一一.三九	一一.三九	一一.三九	一一.三九
九.九五	九.九五	九.九五	九.九五	九.九五	九.九五	九.九五	九.九五	九.九五
二八.八三	三三.五九	三三.三〇	三六.〇〇	三五.三三	三一.七七	三四.四六	三三.六二	三五.七三
二九.四二	三三.一四	三三.一四	三三.九二	三三.四四	三三.七六	三四.八四	三四.五八	三四.三二

浙江省化學肥料販賣取締規則 二十二年三月十六日公布

第一條 本規則依據浙江省政府委員會議決取締化學肥料辦法大綱訂定之。

第二條 凡單純氮質化學肥料及未經浙江省建設廳審核許可之其他一切化學肥料，一律禁止輸入省境。

第三條 凡在本省境內經售化學肥料者，應依照左列之規定，聲請登記：

甲、批發行商，向建設廳登記；

乙、零售商店，向所在地縣市政府登記；

前項登記辦法另定之。

第四條 凡經許可之化學肥料輸入省境，須於入境前十日，向建設廳呈繳貨樣，填單報查；同時並呈驗實業部上海商品檢驗局之運輸浙省證明書及成分化

驗單；

前項報查單式樣另定之。

第五條 凡經許可之化學肥料，須經建設廳查對，黏貼查對證後，方准運輸販賣。

第六條 凡為研究試驗之用，或有特殊用途之單純氮質肥料，須說明事由，確定所需數量，並備具證明文件，呈經建設廳特別許可，方准輸入。

第七條 凡關於化學肥料之營業宣傳品，須先向建設廳或所在地縣市政府呈驗，未經許可者，不得宣傳。

第八條 凡違反本規則者，應按其情節輕重分別處罰，其罰則另定之。

第九條 本規則自浙江省政府公布日施行。

浙江省化學肥料批發行商登記辦法 二十二年三月十六日公布

第一條 凡浙江省境內化學肥料批發行商，均應依照本辦法聲請登記。

丙、五千担以上，二百五十元；

丁、一千担以上，五十元；

第二條 凡本省化學肥料批發行商，於開辦時登記一次，以後每年登記一次，自二月一日起至二十八日止舉行之。

戊、不滿一千担者，二十五元。

第三條 凡本省化學肥料批發行商，須依照前條之規定，向建設廳填送登記表，請領許可證，其未經領得許可證者，不得營業；

第四條 化學肥料批發行商每次登記時，須依照左列等級繳納登記費：

第五條 化學肥料批發行商批發化學肥料之數量，如查有超過其登記時所填報之等級，除原繳登記費外，並應補繳加倍之登記費。

第六條 化學肥料批發行商每次進貨時，應於三日內報廳查對後，方得批發；

前項報查單式樣另定之。

前項報查單式樣另定之。

第七條 化學肥料批發行商應於每年年終，將全年營業狀況呈報建設廳查核。

甲、三萬担以上，一千五百元；

第八條 本辦法自浙江省政府公佈日施行。

乙、一萬担以上，五百元；

浙江省各縣市化學肥料零售商店登記辦法

二十二年三月十六日公布

第一條 浙江省境內化學肥料零售商店均應依照本辦法聲請登記。

第二條 凡本省各縣市化學肥料零售商店，於開辦時登記一次，以後每年登記一次，自二月一日起至二月二十八日止舉行之。

第三條 凡本省各縣市化學肥料零售商店，須依照前條之規定，向所在地縣市政府填送登記表，請領登記證，其未領得登記證者，不得營業；前項登記表及登記證式樣另定之。

第四條 化學肥料零售商店每次登記時，須依照左列等級繳納登記費：

- 甲、二百担以上，二十元；
- 乙、一百担以上，十元；
- 丙、五十担以上，五元；
- 丁、十担以上，二元；

戊、不滿十担者，一元。

前項登記費，得分兩期繳納，登記時繳納半數，其餘半數，得取具殷實鋪保，限於本年七月底前半月以內繳清；但在七月以後新設之商店，其登記費須一次繳清；其已經登記之商店，如有半途停歇者，未繳之登記費仍應補繳足數。

第五條 化學肥料零售商店經售化學肥料之數量，如查有超過其登記時所填報之等級，除原繳登記費外，並應補繳加倍之登記費。

第六條 化學肥料零售商店每次進貨，應報由市縣政府隨時派員查對。

第七條 化學肥料零售商店經售之化學肥料，如有攙假作偽等情弊，得由縣市政府照章處理；其有上項嫌疑而未確切斷定者，應由縣市政府先將貨物扣留，呈請建設廳派員查驗處辦。

第八條 化學肥料零售商店應於每年年終，將全年營業狀

况報告縣市政府，彙呈廳處備查核。

第九條 本辦法自浙江省政府公佈日施行。

浙江省化學肥料販賣取締處罰規則 二十二年三月十六日公布

第一條 本規則據依浙江省化學肥料販賣取締規則第八條之規定訂定之。

第二條 依照本規則處罰金時，最高額爲物品原價百分之五十，最低額爲物品原價百分之五。

第三條 凡有左列各款之一者，處以最高額之罰金：

- 一、違反販賣取締規則第二條之規定者；
- 二、未領許可證或登記證而擅自販賣者；
- 三、對於施行查對有抗拒之行爲者；
- 四、攙混雜質或私易他貨者。

第四條 凡有左列各款之一者，於最高額最低額之範圍內

，分別輕重，處以罰金：

- 一、逾規定期限不登記不報查者；
- 二、已經查對之化學肥料違章配合者；

三、夾帶未粘貼檢查證、成分化驗單及查對證之貨品者；

四、重用已貼用之證單，偷裝未經檢查或查對之化學肥料者；

五、報查單實不符，或混用逾限之一切單據者；

六、違反販賣取締規則第七條之規定者；

七、其他偷漏或冒混及作偽等之舞弊行爲者。

第五條 凡有第三條及第四條所列各款之一者，得酌量情節輕重，沒收其貨物，或吊銷其許可證或登記證。

第六條 凡有左列各款之一者，送交法院依法懲辦：

- 一、受查對者與稽查人串通舞弊或行使賄賂者；
- 二、發覺人緝獲人匿報賣放或串通舞弊者；

三、偽造或塗改各種證單者。

第七條 凡科罰款項及沒收貨物，以半數解廳，以半數充

實，其充實數目，作一成支配如左：

一、四成給告發人；

二、三成給協緝軍警；

三、三成給執行機關職員獎金及處理該案辦公費

第八條 凡科罰款項及沒收貨物，均由主辦官廳發給收據

第九條 本規則自浙江省政府公佈日施行。

浙江省推廣有機肥料委員會規程 二十二年五月十七日公布

第一條 浙江省建設廳為推廣及便利有機肥料之使用與供

給，設置浙江省推廣有機肥料委員會。

第二條 本規程所稱有機肥料，以油粕類之棉籽餅、菜籽

餅、豆餅、蔗餅、桐餅及鳥糞、碎骨等成爲大宗

商賣品者爲範圍。

第三條 本會附設於浙江省建設廳，受建設廳之指揮監督

，并於各縣市政府設立分會，受縣市政府及本會

之監督及指導。

第四條 本會委員，由建設廳指派或聘任左列各人員充任

之：

一、建設廳秘書一人；

二、建設廳合作事業專員；

三、建設廳第四科科长；

四、農業改良總場場長；

五、農業改良總場化學肥料管理處主任；

六、杭州中國農工銀行代表一人；

七、浙江大學農學院院長；

上海棉餅公會、豆餅公會等，經本會許可，得派

員列席。

第五條 各縣市分會委員，由縣市合作事業指導員、縣市

農業金融機關主任長官、縣農業改良場場長及建設科或社會科科長充任之；

前項人選，如有特殊情形必須變更時，得由縣市

政府呈請建設廳核准行之。

第六條

本會以建設廳合作事業專員爲常務委員，各縣市分會以建設科或社會科科長爲常務委員，處理日常事務。

第七條

本會及各縣市分會開會時，以常務委員爲主席，主席因故不能出席時，由委員互推一人代理之，本會之職權如左：

第八條

- 一、關於有機肥料之接洽訂購及運輸供給事項；
- 二、關於有機肥料之計劃貸放及保證事項；
- 三、關於有機肥料之調查及統計事項；
- 四、關於各縣市分會之指導及監督事項；
- 五、關於施用有機肥料之指導及宣傳事項。

第九條

各縣市分會之職權如左：
一、關於本縣市各合作社需用有機肥料之調查統

計及報告事項；

二、關於有機肥料之分配事項；

三、關於有機肥料貸款之收回及報解事項；

四、關於有機肥料貸款之計劃墊付及保證事項；

五、關於使用有機肥料之指導及宣傳事項。

第十條

本會及各縣市分會會議無定期，由常務委員酌量情形，隨時召集之。

第十一條

本會會議決事項，應送請建設廳核定施行，各縣市分會議決事項，送由縣市政府轉呈建設廳，或逕呈建設廳核定施行。

第十二條

本會及各縣市分會各委員，均爲無給職。

第十三條

本會辦事人員，由建設廳合作事業室職員兼任，各縣市分會辦事人員，由各縣市建設科或社會科職員兼任，不另支給薪津。

第十四條

本會供給肥料，以已經縣市政府登記之合作社爲限。

第十五條

本會辦事細則及其他一切章則另定之。

第十六條

本規程自浙江省建設廳公布日施行。

金華縣推廣有機肥料委員會分會施行細則

第一條 本細則，依照浙江省推廣有機肥料委員會規程訂定之。

第二條 本會以供給或介紹有機肥料於已經縣政府登記之合作社為限。

第三條 本會委員，除浙江省推廣有機肥料委員會規程第五條規定者外，並得就本縣情形，聘任左列人員充任之：

一、縣農會常務委員；

二、各區區長；

三、縣立苗圃管理員。

各合作社聯合會得於開會時派員列席。

第四條 本會以建設科長為常務委員，處理日常事務，辦事人員，由建設科職員兼任，不另支薪津。

第五條 各合作社向本分會請求發放肥料時，須於每月十五日以前，開列數量，送會核辦。

第六條 各合作社急需肥料之時，如經合作指導員確調查實，或經各區負責人員證明，經常務委員同意，得先行發放，或分別介紹，然後提交本會追認。

第七條 本會分配肥料，以各合作社社員所種田畝及合作社信用程度為標準。

第八條 合作社金融有不敷周轉時，得依浙江省推廣有機肥料委員會規程第九條第四項之規定，由本會籌款補救，其辦法另定之。

第九條 本會除辦理浙江省推廣有機肥料委員會規程第九條所規定一切事項外，並得介紹本縣出產有機肥料於浙江省推廣有機肥料委員會，代為運銷。

第十條 本會以每年六月、十二月，各舉行結束會議一次，報告進行事務，審核一切賬目，呈報縣政府查核，並轉呈建設廳備案。

第十一條 本施行細則，呈報浙江省建設廳核准後施行。

金華縣推廣有機肥料委員會分會施行細則

海寧縣二十一年推廣有機肥料實施辦法

本辦法，為便於實施起見，特分下列二個時期：

甲、準備時期（二十二年六月五日起至六月底止）

一、由合作事業指導員查明已登記之合作社所需要有機肥

料之種類與數量，列表提會審查；

二、由農業改良場編印簡明有機肥料淺說，以供宣傳指導

之用；

三、由農民銀行向廳接洽定購有機肥料。

乙、施行時期（自二十二年七月一日起至七月底止）

一、合作社購用有機肥料，由農民銀行出具保證書代予担

保，如到期貸費未清，應先由農民銀行負責墊付；此

項墊付款項，即作合作社普通借款論，另行補備借款

手續；

二、由合作事業指導員會同農民銀行，隨時前往各合作社

，觀察社員領用有機肥料實在情形，並報告本會轉報

縣政府備查；

三、由農業改良場派員至各合作社，指導各社員使用有機

肥料之方法。

日本肥料取締法

何長祺譯

肥料爲農業物營養之要素。吾國農民缺乏科學智識，無論天然肥料與人造肥料，施用均不適當，影響生產甚大。際此農村衰落，民生凋敝，若不提倡研究，指導農民施用，農業前途，至爲可慮！邇者浙江省建設廳有管理化學肥料之舉，抑有鑒於斯乎？日本鶴田萬平氏所著肥料土壤實典書中，有肥料取締法一節，爰爲摘譯如下，以供研究者之參考焉！

(一) 肥料取締法

第一條 本法所稱爲肥料者，指供給植物營養之物料而言

及製造方法等，在輸入者、移轉者、買賣者，須記肥料之名稱及營業所之位置；

第二條 凡以肥料製造、輸入、移轉及買賣等爲營業，均

依前項如欲變更請願書載明之事項者，須得地方長官之認可。

須受地方長官之准許；因肥料之配合或製造業所產出

第四條 肥料營業者，照命令之規定處須具肥料保證單。

之副產物，皆視爲肥料之製造者。

第五條 當該官吏隨檢肥料營業者、運送業者、或倉庫業

前項之製造業及副產物，由主務大臣指定之。

者之店鋪、倉庫、工場、船車等時，就物品帳簿及其

第三條 前條第一項之准許請願書，在製造者，須記其製

他書類施行檢查，限於必要分量，得收去其肥料或製

造場之位置，並關於製造及搬運之設備、肥料之名稱

造原料。

當該官吏隨檢之際，認爲有關肥料之犯罪時，得從事搜索或封禁可以証明犯罪事實之物件。

關於隨檢之搜索及封禁，爾後適用國稅違章者處分法

第六條 受肥料營業之准許者，若無正當之理由，自其准許之日起至一年以內，尙未開業，或一年以上休業之時，地方長官得取消其准許。

第七條 肥料營業者違反本法及由本法所發命令之規定，或公益上認爲必要時，地方長官得取消其准許或停止及制限其營業。

前項之場合，地方長官對其營業者，在不超过三年之期間，得禁止關於肥料營業之一切行爲。

第八條 凡供給植物營養之原料，在地方長官特主務大臣之認可而指定者，因係其他用途，限於製造、輸入、移轉、買賣之時，不適用本法。

第九條 有左列各款之一者，處以二千圓以下之罰金，其肥料及原料雖非刑法第十九條之物，亦得沒收之：

1. 以詐欺行爲而受准許者；

2. 偽造肥料，或以欺人爲目的而混合他物之營業者；
3. 輸入、移轉或授受前項肥料之營業者；
4. 對於肥料偽造爲保證單之營業者，或使用他人之保證單及他人有保證單之容器於其他肥料之營業者；
5. 輸入、移轉或授受前項肥料之營業者。

第十條 有左列各款之一者，處以千圓以下之罰金或科料；在第一款及至第四款之場合，其肥料及原料雖非刑法第十九條之物，亦得沒收之：

1. 未受准許而爲肥料營業者；
2. 違犯第七條所發之命令者；
3. 未受准許或認可之製造方法，而爲製造肥料之營業者；
4. 製造、輸入、移轉或買賣未受准許或認可肥料之營業者；
5. 未經認可而變更製造所之位置，或關於製造及藏置設備之營業者。

第十一條 有左列各款之一者，處以三百元以下之罰金或

肥料：

1. 無第四條所列之保證單者；

2. 抗拒第五條之處分者。

第十二條 肥料營業者若為未成年者或禁治產者時，則由本法之規定，或由本法所發命令之規定，可適用於該營業者之親屬，即可適用之於法定代理人；但關於營業方面，就未成年者與成年者有同一之能力，不在此限。

第十三條 肥料營業者，若其代理人、戶主、家族、同居者、雇人及其他之夥伴，關於業務方面違反本法之規定，或由本法所發命令之規定時，不得以弄出自己之指揮而免罰。

第十四條 因本法而犯罪，或由本法所發命令而犯罪，可準用明治三十三年法律第五十二號。

附則

本法施行之期日，以勅令定之。

在本法施行前之肥料製造、販賣，或販賣之准許效力，以

明治四十一年十二月三十一日爲限。

(一) 肥料取締法施行規則

明治三十四年五月二十一日公布（農商務省令第五號）

同年十一月十四日改正（農商務省令第十號）

明治卅九年八月廿二日改正（農商務省令第二十四號）

明治四十一年八月十三日改正（農商務省令第十七號）

大正元年八月二十二日改正（農商務省令第一號）

大正十年三月十七日改正（農商務省令第四號）

第一條 凡欲受肥料製造營業之准許者，將准許請願書附加左記事項之呈文，投遞於所轄地方長官：

(1) 營業者之姓名及名稱、住所；

(2) 營業所之位置；

(3) 藏置所之位置。

第二條 准許請願書中所應記之製造方法如下：

(1) 原料之名稱；

(2) 製造法大要；

(3) 在第十三條第一號或第五號之肥料，各原料所含

有百分一以上氮質、磷酸、加里之最少量，及同第五號之肥料，如使用角粉、蹄粉、皮粉、毛粉、羽粉、骨炭末、骨灰、鳥糞，並其他類似此等之原料，其配合比例之最多量；

(4) 如有應加保證單之肥料時，須記其保證成分量。

第三條 凡欲受肥料輸入、移轉或買賣營業之准許者，將准許請願書附加左記事項之呈文，投遞於所轄地方長官：

(1) 營業者之姓名及名稱、住所；

(2) 廠置所之位置；

(3) 製造者之姓名、名稱及其主要製造場地點，並肥料之生產地；

(4) 除買賣營業者外，如有應加保證單之肥料，須記其保證成分量。

第三條之二 肥料買賣營業之准許請願書或認可請願書，所應記肥料之名稱，限於左列之肥料與普通肥料併記，可省略其各別之名稱：

(1) 第十三條第一項各號之肥料；

(2) 不使用溶劑所製造之大豆粕、魚肥類、人糞尿、獸肉榨粕、乾蠶蛹、米糠、草木灰。

第四條 地方長官對於肥料營業准許或認可之請願，如有因處理之必要時，得令請願者呈送其肥料或原料。

前項之場合，在指定之期間，如未呈送其肥料或原料時，地方長官得發還其准許請願書或認可請願書。

第五條 受肥料營業之准許者，如欲為行商之時，須請求行商地之地方長官，領取行商牌照，隨時攜帶；若使用雇人或其他之夥伴為行商時，亦當隨帶牌照。

第六條 凡在給與肥料營業准許之地方長官所轄區域以外，欲以行商為目的，請求發給行商牌照者，須以請願書附加關於肥料營業之准許請願書、認可請願書及其他書類，如准許證、認可證等，抄錄呈遞於行商地之地方長官；

依前項所呈遞於地方長官之書類如有變更其記載之事項時，應從速聲明為要。

第七條 行商者有變更時，或肥料營業者及行商者之姓名、名稱、住所等有變更時，肥料營業者須於二星期內，向行商地之地方長官請求更換牌照；若停止行商時，應立即繳還牌照。

肥料營業者死亡時，其承繼人應立續行商牌照；若行商者死亡時，其肥料營業者亦同。

第八條 肥料之製造營業者如欲變更第一條第二號所載之事項，或肥料之輸入、移轉營業者欲變更第三條第四號所載之事項時，須受所轄地方長官之認可。

第九條 肥料營業者如有變更第一條第一號第三號、第三條第一號乃至第三號所記之事項時，或停止其營業，或暫停二星期內復開時，須將其製造場、營業所、或置所，報告於所在地方長官。

第十條 肥料營業者在已有其營業之准許，或肥料取締法第三條第二項及本則第八條之認可者，若其製造場、營業所、或置所涉於二以上之道府縣時，須由其准許或認可之日起，二星期內，將請願書及其附加書類准

許證及認可證等，抄錄報告於關係地方長官。

第十一條 肥料營業者在各製造場及營業所，須將其關於營業請願書及其附加書類准許證及認可證、報告書等，抄錄預備為要。

第十二條 左記之副產物，為肥料取締法第二條第一項之副產物：

- (1) 大豆油粕、菜種油粕、棉實油粕、荏油粕、胡麻油粕、蓖麻子油粕、椰子油粕、落花生油粕、亞麻仁油粕、麻實油粕、植物雜油粕、米糠油粕；
 - (2) 魚族荒粕、獸肉榨粕、蠶蛹油粕；
 - (3) 硫酸、氮質、加里、鹽類。
- 產出前項副產物之製造業，即為肥料取締法第二條第三項之製造業。

第十三條 凡製造輸入或移轉左記肥料之營業者，因欲保證肥料之主成分量，其製造、輸入或移轉之後，須即將保證單黏貼於肥料各容器之外部，如不使用容器者，則黏於各個之外部：

(1) 過磷酸石灰、重過磷酸石灰、沈澱磷酸石灰、湯姆斯磷肥、硝酸鹽類、亞母尼亞鹽類、及由化學的方法所製造之肥料；

(2) 骨粉、骨炭末、骨灰、肉粉、蒸乾血、鳥糞，及其他粉碎之肥料；

(3) 菜種油粕、棉實油粕、荳油粕、胡麻子油粕、蓖麻子油粕、椰子油粕、落花生油粕、亞麻仁油粕、麻實油粕、植物雜油粕、米糠油粕、用溶劑製造之大豆油粕、蠶蛹油粕；

(4) 使用堆積肥料、乾糞肥料、燻炭肥料、液肥等吸收於他物之肥料；

(5) 將二種以上肥料所調合之肥料。

肥料營業者因變更有保證單之肥料容器，或將容器開放，或由天災及其他特別事故，其主要成分量發生異動之場合；又或應加保證單之肥料而不附加者，或保證單不堪第十五條第一項第一號乃至第五號之事項者，或填寫而不明白者，皆準用前項之規程；如保證單遺

失或損壞污濁之時，亦同。

第十四條 地方長官認為必要時，雖非前條所列之肥料，若經農商務大臣之認可，亦得令肥料營業者附加保證單。

前項之場合，地方長官認為必要時，其肥料雖含有百分一未滿之主成分量，亦得令其登記。

第十五條 保證單須載明左列之事項：

(1) 保證單之文字；

(2) 肥料之名稱；

(3) 肥料百分中之主成分量；

(4) 使用保證單者之姓名或名稱，並主要營業所之位置及營業種別。

前各款之外，在肥料製造營業者，須記其肥料之製造年月及製造場之地點；在輸入、移轉營業者，須記其肥料之輸入或移轉之年月及批發處等；在肥料買賣營業者，須記其肥料製造、輸入、移轉之營業者姓名、名稱或批發處，及保證單附加之年月。

前項第三號之主成分量，應照左列區別，載明肥料所含有百分一以上之主成分最少量：

(1) 亞母尼亞鹽類 亞母尼亞性氮質；

(2) 硝酸鹽類 硝酸性氮質；

(3) 過磷酸鈣、重過磷酸鈣 水溶性磷酸；

(4) 前號以外之磷酸鹽類 水溶性磷酸。不溶解於水而溶解於枸橼酸銨液之磷酸；

(5) 加里鹽類 水溶性加里；

(6) 有機質肥料 氮質全量、磷酸全量；

(7) 前各號以外之肥料 氮質全量、亞母尼亞性氮質；磷酸全量、氫氧化性磷酸；加里全量、水溶性加里。

第十六條 保證單內除前條規定事項及肥料淨貨、商標、

商號之外，不得記載其他事項；但在前條第二項第三號或第七號之肥料，不溶解於水而溶解於枸橼酸銨液之磷酸量，含有百分一以上者，不妨記載其最少量。

第十七條 因檢查欲收去必要之肥料或原料時，可知會肥

料或原料貯藏所之所有者、借主、管理者、夥伴、同居者或隣右之成年者而行之。

已收去之肥料或原料，應將容器密封，記明其名稱，並肥料營業者之姓名及名稱、收去之年月日及場所等，當該官吏及知會人，均署名封印，若知會人不署名封印或不能時，應附記之。

第十八條 關於隨檢、搜索、封禁等，可間接準用國稅犯法者處分法施行規則第二條乃至第五條、第八條及第十二條之規定。

第十九條 肥料營業者輸入或移轉肥料時，又在輸入港、移轉港交貨時，其起貨後，應即將肥料之名稱、數量、批發處及起貨地點、年月日等，報告起貨地之地方長官，但大豆油粕不在此限。

第二十條 肥料營業者在各營業所，須準備帳簿，凡進貨時，須填記其名稱、數量、價值、年月日及對方之姓名、名稱、住所等。

肥料製造營業者除前項之外，尚須準備帳簿，每次製

造肥料，填記其名稱、數量及年月日等。

前二項之帳簿，由記載最終日起，當保存二年以上。

第二十一條 肥料製造營業者在各製造場，前年中所製造之肥料及供給製造肥料之原料等，應分別其名稱、數量及價值等，每年二月終，報告於製造場所在地之地方長官。

肥料營業者在各營業所，前年中所輸入、移入、輸出、移出之肥料，準照前項報告於其營業所所在地之地方長官。

據前二項之規定，未有報告之事項，須聲明其理由，但輸出及移出者，不在此限。

營業者廢止其營業時，亦準前項同時報告。

營業者死亡時，由其承繼人亦準前項同時報告。

第二十二條 凡處分肥料營業之准許，認可或其取消，又其營業之停止或制限，又關於其營業行為之禁止等，在製造營業，則由其主要製造場所所在地之地方長官行之，在輸入、移轉或買賣之營業，則由其主要營業所

所在地之地方長官行之。

第二十四條 違反第七條至第十一條、第十六條、第十九條至第二十一條及第二十六條第二項者，或誇稱肥料之效能為虛偽之廣告者，處以百圓以下之罰金或科料。

附則 第二十四條 本則由肥料取締法改正法律施行之日施行。

第二十五條 本則施行之當時，凡已有保證單肥料之營業者，至明治四十二年二月末日止，須依本則附加保證單。

肥料營業者在本則施行後，二星期內，須將前項之名稱、數量，報告於其肥料存在地之地方長官。

(三)肥料取締法細則

(a) 細則由各府縣公布，與取締法及施行規則隨時更正；但在各府縣之規則，其小部分亦有稍異者，茲不具載。

(b) 細則係對於願書、帳簿及其他式樣，並各府縣內之營業者之規則等，各營業者均須準備為要。

化學肥料名稱一覽

一、無機類肥料

華名	名原	化學式	分析成分
硝 酸 鈉	Nitrate sodium	NaNO_3	14—18.5%N
硫 酸 銨	Ammonium sulfate	Am_2SO_4	20—30.6%N
氯化銨	Ammonium chloride	AmCl	24—25%N
硝 酸 銨	Ammonium nitrate	AmNO_3	34.5—35%N
石 灰 氮	Cyanamide calcium	CaCN_2	20—24%N
硝 酸 鈣	Calcium nitrate	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	12.8—15%N
尿 素	Urbe	$\text{CO} \begin{matrix} \diagup \text{NH}_2 \\ \diagdown \text{NH}_2 \end{matrix}$	46%N
煤 矸 類	Bulle	Complete	18—20%N

二、有機類肥料

磷 酸 二 鈣	Phosphate bicalcique	$\text{Ca}_2\text{H}_4(\text{PO}_4)_2$	36.5% P_2O_5
過 磷 酸 石 灰	Super phosphate	$\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$	18.9% P_2O_5

雙重過磷酸灰	Double super phosphate	$\text{CaH}_4(\text{PO}_3)_2 + \text{H}_2\text{PO}_4$	40.2% P_2O_5
托馬斯灰	Thomas slag	$(\text{CaO})_3\text{P}_2\text{O}_5\text{SiO}_2$	15-20% P_2O_5
雙重二級肥	Diamophos	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	21%N 53.9% P_2O_5
超級肥	Super-am.	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	4.1%N 15.8% P_2O_5
萊昂納肥	Leuna-phos.	$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	20%N 20% P_2O_5
阿登納肥	Phosphates des Ardennes		16-20% P_2O_5
摩洛哥肥	Phosphates du Maroc		33-35% P_2O_5
捷克斯拉夫肥	Phosphates d'abgerie (Tebasa)		27.5% P_2O_5
突尼斯肥	Phosphates de Tunisie (Gafsa)		28% P_2O_5
奧地利肥	Örale phosphates		18-22% P_2O_5
磷灰土肥	Phospharites	$\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8 + \text{CaCl}_2$ $(\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8 + \text{CaF}_2)$	37.6% P_2O_5
含磷黃泥	Vivranite		24-38% P_2O_5
瘤塊肥	Nodule phosphates		25-30% P_2O_5
軟磷肥	Coprolite		20-40% P_2O_5
總計	Somme phosphate		15-30% P_2O_5

卡洛利拿磷肥	Carolina phos.		28%P ₂ O ₅
夫洛利塔磷肥	Florida phosphate		31%P ₂ O ₅
埃及磷肥	Egyptian phosphate		16-20%P ₂ O ₅
馮爾特磷肥	Walter phosphate		15-17%P ₂ O ₅
威保磷肥	Wibergh phosphate	2Na ₂ O, 10CaO, 3P ₂ O ₅	57%P ₂ O ₅
苦補磷肥	Koop phosphate		18-24%P ₂ O ₅
沉澱磷酸石灰	Preipitated calcium	Ca ₂ H ₂ (PO ₄) ₂	18-30%P ₂ O ₅
硫磷酸石灰	Sulfuro-phosphate		

三。無機鉀質肥料

洛打業氯化鉀	Chlorure raffiné de Brétagne		60-62%K ₂ O
開尼鉀肥	Kalnit	KCl 居多	12-16%K ₂ O
氯化鉀	Chlorure de potasse	KCl	48-50%K ₂ O
硫酸鉀	Sulfate de potasse	K ₂ SO ₄	48-50%K ₂ O
強石鹽鉀	Sylvinite riche		20-23%K ₂ O
石鹽鉀	Sylvinite ordinaire		14-16%K ₂ O

硫酸鉀	Sulfate et magnesium et de potasse		25—30%K ₂ O
-----	------------------------------------	--	------------------------

四・混合肥料

混合肥田粉	Nitrophoska		16%N 30%P ₂ O ₅ 15%K ₂ O
磷酸鉀	Ammo-phos-ko		10%N 80%P ₂ O ₅ 10%K ₂ O
尿素磷酸鉀	Urea—potassium—phosphate		28%N 14%P ₂ O ₅ 14%K ₂ O

五・磷酸鉀肥料

磷酸鉀	Ammo—phos	(NH ₄) ₂ PO ₄	甲 16.5%N 20%P ₂ O ₅ 乙 11%N 47%P ₂ O ₅
-----	-----------	---	--

六・硝酸鉀肥料

硝酸鉀	Nitrate de potassé	KNO ₃	13%N 44%K ₂ O
硝酸鉀	Nitrate de pot. Am.	NH ₄ Cl+KNO ₃	16%N 28%K ₂ O

七・磷酸鉀肥料

磷酸鉀	Phosphate de potasse	K ₂ PO ₄	32—53%P ₂ O ₅ 30—50%K ₂ O
-----	----------------------	--------------------------------	---

正誤表

化學肥料在中國之歷史

馬壽徵

頁	頁	誤	正
15	15	K ₂ N	KCl
上	上		
11	8		
行	行		
字	字		
		K ₂ O	KCl

骨料與磷肥之製造

馬壽徵

頁	頁	誤	正
1	1	以獸類遺體及廢	以獸類遺體及其廢
上	上		
4	4		
行	行		
字	字		
		(Collagin), 膠質	(Collagin) 及膠
		物	質物
1	1	加以處理,	以處理之。
下	下		
末	末		
3	3	分裂器	分離器
上	上		
5	5		
行	行		
字	字		
		100°	100°C
2	2	過濃酸鉀	濃酸鉀
上	上		
4	4		
行	行		
字	字		
		設備為 J. Harrison	設備以 J. Harrison
		son	son
3	3	在某種狀況	, 在一定情況下
上	上		
15	15		

正誤表

5	5	混和物和分析	混和物: 1
下	下		
13	13		
末	末		
3	3	安母尼亞,	
上	上		
4	4		
行	行		
字	字		
		6	
6	6	混和設備等酸類	混和酸類秤量
上	上		
6	6	秤量器與骨料	器, 與骨料
行	行		
字	字		
		5-7	
6	6	產生十二磅之方格, 能	產生十二磅之方格, 能
上	上		
10	10	以助其乾燥, 成績	以助其乾燥, 所
行	行		
字	字		
		15	

磷鉀肥料之研究

趙武

3	3	主要成分, 并骨料	主要物質, 而骨
上	上		
11	11		
在英國最大	在英國最大		
3	3	石灰與灰或澱粉	, 石灰與灰土或
下	下		
12	12	磷	磷
末	末		
29	29	(P ₂ O ₅) 氧化三價	為氧化三價磷
下	下		
10	10		
行	行		
字	字		
		22.50, 1730.	22.5°C, 173°C
4	4	四氧化磷.....	四氧化二磷.....
下	下		
14	14		
行	行		
字	字		
		400.0	400°C
5	5	+ 3H ₂ O = H ₄ PO ₄	+ 3H ₂ O = 2H ₂ P
下	下		
13	13	與次磷酸, 此三者	次磷酸 Hypopho
行	行		
字	字		
		11	
5	5	與次磷酸, 此三者	次磷酸 Hypopho
下	下		
16	16		
行	行		
字	字		
		19	

32	32	32	32	32	14	14	14	14	14	7	6	6	6	6	
上	上	上	上	下	下	下	上	上	上	上	下	下	下	上	
6	3	3	2	10	8	6	12	7	5	8	13	3	2	5	
	20	1	18	3	4	4	第6 倒數	19	2	第2 倒數	21	7	末	5	
生鹽化時先置之於一七度之濃液，隨之度之濃液	氯化鉀之化解性	氯化鉀之化解性	冷熱化解性差為甚，關係為原理，	米魯粉 (Mulhouse)	$2C_2H_5O_2RPO_4 = 2C_2H_5O_2RPO_4$	$C_6H_{12}O_6 = C_6H_{12}O_2$	因消耗度，少有可	除去，但欲	成，均須硫	結晶至	作用之無色	$(H_4P_2O_5)$ $(OH)OH-P-OH$	$(H_4P_2O_5)$	使磷與純淨銀	使磷與純淨銀

32	32	32
上	上	上
16	14	8
12	5	
生鹽三至四噸之譜	每噸化鉀一噸，須生鹽三至四噸之譜	俱化者僅氯化鉀者僅氯化鉀
	此時祇須加以變冷	此時祇須變冷

肥料標準分析法之商標

何尚平

4	3	3	2	2	2	2	2	2	
上	下	上	下	下	下	下	下	上	
2	5	9	13	11	9	4	2	13	
3, 11	7	2	4	5	末	末	3	3	
全溶解出	1%	oriatolite	purette	methyl	Normal Solution	Na_2CO_3	reagent	篩過	全篇「鐵」字改
全部溶解	取消	oriatolite	purette	methyl	Solution No. 1	Na_2CO_3	reagent	篩過	「鐵」

正誤表

11	11		9	9	7	7	7	6	6	6	5	5	4
下	下		下	上	下	上	上	下	下	上	下	上	上
10	6		10	13	1	12	9	15	9	7	2	9	9
12	15		6	8	7	8	11	未	5	5	10	未	4
燒	飽	全篇中之「模範」字樣及	無鉛	鹽	×	氧	時	滴	高錳酸	量，適	析	骨粉。	Ammonium Nitrogen
灼	中	「標準」	(無鉛)	鹽酸	1%	烈	硫磺	一滴	高錳酸鉀	量適	解	骨粉2.8grm.	取消
												88%	

19	17	17	16	15	14	13	12
上	上	上	上	下	下	下	下
16	11	6	3	7	1	13	12
19	未	未	未	11	2	13	未
化	週轉動	華格萊	繼過量加	12.50.0.	起	如	鉀
代	轉	(華格萊)	繼加過量硝酸	12.50.0., 酸性 硝酸鉍液, 50.0. 水 37.50.0.	取	加	鉍

檢定土壤養分之三大試驗法

馬壽徵

5	3	3	3	2
上	下	下	上	下
圖表	8	4	10	12
∨ || 最大	8	未	4	12
	(2)	110 / dx	Minimum	化學
	(2)	1101 / dx	Maximum	化學家

正誤表

頁	列	行	字	誤	正
5	上	3	6	及量	各量
5	下	4	1	M	M
11	下	14	末句	鉢之有輕重者	以調節鉢之輕重
11	下	15	百句	無須添減	取消
12	上	14	9	最大部的	最初漏入底部之土壤60%。
12	上	14	20	表面	但表面
12	下	9	1	nepulum	nepulum
12	下	15	3	sauer	sauer
13	上	9	20	止	爲止
13	下	1	2	收穫	收穫
14	上	2		2.5128-yo An = 2.512-1	2.5129-yo An = 2.512-1
14	上	5	3,4,5	子的……子	取消
21	下上			Betterave	Betterave

肥料試驗法之概述

馬壽徵

四

頁	列	行	字	誤	正
5	下	2	6	肥的配合	肥料的配合
13	上	3	5	那接諸試區	那接諸試驗區
14	上	14	13	其試驗之	其試驗區之
15	下	16	6	當比各種	當比較各種
1	上	11	5	有機	有機物
4	下	12	9	Waterbath	Waterbath
6	上	3	2	10/28	10/288
6	上	3	6	速度。沉降	速度沉降
6	上	7	10	此量即爲	從此量即可推算
7	上	11	3	coarse	coarse
12	上	14	1	鐵	鐵
13	上	10	末	鍾	鈦
14	上	14	3	110	110克

土壤分析條之商榷

余皓

正誤表

頁	列	行	字	誤	正
28	下	12	11	至硝酸最後	至硝酸銀最後
23	下	1	16	使硫	使硫酸
22	上	10	17	原來玻中	原來杯中
21	上	8	14	洗滌	洗液
21	下	14	18	草酸液鈦	草酸鈦液
16	上	6	7	海綿坩堝	石棉坩堝
15	上	3	10	氫氧化鈦液	氫氧化鈦液
15	上	3	2	1.7000g	17000g.
14	上	14	8	110	110克
14	上	4	14	0.18478 mg	0.809 mg
14	上	3	16	$\frac{M}{10} HCl$	$\frac{N}{10} HCl$
10	下	9	8	KNO ₃	KSCN
9	下	4	6	有機含量	有機物含量

浙江土壤調查之計劃與方法

余皓

有機肥料概說

朱秉衡

頁	行	列	字	誤	正
11	下	9	2	Cher	Chen
10	上	9	11	成見	發見
7	下	13	8	Loams	Loams
6	下	8	9	岩	岩石
2	上	16	11	有	吾

32	14	14	13	13	12	10	頁
11	14	9	9	10	末	2	行
下	下	上	下	●	上	下	列
G下	20	6 12	5		全		字
動物屍體及廢棄物	等其 他混 合為 好	脫窒 作用 為游 離窒 素	寒 冷氣 候可 用	將 氮字	尾 「另 一 …… 所」	「表 列於 次」 在 第 一 行	誤
動物屍體及其廢棄物	為其 他肥 料混 合	脫窒 作用 為游 離窒 氣	寒 冷氣 候用 之	亞 「加 一注 釋」	將 末 尾 行 「另 一 …… 所」 移 于 …… 後	將 「表 列於 次」 移 入 第 二 行	正

正誤表

67	9	下	5	翻校及板校	裏校及板校
62	13	下	19	翻校水壓機	裏校水壓機
9	列	行	字	誤	正
2	下	7	19	Ca^+	Ca^+
2	下	7	末	NO	NO_2
2	下	8	首	2PO_4^-	PO_4^{3-}

肥料對於土壤反應之影響及施用土之注意 吳香魁

10	10	9	8	8	7	3
下	上	上	上	上	下	下
4	10	3	11	4	13	7
6	5	5	首	3	7	末
CaNO_2	CaNO_2	$\text{SO}_4(\text{NH}_4)$	CaNO_2	SO_4^+	礦	氣伊洪 H^+
CaNO_2	CaNO_2	$\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$	CaNO_2	SO_4^-	硫	氣伊洪 OH^-

氮

磷

鉀

植物的主要營養素

為植物生育最需要者

土壤中含量最少者
指可給態

構成完全肥料之原質

增加收穫唯一的方法

三者缺一收穫必減少

浙江省建設廳農業改良總場化學肥料管理處製

每本定價大洋一元

印行者

浙江省建設廳農業改良總場化學肥料管理處

出版日期 中華民國二十二年十一月

2133
(5)