

高級農業職業學業學校教科書

肥料學

李積新編

商務印書館發行

李積新編

法於國之北京大學農學院農經系

高級農業職業
學校教科書

肥

料

學

商務印書館發行

目錄

第一章	緒論	一
第一節	肥料之意義	二
第二節	肥料之成分	三
第三節	肥料之分類	四
第四節	肥料之效用	九
第二章	農場肥料	一
第一節	人糞尿	一
第一項	人糞尿之組成	三
第二項	人糞尿之成分	四
第三項	人糞之成分	六

第四項	人尿之成分	二四
第五項	人糞尿之貯藏	二六
第六項	人糞尿之迅速腐熟法	三〇
第七項	人糞尿之消毒	三一
第八項	人糞尿之施用	三五
第九項	人糞尿之新用途	三五
第二節	堆肥	三七
第一項	堆肥之性質	三九
第二項	堆肥之效能	四〇
第三項	製造堆肥之原料	四三
第四項	堆肥製造法	四四
第五項	水分之供給	四六

第六項	各種材料之吸水量	四七
第七項	翻肥法	四八
第八項	製造堆肥所用農具	四九
第九項	堆肥中之變化	五〇
第十項	堆肥製造場	五八
第十一項	堆肥管理法	六一
第十二項	堆肥施用法	六二
第三節	廐肥	六四
第一項	廐肥之產量及價值	六五
第二項	家畜之糞尿	六六
第三項	各種家畜之糞	七一
第四項	廐肥之成分	七二

第五項	廐草	七七
第六項	廐肥之生產量	八〇
第七項	廐肥堆積法	八四
第八項	廐肥堆積中之變化	八五
第九項	廐肥施用法	八七
第四節	油粕	八九
第一項	油粕之成分	九〇
第二項	油粕各論	九四
第三項	油粕施用法	一一二
第四項	糟粕	一一三
第五節	綠肥	一一四
第一項	綠肥之種類	一一五

第二項	綠肥之利益	一七
第三項	綠肥之成分	二〇
第四項	豆科植物固定之氮質量	二一
第五項	綠肥施用法	二二
第六節	灰類	二四
第一項	灰類各論	二四
第二項	灰肥施用法	三二
第七節	骨肥	三三
第一項	骨肥之成分	三四
第二項	粗骨粒	三六
第三項	粗骨粉	三六
第四項	蒸製骨粉	三七

第五項 溶解骨粉	一四一
第六項 骨炭及骨灰	一四一
第八節 魚肥	一四三
第一項 魚肥之成分	一四四
第二項 魚肥施用法	一四五
第三項 魚肥檢定法	一四六
第九節 禽糞	一四六
第一項 家禽糞	一四七
第二項 海鳥糞	一四九
第十節 蠶肥	一五一
第一項 蠶沙	一五一
第二項 蠶蛹	一五一

第十一節	動物粉·····	一五二
第一項	肉粉·····	一五三
第二項	血粉·····	一五三
第十二節	缸片桶垢·····	一五四
第三章	人造肥料·····	一五六
第一節	智利硝石·····	一五六
第一項	中國產硝石之區域·····	一五七
第二項	智利硝石之成功·····	一五八
第三項	智利硝石之製造·····	一六〇
第四項	用智利硝石之利弊·····	一六一
第五項	智利硝石施用法·····	一六六
第二節	印度硝石·····	一六七

第三節 硫酸銨	一六八
第一項 硫酸銨之製造	一六八
第二項 硫酸銨之成分	一六九
第三項 硫酸銨之肥效	一七〇
第四項 硫酸銨檢定法	一七一
第五項 硫酸銨施用法	一七二
第四節 硝酸鈣	一七三
第一項 硝酸鈣之成分	一七五
第二項 硝酸鈣之效用	一七六
第三項 他種硝酸性氮質肥料	一七七
第五節 石灰氮	一七八
第一項 石灰氮之成分	一七九

第二項	石灰氫之優點	一八〇
第三項	石灰氫施用法	一八〇
第四項	氫石灰	一八一
第五項	空中氫質製造法	一八二
第六節	磷礦	一八二
第一項	我國之磷礦	一八三
第二項	磷化石	一八四
第三項	磷質海鳥糞	一八五
第四項	磷灰礦	一八六
第五項	結塊磷礦	一八七
第六項	磷礦之用途	一八九
第七節	過磷酸鈣	一八九

第一項	過磷酸鈣之歷史	一八九
第二項	過磷酸鈣之製造	一九〇
第三項	過磷酸鈣之品質	一九一
第四項	過磷酸鈣之肥效	一九一
第五項	過磷酸鈣之施用	一九二
第八節	湯姆氏磷肥	一九四
第一項	湯姆氏磷肥之製造	一九五
第二項	湯姆氏磷肥之成分	一九五
第三項	湯姆氏磷肥之效用	一九七
第四項	湯姆氏磷肥之施用法	一九八
第九節	其他磷酸肥料	一九九
第一項	重過磷酸鈣	一九九

第二項	沈澱磷酸鈣	二〇〇
第三項	湯姆氏沈澱磷酸鈣	二〇一
第四項	磷酸銹	二〇一
第十節	鉀質肥料	二〇三
第一項	鉀瀉利鹽	二〇四
第二項	光鹵石	二〇五
第三項	鉀石鹽	二〇六
第四項	氫化鉀	二〇七
第五項	硫酸鉀	二〇八
第六項	鉀鹽類施用法	二〇九
第七項	斯塔司福特鹽類中副存鹽類之作用	二一〇
第四章	間接肥料	二一三

第一節 石灰	二一三
第一項 石灰石	二一三
第二項 生石灰	二一四
第三項 熟石灰	二一五
第四項 石灰之施用法	二一七
第五項 泥灰石	二一九
第二節 石膏	二二〇
第一項 石膏之間接作用	二二〇
第二項 石膏與石灰之比較	二二一
第三項 石膏施用法	二二二
第三節 食鹽	二二三
第五章 刺激肥料	二二四

第一節	綠礬	二二四
第二節	錳鹽	二二四
第三節	二硫化炭	二二六
第四節	其他之刺激肥料	二二六
第六章 概論		二二八
第一節	植物營養大要	二二八
第一項	磷之生理作用	二二八
第二項	鐵之生理作用	二二九
第三項	鉀及鈉之生理作用	二二九
第四項	鈣之生理作用	二三〇
第五項	鎂之生理作用	二三〇
第六項	氫之生理作用	三三一

第七項	砂之生理作用	二三一
第八項	刺激作用	二三二
第九項	與植物營養有關係之諸定律	二三二
第二節	肥料之五要素	二三五
第一項	氮	二三六
第二項	磷	二三七
第三項	鉀	二三八
第四項	石灰	二三八
第五項	有機物	二三九
第三節	肥料之分解	二三九
第一項	銨化作用	二四〇
第二項	硝化作用	二四一

第三項	硝酸還原作用	二四一
第四項	有機物之分解	二四一
第四節	肥料之反應	二四二
第五節	肥料之利用率及肥效率	二四三
第一項	利用率	二四三
第二項	肥效率	二四七
第三項	肥料之副成分	二四九
第六節	肥料之配合	二五一
第一項	肥料之反應與配合	二五一
第二項	肥料要素之變化與配合	二五三
第三項	各種肥料之配合	二五三
第四項	各種作物所需肥料之公式表	二五五

第七節 施肥之方法.....二五六

第一項 氣候.....二五六

第二項 土壤.....二五七

第三項 作物之特性.....二五七

第四項 肥料之特性.....二五八

第八節 肥料貴賤計算法.....二五八

第九節 肥料之試驗法.....二六〇

第一項 試驗之種類.....二六〇

第二項 試驗區之分配.....二六二

第三項 試驗肥料之方法.....二六四

附錄.....二六五

我國各地商品檢驗局現行人造肥料檢驗規程.....二六五

肥料學

第一章 緒論

凡土地能擅極豐之產者，必其地所含之質足供各植物所必需，方能生長茂盛，農慶豐收。然專恃於地，則無論地力厚薄之難一致，即令該地具有極多資生之質，得旺其產，而漸發漸瘦，必至於竭。既竭之後，無以養民，民不得養，勢不能聚，其不至於遷徙無存者幾希。在昔先民，思保地力，以資生聚，故有糞壅之法，所以補不足也。考昔時農家所用培壅之料，悉取諸廢棄無用之物，著效已久。近百年來，推陳出新，異物殊製，壅田之料，遂日益衆多矣。

我國農業，起源於神農，而糞壅之法，相傳始於商代。伊尹作區田，教民糞種。此事雖無可考，但中國農田施肥之事，戰國時則已見重。按諸史載，泰西諸國用肥培之始，雖早行之於希臘及羅馬，然較



之我國，已覺其後。至論肥料一科而成之爲學，則近百年間事耳。考肥料學之原始，爲西曆一千八百四十一年德人李比喜(Liebig)氏。因考察植物之需要與肥料之供給而發生者。後之學者，本其學術而考究之，遂成爲農業中重要之一學科矣。

第一節 肥料之意義

肥料二字，不見於古籍，近代始通用之。古稱培田之料曰「糞」。(如孟子言「百畝之糞，上農夫食九人」)又曰「凶年，糞其田疇而不足」。月令言「可以糞田疇」。齊民要術稱「製堆肥法曰踏糞法」。王禎農書稱「綠肥曰草糞，苗糞」是也。近今通俗謂之曰「極本」。「肥料」一名詞，或係起初譯名時，由東方所流入。考肥料二字，英誤爲 *Manure* 德語曰 *Dungser*。此等字義之發源，皆爲家畜排洩物之意。而吾國昔時所用之肥料，均爲廢棄無用之物。雖名曰糞，但不一定卽爲糞肥。近今農事智識日漸發達，肥料範圍亦因之擴大。昔之用家畜糞尿爲肥料者，進而利用小魚細蝦，更進而用屠宰坊之殘棄矣。以植物之腐根爛葉爲肥料者，進而用綠肥及草木灰爲肥料矣。用礦物

爲肥料者，初則用石灰石膏等物，今進而利用工業之副產品如硫酸銨湯姆氏磷肥爲肥料矣。夫人知愈進，科學亦愈發達。他日物質用爲培田之料者正多，有非今日意料所及。故肥料定義，可以概括言之如次：

凡施用於土壤中之物質，直接或間接可以滋長植物者，曰肥料。

肥料學者，乃研究各種肥料之種類、來源、性質、配合、施用、及宜於何種植物等一種有統系之科學也。

第二節 肥料之成分

植物根部，深藏土內，枝葉則繁榮於空中，以攝取土壤中及空氣中養分，而遂其生長。其由空中吸取者爲碳酸氣 (CO_2) 及氮氣 (N)。此二者取之無禁，用之不竭，無補給必要。其田土壤中攝取者爲水 (H_2O)、氫 (H)、鉀 (K)、磷酸 (P_2O_5)、鈣 (Ca)、鎂 (Mg)、砂 (Si)、硫酸 (SO_4)、氮 (N)、氯化鐵 (Fe_2O_3) 十質，皆爲植物生育上不可或缺之成分。水分除於雨水稀少之區，如西北陝

甘一帶每成農事之重要問題外，餘均取之甚易，施之不費。至鎂、硫、鐵、氮、矽、等質，普通土壤中含有甚多，無補給必要。且尋常肥料中，亦多含之，故無須特殊施用也。至氮、磷、鉀三質，土壤中所含亦多。據羅伯氏 (Roberts) 於其所著之土肥 (The Fertility of Soils) 文中云，普通農田，每英畝約含氮三千磅，磷酸四千磅，鉀一萬七千磅之多。即雖極瘦瘠之地，所含氮、磷、鉀三質，至少亦可供給數季植物養分之需要。而肥沃之地，則可供二三百季玉蜀黍之生長。上言三質儲量，尤僅就田最上層八英寸深中之儲量而言。而八英寸以下者，尙未計及。惟此三質，土中雖有相當存儲，然可爲植物利用者百不足一。要知此三質對於植物，猶之小粉、脂肪、蛋白質之與人類然。土中可供給之量，既屬有限，而植物需要無窮，似不得不謀所以補給之方。通常施用各種肥料，即所以供給此氮、磷、鉀三要素也。

第三節 肥料之分類

肥料種類，名目繁多，分法各異，茲依各種分類之方法言於次。

一 以肥料之機體分

(甲)有機肥料 (Organic manure) 此種肥料，含有機物極富，取材於動植物。如人糞、廐肥、豆餅、魚肥、骨粉、堆肥、糠等均屬之。

(乙)無機肥料 (Inorganic manure) 此種肥料，有採自礦中者，有為動植物經燃燒後失去有機質而成者，如智利硝、過磷酸鈣、湯姆氏磷肥 (Thomas slag) 硫酸銨、骨炭、骨灰、草木灰、石灰、食鹽等屬之。

二 以肥料之效驗分

(甲)直接肥料 (Direct manure) 此種肥料，含有氮、磷、鉀三要素之一或二，或全有，能直接為植物所吸收以作養料者也。

(乙)間接肥料 (Indirect manure) 此種肥料，不含三要素，植物亦不能吸收之以為養分。施用目的，在改良土壤性質，或使土壤中固有之肥料發生作用，而起變化，成植物容易吸收之質。或則刺激植物，使其生理發生作用，而促進生育。或則增進有益微生物之發育，而使土壤中有機物易於腐爛。

三 以肥料之來源分

(甲)動物質肥料 (Animal manure) 此種肥料，爲動物之排泄物，及其屍體。其中所含肥分，以氮爲最多。磷酸每含於骨骼之中，分量亦屬不少。惟鉀則甚缺乏。動物質之氮肥，功效較諸植物質者爲迅速。若從學理上性質比較之，則視植物質肥料爲稍遜。然其肥分頗濃厚，故仍列於貴重地位。此類肥料，如人糞尿、廐肥、魚肥、骨粉、血粉等皆是也。

(乙)植物質肥料 (Vegetable manure) 此種肥料，爲植物之一部分或其全體。富於有機質及氮。磷酸較少。鉀質常缺。施於土中，其有機部分可以改良土質。至有機質中發生之炭氮二氣，亦能使土壤輕鬆。且因其所含無機物與氮甚富，故能使植物易於生長，實爲佳良肥料之一。施用之際，或取其新鮮者，或用其乾燥者，或腐敗者，此則視肥料之種類及土壤與植物之差異，而有不同也。此類肥料，如綠肥、油粕、薈桿等均屬之。

(丙)礦物質肥料 (Mineral manure) 此類肥料，爲無機物之肥料。其原料多由礦石中取得之。或自動植物中取得之。成分各有不同，有含三要素之二者，有含三要素之一者。三要素完

全含有者極少。甚有並三者而無之，惟藉其力以使他種肥料之效力得以顯著而已。此類肥料，如智利硝、硫酸銨、過磷酸鈣、草木灰、石灰等皆屬之。

四 以效驗之遲速分

(甲)速效肥料 (Quick acting manure) 此種肥料，所含植物養分，多成可給 Available 之狀態，或容易腐爛之肥料。施用之後，植物極易於吸取。如腐熟人糞尿、血粉、智利硝、硫酸銨等皆是也。

(乙)遲效肥料 (Slow acting manure) 此類肥料，多缺少可給應之養分，或難於腐敗之肥料。植物不易吸取其養分，如葉桿、骨肥等均屬之。

五 以肥料之養分分

- (甲)氮質肥料 (Nitrogenous manure) 此類肥料，含有氮質甚富，如智利硝、人糞尿等。
- (乙)磷酸肥料 (Phosphatic manure) 此類肥料，富於磷酸成分，如骨粉、磷酸鈣等。
- (丙)鉀質肥料 (Potassic manure) 此類肥料中，鉀質含有甚多，如草木灰、鉀瀉利鹽等。

肥料中含有三要素者，名曰完全肥料 (Complete manure)。缺一或二要素者，名曰不完全肥料 (Incomplete manure)。

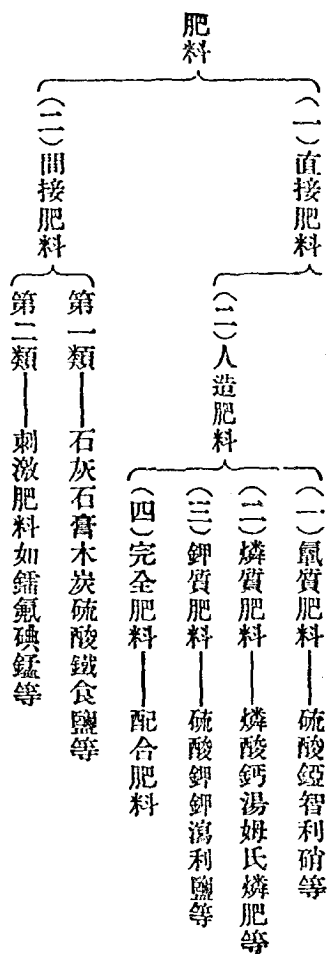
六 以出產之來源分

(甲) 人造肥料 (Artificial fertilizer) 此類肥料，乃由工廠製造物品時所得之副產品，用之為肥料者也。其所含成分甚濃厚。施於田畝，收效甚速。但所含三要素，每缺而不全。如過磷酸鈣、硫酸銨等是也。

(乙) 天然肥料 (Natural manure) 凡不屬於人造之肥料，皆為天然肥料，亦稱農場肥料，如堆肥、綠肥、糞桿等均屬之。

總上以觀，肥料之分類，計有六種，茲為簡明計，表列之於次，惟有機及無機二者則不與焉。





第四節 肥料之效用

肥料種類甚多，效用各異，以一種肥料施於不同樣土壤中相同之植物上，固屬有別，即施於同樣土壤中不相同之植物上，亦有不同。至配合之方法，施用之時季，在在與效用有關，此研究肥料者，所不可不深知也。茲舉肥料效用之最顯著數端於次。

(一) 供給植物必需之養分。

- (二) 增加土壤中之新養分。
- (三) 使土壤中含有化學之成分，適於植物之吸收。
- (四) 改良土壤物理的性質。
- (五) 使土壤中所含有害之有機物，變為無害。
- (六) 使土壤中不可溶性之肥料，變為可溶性，以供植物之吸收。

雖有害，而不見其害也。上言二者，或即西人用人糞尿為有害，而國人不覺其害諸原因中之一也。

【每人每日所排糞尿之量及其價值】 人糞尿在肥料經濟上之價值，迄無精確之統計，人每以事近瑣碎而忽之。願以幅員之廣如我國，其數當有可觀。據海登 (Heiden) 氏之研究，普通人每人每年約解尿一千磅，羅茲 (Lafco) 吉爾柏特 (Gilbert) 氏云，十六歲以下之孩童，平均每日解糞約一百零八公分，十六歲至五十歲之男子平均每日解糞約一百五十二公分，五十歲以上之男子平均每日解糞約二百二十六公分。觀上三氏所云，每人每日所解糞尿之數量如此，則四萬七千餘萬人口之我國，每年所排洩之數量，其鉅可知。據金陵大學芮思斐 (J. H. Reiser) 教授之統計，我國每年應出四千二百八十一萬二千萬磅之人糞，若以三分之二，皆用於農田以為肥料，即為二千八百五十四萬二千萬磅，約合二十一萬四千萬擔。如以每擔平均價值以銀一角計，應值二萬一千四百萬元。按上列人糞數量中所含氮、磷、鉀三要素之成分，其數量約如左。

種	類數	量	(以磅計)
氮		1,800,000,000	

總	鉀	磷
量		
三、〇五五、〇〇〇、〇〇〇	六八五、〇〇〇、〇〇〇	五七〇、〇〇〇、〇〇〇

第一項 人糞尿之組成

【人糞尿之組成】 吾人食物入口，從事咀嚼，口內唾腺，即分泌唾液，溼潤食物，助其下嚥。如食物為澱粉質之物，口中唾液，即與之發生作用，一部分變為砂糖，與未經變化之澱粉質同下咽喉，經食道以達於胃。斯時胃部依其伸縮力，由胃腺分泌胃液，消化食物，而為糜粥。胃則吸收其可應用者，由大靜脈入心臟，而成血液。其不能入血液者，則由幽門而入於小腸，依小腸之伸縮力，與膽液胰液腸液再行融和，經一度變化，而成白色乳糜。小腸於此際提取精華，復吸收其可應用者，由乳糜管，經大靜脈，而達心臟。至乳糜不能為小腸吸收而入血液者，則由回腸而入於大腸。斯時食物精華，多成血液，以滋養身體。其不消化部分，與夫身體中遺棄之黏膜及消化所用未盡之消化液等，由肛門而排洩於體外，是曰糞。此人糞組成之大概情形也。至尿之成，乃食物在腸胃中消化後，其中所含蛋白

質完全輸入血液。同時有碳酸氣水分尿素等之不適於應用者，亦混入血中。而碳酸氣及水於經過肺部時由肺中散去。無揮發性之尿素及水，便由胃臟膀胱而排洩於體外。是曰尿。

【人糞尿之色澤】糞尿之色，視人之食物年齡健康及勞動而各有不同。乳兒之糞為橙黃色，葷素混食者為黃褐色，肉食者呈黑褐色，菜食者呈綠色。其色雖各有不同，而其各帶有黃色則一。此黃色之來源，乃膽汁所致也。通常之尿，色黃而透明，微有螢光。其有呈淡白色及深黃色者，蓋因生理上一時之變化所致，不可以之同日而語也。

【人糞之氣味】人糞所具特殊之臭氣，是糞中所含靛基質 (Indol)、糞基質 (Skatol)、醋酸 (Acetic acid)、癩草酸 (Valeric acid)、異性酪酸 (Caproic acid)、硫化氫、阿摩尼亞——等易於發揮之物質所發揮之氣味也。至尿之氣味，則由於尿素 ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) 及尿酸 ($\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}_2$) 而生。

第二項 人糞尿之成分

人糞尿之成分，視其年齡大小，健康程度，以及食物之種類及分量而有差別，食肉者坐食者及

年老者糞尿中，含有氫、磷二質甚多。素食者勞動者所含之氫、磷及石灰殊少，而富於鉀質及鹽類。小兒糞尿中之肥料成分，比之成人少，因小兒須多取食物中之養分，以構成其體內之組織也。以上所言乃糞尿成分之大概。其詳當於下二項中分別論之。茲將各種糞尿之成分表列之於次。

一 歐洲每人每日每年所產糞尿之平均成分表（據海登氏分析）

成分種類	糞		尿		計
	一日(公分)	一年(公斤)	一日(公分)	一年(公斤)	
全量	一三三、〇〇	四八、五〇	三〇〇、〇〇	四三八、〇〇	一三三三、〇〇
乾物質	三〇、三〇	一一、一〇	六四、〇〇	二二三、三五	九四、〇〇
有機物	二五、九〇	九、九〇	五〇、〇〇	一八、二五	七五、九〇
全氮量	二、一〇	〇、七五	一一、一〇	四、四〇	一四、二〇
灰分	四、五〇	一、六五	一三、〇〇	五、〇〇	一七、五〇
磷酸	一、六〇	〇、四九	一、八〇	〇、六五	三、四〇
鉀	〇、七〇	〇、三四	二、二〇	〇、八五	二、九〇
					一、〇八

二 歐洲人與日本人之糞尿比較表

成分	數類	
	歐洲人	日本人
水分	九三五	九五〇
有機物	五一	三四
無機物	一四	一六
氮	七、〇	五、七
鉀	二、一	二、七
磷酸	二、六	一、三
石灰	〇、九	〇、二
食鹽	六、六	一〇、二

第三項 人糞之成分

人糞之成分，可分為肉眼可見之成分 (Macroscopical constituents) 顯微鏡中所見之

成分 (Microscopical constituents) 及化學之成分 (Chemical constituents) 三種，茲分別述之。

【肉眼之成分】 肉眼可見之成分，爲未消化之食物、消化液、黏膜、偶存成分 (Accidental constituents) 寄生動物、膽石、脾石、腸石等。

【顯微鏡之成分】 顯微鏡中可見之糞成分，爲柔組織、澱粉粒、葉綠粒、脂肪粒、纖維組織、肌肉組織、黏膜，及各種結晶體，(如脂肪酸鹽、磷酸石灰、磷酸、阿摩尼亞膽脂 (Cholesterin))，閃白質 (Leucin) 陳乾酪 (Tyrosin) 銻基硫乳酸 (Cystin)) 等。

病人之糞中，尚有各種黏液、赤白血球、及寄生動物之卵，據石克斯宋夫 (Stekadorff) 氏之研究云，健康之人，所排洩之糞，每一公分中約含有微菌二五〇〇〇—一三〇〇〇〇〇枚。

食肉者及食菜者之糞尿中，通常所有微菌約爲下列數種。

Bact. coli commune

Bact. lactis aerogenes

第二章 農場肥料

Streptococcus liquefaciens coli

Clostridium butyricum

如於疾病發生之處，尚有左列之微菌。

Proteus vulgaris

Bac. pyocyaneus

Bac. mesentericus

Bac. enteritidis sporogenus

同時糞便中，亦有酵母菌 (Yeast) 存在。

【化學之成分】 人糞中約含百分之六十五而至百分之八十五之水分，及百分之十五而至百分之三十五之乾物。消化不良之人，糞中水分更多，比重甚小。茲將各種食物不同人糞中之乾物量各種成分比重等分別表列於左。

一 糞之乾量比較表

研究者	乾物量		乾物量/乾物量	數類
	乾物量	乾物量		
Uffelmann	一五			飲母乳兒
Rubner	二七、五			食肉者
Rubner	一五			食黑麵包者
Rubner	一五			食馬鈴薯者
Rubner	一三、四			食豌豆者
Voit	二六			混食者

二 勞力者與勞心者糞之成分比較表

成分別	數類	
	勞力者	勞心者
水	九五二、九	九四五、一
有機物	三〇、三	三八、九
灰	一六、八	一六、〇
氮	五、五一	五、七〇
鉀	二、九五	二、四〇
鈉	五、一〇	四、四八

三 歐洲人與日本人糞之成分比較表

有 機 物	水 分	數 量 分 別	
		歐 洲 人	日 本 人
食 鹽		一 一、 六〇	九、 九九
氮		七、 〇四	六、 〇六
硅 酸		〇、 三五	一、 一〇
磷 酸		〇、 七一	〇、 四八
磷 酸		一、 一六	一、 五二
氮 化 鐵		〇、 二六	〇、 六一
鎂		〇、 三四	〇、 六〇
石 灰		〇、 一二	〇、 一九

四 各種乾糞之成分比較表

成分類別	乾糞類別	
	其一	其二
灰分	三〇、〇〇	一八、四〇
氮	一〇、〇〇	一〇、三七
鉀	二、五〇	三、三九
矽酸及砂	一、九〇	一、二六
磷酸	〇、八〇	〇、四九
磷	一〇、九〇	三、六〇
氮化鎂	三、六〇	一、七〇
石灰	六、二〇	〇、五〇
及氮化土鐵	—	一、二八
食鹽	六、六〇	一〇、二〇
鹽素	〇、六六	六、一〇

鼠	二、〇〇	二、六〇	二、二五
磷	一、九〇	二、三三	一、一七
鼠化鉀	〇、七九六	〇、七〇	〇、五八

五 糞之比重表

成分比重	類別	
	健康者	消化不良者
比 重	一、〇六八	一、〇三七
水分(百分數)	七〇、〇	七三、九
脂肪(百分數)	二二	二二
	健康者	消化不良者
	一、〇六七	一、〇三三
	七三、九	八七、四
	二二	二二
	健康者	消化不良者
	一、〇五〇	一、〇三五
	七八、六	八六、一
	二二	二二

人糞化學之成分，已如各上表中所示，若詳細論之，則有蛋白質(Albumin)、血球蛋白(Globulin)、消化蛋白(Albumose)、百布頓(Peptone)、核素(Nuclein)、黏液素(Mucin)等，小兒糞中，則有酪精(Casein)。

蛋白質經分解後，成閃白質、陳乾酪、鹼基質、糞基質、一烷因醇 (Creol) 等，及少量之尿酸。鹽基 (Purin Bases) 在疾病發生之處，尚有屍體質 (Cadaverin)、腐敗質 (Putrescin)、屍毒質 (Ptomain) 等之存在。

糞中所含油脂類，除脂肪外，有膽脂、卵黃質 (Lecithin)、糞質 (Stercorin) 等。炭水化物如澱粉、糖分等，經分解後，成蟻酸、醋酸、纈草酸、酪酸等。乳兒糞中則有乳酸、琥珀酸。糞中所含之酵素為 Amylase, Levertase, Protease 等。小兒糞中則有 Lactase。

糞中之灰分約為百分之八而至百分之十八。此乃因食物之種類而異。普通灰分為鉀、鈣、鎂等之磷酸鹽、硫酸鹽、綠化鹽等，而以磷酸鹽類為最多。

第四項 人尿之成分

尿之大部分為水，固形物祇含有百分之三，其中三之二為尿素，三之一為食鹽，固形物可分二種，一為含氮之有機物，一為礦物質，今分別言之。

【有機物成分】 尿中含氮之主要成分為尿素 (Urea $\text{Co}(\text{NH}_2)_2$) 其外為尿酸 (Uric acid)

馬尿酸 (Hippuric acid)、固鹽基、閃白質、膽素 (Taurin)、銻基硫尿酸等。

尿中所含無氮化合物，其量甚少，如蓆酸、乳酸、硫化困基酸 (Phenyl-Sulfuric acid $C_6H_5O_2SO_2H$) 等之鉀化鹽或鈉化鹽。

【礦物質成分】 尿中礦物質為食鹽 (NaCl) 第一磷酸鉀 (KH_2PO_4) 第一磷酸鈉 (NaH_2PO_4) 及少量之硫酸鉀、氯化鉀等。

尿中且含有少量之 Pepsin, Trypsin, Diastase 等。

茲將各種食物不同之人尿成分比重等分別表列之於次：

一 尿中重要成分比較表據李林 (Lehmann) 氏研究

成分	類 別			
	混食者	食肉者	食菜者	食不含氮食物者
尿素	三二、五	五三、二	二二、五	一五、四
尿酸	一、一八	一、四八	一、〇二	〇、七四
酒精浸出物及鹽類	一、二、八	七、三	一、九、二	一、七、一

二 歐洲人與日本人尿之成分比較表（千分中之數）

成分別	歐洲人		日本人	
	其	一	其	二
水分	九六三、〇	九六九、七	九六七、七	九六七、七
有機物	二四、〇	一四、〇	一八、六	一八、六
灰分	一三、〇	一六、三	一三、七	一三、七
氮	六、〇〇	四、二九	五、七〇	五、七〇
鉀	二、〇〇	二、八四	一、三七	一、三七
鈉	四、六〇	五、五七	五、三二	五、三二
石灰	〇、二〇	〇、〇三	〇、〇四	〇、〇四
苔土	〇、二〇	〇、〇二	痕跡	痕跡
酸化鐵及礬土	—	痕跡	〇、〇一	〇、〇一
磷酸 P_2O_5	一、七〇	〇、五五	〇、四四	〇、四四
硫酸 SO_3	〇、四〇	〇、七七	〇、九六	〇、九六

食鹽	八、二四	〇、一三
氮	五、〇〇	七、八八
岩酸 CaO_3	—	〇、〇七

三 尿之比重比較表（據山田農學士）

比重及成分	數類	
	別	別
氮(千分中之幾)	三、六	農會員
	五、七	車夫
	五、七	農家
	五、五	釋家
	五、四	僧
	五、四	町家
	五、三	職工
	五、三	小學校
	五、三	料理店
	五、三	店

第五項 人糞尿之貯藏

新鮮糞尿，施用於作物，往往使作物凋萎，甚至枯死。此因尿中所含尿素（ CO_2NH_2 ）未經變化，對於植物，極其有害。故糞尿須先經貯藏，俟其腐熟，而後始用之為肥料。糞尿腐熟之法，通常則加水二三倍，貯之以壘，覆之以蓋，藉防雨水之浸入，日光之照射。稍久則糞中原有之微生物及由空

氣中混入之細菌，發生作用，使糞尿起種種變化。天氣溫暖之時，約經四五日，寒冷之際，約十日而至半月，即可腐熟。斯時糞尿之色，呈黑褐或綠色，此即完全腐熟之證也。欲考新鮮糞尿不能施用所以然之故，可得詳言之於次。

【**尿素有害作物**】新鮮之尿，不能施用於作物，人皆知之。考其所以不能施用之故，則因新鮮尿中，約含有百分之二之尿素，百分之十五之其他食鹽及可溶性鹽類。而此數物，均不能為土壤所吸收。且質甚濃厚，雖以數倍之水稀釋之，猶覺其濃，有礙於作物之生長也。

【**尿素易於流失**】新鮮之尿，既不能為土壤所吸收，而其溶存於土中之尿素，每遇大雨，即易沖入土壤之下層，使作物不復得而利用之。有時尿素隨土中水分，由土壤洩水管中流失，故用新鮮之尿，尿素每每流失，殊不經濟也。

【**貯藏中之變化**】新鮮糞尿，於貯藏時期中，由糞尿原有之微生物與由空氣中混入之細菌，發生作用，而使糞尿從事變化。糞中所含有氮及無氮之有機物質，經分解後變化異常複雜。茲將變化所成簡單物列於次。

一 蛋白質

(甲) 氫——銨基化物 (Amino Compound)——銨

(乙) 硫——硫化氫

硫 酸

一部揮發於空中

(丙) 炭水化物

炭 氮 二

沼 氣

乳 酸

酪 酸

二 澱粉及纖維

有 機 酸

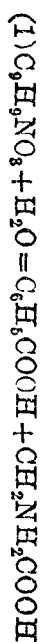
氮 二

沼 氣

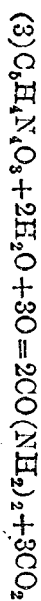
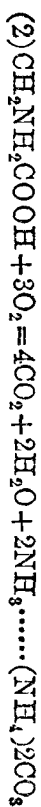
水

三 尿素——碳酸銨

新鮮糞尿中之尿素，原為酸性，是以新鮮糞尿，每呈酸性反應。及至久藏腐熟之後，尿素變為碳酸銨，尿即由酸性而變為鹼性。此際糞尿遂呈暗褐色或綠色而腐熟。以之施用，能為土壤所吸收，作物所吸取，而尿素之害可以免矣。



馬尿酸 安息香酸



尿酸 尿素

【貯藏應注意點】 糞尿於貯藏期中發生多量之碳酸銨，極易於揮發而散失。若不與以相當之防治，糞尿價值，損失甚大。故貯藏糞尿之際，有數事應加注意焉。

(一) 糞尿貯藏之所，宜設於陰冷無日射之處。不然日光強射，溫度即行增高。溫度高，糞尿中

阿摩尼亞發散之量大。

(二)貯藏之坑或壘，上宜置蓋，以減空氣之流通。否則空氣流動甚速，阿摩尼亞發散必大，肥分因之減少。

(三)糞尿如須久藏，宜加少許過燐鈣，使揮發性之阿摩尼亞，變為不揮發性者。

(四)貯藏之糞尿，宜用水和之令稀，蓋分水多，則糞中之阿摩尼亞發散量即少。

第六項 人糞尿之迅速腐熟法

人糞尿之腐熟，由於糞尿中各物之發酵分解。據一八七六年馬斯卡魯斯 (Musculus) 氏，一八八五年，李亞 (Lea) 氏，及一八九〇年米刻爾 (Miquel) 氏等之研究結果云，尿素因尿素菌 (*Micrococcus Ureae*) 所發酵，產生一種 *Urease*。此物分解尿素之力極強。日本農學博士竹內德三郎氏，以大豆試驗，得有同樣 *Urease* 之效驗。故知大豆中亦有 *Urease* 之存在。在糞尿不易迅速腐熟之際，或冬日天氣寒冷之時，若欲糞尿迅速腐熟，可於每石糞尿中，加大豆粉五合而至一升，即可令之迅速腐熟。如不用大豆，用相當之大豆莖葉於常溫中浸一二日，然後和入糞尿中，亦可得

有同樣之速效也。

第七項 人糞尿之消毒

當惡疾流行之際，病人所排洩之糞尿中，多有疫腐病菌之存在。故防治疫腐，病人之糞尿必與以相當之消毒。近今普通所用之消劑，則為石灰、石炭酸、綠礬昇汞 (Sublimated HgCl) 等。茲分言其對於糞尿之影響於次。

【生石灰】生石灰 (Slaked Lime) 之用以為糞尿消毒劑者，始自裴容 (Payen) 氏，而米勒 (A. Miller) 氏繼之。近今羅德島 (Rhode Island) 所用之法，是以石灰百斤和以二十五斤之水，俟其溶化後，再加水五十斤，使之稍稀。然後以二分之溶石灰，加於一分半之糞尿中，能生極大之消毒力。惟此種消毒之法，糞尿中所含氮質損失甚鉅。據羅德島地方施用石灰後，糞尿成分之分析如下：

成	分	百	分	數
石	灰			一一二八

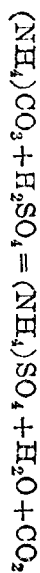
加	磷	氮
里	酸	
		〇、四三
		〇、九一
		〇、〇九

以上法消毒之糞尿，施於酸性土壤中，最為適宜。若常用於普通土地，便感有石灰過多之患也。通常糞尿用生石灰以消毒者則不若上說之多。故以消毒後之糞尿施用於土地，尚無大害。但氮之損失，仍屬不少。糞尿之肥分，不免因之而大大遜色矣。

【石炭酸】 糞尿消毒劑中，最普通使用者，除石灰外，即為石炭酸（Phenol $C_6H_5(OH)$ ）俗稱臭藥水者是也。此酸有凝固蛋白質之性。若施於土中，與植物根部或種子接觸，能使其中原形質凝固，而奪其生活力。按諸實驗結果，大麥種子，遇糞尿中含有萬分之二十五（〇·二五%）之石炭酸，其發芽力即受大害。若石炭酸稍濃。而至百分之一時，生活即完全喪失，種子遂不能發芽矣。但若作物生長稍大，其抵抗能力即強，試以三寸許長之小麥，而以百分之二石炭酸接觸之，方覺有害。若作物成長較大，尚不逼近根部，雖施以含百分之三石炭酸之肥料，亦屬無妨也。故用石炭酸消

毒之人糞尿爲肥料者，施用之時，須加多量水分，令之稀釋。用水之量，最少當爲糞尿量之十倍。且初生之作物，不宜施用。如須施用，祇可施於成長之作物也。

【綠礬】糞尿所用消毒之劑，如生石灰、石炭酸等，均有損於糞肥，有害於作物。而綠礬 (Green Vitriol FeSO_4) 則不然。既無害於作物之生長，復有益於糞尿中肥分之增加。但其消毒之力甚微，是其弱點耳。加綠礬於糞尿中，能使糞尿中富於發揮性之碳酸銨，變爲不發揮性之硫酸銨，故能制止阿摩尼亞之發散，且能阻止由蛋白質所分解而成硫化氫之惡氣而揮發。以綠礬消毒之糞尿，每變成黑色，蓋因糞中生有硫化鐵所致。糞色雖有改變，而糞肥則不因之而稍減毫釐也。



第八項 人糞尿之施用

施用人糞尿之方法，視人糞尿之乾溼而有不同。吾國北方乾糞，係取新鮮糞，曝於空曠之地，令之乾燥。俟其乾後，以少量泥土和之，籍重其量。此種乾糞，物少質濃，惟經久曝，糞中所含氮質，損失殊

多，是其缺點。施用之時，即以乾糞散佈田中，隨犁耕入土內。泰西各國有所謂配合肥料(Poultures)者，即乾糞之一種。其法以石膏、泥炭末和於糞尿，令之乾燥。然後以之裝袋，轉運農家，亦如前法施諸田畝，此乾糞施用之大概情形也。至溼糞施用之法，則俟糞尿腐熟後，以水和之，勻澆田地。惟用溼糞之法，視所定之目的而有不同：(一)為基肥用者，可以不和水施用，且一次所用之量甚多，隨施隨覆以土，其深度最多以一尺五寸為限，再深即無微菌作用也。(二)為補肥之用時，宜稀以三四倍之水分，於拂曉或薄暮分次施用，此糞尿施用之情形也。

人糞尿腐熟後，富於可溶解之養分。而其中所含氫質，約有百分之八十變為阿摩尼亞，故施用於作物，收效甚速，故有速效肥料之稱。人糞尿施用之法，已如上節所言，然實際工作之時，有應行注意數事不可稍忽，茲舉之於次。

(一) 施用人糞尿，宜以水和之，令其稀薄適度。若用濃厚者為基肥之時，宜速用土掩蓋，以防臭氣引致害蟲，兼防阿摩尼亞之發散。

(二) 水田用糞，須先將田中之水洩去，然後加糞於田中。且一日之內，不宜灌水，以防肥分損

失。

(三) 在作物生長期中，施用補肥之時，人糞尿不可一次多用，宜分數次施之。

(四) 砂質土壤，缺少吸收養分之力，人糞尿尤宜分多次施用。

(五) 施用人糞尿之時，切忌污及作物之葉，蓋濃厚者，能使作物之葉枯萎。

(六) 人糞尿可與廐肥，堆肥，及過磷酸鈣同用，但不可與石灰及木灰同施。蓋石灰木灰能使

糞尿中之阿摩尼亞易於揮發也。

(七) 人糞尿爲速效肥料，富含氫質。若施用於缺少磷酸及鉀之土壤中，或作物之需要磷酸及鉀多者，宜與富於磷酸及鉀之肥料同用，方能收效較大。

(八) 人糞尿施於需葉作物，如桑、茶、蔬菜等，功效最大。

(九) 欲人糞尿腐熟迅速，可加大豆粉或大豆莖葉之浸汁。

(十) 消毒之人糞尿爲肥料者，宜按照第四項之方法行之。

第九項 人糞尿之新用途

近代科學昌明，廢物利用方法日益增多。人糞在我國之用途，厥為肥田，自古迄今，未之稍改。是今用之法，猶昔日也。泰西各國則不然，昔日之人糞，多由溝渠流入河海，完全廢棄。近百年來，始講求利用之方，以之導入大池，灌溉牧草，或加泥炭末石膏製為糞乾。今辛德門 (A. Sindermann) 氏更利用而製造。

(一) 硫酸銣

(二) 煤氣 (可以點燈)

(三) 炭氫二氣

(四) 柏油

(五) 脂肪

(六) 阿摩尼亞

考辛氏利用糞尿之法，即將人糞尿置於一特設蒸滷器中蒸滷之，令之乾燥分解，而成煤氣。炭氫二氣，柏油，脂肪，及阿摩尼亞。此種有價值之物質分出後，亦如由煤製造煤氣時所生之各種物質，

用同樣方法保藏之，然後再將各物一一由煤氣中分出，而分別利用之。至此項煤氣，則由特設之氣管輸送於德國勃萊斯勞 (Breitlau) 地方之旅館中，以供燃燈之用。其蒸餘之灰，據分析約含有百分之五、五七水分，百分之六、五石灰，百分之三錳，百分之五、五氟化鉀，百分之八、六磷酸，由此以觀，灰中氫質雖無，而所含磷鉀則甚富，仍不失為佳良肥料也。

第一節 堆肥 (Compost Manure)

我國數千年來，農田所用培壅之物，以人糞尿為最多，堆肥次之，豆餅又次之。故本書於論人糞尿後，先言堆肥。堆肥（齊民要術稱堆肥曰蹈糞）者，乃一切廢棄無用之物，如落葉、殘枝、蠶沙、骨灰、血粉、動物屍體、塵芥、穀殼、稈芒、泥炭、肉屑、草屑、角蹄、污水、糞尿、草木灰等物，經堆積之後，令其腐熟，而利用之為肥田之料者是也。堆肥原料，則取之於廢物。堆肥勞力，則用之於農閑。既富於氮、磷、鉀之肥分，且其肥力有繼續性，迥非他種肥料所可及。加以堆肥有改良土性之能，誠農家最經濟最有效之肥料也。

【堆肥產量價值】堆肥墾田，各國通行，始創於何時，無由而考。製造堆肥之原料，因人因地因時而異。而原料之來源，復異常複雜。堆肥因所用原料不同，其所組成三成分亦因而有異。故吾人對於堆肥之產量及價值，誠有無從估計之苦也。我國蒙察綏青藏新等地，向以遊牧爲生。間有農田，且不知利用廐肥，以爲培壅之資，遑論堆肥。故吾人欲論國內堆肥之產量，上言數省，勢難計及。製造堆肥之原料，雖云隨處皆有，然真能取以利用者十不及一。故估計堆肥之產量者，應留意及之。全國人民，無論食米麥或雜糧，其食糧麩皮之量，每日每人約在五、六兩，然所有麩皮不盡用以爲堆肥也。富者食肉，貧者喫菜，每日每人之遺棄亦屬不少。鄉村居民，生活簡單，不及城市人日用遺棄之多。然同有遺棄則一。茲姑以我人食糧之遺棄之一端，以替人生各種遺棄之總量，用以爲製造堆肥之用者，再除去蒙察綏青藏新等地之人不計，以全國人口四之三計，每日每人以四兩計，則四萬七千餘萬人口四之三，每日常爲八千八百一十二萬五千斤，每年產量約有三百二十一萬萬六千五百六十二萬五千擔。堆肥經腐熟後，其容積之減少，雖有多寡之不同，而其重量，則所減甚少。今從多以七折計算，則每年應產二百二十五萬萬一千五百九十三萬七千五百擔。每擔估以銀一角計，約值

二十二萬萬五千一百五十九萬三千七百五十元。此僅就堆肥本身之價值而言，若以其中所含氮、磷、鉀三質數量而市人造肥料同等之數量，其價值之鉅，可以想見。設再益以堆肥改良土壤之代價，而購他種改良土壤之肥料，其值更屬驚人矣。

第一項 堆肥之性質

凡物各有其性。明其性而利用之，功效乃可大見。不然，貿然從事，未有不招失敗者。茲先言堆肥之性質。

(一) 富於溶解之物質 製造堆肥之各種原料，十九不易於溶解。故初製之堆肥，其中所含有機及無機成分，完全為不可溶性，殊無肥料價值可言。及至經若干時日之堆積而發酵，而腐爛而分解，然後所有物質，漸能溶解於水中，以供作物之吸收。由是可知堆肥之肥分，乃由堆積若干時期而得。則處理堆肥，是不可不大加注意也。

(二) 肥力可以永久繼續 堆肥經堆積若干時日後，其中一部份之物質，已完全腐爛分解。施於土中，植物即可利用。其未完全腐爛之部分，經施入土中後，陸續腐爛分解，源源接濟植物之吸

收。此不僅使土中肥力可以繼續，且其所分解化成之成分，亦能改良土性也。

(三) 含有易於揮發之物質。堆肥於堆積時期中，所有物質，均次第腐爛分解，所成易於揮發之物質甚多。其中以阿摩尼亞最爲重要，應設法防止之，以免其損失也。

第二項 堆肥之效能

堆肥原料，動植礦三者均有，各有其特殊之效用，而無完全肥料之功能。或適於植物之吸收，而不長於土壤之改良。或利於地質之改良，而不利於作物之營養。此肥料之通性。惟堆肥則三要素配合適當，此堆肥之特長也。尤有進者，堆肥既有供給植物養分之能，兼可改良土質，此堆肥能兼他種肥料之兩難也。茲將堆肥之各種效能，分言之於次。

(一) 增加土溫。堆肥中含有腐植質甚多，腐植質爲深黑色之物，施用於土壤，可以增加土壤之黑色。黑色吸收熱力甚強，故土壤即因之增加溫度。

(二) 改良土質。堆肥富於有機物，以之施於輕鬆之土，可以增加其黏性。施於黏重之土，可以減少其黏性，而使其膨軟輕鬆。

(三) 增有機物 堆肥中有機物甚多，施於土壤，則土中有機物因之加增。

(四) 減凝結力 黏重土壤，凝結力甚大。若施以堆肥，則堆肥中之腐植質與土壤中之碳酸起化學作用，即可使土壤之凝結力減少，便於耕耘。

(五) 增加水分 輕鬆之土，水分每失之過少，黏重之土，久雨之後，水分則失之過多。久旱水缺，又成龜裂。此種土壤，如施以堆肥，可免此弊。蓋堆肥質多孔，一方可以增加土壤凝結水蒸氣之力，一方可以增加土壤之保水力。是以大旱之時，無缺水之慮，久雨之後，亦易排洩。

(六) 增蓄肥力 堆肥施於土壤後，其有機物腐敗成腐植質，體軟質鬆，可以保蓄養分，不為雨水所沖失。

(七) 增通氣性 堆肥質鬆，施於土壤之後，可以增進土壤中空氣之流通，而使風化作用及硝化作用之進展。

(八) 調節蒸發 堆肥質鬆，富含水分。若土壤蒸發過盛，堆肥中所含之水，可以調濟之。若雨水過多，堆肥可以含蓄之，使土壤不致於有過乾過溼之弊。

(九) 促進溶解 土壤中所藏可為植物利用之肥分，而其未經溶解者，遇有堆肥，分解即速，因堆肥於腐爛之進程中，起種種化學作用，使不可溶解之物，逐漸溶解，以待植物之吸收。

(十) 供給養分 堆肥中含有三要素甚富，據試驗所得結果，堆肥百斤中，平均含氮七兩，磷酸三兩半，鉀四兩半，此為作物直接可以吸收者。至施用之後，繼續產生者，尚未計及。

(十一) 肥效甚長 普通肥料，所含肥效，為期甚短。惟堆肥之肥效則甚長。施用之後，有肥分可為植物即刻所利用，並能繼續供給，直至堆肥耗完止。

(十二) 利用廢物 凡廢棄無用之物，祇須含有植物之養分者，不論其為動物為植物為礦物，為易於腐爛或不易腐爛者，均可用作製造之原料。且所費勞力不大，時間不多，而所得有效養分則甚豐。

(十三) 作物健全 堆肥中不含有害成分，而富有適於作物生長之養分，故作物吸收，可以生長健全。

(十四) 清潔地方 污物塵灰，隨處遺棄，有礙衛生。若利用之以為堆肥，則不但廢物利用，且

可清潔地方，此誠一舉而兩得也。

(十五) 用無不宜。堆肥含有氮、磷、鉀三要素。且其配合之量，亦甚適當。加以富於有機質，故施於任何作物，無不相宜。

(十六) 殺蟲滅菌。堆肥在發酵期中，發生高熱，可使堆肥原料中菌之孢子死亡，不致遺害田中作物。

第三項 製造堆肥之原料

製造堆肥之原料，大別之可為三種，(一) 動物質原料，(二) 植物質原料，(三) 礦物質原料。茲分別詳論之。

(一) 動物質原料 (Animal material)

動物質原料者，乃動物之屍體、糞、尿、產品等是也。如動物屍體，骨、血、羽毛、角、皮、蹄、蛹、蠶、糞、鳥糞、魚滓等。茲分言於次。

(二) 植物質原料 (Vegetable material)

植物質之用爲製造堆肥原料者，有稿桿，糠皮，麩皮，雜草，落葉，油粕，灰類，水草等。此類肥料，有質硬者，有質軟者，有易於腐化者，有難腐敗者，有直接適於作肥料用者，有必須飼養家畜後而取其糞尿者。故取材之時，應詳加審別，俾能用得其當，而無背於經濟原則也。

第四項 堆肥製造法

製造堆肥，方法甚簡，然其巧妙，人各不同。製之得其法者，腐熟均勻，肥分不失。不然則生熟參半，肥力大減。若言製法之工拙，據有經驗云，祇可以意會，而不可言傳。然概言之，堆鬆則孔隙多，空氣流通，好氣菌 (Aerobic bacteria) 之繁殖盛，材料易於分解而生高熱，遂致堆中物質有易乾燥之傾向，阿摩尼亞亦易散失，肥效減少。至堆肥緊實，則空氣流通不易，嫌氣菌 (Anaerobic bacteria) 生殖滋盛，物質不易分解，多成腐植質，內部發熱較低，阿摩尼亞較易保存。此項堆肥堆製鬆實之利弊，初學製堆肥者，不可不知也。

製造堆肥應於事前將堆製原料預備齊全，移於堆製場所。先以藁糠，麥桿等鋪於底面，高約四五寸，以足踏固其四週。茲後將四週逐漸積高至一尺，而以各種材料勻鋪於中央。質粗大者與細密

者相間鋪置，踏實之，使與四週等高。加注相當水分，上覆細土約一寸厚。然後再如前法堆積，先築四週，着力踏實，繼踏中央。每築一節，加水一次，蓋土一層。直至高達六七尺，上覆三四寸厚之細土，至此方始製造完畢。惟製造之時，有數事應注意者，茲言之於次。

(一) 製造堆肥材料，如用馬糞、蠶沙等易於發熱之物時，其肥堆不宜過高，以免過度之發熱。否則肥堆稍高無妨。

(二) 製造堆肥，不可使之急激發酵，以防肥分之損失。

(三) 製造堆肥，其堆積材料宜鬆實得度，以防肥分無謂之損失。

(四) 製造堆肥，其四週之圍，底部低，約高一尺。次層可稍高，築約一尺五六寸。層次愈高，則高度愈減。

(五) 堆肥中所填之材料，底部宜與四週平。層次愈高，則中部愈可凸起，俾築至六七尺時，上端可成屋頂之形。

(六) 注水之量，底部僅令材料潤溼。層次愈高，則注水愈多。然不可過量，而致下淋也。

(七) 堆積材料，底部宜用質地粗大者，俾底部空氣得以流通良好，而無閉塞之弊。

(八) 堆積物內部之發熱易，而外部保熱難。欲使外部保熱，堆築時可用廐肥溼苔青草等爲材料。

第五項 水分之供給

供給堆肥水分，爲製造堆肥中極重要之事。蓋因堆肥材料經堆製後，內部溫度即與日俱增。若不留意及之，則材料因熱而乾，此際不僅容積有減少之虞，且內部材料每多變爲灰白色，腐敗中止，肥分損失。我國農家所製之堆肥，不得其法，大半因此。當堆肥內部溫度昇至華氏一百二十度之時，即應將堆肥掘穴，注以相當之水，減其熱度。但有經驗之人，固可於堆肥之外表而可察得堆肥之需水與否，然無經驗者，亦可以法測知之。法以六七尺長之竹竿或木棍，插入肥堆，移時拔出。如棍上溼潤而溫熱，即無注水之必要。不然棍上乾燥，且感高溫，即應加以相當之水。加水之時，四週宜多，中部較少。蓋四週易於蒸發也。通常注用之水，以溝水，污水，尿水，及堆肥場所流出之液爲最佳，清水次之。注水之次數及分量時期，視材料而有不同。概言之，夏季每隔四五日注水一次，冬季每隔十日注水

一次

第六項 各種材料之吸水量

製造堆肥所用材料，其吸水量大小，與堆肥注水多寡，及注水次數，極有關係。各種材料在空氣中吸水量究有若干，此爲吾人製造堆肥所急應知之事。據實驗之結果，各種堆肥材料在攝氏百度氣溫中乾燥後，放於空氣飽和六十二度之空氣中三小時，其吸水量之比例如左。

馬糞

一四五

牛糞

一三〇

豚糞

一二〇

羊糞

八一

烟煤

三六

肥沃沖積土

一四

石灰灰

一四

第七項 翻肥法

堆肥製造後，若任其放置，則內部腐熟過度，外部則亦仍其舊。過熱部分，肥分損失。未變之處，物質未改。若以之施諸田畝，必致作物發育不齊。故堆肥必須翻拌，使其全部腐熟均勻。翻肥之適當時期，視製造之時期及材料而有不同。普通在堆肥發生高熱時，即可舉行。據有經驗者云，以足踏於肥堆，久之能感覺其中溫熱，即需翻肥。普通翻肥時期，第一次在堆製後第二三星期之間。第二次在其後三四星期之間。第三次則在第二次後四五星期之間。夏季翻肥，所隔時間宜短，次數宜多。冬季則期長而次少。惟翻肥之時，堆肥內溫度非每次均高，大概第一次可感其高溫，而第二第三次，即不能感覺，不可待其發生高溫而始從事也。翻肥時應注意諸端如次。

(一) 翻肥宜擇天陰無風雨之日，以防肥分之損失。

(二) 翻肥時宜先加注水分，以防材料乾燥。

(三) 第二次翻肥時，宜於各層間撒過磷酸石灰少許，以防阿摩尼亞之散失。過磷酸用量，約為堆肥千分之三而至千分之五。

(四) 翻肥時不必依其層次而搬取，應由一方自上至下縱切搬開，如此方可混和均勻。

(五) 翻肥時切下之物，可置於室內之一側，立即將腐熟與未熟部分混和之。如屋過小則移置室外空地行之亦可。

(六) 翻肥應當日一次做完，如翻後材料乾燥，宜加注少量之水。

第八項 製造堆肥所用農具

製造堆肥所用器具，普通農家均有之，茲開列於後。

(一) 鏟 堆積搬運切取均可用。

(二) 直鏟 切斷及堆積材料。

(三) 叉 搬運混合及堆積材料。

(四) 唐鍬 翻肥堆製及切取均可。

(五) 三齒 幅五六寸，齒長六七寸，柄長二尺七寸，用以搬取長而重之糞草廐肥等，最為相宜。並可為切取腐熟堆肥之用。

- (六) 舂 用以搬運材料。
- (七) 糞桶 運糞尿及水。
- (八) 籬 搬運泥土材料。
- (九) 扁担 擔物之用。
- (十) 鐵棒 用以穿穴。
- (十一) 噴水器 用以注水。
- (十二) 寒暖計 用以測溫。

第九項 堆肥中之變化

堆肥中之變化，異常複雜。約言之可分三種。(一)空氣流通之處，材料易於乾燥，酸化作用甚盛。(二)空氣流通不良之處，材料溼潤，還原作用甚盛。(三)空氣與溼度適宜，酸化及還原兩作用均不易發生。此三種變化，均是使有機物分解。其分解主因，則為微菌。微菌有數種，一曰細菌(Bacteria) 一曰絲狀菌(Fungi)。細菌多生於空氣流通，溫度及溼度良好之處。絲狀菌喜生於

溫度溼度不高之處，腐植質叢集之地，尤易發生，能分解有機物中含氮質之物質。細菌有硝化細菌 (Nitrification bacteria) 與還原細菌 (Denitrification bacteria) 之分。硝化細菌又有二種，一曰亞硝酸菌 (Nitrosobacteria) 可將阿摩尼亞變為硝酸。一曰硝酸菌 (Nitrobacteria) 變亞硝酸為硝酸。至還原細菌則化硝酸為亞硝酸，化亞硝酸為阿摩尼亞，化阿摩尼亞為游離氮氣。此二種細菌，工作絕對相反，故於堆肥中各擇其適當處所以生存繁殖。堆肥中最先所起之變化，為有機物及含氮質物分解。在肥堆中空氣及溫溼適宜之處，有機質中之氮質即變為阿摩尼亞，亞硝酸，而終成為硝酸。變炭質及水質為炭酸及水。若肥堆中空氣及溫溼不適之處，則化阿摩尼亞為氮質，化炭水之一部為氯化炭及炭化水。一部成腐植質，生出種種可溶性之有機物，無機物及揮發性物質，此堆肥中變化之大概情形也。

【變化所生溫度】 堆肥變化所生之溫度，視堆肥堆製之時季，堆製所用材料之種類新陳等等，而有不同。大概以新鮮植物質堆製時，二十四小時後即發熱。以藁桿及其他乾燥材料堆製者，二三日後發熱。茲將乾燥及新鮮雜草所製堆肥之溫度，表列於左。

時日	溫 度	類	時日	
			時	日
九月十五	六時	乾燥物	七	一八
十六	七		七	一八
十六	八七		一八時	一〇九
十六	九〇		七	一〇九
十七	九六		七	一〇九
十七	九八		一八	一二七
十七	一〇三		八	一六二
十八	九五		一七	一三六
十九	一〇二		七	一五二
二十	一〇七		一八	一六一
二十一	一一三		七	一七三
二十一	一一七		一八	一七八
二十二	一二六		七	一八四

二十三	一〇	一一二	一〇	一四二
二十四	一〇	一二三	一〇	一五七
二十五	一〇	一三七	一〇	一八二
二十六	一〇	一五二	一〇	二一〇
二十七	一〇	一一六	一〇	一三八
二十八	九	一二二	九	一四六

說明 1 乾燥物爲禾本科葉桿。

2 新鮮物爲馬鈴薯莖玉蜀黍桿及雜草。

3 六時爲上午六時，一八時爲下午六時，餘類推。

【堆肥變化結果】堆肥經相當時期之堆積，其中經過種種變化，容積減少，不溶解物質，變爲可溶解。堆肥外表，此際呈暗褐色細末，含有適當水分。試握堆肥於掌中而捏之，如有液汁流出者，是爲最佳之腐熟堆肥。其一立方尺之重量，約三十餘斤。茲將堆肥變化之結果條列於次。

(一) 不溶解性之有機物減少，可溶性增加。

(二) 可溶性之無機成分增加。

(三) 含氮質有有機物所生之阿摩尼亞，多量則化合而存於腐植質中，其發散者量甚少。

(四) 不含氮質之有機物，則化為腐植質，與阿摩尼亞鉀及其他鹽基而成溶解性之鹽類。

(五) 有機分減少，無機分增加。其中碳酸炭化氫一養化炭等均逸散。

(六) 硫則變為硫化氫，磷則變為磷化氫而飛散。

(七) 氮量增加。

【堆肥之成分】 堆肥成分，視堆肥所用材料而有不同。茲將包爾克 (Bohn) 氏以廐肥所製之堆肥，分析其未熟及過熟者之成分於後。

可 溶 有 機 物	水 分	成 分 類	
		未 熟 堆 肥	過 熟 堆 肥
二、四八	六六、一七		
三、七一	七五、四二		

可溶無機物	〇、二三七	〇、二五四
可溶矽酸	〇、二九九	〇、三八二
磷酸石灰	〇、〇六六	〇、一七
石灰	〇、〇一一	〇、〇四七
苦土	〇、五七三	〇、四四六
鉀	〇、〇五一	〇、〇二三
鈉	〇、〇三〇	〇、〇三七
氫化鈉	〇、〇五五	〇、〇五八
硫酸	〇、二一八	〇、一〇六
炭酸	一、五四	一、四七
不可溶有機分	二五、七六	一二、八二
不可溶無機分	四、〇五	六、五八
可溶性矽酸	〇、九六七	一、四二四
不可溶性矽酸	〇、五六一	一、〇一〇

游離阿摩尼亞	改算阿摩尼亞	不可溶性有機物中之全氮量	改算阿摩尼亞	可溶性有機物中之全氮量	炭酸	硫酸	鈉	鉀	苦土	石灰	燐石灰	燐酸	酸化鐵及礬土
〇、〇三四	〇、五九九	〇、四九九	〇、一八一	〇、一四九	〇、四八四	〇、〇六一	〇、〇九一	〇、〇九九	〇、一四三	一、一二〇	〇、三八六	〇、一七八	〇、四一八
〇、〇四六	〇、二七五	〇、三〇九	〇、三六〇	〇、二九七	一、二九五	〇、〇六三	〇、〇三八	〇、〇四五	〇、〇九一	一、六六七	〇、五七三	〇、二七四	〇、六七三

堆肥漏液成分表

成分	類別	
	未	熱過
阿摩尼亞	一五、一三	三九、三六
有機物	七一六、八一	三五六、三〇
全氮量	三一、〇八	三五六、三〇
無機分中		
溶解性砂酸	九、五一	一、五〇
炭酸石灰	五九、五八	三四、九一
磷酸鐵及磷酸石灰	七二、六五	一五、八一
炭酸苦土	九、九五	二五、六六
硫酸石灰	一四、二七	四、三六

類乎溶解之阿摩尼亞	〇、〇八八	〇、〇五七
-----------	-------	-------

製於屋內及屋外之堆肥成分比較表（據日本島根縣立農事試驗場）

共計	炭酸鉀	氫化鉀	氫化鈉
一三五七、七四	二九七、二八	六〇、六四	一〇一、八二
七六四、六四	一七〇、五四	〇、五〇	四五、七〇

施行於稻田所產之米量	鉀	磷	氮	成分別	
				屋內	屋外
二、六八六	〇、七四	〇、一八	〇、八〇	〇、五五	一一、三三二

第十項 堆肥製造場

【土法肥場之弊】 吾國農家製造堆肥，向不用屋舍，非堆製於地面，為風日雨露所浸淫，即掘

地窖而悶置之。爲風日雨露浸淫者，久晴之際，則肥堆失之過乾，腐爛分解不易。多雨之際，則失之過溼，肥分因而流失。待取用之時，內部多成灰白色物。窖藏之弊，在空氣不通，分解爲難，且還原作用甚盛，氮質易於流失。所幸土法窖藏，以用河泥爲主，得以吸存若干。惟肥堆底土，因肥分流下之故，反而特別肥壯。若能取以爲客土之用，誠屬一舉兩得。惜乎農人不知利用，斯誠憾事也。

【合理之堆肥場】合理之堆肥場，應爲瓦屋或茅屋。最簡單而經濟者，亦當用蘆蓆或茅草而圍蓋之，俾可免於日熱之蒸騰，雨露之浸澤，風之吹蕩，而使肥分有所損失也。至築屋則不問磚木或泥草，惟求其能適用。其建築之要點：

(一) 場屋宜南北長而東西短。

(二) 場屋之壁根柱脚宜用石板，或塗以松柏油，或將柱脚外部略爲燒焦，以代松柏油，而防腐爛。

(三) 場屋之地面，最好塗以水門汀，或敷以二寸厚之土灰。此種土灰，以黏土六分，石灰四分，食鹽半分混合爲之，以防堆肥之滲漏於土中。

(四)場屋地面，一方宜稍傾斜，並於斜下一端，設一儲水小塘，以便貯藏堆肥中流出之汁液。惟塘宜置蓋，以防肥分散失。

(五)場屋四壁，宜斷絕外氣流通，否則堆肥難於腐敗，而發揮性養分復易於損失。上言五端，乃建築上之情形，至堆肥場屋之位置，於建築之初，亦應有相當之注意。

(一)擇搬運材料便利之處，且須接近田地。

(二)擇排水良好，且可免雨水浸溼之處。如排水不良，周圍可設水溝。

(三)擇日光不直射，急風不直吹，終年溫度變遷甚少之處。如不可得者，可於場屋四週植樹，即可免於斯弊。

(四)於衛生上風景上無妨礙者。

【堆場之大小】肥堆之大小，視農家所用堆肥之多寡而有不同。堆肥多寡，又視其所飼家畜及製造材料之多寡而有別。今設一方步之地，平均施用堆肥十二斤，則田畝之多寡，與堆場之大小，比例之於後。

因	地	面	積	堆	肥	面	積
六方步	九	二方丈	三	四	五	七	九
一分	五	三	四	五	七	九	一〇

第十一項 堆肥管理法

堆肥堆製後，管理設不得其宜，或管理不甚注意，則肥堆非失之過燥，即失之過溼。燥則外部材料亦仍其舊，內部則成灰白色，而為腐植質，易散之肥分完全飛失。溼則材料重質，氣流不通，分解進行遲緩，全部外溫內暖，物質霉爛，液甚多，肥分損失，亦非所宜。普通農家之堆肥，大率如此。改良斯弊，應於管理方面，特別留意。既不使肥堆有過乾或過溼之弊，復不令其所堆材料，有過實或過鬆之

害。至其時，則翻拌之；察其熱，則水溼之；俾材料分解，不急不徐，硝化進行，而無損失。此管理注意之功，肥堆能得最佳之結果也。茲舉管理上應注意諸端於次。

(一) 堆肥業經成熟，如距施用時期尚遠，上面及四週宜蔽以草蓆，以防肥分之飛散。

(二) 切用之時，宜由一方從上而下取用，不可亂翻。

(三) 切用之肥，宜即時施用，不可久置。如不得已而須稍遲者，可築臨時假臺。臺以土成，足踏令實。上置堆肥，亦固踏之。並覆以草蓆。

(四) 計用而取，毋多毋少。取時宜擇曇天無風雨之日。

(五) 不可於雨雪後地尚潮溼時切取施用。

第十二項 堆肥施用法

施肥，所以資長生物者也。然施之不得其當，非惟無益，反而有害。試舉人糞尿言，必俟其完全腐熟後，方可施用。若以新鮮者施之，小則阻止作物之發育，大則令作物而枯死，是可知肥料施用法之不可不講矣。堆肥一物，誤用之後，雖不若人糞尿之有害，然不免有養分損失之弊，茲舉施用法之諸

要點於次。

- (一) 堆肥效用，比較遲緩耐久，宜作基肥。
- (二) 堆肥對於砂土，重黏土，瘠薄土，可以多施。
- (三) 施用堆肥於冬作物收穫後，可於冬作物之畦間或新畦之側面施之。
- (四) 施用於冬作物時，可將畦頭挖開，施肥其中，與土混合。如施於畦間或根下，不可靠近根際。

- (五) 生育期短之作物，用腐熟堆肥，生育期長者，用中熟堆肥。
- (六) 過於乾燥或溼潤之堆肥，不可施用。
- (七) 施用堆肥，宜用土蓋，不可露出，但亦不可埋之過深。
- (八) 堆肥與他種肥料均可混用，故於勞力時間均省。
- (九) 堆肥如與磷酸鈣，湯姆氏磷肥，及重過磷酸鈣，骨粉等混用時，宜將堆肥施於他物之下。
- (十) 施用堆肥之時日，如已預先確定，可於確定日之三四個月前，製造堆肥。

(十一)屋外所製之堆肥，如堆肥下未塗水門汀或土灰，而係普通地土，則堆肥無論堆在地面上者，或窖藏者，均可取堆肥下之泥土，一同施用。

(十二)堆肥所流失之黑褐色汁液，乃富於氮質之化合物及腐植質，可於施用時仍混入堆肥中用之。

第三節 廐肥 (Farmyard or Stable Manure)

廐肥者，家畜之排洩物，與畜舍中鋪墊之褥草，及家畜飼料殘屑之混物也。其中含有氮、磷、鉀三要素，且富於有機物。故用此肥田，不僅可以苗壯作物兼可改良土壤。在歐美畜牧事業發達之國，廐肥用之極多，故有「無家畜無肥料」之諺。吾國滿蒙一帶，畜養亦盛，廐肥產量甚多。但北方之人，十九經事畜牧，不事耕耘，故廐肥不用之以肥田，多用之以取暖。內地農家，畜養甚少，豬廐肥（俗稱豬窠灰）多用以糞田，羊糞則散於四處無法利用。牛糞每塗於牆壁曝乾，留諸寒冬為引火之用。間有用以肥田者，然不多見。馬則北方有之，南方農家，皆不飼養，故無馬糞之可言，其有鄰近軍營或驛站

之處，間有以馬糞爲肥料者。此吾國各地廐肥之大概情形也。

第一項 廐肥之產量及價值

廐肥有數種，馬房所產生者曰馬廐肥，牛棚所產生者曰牛廐肥，羊牢所產生者曰羊廐肥，豬窠所產生者曰豬廐肥。其多寡、成分、燥濕、精粗等等情形，各有不同。即同爲馬房中或牛棚中所出之馬廐肥或牛廐肥，亦視其種類、年齡、飼養之目的，飼料之種類及多寡，而有不同，固不可以一概論也。據畜牧學者之研究，每年每頭馬約排洩糞尿六三七五公斤，牛約排洩九三七五公斤，羊約排洩三〇

	全國數量	每年每頭排洩尿糞量	備考
馬	四、三〇二、八一—	六三七五公斤	湘川粵桂雲貴米列
牛	一一、四〇五、二〇四	九三七五公斤	
羊	二三、三〇五、八八三	三〇〇	
豬	三七、八六三、二六八	一三五〇	
總	四、九七一、七八二		

○公斤，豬約排洩一三五○公斤。吾國家畜之數額，按民國七年農商部農商統計，有馬四百三十萬餘頭，牛一千二百四十餘萬頭，羊二千二百三十餘萬頭，豬三千七百八十餘萬頭。茲姑就馬、牛、羊、豬四者而論，吾國每年應有二〇、一八三、四三二公斤，即三二五、五七五、九四三、七四五斤或三、二五五、七五九、四三七擔之多。每擔若以銀一角計，則其價值應為三二五、五七五、九四三元。於此可見廐肥對於農田之價值為何如矣。

第二項 家畜糞尿

【家畜糞尿組成】 家畜糞尿之組成，與人糞尿無異。其糞之組成，為飼料之不消化部分。（如蛋白質、脂肪、炭水化合物、葉綠素、膠質物、糖分，及鉀、鈉、鈣之硫酸鹽及氫化物等）消化液、黏膜等。尿之組成，為飼料之已經消化部分混入血液，循環全身，經種種變化，自腎臟而排洩者。尿中除含有可溶性之無機鹽類外，有尿素（Urea），尿酸（Uric acid），馬尿酸（Hippuric acid），縮水筋肉精（Creatinin），銜基酸（Amino acid）等。

【家畜糞尿成分】 家畜糞尿成分，視家畜之種類、年齡、健康、飼養目的、飼料種類、飼料多寡、及

勞動程度等等，而有不同。茲將各種家畜糞尿成分分別表列之於次。

(甲) 家畜新鮮糞尿混合之成分表據勒麥爾曼 (Lemmermann) 氏

成分別	馬			牛			豬			羊		
	糞	尿	混合	糞	尿	混合	糞	尿	混合	糞	尿	混合
水分	七五、八	七〇、七	七九	五五	五八	六八	七九、六	九七、五	五七、五	五五、五	八七、五	六六、〇
有機物	三〇、〇	七〇、七	一九〇	一六六	五三	一七〇	一〇一、五	一、一	二、八	九一、五	三、四	八〇、九
氮	〇、四	一、五	〇、六	〇、五	〇、六	〇、五	〇、六	〇、七	〇、三	〇、四	〇、六	〇、六
磷	〇、三	〇	〇、三	〇、七	〇	〇、三	〇、一	〇、五	〇、一	〇、一	〇、二	〇、三
加里	〇、五	一、六	〇、五	〇、一	一、一	〇、六	〇、三	〇、七	〇、六	〇、五	〇、五	〇、五

(乙) 飼料百分中所成家畜糞尿之成分表據華爾富氏

成分別	有機物 %		氮 %		灰分 %	
	類	數	類	數	類	數
糞	分					

(丙) 家畜新鮮糞之成分表 據斯托克柏爾德 (Stoekhardt) 氏

平均		羊		牝牛		牝牛		馬		
合計	尿	糞	尿	糞	尿	糞	尿	糞	尿	糞
四五、九	三、四	四二、五	二、〇	四四、〇	四、四	四二、五	四、〇	三九、五	三、三	四四、一
八七、三	四七、二	四〇、一	四二、三	四六、七	五四、八	三三、九	三一、〇	四七、五	六〇、七	三二、四
九八、七	三九、〇	五九、七	四一、〇	五七、九	三四、三	六四、六	四三、一	五三、九	三七、五	六二、五

(五) 家畜新鮮尿之成分表 (據斯托克柏爾德氏)

成分	種類			
	馬	牛	豬	羊
氮	二、〇八	一、八七	三、〇〇	一、七八
磷	一、四五	一、五六	二、二五	一、四二
鹼類	一、二五	〇、六二	二、五〇	〇、七一

(丁) 家畜糞乾物中之成分表 (據斯托克柏爾德氏)

成分	種類			
	馬	牛	豬	羊
水分	七六、〇	八四、〇	八〇、〇	五八、〇
氮	〇、五	〇、三	〇、六	〇、七五
磷	〇、三五	〇、二五	〇、四五	〇、六〇
鹼類	〇、三	〇、一	〇、五	〇、三

(六) 家畜尿之乾物中成分表 (據斯托克柏爾德氏)

成 分	氮 類	磷 類	水 分	成 分	
				類	別
馬	八九、〇	一、二	〇	一、五	〇
牝	九二、〇	〇、八	〇	一、四	〇
牛	九七、五	〇、三	〇	〇、二	〇、二五
豬	八六、五	一、四	〇	〇、〇五	〇、〇五
羊				二、〇	

(七) 馬牛尿與人尿成分比較表

成 分	氮 類	磷 類	水 分	成 分	
				類	別
馬	一〇、九	一、三、六	一、〇	一、七、五	八、〇
牝	一〇、〇	一、七、五	一、〇	一、七、五	八、〇
牛	一〇、〇	一、七、五	一、〇	一、七、五	八、〇
豬	一〇、〇	一、七、五	一、〇	一、七、五	八、〇
羊	一〇、四	一、四、九	一、〇	一、四、九	八、〇

馬尿酸%	尿素%	分類		
		成人	尿馬	尿牛
〇、五	二〇			
五、〇	三〇			
一六、〇	一八			

第三項 各種家畜之糞

【牛糞】牛為反芻動物，咀嚼飼料極細，且飲水甚多，故其排洩物，緻密而多水分，腐敗遲緩。施於砂土或缺乏有機質之溫暖土壤，最為相宜。牛糞因發酵腐爛緩慢，故有冷性肥料之稱。其腐爛之緩慢程度，據研究可繼續二年至四年之久。至牛糞之產量，按韓奈坡 (Heneberg) 施多曼 (Sch-mann) 二氏云，體重一〇〇〇公斤之牛，每日約產七〇——九〇公斤之新鮮廐肥。經腐熟後，約損失全量百分之二十。

【馬糞】馬糞為溫性肥料，以其質地乾粗，發酵分解甚易，發熱亦大。蓋馬所食者，為多纖維之粗飼料。且咀嚼甚粗，故其糞疏鬆，易於流通空氣，極適於微生物之繁殖。馬糞富於氮質，黏重及寒冷

之土地，施用馬糞，最爲相宜。通常體重五〇〇公斤之馬，每日約產廐肥二十五公斤，腐熟後約爲二〇公斤。

【羊糞】羊與牛同爲反芻動物，惟羊飲水則不若牛之多，故其糞乾而成顆粒之狀。因而分解頗速，與馬糞同屬溫性肥料。其肥效之繼續力亦甚長。施於黏重及寒冷之土，極其相宜。普通體重四十五公斤之羊，日產廐肥二、五公斤，腐熟後重約二公斤。

【豬糞】豬之食物，比較馬牛羊爲濃厚，而其所產之糞質則甚劣，且極稀薄，氮質甚少，屬冷性肥料。施於溫暖及砂土比較相宜。通常之豬，每日約產廐肥六斤。

綜上各家畜之糞以觀，糞中皆含氮質最多，而含磷酸及鉀較少。尿則富於鉀及氮質。馬牛之尿，磷酸則完全缺乏。豬羊雖有，然爲量無多。家畜尿與人尿相較，人尿之主要成分爲尿素，富於磷酸，反應呈酸性。而家畜尿之主要成分爲馬尿酸，缺乏磷酸，反應呈鹼性。此二者之大別也。

第四項 廐肥之成分

廐肥成分，視家畜種類，飼料，用途，健康，及廐肥之新陳，而有不同。茲將各廐肥之成分表列於次。

(甲)馬牛混合之成分表

水分	有機物	氮	磷	鉀	成分類									
					新	鮮	適							
七五、〇	二一、二	〇、三九	〇、一八	〇、四五	七五、〇	一九、二	〇、五〇	〇、二六	〇、六三	七五、〇	一四、五	〇、五八	〇、三〇	〇、五〇
					當	過								
					熱									

(乙)馬牛猪混合厩肥之新陳成分比較表 (據福克爾 Voelckel 氏)

水分	經過十四日	經過六個月	成分類							
			新	鮮	適					
六六、一七	七五、〇	一九、二	〇、五〇	〇、二六	〇、六三	七五、〇	一四、五	〇、五八	〇、三〇	〇、五〇

(丙) 普通合理製造各種廐肥之成分表

苦 土	石 灰	鉀	磷 酸	質			氮			有機物			無機物											
				合計	不溶性	可溶性	合計	不溶性	可溶性	合計	不溶性	可溶性	合計	不溶性	可溶性									
〇、一五	一、一九	〇、六七	〇、三二	〇、六四	〇、四九	〇、一五	五、五九	四、〇五	一、五四	二七、九四	二五、四六	二、四八	〇、一四	一、七八	〇、四九	〇、四一	〇、三一	〇、三〇	八、〇五	六、五八	一、四七	一六、五三	一二、八二	三、七一

成分	成分別	
	屋內	屋外
水分	九九四、〇%	九八八、〇%
有機物	八、〇	六、〇

(丁)屋內屋外厩肥液液之成分比較表(據華爾富氏)

分析者	牛		馬		羊		豬		通常
	Holdel- eiss	Wolf	Bretsch- neider	Wolf	Bretsch- neider	Wolf	Holdel- eiss	Wolf	
石	〇、四	〇、三	〇、三	〇、三	〇、五	〇、三	〇、一	〇、一	〇、五
灰	〇、三	〇、三	〇、三	〇、三	〇、三	〇、三	〇、三	〇、三	〇、三
鉀	〇、三	〇、三	〇、三	〇、三	〇、三	〇、三	〇、三	〇、三	〇、三
磷	〇、九	〇、六	〇、三	〇、三	〇、三	〇、三	〇、五	〇、九	〇、三
酸	〇、三	〇、三	〇、六	〇、六	〇、六	〇、八	〇、五	〇、四	〇、四
氮	三、三	三、三	三、七	二、七	三、七	三、四	二、一	二、七	三、三
乾	三、三	三、三	三、三	三、三	三、三	三、三	三、三	三、三	—
物	—	—	—	—	—	—	—	—	—

(戊)各種家畜舍流液之成分(據內山博士)

有機物	水分	成分別	
		馬	牛
—	—	馬	牛
—	九七、五〇	—	—
—	〇、七四	—	—
—	—	豬	—

鹽素	磷酸	苦土	石灰	鉀	磷	氮	灰分
一、二	〇、七	〇、四	〇、三	五、五	〇、一	二、五	一〇、〇
〇、八	〇、五	〇、三	〇、二	四、六	〇、一	二、二	六、〇

第五項 蔴草

蔴草之用，目的甚多，一則可以吸收家畜之糞尿，藉免過量尿分之損失，且可助移家畜之遺矢，清潔畜舍。一則可以為家畜作溫暖臥蔴，保持體溫，兼防畜體污染也。蔴草之材料，因地因時而異，種類甚多。約言之，有藁類，泥炭，海藻，羊齒類，蘚苔類，落葉類，鋸屑，土壤等。茲將各種蔴草一〇〇公分吸收水分之量，列表如左。

鉀	〇、一一	〇、九〇	〇、一八
磷	〇、〇五	〇、〇一	〇、〇五
氮	〇、四二	〇、三八	〇、二〇

小 麥 稿 稈	二二六 公分
大 麥 稿 稈	二八五
黑 麥 稿 稈	二四二
燕 麥 稿 稈	二一四

蹄豆莖	二八一
風乾雜草	一四五
樹落葉	一六二
羊齒類	二一二
泥炭	五〇〇—七〇〇
鋸屑	四五〇
輕鬆細土	五〇

上表所列者，係蘚草吸收水分之量。至蘚草吸收家畜糞尿汁液之量，稍有不同。據勃力談羅斐氏 (Breitenlohner) 之研究，每一〇〇〇公分之蘚草，可以吸收家畜糞尿汁液之量如次。

土壤	五〇〇公分
黑麥稿稈	三〇〇〇
森林野草	〇八三
豆莖	三三〇〇

小麥	一四、三〇	八一、一〇	〇、四八	〇、二二	〇、六三
大麥	一四、三〇	八一、二〇	〇、六四	〇、二九	一、〇七
豌豆	一六、〇〇	七九、七〇	一、〇四	〇、三五	〇、九九
蠶豆	一六、〇〇	七九、五〇	一、六三	〇、二九	一、九四
大豆	一四、〇〇	八二、八〇	一、三一	〇、三一	〇、五〇
海草	一〇、〇〇	七七、八〇	一、四〇	〇、四〇	一、六〇
山毛榉落葉	一四、〇〇	七九、一〇	一、〇〇	〇、二三	〇、二四
槲落葉	一四、〇〇	八一、四〇	一、〇〇	〇、二〇	〇、三五
松落葉	一三、五〇	八五、三〇	〇、八〇	〇、一〇	〇、一三
抱櫟落葉	一三、二八	八二、二六	一、〇七	〇、一八	〇、二〇

第六項 廐肥之生產量

廐肥爲家畜之糞尿及蔞草而成。其中雖含有家畜飼料之殘屑，然爲量甚微。通常計算廐肥之生產量，則注重於糞尿及蔞草二者。據學者之研究，廐肥中之乾物量，平均約爲家畜所食飼料中乾

物量之半，蔴草則爲家畜所食飼料中乾物量之四分之一。是以廐肥中之乾物量，「以D代之」爲

$$\frac{1}{2}D + \frac{1}{4}D = \frac{3}{4}D$$

而新鮮廐肥中之乾物量，僅佔全量四分之一，而水分則佔有四分之三。故求廐肥之產量，應以四乘之，卽

$$4 \times \frac{3}{4}D = 3D$$

由是以觀，家畜每日廐肥之產量，卽爲其每日所食物料中乾物量之三倍也。

【計算廐肥係數】 廐肥產量，用法計算之，固甚準確，茲另有一法，是用係數者，據華爾富氏云，假設體重一〇〇〇公斤之役牛，每日所食飼料之乾物量爲二十四公斤，則準諸前法，以三乘乾物量二十四公斤，得七十二公斤，卽爲廐肥之生產量。如其體重一〇〇〇公斤計，則每日體重每公斤應產廐肥爲〇、〇七二公斤。此〇、〇七二公斤卽爲牛每日所產廐肥之係數。以此係數乘

其體重，即得廐肥之產量。據大工原博士云，中熟廐肥之生產量，各家畜體重每公斤每日所產廐肥之係數如次。

牛	〇、〇六三
馬	〇、〇四三
羊	〇、〇四二
豬	〇、〇三九

以上列之係數，各依家畜之種類，乘其體重，即得準確之中熟廐肥生產量。今日本各地畜牧試驗場計算廐肥產量，均以此法推計之。茲另舉一例以家畜之消化率而計算廐肥之產量，其方式如次。

據耶那 (Jena) 農事試驗場之實驗，用牝牛八頭，其體重之總數，為四二〇〇公斤，每日給與之飼料為乾草九十二公斤，乾燥之甜菜切片二十五公斤，花生粕十公斤半。

飼所一	物中飼	重乾飼	化不飼	重化不飼
料給日	量乾料	量物料	量消料	量物消料

乾草	92公斤	85.7%	79.00公斤	40%	31.6公斤
甜菜	25公斤	88.4%	22.00公斤	18%	4.0公斤
花生粕	10.5公斤	90.2%	9.50公斤	15%	1.4公斤
乾物量合計			<u>110.50公斤</u>		<u>37.0公斤</u>

上式飼料中不消化物之重量，即為糞中之乾物量。尿中之乾物量，約為飼料乾物量中之百分之六。而糞尿混合物中之乾物量，約為全量百分之十二。五即全量之八分之一。故廐肥之生產量，為

糞中乾物量(公斤) 37.00

尿中乾物量(公斤) $110.5 \times 0.03 = 6.63$

糞尿中乾物量(公斤) 43.63

新鮮糞尿全量(公斤) $43.63 \times 8 = 349.04$

一日所用蔴草量(公斤) 42.00

新鮮廐肥量(公斤) 391.04

第七項 廐肥堆積法

廐肥不論新陳，均可施用。新鮮廐肥，含有有機物甚多，故施用之後，既可肥田，又能改良土質。至腐熟廐肥，若處理得宜，肥分並無損失。惟有有機物則減少。對於土質改良上，微有不利。通常廐肥，均先堆積，使之腐敗，然後施用。苟處理得宜，雖經二三月之久，其中肥分，非惟無損失之虞，且可變不可給態之物質為可給態。茲將堆積場之位置，構造，及堆置上應注意各點列如次。

(一) 堆置廐肥之處，宜擇日光不多，不甚通風之地，其大小可依牲畜之多寡而定。

(二) 堆置廐肥之地面，宜用磚及水門汀做成斜勢。既不透水，又利水流，於其低處設一深淺適當之溝，以貯汁液。

(三) 堆置廐肥之處，宜蓋草頂，四週須設四尺高之短土圍。圍與屋簷之間，宜掛草蓆，藉避風日。

(四) 堆置之廐肥，務須壓緊，堆中宜有適度之潮濕，最好不時取堆旁溝中之污液，注於堆肥，以免阿摩尼亞之發散。

(五) 廐肥堆置之高度，須視原料之種類及氣候之寒暖而有不同，通常約在四尺左右。

(六) 廐肥堆宜不時翻動，將內部之廐肥翻至外部，外部者翻至內部，俾可內外同樣腐熟。

第八項 廐肥堆積中之變化

堆積廐肥，令之腐熟，其所需時間，視氣候之冷暖，而有不同。溫暖之時，約經過二三個月，即可成熟。寒冷之際，須時四五個月。在此堆積時中，其由新鮮之廐肥，漸變而成腐熟者，皆細菌工作之功。此中經過情形，與堆肥相似。其作用，計有七種。

(一) 脂肪酸發酵作用。

(二) 纖維分解作用。

(三) 碳水化合物分解作用。

(四) 硫酸化合物發酵作用。

(五) 尿素分解作用。

(六) 腐敗作用。

(七) 硫化氫生成作用。

【含氫有機物之變化】 上述七種變化，幾同時進行，而變化緩急，及其分解所成之簡單物各有不同。廐肥中各物之分解，以尿中含氫有機物為最速。分解次速者，為糞中之含氫有機物。再次為蘄草中之含氫有機物。凡含氫有機物經分解後，均成阿摩尼亞。若阿摩尼亞經硝化作用，便成亞硝酸及硝酸。硝酸如經還原作用，便成游離之氫氣，而飛散損失。故堆積廐肥，最忌游離氫氣之發生。防止之方，即廐肥須堆製堅實，且使之常濕潤，並不時撒佈石膏，過磷酸鈣，鉀瀉利鹽等於廐肥中，亦能收保存之效。廐肥如堆製堅實，則硝化與還原兩作用，均不致發生。

【無氫有機物之變化】 廐肥中無氫有機物，經分解後，成水，沼氣，炭酸，游離氫氣等。凡此諸物，多屬氣體，無形中每多吹散損失。此就有機物分解後，或揮發性之物質而言。然同時一部分之有機物，亦變成不揮發性之物質，即腐植質是。吾人所見腐熟廐肥所呈之黑褐色者，即因此復行形成有機物也。

廐肥中含氫及不含氫之有機物，經種種分解，所成各種物質，已如上述。而此等有機物之分解，

影響於廐肥中無機物之變化，蓋由於腐植酸，炭等與無機物起化學作用，變不可給態者為可給態。是以無機物之可溶性成分，逐漸增多。而廐肥全體之容積，遂日漸減少。其減少之量，大約二三月後減少百分之十五，而至百分之二十。時日愈久，容積愈少，或竟減少百分之三十而至四十也。

第九項 廐肥施用法

廐肥經長期時之堆積，養分增多，容積減少，內外完全腐熟，即可運至場圃，施於田畝，以作肥培。施用之法，即將腐熟廐肥，撒佈地面，既薄且勻，用耙覆之以土，以防養分之損失。如因特別情形，不克即時施用，宜將廐肥堆成小邱，上覆泥土，以防風雨。廐肥除堆積令之腐熟後施用外，新鮮廐肥，亦可施用。其危險性，不及新鮮人糞尿之大。惟須視土質之輕重，土壤之寒暖，作物生長期間之長短，氣候之寒暖，及施用之深淺等等而有不同。茲表列之於次。

新鮮	砂土	暖地	作物期長	溫暖時	淺	改良土質
中熟	壤土	溫暖地	作物期長	溫暖時	中	
腐熟	粘土	寒地	作物期短	寒冷時	深	

新鮮廐肥，水分較多，所含物質，均未分解。以之施於砂土，最為相宜。蓋砂土孔隙衆多，空氣流通得宜，因之所施新鮮廐肥中之微生物，滋殖甚盛，分解可以進行，陸續可變不可給態之物質為可給態，以之供給生長期較長之作物。至腐熟廐肥，其中物質已全部分解，施諸黏土，雖其中空氣不甚流通，微生物生長不易，然廐肥既經腐熟，可立即供作物之吸收，土地及氣候之寒冷，無礙於腐熟之廐肥，即施用較深，作物亦得而利用之也。茲將施用廐肥時應注意各點列如次。

- (一) 新鮮廐肥，入土宜淺，腐熟者宜深。
- (二) 黏重土及寒冷土中施用廐肥宜淺，輕鬆土及溫暖土宜深。
- (三) 黏重土及寒冷土中宜施用腐熟肥，較鬆土及溫暖土用中熟或新鮮廐肥。
- (四) 為改良土壤物理性質，宜用新鮮廐肥。
- (五) 生長期間短之作物，用腐熟廐肥。期間長者，用中熟或腐熟廐肥。
- (六) 廐肥屬遲效肥料，可用作基肥，於播種或移植時施用。
- (七) 新鮮廐肥，不宜與硝酸性肥料混用，以防還原菌之作用，而生游離氮氣。

第四節 油粕 (Oil Cakes)

油粕，俗稱曰餅，乃植物種子經壓榨脫去油蠟後所餘之殘滓。例如豆去豆油，其殘滓曰豆粕，或曰豆餅，乃一種濃厚之肥料。吾國自古用之，日本農家用之亦廣。油粕種類甚多，我國通常所用者為大豆餅，棉籽餅，菜子餅，花生餅四種。考近世人類所用植物種子，或榨其油以為食料，燃料，肥皂，醫藥，及機器之用。或取其蠟以製物。其種類約在二百以上。其中較普通者有以下三十種。

(1) 大茴香子 (Anise)	(2) 栲實 (Bechnut)
(3) 葛縷子 (Caraway)	(4) 蓖麻子 (Castor oil bean)
(5) 芹菜子 (Celery)	(6) 可可子 (Cocoanut)
(7) 胡荽子 (Coriander)	(8) 玉蜀黍 (Corn)
(9) 棉子 (Cottonseed)	(10) 歐洲甘遂子 (European Spurge)
(11) 茴香子 (Fennel)	(12) 亞麻子 (Flax)
(13) 大麻子 (Hemp)	(14) 油桐子 (Tung-oil nut)

(16) 亞麻仁 (Linseed)	(16) 獨活草子 (Lorage)
(17) 苜蓿子 (Alfalfa seed)	(18) 瓜子 (Melon seed)
(19) 橄欖 (Olive)	(20) 棕櫚子 (Palm nut)
(21) 花生 (Peanut)	(22) 洋芹子 (Parsley)
(23) 罌粟子 (Poppy)	(24) 蕪菁子 (Rape)
(25) 荏 (Perilla)	(26) 芝麻 (Sesame)
(27) 大豆 (Soy bean)	(28) 向日葵 (Sunflower)
(29) 烟子 (Tobacco)	(30) 胡桃 (Walnut)

上言各種植物，其子實經壓榨脫去油蠟後，其殘渣多可用以肥田。惟有少數子實，若罌粟、烟等，含有毒質，不宜用也。

第一項 油粕之成分

油粕乃濃厚肥料之一，富於有機物，及氮質，惟磷酸及鉀則較少。其中所含油分，視粕之製造法而有不同。製造之精者，油分提去甚多，故粕中所含極少。製造不精者，提取去油分不多，粕中所含甚

富。據一般之分析，油粕類含氫約自百分之二、五至百分之七，鉀百分之〇、五至百分之一、五，磷酸百分之一至百分之三，脂肪百分之五至百分之十。油粕中氫質，約爲蛋白質之形態。磷酸則以有機態爲主，而其中大部分則爲非丁（Phytin）形態也。按日本船津常吉氏研究油粕云，油粕乾物百分中所含磷之成分如次。

	大豆	餅	粕	棉	子	粕	菜	子	粕
全 磷 酸		一、三八			二、二五				二、八二
卵黃素態磷酸		〇、一七			〇、一二				〇、二〇
核素態磷酸		〇、二三			〇、三〇				〇、二六
稀鹽酸可溶磷酸		〇、九八			一、八〇				二、三七

據日本鈴木吉村兩農學博士之研究，油粕中所含之磷酸，凡稀鹽酸可以溶解者，多爲非丁形態。茲將兩氏所分析油粕中磷酸之形態如次。

全磷酸	乾物百分中全磷百分中	乾物百分中全磷百分中	乾物百分中全磷百分中	乾物百分中全磷百分中
卵黃素態磷	一、一九五	一〇〇、〇〇〇	〇、七三二	一〇〇、〇〇〇
千分之二鹽酸可溶之磷	〇、〇三四	二、八五	〇、〇三〇	三、九一
鹽酸可溶之磷中無機磷	痕跡	四九、五二	〇、一四四	一八、六一
鹽酸可溶之磷中有機磷	〇、五三二	四四、四六	〇、一二五	一六、二四
	菜子	粕	胡麻	粕

上表濃度千分之二鹽酸可溶之磷，全為有機態之非丁形態磷。是以欲使油粕中所含磷酸施用有效，須將油粕捻為粉末，然後混以少許米糠。因米糠中含有非丁酵素，非丁遇之，則發酵分解，成環六烷六個醇 (Inositol) 及無機磷酸。非丁經變遷後，油粕中之磷酸肥效，即因之增加矣。

各種油粕成分表

種類	成分		水分	有機物	灰分	氮	磷	酸	鉀	石	灰
	別	分									
大豆	粕	—	一〇、五	八三、四〇	六、一〇	六、五五	一、三二	—	二、四六	—	—
花生	粕	—	一〇、四	八五、六三	三、九七	七、五六	一、三一	—	一、五〇	—	〇、一六
蕎麥	粕	—	一一、三〇	六三、〇〇	五、七〇	五、〇五	二、〇〇	—	一、三〇	—	〇、七一
棉子	粕	—	一一、二〇	八二、一六	六、六四	六、二一	三、〇六	—	一、五八	—	〇、二九
胡麻	粕	—	一一、一〇	七九、五二	九、三八	五、八六	三、二七	—	一、四五	—	二、五一
亞麻仁	粕	—	一二、二〇	八二、六七	五、一三	四、七二	一、六二	—	一、二五	—	〇、四三
麻子	粕	—	一三、〇〇	—	—	三、四〇	一、六〇	—	一、三〇	—	—
蓖麻子	粕	—	—	—	—	五、五〇	一、八〇	—	一、〇〇	—	—
茶子	粕	—	一一、〇〇	八二、七五	六、二五	二、一三	〇、五四	—	一、九九	—	〇、二二
椰子	粕	—	三、七〇	八一、九七	五、三三	三、七四	一、三〇	—	一、九六	—	〇、五五
棕櫚	粕	—	一〇、〇〇	八七、三九	二、六一	二、五九	一、一〇	—	〇、五〇	—	〇、三一
荏	粕	—	一一、〇〇	—	—	五、四〇	二、二〇	—	一、〇〇	—	—

桐	子	粕	—	—	—	—	二、五六	〇、八五	〇、五二	—
---	---	---	---	---	---	---	------	------	------	---

第二項 油粕各論

1 豆粕 (Soy-bean cakes)

我國產豆，世界聞名，約占世界產豆類十分之八。東三省產豆，約占全國產量十分之七。近年以來，大豆為我國出口貨第二大宗，幾與蠶絲頡頏，遠在茶市之上。昔日豆之用途，祇知作為食物，近則工業化學發達，用途日廣，可以造人造牛油、石鹼、火藥、小粉、藥品等，因之銷路日廣，栽培日多，而豆餅之產量，亦因之而多矣。出口惟一之銷場為日本，其他豆則多輸於英國、丹麥、荷屬印度。豆油則多輸入美、英、瑞典等國也。

大豆為東三省之特產，故東北所產特多。其次為山東河北中部產豆之區，以湖南湖北為首。河南之豆，則集中於駐馬店，車運而南，至漢銷售。據國府主計部之統計，全國種植各種類豆面積為二一三、七六一、〇〇〇畝，產豆二七七、三六七、七三〇石。據滿鐵統計民國十五年東三省大豆種植面積，為二千六百零三萬七千町步，產豆二千二百四十九萬六千一百石。

地 方 面	積 產	景
奉天以南	三、〇九九、〇〇〇	二、五一〇、二〇〇
奉天以北	四、九六〇、八〇〇	三、九一九、〇〇〇
京 奉 線	七五〇、八〇〇	四五八、〇〇〇
四 洮 線	五九〇、八〇〇	三九五、八〇〇
中東南部線	五、八七〇、二〇〇	四、五二〇、一〇〇
間 島	八〇三、三〇〇	七六三、一〇〇
中東東部線	三、二〇二、六〇〇	三、一三八、五〇〇
中東西部線	六、六六五、四〇〇	六、七三二、一〇〇
其他黑龍江	九四、一〇〇	五九、三〇〇
合 計	二六、〇三七、〇〇〇	二二、四九六、一〇〇

上述二千數百萬中，約四成以上爲東三省油坊之原料，餘則大部輸出於海外，從民國十八年度之情形觀之，計有二千二百四十二萬五千五百八十二擔，計值七千六百五十九萬八千五百十

九海關兩。其中輸往日本者，實佔多數。由東三省三港輸出計三百九十四萬九千三百零五擔，值一千四百三十一萬八千餘海關兩。由是可知大豆輸往日本之多矣。

東三省大豆產額，年達三千萬石，油坊爲東三省第一工業。按民國十七年之統計計有油坊油場四百四十八所，投資約三千五百萬元，一日夜之製造能力，爲豆油二百六十五萬六千五百斤，豆餅五十三萬一千四百七十九枚。豆餅十之八九，運銷於日本。豆油十之七八銷於歐美。惟近來豆油爲花生油所壓迫，豆餅爲硫酸銨所壓迫。加以年來歐美豆油工業發達，大豆竟多輸於海外。是以現在東三省操業油坊者，僅餘三之一，每年約產豆油二億斤，豆餅五千萬枚。

地方	工場數	一日豆油產量	一日豆餅產量
大連	八六	一、三四二、三〇五	二六八、四六一
營口	二二	一〇八、九五〇	二一、七九〇
安東	二五	二一九、七八九	四三、九二五
哈爾濱	四三	三九二、六八五	七八、五三七

之成分列表如左。

【豆粕之成分】 大豆餅之成分，普通約含水分百分之十，脂肪百分之十七，茲將各地大豆餅

北滿地方	一八	四七、五七〇	九、五一四
南滿地方	二五四	五四六、二六〇	一〇九、二五二
合、計	四四八	二、六五六、〇五五	五三一、四七九

成分	類別	營 口 山 東 廣 東 杭 州				
		營	口	山	東	
水分		一〇、五〇	—	—	一四、二二	—
有機物		八三、四〇	—	—	七四、四六	七二、四二
氮		六、五五	六、二五	—	六、四五	五、八五
磷	酸	一、三二	一、七九	—	一、〇九	〇、九二
加里		二、四六	一、四〇	—	一、四六	一、六二

東三省豆餅所含氮、磷、二質多寡之比較。

	最	最	平
	多	少	均
氮	七、八一	五、九七	六、七七
% 磷			
酸	二、八八	〇、六四	一、三七
%			

南滿洲主要新式油坊表(職工五十人以上者)

所在地	工場名	設立年	資本額	豆	粕	油
大連	日清豆粉製造株式會社	光緒三十年	七五〇、〇〇〇日元	一、〇〇〇、〇〇〇枚	四、四九六、〇〇〇斤	
	小寺油坊	宣統二年	二〇〇、〇〇〇	七八二、〇〇〇	三、二七三、〇〇〇	
	齋藤油坊	宣統三年	一〇〇、〇〇〇	四三九、〇〇〇	一、八七七、〇〇〇	
	泰昌利油坊	同上	三〇、〇〇〇	二六八、〇〇〇	一、一二四、〇〇〇	
	福順成油坊	同上	八〇、〇〇〇	四二九、〇〇〇	一、七七五、〇〇〇	
	福昌油坊	光緒三十三年	六〇、〇〇〇	三〇七、〇〇〇	一、二七四、〇〇〇	

東永茂油坊	宣統二年	三〇,〇〇〇	二八六,〇〇〇	一,一九四,〇〇〇
政記油坊	光緒三十四年	四五,〇〇〇	二八三,〇〇〇	一,〇八四,〇〇〇
天興福油坊	光緒三十三年	四六,〇〇〇	二三一,〇〇〇	九六七,〇〇〇
同聚祥油坊	宣統元年	四二,〇〇〇	二二一,〇〇〇	九二五,〇〇〇
聚成祥油坊	宣統三年	三一,〇〇〇	二二〇,〇〇〇	八七五,〇〇〇
慶永茂油坊	民國二年	三〇,〇〇〇		
三泰油房		三〇〇,〇〇〇 _兩	五〇,〇〇〇	二五,〇〇〇
和盛利油房		三〇,〇〇〇	三,三〇〇	一六,五〇〇
鈴木油房		五〇〇,〇〇〇		
大達製油株式会社		三,〇〇〇,〇〇〇		
大生蔚油房		五〇,〇〇〇	一,五〇〇	七,五〇〇
怡生東油房		二〇,〇〇〇	一,四〇〇	七,〇〇〇
安惠棧油房		三〇,〇〇〇	二,一〇〇	一〇,五〇〇
福順厚油房		一〇〇,〇〇〇	二,五〇〇	一二,五〇〇

金台福油房	益昌油房	東興昌油房	振興油房	德源油房	永興裕油房	寶生油房	新順同油房	德興東油房	錦元油房	益昌公油房	金州福興號油房	萬慶昌油房	亨祥裕油房
一一〇〇〇〇	一〇〇〇〇〇	一〇〇〇〇〇	一〇〇〇〇〇	一一〇〇〇〇	一一〇〇〇〇	一一〇〇〇〇	一二〇〇〇〇	一二〇〇〇〇	三〇〇〇〇〇	一五〇〇〇〇	一〇〇〇〇〇	五〇〇〇〇〇	三五〇〇〇〇
一〇〇〇〇〇	一〇〇〇〇〇	一〇〇〇〇〇	一〇〇〇〇〇	一〇〇〇〇〇	一五〇〇〇〇	一〇〇〇〇〇	一〇〇〇〇〇	一〇〇〇〇〇	一五〇〇〇〇	一五〇〇〇〇	一二〇〇〇〇	二四〇〇〇〇	二一〇〇〇〇
二〇〇〇〇〇	二〇〇〇〇〇	二〇〇〇〇〇	二〇〇〇〇〇	二〇〇〇〇〇	三〇〇〇〇〇	二〇〇〇〇〇	二〇〇〇〇〇	二〇〇〇〇〇	三〇〇〇〇〇	三〇〇〇〇〇	三〇〇〇〇〇	一二〇〇〇〇	一〇〇〇〇〇

北滿洲主要新式油坊表

牛莊	小寺油房	光緒三十二年	一、〇〇〇、〇〇〇	一、三五〇、〇〇〇	六、七五〇、〇〇〇
安東	聯合資會社日興油房	宣統元年	八〇、〇〇〇	二五〇、〇〇〇	一、二〇〇、〇〇〇
	興泰福油房		一一〇、〇〇〇	一〇、〇〇〇	二、〇〇〇

所在地	工場名	設立年	資本額	豆粕一日產量	豆油一日產量
哈爾濱	義昌隆	一九一五	五〇〇、〇〇〇 <small>盧布</small>	一、五〇〇 <small>枚</small>	一七八、五 <small>鎰</small> 通
	順和裕	一九一三	一〇〇、〇〇〇	一、一〇〇	一七八、五
	洪盛裕	一九一二	七〇、〇〇〇	一、五〇〇	一七八、五
	裕泰	一九一四	五〇、〇〇〇	二、五〇〇	二九七、五
	聚盛泰	一九一三	三〇、〇〇〇	八〇〇	九五、二
	元吉	一九一五	一五、〇〇〇	四〇〇	四七、六
	恆隆德	一九一五	五〇、〇〇〇	一、二〇〇	一四二、八
	東亞	一九一四	六〇、〇〇〇	七〇〇	八三、三

其他各地主要榨豆廠表

東泰	東和	雙興	加巴爾金(水壓)	廣源盛	新泰	大順昌	豐泰義	德義成	同發隆
一九一五	一九一五	一九一五	一九一五	一九一五	一九一五	一九一五	一九一五	一九一五	一九一五
二〇,〇〇〇	一五,〇〇〇	一〇,〇〇〇	五〇〇,〇〇〇	二〇〇,〇〇〇	五〇,〇〇〇	一〇〇,〇〇〇	六〇,〇〇〇	五〇,〇〇〇	三五,〇〇〇
六〇〇	六〇〇	三〇〇	六,二〇〇	六〇〇	一,〇〇〇	六〇〇	一,五〇〇	一,三〇〇	一,二〇〇
七一,四	七一,四	三五,七	三一〇,〇	七一,四	一一九,〇	七一,四	一七八,五	一五四,七	一四二,八

河南清化鎮	清華實業公司	二〇〇,〇〇〇	光緒三十二年	備考
所在地	工場名	資本額	設立年	備考

山東濟南	興 順 福												
	福 和												一二〇台
	順 豐												二〇〇台
湖北漢陽	天 盛	二〇〇、〇〇〇	三十四年										二一〇台
	興 盛												二六台
	久 豐	三〇〇、〇〇〇	三十三年										一四〇台
	欽 記												九七台 二台
	裕 豐												一五〇台
	美 盛												一〇〇台
	元 豐	二〇〇、〇〇〇	三十一年										二七〇台
	永 昌 元												一八〇台
湖北漢口	日信豆粕第二工場		三十二年										一〇〇台
湖北漢陽	日信豆粕第一工場		三十一年										五〇台
河南周口鎮	啓新榨油公司	一〇〇、〇〇〇	三十三年										壓榨器

江蘇海州	廣豐豆油公司	三〇〇、〇〇〇	三十二年	一五〇台
江蘇淮安	源豐機器製造油餅坊	三〇、〇〇〇		
江蘇鎮江	鎮泰油廠	一〇〇、〇〇〇		休業
	大源豆油廠	二〇〇、〇〇〇	民國二年	克拉普壓榨器 一〇〇台
	信記油廠			
江蘇常州	大均油餅公司	三〇〇、〇〇〇	光緒三十二年	
安徽懷寧	豐盈榨油公司	一〇〇、〇〇〇	三十二年	
安徽阜陽	裕豐榨油有限公司	二〇〇、〇〇〇	三十二年	
廣東汕頭	長發油房		十八年	一日產九〇〇枚豆粕休業
	綿發油房		三十五年	一日產九〇〇枚豆粕休業

東三省榨豆油工廠數表

地方	工場數		
大連	五九	二五、九四五、〇〇〇	一、八七一、〇八二

(說明) 共計數內哈爾濱營口產額除小寺油廠外，並未計算在內。

金州	二	四一一、三八四	一五、一九二
普蘭店	七	一五四、〇九一	三八、九七七
鏡子窩	一五	五九七、四七五	四九二、七八一
營口	一四	未詳	未詳
瓦房店	一一	二六四、七〇〇	七一、七三三
遼陽	二	四、二二四	二、三九四
開原	五	六七五、九〇三	四八〇、七四一
四平街	二	一六〇、九六一	一〇八、二二三
公主嶺	二	七四、二九三	三五三、〇六三
安東	一	八五、〇〇〇	四八〇、〇〇〇
哈爾濱	一八	未詳	未詳
共計	一三八	三〇、三五三、〇三	二一、六九三、九〇〇

東三省油坊數表

地方	油坊數	地方	油坊數
安東	一三	錦州	一〇
吉林	二〇	鄭家屯	七
扶餘	三〇	哈拉沁	三
遼陽	二一	橫道子(彰武)	一
掏鹿(西豐)	一〇	阜新縣	一
局子街	三二	頭道溝	九
鐵嶺縣	八	開源縣	二三
清河門	三	洮南縣	五
農安縣	四	長嶺縣	四
福隆縣	三	懷德縣	一一
新城縣	三〇	海龍縣	二八

無錫榨油工廠表（據無錫指南）

大麥縣	一〇	柳河縣	三六
龍井村	一一	百草溝	二
昌圖縣	二九	法庫縣	一〇

廠名	成立年	資本		
潤豐	民國三年	一〇〇,〇〇〇元	六六石	六七五石
儉豐	同	七五,〇〇〇	五五	五六三
成茂	民國四年	七五,〇〇〇	五五	五六三
三和	同	三〇,〇〇〇	二二	二二四
益豐	民國八年	七〇,〇〇〇	三三	三三二
恆德	同	五〇〇,〇〇〇	一三五	一三五〇
德昌	民國九年	一〇,〇〇〇	一一	一一二
周永豐	同	一〇,〇〇〇	一〇	一〇〇

莊源大	民國十三年	二〇,〇〇〇	一五	一一四
允豐	民國十五年	二〇,〇〇〇	一五	一一四
湧寶成	同	二〇,〇〇〇	一一	二二〇

11 棉子粕 (Cotton seed cakes)

我國用棉子粕肥田，乃近數十年間事。考棉花於宋元間，始由印度傳入中國。今中國已成爲世界第三棉產國，僅居美印之次，年約六七百萬擔。而用棉子粕培田，至今尙不廣。吾國產棉區域，以江蘇爲第一，湖北次之，所產之棉，大部作紗廠之原料。棉子則少數用作棉種，大部份則用以製餅。

全國新式棉子油工廠一覽表

廠名	地 址	設 立 年 代	國 籍	資 本 金	棉 粕 產 額	棉 油 產 額
大德	上海楊樹浦	光緒二十三年	華商	一〇〇,〇〇〇	四八、六〇〇	九、七二〇
大有	上海宜昌路	光緒三十一年	同	一〇〇,〇〇〇	六〇、七五〇	一二、一五〇
立德	上海潭子巷	光緒三十一年	英商 茂洋行	二三〇,〇〇〇	九一、一二五	一八、二二五

事實上爲上海三井洋行所有

同昌	上海南京路	宣統二年	華	一〇〇,〇〇〇	九一,一二五	一二,一五〇	
華昌	上海浦東		同	一一六,〇〇〇	九一,一二五	一八,二一五	民國七年解散
恆裕	上海曹家渡	民國四年	同	一四〇,〇〇〇	七八,〇〇〇	一七,五五〇	煉製菜油
廣生	通州	宣統元年	同	二五〇,〇〇〇	一二一,五〇〇	二四,三〇〇	現在計劃擴充
通利源	寧波	二年	同	一〇〇,〇〇〇	九一,一二五	一二,一五〇	
日信	漢口	三年	日本棉花會社		四五,六〇〇	一〇,八〇〇	
合計				一,三三六,〇〇〇	七一八,九五〇	一三五,七〇〇	

說明，此外日人吉原定次郎發起設立上海製油株式會社未計算在內。

【棉粕之成分】 棉粕之成分據學者之分析如次。

水分	一二,二〇	有機物	八二,一六
灰分	六,六四	錳	六,二一
磷酸	三,〇五	鉀	一,五八
石灰	〇,二九		

棉粕所含氮質及磷酸成分，據多數之分析如次。

	氮	磷	酸
最 多	七、二五		三、七六
最 少	三、五二		一、四二
平 均	五、六一		一、五八

III 菜子粕 (Rape seed cakes)

菜子粕，亦稱蕒苔粕，又曰油菜粕，係由蕒苔菜子榨油之後所餘之糟粕也。蕒苔為江南一帶冬季作物，含油甚多，約佔百分之三十二。菜油向為燃料，自煤油輸入以來，需要大減，然以之烹調食物，仍有求過於供之勢。菜子出口，幾完全運往日本，榨油後復輸出於美國。菜子粕富於養分，可以充飼料，亦可以肥田。我國年產菜子餅若干，價值多少，無統計可資參考。

(甲) 菜子粕成分表

(丙) 各國菜子粕成分比較表

中國	成分		
	類別	氮	磷
四、九	四、九	二、〇	一、三
	氮	磷	酸
			鉀

(乙) 菜子粕所含氮磷二質多寡表

平均	最少	最多	氮	%	磷	%
四、九九	三、五四	六、一八				

石灰	〇、七一		
磷酸	二、〇〇	鉀	一、三〇
灰分	五、七〇	氮	五、〇五
水分	一一、三〇	有機物	八三、〇〇

中國附草	四、八	二、三	一、四
印度	四、五	二、三	一、五
日本	四、八	二、三	一、五

四 花生粕 (Peanut cakes)

花生，俗稱落花生，亦名長生果，北人則謂之曰地豆。山東每年出產最多，約佔全國四分之一。他如廣東、安徽、江蘇、廣西、湖北、山西、河北、福建、江西、湖南數省，每年產額各省均在百萬擔以上，全國花生栽培面積約二千餘萬畝，產額約在二億二千萬擔左右。花生含油甚富，其油為用頗廣。

第三項 油粕施用法

油粕，富含氮質，為濃厚肥料之一，且富於油分，故分解不易，屬遲性肥料。若以之先飼養家畜，然後取其糞尿以肥田，最為經濟。油粕中所含有機物亦多，可以疏鬆土壤，改良土質。惟磷酸及鉀所含甚少，施用之時，宜應留意。茲列數點於次。

(一) 油粕施用之先，應裂為細屑，或混入堆肥，令其發酵分解，然後施用。或單獨堆置，令之變

化，或用少量水泡之，令之發酵。

(二) 油粕可以作基肥，亦可以作補肥。

(三) 油粕所含磷酸及鉀甚少。施用之時，宜與過磷酸鈣及草木灰混合同用。

(四) 施用油粕，不可接近種子，或幼芽之根。因油粕分解之際，發生蟻酸、醋酸、乳酸等，有傷種子及幼根之發育也。

(五) 油粕施用後，宜速以土覆之，免引致害蟲。

第四項 糟粕

糟粕，為農產品製造時所剩之渣滓，如製酒之酒粕，製醬油之醬油粕，製豆腐之豆腐粕等，皆是也。糟粕中含有氮質甚多，且富於蛋白質及炭水化合物。其味頗適口，家畜多嗜之。我國多用以飼養家畜，然後取其排洩物以肥田。茲將各種糟粕之成分表列於次。

類別	成分		水分	分有	機	物	氮	磷	酸	鉀
	類	成								
豆	腐	渣	八五、七〇	一三、八〇			〇、六八		〇、一二	〇、一七
醬	油	渣	五三、六〇	三九、六七			三、〇二		〇、二三	〇、八八
酒		糟	六二、〇〇	三七、四〇			二、八九		〇、二七	〇、〇七
燒		酒	六九、六〇	三八、五〇			一、九八		—	—
麥		酒	七六、六〇	二二、四〇			〇、七八		〇、三七	〇、〇四
米		糠	一一、三〇	七六、二〇			二、八〇		三、七八	一、四〇
大		麥	一二、〇〇	八三、一〇			一、七六		〇、九七	〇、八三
小		麥	一三、一〇	八一、五〇			二、二四		二、三七	一、五三
飼		粕	九五、三〇	—			〇、六六		—	—

第五節 綠肥 (Green Manure)

大豆、豌豆、蠶豆、苜蓿、紫雲英、蕎麥、薔苔、芥菜、黑麥、燕麥等作物，於開花之際，翻耕入地，以作肥料

用者，是曰綠肥。歐洲古代綠肥施用甚盛。據羅馬歷史家普林力司（Plinius）云，羅馬人九月種羽扁豆（Turpin）。翌年五月刈之入田，或施用於果園，以作肥料。意大利南部則種蠶豆以作綠肥。我國綠肥之施用，遠在戰國。禮記月令云，「季夏燒薶行水，利以殺草，如此熱湯，可以糞田疇，可以美土疆。」按禮記輯於西漢，而月令亦見呂氏春秋。或謂月令係周公所作，雖未可信，惟呂覽既有之，則至少可斷言戰國時已知綠肥之效用矣。

綠肥有多種，或刈取野生雜草而肥田者，或種氮固定綠肥，如大豆、蠶豆、苜蓿等之豆科植物，以作綠肥者。或種氮質吸收植物，如蕎麥、黑麥、燕麥、莖苔等以作綠肥者。氮質固定綠肥，根部生有根瘤菌（Root-nodule bacteria）此菌吸收土壤空氣中之氮質而固定之，以給豆科植物之吸收。氮質吸收綠肥，可以吸收土中爲雨水所流失及遺而未用之氮質，候其長成，耕入地中，以爲肥田之用。

第一項 綠肥之種類

凡屬植物，均可以作綠肥之用，惟普通農家所通用者，種類有限，茲表列之於次。

（一）屬於豆科植物者

- (a) 紫雲英 (*Astragalus lotoides*)
- (b) 大豆 (*Soja soja*)
- (c) 苜蓿 (*Medicago denticulata*)
- (d) 野豌豆 (*Vetch*)
 - { 雜豆 (*Lupinus angustifolius*)
- (e) 羽扁豆 (*Lupine*)
 - { 白豆 (*Lupinus albus*)
 - { 雜豆 (*Lupinus luteus*)
- (f) 烏脚菜 (*Serradella*)
- (g) 車軸草 (*Clovers*)
 - { (*Medicago sativa*)
 - { (*Trifolium pratense*)
- (h) 紫苜蓿 (*Alfalfa = Lucern*)
- (i) 蠶豆 (*Broad bean*)

(j) 豌豆 (Pea)

(k) 胡枝子 (*Lespedeza bicolor*)

(l) 豇豆 (Cowpea)

(m) 花生 (Peanut)

(二) 屬於非豆科植物者

(a) 蕎麥 (*Buckwheat*)

(b) 薺苔 (Rape)

(c) 芥子菜 (*Mustard*)

(d) 黑麥 (Rye)

(e) 燕麥 (Oat)

(f) 大瓜草 (*Spergula Arvensis*)

第二項 綠肥之利益

施用綠肥，一則可以增加土壤中植物必需之養分及有機物，一則可以改良土質。古今中外，農家所用甚廣，茲分言其利益於後。

(一) 用豆科植物為綠肥，可以增加土中氮質養分，以其根部附有根瘤菌，吸收空中氮質而固定之以為肥料。

(二) 用非豆科植物為綠肥，可以利用之吸收土中遺棄之氮質，保存而重複利用之。

(三) 綠肥富於有機質，施於土中，可以增加腐植質，並能改良土質。綠肥之價值可以計算式表明之。普通有機物之價值約為氮質肥料價值八十分之一而至百分之一。今設氮質一百斤，價值為五元，則一百有機物之價值為銀五分。如種植紫雲英，每畝地產綠肥三十擔，即三〇〇〇斤，其中約含有有機物六〇〇斤。氮質一四、四斤，有機物之價值為 $0.05 \times 6 = 0.30$ 氮之價值為 $\frac{14.4 \times 5}{100} = 72$ 。合計之，每畝之利益，約得一元零二分矣。

(四) 綠肥植物，多屬深耕植物，植之可以吸取地下層之養分。今施用綠肥，即所以吸取地下層之養分回諸上層，其功用與深耕同。

(五) 豆科植物，根部作用甚強，可以分解土壤，使土壤中不溶解性之養分變為溶解性。據戴特立需 (Dietrich) 氏之研究，岩石因風化作用分解而成粉末，其中受栽培作物之影響，約有左列記載。

豆科植物		非豆科植物		種類	成砂	岩%	玄武岩%
大瓜草	黑麥	小麥	野豌豆				
一、〇〇	〇、一七	〇、三四	五、五八	二〇、二七	一六、〇二	玄	二二、七七
一、八四	一、六四	二、四五	六、三〇	二四、九七		武	

(六) 普通農田，有為節省地方計，而令之休閒，不加種植。此際如雨水多，則土地中養分，流失可虞，而尤以氫質流失為甚。如種植作物，吸收養分，然後以之作為綠肥，即可免於斯弊。此種作物，

名曰養分保肥作物 (Catch-crop)。

(七) 綠肥植物，繁殖力甚大，若以之種於桑園或果園中，既可以用之為綠肥，又可免於雜草之生長，誠一舉而兩得之事也。

第三項 綠肥之成分

綠肥成分，視植物種類而有不同。茲將主要各種綠肥植物之成分表列於左。

植物種類	成分				
	水	灰	氮	磷	鉀
紫雲英鮮草	八二、〇〇	〇、九八	〇、四八	〇、〇九	〇、三七
紫雲英乾草	一六、七〇	四、四二	二、二五	〇、四一	一、七〇
大豆開花後之鮮草	八〇、〇〇	一、六九	〇、五八	〇、〇八	〇、七三
大豆乾草	一四、〇〇	七、三五	二、四九	〇、三六	三、一三
紅花車軸草鮮草	八二、〇〇	一、四七	〇、五三	〇、一五	〇、五五
紅花車軸草乾草	一六、五〇	六、八四	二、四五	〇、六九	二、五三

第四項 豆科植物固定之氮質量

白花車軸草鮮草	八〇、五〇	一、四三	〇、五六	〇、一八	〇、三一
白花車軸草乾草	一六、五〇	六、一一	二、三二	〇、七八	一、三一
苜蓿	七四、九五	—	〇、七八	〇、一一	〇、四〇
豌豆鮮草	八一、五〇	一、三九	〇、五一	〇、一五	〇、五二
豌豆乾草	一六、七〇	六、二四	二、二九	〇、六八	二、三二
胡枝子開花時鮮草	七九、〇〇	一、四七	〇、五九	〇、一三	〇、二五
胡枝子乾草	一五、九〇	五、九〇	二、三六	〇、五一	一、〇一
蕎麥開花時鮮草	八五、〇〇	一、二四	〇、三九	〇、〇八	〇、三八
蕎麥乾草	一六、〇〇	七、〇〇	二、一四	〇、四二	二、一四
蕨苔開花時鮮草	八七、〇〇	一、三〇	〇、四六	〇、一二	〇、三五
蕨苔乾草	一六、〇〇	六、九〇	二、九九	〇、七六	二、二六
花生乾草	一六、〇〇	—	二、一五	〇、三五	一、二三
蠶豆鮮草及莢	—	—	〇、五五	〇、一二	〇、四五

綠肥所用之豆科植物，若大豆，豌豆，蠶豆，花生，紫雲英，苜蓿，胡枝子等，其根生有根瘤，瘤內即為固定氮質之菌。據研究一畝六分地所種之綠肥，其最大之鮮草生產量及氮質固定之量如左。

	鮮草量 (兩)	氮質量 (兩)
豌豆	四三、二九、一	二七一、四
蠶豆	五〇、四七七、一	二七一、四
苜蓿	六八、三六二、四	四二二、二
紫雲英	一〇〇、五三三、〇	四〇二、一
羽扇豆	一〇八、二七四、〇	四六二、四

第五項 綠肥施用法

栽培植物，以為綠肥用者，宜於開花之際刈之，鋤入土中，最為相宜。以此際之植物，柔軟多汁，施用後，分解迅速。若失其時，植物老熟，養分大部輸入子實，而莖桿所含甚少，且纖維增多，分解不易。茲將施用時應注意點，列如次。

(一) 在土壤中含有有機質甚多之處，不宜施用綠肥。如有綠肥，宜先作飼料，然後取廐肥以糞田。

(二) 雨多之地，不宜施用新鮮綠肥，宜用乾燥或稍凋萎者。據坎麥倫 (Cameron) 云，新鮮綠肥之浸液中，含有有機酸甚多，有傷植物。乾燥或稍凋萎綠肥之浸液中，則較少也。

(三) 綠肥施於土中，以淺為宜。如土係砂質，較深無妨。因砂土通氣易，黏重之土，通氣難，故宜淺。

(四) 每一畝六分地，約用綠肥七五〇公斤而至一八七五公斤，通常用一二五公斤。

(五) 綠肥分解之際，常生有機酸，為害植物，故宜用石灰中和之，且可助其分解之急進。所用石灰之量，普通為新鮮綠肥一〇〇公斤中，用石灰三公斤足矣。

(六) 綠肥為氮質肥料之一，其中雖有磷酸及鉀，然其量無幾。施用之際，宜加用過磷酸鈣，草木灰。所用之量，普通為新鮮綠肥一〇〇公斤中，用過磷酸鈣一〇公斤，草木灰一〇公斤。

第六節 灰類 (Ashes)

植物經燃燒後所餘之灰燼曰灰。由草類所生者曰草灰，由木所生者曰木灰。我國自古用之。乃鉀之唯一肥料。草木灰中，無氮質及有機質。惟含磷酸鉀石灰等，而尤以鉀為最多，灰類肥料之價值，視燃燒時之溫度而有不同，溫度高則灰中之矽酸，磷酸，鉀等相融合。磷酸及鉀遂成不溶性，故灰之為肥料用者，其燃燒之時，火力宜緩而不急也。

第一項 灰類各論

一 木灰

木灰，我國自古用之。當夏禹之時，禹教益掌火，益烈山澤而焚之，即有木灰之用。木灰富含鉀，而尤富於石灰質，故有石灰鉀肥料之稱。木灰所含成分，因種類而異。據柯世蒙 (Goesmann) 氏於美國馬薩諸薩 (Massachusetts) 州農事試驗場以九十七種木灰試驗其成分之類別如次。

闊葉樹	成分		水分	水	分	磷	酸	鉀	石	灰	苦	土	砂及炭酸
	類	別											
	五、〇	三、五	一〇、〇	三〇、〇	五、〇	一八、〇							

木灰肥分，闊葉樹比針葉樹多，堅木比軟木中所含之鉀多。同一種之木，幼枝葉所成之灰，比諸壯大莖桿所成之灰成分少，而肥分多。茲將闊葉樹及針葉樹成分比較之如次。

水分	不溶解物	苦土	石灰	磷酸	鉀	成分	
						多寡之別	%
〇、七—二八、六	二、一—二七、九	二、三—七、五	一八—五〇、九	〇、三—四、〇	二、五—一〇、二		
一二、〇	一二、九	三、五	三四、三	一、九	五、五	平均	%

針葉樹	五、〇	二、五	六、〇	三、五、〇	六、〇	一、八、〇
-----	-----	-----	-----	-------	-----	-------

木灰中所含鉀，大部分為水溶性，成碳酸鉀形態，磷酸則磷酸鈣之形態。據美國康涅狄格(Conn-necticut)州農事試驗場以二十九種木灰試驗如次。

酸類、溶解之、鉀	五、八六%
水溶性之鉀	五、一七
磷	一、三三
石	二九、二三

製造碳酸鉀及碳酸鈉所用之木灰，其灰經水浸後，成分中所餘之養分甚少，茲將惠萊(Wiley)氏之研究報告列於後。

水分	數類	未浸灰	已浸灰
	成分別		
水分	一二、〇		
水分	三〇、〇		

磷	水分	成分	
		數	類
二、一	三、一	灰	木
三、九	四、一	灰	灰

灰與草灰之成分比較於次。

藁灰者，即稿桿之灰也。其成分不及木灰之肥，而所含矽酸之量則過之。蓋禾本科植物莖稈，所以堅強，即富於矽酸有以致之也。吾國農家所用之灰，以藁灰為最多。木灰則得之於城市。茲將木

二 藁灰

矽酸各其他	一三、〇	一三、〇
磷	一、九	一、四
磷	六二、〇	五一、〇
炭	五、五	一、一

鉀	四、五	一一、七
鈉	〇、九	一、七
石 灰	二、三	三〇、三
苦 土	一、八	六、五
硫 酸	〇、二	一、五
砂 及 矽 酸	七四、〇	二二、五
氯化鐵 氯化鎂	一、四	二、七

三 雜草灰

林野所生雜草若裏白草（羊齒類）蕪草山薊（野薊）馬蘭草（菊科）明治菊（菊科）等灰中，含鉀甚多。據日本林學博士三村鐘三郎氏之分析如次。

類 別	乾物百分中灰分	鉀 鹽	灰中百分中水分	鉀 鹽	鉀
蕪 草	八、九一五	二、四八一	一、四二九	二七、四四三	一八、七一二

麥白草	五、四五〇	一、七一九	一、三七二	三一、一五五	二一、二一六
葵草	四、三八六	一、二五三	二、二二四	二七、九五五	一九、〇六一
山薊	一二、八二四	六、〇二八	一、三〇五	四六、四七四	三一、六八八
馬齒草	六、八七七	一、七四七	一、七一八	二四、九八〇	一七、〇三三
明治草	七、三五一	二、五三九	一、四八五	三四、〇三八	二三、二〇九

四 棉子殼灰

棉子殼灰，富含鉀，磷酸及石灰，灰中之佳品也。據一九〇二年哈赤 (Hatch) 農事試驗場以二十一種棉子殼灰試驗，約含鉀百分之一五、二至三二、八，磷酸百分之六、二六至一一、〇。其平均之成分如次。

水	分	七、九七	鉀	二二、九三
磷	酸	八、七〇	石	七、二〇
灰	灰	不溶解物	一八、三〇	
鈣	化	一二、六四	鎂	

五 海藻灰

濱海之地，海藻所產甚多，俯拾即是，幾無代價之可言。若以製造灰肥，極其相宜。因海藻中含鉀甚多。當歐戰時，日人即取海藻製鉀，所產甚豐。茲將伏階姆 (Forchhammer) 氏對於三種海藻成分之分析列於次。

類別	成分									
	鉀	鈉	氯化鎂	石灰	灰燐	酸硫	酸硫	氯化鐵	砂	酸食
<i>Fucus ditartarus</i>	110.64	7.55	6.66	10.64	2.26	21.33	0.34	1.53	2.6	2.6
<i>Fucus vesiculosus</i>	110.01	9.58	6.22	8.36	1.26	22.06	0.26	7.15	3.25	3.25
<i>Fucus serratus</i>	3.64	28.67	10.15	4.11	3.64	28.67	0.30	0.36	2.6	2.6

六 石炭灰

石炭灰，亦曰煤灰，乃煤經燃燒後所成灰燼也。炭中含鉀及磷酸約為千分之二，且經高熱之後，所有鉀及磷酸均成不溶解性，是以無肥分之可言。歐洲農人，間有用以培田者，非冀其增加土地之

養分，而目的則在改良土壤之物理性質耳。煤有硬軟之分，軟煤灰之成分，皆較硬煤灰為富。軟煤灰所含鉀及磷酸，約千分之四，而硬煤則為千分之一。茲將石炭灰及褐炭灰之成分列表於次。

褐炭灰	石炭灰	數 成	
		類 別	分
〇、六	〇、二	磷	酸
〇、七	〇、二	鉀	
一六、〇	三、五	石	灰
一、九	〇、八	氮	化
一〇、四	一、〇	鎂	硫
五七、六	七二、〇	酸	
		砂	及
		矽	酸
		鈉	化
		鐵	及
		鋁	化

七 煤煙

煤或薪炭燃燒之際，每生有炭質之煙末，而成煤煙。此物吸收阿摩尼亞之力頗大。約為百分之一至五，其中所含鉀及磷酸，亦有相當之數量。惟其中含有有害植物之物質，宜先作堆肥原料，而後施用。茲將各種煤煙之成分表列於左。

軟煤	數 成	
	類 別	分
〇、八四	鉀	
	磷	
〇、七五	酸	

薪	硬	硬
材	木	煤
	一、七八	〇、一〇
二、四〇	〇、九六	〇、四〇

八 木炭末

木炭是木經燃燒尙未成灰者也。其中無直接之肥分可以助長植物，惟對於土壤有間接改良之影響，且可增厚土壤之黑色及地溫。據司雷婁（O. Scharin）氏之研究，普通不毛之地，其不毛之原因甚多，就中因含毒質而不毛者，若施用木炭末，即可吸去此種毒質，而使田地可以耕種。

第二項 灰肥施用法

灰肥施用方法，人各不同。有以之撒布田地，混入耕土者。有以之用為製造堆肥原料，而後利用堆肥者。茲將施用灰肥時應注意事項於次。

(一) 灰肥含鉀肥較多，磷酸次之，完全缺乏氮質。以之施用於豆科植物，最屬相宜。若用於他種作物，應補施氮質肥料。

(二) 灰肥不能與腐熟人糞尿及廐肥混合施用。因氫質易於發散，如須混用，應加用炭末，以炭末可以吸收揮發之阿摩尼亞也。

(三) 灰肥不宜與過磷酸鈣混用，蓋灰肥含有石灰質甚多，混用之後，恐可溶性之磷酸變為不溶性也。

(四) 灰肥如與有機物同用，可以促進有機物之分解，並能中和由有機物所發生之有機酸，而使土壤不含有酸性，無礙於植物之生長。

(五) 施用灰肥，可以增加作物吸收土壤中無機之養分，而使地力可以復回。

第七節 骨肥 (Bone Manure)

鳥獸魚類之骨，含有磷質甚多。通常取以為培田之用者，曰骨肥。骨肥之效，早著於世。以法國南部葡萄園中用之為最先。迨一七七四年英人罕特 (Hunter) 氏說明骨肥之效用後，十九世紀之初，始於約克斯 (Yorkshire) 設骨粉製造廠，廣事製造，骨肥之用乃廣。吾國施用骨肥，始於何時，殊

不可考。現在其用仍不廣，僅南部農家用之。

第一項 骨肥之成分

骨肥成分，視動物之種類年齡，部分等等而有不同，茲將獸骨之平均成分列如左。

水分 六、七%

有機物 四〇、〇%

脂肪	一四、六%
骨素	二五、四%

灰分 五三、三%

磷酸	二二、三%
石灰	二九、二%
氯化鎂及氫素等	一、八%
磷酸三鈣 四八、七%	

氮 四、〇%

按上表以觀，骨之成分，約含有機物百分之四十左右，無機分百分之五十左右。有機成分中之主要成分為骨素 (Osssein) 及少量之脂肪。骨素中含有擬蛋白質 (Collagen)。此物用水久煮

之，使成膠 (Gelatin)。骨中約含骨素百分之二五——三〇。骨素中含氮約百分之一八。骨之無機成分中之主要部分為磷酸鈣，餘則為碳酸鈣，及少量之磷酸鎂，及氟化鈣等。骨中所含無機物成分以鳥類為最多，約百分之七五。八——八四。五。獸類次之，約含百分之五〇、八——七四。魚類又次之，含約百分之二一——五七。骨含有脂肪約百分之六——一五。因之分解甚緩。通常施用之先，以水煮之，而脫其脂肪。脂肪可以為製造肥皂之用。嗣將煮後之骨置諸日光中，令之乾燥，然後粉碎之以肥田。韓斯 (Heinz) 氏所分析各種乾燥脚骨之成分列如次。

成分	種類別			
	人	骨羊	骨牛	骨
有機物	三〇、四七	二六、五四	三〇、五八	
無機物	六九、五三	七三、四六	六九、四二	
磷酸三石灰	六〇、一三	六二、七〇	五八、三〇	
碳酸石灰	六、三六	七、〇〇	七、〇七	

磷酸鎂	一、二三	一、五九	二、〇九
氯化石灰	一、八一	二、一七	一、九六

第二項 粗骨粒 (Bone Granules)

粗骨粒，乃骨肥之一種，其粒較骨粉為粗，有大小之別。大者如豆，小者如米。因其粒粗，故分解不易。施於茶、桑、果樹較為相宜。如施於作物，而冀其肥分有繼續性者，亦可用之。

第三項 粗骨粉 (Crude bone dust)

粗骨粉與粗骨粒同，係粗骨粒經碎骨機 (Bone crusher) 與粉碎者。碎骨或用石臼，或用鐵製之機。如農家碎骨不便，可將骨令之發酵。發酵之法，用廐肥堆肥木灰等，與骨混置之，上覆以土。經數月發酵後，即易粉碎。發酵之際，氮質極易損失，且生有機酸。用土蓋及混和木灰，可以免於此弊，兼可脫脂，此誠一舉而兩得也。如發酵嫌其時間太長者，可將碎骨片與石灰木灰及水混和。木灰中之碳酸鉀及石灰互相作用，或氫氯化鉀。此氫氯化鉀，具有強鹼性，能將骨素溶解，並能脫脂，故骨經浸漬後，骨質因之脆弱，而易粉碎。

第四項 蒸製骨粉 (Steamed bone dust)

骨富彈性，碎之不易。欲其易碎，必先脫脂。法以骨先加水煮之，脫其大部分之脂肪，然後乾之，移置於加壓蒸氣釜 (Autoclave) 中，加二氣壓而至四氣壓，蒸約二小時至四小時，骨中脂肪，即可盡除。骨質亦因之脆弱，而易粉碎。當加氣壓蒸煮之時，如氣壓畜至四氣壓時，骨中骨素，即變為膠而分離，氫質亦隨之損失。故蒸骨欲脫其膠者，可高至四氣壓，不然，二氣壓足矣。在二氣壓下所成之骨粉，曰普通蒸製骨粉。在四氣壓下所成之膠者，曰脫膠骨粉 (Degelatinized bone dust) 以煇質 (Benzene) 或二硫化炭浸製，以脫其脂者，曰浸製骨粉 (Extracted bone dust)。骨於脫脂之後，即用機器碎之成粉。機器碎骨，有成粉者，有未成粉者，須用篩篩之，將粉分開。其未碎者，重複碎之。

【蒸製骨粉成分】 蒸製骨粉，有普通、脫膠、浸出等之分，茲將其成分表列於左。

類 別	成 分	
	%	管
通脫	三一四	出
膠浸	〇七—一五	出
出	四、八—五、三	出

脂肪 %	四	〇	二
磷酸 %	二二—二四	二七—三〇	二〇—二二

據賀爾弗萊斯 (Holdreiss) 氏研究一百一十四種蒸製骨粉之成分如次。

成分	數類		均 %	
	最	大 %	小 %	平
水分	一〇	一	六、五一	四、一四
氫	五	三、四	二六、二九	二一、六八
有機物	四〇	三三	二七、八三	二一、六八
磷酸	二五	一七	二二、四三	二一、六八
石灰	三三	二二	二七、八三	二一、六八
磷酸三石灰	五四、四九	三五、四三	四二、四二	二一、六八

【蒸製骨粉肥效】 普通蒸製骨粉，脫膠骨粉，及浸出骨粉三種，以浸出骨粉為最佳，普通蒸製

骨粉次之，脫膠骨粉最劣。以脫膠骨粉，含氮質既少，且有機物亦少，故施用於土中磷酸之肥效亦因之而大差也。

骨肥於土壤中分解之難易，視骨粉之精粗而有異。骨粉細則分解易，肥效速，骨粉粗則分解難，肥效遲。故蒸製骨粉，恒較粗骨粉及粗骨粒為良。施骨粉於黏重寒冷之地，分解較難，若施於富含有機質而溫暖之地，分解即易。骨粉施用量，每地一畝六分，約用三十斤至一〇五斤。歐洲施用骨粒約十六畝地，適中考施四〇〇——六〇〇公斤，少者二〇〇——四〇〇公斤云。

【骨粉鑑定法】市場所售骨粉，含有雜質甚多，最普通者為砂、黏土、石灰、貝殼、磷礦、石膏、瓦灰、鋸屑、穀殼等。購買之時，若不知鑑定之法，每易為市僧所欺，茲分言其法於後。

(一) 增加分量之檢定法。市售骨粉，每滲和雜物，以增其量。檢定之法，以骨粉投水中。如骨粉係純粹者，則沈下緩慢，浮物甚少。不然，若摻和假物者，急沈之物，則為砂、石膏、磷礦粉、瓦灰等；浮遊之物，為鋸屑、糠等。此種摻和物質，肉眼亦能識別之。至其中所含石膏可用硫酸檢定之。磷礦，則用氫素或氫素檢定之。鋸屑或糠等，可用鹽酸液檢定之。

(二) 脫膠骨粉檢定法。市售之骨粉，通常以脫膠骨粉冒充之。其中每含有皮粉、角粉、血粉、肉粉、硫酸銨等，藉以增加脫膠骨粉中氫質及磷酸之量。其鑑別之法，用涅斯勒 (Nessler's solution) 氏溶液，檢出阿摩尼亞，以知硫酸銨之存在，至皮粉角粉等不純物，可用造廠精 (Chloroform) 檢之，骨粉下沈，而皮角等之粉末浮遊於上，即其證也。純粹骨粉，其浮遊物之量，通常為百分之一——五若過百分之九，則必有雜物滲雜其間。

按刻尼喜 (König) 氏之發明，謂骨粉於迷蒙精中，可以其所含氫質及磷酸之量，而鑑別之如左。

(一) 骨粉含氫百分之四——五、三含磷酸百分之一九、五——二二，於迷蒙精中沈澱物之氫與磷酸比例為 1:4 乃至 1:5.5 者，為真正之骨粉。

(二) 骨粉含氫百分之三——四含磷百分之二一——二五，於迷蒙精中沈澱物之氫與磷酸比例為 1:5.5—8.5 者，為普通骨粉。

(三) 骨粉含氫百分之一——三含磷酸百分之二四——三〇，於迷蒙精中沈澱物之氫與

磷酸比例爲 1:3.5—30 者，爲脫膠骨粉。

(四) 在克羅羅仿姆沈澱中所含氫質少於百分之一，其氫質及磷酸比例爲 1:30 以上，乃混有雜質之證也。

第五項 溶解骨粉 (Dissolved bone dust)

骨粉不易分解，肥效甚遲。若將其中所含磷酸三鈣改變爲磷酸一鈣，則肥效即速。最普通者有硫酸骨粉或過磷酸鈣。此種溶解骨粉，以用於氣候寒冷之區最爲相宜。蓋骨粉本不易分解而於寒冷之區爲尤甚也。

第六項 骨炭及骨灰 (Bone charcoal and bone ash)

骨炭乃動物骨在密閉器內燃燒所化之炭，骨灰係骨經燃燒後所成之灰。骨炭有吸收有機色素之力，故精糖工廠內用之頗多。經反覆使用，至骨炭無吸收力時，即可作爲肥料。其中所含磷酸，因經燃燒，多成不溶性，故宜先以之做過磷酸鈣，而後作爲肥料。骨灰中含磷酸甚多，約佔全量三分之一。惟因經強熱燃燒，故不易溶解，是以亦多作過磷酸鈣之原料也。

(一) 骨炭及骨炭所製成過磷酸鈣之成分表

成分別	數量	
	水分	成類
水分	八、〇	骨
有機物	八、〇	炭
鈣	〇、七	過磷酸石灰
磷	二九、〇	
鉀	一〇、一	

(二) 骨灰及骨灰所製成過磷酸鈣之成分表

成分別	數量	
	水分	成類
水分	六、〇	骨
有機物	三、〇	灰
	六、〇	過磷酸石灰
	七、八	

鉀	磷	氮
	酸	—
	三五、四	一八、〇可溶性一五、一
〇、三		—

第八節 魚肥 (Fish Manure)

凡濱海產魚之地，有利用魚及魚之廢棄物以作肥料者，是曰魚肥。魚肥以瑞典那威出產為最多。蓋瑞典那威為世界著名之漁業國。其捕獲之魚，先取其可供食用之部分，以供食用。然後將其頭尾及骨鱗等，用水壓機壓榨，除去一部之脂肪與水，以其殘渣，投入大釜中，沸煮數小時，用杓迫去浮游之脂肪，以為製造肥皂之原料，殘渣則移入蒸氣機中，加高度之蒸壓，以破壞其形體，更移至乾燥器乾燥之，然後捨之成粉，即可作肥料。此瑞典那威二國所製魚肥之情形也。日本所產魚肥亦多，每年約值六百萬日圓。其所製魚肥，多屬鯷鯢二種。日本魚肥有二種。一曰乾魚，一曰榨粕。乾魚者乃將整魚使之乾燥不去脂肪而成也。榨粕者，以魚體煮沸，而壓榨之，以分離其油，而後乾燥之者也。吾國

濱海之地，產魚甚多，間有用以肥田者，惟不廣耳。

第一項 魚肥之成分

魚肥富於氫質，磷酸較少，鉀質更少。其氫質則成蛋白質形態，肥效尙速，磷酸則成磷酸三鈣形態，據日本船津常吉氏之研究，魚肥中磷酸之形態如次。

(一) 全磷酸	四、五六%
(二) 卵黃素態磷酸	〇、三五%
(三) 核素態磷酸	〇、六六%
(四) 稀鹽酸可溶磷酸	三、五五%

右表稀鹽酸中可以溶解之磷酸，即無機磷酸中磷酸三鈣形態之磷酸。此種磷酸，約佔全磷酸百分之八十。

魚肥中之磷酸與骨粉中之磷酸相似，同為速效之肥料。茲將各種魚肥之成分表列於左。

石 灰	鉀	磷 酸	氮	脂 肪	有 機 物	水 分	成 分 類 別	
							乾 餾	乾 餅
三、六	〇、七	三、七	七、五	一六、三	六七、一	七、〇	乾 餾	乾 餅
二、六	〇、六	二、三	六、六	七	六一、五	一七、九	榨 餾 粕	榨 餅 粕
二、三	〇、五	四、〇	九、七	八、三	七四、四	一二、三	榨 餾 粕	榨 餅 粕
五、六	〇、七	五、六	八、三	一四、四	七二、二	一〇、五	榨 餾 粕	榨 餅 粕

由上表以觀，榨粕與乾魚比，含油雖少，而含氮及磷酸乃較多。故其肥料之價值。亦視乾魚為大。

第二項 魚肥施用法

魚肥含氮質，磷酸，石灰較多，鉀則缺少，故施用之時，宜混以草木灰，或其他鉀肥，俾成完全肥料。若用草木灰混和施用，是不僅增加鉀肥，且使魚肥有分解迅捷之效。魚肥如瑞典那威所製成粉者，

宜先用泥土與之混和，而後施用，方可免於施用不勻之弊。溫暖之地，魚肥可用作補肥。寒冷之區，則為基肥。

第三項 魚肥檢定法

市售魚肥，每多作偽，普通混有土砂、鱉糠，及鋸屑等物，其檢定之法如左。

(一) 滲和土沙檢定法。以魚肥少許，放入試管中，加百分之五——一〇之稀苛性鈉十立公分煮沸之。除去上部澄清液，以去油分。再加水少許，靜置之。如有土沙，即沈澱於試管之底。

(二) 滲和鋸屑、鱉糠等物檢定法。以魚肥少許，如前法加稀苛性鈉，煮沸之。去其上部澄清之液。其殘渣以清水洗之，然後加配糖體 (Phloroglucin) 鹽酸溶液，如呈紫赤色，或赤色，即為有鋸屑、鱉糠等存在之證。

第九節 禽糞

禽糞，是鳥類所產之糞，用以肥田者也。禽糞可分二種，一曰家禽糞，如雞、鴨、鵝之糞是。一曰海鳥

糞如塘鵝，鷓鴣及企鵝之糞是。

第一項 家禽糞

家禽與鳥類之輸尿管位於肛門之內，故其糞尿同時排出。糞外之白色，即尿酸鹽，黑糞乃食物不消化之部分。家禽為食穀類及小蟲之動物，是以所排之糞含有氮磷鉀甚富，且甚濃厚。據施安婁 (Soren) 及烏爾立喜 (Ulrich) 之研究，各種家禽每年所產之糞量，及其成分如次。

(一) 各種家禽每年每頭所產糞量表

研究者	類別	雞	鴨	鵝	鳩
施安婁	一二磅			二五	六
烏爾立喜	五、五公斤		八、五	一一	二、五

(二) 各種禽糞成分表

成分別	雞		鴨		鵝		鳩	
	施氏	烏氏	施氏	烏氏	施氏	烏氏	施氏	烏氏
水分	五六、〇	六五、〇	五六、六	五三、〇	七七、一	八二、〇	五二、〇	六二、〇
有機物	二五、五	二二、二六	二六、二	四〇、〇	三、四	一四、〇	三一、〇	三一、三三
氮	一、六〇	〇、七一、九	一、〇	〇、八	〇、六	〇、六	一、八	一、二二、二四
磷	一、七	五、〇	一、四	三、五	〇、五	〇、九	一、七	三、〇一、四、二
鉀	〇、八		〇、六		一、〇		一、一	
鹹類鹽		一、二一、一、六		〇、四		三、一		二、〇一、二、二
灰分		九一、四		七	四			六一、七
石灰	二、二		一、七		〇、八		一、七	
氯化鎂	〇、八		〇、四		〇、二		〇、五	

家禽糞之成分，既如右表所列，糞中氮質，多成尿酸鹽之形態，磷酸之主要成分，為磷酸鈣形態。家禽糞中氮質發酵分解情形，與人糞尿同，其結果均成碳酸。新鮮家禽糞，不宜施用，必待腐敗後方

可施諸作物。

第二項 海鳥糞

海鳥多食魚類，故其成分較之家禽糞肥厚。南美祕魯國產海鳥糞最多。斯地雨水稀少，海鳥糞分解不易，經數百年之堆積，與砂礫相混，成極濃厚之肥料。海鳥糞之出產地，除祕魯外，西印度諸島，亞細亞亞非利加及太平洋諸島均產之。在氣候乾燥地方所產生之海鳥糞，因分解不易，故糞中含有氮質甚多。在氣候濕潤之區，分解進行迅速。其中所含水分，炭酸，阿摩尼亞等，均經飛失。可溶性之鉀及磷酸，亦為雨水所流失。其餘存者，僅磷酸三鈣，故含磷甚富。因之海鳥糞有二種，一為氮質海鳥糞，一為磷質海鳥糞。

(一) 氮質海鳥糞

海鳥糞產於祕魯，十二世紀時，祕魯人即用之為肥料。歐洲人知用此為肥料者，在十八世紀。一八〇四年德國博物學者恆波特 (Alexander von Humbolt) 氏採集而研究之，方引起歐洲人之注意。其後彼特生將軍 (General Beaton) 於聖赫勒納 (St. Helena) 用之為馬鈴薯之肥

料，其效大著。一八四〇年英人德貝爵士 (Lord Derby) 始以之輸入英國。爾後一般學者及實業家均重視之，每年運輸達數十萬噸之多。故近來祕魯之海鳥糞，已漸告罄，所餘者，僅含氮甚少之海鳥糞耳。

氫質海鳥糞，為淡褐色及濃褐色之塊狀物，其組織異常複雜。所含氫質成尿酸及尿酸銨、脲酸銨、腐植酸、硫酸、碳酸、鹽酸等之阿摩尼亞，就中以尿酸及尿酸銨、脲酸銨為最多。據卡姆羅特 (Karmrodt) 研究祕魯欽察島 (Chincha Island) 之海鳥糞，含尿酸 21.14%，尿酸銨 12.74%，脲酸銨 13.60%。新鮮海鳥糞又含有氫質化合物，磷酸鎂，及少量之硝酸。

(二) 磷質海鳥糞

在雨多之地，海鳥之排泄物，每易腐敗分解，其中所含有機態之氮及阿摩尼亞態之氮，均完全損失。即可溶性之鉀鹽及磷酸鹽，亦全部為雨水所流失。其所殘餘者，僅磷酸三鈣等耳。此種磷質海鳥糞，與燐灰礦之效用相似，可以供製造過磷酸鈣之原料。西印度及太平洋諸島中多產之。太平洋中之珊瑚礁，含有磷酸三鈣約百分之六十五至八十。此種海鳥糞，為淡色細末。

第十節 蠶肥

蠶糞雜以殘碎桑葉，曰蠶沙，亦曰麩沙。蠶繭經繅絲後所成之蛹，曰蠶蛹。用蠶沙及蠶蛹以肥田者，曰蠶肥。江蘇、浙江、廣東等省，蠶沙多半用作堆肥原料，蠶蛹亦用以製造堆肥。亦有以鹽水煮之或油炒之以爲食者。其直接施用蠶沙及蠶蛹而肥田者，殊不多見。

第一項 蠶沙

蠶糞與家禽糞同，係糞尿混合而成。糞尿中之氮質化合物，爲尿酸鹽。據日本 賴川惣次郎之試驗，每公斤蠶糞中，約含一百公分之尿酸鹽。由是可知尿酸鹽之多矣。蠶肥與廐肥同屬遲效肥料，其成分視蠶之種類，年齡，健康，而有不同。

第二項 蠶蛹

繭於繅絲之後，所剩之蛹，可以肥田，可以作食。日本或用以搾取蛹油，以供製造之用，然後製之成粕，或曬乾之，以成乾蛹。或水煮之，或熱蒸之，壓搾成粕，或用煖質脫脂，而後製之成粕。茲將其成分

表列於次。

石 灰	錳	磷 酸	灰 分	鐵	粗 脂 肪	有 機 物	水 分	成 分 類 別	
								乾	濕
〇、二八	〇、四六	一、三二	三、〇八	八、一七	二八、九二	八七、六二	九、三〇	蠶 糞 粉	蠶 糞 粉
〇、二九	〇、三一	一、二七	三、一三	九、二〇	一六、九九	八七、四七	九、四〇	燕 窩 粉	燕 窩 粉
〇、三〇	〇、六〇	一、四九	三、五四	九、六四	一四、六六	八六、七八	九、六八	燕 窩 粉	燕 窩 粉
〇、三一	〇、七一	一、七〇	四、〇七	一一、三四	一、三九	八六、七五	九、一八	浸 提 粉	浸 提 粉
〇、三四	〇、二九	一、一三	二、四〇	九、五八	一七、五九	八七、八〇	九、八〇	生 榨 粉	生 榨 粉
〇、二六	〇、五二	一、三七	三、三〇	一〇、七九	一〇、四〇	八六、二五	一〇、四五	水 壓 粉	水 壓 粉

第十一節 動物粉

動物粉有多種，如肉粉、血粉、革粉、角粉、蹄粉、齒粉等。就中爲用較大，生產較多者爲肉粉及血粉，餘則因生產不多，姑略之。

第一項 肉粉 (Animal carcasses and refuses)

肉粉者，乃屠宰場拋棄無用之家畜肌肉，而製之成粉也。歐美諸國均產之，用以肥田。據南美洲所產之純粹肉粉之成分如左。

水	分	羶	灰	分	鉀	磷	酸	石	灰
一一、五〇		一一、六五		一、五九	〇、〇九	〇、六九		〇、三六	

第二項 血粉 (Blood meal)

家畜之血，經凝固後成爲血餅 (Clot) 及血清 (Serum)。血餅之主要成分，爲血液、血清之主要成分爲血清。此二者，均是蛋白質。茲將法、英、日三國所製之血粉比較之。

鉀	磷 酸	氮	灰 分	有 機 物	水 分	成 分 類 別	
						法	國 美 日 本
〇、七五	一——一、三	一二	七——八	七八——七九	一三——一四	法	國 美
—	一、九一	一〇、五二	—	八七、五	一二、五	日	本

第十二節 缸片桶垢

缸片，桶垢，皆肥料也。吾國儲藏尿糞之具，北方多用窖，南方則用缸。缸以沙製，經久藏尿糞之後，缸壁漸積固形物質。時間短者，固形物成粒狀，易於挖下，此名曰缸沙。時日既久，固形物堅結成片，俗稱曰缸片。南人排棄，多用便桶，桶經久用，桶壁亦成有片狀之固形物，此之謂便桶垢。缸沙缸片及便

桶垢，均爲富於磷質之肥料，故城市間恆有收買便桶垢之小販，以金錢易之，而用作豆類及甘蔗之肥料。據研究缸片之成分者云，缸片中所含之磷酸，殆完全爲有機磷酸及磷酸三鈣，惟能溶解者甚少。至溶解於枸橼酸鈣者，完全無之。所含少量有機態之氫，在土中分解時，生有機酸，能助磷酸三鈣之分解。茲將缸片之成分列表於左。

缸片成分表（據包容氏）

水	分	二七、八六	水	溶	磷	酸	一、八二
全	量	四、七八	砂		酸	〇、一八	
銨	性	四、〇一	石		灰	一、三八	
全	量	三四、二二	氫		化	〇、一一	
硫	酸	〇、二七	氫		化	一、一一	
鉀		〇、四三	土		砂	〇、七六	

第三章 人造肥料

第一節 智利硝

智利硝肥料，乃天然產不純粹之硝酸鈉，產於南美智利（Chili）秘魯（Peru）及波利非亞（Bolivia）等地。吾國甘肅、蒙古及大拉巴哥（Tarapaca）亞太加馬（Atacama）沙漠地亦產之。美國加利福尼亞省之死峪（Death Valley）雖產硝石，但藏量不豐，無開掘之價值。智利地方乾燥，雨水稀少，故硝酸鹽層接近地面。其位置在海平面數千尺之上。南北長約二十哩，東西闊亦相若。其深度約自數吋而至十二吋，平均約在三呎左右。硝石層之上，有黏土砂礫石膏等層。考硝石礦之地質，其最上層為砂及石膏層。次層為粘土及砂礫層，此層厚約三至十呎。此層之下，為硫酸鈉、食鹽、氯化鎂等之層。再下為硝石層。此層向無露於地面者。硝石層之下，為不透水性之黏土層。

智利境內，有採掘智利硝石之公司約一百七十家。其中英德人所投資本，約佔二億萬元。一九一〇年智利硝之總產額為二百二十五萬噸，運銷之地如次。

歐	洲	一、六五四、九〇〇噸
美	洲	五〇三、六〇〇噸
其	他	九二、四六〇噸
合	計	二、二五一、〇〇〇噸

第一項 中國產硝石區域

吾國蒙古產硝石，惟藏量不豐，是否有採取之價值，尙待詳細調查研究。甘肅省黃河以北之地，據俄人調查，富產硝石，其礦區綿延三百公里，為甘省最有價值之礦產。考其地質，極與南美智利硝相似，硝礦往往位於石膏層之下，且含硝成分，比較智利所產者為多，平均含硝約百分之三十六。礦區濱臨黃河，開採便利，甘人間有取以為肥料者。將來若大規模經營之，當不讓智利硝石之獨霸於世界商場也。

第二項 智利硝之成分

智利之原礦中含有土砂，及鎂鈣鈉鉀等之硝酸鹽、硫酸鹽、氯化鹽、碘化鹽、溴化鹽、碘酸鹽、溴酸鹽、過鹽酸鹽等。其具有臭氣，即因其中含有碘酸鹽之故。智利硝之成分，普通約含硝酸鈉百分之三十五其次為食鹽。茲將其成分表示之於次。

土	砂	五〇%	
硝	酸	鈉	三五
氯化鈉	氯化鎂	氯化鈣	一〇
水分	硫酸鹽	及其他	五

普通市場所售之智利硝，其主要成分為硝酸鈉，可以作肥料之用。較純粹者，可為製造火藥之原料。據蘭賓 (Langbein) 氏對於各種硝礦之分析如左。

又據戴佛耳 (Dafert) 及夏雷 (Hall) 二氏之研究, 智利硝之成分如左。

類 別	成 分	
	硝 酸 鈉 %	氯 化 鈉 %
黃色堅硬細結晶	七七、九	一二、九
黃色不堅硬細結晶	六五、七	二八、一
雜有褐色綠之黃色物	六四、七	三三、〇
白色堅硬細結晶	六〇、五	一四、三
白色不堅硬粗結晶	六八、〇	二八、一
褐色粗大結晶	三六、八	二〇、七

硝 酸 鈉	八六、八二%	〇、三一
硝 酸 鉀	六、八五	〇、〇四
硫 酸 鈉	一、一四	〇、二七
氯 化 鈉	〇、九七	三、〇四

氯化鎂	〇、四九
-----	------

第三項 智利硝石之製造

採取智利硝方法，與採取他礦同。先以鑿鑿穴，而達智利硝石層，以火藥爆之。然後將礦石取出，用粉碎機粉碎之，置於溶解罐中，（罐之底與普通固着者不同，可以移動）加水溶之，同時通以蒸氣，藉沸之，並賴蒸氣噴射力，以攪拌罐中礦石，使可溶解物質完全溶解。其不溶解者，則沈澱於罐底，然後將溶解液取出，復加熱蒸發。至溶液比重為一、五五時，移置冷卻槽曝於日光中，令之結晶，而成智利硝。其不溶解之沈澱，謂之母液（Mother liquor）可再加水洗之，以之混於新溶解礦石中。每次所得母液，可反復使用多次。不用之母液中，如加亞硫酸鈉，及重亞硫酸鈉，可以製碘。每一〇〇公斤之智利硝石礦，可以製造五〇公分之碘，此法製碘，與用海藻製碘，乃世界碘之二大來源也。

昔日製造之智利硝，若用以肥田，每有害於作物，蓋因其中含有過氯化鹽之故。現在製造方法，已大加改良。冷卻智利硝溶液所用之冷卻槽，改用二枚。以過氯化鹽比較硝酸鈉溶解量為小，故從溶解罐所取出之溶解液，先入第一槽。過氯化鹽因溶解度小，即於第一槽中先行沈積，溶解量較大

之硝酸鈉，仍爲溶液，遂以之移入第二槽，而成無過氯鹽化之硝酸鈉矣。如此所成之硝酸鈉，爲不純粹之硝酸鈉。其中約含百分之九四——九七之硝酸鈉，百分之一五、四——一六之氫。純粹之硝酸鈉，爲白色斜方六面形之結晶體，有潮解性。

第四項 用智利硝之利弊

智利硝，爲硝酸形態之氫肥，易溶於水，肥效極速，用之肥田，可以促進作物之生長，爲氫質肥料中最佳之肥料。英人羅茲 (Lawes) 吉爾柏特 (Gilbert) 法人波杉告耳 (Bousangault) 德人瓦格涅 (Wagner) 馬耳可 (Maercker) 均承認用智利硝之有利，茲將其利弊，分言之於後。

(一) 智利硝之優點

(1) 智利硝爲速效肥料，宜用於生長期短之作物，如氣候惡變，作物因之受傷，欲期其恢復，可用此肥。

(2) 智利硝，有刺激性，施用於作物，可以促進其生長。

(3) 智利硝，有保持土壤中濕氣之功，如一地時多旱害，今年施用智利硝，次年雖有旱災，其

害當不如去年之甚。

(4) 智利硝，有增加燕麥，大麥，黑麥，甜菜等蛋白質之效。惟施用不可過量，過量則有倒伏之患。增加蛋白質成分之燕麥，大麥，黑麥，甜菜等，如為飼養家畜用則甚得。若以大麥而製酒，甜菜而製糖，則差矣。以大麥之蛋白質增加，則澱粉減少，用以製酒不宜，甜菜含有蛋白質多，則糖分少，製糖不宜。

(5) 智利硝中，含有鈉質，此物可以代鉀之效用。故施用智利硝石，可以節省鉀肥。據瓦格涅氏之試驗，施用硫酸銨時，加入氯化鈉少許，則作物之收穫量增加。故瓦格涅謂智利硝，乃鉀之節約劑也。

(二) 智利硝之缺點

(1) 智利硝為速效之肥料，其有效期間甚短，對於生長期長之作物，須分數次施用，手續人工，比較均不經濟。

(2) 智利硝，易溶於水，故施用於雨量較多之處，每易流失。

(3) 智利硝富於潮解性，搬運不便。

(4) 施用智利硝，有減少作物中炭水化合物成分之弊，故甜菜馬鈴薯等，不宜多用，以免減少甜菜之糖分，馬鈴薯大麥等之小粉。

(5) 智利硝，施用過多，作物每多生莖葉，種實產量遂因之減少。

(6) 智利硝，施用過多，作物即有倒伏之害。

(7) 爲釀造用之大麥，若施用智利硝過多，大麥中之蛋白質含量增多，麥酒即易於腐壞。

(8) 連年施用智利硝，土壤即生板硬。蓋因智利硝中之硝酸爲作物所用，僅餘鈉質，成爲碳酸鈉，此物成生理的鹽基性，使土壤成膠性之狀態，而增加粘性，土壤乾燥後，即成固結，比年來吾國各地土壤施用智利硝石所得之壞影響也。此弊可用石灰以解之。

(9) 智利硝，宜用於乾地之作物，若用於水稻田，則不甚相宜。據日本各地農事試驗場試驗，水稻田用智利硝與硫酸銨之比，其利用率僅爲百分之四十七。蓋以水田，既多流失之慮，又有有機物之脫氮作用產生亞硝酸鹽，爲害作物。若用於水田，應分多次施用，而作補肥。

(10) 除上述諸點外，智利硝尚有一缺點，即為其中含有過氫酸鹽，為害作物。此鹽於近年製造智利硝法中，已大加改良。過氫酸鹽之含量業經減少矣。

附錄 過氫酸鹽之害

智利硝中所含過氫酸鹽及鈣，頗有害於作物。一八九七年瓊來馬 (Sioloma) 以粗製之智利硝石施用於黑麥，黑麥大受其害。其後瓊來馬氏研究粗製智利硝之成分，得知其中含有百分之〇、一四——六、七九過氫酸鹽，遂用過氫酸鹽及鈣施用於作物，作物黃萎而無結果。據馬耳可氏以一百零七種智利硝試驗其所含硝酸鈉及過氫酸鈉之分量如次。

平均	最 少	最 多	成 分		
			多 寡	數 分	量 %
一五、一	一三、六	一五、六	九四、七	八三、八	〇、二七
九一、六	〇、九四	五、六四	九四、七	八三、八	〇、二七

過氫酸鹽存在之檢驗

取智利硝石一〇——二〇公分，加水一〇——二〇立公分，置火上溫熱之，使其間可溶解之物溶解。令冷，濾之。取濾液四五滴於硝子板之上，加氫化鉀 (K₂O) 一小片，添水蒸發之。如有過氫酸鹽，則成紅色之結晶物。

過氫酸鹽量與作物之關係

智利硝石中含有過氫酸鹽，即為害於作物，然其含量，究屬至若何程度，方屬有害，此吾人所不可不知也。據沙海利亞 (Zaharia) 氏之研究如次。

止。

(1) 含百分之〇、一以下之過氫酸鈉溶液，甜菜，黑麥，小麥之發芽作用受害，燕麥發芽停

(2) 含百分之〇、〇〇一之過氫酸鈉溶液，燕麥幼芽受害，大麥小麥則無妨。

(3) 含百分之一之過氫酸鈉，作物發育受傷，收穫較普通減收百分之四。

(4) 含百分之二之過氫酸鈉，作物生育更傷，收穫較普通減收百分之二十五。

第五項 智利硝施用法

智利硝之施用法，如次。

- (一) 智利硝，不可作基肥用，應作補肥，分次施用。
- (二) 施用智利硝，有固體及溶液二法。固體施用，宜與少量土壤或堆肥混和，於離作物根部三四寸處施之。溶液施用，約取智利硝一公斤和水四斗施之。
- (三) 施用固體智利硝，如接近作物根際，作物即蒙其害，變褐色或成穴洞。
- (四) 智利硝，易於溶解，施用之時，宜分次施之，方無流失之害。
- (五) 每地一畝六分，應施用二十五斤至六十四斤之智利硝，分次施用，每次用量，不得過十八斤半。

(六) 智利硝，與其他氮質肥料同，若施用過量，作物或則倒伏，或則結實不良，且成熟甚遲。

(七) 智利硝，可與廐肥同用，惟其中有機物頗利於脫氮細菌之繁殖，脫氮細菌盛，則硝酸成亞硝酸，而為害於作物也。

(八) 智利硝施用後，成生理的鹽基性反應，應與酸性肥料混用，方可令之中和，而免於鹽基之弊。酸性肥料，若用過磷酸鈣者，應注意須分別先後施用，不然硝酸之氫質，即有揮發之慮也。

第二節 印度硝 (Saltpeter)

印度硝與智利硝不同。智利硝含硝酸鈉多，而印度硝則為硝酸鉀。印度硝可以為製造火藥及肥料之用，恒河之泌哈爾 (Bihar) 平原，為著名之硝石產地。年產約二萬餘噸。印度產硝之地，地面即呈白色，有與泥沙混合者。取之溶於水，將上部之溶液，藉日光或火力蒸發之，使之結晶。其製品約含百分之一——一〇之雜質，此雜質為食鹽、氯化鉀、硫酸鉀、硫酸鈉、硫酸鈣，有機物及砂泥等。其純品約含氮百分之一三、六，氯化鉀百分之四六、五九。商品約含氮百分之一二——一三，氯化鉀百分之四〇——四五。茲將印度錫蘭所產天然硝之成分列表於左。

水	分	九、四	硫	酸	鎂	〇、二
硝	酸	二、四——八	炭	酸	鈣	二六、五

硝	酸	銶	鎂
〇、七	不	溶	解
六〇、八			

古時歐洲諸國，有一種人造硝法，以肥土混和血液、糞、皮、毛、爪、髮、石灰、泥灰、木灰等，加尿水或污水，轉輾翻拌，使其硝石變化，而生硝酸鉀，及硝酸鈣。迨一年後，以水浸之，取其浸液，加草木灰，使硝酸鈣中鈣質變碳酸鈣，成白色而下沈。然後取上部清液，蒸發使乾，即成硝酸鉀。此法於印度硝未輸入歐洲以前，法國尤用此法以製硝石。

第三節 硫酸銶

近年來吾國市場中所售人造肥料，以智利硝及硫酸銶二者為最多。硫酸銶為工業之副產品，其製法各有不同。茲分別略言之於次。

(一)煤之乾餾法 (Coal dry distillation) 此為城市所燃煤氣，用煤製造煤氣時所得之副產物，阿摩尼亞液 (Ammoniacal liquor)。以硫酸吸收之，即成硫酸銶。

(二) 瀝青質頁岩 (Bituminous shale) 乾餾法。以瀝青質頁岩乾餾煤氣及石蠟 (Paraffin) 時，所生之阿摩尼亞液，與硫酸而成硫酸銹。

(三) 泥炭 (Peat) 乾餾法。泥炭含有氫質甚多，乾餾之時，一部分之氫，成阿摩尼亞液，以硫酸吸收之，成硫酸銹。

(四) 酒滓蒸餾法。製造皮酒所得之滓，可以蒸餾成硫酸銹，及木精，約九〇噸之滓，可製三二二噸之硫酸銹。

(五) 毛革蒸餾法。以毛、皮、角、革，含有氫質之有機物，蒸餾之生阿摩尼亞液，以硫酸吸收之，成硫酸銹。

(六) 人糞尿蒸餾法。人糞尿中加石灰蒸餾之，成阿摩尼亞，以硫酸吸收之，成硫酸銹。

(七) 石灰氫法。以石灰氫加水，先成阿摩尼亞，然後通以硫酸，成硫酸銹。

第二項 硫酸銹之成分

硫酸銹之製法，已於上項言之。其法有各種。故其成分亦有種種不同。據福斯德 (Foster) 氏

研究，乾餾煤時所生之阿摩尼亞液中，含有種種之銨鹽，極其複雜。其中有炭酸銨 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 、硫酸銨 $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ 、氫硫化銨 NH_4HS 、硫酸銨 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 、亞硫酸銨 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ 、過亞硫酸銨 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ 、青化銨 NH_4CN 、硫青酸銨 NH_4ONS 、鐵青酸銨 $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{CN})_6$ 、氰化銨 NH_4CN 及遊離之阿摩尼亞等。

第三項 硫酸銨之肥效

純粹之硫酸銨，為白色之結晶體，其有色者，則有雜質之存在。純粹之硫酸銨，含氮約百分之二一、二二，含銨約二五、七五。普通之硫酸銨，含氮百分之二〇、五，常有食鹽及芒硝混入其中。故各國肥料取締，均有規定之標準。英國定含銨百分之二三，美國定百分之二五，日本定百分之二〇。硫酸銨為酸性肥料，久用之土壤，遂成酸性，宜用石灰中和之。此肥與智利硝相比，肥效大差，約僅九十與一百之比。蓋智利硝所含硝酸，植物可以直接利用，而硫酸銨之阿摩尼亞大部須經硝化作用，變成硝酸，方可用也。惟在水田中，智利硝易於流失，而硫酸銨則否。據日本人稻田中硫酸銨與智利硝之肥效試驗，約為一百與四十七之比，是可知其效則因地而異也。

第四項 硫酸銨檢定法

(一)雜質之檢定 普通市售之硫酸銨，含氮約百分之二〇——二一，其有混入雜質者，含氮約百分之一八。簡單之氮量檢定方法，先秤硫酸銨於白金板上，加熱燒之，硫酸銨即發揮而散，食鹽及其他不純物遂留存其上。權其重量，即得雜質之量矣。

(二)遊離硫酸之檢定 硫酸銨之濕氣，往往由於遊離之硫酸。其檢定法以無水酒精浸之。取出浸液，蒸去酒精，加水成溶液，以檢定硫酸之性。

(三)硫青酸銨之檢定 硫酸銨因製造之不良，往往含有硫青酸銨。據日本內山定一博士之研究，百萬分之一——五之硫青酸銨溶液，對於水稻，陸稻，大麥，小麥，裸麥，玉蜀黍，蕎麥等，可以促進發芽，十萬分之五之溶液，對於此等作物之發芽均有害。硫青酸銨之試驗，可用購入之硫酸銨濃溶液中，加氫化第二鐵溶液。如呈血色，即為有硫青酸銨之證。

(四)青化銨之檢定 如試硫酸銨中含有青化銨，可以硫酸銨之濃溶液，先加濃苛性鉀液，再加數滴硫酸鐵，及氫化第二鐵，煮沸之，令冷，再加鹽酸。如呈青色及青色之沈澱，即為有青化銨。

之證。

第五項 硫酸銨使用法

(一) 硫酸銨可作基肥用，亦可作補肥用。基肥用多量，補肥用少量。

(二) 硫酸銨為不完全肥料，施用之時，宜與磷酸及鉀肥配合。

(三) 硫酸銨為氮質肥料，施用過量，殊屬不宜。此與智利硝情形相同。但智利硝施用過多，可
以流失，尚不致為害。硫酸銨施於土中，土壤有吸收之力，不易流失，遂致為害。硫酸銨用量，約每一
畝六分之地，施肥十八斤半乃至六十二斤。

(四) 硫酸銨可以乾施，亦可和水施之。和水施用，以淡為宜。普通約硫酸銨十六斤半，和水二
石即可。固體施用，切忌接近根際，否則作物即成褐色。

(五) 硫酸銨為生理的酸性肥料，應與石灰、木灰、湯姆氏磷肥等鹽基性肥料先後施用。

(六) 硫酸銨若與鹽基性肥料配合施用，固極良好，惟不可混合而用。蓋因混合後，硫酸銨中
之阿摩尼亞，每易發揮而損失，故施用時期，應有先後之別。

(七)施用硫酸銍於石灰質土時，硫酸銍中之銍，即成碳酸銍而發散，故宜用鋤深施於土中。

(八)硫酸銍施於土中後，其作用是否充分，須視土中有無鹽基性之物質而定。倘有鹽基性物質如石灰者之存在，則石灰一部與硫酸銍結合，一部起硝化作用，成硝酸鈣。如此土中硫酸銍之酸性中和，硝酸細菌繁殖更盛，硫酸銍之肥效始著。通常施用硫酸銍六十斤者，須加用石灰四十斤即可矣。

(九)硫酸銍與石灰同用，此乃對於中和性之土壤而言。若土係酸性，更須視其酸度之如何，而酌量加施石灰。

(十)製造不良之硫酸銍，往往含有硫青酸銍，已於前節言之。據內山定一博士云，硫青酸銍於土中漸次分解，而成有效性之氫質。故施用製造不良之硫酸銍，宜與播種前四五星期下肥。其中有害之硫青酸銍，即分解而成無害之物，不至為害於作物矣。

第四節 硝酸鈣 (Nitrate of Lime)

近年來科學發達，氫之爲用日多，而氫之產量則日少。氫質海鳥糞，已有行將告罄之虞，硫酸銨之生產，亦屬有限，故不得不利用自然界中無盡藏之氫質以代之，此硝酸鈣之所由而發明也。一七八五年，凱晚笛斂 (Henry Cavendish) 氏始發現雷雨之際，大氣中之氫氣二氣，化合成氫化氫。迨一八九七年，雷那 (Lord Rayleigh) 氏發表其「空中氫氣氫化之觀察 Observation on the Oxidation of Nitrogen-gas」一文，其後世人方從事於空中硝酸之製造。一九〇二年，卜拉德贊 (Bradley) 及拉甫道 (Lovejoy) 二氏於美國之尼亞格拉 (Niagara) 瀑布地方，藉瀑布之水力以發電，賴其多數電弧 (Electric Arc) 令空氣中氫氣化而成 NO_2 。再通入吸收塔 (Absorption Tower) 成硝酸之水溶液。加苛性鈉，而中和硝酸，遂成硝酸鈉。惟其生產費用過高，不足以與天然之智利硝競爭，遂致失敗。及後工業發達，那威用勃克朗 (Birkeland) 依德 (Eyde) 二氏之方法，德國用維海爾 (Schonherr) 泡林 (Pauling) 二氏之方法製造，用二十五萬匹馬力之發動機經營之，方始成功。即將空氣中氫氣化合而爲硝酸，然後以石灰石之粉加之，遂成硝酸鈣矣。

第一項 硝酸鈣之成分

硝酸鈣有二種。一爲中和性，其結晶體中含有四水分， $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + 4\text{H}_2\text{O}$ 。一爲鹽基性， $\text{Ca}(\text{OH})\text{NO}_3$ 。中和性硝酸鈣，約含氮百分之二二、六——一三、二，含石灰百分之二五——二七。鹽基性硝酸鈣，約含氮百分之八、四——一〇、六，含石灰百分之三九——四五。茲據叔爾測 (Schulze) 氏分析二種硝酸鈣之成分如次。

成分	種類	
	中和性硝酸石灰	鹽基性硝酸石灰
水	二三、八三	七、一四
氮	一二、四五	一〇、五六
氯化鎂 CaO	二五、八三	四三、七二
苦土 MgO	〇、四一	一、五八
氯化鐵 Fe_2O_3 及氯化鋁 Al_2O_3	〇、七一	三、一四
碳酸 CO_2	〇、五二	二、二四

硫酸	SO ₄	
鹽酸不溶物		〇.五一
		一.四五

第二項 硝酸鈣之效用

硝酸鈣之效用，茲分言如次。

(一) 硝酸鈣視其所配合之物而有不同。通常混合成中和性及弱鹽基性者，肥效大。酸性及鹽基性者，肥效小。

(二) 硝酸鈣與硫酸銨，智利硝，魚肥等而比其肥效，則以硝酸鈣為佳。

(三) 硝酸鈣施用於砂土及壤土，肥效甚佳。

(四) 硝酸鈣為氫質肥料，同時亦為石灰肥料，此特長也。

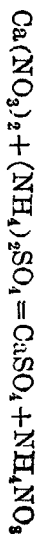
(五) 硝酸鈣與智利硝同，宜用於乾田，而不宜用於水田。如用於水田，亦應與智利硝之法相似，而分次施用。

(六) 硝酸鈣中，亦含有少量之亞硝酸，此物與作物有害。但經硝化菌之工作，亦可改變成硝

酸也。

第三項 他種硝酸性氮質肥料

(一) 硫酸硝酸鹽，硝酸鈣，有潮解性，處理不易。沙拜林 (John Sebelien) 氏加硫酸銨於硝酸鈣中。



令成硝酸銨，及硫酸鈣（石膏）。如此所成之肥料，曰硫酸硝酸鹽。其中含有銨態及硝酸態之氮質，實良好之肥料也。

(二) 硝酸銨 硝酸銨，為菱形結晶物，乃空中氮氣製造廠中之副產物也。其比重為一、六四——一、七九含氮約百分之三五為中和性肥料中之最濃厚者，硝酸銨之用途甚多，除為肥料外，可以製造火藥。燃燒之際，發烟甚少，又可以製笑氣。笑氣溶於水中，即為牙科醫生使用之麻醉劑。

第五節 石灰氮 (Lime-nitrogen)

石灰氮，乃利用空中之氮爲肥料，是炭氮化鈣及炭 $\text{CaCN}_2 + \text{C}$ 之化合物。施用此肥，對於土壤有殺蟲滅菌之功，惟對於幼作物則有害，故宜於播種前二三星期施用。發明石灰氮者，爲德人佛蘭克 (Frank) 及卡羅 (Caro) 二氏。一八九五年佛卡二氏以炭化鋇 BaC_2 熱於高溫 $800 - 1000^\circ\text{C}$ 中，令空氣中之氮通過，成青酸鋇， $\text{Ba}(\text{CN})_2$ 。以後製法改良，以炭化鈣代炭化鋇，遂生石灰氮， $\text{Ca}(\text{CN})_2$ 。

至一八九二年法人毛生 (Moissan) 氏發現工業用之炭化鈣 (Technical carbide) 中，有一種不純潔物。因不純潔物之接觸作用，炭化鈣不須高溫，即可吸收空氣中之氮質。是以石灰氮之製造，又進一步矣。考石灰氮製造之方法有二種步驟。第一炭化鈣 CaC_2 之製造法，以生石灰及木炭末於電氣爐中熱至 3000°C 卽生炭化鈣。

第二氮之製法者有多種。最簡單者，以空氣通過燃燒極熱之銅屑，使銅氮化而餘氮，然後將氮

氣通至炭化鈣中，則成石灰氫矣。

第一項 石灰氫之成分

石灰氫為一種深灰色之粉狀物，味甚臭，其中含氫約百分之二〇——二二，鈣約百分之四〇——四二，炭約百分之二七——二八，其他百分之一九。據沸耳苛 (Voelcker) 氏分析石灰氫之成分如次。

CaCN ₂	五八、九一%
Ca(OH) ₂	二三、五五
MgO	〇、〇五
Fe ₂ O ₃ +Al ₂ O ₃	二、四四
矽酸化物	一一、八五
合計	一〇〇、〇〇
損失	二〇、六二

石灰氫施於土壤之後，受土中碳酸及水與夫細菌之作用，即化成碳酸銨，可供作物之吸收。

第二項 石灰氫之優點

(一) 石灰氫為中和性之肥料。施用之後，土壤並不變劣。非若硫酸銨之為酸性，智利硝之為鹽基性，具有惡化土質之弊也。

(二) 石灰氫乃肥料而兼有驅蟲除草之功，每地一畝六分。用石灰氫一百二十斤半者，對於百合害蟲完全驅除，並可去禾穀類田地中之野生芥菜。

(三) 石灰氫，亦土壤之一種良好消毒劑也，每地一畝六分，用九十四斤而至一百二十斤半者，則作物之病害可以預防矣。

(四) 石灰氫為禾穀類及根菜類之有效肥料。

第三項 石灰氫使用法

(一) 石灰氫有毒性，可用以為補肥。如作基肥，應於下種前二三星期施用，以便其分解。

(二) 石灰氫作補肥用者，不可多施。如桑茶等可於早春發芽前於根株週圍施用。迨桑茶發

芽時，石灰氮已經化矣。

(三)石灰氮不可施用於地面，如及於葉面，葉即受傷，宜掩埋於土中二三寸深之處。

(四)石灰氮之用量，視其所含氮質而有不同。若石灰氮含氮百分之二〇者，每地一畝六分用十斤至二十斤。

(五)石灰氮有吸濕性，時久則固結。若與過磷酸石灰硫酸銨人糞尿混用，則石灰氮中之遊離石灰，可使過磷酸鈣不溶解，或阿摩尼亞發散。

(六)石灰氮可與廐肥堆肥等同用，因此等肥料，有多量之細菌存在，可以促進石灰氮之分解。

第四項 氮石灰 (Nitrogen-lime)

氮石灰是用包耳昔理司 (Polzenius) 之方法，於炭化鈣中加十分之一——二、五氮化鈣。熱至七〇〇——七五〇度，然後以氮氣通之，即成氮石灰矣。氮石灰含有氮化鈣，故有吸濕性，容易分解，宜密藏之。其中含氮約百分之二〇，含鈣百分之四五，含炭百分之一九、五，含氮百分之六、

五，含他物百分之九。

第五項 空中氮質製造法

空中氮質，取之不盡，苟利用之以為氮質肥料，其利無窮。故近代科學之發明，有所謂氮之製造法也。在工業中已見成功者，計有三種。為本節首段所言之佛蘭克氏法。其二為叟排克 (Serpier) 氏法。此法以氮化金屬加石灰，並混以空氣之氮，使成氮化金屬，然後以極淡之苛性鈉液，加水分解之，即成阿摩尼亞矣。

第三法為德人哈勃 (Haber) 氏所發明。法以液體空氣中所分離之氮，與由電解水中所發之氫，依其一與三容積之比例，於攝氏表五百度及一百五十至二百五十之氣壓中，加鎢或鈾或鐵以爲觸媒，即成阿摩尼亞矣。

第六節 磷礦 (Raw Phosphate)

磷礦有多種，均為製造過磷酸鈣之原料，茲依其成分之不同，可別為叢化石 (Coprinite)，磷

質海鳥糞 (Guano Phosphate)，磷灰礦 (Phosphorite)，結塊磷礦 (Nodule Phosphate)。

第一項 我國之磷礦

我國磷礦，究有多少，因無調查統計，不得而知，然以我國土地之廣，蘊藏之富而推測之，當屬不少，此可斷言。國內之磷礦，現在已發現者，計有二處。

(一) 磷礦海鳥糞，此礦產於香港東南一百六十英里之東沙島。此島於光緒末年，爲日人所據。其後幾經交涉，始以巨款贖回。全島爲珊瑚所成，上有古代鳥糞沈積，分佈面積約一千七百畝。據海軍部之鑽探，距地面十八尺之處，盡屬磷礦。大約蘊藏之礦量，或不在少數也。

(二) 磷灰礦磷灰礦在江蘇東海縣城南之朐山。年產礦石約一萬餘噸。據調查自民國九年，由錦屏公司開採十四年止，探出礦石八萬噸，全數運銷日本，以供製造過磷酸鈣及火柴之用。每噸價約日金四十元。現聞此公司已經停閉，另由第二者設法開辦矣。據日本農林省農事試驗場之試驗，海州及東沙島磷礦之成分如次。

地名	水分				磷				全量				氮化鐵及氮化鎂				
	最	多	最	少	最	多	最	少	最	多	最	少	最	多	最	少	平均
海州	三、六	〇、六	一、六	〇、七	一、七	二、二	三、五	三、五	五、七	二、七	三、三	三、三	五、〇	五、〇	五、〇	五、〇	五、〇
東沙島	四、六	三、五	一、六	三、五	三、五	八、五	三、五	〇、七	〇、七	〇、七	〇、七	〇、七	〇、七	〇、七	〇、七	〇、七	〇、七

第二項 糞化石

糞化石為中生代巨大爬蟲動物之排泄物，經年久而石化，其成分與海鳥糞同。英國之岡不里治州 (Cambridgeshire)，薩符克 (Suffolk)，裴得福 (Bedford)，法國之布倫 (Boulogne) 等地均產之。而最初發現者，為英之岡不里治州。時在一八四五年。糞化石之色澤不一，有灰色，灰褐，乃至黑色之分。其成分因種類而異。通常約含磷酸三鈣百分之五〇——六〇，含碳酸鈣百分之二〇——三〇。茲示一例如次。

磷酸三鈣 $\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8$	五四、〇%	炭酸石灰 CaCO_3	二、八一
氮化鐵及氮化鎂 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$	七、四	矽酸 SiO_2	〇、七

有機物	二〇	水分	三、九
-----	----	----	-----

第三項 磷質海鳥糞

磷質海鳥糞，亦名海鳥糞磷礦，已於禽糞節中略言之，茲將各地產品分述於次。

(一) 克立斯馬斯島 (Christmas Island Phosphate) 磷礦，此島位於南洋，係英屬地。所產磷礦塊大小不同，最厚者達數十尺。含磷酸三鈣百分之八五——八九，磷酸百分之三九左右，含氟化鐵及氟化鋁甚少。其質極良為世界中最佳之磷礦也。於一九〇〇年始採掘之。

(二) 海洋磷礦 (Ocean Phosphate) 產於太平洋英之屬地海洋島 (Ocean Island) 上。其成分與克立斯馬斯島磷礦相似。約含磷酸三鈣百分之八三——八七，磷酸百分之三七內外，含氟化鐵及氟化鋁約百分之〇、三。

(三) 奧卡磷礦 (Aungaur Phosphate) 奧卡島位於南洋中，亦產磷礦。品質較克立斯馬斯產稍次，但比日本良佐所產則佳。其中含磷酸三石灰約百分之八〇左右，含氟化鐵及氟化鋁約百分之二左右。

(四) 日本良佐磷礦 良佐島，在琉球東南二百餘里之處。亦產磷礦。礦層厚約自五尺而至三十尺。此礦較之克立斯馬斯及海洋二種磷礦均劣。普通約含磷酸百分之三五——三七，氟化鐵及氟化鋁含量極少矣。

第四項 磷灰礦

磷灰礦乃不純粹之磷石。其中含有磷灰石多，岩石少。普通磷灰礦有兩種。一含氟者，爲 Chlorine Apatite $3\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8 + \text{CaCl}_2$ ，曰氟質磷灰礦。一含氟質者，爲 Fluorine Apatite $3\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8 + \text{CaF}_2$ ，曰氟質磷灰礦。磷灰礦之成因有二。一爲火成源如花崗岩，片麻岩，粗面岩，玄武岩等。一爲水成源，如左言之各磷礦。

(一) 西班牙磷礦 (Extremadura Phosphate) 此乃不純粹磷灰石之一種。一八四三年於西班牙義斯德勒馬都拉 (Extremadura) 發現，採以供製造過磷酸鈣之原料。其成分約含磷酸三鈣百分之五〇——七〇。現已完全廢棄矣。

(二) 坎拿大磷礦 (Canadian apatite) 含有磷酸三鈣百分之七〇——八〇。

(二)田納西磷礦 (Tennessee Phosphate) 此礦於一八九四年開始採掘。礦離地面下約一至二公尺，礦層之厚，亦約一至二公尺。位於黑色片岩層及石灰岩層之間。品質甚良，含磷酸三鈣約百分之七〇左右，有時達百分之八〇——九〇者。含磷酸百分之三〇——三五，含氫化鐵及氫化鋁百分之三——四。

第五項 結塊磷礦

結塊磷礦，係由動植物遺體分解成磷酸鹽後結塊而成。美國之南卡羅來納省 (Carolina) 及佛羅里達 (Florida) 非洲之阿爾及利亞 (Algeria) 及夾弗沙 (Cafsa) 日本之能登等地均產之。其主要成分為磷酸三鈣，含有氫化鈣甚多。其主要成分與磷灰石頗相接近。茲將各地之結塊磷礦分言之於次。

(一)卡羅來納磷礦 (Carolina Phosphate) 此礦產美之南北卡羅來納兩省喬治亞省 (Georgia) 及河牀中。於一八六八年方行採掘。礦厚約自一呎而至二十呎。結塊之大小不一。最大者約重一噸。礦質非結晶形，多孔隙。通常雜以粘土及其他不純粹物。含氫約百分之一——

二。產於陸地者，曰陸地磷礦。灰色。含磷酸百分之二三左右，含氟化鐵及氟化鋁百分之六——七。河床成者，曰河床磷礦。黑色。富於有機物。含磷酸百分之二三——二七，含氟化鐵及氟化鋁百分之四——五。此種磷礦，通常先滌其雜物，然後碎之成粉，販賣於農家。

(二) 佛羅里達磷礦 (Florida Phosphate) 此礦發現於一八八八年。與卡羅來納省所產相仿。因含氟化鈣約百分之四、四，故礦質堅硬而良。此礦現為世界磷礦給源之最著者。

(三) 阿爾及利亞磷礦 (Algeria Phosphate) 此礦產於非洲之阿爾及利亞，為中生代石灰岩層中之動物遺體所化成。含磷酸三鈣約百分之六三——七〇，含磷酸百分之三〇左右，含氟化鐵及氟化鋁百分之〇、八。

(四) 夾弗沙磷礦 (Gafsa or Tunis Phosphate) 為中生代含磷白堊層及含磷泥灰岩層動物遺骸之結塊。品質良好。除美國佛省所產外，占世界磷礦之第二位。

(五) 能登日向志摩磷礦，日本之能登日向志摩三地，均產磷礦。能登日向二礦，生於第三紀頁岩中。志摩之礦，生於古生代輝綠凝灰岩中。能登磷礦，含有磷酸約百分之二九，而氟化鐵及鈣

化鋁所含亦少，因以品質不良。

第六項 磷礦之用途

磷礦爲製造過磷酸鈣之原料，其中含氟化鐵及氟化鋁少者，品質佳良，多則惡劣。磷礦製成粉，可以直接施用。如美國所售之佛羅辭 (Fluats) 卽是磷礦之粉。據海力根姆 (Halligan) 云，施用磷礦於含腐植之土壤，及特用作物如大豆、豌豆、玉蜀黍、粟、小麥、燕麥等，均有效。若與綠肥及廐肥同施，實屬有利。

第七節 過磷酸鈣 (Superphosphate of Lime)

過磷酸鈣，亦稱酸性磷酸鹽 (Acid Phosphate)，又曰溶解磷酸 (Dissolved Phosphate)，爲各種磷礦、骨粉、骨炭，與硫酸起化學作用，改變其中不溶性之磷酸三鈣，爲可溶性之磷酸一鈣，以供肥田之用者也。

第一項 過磷酸鈣之歷史

一八四〇德國學者利比善 (Justus Von Liebig) 氏發表「化學應用於農業」一文，提倡骨粉與硫酸化合，可以增加其肥效後，英國之農家佛來銘 (Fleming) 氏，依法以骨粉製造過磷酸鈣，名曰德國堆肥 (German Compost)，施用果效。一八四一年，佛來銘氏又以磷礦糞化石等製過磷酸鈣，一八四三年羅斯 (Loves) 吉爾柏特於泰晤士河畔，設廠製之，即以過磷酸鈣之名銷售，此過磷酸鈣為市售肥料之始也。迨一八四六年沒斯勃來特 (Munspate) 氏於利物浦 (Liverpool) 設廠製造，過磷酸鈣之業方大進步。一八五〇年德人昆 (J. Kihn) 氏以溶解骨粉，製造過磷酸鈣，而改良其濕性，此業更盛。據一九〇七年之統計，世界過磷酸之總產量，為七三五萬噸云。

第二項 過磷酸鈣之製造

製造過磷酸鈣，先將其原料如磷礦、骨粉、骨灰、骨炭，碎之成粉，然後加等量之硫酸，即成過磷酸鈣矣。粉碎磷礦之法，先以粗碎機碎粗大之礦石，再用粉碎機碎成細粉。粉碎之後，送入混和機與硫酸混合。所用硫酸，其比重約為一·五——一·六，攪拌三十秒而至一分鐘。斯時溫度上昇，有水蒸氣、

碳酸氣、氟化氫、鹽酸等氣體發生，混和器內，則成泥狀物。開器底之栓，將泥狀物流入密室。放至十數小時，成脆弱之固體。然後再粉碎而篩過之，即成市售之過磷酸鈣矣。

第三項 過磷酸鈣之品質

普通之過磷酸鈣，為乾燥灰白色之粉狀物。如以骨粉及骨炭為原料者則為黑色。過磷酸鈣之主要成分，為磷酸一鈣 $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2\text{H}_2\text{O}$ 、石膏 $\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。此外有磷酸二鈣 $\text{Ca}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_7\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、硫酸鐵 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3\cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 、硫酸鋁 $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3\cdot 18\text{H}_2\text{O}$ 、砂等。其中磷酸一鈣，可以溶解於水全部不溶解者，約百分之一〇——二〇。水溶磷酸，約兼百分之一五——二一，少量之磷酸二鈣，可以溶解於水及枸橼酸、阿摩尼亞溶液。

第四項 過磷酸鈣之肥效

過磷酸鈣，含有磷酸及石灰，為化學的酸性，生理的中性肥料。經植物吸收後，其中餘有百分之六〇以上之石膏，此石膏可以為間接肥料。過磷酸鈣為磷酸肥料中效用之最速者，故施用於作物，作物成熟必較早。

過磷酸鈣，施用於土壤後，其中所含水溶性磷酸，與土壤中之碳酸鈣，氫氯化鐵，氯化鋁等變為磷酸三鈣，磷酸鐵，磷酸鋁等水不溶解之磷酸鹽類。因之降雨之際，磷酸不致流失。如此項鹽類，接近作物根際，與根酸化合，即為作物所利用。土壤吸收磷酸之力，因土壤種類而有不同。大概含 CaO ， Fe_2O_3 ， Al_2O_3 最多，吸收力亦最大。據韓雷胥 (Heinrich) 氏研究，過磷酸鈣中之磷酸，欲為土壤充分吸收，須經二日之久。作物吸收過磷酸鈣中之磷量為百分之一〇——二〇，最高亦不過百分之四〇。所餘百分之六〇——九〇殘存土中，對於第二次作物效用微弱。若加適量石灰，可以移易土中磷酸鐵及磷酸鋁中之鐵及鋁，而促進磷三鈣之變易也。

第五項 過磷酸鈣施用法

(一) 過磷酸鈣，可以作補肥用，亦可以作基肥用。惟作基肥，宜與含有有機物質之肥料同施方妙。

(二) 過磷酸鈣為不完全之肥料。若單獨施用，可以施之豆科植物。此肥可與廐肥，堆肥，綠肥，人糞尿，蠶糞油粕等含氮而缺磷質之肥料，同用於任何作物均宜。

(三) 施用過磷酸鈣，宜先與二三倍之土壤混和，俾可施佈均勻。

(四) 過磷酸鈣，為化學酸性肥料，以之接觸初生長之幼芽，極不相宜。故作基肥用之過磷酸鈣，應於蒔種前一星期施用。

(五) 過磷酸鈣，係屬酸性，故不應與其他之酸性肥料同用。若不得已而與硫酸銨同施，應加石灰或草木灰而中和之。

(六) 過磷酸鈣，不宜直接與石灰及草木灰同用，以其能變磷酸一鈣為不溶性之磷酸三鈣。如同用，宜先後其時。

(七) 過磷酸鈣，與鹽基性之智利硝先後施用最佳，但切不可同時施用。蓋同用則發生過氮化氫之氣體，而損失氮肥也。

(八) 過磷酸鈣，可與他種礦質肥料及有機物肥料同用。

(九) 砂礫土中，施用過磷酸鈣，應分次施用，以免為雨水流失。若砂礫土中，施同碳酸鈣，可以增加吸收過磷酸鈣之力。

(十) 吸收力強之土壤，過磷酸鈣施用較深，惟須作物根部能達到者。

(十一) 砂土吸收力小，施用宜少。泥炭土，沼澤土，施用過磷酸鈣，每因腐植酸與石膏之作用，生遊離硫酸。故不若用湯姆氏磷肥，骨粉，沈澱磷酸鈣，及磷礦等之爲愈也。

(十二) 水田中施用過磷酸鈣，應先將田中之水放乾，與廐肥綠肥油粕等同施。迨一二日肥料爲土壤充分所吸收，再行灌溉。水田中第一回施用時期，應在第一次排水除草之時。

(十三) 過磷酸鈣施用量，視作物土壤及同用肥料之種類而有不同。通常每地一畝六分，用三十一斤四兩至六十二斤半。

(十四) 冬作物宜施用多量之過磷酸鈣，夏作物則可少施。以冬季之殘餘磷酸可以作爲夏季之用。

(十五) 過磷酸鈣用之過多，成熟提早，莖葉中蛋白質豐富，果實反少。

第八節 湯姆氏磷肥 (Thomas Slag)

湯姆氏磷肥，為製造鋼鐵時之一種副產物，含磷酸約百之一二——二〇。近來多用以為肥料。此物為一八七八年英人湯姆氏所發明。在昔多視為廢物。至一八八二年瓦格涅（Wagner）氏研究可以作肥料用，方開湯姆氏磷肥之端。

第一項 湯姆氏磷肥之製造

昔日以鐵製鋼，不能將磷質提盡，故所成之鋼，每含磷質，而有害於鋼之展性及強韌性。一八七九年湯姆氏與季爾克立斯（Gilschrist）氏共同以白雲石所製氟化鎂石灰瓦煉作回轉爐之內部，內置石灰及鐵，然後由底部壓入空氣鍊鋼。其中磷質，與石灰化合，成磷酸四鈣，此物與氟化錳，矽酸，氟化鐵等，均浮於上層，令之流出，冷固而粉碎之，即湯姆氏磷肥。最近歐洲湯姆氏磷肥之總產量，年約二〇〇萬噸，而德國所產者，則佔有一〇〇萬噸之多。

第二項 湯姆氏磷肥之成分

湯姆氏磷肥，為暗灰色之粉末。含磷酸約百分一二——二〇，含石灰百分之四〇——五〇，為優良之磷質肥料。據格利斐斯（Griebner）氏研究湯姆氏磷肥之成分如次。

成分	種類	
	其	二
CaO	四一、五四	四五、〇四
MgO	六一三	六二〇
FeO	一四、六六	一一、六四
Fe ₂ O ₃	八、六四	五、九二
MnO	三、八一	三、五一
Al ₂ O ₃	二、六〇	一、七二
P ₂ O ₅	一四、三二	一八、一一
SO ₃	〇、三一	〇、四一
S	〇、一三	〇、三〇
V ₂ O ₅	〇、二九	〇、二四
SiO ₂	七、四〇	六、九〇

第三項 湯姆氏磷肥之效用

湯姆氏磷肥之肥效，視其粉粒之精粗，而有不同。粒之精者，肥效大。粗者，肥效小。通常以粉粒能通過一方吋中有一萬之孔穴者，占百分之八〇——九〇方佳，茲將瓦格涅氏以湯姆氏磷肥，對於大麥、小麥、亞麻三者試驗，其肥效如次。

過燻酸鈣	同		湯姆氏磷肥微細粒	大麥	小麥	亞麻	粒徑大小之別
	粗粒	細粒	六五				
一〇〇	一三	五九	六五				全部在〇、一公厘以下
一〇〇	一三	六一	六一				
一〇〇	一六	五五	五七				88%在〇、一公厘以下
	48%在〇、一公厘	51%在〇、一公厘					17%在〇、一公厘以下
	48%在〇、二公厘	51%在〇、二公厘					〇、二公厘
	48%在〇、四公厘	51%在〇、四公厘					〇、四公厘

湯姆氏磷肥，若施用於酸性土壤，沼澤地，牧草地，腐植質土壤，及石灰成分甚少地，砂土，均甚相宜。據李汾司 (Leavens) 氏一九〇六年所著「湯姆氏磷肥及其利用」(Basicalg and its Uses)

一書，謂(1)湯姆氏磷肥中之磷酸有流失之慮。(2)含有石灰，故有石灰之肥效。(3)可與酸性土壤中和。(4)含有苦土，不溶性養分可因之成溶解性。(5)可助葉中鐵質組織葉綠素。所含磷酸，水不溶解，肥效不若過磷酸鈣之大，但其收穫，則甚佳。湯姆氏磷肥，為禾穀類牧草類及葉樹類之良好肥料。

第四項 湯姆氏磷肥之施用法

湯姆氏磷肥之施用法，與過磷酸鈣稍異，茲有數點，應於施用時，留意及之。

(一)湯姆氏磷肥，含有石灰及少許硫化鈣，對於幼植物有妨礙，故宜於播種及移植前數日施用。

(二)湯姆氏磷肥，含有多量石灰，如與過磷酸鈣及亞鹽類混合，宜隔數日先後施用。

(三)湯姆氏磷肥，若與鉀鹽類草木灰等混合，有凝固成塊之患。

(四)湯姆氏磷肥，可與廐肥堆肥綠肥混用。其中石灰，可以促進有機物分解，並可增磷肥中可溶性之磷酸。

第九節 其他磷酸肥料

本節所述磷肥，除過磷酸鈣，及湯姆氏磷肥外，凡礦物質磷酸肥料，均屬之。

第一項 重過磷酸鈣 (Double Superphosphate of Lime)

重過磷酸鈣，為濃厚磷酸肥料之一。主要成分，為磷酸一鈣，及少量石膏。含有水溶磷酸約百分之四〇——四五。

重過磷酸鈣製造，始於一八七一年，為格累謨 (Graham) 氏所發明。氏用劣質磷礦，沖以十五至二十度之稀薄硫酸 $17-25\text{H}_2\text{SO}_4$ ，於混和機中混和之。機中溫度常在攝氏四十度以上。加水冷之，從事攪拌，每分鐘約回轉十五次。半小時後，以鹽酸及鹽酸鉍檢定硫酸之存在。如有未化合硫酸，即成白色沉澱。須繼續攪拌加石灰以中和之，然後以壓榨濾器壓濾之。其沉澱之主要成分，為石膏及過磷酸石膏，均含有百分之三——七之磷酸。可與人糞尿酸肥等混用，有固定阿摩尼亞之功。其濾液為稀薄之磷酸。蒸發之，使之濃縮，加良質之磷礦，骨炭，骨灰，或脫膠骨粉，攪拌之，成磷酸四鈣。

重過磷酸鈣之成分，據邁爾 (Meyer) 氏分析如次。

水	分	九、〇%	石	膏	四、九
磷	酸	九、五	磷	酸一石灰	五七、七
磷	酸二鈣	六、五	磷	酸三石灰	二、二
氯化鎂、氮及氫氣酸		二、〇	其	他	四、〇
磷酸鐵、氯化鋁		四、二			

質良之重過磷酸鈣，含全磷酸約百分之四五，水溶磷酸百分之四〇——四三。此種肥料，因含磷較多，遠運最便，功用與過磷酸鈣等。英美德日等四國均盛產之。

第二項 沈澱磷酸鈣

沈澱磷酸鈣，為骨製膠時之副產物。或以劣質磷或骨加鹽酸溶解無機物，取其濾液，加石灰而成。其製造法，以骨加稀鹽酸，靜置二三日，骨中之無機物即溶解。將溶液取出，所餘白色柔軟物，為膠可取出之。再加石灰於溶液中，以水洗之，其沈澱乾燥後，粉碎之即成。

沈澱磷酸鈣，大部爲磷酸二鈣之形態。枸橼酸及根酸均可溶解之。施用之時，宜與泥土混和，或與有機物肥料或富於石灰之肥料同用。茲示其成分之一例於後。

水分及有機物	二六、二〇%	磷	磷	五三、五〇
磷酸	二、一七	磷酸	鐵	五、三〇
石膏	二、〇七	炭	酸鈣	〇、八八
氯化鈣	三、五〇	不溶解物		五、四二

第三項 湯姆氏沈澱磷酸鈣 (Thomas Precipitated Phosphate)

取湯姆氏磷肥，用鹽酸溶解之，加適量之石灰，使磷酸沈澱而成。其中約含磷酸百分之三十至三十五。

第四項 磷酸銨 (Phosphate of Ammonia)

磷酸銨，爲一八七一年蘭格倫日 (Lagrange) 氏於工業中所得之一種產品。製造之法，取過磷酸鈣，以溫水浸之，用布過濾，而去石膏。其中之炭酸銨，可加硫酸，令硫酸銨沈澱分出。此物可爲顏

料用。其濾液為磷酸一鈣，加阿摩尼亞中和之，石灰及鹽基性磷酸鹽即成沈澱。其濾液為磷酸一鈣，蒸發之，成結晶體。若於磷酸一鈣，加阿摩尼亞，則成磷酸二鈣。蒸發之成磷酸二鈣之結晶體。此鹽之阿摩尼亞易於飛散，故儲藏宜密。茲將二種磷酸鈣之成分示如左。

類 別	量 數	成 分	
		氮 %	磷 酸 %
磷酸一鈣 $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	一一,一七		六一,七二
磷酸二鈣 $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	二一,二一		五三,七六

近年美國用空中氮質所製之阿摩尼亞，通入磷酸成磷酸鈣，銷售於各地。品名 Ammo-Phos。計有兩種。一為十三，四十七級，一為二十，二十級。此鹽中含有硫酸鈣之雜質。若加鹽酸及鹽酸鈣，可得白色沈澱甚多，此其證也。茲將二種成分示如左。

類 別	量 數	成 分		
		阿 摩 尼 亞 %	氮 %	磷 酸 %

十三，四十七級 (13.47 Grade)	1311	107	四七
二十一，二十級 (20.20 Grade)	110	1611	110

第十節 鉀質肥料

肥料三要素中鉀質與氧質及磷酸同樣重要。除土壤原含鉀甚多，若火山灰地，花崗岩地，可以無需多施外，其他土地中均必施鉀肥料。吾國鉀肥料，自古即利用草木灰，亦頗得相當之效果。即歐美諸國，以前亦用草木灰以作鉀肥，近今世界各國，因德國斯塔司福特 (Stassfurt) 所產之鉀鹽 (Kali Salze) 非惟肥料中用之，即工業中所用之鉀，亦多取給於此也。

斯塔司福特 鉀鹽礦含有鎂、鈉及鉀等鹽類，組織複雜。礦之面積約數方哩。雜地面下約自二〇〇尺至三〇〇〇尺。所產之鹽，用為肥料者，始自一八六四年。當一八六〇年初，斯塔司福特 開掘時，鉀鹽則視為無用之物。自一八六〇年，利比嘉氏 之礦物說 (Mineral theory) 出，始有利用礦物之意。迨一八六四年斯塔司福特 鹽類之肥料價值，始為世人所知，方大加採掘。

鉀鹽類成分，各有不同，茲列其平均成分於次。

類別	成分									
	水分	氯化鉀	氯化鈉	氯化鎂	石灰	硫磺	氮	氯化鉀	食鹽	
鉀化鉀	三、八	五二、七	一、七	二、六	一、八	二、四	四、四	八、九	三、三	
鉀石鹽	五、九	三四、五	二、二	二、九	〇、八	七、七	四、九	六、八	四、七	
光鹼石	三、五	一〇、七	三、三	一、六	〇、八	九、七	三、七	一、六	三、〇	
硫酸苦土石	二、七	六、四	一、三	三、三	〇、六	一、七	三、六	一、〇	二、五	
硫酸鉀	一、八	五〇、五	〇、五	一、四	—	四、八	三、三	五、三	〇、九	
鉀瀉利鹽	一、五	二、二	一、〇	一、〇	〇、八	二、〇	三、一	三、一	三、五	

第一項 鉀瀉利鹽 (Kainite)

斯塔司福特之鉀瀉利鹽，為堅硬之結晶體。常含有其他雜質，故有白色、黃色、赤色、暗褐色等等色澤。天然礦石，採掘後粉碎之，即可販賣，通常含鉀百分之一二——一二、五。茲示其成分一例如左。

石膏及其他不溶解物	〇、七——三、〇	水	分	一二、七——一六、〇
氯化鎂	一一、一一——一四、七	食鹽		二五、六——三四、六
硫酸鉀	二一、三一——二五、九%	硫酸鎂		一一、〇——一八、〇

鉀瀉利鹽因含有硫酸鎂及氫化鎂，故易於吸收濕氣而潮解，致有結塊之弊。如混以泥炭粉百分之二，即可免於斯弊。如以骨粉混之，亦有固結之弊。施用時乾用及和水用均可。宜在播種或移植前施之，如臨時施用，則非所宜。以其中含有氫化鎂、氫化鈉可溶性之鹽類，為害於幼芽也。又常含有雜質，不宜施用於煙草、葡萄、甜菜、甘蔗、馬鈴薯、果樹及花卉。園藝上所用之鉀鹽，則為硫酸鉀及煨性硫酸鉀鎂。

第二項 光鹵石 (Carnallite)

純粹之光鹵石為無色之物。通常因含有氫化鐵，故呈赤色及赤褐色。約含加里百分之九——

一一，茲揭其成分之一例於次。

氯化鈉	五六、七〇	硫酸鈣	二、八〇
不溶解物	三、二〇	水分	四、五〇

第四項 氫化鉀 (Muriate of Potash)

氫化鉀為鉀石鹽之天然產品。如以水溶解鉀瀉利鹽，其中氫化鉀先分出，殘留者為氫化鎂。普通氫化鉀，含氫化鉀百分之八〇，氯化鉀百分之五一左右。不純食鹽，常含氫化鉀百分之四十。近今製造氫化鉀，有含氫化鉀百分之九八以上者。氫化鉀，為易溶速效之鉀質肥料，可以為製造鹽之原料。茲示各種氫化鉀之成分於次。

成分別	種類	
	硫酸鉀	氯化鉀
70—75% KCl	一、七〇	
80—85% KCl	七二、五二	八三、五〇
90—95% KCl	〇、八〇	九一、七〇
		〇、二〇

氫化鎂	〇、六〇	〇、三〇	〇、二〇
氫化鈣	二一、二〇	一四、五〇	七、一一
硫酸鈣	〇、二〇		
不溶解物	〇、五〇	〇、二〇	〇、二〇
水分	二、五〇	一、一〇	〇、六〇
氫化鉀	四六、七〇	五二、七〇	五七、九〇

第五項 硫酸鉀 (Sulfate of Potash)

以水浸鉀瀉利鹽，溶解鉀鹽，去其沈澱，將溶液分出，蒸乾即成硫酸鉀。或於氫化鉀中加硫酸製
 造鹽酸時，則成副產物之硫酸鉀。此物易溶於水，乃濃厚速效之鉀質肥料。以之與氫化鉀比則過之。
 蓋氫化鉀，含有氫質，用於忌氫質之作物，非所宜也。硫酸鉀成分，視其所含雜質多寡，而有不同。濃厚
 者，含硫酸鉀百分之九〇——九八，其次亦含有百分之九〇。茲將二者成分列於次。

成分別	成數類	
	分	別
水	二、二	〇、七
不溶解物	〇、三	〇、二
石膏	〇、四	〇、三
氯化鈉	一、二	〇、二
氯化鎂	一、〇	〇、四
硫酸鎂	二、七	〇、七
氯化鉀	一、六	〇、三
硫酸鉀	九〇、六	九七、二
	90% K ₂ SO ₄	96% K ₂ SO ₄

第六項 鉀鹽類施用法

鉀鹽類，無論固體或液體均可施用。每地一畝六分，約用四十斤至六十斤。鉀鹽類，係生理的酸性肥料。與智利硝，石灰氮，骨粉，中和性肥料配合均可。

鉀鹽類，若與過磷酸鈣配合，將益增其酸性，每有遊離鹽酸發生之患。

石灰與鉀鹽類同用，可以增鉀鹽類之肥效，且可中和其生理的酸性。

鉀鹽類，含有氰化物，宜於播種或移植前施用。如施用後遇雨，有害物即行流失。

鉀鹽類中，鉀之利用率，因鹽之種類而異。概言之，第一作物之利用率約為百分之四〇——六

〇。

第七項 斯塔司福特鹽類中副存鹽類之作用

斯塔司福特鹽類中，有副存之鹽類，如硫酸鎂，氰化鎂，食鹽，石膏等。當施用之時，此等副存鹽類，同時亦留於土中。有利於作物者，有害於作物者，亦有不生若何影響者。氰化鈉，乃鉀肥料之代用品。副存鹽中，如含有氰化鈉，可以節用鉀質肥料之施用。且可增加土壤中不溶解物質而成溶解。據得耐休婁（Drechsler）氏以鉀瀉利鹽中之鉀除去，而以其副存鹽類之肥效，比較試驗之，其增加收穫之數量如次。

腐植質土	砂質土壤	砂質土壤	鉀瀉利鹽	去鉀之鉀瀉利鹽
四〇、七	七〇、三	四五、八		二八、六
				三一、〇
				二〇、七

副存鹽類，可以增加土壤中水分保持力。據特羅須開 (Troschke) 試驗施用鉀瀉利鹽土壤，增加水量如次。

三月十八日	六月一日	八月一日	十月十八日
一五、二%	一、八	一、三	一、九
一五、三%	八、五	五、〇	一三、三

以上所言，乃副存鹽類之利益，茲再言其弊害於後。

(一) 副存鹽之鎂鹽，有妨土壤吸鉀之力。

(二)副存鹽於土中，有使土壤組織變劣趨勢，雨水多則固結，乾則堅硬，因之空氣不易流通，土質變劣。加用石灰，即可以改良之。

(三)副存鹽中如含有氫化物，對於煙草，葡萄，甜菜，馬鈴薯，等均不利。因氫化物可使作物中澱粉產量減少，糖粉亦少。

第四章 間接肥料

前二章所論農場肥料及人造肥料，施用於土中，作物可以直接吸收之，以爲養料，是曰直接肥料。本章所述諸種肥料，大率因施用之後，作物間接得其利益，故曰間接肥料也。

第一節 石灰石 (Limestone)

石灰，總稱也，有石灰石，生石灰，熟石灰，泥灰石等之分。其效用各有不同。石灰一物，土壤中原含有甚多。據精確之估計，地殼所含石質中，約六分之一爲石灰。通常土中，本無施用石灰之必要。施用之故，或因改良土壤性質過於黏重或輕鬆之弊。或則糾正土壤中之酸性。或則利用其促進有機物之分解。或則用以增進土壤中可溶性之養分。

第一項 石灰石

石灰石主要成分，為碳酸鈣，約含百分之五六。亦含有碳酸鎂者，名曰含鎂石灰石(Magnesian Limestone) 其成分如次。

類別	成分	石灰石%	含鎂石灰石%
石灰 CaO		五二·九—五六·〇二	〇·一四—〇·六〇
苦土 MgO		二七·七八—三六·〇三	一六·六三—二一·四八

石灰石多製造成生石灰或熟石灰而施用。亦有成粉而施用者。可以作補肥，亦可以作基肥。惟作基肥用，宜於下種前數日施之。若與人糞尿，硫酸銨，銨鹽肥料等同時施用，氮質每有損失之慮。施用者，不可不慎也。

第二項 生石灰 (Quick Lime)

生石灰乃以石灰石，或貝殼灼熱之而成。其中之炭氣二氣飛散，而成生石灰。通常生石灰中，每含石灰石及熟石灰，因之生石灰之作用稍減。蓋純粹生石灰之作用甚強也。

生石灰可以作基肥用，惟須於播種前數日施之。施用之時，宜擇無風之日，以其易於散失也。生石灰宜儲之密閉器中，不然易於吸收空中水分及炭酸氣，而變熟石灰及石灰石。其詳細施用法，與熟石灰同。可參看次項，茲將生石灰之成分如次。

成分	生石灰%	含鎂生石灰%
石灰 CaO	八九、五六——九八、一三	五二、一一——五九、九〇
苦土 MgO	〇、四二——四、二七	三五、一三——四〇、二四

第三項 熟石灰 (Slaked Lime or Hydrated Lime)

生石灰飛散甚易，且作用太強，故通常以生石灰露置之。經風化或加水後，使之變為熟石灰，而為肥料。據試驗，其成分如次。

成分	熟石灰%	含鎂熟石灰%
熟石灰		
含鎂熟石灰		

石 灰	五六、〇〇	四五、八二
苦 土	三、九四	三三、三〇
矽酸及不溶解物	一〇、八〇	四、四二
氯化鐵及氯化鋁	一、二〇	一、一一
吸 溼 水	八、七〇	一五、三五
化合水及其他	一九、九九	

生石灰露置之，或施於土中，可以吸收土中水分，而成熟石灰，其作用甚強，以熟石灰施用於土中，可以吸收土中之炭酸氣，而成石灰石。茲將三者比較之於次。

(一) 生石灰及熟石灰，比之石灰石作用強。

(二) 生石灰及熟石灰，在土壤中最易於溶解，且分佈均勻，而石灰石則否。

(三) 生石灰熟石灰石灰石均呈鹼性，於作物生長期中可以施用。如作基肥，可於移植或播

種前數日施用。

(四) 石灰石用之過多其害少。

(五) 石灰石爲鹼性肥料，可以直接混合施用。

(六) 石灰石分解甚難，因之作用甚弱。若欲使土壤中礦物之肥效顯著，則以用生石灰及熟石灰爲宜。

(七) 生石灰及熟石灰可以作土壤之消毒劑，病害之豫防劑。據日本掘正太郎云，蓮根腐敗病，每地一畝六分當用石灰六百二十五斤，入土深約一尺，即可治防。

(八) 石灰石吸收力少，宜用於砂礫土，生石灰及熟石灰宜用於重粘土及填土。

第四項 石灰之施用法

(一) 生石灰及熟石灰均屬鹼性，可於下種或移植前作基肥用。普通作物，及多年生桑茶果樹等，可以用之爲補肥。

(二) 連年無直接肥料施用之地，不宜加用石灰。因石灰爲間接肥料，應與直接肥料同施。

(三) 石灰如與過磷酸鈣，重過磷酸鈣，硫酸銨，人糞尿等混同施用，其中可溶性磷酸，有變爲

磷酸三鈣，及阿摩尼亞有飛失之慮，故於先後施用，方可免於斯弊。

(四)石灰視土地及作物不同而異其施用，如整地之際，即施用石灰，然後施用過磷酸鈣及硫酸銓，即無流弊之發生。

(五)石灰施用量，因地而異，潮濕地，乾燥地，重黏土，輕砂土，及改良有機質多之酸土，均應多量施用。深耕之土，亦應多用。淺耕之土，則少用。

據韓雷 (Heinrich) 氏云，土壤中所含石灰量如為百分之〇、二——〇、三，石灰施用均無不可。又據荷爾 (Hall) 氏云，乾燥土壤中僅含石灰百分之一以下，則必須施用石灰。大工原銀太郎則云，普通土壤，每地一畝六分年施一百八十八斤，輕砂土用半量，重黏土則倍之。綜合諸家所說，土壤中石灰之有效量最少含百分之〇、二——二五者，每地一畝六分，深五寸之土中，其有效石灰最少量約為五百斤而至六百三十斤，每年應以三分之一數量補給之。無肥料之作物栽培地，年約消耗石灰一百五十斤，應以含 65% CaO 之石灰一百二十五斤補充之。

按諸一般主張，每隔三至五年中，每地一畝六分，應施用石灰二百五十斤至三百十二斤。若施

用有機質肥料及其他直接肥料之地，每年每地一畝六分，應施用石灰三十二斤而至六十四斤。但石灰若用之過多，亦屬非宜。

第五項 泥灰石 (Marl)

泥灰石，是石灰中含有粘土及砂土者也。按其外表觀之，可分為二種。一為石質泥灰石，含有少量之粘土，有光澤。當分解時，每剝離而成薄片。一為黃土泥灰石。形似泥土，粉碎甚易。其色有白，黃，褐，黑等等之別。泥灰石若細分之，有(一)石灰質泥灰石，含(50—75% CaCO_3) (二)粘土質泥灰石，含(25—50% CaCO_3) (三)壤土質泥灰石，砂質泥灰石(五)腐植質泥灰石之分。

泥灰石成分中，稍含鉀及磷，可以當直接肥料用。據馬里蘭 (Maryland) 農事試驗場以二十四種泥灰石分析之，得知其成分如左。

		成分最多	最小量	平均
磷	燐	1.0	— 2.0%	0.38
鉀		2.5	— 3.0	1.39

泥灰石，以石灰石為主要成分，故有間接改良土壤性質之效。按俄海 (Yoorthes) 氏所著肥料學云：昔日美國新澤稷 (New Jersey) 州大片地畝，生產力甚小，其後於農閒之際，提倡施用泥灰石，遂成沃壤矣。由是可知泥灰石非惟可以作肥料用，且可作改良土地用也。

第一節 石膏 (Gypsum)

石膏與石灰同含鈣質，惟其性質則不相同。普通土壤中，亦有相當含量。如作間接肥料施用則大佳。而尤以葱類施用石膏，以供給硫黃質，其功效甚著。茲示石膏之成分如次。

H ₂ O	11.0%	CaO	33.1%
MgO	0.1	SO ₃	52.9

第一項 石膏之間接作用

(一) 施用石膏，土壤中所含鉀，鈉，鎂，磷酸等質可以成作物利用之形態多。故施用石膏之地，所長作物，含灰分甚富。據薩克斯 (Sachs) 研究，植物體中，如含灰分多，植物水分之發散力即弱。

但施用石膏，植物體中則含水分頗多。灰分中鉀含量亦多。

(二) 施用石膏，土壤中養分分解甚深，如種深耕豆科植物，極有效。

(三) 石膏為硝化菌最良之營養分。

(四) 石膏與骨粉同用，骨粉肥效即增。石灰與骨粉同用，骨粉之肥效減。

(五) 石膏有固定阿摩尼亞之效。

(六) 施用石膏，作物體中水分及蛋白質均能增加。

(七) 石膏係酸性，以之與鹽基性肥料配合，或與鹼性土壤中和，最為有效。

(八) 豆科植物，馬鈴薯，蕎麥等，施用石膏最有效。

第二項 石膏與石灰之比較

(一) 熟石灰及石灰石中和酸性最有效，而石膏則不然，反增其酸性。故含有有機質甚多之土壤，不宜施用。

(二) 石膏酸性，用之可以增加骨粉之肥效，而石灰則反之。

(三) 石膏可以固定阿摩尼亞，而石灰則揮發之。

第三項 石膏施用法

施用石膏，每地一畝六分，約用四十二斤至九十斤。若與過磷肥鈣同時施用，再多亦可。施用時，宜於朝露未去前行之。

石膏施用，今昔大不相同。在昔日礦物質未行廣用之時，施用石膏，對於土地，誠有極大裨益。今則各國過磷酸鈣，硫酸銨，硫酸鉀，斯塔司福特鉀鹽，廣用之時，施用石膏，無論於直接或間接方面，均無需要。現今歐美則用爲固定底肥中之阿摩尼亞用。

第三節 食鹽 (Common Salt)

食鹽卽氯化鈉，爲古代施用之肥料。羅馬史家勃林里斯 (Plinius) 氏時代，卽沿用之，爲植物養分中鈉與氫供給之源。普通直接施用者甚少，大都得之於所施用之人糞尿，醬油粕，及斯塔司福特鉀鹽中。茲將用食鹽爲肥料之利弊言之於次。

(一) 土壤中鉀如不足，鈉可代用之，故鈉亦稱之爲鉀節約劑。據試驗大麥及蕎麥施以多量之氯化鈉，結果特佳。

(二) 食鹽可以改良輕鬆土質，而減少輕鬆性，增加吸水性。至重黏之土，如施用食鹽，益增其粘性，而使土質硬化。

(三) 食鹽間接之肥效甚大，可以使土壤中之氯化鉀，磷酸，氯化鈣，氯化鎂等，爲可溶性。例如土中之磷酸三鈣，因有鈉質存在，一部分遂成可溶性之磷酸鈉。至鈣鎂等物，則成氫化鈣，氫化鎂。此物均易於流失，故施用食鹽之地，土中鈣鎂每有減少之虞。

(四) 甘藍，牧草，蕎麥等作物，施以適量食鹽，可使生產增加。纖維作物，施用食鹽，非惟產量增加，且品質良好。施用於大麻，每地一畝六分，用食鹽三公斤。亞麻可稍增，然不可過多。

(五) 食鹽不可施用於煙草，甘藷，甜菜，甘蔗，馬鈴薯，葡萄，南瓜等。如經施用，則菸草之燃燒性大減，甜菜甘藷等所含之糖分小粉亦大減。

第五章 刺激肥料 (Stimulant)

第一節 綠礬 (Green Vitriol or Sulfate of Iron)

綠礬，乃製造銅鐵時之副產品，亦名硫酸鐵。其成分爲 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 。吾國南方水田中多用之。此物爲間接肥料之一，有刺激性。少量施用，與作物極其相宜。且有殺菌殺蟲除草（蘚苔類）之效。綠礬呈酸性，若多量施用，殊屬不宜。作物中如豆科植物，恭菜，甘藍，馬鈴薯，小麥，燕麥，果木如林檎，梨，桑，茶等，施用綠礬，可以使收穫增加，成熟較早。綠礬之施用量，每地一畝六分，約二十斤，再多則有害於作物矣。

第二節 錳鹽 (Manganese Salts)

錳鹽用作肥料用者有二種，一為硫酸錳 $MnSO_4 \cdot 4H_2O$ ，一為氫化錳 $MnCl_2 \cdot 4H_2O$ ，以之與他種肥料混用於各種作物，肥效甚著。據日本農學博士內山定一氏之試驗，謂錳鹽之性質如次。

- (一) 錳鹽與鐵鹽二種共同施用，作物收穫增多，如單用亦有效。
- (二) 錳鹽與他種肥料配合施用，應呈中和性，其效方著。如為酸性，錳成爲氫化錳則沈澱，其效遂減。

(三) 錳鹽作基肥者一次施用。作補肥者，宜分次施用。施用時以水溶之。

(四) 錳鹽之施用，因氣候土質作物等等而有不同。概言之，少則有效，多則有害。普通施於大麥，以每地一畝六分，用硫酸錳二——五公斤爲最當。此量宜分三次施用，茲將試驗之結果示如左，（每地一畝六分所用公斤量。）

增收率%	氮	化	錳
一四	—	二、五	—
一八	—	五	—
一二	—	一〇	—
一〇	—	二〇	—
二	—	—	—

(五) 錳鹽之刺激作用，因作物而異。概言之，生長期長之作物，較之期短者為大。蔬菜較禾穀類為大。多年生之植物幼時比老熟大。

第三節 二硫化炭 (Carbon disulfide)

二硫化炭，乃液體之物，味甚臭，於作物未下種前數星期施用，可以使收穫增多。施用之法，於普通施肥後將地鑿穴，每穴注二硫化炭二十五立公分。穴之距離約等於作物行間之距離，注入後，即以土覆之。俟四星期後，即可種植。據試驗施用二硫化炭之地，(一)植物生育可以促進，(二)可以抑制土壤中有害原生動物之繁殖，(三)為二硫化炭所滅之微生物之遺體，乃良好之氮肥，可為作物所利用。

第四節 其他之刺激肥料

刺激肥料，除上述諸種外，若我國南部諸省水田中所施用之明礬 ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$)，工業

副產品之硫酸鈉，硫酸鎂，佛馬林，石油，石蠟，碘，氫，鏷，均可爲刺激肥料。雖用少量，亦有刺激之作用。現在試驗者多，效果業經公認。惟誤用其量，每致債事，故目前尙未通用也。

第六章 概論

第一節 植物營養大要

植物營養之要素，莫過於養分，植物養分，詳細分析之，即炭、氫、氮、氧、鉀、鈣、鎂、鐵、硫、氟、磷、矽、十二原質。所有植物各部之組織，無不以此十二原質所組成。茲將各原質對於植物生理作用，擇要言之。

第一項 磷之生理作用

(一) 磷為植物體組織中必要之原質。所含之磷，大部為有機化合物態。如細胞核蛋白質 (Nucleoprotein) 細胞核質 (Nuclein) 二者為含磷蛋白質及細胞核組成之原料。卵黃素則為磷質脂肪態之物質，儲藏於種實中。當種子發芽之時，分化分解，以供植物之發長。至非丁，乃禾穀豆菽種實中所儲藏之含磷養分，用以供幼芽之滋長者也。

(二) 磷與石灰及鐵，乃葉綠素組織中間接必要之原質。

(三) 磷於植物之生育，有促進早熟，充實種實，堅強體軀，抵抗病害諸效。

第二項 鐵之生理作用

(一) 鐵於植物體中，爲有機化合態。成含鐵蛋白質 (Ferroglobulin) 玉葱、豌豆、米糠等中，均含有之。

(二) 鐵爲綠葉素組織中必要之原質，栽培植物之土中如無鐵質或含鐵不足，植物即易生白化病 (Albinism)。

(三) 鐵可促進植物早熟，使收穫豐多。

第三項 鉀及鈉之生理作用

(一) 植物體中之鉀或成可溶性之無機鹽態，或爲有機化合態。

(二) 植物中蛋白質之組織，與鉀極有關係，如鉀質富，則種實中蛋白質亦富。

(三) 鉀與植物之同化作用亦有關係，土壤中如有鉀質則炭水化合物之產量亦多。

(四) 鉀於植物體中每與所生之有機酸中和，常存於植物體，以供給細胞生存所需適當濃度之鹽溶液。鈉則可為鉀之代用品。

第四項 鈣之生理作用

- (一) 鈣為組織葉綠素必要之原質，植物養分中，如缺乏鈣質，植物即生白化病。
- (二) 鈣於植物體中，可以資助其養分之運輸。
- (三) 植物因呼吸作用，體每生有機酸，鈣質則資以中和之。
- (四) 植物中有鈣質，則細胞間之凝膠狀態可以保存。
- (五) 鈣可以增加果實之風味。

第五項 鎂之生理作用

- (一) 鎂於植物體中，一部分成有機化合物態，為葉綠素組織中必要之成分。
- (二) 鎂常成磷酸鎂，而為磷之運輸者。
- (三) 植物含有鎂質，種實中之脂肪即富，否則脂肪少。

(四)栽培葡萄之地如土中鎂質多，即可免多種蟲害。

第六項 氫之生理作用

(一)氫爲植物體中小粉運輸之必要原質。蕎麥當開花之際，如養分中缺乏氫質，葉莖二部，即次第枯萎。

(二)氫與纖維植物有利，但與甜菜、甘蔗、甘藷、馬鈴薯、葡萄、煙草等則不利。

(三)氫爲強固植物體之原質，而尤以纖維植物爲然。

(四)氫質多，則植物所生葉之葉肉厚，此於海岸所產之作物爲特甚。蓋由於植物體中氫質多，可以防治蒸發之過盛也。

第七項 砂之生理作用

(一)砂爲植物養分中必要原質之一。薩克斯氏用水培法 (water culture) 種植植物，每生伏倒之患，此蓋緣缺乏砂酸之故。

(二)砂質多，植物生長堅強，可以抵抗蟲害。

(三) 矽爲禾本科植物之必要原質。

(四) 近有倡矽於植物細胞膜中，成有機化合態者，其詳尙待諸研究云。

第八項 刺激作用

植物養分，直接爲植物之養分，間接可爲植物之刺激劑。刺激之養分，如硫酸錳，氫化錳，二硫化炭等，皆是。如用之得其量，則植物可以早熟，收穫豐多。若過其量，則植物卽中其毒，生長反受其害。據約翰孫云，用以大麻醉植物，可以促進其開花時期。此法卽現在園藝上之人工開花法，乃刺激性之效果也。

第九項 與植物營養有關係之諸定律

(一) 最少養分律 (The law of the Minimum Nutrient) 爲利比喜氏研究植物營養時所引用。植物所需養分，有十餘種之多。各種土壤，其中含量各有不同。各種植物，所需亦有多寡之別。究其真能爲作物所利用者，須視其各需要物質中最少量之一物質爲轉移。譬之三腳之桌，有一腳稍短，如欲求平，非截去其他二腳，而使之與短腳適當相吻合不可也。今設一種土壤，其中

所含。

鈣質 可供米四石之生產

鉀質 可供米三石之生產

磷質 可供米二石之生產

氫質 可供米一石之生產

按右列之養分，僅可產米一石。若施用多量氫質之肥料，亦不過產生二石而已。蓋因土中僅含有供產生兩石之磷質。若再加施多量之磷肥，則可產米三石矣。此植物生產之情形，為最少養分律所支配也。

(11) 華爾富定律 (Wolfe's Law) 華爾富氏研究燕麥之發育，得知燕麥之乾物量，每一〇〇公分中，必要之無機養分之最小量為

N	1.0分	P ₂ O ₅	0.5分	K ₂ O	0.8分
CaO	0.25分	MgO	0.11分	ZnO	0.11分

右列無機養化之總數爲二、九五分，而實際分析燕麥之乾物量，每在百分之三以上。是可知此爲最少之量。若諸養分中之一爲最少量，而其他爲最少量以上之量，作物方可發育完全。此之謂華爾富定律。

華爾富定律，驟視之似與最少養分律相違背，實則此定律在養分少於最小限度時，亦卽不能生活也。

(三)報酬漸減律 (The Law of Diminishing Return) 此乃普通經濟學之定律，而援用於植物營養者。通常欲植物產量增加，則施以多量之肥料，是產量之增加，視肥料施用之多寡而轉移，然肥料雖儘量多施，而於一定地積內之產量，決不能增至無限，勢必有所適而止。設所施之肥料，爲產量之適度而止者，而所施肥料之價值，與其產量之價值，是否有同等之進率，有相當之利益。有如同等之進率則爲之利。不然則肥料施用之價值過多，而生產所增之價值，則不及施用肥料之高，此之謂報酬漸減律也。茲舉日本今駒場農科大學肥料試驗之結果於次，以質佐證焉。試驗地，先施以充分之氫鉀二質肥料，其所缺者，爲磷肥。

觀於右表，可知用一〇公斤之磷，米之生產量最高。若再多施，則收益漸減。苟磷之市價甚賤，多用之後，而多產之量，猶有利可穫者，不妨爲之。不然則得不償其所失矣。

第二節 肥料之五要素 N, P, K, Ca, OM

氮磷鉀乃植物之三要素，爲農家必不可少之培養田地之物質。然此三要素雖經充分施用，而

施磷量 (每地一畝六分)	米產量	燒鹼 (每一〇公斤所增之產量)
三〇	四、〇六	一、一七
二五	三、五八	一、二一
二〇	三、九七	一、七一
一五	三、六六	二、〇七
一〇	三、一三	二、五七
五	一、七七	二、四二
	〇、五六	

地土爲酸性，則植物仍不能生長茂盛。必設法使土性中和，方屬有效。此石灰之施用尙矣。石灰不僅可以改良土性，且可爲植物之養分，並能使土中不可給態之氮磷鉀成可給態。故田地除施用氮磷鉀外，尙須施用石灰。土地中三要素足矣，酸性改矣，然其中有機質不充分，植物生長仍不能旺盛。是因土質有失之過於黏重者，有失之過於輕鬆者。此均非栽培植物之良土，非施用有機物不足以改良之，此有機物之所以必當施用也。今合氮、磷、鉀石灰及有機物五者而言。故曰肥料之五要素也。

第一項 氮

世間作物，除豆科外，無一不須施以多量之氮，而能收穫豐多者。蓋氮爲植物組織細胞原形質之原料。若供給不足，作物發育即不能佳良。但施之過量，亦屬不利。因作物易生倒伏之患也。氮質肥料之形態有兩種，一爲無機態之氮，如硝酸鹽，及銨鹽。一爲有機態，如銨基化合物及脒化銨基是。茲分言之於次。

(一) 硝酸鹽 如印度硝、智利硝、那威硝等，均易溶於水，植物可以直接吸收之，故肥效甚速。以之作補肥最佳。惟硝酸鹽不易爲土壤所吸收，每易爲雨水及灌溉水所流失。此其缺點也。

(二) 銨鹽 如硫酸銨、磷酸銨、碳酸銨等之無機銨，亦易溶於水，且易為土壤所吸收。施用之後，無流失之慮，故水田中多用之。惟銨鹽大都須經硝化作用，變為硝酸後，方可為作物所利用，此銨鹽之缺點也。

(三) 有機銨 有機態之銨質形態甚多。若魚肥、油粕、蠶蛹、血粉等之蛋白質形態之銨，或銨基化合物形態之銨，糞尿中之尿素，尿酸馬尿酸等形態之銨，石灰銨中之精化銨基形態之銨，凡此諸銨，均須先經硝化作用，或銨化作用，變為硝酸或阿摩尼亞，方可為作物所吸收，是以肥效較遲。惟據漢勃博士 (Hampe) 試驗，植物可以吸收尿素、尿酸、馬尿酸等而同化之。瓦格涅及華爾富諸氏之研究，植物可以吸收陳乾酪質等而同化之。是可知有機銨之不一定先變硝酸或銨鹽，而即可為植物所利用矣。

第二項 磷

磷為植物細胞核質組織之必要物質，故植物良否，磷質與有重要之關係，植物所需之磷質有有機態及無機態之分。

(一)有機態之磷，爲動植物質肥料中所含複雜之磷質，如細胞核蛋白質，細胞核質，卵黃質等，均須先經分解變成無機態之磷酸，方能利用。

(二)無機態之磷，計有四種。卽磷酸一鈣，磷酸二鈣，磷酸三鈣，磷酸四鈣。磷酸一鈣，如過磷酸鈣，重過磷酸鈣等，均易溶於水，可以直接爲作物所利用，肥效甚速。磷酸二鈣，如沈澱磷酸鈣，易溶於枸橼酸，而不溶於水，可爲作物所利用，惟肥效較前者稍緩。磷酸三鈣，如骨、糞化石、海鳥糞、磷灰礦等，不溶於水，亦不溶於枸橼酸，非用硫酸鹽酸等溶解成磷酸一鈣或二鈣，不能爲作物所利用。故肥效甚遲。磷酸四鈣，亦必經土壤中炭氫二氣改變成磷酸一鈣或二鈣，不能爲作物所利用。

第三項 鉀

植物所利用之鉀質肥料，計有二種。一爲有機態，一爲無機態。無機態之鉀，如碳酸鉀，硫酸鉀，硝酸鉀，磷酸鉀，矽酸鉀，氫化鉀。有機態之鉀，如檸檬鉀，醋酸鉀，枸橼酸鉀，酒石酸鉀，及葉綠素所化合之鉀，與蛋白質所化合之鉀等。凡有機態之鉀，均須經分解變爲無機態之鉀後，方可爲作物所利用。

第四項 石灰

據地質學者研究，地殼中含有石灰甚多，約佔全量六分之一。惟因地殼之最外層，耕用已久，受有機酸及無機酸之作用，土中不可溶解之石灰，經溶解後由地下水流失。加以植物每年吸取甚多，故有施用之必要。考土中石灰之形態有二種。一爲無機態，如熟石灰，碳酸鈣，硫酸鈣，硝酸鈣等。一爲有機態，如植物體中鈣之有機化合物等。

第五項 有機物

有機物中，大率都含有氮、磷、鉀諸質，可以爲植物直接之肥料，並能改變土壤之色澤、組織、成分等等，是以同時又爲間接之肥料。有機物經施用後，則成腐植質。其於土中之功效，可以（一）增加土壤之黑色，而增加吸熱力；（二）增加吸水力及蓄肥力；（三）改良土質黏重輕鬆之過與不及；（四）增加土壤中可給態之養分等。施用有機物於土壤，最爲有益。惟施用過度，亦非所宜，是在用之者，折衷而爲之也。

第三節 肥料之分解

凡施用於作物之肥料，非屬無機，即為有機。無機肥料，大率可以直接為作物所吸收。惟銨鹽類必須先經硝化作用，成硝酸後，方可利用。至有機肥料，則更須受種種之變遷，將複雜組織之物質，變為簡單易溶之物質，始可為作物所利用。

第一項 銨化作用

有機物施用於土壤後，經土中微生物作用，將有機物中炭質，分解成炭氣、二氣，氮質則成銨。有機物中氮質之變銨，是謂銨化作用。至土壤中細菌之數量，有如左之數。

系	狀	原生動物			細菌	高地一公分乾土中之數	低地一公分乾土中之數
		鞭毛蟲類	變毛蟲類	纖毛蟲類			
	菌				四五、〇〇〇、〇〇〇	二二、五〇〇、〇〇〇	
	藻類						
		一〇〇、〇〇〇	二八〇、〇〇〇	一、〇〇〇		一〇〇	
		七、七〇〇、〇〇〇	一五〇、〇〇〇			三五〇、〇〇〇	
						七〇〇、〇〇〇	

第二項 硝化作物

施用有機物中氮質所成之銨，或無機鹽之銨於土中，經亞硝酸細菌之作用，則成亞硝酸。然後再由硝酸細菌之作用，將亞硝酸變為硝酸。是謂之硝化作用。

第三項 硝酸還原作用

土壤中或因空氣不通，或因腐植質過多，或腐肥施用過量之時，土質過於性酸，土中所含之硝酸，即為硝酸還原細菌所作用，而變亞硝酸、銨及游離氮而損失。此之謂硝酸還原作用。

第四項 有機物之分解

土壤中有機物，經微生物之作用，而發酵 (Fermentation) 而腐朽 (Putrefaction) 而分解 (Decay) 將複雜組織之物質，變為簡單之物質，而為作物所利用，此有機物之分解也。發酵腐朽分解三作用，區別不易。普通無氮有機物之分解，曰發酵。含氮有機物，於空氣閉塞或空氣不甚流通之處而分解，曰腐朽。含氮有機物在空氣流通之處而分解，曰分解。

第四節 肥料之反應

施用肥料，應注意於肥料之反應若何。不然，若妄和妄用，非惟不能收施肥之益，反將得施肥之害，此為施用肥料者所不可不慎也。肥料反應有三種。一為化學反應，乃肥料溶解於水後所呈之反應。如硫酸銨之水溶液，為中和性反應，過磷酸石灰之水溶液為酸性反應，草木灰之水溶液為鹼性反應是也。中和性反應之肥料，曰中性肥料，酸性者，曰酸性肥料，鹼性者，曰鹼性肥料。一為生理反應，乃肥料經作物吸收後，或肥料經微生物之分解後，所呈之反應。如硝酸銨為化學中性肥料，其中硝酸及銨，同為作物所吸收，仍為中性反應。硫酸銨亦為化學中性肥料，經施用後，作物吸收其銨，而遺留硫酸於土中，故呈酸性反應。再若硝酸鈉（智利硝）亦為化學中性肥料，但經施用後，其中硝酸為作物吸收，所遺留於土中之鈉，則呈鹼性反應。凡此諸反應，是謂之生理反應。此無機肥料反應之大概情形也。至有機肥料之反應，則又有不同。若新鮮人糞尿則呈酸性，腐熟後則變為鹼性。施用豆餅於土中，初數日則呈酸性，嗣後則變為鹼性，此有機肥料反應之大概情形也。茲將諸種肥料之生

理反應類別之於次。

(一) 中性肥料，硝酸銨，硝酸鉀。

(二) 酸性肥料，硫酸銨，氯化銨，硫酸鉀，氯化鉀，過磷酸鈣，重過磷酸鈣，綠肥，米糠。

(三) 鹼性肥料，智利硝，鹼性硝酸鈣，石灰氮，磷酸鈉，湯姆氏磷肥。碳酸鉀，碳酸鈣，血液，堆肥，腐熟糞尿，骨粉，草木灰。

第五節 肥料之利用率及肥效率

肥料施用於作物後，作物究能利用若干，所得肥料之效力如何，此為施用肥料者迫切欲知之事。此事須經試驗後方能測定，茲分言之於次。

第一項 利用率 (Availability)

肥料利用率者，乃作物於所施之肥量中利用之數量與未施用肥料作物中之肥量之比率也。其計算之方式，為

$$\text{利用率} = \frac{\text{施用氮質肥料區收穫物中之氮量} - (\text{無氮肥料區收穫物中之氮量})}{\text{施用之氮肥量}} \times 100$$

此式僅就氮質而論。若計算磷或鉀，可用同一之方式行之。由此方式所得之數字，即為施用某種氮肥之利用率，茲示一例如左。

瓦格涅氏以含有二公分之各種氮肥施用於盆栽之白芥菜，所得結果如次。

類 別	項 別	收 穫 物 中 之 氮 量	利 用 率 %
無	氮	〇、〇二九	
智	利	一、二八九	六三
綠	肥	〇、九八〇	四八
牛	尿	一、一八七	五八

茲計算智利硝之利用率。按照前式為

$$\text{利用率} = \frac{1.289 - 0.029}{2} \times 100 = 63$$

各種氮磷鉀質肥料，對於各種作物之肥效率，各有不同，茲根據各地試驗之結果示如次。
 (一) 氮肥之利用率 (據瓦格涅氏)

	黑	麥小	麥大
智利硝	六二	五三	九九、五
磷酸鈣	五三	三三、五	八七、五
燕製骨粉	二六	三五	六六、五
肉粉	二七	二六	六〇、六
魚肥	三一、五	三六、五	六七
鱈質海鳥糞	五二	五一、五	六六
血粉	四一、五	三五、〇	七〇
角粉	三九	三三、五	六一
皮粉	八	六、五	二八
羊毛屑	一七	一、三	三五、五

油	粕	三八、五	三三、〇	八四、五
綠	肥	三八、五	二八、五	七三、五
廐	肥	七、〇	九、〇	三五、五

(二) 磷肥之利用率 (據日本駒場農科大學)

		大	麥	稻
重過磷酸鈣		二一、五		二四、一
蒸製骨粉		一六、六		一四、二
沈澱磷酸鈣		一三、八		二五、一
粗骨粉		一二、四		一四、六
粗骨片		一二、六		—
湯姆氏磷肥		一三、一		一三、七
骨灰		五、〇		六、六

(三) 鉀肥之利用率 (據馬克爾 (Marker) 氏)

炭 酸 鉀	鉀 石 鹽	光 鹵 石	鉀 瀉 利 鹽	白 芥 子 菜
五七、九	五七、九	四七、三	四五、六	

第二項 肥效率

肥料之肥效率者乃作物吸取所施肥料後，增加生產之效率也。其計算之方式如次。

$$\text{肥效率} = \frac{\text{施用氮質肥料區之收穫量} - \text{無肥料區之收穫量}}{\text{標準氮質肥料區之收穫量} - \text{無肥料區之收穫量}}$$

右式亦僅就氮而言，若計算磷或鉀，可用同一之方式行之，即得肥效率。各種肥料之肥效率，各有不同，茲分示之於左。

(一) 氮肥之肥效率（據日本駒場農科大學）

(二) 磷肥之肥效率 (據日本駒場農科大學)

肥料	肥效率	比較利用率	二者平均
綠肥	四六	三七	四二
米糠	五四	四二	四八
堆肥(廐肥及十人之糞尿)	九五	八一	八八
人糞尿	一〇一	一〇八	一〇五
醬油粕(菜子粕)	一〇二、五	一〇九、八	一〇六
粗骨粉(燒粗骨)	一一七、五	一二八	一一八
榨魚血粉	一三七	一三〇、一	一三四
蒸製骨粉(乾魚)	一〇〇	一〇〇	一〇〇

沈澱磷酸鈣	水溶磷酸	水稻
九九	一〇〇	

(三) 钾肥之肥效率 (據川島祿郎)

磷	木	米	湯	燕
燐	灰	糠	姆	製
粉	骨	油	氏	骨
	灰	粕	燐	粉
			肥	
八	三一	三五	五二	五九

第三項 肥料之副成分

大豆綠肥乙	大豆綠肥甲	生	堆	硫	
		藎	肥	酸	
				銨	
一八四	一二七	一四五	一四一	一〇〇	水
					稻
					試驗用之有效有機物量
三、五三	〇、九七	二、三四	一、六〇	—	

吾人施用於土壤之肥料，其中所含作物需要之養分，曰主成分。主成分為作物吸取後，其不需之成分曰副成分留存於土中。例如硫酸銨之硫酸，智利硝之鈉，過磷酸鈣之石膏，及硫酸等皆是也。據瓦格涅之研究，肥料之副成分，非完全無用，其中一部分乃為作物所吸收而利用之，餘則存於土中。對於作物不生任何影響。或則藉以分解他種肥分，或則發生有害作用。茲以各肥料之主成分為一〇〇，其副成分則如左列之數。

肥料類別	主成分	副成分
硫酸銨	銨	硫酸 SO_4 二八六
氯化銨	銨	氯 Cl 一五三
硝銨	銨	石灰 CaO 二〇〇
智利硝	鈉	氯化鈉 Na_2O 二一一
石灰	鈣	石灰 CaO 一〇〇
過磷酸鈣	磷	石灰 CaO 一一九 硫酸 SO_4 一一三
磷酸鈉	磷	氯化鈉 Na_2O 四四

硫酸	鉀	鉀	一〇〇	硫酸 SO_3	八五
炭酸	鉀	鉀	一〇〇	炭酸 CO_2	四七
氯化	鉀	鉀	一〇〇	氯化	七五

第六節 肥料之配合

配合肥料，非易事也，蓋因肥料有化學及生理之中性、酸性、鹼性之別，而所施用之土壤，又有中性、酸性、鹼性之分。肥料經配合後所起之化學作用若何，所結成之新物質，對於作物及土壤為有益抑有害，以施用於何類作物為宜，何種土壤為利，凡此問題，均應於配合之先，加以相當之考慮，而後方可着手。

第一項 肥料之反應與配合

肥料有中性、酸性、鹼性之別。配合之時應以酸性與鹼性配合，或鹼性與酸性配合，而間配以中性者，使其所成之結果為中性，此對於中性之土壤而言也。如土係酸性，則配合所成之肥料應為鹼

十三	磷	粕	過磷酸鈣	硫酸鉀	石灰
----	---	---	------	-----	----

第二項 肥料要素之變化與配合

肥料經配合後，即起化學作用，其間要素之變化至鉅，如配合得當者，肥料中新變成之要素，可直接為作物所吸收。不然，或則肥分損失，或反致有害，茲分別例舉之。

(一) 混合後無惡影響者，如智利硝與硫酸銶。



(二) 混合後肥料損失者，如石灰與硫酸銶。



(三) 混合後，肥料反成不溶性者，如過磷酸鈣與石灰。

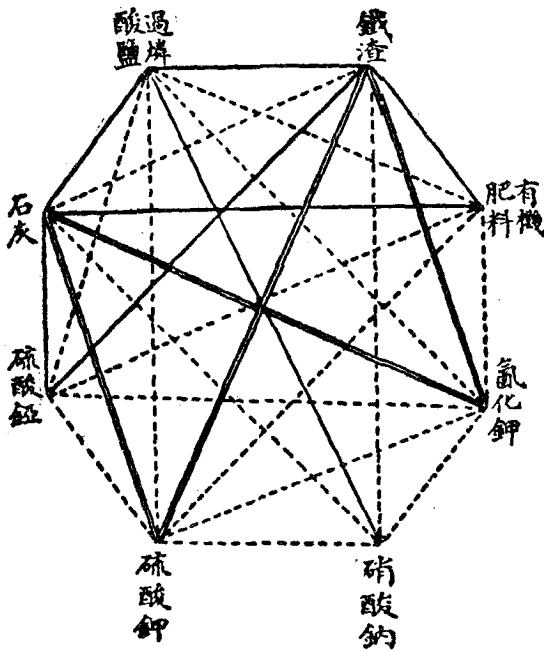


第三項 各種肥料之配合

各種肥料，非盡可隨意混合而施用也。其能混合者，經配合混和之後，效用大增。不然，則效用大

滅，或且有害於作物及土壤。是以配合肥料之時，不可不知各種肥料之性質，擇其相宜者而配之。其不宜者，切忌妄配以免勞而無益。今將美國農部發表之肥料能否配合簡圖列左，以供農家之用。

肥料能否配合圖



田粉爲肥料者作指南也。

- (一) 細線連合之肥料，不論先後或同時配合均可。
- (二) 雙線連合之肥料，僅宜於施用時，臨時配合之。
- (三) 粗線連合之肥料，切不可配合施用，如於必要時，當先後數日而施用。

第四項 各種作物所需肥料之公式

各種作物，所需肥料，各有不同。豆類作物，富於氮質，宜多施含磷鉀二質之肥，禾穀類及其他類作物，則宜三種原質兼施，惟各有多寡之別。茲按凡斯萊 (Van Slyke)氏所定之各種作物所需肥料公式，列如次。

- | | |
|---------|-----|
| (一) 豆類 | 一八十 |
| (二) 禾穀類 | 三八五 |
| (三) 蔬菜類 | 四八十 |
| (四) 牧草類 | 四六九 |

(五)果木類

二十五

(六)根菜類

三三七

右列之數，如豆類作物一八十者，蓋即一份氫肥，八分磷肥，十分鉀肥之意。施用肥料之時，若準肥料中所含氫磷鉀三原質之量，而配合成一與八與十之比例，則此種肥料施諸豆類作物之田地中絕無過多與不足之弊也。

第七節 施肥之方法

施用肥料，欲收費少穫多之效，必須詳察氣候之寒暖，天氣之燥濕，土質之砂黏，作物及肥料之性質，審慎考別，與以適當之配合，然後擇適當時期施用之，方克有濟。

第一項 氣候

氣候有寒暖之別，燥濕之分。吾國南方氣候溫和而濕潤，故農家所施肥料，易於腐爛分解，施用肥料，以遲效者為宜。北方寒冷而乾燥，肥料不易分解，故宜用速效者為利。

第二項 土壤

土質有砂、黏、壤之別。土性有鹼、酸、中和之分。施肥方法，應慎重而出之，茲列簡表於次，藉示一斑。

腐植土	速效肥料	吸收力強	鹼性肥料
壤土	速效肥料	吸收力強	鹼性肥料 土之酸性者用鹼肥 鹼性者用
黏土	速效肥料	吸收力強	鹼肥 土之酸性者用鹼肥 鹼性者用
砂土	遲效肥料	吸收力弱	土之酸性者用鹼肥 鹼性者用
	宜施肥料	吸收力	肥性

第三項 作物之特性

作物因種類之不同，故吸收肥料之量亦因而各異。大概作物成分中最多者，即為作物最需要之養分，應多施用，以供其求。禾穀類則宜多用磷肥。豆類則宜多用鉀及石灰。根菜類宜多用鉀及磷。果樹類須多用磷酸及石灰。纖維植物，則更須施用食鹽（如用人糞尿則其中已含有鹽分，無須另施。）

第四項 肥料之特性

肥料有酸性鹼性及中和性之別，又有遲效與速效之分。施用肥料，概言之，酸土宜用鹼性之肥，鹼土宜用酸性之肥。土之過於黏重或輕砂者，多施有機質之肥。肥料之效遲者，可作基肥用，效速者，作補肥用。無毒質者，任何時施用均可。有毒質者，則視其毒質之如何，而於一月前或數日前用之。

第八節 肥料貴賤計算法

肥料市價，往往以來源多寡，而定價值之貴賤。但於實際應用上，則應視其所含養分多寡肥效遲速。而定價值之高下。吾人欲以廉價而購得最佳之肥料，故應先知各種肥料所含三要素成分之荷數量。然後按照各地市價，對於三要素之價格而推計之。三要素之價格比例在美國爲五·三·一，而日本則爲五·一·一。此五·一·一，蓋即氮、磷、鉀三要素價格之比例。氮之價格五倍於磷、鉀，而磷或鉀之價格，僅爲氮價五分之一之意。今欲計算其價之貴賤，即以此比例之價格，乘肥料中三要數之成分。然後以其乘積之和，除市價所得之商，即爲該肥料單位之價。其商數愈小者，即愈廉之價值也。

茲示一例於後。

今設豆餅每百斤四元棉子餅每百斤亦四元，問以何者為廉。

類 別	成 分	成 分		
		%	磷	酸
大豆餅	六、五五	一、三二	%	氯化
棉子餅	六、二一	三、〇六	%	化 鉀 %

大豆餅

$$\begin{array}{l}
 6.55 \times 5 = 32.75 \\
 1.32 \times 1 = 1.32 \\
 \hline
 2.46 \times 1 = 2.46 \\
 \hline
 36.53
 \end{array}$$

$$4.00 \div 36 = 0.1094$$

$$6.21 \times 5 = 31.05$$

$$\begin{array}{r} \text{棉子餅} \left\{ \begin{array}{l} 3.06 \times 1 = 3.06 \\ 1.58 \times 1 = 1.58 \\ \hline 25.69 \end{array} \right. \end{array}$$

$$4.00 \div 35.69 = 0.1092$$

按照以上計算，棉子餅之價格較廉於大豆餅，故宜用棉子餅為宜。

第九節 肥料之試驗法

同一肥料，施用於不同之氣候，土壤，作物中。肥效每不相當。即施用於同一氣候，土壤，作物，而因施量之不同，或施法之不同，肥效亦往往不等。故欲知每種肥料，對於某種氣候，土壤，作物之肥效如何，均非實地作精密之試驗不可。

第一項 試驗之種類

(一)肥料要素試驗 此試驗可分五區行之。其目的在檢定土壤之要素之天然供給量，以

作施肥之參考。

(一) 無肥區 不施肥料。

(二) 磷鉀區 不施氮肥，施用多量之磷鉀。

(三) 氮鉀區 不施磷肥，施用多量之氮鉀。

(四) 氮磷區 不施鉀肥，施用多量之氮磷。

(五) 全肥區 施用充分之氮磷鉀。

(二) 要素用量試驗 此試驗之目的，在於某土壤種植一種作物，而研究其應施某要素用量之法。其法於同樣土壤中，種植同種之作物，並施用同量充分之磷鉀二質，而試氮之用量。

(一) 無氮區 (二) 二斤區

(三) 四斤區 (四) 六斤區

(五) 八斤區 (六) 十斤區

(七) 十二斤區 (八) 十四斤區

(三)肥料種類試驗 此試驗之目的，在用同要素之各種肥料，而求其何者肥效為最大。
 (四)肥料同價試驗 此試驗之目的，在用相當價值，相同要素之肥料，則試其何者為最經濟。

(五)施肥時期試驗 此試驗之目的，在以同種同量之肥料，而試其何時施用，最為有效而經濟。

(六)肥料調製試驗 此試驗之目的，在試何種調製法最為有效。

(七)施用法試驗 此試驗在求如何施法，方為有效。

第二項 試驗區之分配

丙區一號	施用硫酸銨及硫酸鉀	甲區二號	同甲區一號	乙區三號	同乙區一號	丙區四號	同丙區一號
乙區一號	施用智利硝及硫酸鉀	丙區二號	同丙區一號	甲區三號	同甲區一號	乙區四號	同乙區一號
甲區一號	施用燐酸鉀	乙區二號	同乙區一號	丙區三號	同丙區一號	甲區四號	同甲區一號

肥料試驗，目的務須簡單，手續務須準確，否則結果難得圓滿。又因一方田中土壤之性質常不

一致，故每一試驗區之面積宜小，藉可作多期之精確試驗。且每一試驗區至少應分為四號或六號，同時試驗之。試驗之形式，正方形或長方形均可。惟各試驗區之面積與形式，務必力求相等。試驗區之分配，須同法試驗區之各區，與異法試驗區之各區交互配置，如下圖。

不照此圖配置

甲區一號	甲區二號	甲區三號	甲區四號
乙區一號	乙區二號	乙區三號	乙區四號
丙區一號	丙區二號	丙區三號	丙區四號

應照此圖配置

甲區一號	乙區二號	丙區三號	甲區四號
乙區一號	丙區二號	甲區三號	乙區四號
丙區一號	甲區二號	乙區三號	丙區四號

關於肥料用量試驗之試驗區配置法，再舉一例如左。

應照此圖

施用氮肥中量	不施肥	施用氮肥多量	施用氮肥少量
--------	-----	--------	--------

不應照此圖

施用氮肥多量	施用氮肥中量	施用氮肥少量	不施肥
--------	--------	--------	-----

第三項 肥料試驗之方法

肥料試驗有多種，前二項所言，即以地畝劃成小區而試之。其在學術上試驗，有水培法，及砂培法二種。實用之試驗有圓桶法，及木框法。茲分別略言之。

(一) 水培法 此法不用泥土，單用水及肥料而試驗之。將植物置於水中。

(二) 砂培法 此法用小花盆，置砂其中，而試驗之。

(三) 圓桶法 桶以鉛皮製，或陶製均可，高一尺二寸，直徑八寸五分。筒旁有孔，可以排水。另有一管，下通桶內，用以灌溉。另有鋸齒形長彎鉛皮一，放置桶底以利水流。桶底先放砂礫二三寸厚，上置砂土六寸厚。其上再置試驗之土。此桶爲瓦格涅氏所製，故又名瓦氏桶。

(四) 木框法用高約二尺之木，製成無底之木框埋入土中。約留二寸於地面，以爲識別。框內之土，應與框外齊平。

附錄

我國各地商品檢驗局現行人造肥料檢驗規程

第一條 本規程依商品檢驗條例（以下簡稱本條例）第二條及第二十一條之規定制定之

第二條 凡進口或國產之人造肥料（以下簡稱肥料）均應依本規程之規定向所在地商品檢驗局填寫檢驗請求單連同檢驗費呈請檢驗俟發給合格證書方得輸入或銷售但進口之肥料於必要時得於採樣後先給進口憑單檢驗後換給證書

第三條 檢驗局應依接到請求單之先後即日派員採樣其採樣辦法如左

- 一 每百包採樣四包百包以上千包以下採樣十包千包以上萬包以下採樣二十包萬包以上採樣二十五包每包採樣一斤（五百公分）

二 前款貨樣混合爲一提取二斤（一千公分）分裝四瓶由採樣員封固蓋印除一瓶供檢

驗外一瓶交報驗人收執二瓶存局備查餘當場發還

第四條 檢驗程序限兩日內施行完畢星期日或其他放假日得延長之但遇必要時不在此限

第五條 檢驗請求單上須由報驗人填寫最低保證成分凡貨品名稱商標相同之肥料其所報之保證成分不得差異

第六條 前條保證成分應分別氮磷鉀等原質填明百分率并印明於包裝上或另用保證票

第七條 檢驗合格之肥料應由檢驗局發給附有化驗單之合格證書正副本各一份及檢驗執照一份并按包裝發給檢驗證粘貼包裝上

前項執照凡貨品名稱商標相同者僅給一份

第八條 檢驗結果不足報驗人所報之保證成分超過左表所列限度者檢驗局得令其改良製造其另含有害成分者得禁其輸入或銷售

人造肥料成分百分率差額表

	此保證成分不足之最大限度				
	氮	磷	磷 酸	鉀	氧化鉀
(一)無機氮素肥料	0.50				
(二)無機磷素肥料		0.22	(0.50)		
(三)無機鉀素肥料				1.0	(1.20)
(四)混合肥料					
(甲)保證之氮不過百分之六者	0.40				
(乙)保證之氮過百分之六者	0.70				
(甲)保證之磷不過百分之三五者(磷酸百分之八)		0.22	(0.50)		
(乙)保證之磷過百分之三五者		0.26	(0.60)		
(甲)保證之鉀不過百分之五者(氯化鉀百分之六)				0.42	(0.50)
(乙)保證鉀過百分之五者				0.58	(0.70)

第九條 檢驗費額硫酸銨肥料每擔（市制一百斤）國幣一角其他肥料每擔國幣六分其擔數

以報稅時為準

前項檢驗費無論合格與否概不發還

第十條 檢驗合格之肥料改裝或重行配合時應附繳化驗費八元連同原領證書呈請檢驗

第十一條 農民購用肥料時得請求復驗化驗費額依前條之規定其貨樣由請求人與原售買人

會同採取之

第十二條 肥料商應隨時將經售處呈報檢驗局并於每年終報告各地肥料營業狀況

第十三條 肥料經檢驗後檢驗局得隨時派員赴貨棧及各地分銷處抽驗於必要時并得委託地

方政府或其他機關查驗

第十四條 各種肥料應用法應編說明書送檢驗局審定其他宣傳品廣告等亦同

第十五條 本規程自公布之日施行

中華民國二十二年十月初版
中華民國二十四年五月四版

（**縣定價加五成**）

高級農業職業
學校教科書 **肥料學** 一册

每册定價大洋壹元

外埠酌加運費匯費

版權所有
印刷必究

編纂者 李積新

發行人 王雲五

印刷所 上海河南路商務印書館

發售所 上海及各埠商務印書館

（本書校對者馮寶武）

475
2000

43

404020

