

時 事 月 報 社 叢 書

臺 灣 概 覽

陳 柯 民 台 耿 山 主 編
編 著

正 中 書 局 印 行

普 00078

中國合作學社
仙舟先生紀念合作圖書館
(簡稱)
仙舟合作圖書館



書位號數 432.3
840
登記號碼 登 73



肥料學編輯大意

一、本書可供高中農業學校蠶桑學校森林學校教科及低級農校參考之用

二、本書根據化學原理敘述各種肥料之製造性質組成施用法等俾便將來實地應用

三、本書提綱挈領務求簡明俾學者容易理解

四、本書所用術語物名及外國人名等於釋名或譯音之下均附註原名以便查考

五、本書所用溫度除特別註明者外概爲攝氏度數

六、本書所表度量衡多照萬國公用式

公尺 Metre(呎) 等於 三·一二五尺

公分	Centimètre(厘)	等於	三・一二五分
公釐	Millimètre(耗)	等於	三・一二五釐
公升	Litre(立)	等於	〇・九六五七升
公撮	Cubic centimètre(壺)	等於	〇・九六五七撮
公分	Gramme(克)	等於	〇・〇二六八兩
公斤	Kilogramme(尅)	等於	二六・八〇八九兩

肥料學目錄

第一編 緒論

第一章 肥料之意義……………一

第二章 肥料要素之意義……………二

第三章 肥料之分類……………三

第二編 各論

第一章 農場肥料……………一

第一節 人糞尿……………一

第一目 人糞尿之組成及產量……………一

第二目 貯藏中人糞尿之變化……………九

第三目 人糞尿之施用法……………一〇

第四目 糞乾	11
第二節 廐肥	12
第一目 家畜之糞尿	13
第二目 草薦	15
第三目 廐肥之組成及產量	17
第四目 廐肥堆積期內之變化	19
第五目 廐肥之功效	22
第六目 廐肥之施用方法	23
第三節 堆肥	24
第四節 肥土	24
第五節 綠肥	25
第六節 油粕類及糟粕類	29

第七節	草木灰	三三
第八節	魚肥類	三五
第九節	禽糞及蠶屑	三七
第十節	動物質雜肥	四〇
第十一節	骨肥類	四四
第一節	骨粉	四〇
第二節	獸骨之浸汁	四八
第三節	骨炭	四九
第四節	骨灰	五〇
第十二節	缸砂缸片	五一
第二章	化學肥料	五二
第一節	智利硝石	五三

第二節	硫酸銨	五四
第三節	石灰氫氫石灰及硝酸石灰	五六
第四節	過磷酸石灰	五八
第五節	湯麥斯磷肥	六三
第六節	重過磷酸石灰及沉澱磷酸石灰	六五
第七節	鉀鹽類	六七
第三章	間接肥料	七二
第一節	石灰	七二
第一目	石灰之性狀	七二
第二目	石灰之間接作用	七四
第三目	石灰濫用之害	七七
第四目	石灰之使用法	七八

第二節	食鹽	七九
第三節	明礬綠礬	七九
第四節	硫酸鈉硫酸鎂	八〇
第五節	刺戟肥料	八〇
第三編	概論	
第一章	肥料之主要成分	八一
第一節	氮	八一
第二節	磷酸	八三
第三節	鉀	八六
第四節	石灰	八八
第五節	有機物	八八
第二章	三要素之天然供給量	九〇

第三章 肥料之分解	九三
第一節 土壤中有機物之分解	九四
第二節 硝化作用	九六
第三節 硝酸還元作用	九七
第四章 肥料之反應	九七
第五章 肥料之效果	一〇三
第一節 肥料之吸收率及肥效率	一〇三
第二節 肥料之副成分	一〇三
第三節 肥料之有害作用	一〇六
第六章 肥料之配合	一〇七
第一節 肥料之配合與要素之變化	一〇八
第二節 肥料之配合與反應	一一二

第七章	肥料之用量	一一五
第八章	施肥之方法	一一七
第一節	作物之特性	一一八
第二節	土質氣候	一一九
第三節	肥料之性質	一二〇
第九章	肥料之評價	一二一
第一節	肥料之真價	一二二
第二節	市價貴賤計算法	一二三
第三節	自給肥料之評價	一二六
第十章	肥料試驗法	一二六
第一節	肥料試驗之方式	一二七
第二節	肥料試驗之種類	一二八

肥料學 目錄

八

第二節 肥料試驗應注意之事項……………一三〇

肥料學

第一編 緒論

第一章 肥料之意義

有生之物皆須由外界攝取養分。以生以長。是固然也。不過野生之植物。僅收受天然供給之養分。已足營其生育繁茂之作用。而農用植物。則有所不同。蓋在天然之山林原野。其植物所吸收之養分。隨其枯死腐朽。仍還之於土中。因之土壤不致瘠薄。能永久供給養分於植物。若夫普通耕地。年年栽培作物。迭次收穫。土中養分。由此減少。終至植物無以生長。故欲使作物繁榮如常。必須設施維持地力。或增進地力之手段。欲增進地力。非補給物料不可。此補給於土壤之物料。即所謂肥料者是也。

肥料字義。在英語爲 *Manure*。德語爲 *Dünger*。此等字義之發源。皆爲家畜

排泄物之意義。吾國通俗稱施肥。曰壅料。蓋古代除動物排泄物之外。固不知有其他肥料也。爾後農事智識。日漸發達。肥料範圍。亦因之擴大。凡能用以肥沃土壤之材料。均可名爲肥料。

第二章 肥料要素之意義

植物之根部。固定於土地。枝葉露出於空中。由此攝取空氣及土壤中之養分。以遂其生長。其由空氣所攝取者。爲碳酸與氮氣。此二者取之無禁。用之不竭。無補給之必要。其由土壤所攝取者。爲水、氫、鉀、磷、鈣、鎂、硫酸、及氯化鐵等。皆爲植物生育上不可或缺之成分。

作物由土壤攝取之成分中。如水分含量極多。鈣、鎂、硫酸、氯化鐵。土中原有不多。尋常肥料。又常含有。足供作物之需要。不必特別施用。惟氫、磷、鉀三者。土壤中含量較少。而作物之需要。較他者爲多。故非另行補給不可。通常所施用之必要肥料。卽爲此三成。所以有肥料三要素之稱。

惟據現今之研究。石灰與有機物。亦須作爲肥料。施於土壤。所謂肥料五要素。卽加入此二成分之謂也。

第三章 肥料之分類

肥料之種類甚多。分類之方法。亦不一定。茲姑分述於下。

一、就效驗而分之

直接肥料 (Direct Manure) 含有要素之一種或二種。或全有。而可直接供作物養料者也。由其所含養分之不同。又別之爲三。卽氮質肥料 (Nitrogenous Manure) 磷酸質肥料 (Phosphatic Manure) 鉀質肥料 (Potassic Manure) 是也。若三要素適宜配合者。可名爲完全肥料 (Perfect Manure)。

間接肥料 (Indirect Manure) 自身不含三要素。但用之能改良土壤之理化學性質。使適於作物生育。或作用於他種肥料。增加可給態養分。或刺戟作

物之生理。以促進其生長。如石灰、食鹽、錳等是也。

二、由其供給之根源而分之

動物質肥料 (Animal Manure) 富有磷酸與氧而乏鉀。施於土壤變生腐植質者極少。如糞、尿類、魚肥類、骨粉、血粉等屬之。

植物質肥料 (Vegetable Manure) 富有氧與有機物。磷酸較少。鉀常缺之。如綠肥、油粕、藁稈等屬之。

礦物質肥料 (Mineral Manure) 爲無機質肥料。所含成分各有不同。如智利硝石、硫酸銨、過磷酸石灰、草木灰等屬之。

動物質與植物質之肥料。有時併稱之爲有機肥料 (Organic Manure)。故礦物質肥料。亦稱無機肥料 (Inorganic Manure)。

三、由其效驗之遲速而分之

速效肥料 (Quick Acting Manures) 爲含有可給態之養分。或容易

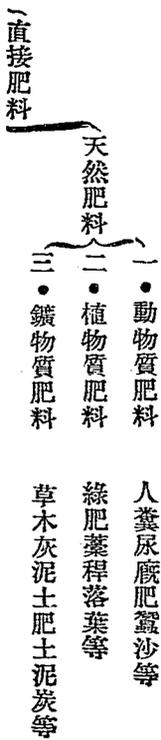
腐敗之肥料。如智利硝石、硫酸銨、人糞、尿、魚肥、血粉等屬之。

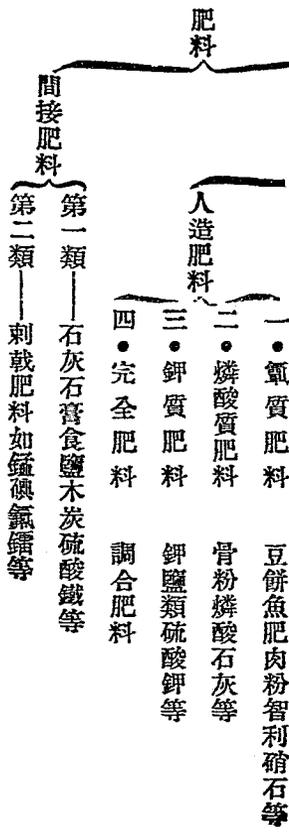
遲效肥料 (Slow Acting Manures) 爲缺乏可給態養分。而又難以腐敗之肥料。如糞、稈、骨粉等屬之。

四、由其出產之來源不同。可大別之爲二。

人造肥料 (Artificial Fertilizer) 爲由化學工廠製造而得之肥料。所含成分甚爲濃厚。但常偏於一種或二種。如智利硝石、硫酸銨、過磷酸石灰等屬之。

天然肥料 (Natural Manure) 除人造者以外之肥料。皆可稱爲天然肥料。如堆肥、綠肥、糞、稈等屬之。





第二編 各論

第一章 農場肥料

第一節 人糞尿

人糞尿(Night Soil)爲農家普通使用之肥料。我國用之最廣。乃人糞與人尿之混合物也。

第一目 人糞尿之組成及產量

人糞爲由食物之未經消化部分而成。且混有黏膜及消化液等。其所含之氮。常成蛋白質(Protein)銹基酸(Amino Acid)等之化合態。其無機成分。亦多成不溶解之狀態。糞具特異之臭氣者。因靛基質(Indol)。糞基質(Skato) 醋酸(Acetic Acid)異性酪酸(Caproic Acid) 癩草酸(Vanillic Acid)等揮發故也。

人尿者。食物之已經消化部分。與血液共循環於體內。經新陳代謝之結果。其廢物與水分。均由腎臟而排泄者也。尿之新鮮者。為黃色透明之液。帶有螢光。具特殊之臭。因含有酸性磷酸鹽。故呈酸性反應。

人糞尿之成分。因人類食物、年齡、健康、及勞動狀態之如何而不同。茲示歐洲調查多數糞尿之平均成分、及一人之平均產額於下。

灰分	全氮量	有機物	乾物質	全量	糞		尿		合計	
					一日(公分)	一年(公斤)	一日(公分)	一年(公斤)	一日(公分)	一年(公斤)
四・五〇	二・一〇	二五・五〇	三三・〇〇	三三・〇〇	四八・五〇	二〇〇・〇〇	四六・〇〇	二二・一〇	四一・二五	六・六五
一・六五	〇・七五	九・九〇	二・一〇	二・一〇	二〇・〇〇	四八・〇〇	二二・一〇	四・四〇	一四・二〇	五・一五
一四・〇〇	一一・一〇	五〇・〇〇	四六・〇〇	四六・〇〇	二二・三五	九四・〇〇	七五・五〇	一四・二〇	一四・二〇	六・一五
五・〇〇	四・四〇	一八・二五	二二・三五	二二・三五	九四・〇〇	二二・三五	九四・〇〇	一四・二〇	一四・二〇	六・一五
一八・五〇	一四・二〇	七五・五〇	九四・〇〇	九四・〇〇	二二・三五	九四・〇〇	七五・五〇	一四・二〇	一四・二〇	六・一五
六・六五	五・一五	六・一五	三四・四五	三四・四五	二二・三五	九四・〇〇	七五・五〇	一四・二〇	一四・二〇	六・一五

磷 酸	一・三五	〇・四九	一・七八	〇・六五	三・一三	一・一四
氯化鉀	〇・六四	〇・三四	二・二九	〇・八五	二・九三	一・〇八

第二目 貯藏中人糞尿之變化

糞尿之新鮮者。忌用之理由如下。

- (一) 新鮮之尿。約含二%之尿素。其他可溶性鹽類。亦達一五%。雖加數倍之水。猶覺濃厚。有礙於作物根部之吸水作用。且尿素直接有害於作物生理。
- (二) 新鮮糞尿中之尿素。不能爲土壤吸收。一旦大雨驟降。有流失之虞。是以糞尿必須先行貯藏腐熟。而後施用。腐熟之法。加二三倍之水。貯以覆以屋。防雨水之侵入。及日光之直射。稍久。則糞中原有之微生物。與由空氣混入之細菌。共同作用。糞尿中之有機物。因之變化分解。蛋白質中之氫。先變成銜基化合物 (Amino Compound)。再變爲銜。其硫黃變成硫化氫。一部揮散於空中。一部氯化爲硫酸。其炭水化合物化生二氯化炭。沼氣。乳酸及酪酸等。其

主要成分之尿素。受加水分解作用。亦變成碳酸銨。因此新鮮尿之酸性。一變而為鹼性。此時糞尿呈暗褐色。或綠色。即為完全腐熟之徵。溫暖時。經四五日。寒冷時約逾十日。可見此種現象。

貯藏中氫之損失。糞尿貯藏中。多生碳酸銨。易於揮發。若曝露於日光風雨之下。或遇天氣炎熱之時。氫分之損失甚鉅。故貯藏宜擇陰冷之地。將容器埋入土中。覆以蓋。上設小屋以防風光。若欲久貯。可加過磷酸石灰少許。俾與碳酸銨化合。變成磷酸銨。或硫酸銨。不致復行揮發。

第三目 人糞尿之施用法

人糞尿富有溶解性養分。而銨成分之氫。約占全氫量之八〇%。實為速效性之氫質肥料。施用之際。宜如下注意。

一、作為基肥時。宜與遲效性有機質肥料併用。作為補肥時。宜加三四倍之水。分數回施用。

二、不宜污及植物之葉。因欲使葉凋萎也。

三、若施於水田。宜先洩去田中之水。施下後。當日不可灌水。俾鏗成分充分

吸收於土中。

四、濃厚者。施用後宜速覆以土。以防鏗之發散。且免惡臭。以避害虫。

五、人糞尿可與廐肥堆肥。或過磷酸石灰混合。但不可混和石灰或草木灰。

六、糞尿缺乏磷酸與鉀。故宜加用過磷酸石灰。草木灰。或硫酸鉀等補充之。

七、對於桑茶蔬菜等之需葉作物及麻類之纖維作物等。頗為有效。

八、用消毒劑消毒後之糞尿。皆有毒於作物。不可施用。

第四目 糞乾

糞乾為吾國北省主要肥料。係取新鮮之糞。曝於空曠之地。待乾後。攪以肥土。藉增重量。其養分濃厚。易於搬運。然製造時。曝露過久。氧分損失頗鉅。是其缺點。今示其肥料成分如下。

成 分 類	北 京		山 東	
	其 一	其 二	糞 乾	糞 乾
磷 酸	一・九〇	二・三三	一・一七	一・一七
氮 化 鉀	〇・七九六	〇・七〇	〇・五八	〇・五八
氮	二・〇〇	二・六〇	二・二五	二・二五

歐洲諸國。用人糞尿作肥料者甚少。多由溝渠流入河海。水流不潔。有害衛生。近來講求利用之法。即導糞尿於大池。用以灌溉牧草。或加石膏泥炭末。吸收糞尿。製成乾糞 (Poudrette)。或加石灰蒸溜。使發出之銹。通入硫酸。以製硫酸銹等是也。

第二節 廐肥

廐肥在英語爲農場肥料 (Farmyard Manure)。亦名廐舍肥料 (Stable

Manure)。係家畜之排泄物與畜舍中草薦殘芻之混合物。含有氮磷鉀二要素。且富於有機物。故不僅供給養分於作物。又能改良土壤之性質。

第一目 家畜之糞尿

畜糞之成分 畜糞為飼料不消化之部分。其主要成分為蛋白質、脂肪、炭水化物、膽質物、葉綠素、膠質物、糖原質及各種分解生成物等。此外鉀、鈉、鈣之硫酸鹽、氯化物等之無機物亦頗多。

畜尿之成分 畜尿係飼料之已經消化者混入血液循環體內經種種之變化。自腎臟排泄者也。除含有可溶性無機鹽類外。又有尿素 (Urea)、尿酸 (Uric Acid)、馬尿酸 (Hippuric Acid)、縮水筋肉精 (Creatinin)、氨基酸 (Amino Acid) 等有有機質混存。

家畜糞尿之組成 家畜之糞尿由家畜之種類、年齡、飼養之目的、飼料之種類、勞動之程度等。其肥料成分之含量亦因之而異。茲就主要家畜表示其糞

尿之平均組成於下。

尿					糞					水	分有	機	物	氧	磷	酸	氮	化	鉀	
兔	豚	羊	馬	牛	兔	豚	羊	馬	牛											
九二・七	九八・〇	八六・五	八九・五	九三・五	七二・四	八〇・五	六五・〇	七六・〇	八三・五											
	一・〇	七・五	六・九	三・二		一二・五	三〇・五	二一・〇	一四・六											
〇・三二	〇・二五	一・九〇	一・五〇	〇・六〇	〇・六三	〇・七〇	〇・六〇	〇・四五	〇・二七											
〇・一一	〇・一〇	痕跡	痕跡	痕跡	〇・三〇	〇・二〇	〇・四五	・三二	〇・一五											
	〇・七五	二・六五	一・六〇	一・三〇		〇・四〇	〇・二五	〇・三五	〇・〇五											

觀上表。畜糞含氮最多。磷酸及鉀較少。尿則富有鉀及氮。而磷酸殆全無之。畜糞之特質。

牛糞 牛爲反芻動物。咀嚼飼料極細。糞質緻密。含水甚多。醱酵遲緩。有冷性肥料之名。宜於砂質之土。或溫暖之地。

馬糞 含纖維甚多。性極鬆軟。空氣流通。易於變化。有熱性肥料之名。壅之粘重之土壤。或寒濕之地方。頗爲適宜。以醱酵時能發熱。故有時用以造溫床。

羊糞 含水甚少。最爲濃厚。乾燥堅密。醱酵之遲速。在牛糞馬糞之間。宜於冷濕之地。

豚糞 近似牛糞。而含水尤多。不易醱酵。宜施於輕鬆溫暖之地。

兔糞 含水甚少。富有氮分。

第二目 草薦

草薦用以造家畜柔軟溫暖之臥床。其種類由農家經濟及地方情形而異。要以能吸收水分、保蓄養分、而增加腐肥價值者為宜。普通所用者為穀類之糞、海草、落葉、泥炭等。就中以藁稈為最適用。因藁稈之吸尿力既強，分解亦緩。糞尿之腐熟不致過速也。茲示藁稈、海草、落葉之成分及吸水能力於下。

材	料	水	分	有	機	物	氮	磷	酸	氯	化	鉀	百公斤之吸 水量(公升)
水	稻	葉	一四・三〇	七八・六〇	〇・六三	〇・一一	〇・八五	—	—	—	—	—	—
陸	稻	葉	一四・三〇	七七・九〇	〇・七九	〇・一〇	〇・八五	—	—	—	—	—	—
小	麥	稈	一四・三〇	八一・一〇	〇・四八	〇・二二	〇・六三	—	—	—	—	—	—
大	麥	稈	一四・三	八一・〇	〇・六四	〇・一九	〇・六三	—	—	—	—	—	二八五
裸	麥	稈	—	—	〇・五四	〇・一四	一・〇七	—	—	—	—	—	—
粟	稈	—	一五・〇〇	七六・五五	〇・九一	〇・二九	〇・九〇	—	—	—	—	—	—
蕎	麥	稈	一六・〇〇	七八・五〇	一・三〇	〇・六一	一・二八	—	—	—	—	—	—

豌豆莖	一六・〇〇	七九・七〇	一・〇四	〇・三五	二・四二	二八一
蠶豆莖	一六・〇〇	七九・五〇	一・六三	〇・二九	〇・九九	
大豆莖	一四・〇〇	八二・八〇	一・三一	〇・三一	一・九四	
海草	一五・〇〇	七二・八〇	一・六四	〇・四二	〇・五一	
山毛榉落葉	一四・〇〇	七九・一〇	一・〇〇	〇・二四	〇・二三	
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	
枹櫟落葉	一三・二八	八二・二六	一・〇七	〇・一八	〇・二〇	

第三目 廐肥之組成及產量

廐肥爲家畜之糞尿與草薦之混合物。其成分由諸種事情而異。茲表示新鮮廐肥之平均組成於下。

成分	廢肥之種類			
	馬	牛	羊	豚
水分	七一・三〇	七七・五〇	六四・六〇	七二・四〇
有機物	二五・四〇	二〇・五〇	三一・八〇	二五・〇〇
氧	〇・五〇	〇・三四	〇・八三	〇・四五
磷酸	〇・二八	〇・一六	〇・二三	〇・一九
氯化鉀	〇・五三	〇・四〇	〇・六七	〇・六〇
石灰	〇・二一	〇・三一	〇・三三	〇・〇八
氯化鎂	〇・一四	〇・一一	〇・八	〇・〇九
硫酸	〇・〇七	〇・〇六	〇・一五	〇・〇八
氯化鐵	〇・一一	〇・〇五	〇・二四	〇・〇七

通常家畜一頭一日間所產廐肥之平均量如下

		馬體重五〇〇公斤	牛體重五〇〇公斤	羊體重四五公斤	豚體重一〇〇—二〇〇公斤
新	鮮	二六・五〇公斤	四二・九公斤	二・四公斤	七・三三公斤
腐	熟	二一・四五	三一・六	一・九	五・八三

第四目 廐肥堆積期中之變化

廐肥先堆積。使之腐熟。即擇日光不多不甚通風之處。設置堆積場。下舖甎石。上蓋小屋。堆廐肥於其中。時時灌水或糞尿。約二週後。醱酵旺盛。溫度上昇。此時宜一度返轉。爾後每三四週返轉一次。使內外溫度及腐熟程度。皆相均一。如是溫暖時期。經過二三月。寒冷時期。經過四五月。即可完全腐熟。

據郝哉爾(Hercheld)之研究。廐肥醱酵之際。其作用分七種。即脂肪酸之醱酵作用。醃銜化合物之醱酵作用。腐敗作用。尿素分解作用。硫化氫生成作用。

用纖維分解作用。炭水化合物分解作用是也。此等變化幾乎同時進行。廐肥之變化殆全爲細菌所誘起。廐肥一公分中實含有數百萬個之細菌。其種類固不一而足。但可大別之爲好氣性菌 (Aerobic Bacteria) 及嫌氣性細菌 (Anaerobic Bacteria) 之二種。前者在空氣流通之處。溫度三〇至五〇度時。盛行繁殖。有機物受此種細菌之分解。發生炭酸水及氫等。而不發臭氣。後者繁殖於空氣缺乏之處。作用較爲徐緩。溫度在二〇至三十度之間。其分解生成物甚爲複雜。往往發生惡臭。其氣體概爲沼氣、硫化氫。發生惡臭之物。普通爲胺類 (Amines) 揮發性酸類 (Volatile Acids) 酪酸 (Butyric Acid) 硫化乙基 (C_2H_5SH) 等。廐肥之堆積鬆軟。空氣之透通良好。則好氣性菌逞其作用。溫度上昇至三〇度以上。有時達五六十度。而馬羊鳥糞等。且可達七八十度。

廐肥之成分中分解最速者。爲尿中之含氮有機物。其次爲糞中之含氮有機

物。在草薦中者更次之。凡含氫有機物分解時。皆生氫。氫受硝化作用。變爲硝酸。硝酸之一部或受還元作用。變成游離之氫。廐肥堆積中最忌此種變化。防止之法。宜鬆軟廐肥。使醱酵。熱增高至六〇度。再行壓迫。則硝化作用不盛。併可阻止硝酸還元菌之繁殖。

廐肥之無氫有機物。亦受各種微生物之作用。而生水、炭酸氣、游離氫等。同時又形成腐植質。使腐熟之廐肥。帶暗褐色。

廐肥堆積中。由有機物之分解及水分之發散。漸次減小容積。經二三月後。變成脆弱之質。約失原量一五至二〇%。堆積更久。當減少至三四成。然其肥料成分之百分率。反見增加。如下表所示。

新鮮廐肥	水	分有機物	氮	磷	酸	氯化	鉀
	七五・〇	二一・二	〇・三九	〇・一八	〇・四五		

稍腐熟之廐肥	七五・〇	一九・二	〇・五〇	〇・二六	〇・六三
腐熟之廐肥	七九・〇	一四・五	〇・五八	〇・三〇	〇・五〇
廐肥之漏出液	九八・二	〇・七	〇・一五	〇・〇一	〇・四九

第五目 廐肥之功效

一、直接功效 廐肥中三要素通常含存。無論何等土壤。何種作物。均甚相宜。惟磷酸較少。宜加用磷酸質肥料。所含之氮。效果最大者。為可溶性之銨及硝酸。而尿素成分次之。

二、間接功效 廐肥富於有機物。分解後。生炭酸及其他氣體。能使土質鬆軟。故宜施於粘重土。又能生成腐植質。增進吸肥力及吸水性。故亦宜於輕鬆土。而廐肥又能使土色變黑。增加土壤吸收溫熱之力。其所生成之炭酸及腐植酸。亦能使土中不溶之養分。漸次溶解。為植物吸收利用。

第六目 廐肥之施用法

堆積之廐肥。待腐熟後。可運至圃場。迅速撒布。上覆耕土。以防養分損失。若不能即時施用。宜覆泥土或蓆類。作小邱狀。以防風雨之侵入。茲摘記施用時。應注意之事項於下。

一、廐肥爲遲效肥料。宜於播種或移植時。作基肥施用。

二、對於生長期較短之作物。或在寒冷地方及寒冷季節。宜用充分腐熟者。若對於生長期較長之作物。或在溫暖地方及溫暖季節。則可施未十分腐熟者。

三、對於粘重之土。宜用十分腐熟之廐肥。若在輕鬆土壤。肥料之分解迅速。雖

用新鮮者亦無妨。但爲改良土壤之理學性質時。則皆用新鮮之廐肥。

四、廐肥之鋤入土內。新鮮者宜淺。腐熟者宜深。粘重土宜淺。輕鬆土宜深。

五、新鮮廐肥。不可與硝酸性肥料混用。爲防還元菌之作用也。

第三節 堆肥

凡腐熟後可作肥料者。如稿稈、落葉、雜草、塵芥、糠殼、稗芒、海藻、泥炭、骨灰、蠶蛹、肉屑、革屑、蹄角、污水、糞尿、草木灰、動物屍。均可作爲堆肥之原料。其堆積腐敗之情形。一如廐肥之所爲。不過其主要原料。非專爲家畜之糞尿與草薦耳。堆肥之調製處理與施用法。悉以廐肥爲準。

第四節 肥土

肥土常含多量有機物質。或混入堆肥。或直接施用。頗有效力。茲舉主要之種類於下。

一、池沼之泥土 含塵芥有機物甚多。有時亦含有害物質。故宜堆於空氣流通之處。待風化之後。方可施用。

二、河泥 河中每有污水流集。逐漸沉澱。又有水草之根葉等。次第蓄積。故河底之土。甚爲肥沃。農人常於冬季挖取河泥。分布地面。實一適當施肥法也。

三、庖廚溝渠之泥土。庖廚中之各種廢棄物質。大概流集於溝渠。漸次腐敗。與土粒混和形成肥土。亦一有益之肥料也。茲示一種廚下土之成分於下。

水	分有	機	物	氧	磷	酸	氮	化	鉀
五九·一二		五·四〇		〇·六〇		〇·四〇		〇·〇九	

第五節 綠肥

綠肥(Green Manure)即以生草及樹木之嫩葉等作為肥料也。綠肥可分為二種。

- 一、刈取野生灌木、雜草、枝葉、或採集河海沼澤之藻類。施於田圃。品質雜駁。成分不一。分解亦難易不等。
- 二、栽培肥料用之植物。在未十分成熟時。耕入土內。或待晒乾後。再行施用。用作綠肥之植物。應具下述之體質。

(1) 體質膨軟。分解容易。且處理便利者。

(2) 含有多量之植物養料者。

(3) 施與土中能改良土壤之性質者。

凡豆科植物。如紫雲英、苜蓿、大豆、豌豆、蠶豆等。因其根部含有根瘤菌。能固定空氣中游离之氮。收穫物。富有氮質。易於分解。用作綠肥。甚為適當。油菜、芥菜。生長迅速。分解容易。蕎麥不擇善地。需肥甚少。分解亦頗速。均可作為綠肥。綠肥之肥料成分。由植物之種類及收穫期之早晚等而不同。然大概富於氮及鉀。而缺乏磷酸。茲表示於下。

紫雲英		水	分有	機物	氮	磷	酸	氯化鉀
鮮草	乾草							
八二・〇〇	一六・七〇							
一七・〇〇	七八・九〇							
〇・四八	二・二五							
〇・〇九	〇・四一							
〇・三七	一・七〇							

青刈大豆	豆		青刈蠶豆	鮮草		苜蓿	鮮草		青刈豌豆	豆		落花生莖葉	乾燥		開花時之蕎麥	鮮草	
	乾草	鮮草		乾草	鮮草		乾草	鮮草		乾草	鮮草		乾草	鮮草		乾草	鮮草
八〇・〇〇	一四・〇〇	一八・三〇	〇・五八	〇・〇八	〇・七三	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
八一・五〇	七八・七〇	〇・五八	〇・〇八	〇・三六	〇・七三	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
一六・七〇	一七・一〇	〇・五五	〇・一五	〇・一五	〇・五二	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	七七・〇〇	〇・五五	〇・二九	〇・六八	〇・三二	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	〇・六二	〇・五五	〇・一二	〇・四五	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	〇・五三	〇・六二	〇・一四	〇・三五	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
八二・〇〇	一六・五三	〇・五三	〇・一五	〇・一五	〇・五五	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
一六・五〇	七六・六六	二・四五	〇・六九	二・五三	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
一六・〇〇	二八・〇八	二・一五	〇・三五	一・二三	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
八五・〇〇	一三・七〇	〇・三九	〇・〇八	〇・三八	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
一六・〇〇	七七・〇〇	二・一四	〇・四二	二・一四	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

海藻——乾燥	山草——乾燥	野草		開花時之油菜	
		乾草	鮮草	乾草	鮮草
一五〇〇	—	一四・三〇	七〇・〇〇	一六・〇〇	八七・〇〇
三二・〇〇	—	八〇・五〇	二八・二〇	七七・一〇	一一・七〇
二・四〇	〇・六三	一・五五	〇・五四	二・九九	〇・四六
一・五〇	〇・一二	〇・四一	〇・一五	〇・七六	〇・一二
三・八〇	〇・五〇	一・三三	〇・四六	二・二六	〇・三五

綠肥之施用法

- 一、綠肥埋入土中。以淺爲利。淺則空氣流通。容易分解。
- 二、若施於砂土。則覆土後。宜稍鎮壓。
- 三、綠肥爲改良土質時。可多量施用。但用量過多。有誘起還元作用之害。
- 四、綠肥作物宜在開花結實之前刈取。俾速分解。

五、綠肥分解時，生各種有機酸，故欲發揮綠肥之效能，宜加用適量之氯化鈣或氫氯化鈣，俾中和酸類，而促進分解。

第六節 油粕類及糟粕類

油粕類，爲由植物之種子果實，壓搾分離其油蠟時所得之殘滓，乃一濃厚之肥料。吾國自古已利用之。其種類頗多，以油菜粕、大豆粕及棉實粕三種爲最著。茲將各種油粕百分中之主成分，表示於下。

	水	分	有	機	物	氮	磷	酸	氯化	鉀
油菜粕(廣東產平均)	九·九九	—	七九·〇四	—	五·三八	〇·五七	〇·四九	—	—	—
大豆粕(山東產平均)	—	—	—	—	六·二五	一·七九	一·四〇	—	—	—
大豆粕(廣東產平均)	一四·二二	—	七四·四六	—	六·四五	一·〇九	一·四六	—	—	—
大豆粕(杭州市上購得)	—	—	七二·四二	—	五·八九	〇·九二	一·六二	—	—	—
芝麻粕(山東產)	—	—	—	—	四·九〇	二·〇〇	〇·九二	—	—	—

芝麻粕(廣東產平均)	九·四四	七二·〇〇	四·六〇	一·三三	一·四〇
花生粕(山東產)	—	—	六·三九	一·一〇	一·〇九
棉實粕(山東產平均)	—	—	二·八二	一·四九	〇·八五
茶實粕(廣東產平均)	一三·六三	八一·一八	一·六四	〇·三一	〇·三九

油粕類之效用 凡油粕均富含氫質。為濃厚之肥料。惟磷酸及鉀較少。故宜另行加用。油粕富有有機物。在土中醱酵時。發生炭酸及其他氣體。並生成腐植質。能使重粘土膨軟輕鬆。輕砂土則增加吸水力及吸肥力。油粕類之壓搾不全者。不但脂油之損失甚多。且脂油妨礙腐敗。作為肥料亦甚不宜。

油粕類含飼料成分甚多。宜先作為家畜之食品。而利用其糞尿為肥料。最為上策。茲舉著者分析之成績於下。

水	分	一八・〇五	纖	維	四・七四
有機物		七二・四二	糊	精	〇・八一
脂肪		八・〇九	澱	粉	二四・三二
粗蛋白質		三六・八二	石	灰	〇・〇三
蛋白質		三二・五〇			

油粕類之施用法

- 一、油粕類宜先搗爲細末。或先行堆積。或混入堆肥。待醱酵腐敗後施用。因醱酵時欲發熱。并生出有機酸故也。
- 二、油粕類作爲基肥。補肥均可。但通常混入堆肥作爲基肥。
- 三、油粕類施用後。須速覆土。恐誘致害虫也。
- 四、油粕類富含有機物。若飼家畜後。而用其糞尿。雖全容積減少。而肥料成分之百分率。反見增加。其效驗亦可增速。

糟粕類爲農產製造時之殘渣。富含氮質。可作肥料。惟腐敗頗緩。宜先使腐熟而後使用。茲示各種新鮮糟粕類之主成分於下。

		水	分	有	機	物	氮	磷	酸	氮	化	鉀
酒	精	六二・〇〇	三	七	・	四〇	二・八九	〇・二七	〇・〇七			
燒酒	糟	九九・六〇	三	八	・	五〇	一・九八	—	—			
麥酒	糟	七六・六〇	二	二	・	四〇	〇・七八	〇・三九	〇・〇四			
醬油	渣	五三・六〇	三	九	・	六七	二・〇二	〇・二三	〇・八八			
豆腐	渣	八五・七〇	一	三	・	八〇	〇・六八	〇・一二	〇・一七			
餡	粕	九五・三〇	—	—	—	—	〇・六六	—	—			
米糠	糠	一一・三〇	七	六	・	二〇	二・〇八	三・七八	一・四〇			
大麥	麩	一二・〇〇	八	三	・	一〇	一・七六	〇・九七	〇・八三			

小	麥	麸	二·三·一〇	八·一·五〇	二·二·四二	二·三七一	·五三
---	---	---	--------	--------	--------	-------	-----

糟粕類富於有機物。可先飼養家畜。而後利用其糞尿作肥料。實屬經濟之道。

第七節 草木灰

草木灰為燃燒植物體之全部或一部使之灰化者也。凡植物體燃燒時。有機質揮發散逸。有鉀、磷、酸、石灰等肥料成分殘留。吾國自古用作肥料。

灰類之成分。由植物之種類部分等而異。針葉樹之灰。其養分較闊葉樹者為少。蘘稈類者更少。植物幼嫩者之灰。較老熟者為肥。活葉之灰。亦較落葉者為肥。茲表示各種灰類之分析成績於下。

	水	分有	機	物	磷	酸	氮	化	鉀	石	灰
闊葉樹之灰	五·〇〇	五·〇〇	三·五〇	一〇·〇〇	三·〇〇						
針葉樹之灰	五·〇〇	五·〇〇	三·五〇	六·〇〇	三·五〇						

木	灰(平均)	四・一〇	一・二〇	三・九〇	一一・七〇	三・三〇
葉	灰(平均)	三・一〇	五・八〇	二・一〇	四・五〇	二・三〇
落葉	灰(黃花松)	—	—	一・四〇	二・〇四	—
烟	葉 灰	—	—	—	三〇・〇〇	—

草木灰之功效。草木灰中之主成分爲碳酸鉀。易溶於水。能直接爲作物吸收。植物質燃燒時。熱度過高。則矽酸與鉀互相融和。生不溶性之矽酸鉀。故燃燒完全之白色灰所含水溶性之鉀。反較燃燒不完全之暗色灰爲少。

灰類含鉀之外。又含磷酸及鈣。對於各種作物均相宜。以其呈鹼性之故。能中和酸性肥料。或酸性土壤與含油肥料混合。可脫卻其脂肪。又能助細菌之繁殖。以促有機物之分解。

草木灰之施用法

- 一、草木灰常直接撒布圃場混入耕土。
- 二、製造堆肥時混和草木灰可促進其腐熟。
- 三、其所含之碳酸鉀易溶於水故施於砂土時宜與有機質肥料配用。
- 四、草木灰不可與氫質肥料混合因恐氫質揮發也。
- 五、草木灰不可與過磷酸石灰混合恐可溶磷酸變為不溶性也。
- 六、濕潤之地含有腐植酸者用草木灰最宜。
- 七、對於中性土壤宜和酸性肥料施之。

第八節 魚肥類

濱海產魚之區。常有魚類充作肥料者。是名魚肥 (Fish Manure)。日本多產之。其主要品。以鱒及鯿製之。並有榨粕及乾魚之別。榨粕即沸煮魚體。壓去油分而後乾燥之者。全魚乾燥。不去油分者。是為乾魚。鱒與鯿。骨少而肉多。所製魚肥。俱乏磷酸而富氫。今將榨粕及乾魚百分之組成。示之如下。

榨		乾		水	分	有機物	油	氮	磷	酸	氯化鉀	石	灰
鯪	鯪	鯪	鯪										
一〇・五	一二・三	一七・九	七・〇	六七・一	一六・三	七・五	三・七	〇・七	二・六	二・三	〇・五	二・三	五・六
七二・二	七四・四	六一・五	六七・一	一七・七	六・六	二・三	〇・六	二・六	二・三	〇・七	三・六	五・六	〇・七
一四・四	八・三	一七・七	六・六	二・三	〇・六	二・六	二・三	〇・七	三・六	五・六	〇・七	五・六	〇・七

榨粕含油少。含氮磷較多。故肥料之價值。比乾魚為大。又鯪比之鯪。含肥料成分較多。而油分較少。故其效亦大。

魚肥須先破碎。而後施用。魚肥中。混以草木之灰。則不但油分可以鹼化。容易腐熟。且有增加鉀質之效。

魚骸肥料 凡製造魚品時。所殘餘之廢物（粗魚粕）及食魚所棄之物。如鰓鱗鱗骨等。亦可用作肥料。茲示百分中之成分於下。

粗魚粕	水	分脂	脂肪	氮	磷	酸
	七·二二九·四七					
鱈骨 鱗骨	新鮮	五·八·六〇	—	二·八〇三·四〇	三·四〇	—
	乾燥	七·八·五〇	—	六·一五七·六四	七·六四	—

瑞典那威爲世界著名之漁業國。其製造魚骸肥料之法。先取鮮魚之肉供食用。其骨鱗及頭尾之類。用水壓機壓搾。除去脂肪與水之一部。將殘渣投入大釜中。沸煮數小時。浮游之脂肪。以杓掬取。供肥皂之原料。所殘留物移入蒸汽機關。加高度之蒸壓。以崩壞其形體。更移至乾燥器乾燥。碎爲粉末。可作肥料。

第九節 禽糞及鱗屑

家禽及其他鳥類之糞。富有氧磷鉀三要素亦貴重之肥料也。鳥類之輸尿管。在肛門之內。與腸相合。故其尿常與糞同時排泄。茲表新鮮禽糞之主成分於

下。

	水	分	有機物	氮	磷	酸	氯化	鉀
鷄糞	五六·〇	二五·五	·六三	一·五四	〇·八五			
鴨糞	五六·六	二六·二	·一〇〇	一·四〇	〇·六二			
鵝糞	七七·一	一三·四	〇·五五	〇·五四	〇·九五			
鴿糞	五一·九	三〇·八	一·七六	一·七八	一·〇〇			

禽糞中之氮。概爲尿酸鹽之化合態。而腐敗時皆變爲銜之化合鹽。與尿素馬尿酸相同。

禽糞宜先混污水堆肥。使之腐熟而後施用。其新鮮者之害。與人糞尿相同。又降雨稀少之島嶼。有海鳥之糞尿堆積。變成礦石。是名海鳥糞 (Guano)。南美祕魯。出產甚多。因氣候乾燥。不醱酵而乾燥固結。故含氮與磷酸甚多。特稱

之爲氫質海鳥糞 (Nitrogenous Guano) 茲示祕魯海鳥糞之主成分於下。

水	分有	機	物	氮	磷	酸	氮	化	鉀
一四・八	五一・四	一三・〇	一三・〇	二・三	三				

又產於多雨地方之海鳥糞。因潮濕醱酵，其氮與可溶性成分多被雨水流失。殆全由磷酸三石灰而成。稱之爲磷酸質海鳥糞 (Phosphatic Guano)。因肥效甚緩，故專供製過磷酸石灰之原料。

蠶沙爲蠶糞蠶蛹及殘桑稭殼等之混合物。乃富有氫質之肥料也。其成分由混合物之多少而異。茲舉一例於下。

水	分	氮	磷	酸	氮	化	鉀
六〇・〇	一・四	〇・三	〇・〇	〇・一			

蠶沙之效用與廐肥相似。為遲効肥料。

蠶蛹可以飼魚。亦可作肥料。近來常攪取其油。而取其搾粕作肥料。其施用方法与魚肥相似。即混和堆肥或木灰。最為得宜。

	水	分	氮	磷	酸	氮	化	鉀
蠶	蛹	七八·九	一·九	〇·四	〇·〇	〇·二		
蠶	蛹	搾粕	八·五	九·九	一·四	〇·四		

第十節 動物質雜肥

肉粉 (Flesh Meal Or Meat Meal) 為動物之肉製造肉精時所殘餘之廢肉、乾燥粉碎者也。肉粉之成分性質。由動物之種類、製造之方法及其他關係而異。茲舉南美產肉粉之主要成分於下。

水	分	有	機	物	氮	磷	酸	氮	化	鉀
二七·八	五六·六	九·七	六·三	—						

肉粉爲富有氮及磷酸之肥料。分解甚速。成分濃厚。宜與乾土混合。俾均勻散布。

血粉 (Blood Meal or dried blood) 動物之血。含氮甚多。曝露空氣中。則一部凝固。一部成液汁狀而殘留。茲示家畜新鮮血液之肥料成分於下。

	水	分	乾	物	質	氮	磷	酸	氮	化	鉀
豚	八〇・〇〇	二〇・〇〇	二〇・〇〇	二・九〇	〇・〇九	〇・一五					
羊	七九・〇〇	二一・〇〇	三・二〇	〇・〇四	〇・〇五						
犢	八〇・〇〇	二〇・〇〇	二・九〇	〇・〇六	〇・〇八						
牡牛	七五・九	一二・〇	三・二〇	〇・〇四	〇・〇六						

血液富有水分。不便處理。故宜製成粉末。凡鮮血百分可加一・五——三・〇分之苛性石灰。或硫酸鐵十二分。石灰十分。硫酸五分。混入血液。使成糊狀。

任其凝固。更壓搾分離其水分。曝乾粉碎即得。或投入泥土、塵芥、泥炭之類。使之吸收亦可。若直接用蒸氣乾燥粉碎者。約得鮮血二〇%之血粉。純粹之血粉。為赤褐色之粉末。惟販賣者多為不純物。其百分中約有如左之成分。

水	分有	機	物	氮	磷	酸	氮	化	鉀
一・三四	七八・四	一一・八	一・二	〇・七					

血粉富有氮分。為良好之速效肥料。惟缺乏磷酸及鉀。故宜混和他種肥料以補之。

角粉 (Horn dust) 動物之蹄角。直接粉碎。或蒸熱後破碎之。亦可作為肥料。惟肥效遲緩。宜混入堆肥中腐熟之。其主要成分如下。

水	分	有	機	物	氮	磷	酸	氮	化	鉀	石	灰
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

八 · 五 六八 · 五 一〇 · 二 五 · 五 六 · 六

革層 (Leather dust) 及毛屑 (Wool waste) 亦為富有氮質之肥料。惟不易分解。宜先混入堆肥中腐熟後用之。或加高度之壓力蒸熱粉碎後用之。雞毛用作肥料者有之。惟不易分解。常須混於廐肥堆肥。或人糞尿中使之腐熟。然後應用。茲舉著者就杭州附近購得之料所分析之成績如下。

石 灰	氮 化 鐵	有 機 物	全 氮 量	水 分
〇 · 一 二	一 · 一 七	八 七 · 九	一 二 · 八	一 一 · 三
	氮 化 鉀	硫 酸	磷 酸	氮 化 鎂
	〇 · 〇 七	〇 · 〇 六	〇 · 〇 七	〇 · 〇 五

雞毛雖缺乏磷酸與鉀。但作為氮肥。頗為相宜。又含有機物甚多。施於輕鬆土。

頗可改良土質。

第十一節 骨肥類

第一目 骨粉

骨由有機物與無機物所構成。其有機物為脂肪 (Fat) 與骨素 (Osein)。無機物則大部分為磷酸三石灰 (Tricalcium Phosphate)。骨素含氫約一八%。加水煮沸。可使成膠。骨之組成。由動物之種類、年齡及部位而異。概言之。鳥骨富於無機物 (七五——八五%) 含磷酸甚多。獸骨次之。魚骨含無機物 (五〇——六〇%) 及磷酸甚少。茲摘舉數種骨之平均組成於下。

	人		牛		羊	
	有機物	骨%	有機物	骨%	有機物	骨%
炭酸鈣	三〇・四七		三〇・五八		二六・五四	
磷酸鎂	六・三〇		七・〇七		七・〇〇	
	一・二九		二・〇九		一・五九	

又除去脂肪及水分之骨其組成於下。

磷 酸 鈣	六〇・一三	五八・三〇	六二・七〇
氟 化 鈣	一・八一	一・九六	二・一七
計	一〇〇・〇〇	一〇〇・〇〇	一〇〇・〇〇

含 氮 有 機 物	馬 骨	牛 骨	豚 骨
三六・一九	三三・六五	—	
無 機 物	六三・八一	六六・五五	—
五・五六	五・二二	五・三九	
炭 酸	四・一四	四・〇三	—
二四・五六	二六・一八	二三・〇〇	
硫 酸	〇・一七	〇・一八	—

石	灰	三四·二〇	三四·六九	二九·五六
氮	化	〇·三四	〇·六六	〇·五八
鎂				

骨爲有效之肥料。早著於世。一七七四年英人漢德(Hunter)始說明其效用。而法國南部之葡萄園。數百年前已應用之。吾國南部亦有用作肥料者。惟不廣耳。

骨之分解遲緩。又不易破碎。故宜適當調製。骨粉由調製法之不同。大別爲粗骨粉。蒸骨粉。及脫膠骨粉之三種。

一、粗骨粉 生骨直接用器械破碎。或和水煮沸二三小時後粉碎之。約含氮三、七至五、〇%。磷酸一六至二〇%。脂肪一〇至一五%。在溫暖濕潤之地方。分解尙速。若施之於寒冷地方。則更須除去附着之脂肪。以促進其效能。除去脂肪之法頗多。茲舉三種於下。

(1) 煮沸法 粗碎之骨加水煮沸數小時。取出乾燥粉碎之。

(2) 醱酵法 粗骨粉混入廐肥木灰厚積之。灌以尿水。用土覆蓋。數月後漸次醱酵腐敗。

(3) 灰汁浸漬法 骨片與石灰、木灰及水混合浸漬。則骨片柔軟。容易粉碎。此以骨素溶解脂肪鹼化。故骨質脆弱也。

二、蒸骨粉 係將生骨在高壓下蒸熱後。乾燥粉碎之者也。成分隨製法而異。茲示其平均成分於下。

	氧		磷		酸
用 烱 (Benzene) 脫脂者	四	八—五	三	二〇	〇—二二
用 蒸 氣 脫 脂 者	三	〇—四	〇	二二	〇—二四

蒸骨粉之效驗。較粗骨粉為速。然在寒冷地方。亦須使醱酵後施之為宜。

分含存著者曾將牛骨浸漬灰汁中經過三週。取其浸汁分析。當時浸汁呈粉紅色。有微酸性發一種醜臭。其肥料成分如下。(以骨浸汁一公升用麩計算)

石 全 磷 酸 灰	量(銜性)	二一六・六	氮 化 鎂	二七・二
		二八三・七	氮 化 鉀	三六二・〇
	五六・〇			

觀上表。骨之浸汁中。所含氮量。全為銜態磷。又為水溶磷。效驗迅速。可作補肥施用。

第三目 骨炭

骨炭係將動物骨骼。在密閉器內。燃燒炭化者也。此物能吸收有機性色素。故於精製砂糖之際。用作脫色材料。反覆使用多次之後。至無吸收力時。可作為肥料。其成分大概如下。

水	分	有機物	氮	磷	酸	氯化	鉀
八	・	〇	八	・	〇	〇	・
七	・	七	二	九	・	〇	・
一	・	一	〇	・	〇	・	一

骨炭因反覆燃燒之故。其所含磷酸甚難溶解。故直接作為肥料。其效過遲。常加硫酸。使成過磷酸石灰後用之。

第四目 骨灰

將動物骨骼在空氣中充分燃燒。則完全灰化。是曰骨灰。南美畜類養生。其皮肉血液。製成鞣皮、肉粉、及血粉。輸送各國。所有殘骨。供為燃料。另有一種野牛。繁殖甚速。土人常屠殺之。取其骨充燃料。故產骨灰甚多。骨灰之肥料成分如下。

水	分	有機物	氮	磷	酸	氯化	鉀
六	・	〇	三	・	〇	—	—
三	・	〇	三	五	・	四	〇
〇	・	三	〇	・	〇	・	三

骨灰因一度遭遇強熱之故。氫質完全氣化。所含磷酸亦成不溶解性。不宜直接作肥料。大都供過磷酸石灰製造之原料。

第十二節 缸砂缸片

吾國大江以南。多用大缸盛糞尿。積久則缸壁漸有固形物沉積。其期間較短。固形物容易挖下而成碎粒狀者。名曰缸砂。經年既久。固形物堅結成片者。即缸片也。

缸砂缸片。吾國自古用作貴重之肥料。而為他國所缺。著者鑒於農家用為豆科植物唯一之肥料。特由上虞縣崧廈鎮買得缸片。每斤一角七分。分析其成分。以考定其功效。茲示風乾缸片之組成於下。

水	分	二七·八六	石	灰	一·三八
全	量	四·七八	氮	化	○·一一
性	氮	四·〇一	硫	酸	○·二七
鈣					

全磷酸	三四·二二	氯化	鉀	〇·四三
水溶磷酸	一·八二	氯化	鈉	一·一一
砂酸	〇·一八	土	砂	〇·七六

觀上表。知缸片中含有磷酸最多。氫次之。其磷酸之中。水中可溶解者甚少。枸橼酸鈣液中。可溶解者完全無之。則磷酸化合態。殆全為有機磷酸及磷酸三石灰也無疑。此種磷酸。本不易分解。惟有少量有機態之氫。在土中分解時。能生出有機酸。作用於磷酸。促進其分解。且食物經過胃腸。其成分必受多少變化。故糞中之磷酸。比較容易分解。因想吾國農家。專以缸片為豆科植物之肥料。亦宜也。

第二章 化學肥料

凡在化學工廠。用人工改製之肥料。皆稱為化學肥料。此種肥料。含不純物較少。養分濃厚。效力迅速。但所含要素。常限於一種或二種。故不宜單獨施用。且

本肥料缺乏有機物。若施用不得其法。必致土地之生產力。逐漸耗竭。不可不注意也。

第一節 智利硝石

南美、智利、秘魯等處。降雨稀少。有氫質化合物。逐漸積蓄。橫亘地中。成爲大礦。今人採掘精製之後。名爲智利硝石 (Chili salpeter)。販賣於市場。其主要成分爲硝酸鈉 (NaNO_3)。較爲純粹者。可製火藥。普通者可作肥料。

智利硝石之性狀 普通作肥料用之智利硝石。帶灰白色或褐色。約含九五——九六%之硝酸鈉。即平均含一五、五%之氫。其所含之氫。成硝酸形態。能溶於水。易爲作物吸收。效驗迅速。但不能爲土壤吸收。故若施用過多。土壤液過於濃厚。不但作物被害。且多爲雨水流失。智利硝石有吸濕性。能增進土壤之吸水力。使膨軟之土。變成緻密。施之粘重土。往往使土壤固結。非所宜也。

智利硝石之使用法

一、智利硝石可作液肥。在生長旺盛之時施之。因其氮能直接爲作物吸收同化故也。

二、智利硝石不適於水田。因容易流失也。

三、智利硝石容易流失。宜分數次施用。

四、智利硝石爲單純之氮質肥料。宜兼用磷酸及鉀肥。

五、智利硝石爲生理的鹼性肥料。故兼用之磷酸及鉀肥宜擇酸性者。

六、智利硝石不可與過磷酸石灰混合。恐氮分損失也。

七、智利硝石不可與植物性有機肥料混用。恐硝酸還元也。

八、下等之智利硝石。若含過氫酸鉀($KClO_4$)在一%以上。有害於作物生理。不可施用。

第二節 硫酸銨

含銨之物質。加鹼質蒸溜。所揮發之銨。導入硫酸。化生硫酸銨。蒸發結晶。即得

肥料用之硫酸銨 (Sulphate Of Ammonia)。其主要成分即爲硫酸銨 (Ammonium sulphate ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$)。肥料用之硫酸銨約含九四——九五%之硫酸銨。即含氮量平均爲二〇、五%。

製造硫酸銨之原料 一、人糞尿加石灰蒸溜之二、煤氣製造所之氣體溶液 (Gas liquor or ammonical liquor) 加石灰蒸溜。三、泥炭乾溜之四、各種銨液蒸溜之。

硫酸銨之性狀 肥料用之硫酸銨爲白色或灰黑色之結晶。其所含之氮成銨態。易溶於水。又能爲土壤吸收。對於水田甚爲合宜。惟旱地作物嗜吸硝酸性之氮。故銨入土中。常須受硝化作用。變成硝酸後。爲作物利用。故其效較智利硝石稍遜。

吾國市場上目下所販賣之肥田粉。即爲硫酸銨。受外商竭力提倡之結果。農家用之者漸多。三四年來。消費大增。去年上海進口之肥田粉。不下二千萬元。

增加之速。實堪驚駭。肥料而用外貨。不但漏卮浩大。抑亦危險異常。蓋一旦有事。海口封鎖。將無肥料。可耕種矣。故甚願當局者。及早提倡製造之。

硫酸銨之施用法

- 一、硫酸銨作爲基肥補肥。均可施用。
- 二、硫酸銨對於旱地水田。均可施用。
- 三、硫酸銨僅含氮質一種。必須與磷酸及鉀肥配用。
- 四、硫酸銨爲生理的酸性肥料。必須與其他鹼性肥料配用。
- 五、硫酸銨宜與有機質肥料併用。以免土性惡變。
- 六、硫酸銨不可與石灰質鉀質等鹼性肥料混合。以防銨之揮發。

第三節 石灰氮石灰及硝酸石灰

石灰氮、石灰及硝酸石灰。皆爲近年利用空氣中游離之氮所製得之氮質肥料。將空氣與銅灼熱。吸去氮氣。其氮氣通入炭化鈣(Calcium Carbide)

熱至千度以上。得石灰氫 (Lime Nitrogen) 又在電氣爐內填充石灰石及焦炭。送入氫氣。通電流強熱之。亦可製得。照前法用炭化鈣之外。添加一〇至二五%之氫化鈣或氟化鈣。則在較低之溫度(七五〇度)下。亦能吸收游離之氫。由此所製得者。即為氫石灰 (Nitrogen Lime)

石灰氫、氫石灰、皆為暗灰色粉末。有特臭。含氫一七至二二%。氟化鈣四〇至四五%。其主要成分為 Calcium Cyanamide。並含有炭化鈣、氫氮化鈣、炭酸鈣、矽、硫、黃、磷等。

石灰氫、氫石灰。本有害於作物生理。然施之土壤。因特殊細菌及其他之作用。其氫質可變為銨。



石灰氫、氫石灰之效用及施用法

一、石灰氫、氫石灰。必須變為銨態後。方能為作物吸收。故效驗較遲。

二、其化合態爲有毒之質。故須預先施入土壤。待一二週變蝕後，方可播種或移植。

三、不宜施於砂土或腐植土。

四、此係鹼性肥料。故與之混用之磷酸、或鉀質肥料，宜擇其酸性者。

硝酸石灰 (Calcium Nitrate) 係藉電氣之力，使空氣中之氮與氮直接化合。然後導入石灰乳中，而製之。色帶黃白。約含一三%之氮。富於吸濕性。不便處理。惟其硝酸與石灰。對於作物。皆有大效也。

第四節 過磷酸石灰

磷礦石中所含之磷酸。爲磷酸三石灰。不溶於水。肥效極遲。故有用酸類。使磷酸分解之法。普通用硫酸。作用於磷礦。則其磷酸變爲磷酸一石灰。是即所謂過磷酸石灰 (Superphosphate of lime) 也。

過磷酸石灰之原料。最初所用者。爲骨炭骨粉。現因此等原料缺乏。多用磷

礦。磷礦可大別爲礦物磷酸鹽及岩石磷酸鹽二種。磷灰石、磷灰土、含磷鐵礦等。屬於前者。瘤塊狀磷礦及海鳥糞等。屬於後者。

過磷酸石灰製造之順序

一、礦石之粉碎 先將原礦石。用破碎器破碎。再用細碎器。碎爲粉末。最後以橫○·二二直○·一五公厘之篩篩之。篩上者。須再粉碎。篩下者。即可應用。

二、礦粉與硫酸之混同 先將礦粉入混合器(Mixer)徐徐加入硫酸。同時由攪拌機攪拌數分之後。溫度上昇。發生水蒸氣、炭酸氣、氟化氫等。而有泥狀物殘留。開混合器之底。使泥狀物流入化成室。密閉十數時間。成海綿狀之塊。一二日後。此塊狀物。變成脆弱固體。粉碎篩過之後。即可包裝販賣。

過磷酸石灰製造中之變化 製造過磷酸石灰時之化學變化。乃使原料中

之磷酸三石灰受硫酸之作用而變成可溶性之磷酸一石灰 (Monocalcium phosphate $\text{CaH}_4(\text{PO}_4)_2$) 也。此變化所需之硫酸當有相當之分量。過與不及皆非所宜。若硫酸之量過多則生游離之磷酸其量不足則生不溶於水之磷酸二石灰 (Dicalcium phosphate $\text{Ca}_2\text{H}_2(\text{PO}_4)_2$)



磷酸三石灰 硫酸

磷酸一石灰

硫酸鈣

過磷酸石灰



游離磷酸



磷酸二石灰

過磷酸石灰之性狀 主要成分為磷酸一石灰與硫酸鈣之混合物。其他成

分。由原礦之種類而異。茲示磷酸之百分率於下。

	水 溶 磷 酸		溶 於 枸 櫞 酸 液 之 磷 酸		全 磷 酸	
	優 等 品	中 等 品	優 等 品	中 等 品	優 等 品	中 等 品
劣 等 品	一五·〇——一六·五	一七·〇——一八·五	〇 · 五	〇 · 五	一六·五——一七·五	一八·五——一九·五
優 等 品	一九·〇——二〇·五	一七·〇——一八·五	〇 · 五	〇 · 五	二〇·五——二一·五	一九·五——二〇·五

過磷酸石灰在貯藏之中。其可溶性磷酸。有漸變為不溶性者。是為磷酸之還元 (Reversion) 其原因有二。一因製品中混存之硫酸鐵及硫酸鋁。作用於磷酸一石灰。而生不溶性之磷酸鐵及磷酸鋁。一因製品中磷酸三石灰。與可溶性磷酸一石灰相作用。生成不溶性之磷酸二石灰。故也。凡貯藏於溫暖多濕之地者。變化尤速。故過磷酸石灰之貯藏。宜擇乾燥陰冷之所。

過磷酸石灰在土壤中之變化。過磷酸石灰中之磷酸。能溶於土溶液。為作

物吸收。但有時亦引起還元作用。此因可溶性磷酸與土中之石灰、氯化鋁、氯化鐵、氯化鎂及錳等化合。生成不溶性磷酸鹽之故。然此等磷酸鹽較之磷酸三石灰尚易溶解於水。可爲植物吸收利用。

過磷酸石灰之使用法

- 一、過磷酸石灰爲酸性肥料。宜與氫肥或鉀肥之鹼性者併用。
- 二、不可與種子或植物之根接觸。因恐發芽受害。并根株腐敗也。
- 三、石灰草木灰或富有石灰之肥料。不可與之混合。
- 四、施於水田時。宜先洩去田面之水。然後撒布。隔一二日方可灌水。以防磷酸之流失。

- 五、過磷酸石灰全不含有機物。宜與堆肥、廐肥、綠肥等併用。
- 六、任何作物。均可施用。對於穀菽類、根菜類、油類作物。尤爲有效。
- 七、對於富有腐植質之粘土。或粘質壤土。效驗頗大。若施於砂質之土。宜分

數次施之。恐磷酸流失也。

第五節 湯麥斯磷肥

湯麥斯磷肥 (Thomas phosphate or Thomas Slag) 係製鋼時之副產物。由英人湯麥斯 (Thomas) 氏所發明。故名。

湯麥斯磷肥之製法。製鋼時用一大鐵器。形似西洋梨。內面塗以油灰。投石灰於器中。次注熔融之生鐵。復自底部吹入高壓之空氣。則鐵中之錳。變成氯化錳。矽變矽酸。炭變炭酸。更隨溫度之上升。磷亦變為磷酸。此磷酸與石灰化合。變成磷酸石灰。與其他不揮發性之物。如氯化錳、矽酸、氯化鐵等。俱浮於上層。將此浮游物。取而放冷之。又以強力之壓碎器。壓成粉末。可作肥料。是即湯麥斯磷肥也。

湯麥斯磷肥之性狀及組成。此為暗褐色粉末。比重頗大。所含磷酸約一七%。氯化鈣五五%。氯化鎂一二%。氯化鐵及亞氯化鐵七——一五%。此外尚

有少量之氯化鋁。氯化錳、硫酸錳、硫酸等。其磷酸常成磷酸四石灰 (Tetracalcium Phosphate $\text{Ca}_4\text{P}_2\text{O}_6$) 之形。此磷酸四石灰。親和力甚微弱。施用於土壤時。易為炭酸、腐植酸等所分解。變成磷酸二石灰。故效驗頗速。茲示德國產之組成於下。

	最	高	最	低	平	均							
磷	二	二	九	九	一	一	三	九	一	七	二	五	
磷化鈣	五	八	八	九	一	三	八	〇	〇	四	八	二	九
磷化鎂	八	〇	一	〇	一	〇	一	四	四	四	八	九	
亞磷化鐵	一	八	〇	〇	五	〇	八	六	五	五	四	四	
磷化鐵	七	〇	〇	〇	一	〇	九	一	三	三	七	八	
磷化鋁	三	〇	七	〇	〇	〇	一	四	二	〇	〇	四	

矽	硫	硫	氮
酸	酸	黃	化
錳			
一 二 · 九 〇	一 · 〇 〇	一 · 四 一	五 · 六 二
二 · 七 〇	—	〇 · 〇 五	〇 · 五 五
七 · 九 六	〇 · 二 二	〇 · 四 九	三 · 九 一

湯麥斯磷肥之效能及使用法 湯麥斯磷肥。易溶冷炭酸水。故效驗尙速。又呈鹼性。故對於多含腐植質或缺乏石灰之土壤。用之最宜。其效力能持久。故施於氣候溫暖、雨量豐富之地方。頗爲適宜。但含有硫化鈣。有害於植物之生理。故宜在播種或移植之數日前施用。使硫化鈣先變成硫酸鈣爲要。以其祇含磷酸一種。宜與其他有機質肥料同施。

第六節 重過磷酸石灰及沉澱磷酸石灰

重過磷酸石灰 (Double Superphosphate of lime) 爲濃厚之過磷酸

石灰含有有效磷酸。在四成以上。製造時。磷礦粉中。先加過量之硫酸。使磷酸三石灰中之磷酸游離。以壓搾濾過器。濾出游離之磷酸。蒸發濃厚。然後加於良質之磷礦粉。使之吸收結合。即成重過磷酸石灰。當游離磷酸濾過之際。有含磷酸之石膏。殘留於濾過器上。是曰過磷酸石膏。(Superphosphate of Gypsum) 亦可充作肥料。或用以保存廐肥中之氫質。其施用法。悉以過磷酸石灰為準。

沉澱磷酸石灰 (Precipitated calcium phosphate) 爲生骨製膠時之副產物。製造時。先將骨碎成粗粉。加氫酸煮沸。使磷酸及其他無機物溶解。與骨素分離。此骨素復加水沸煮。即可成膠。其所分離之氫酸溶液。注入適量之石灰乳。則磷酸變成磷酸二石灰而沉澱。其他雜質。與石灰化合而沉澱者。皆混入其中。是即沉澱磷酸石灰也。其成分如下。

沉澱磷酸石灰所含有之磷酸。常成磷酸二石灰 (Dicalcium Phosphate $\text{Ca}_2\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_8$) 之形。故適於作物根之吸收。若施於腐植質稍多之土壤。效驗尤爲顯著。

第七節 鉀鹽類

吾國舊時之鉀質肥料。僅草木灰一種。歐洲古時亦如此。近則多用天然礦物。含鉀之礦物。種類甚多。最普通者爲鉀長石、雲母、洶沸石等。此等礦物中之鉀。多爲矽酸鹽類。不溶於水。不適於作肥料用。自一八三九年。在德國司達斯府 (Stassfurt) 發現天然之鉀礦以來。世界中之鉀肥。多仰給於此矣。該地所採掘之鉀鹽。約分五種如下。

1、砂金鹵石 (Carnallit) 爲褐赤色之結晶體。其主成分爲氯化鉀、氫化

鎂、鉀之含量有九——一二%。因富有氫化物。不適施於烟草、甜菜、馬鈴薯等作物。茲示普通商品之組成於下。

水	分	二四·〇	氫化鈉	一五·〇
氫化鉀	二五·〇	硫酸鎂	一六·〇	
氫化鎂	二〇·〇			

二、開業脫(Kainit) 為白色之結晶體。混有黃赤色之夾雜物。鉀之含量為一二·五——一三·五%。茲示其組成於下。

水	分	一二·〇——一六·〇	氫化鈉	二六·〇——三五·〇
硫酸鎂	一二·〇——一八·〇	氫化鎂	一二·〇——一五·〇	
硫酸鉀	二一·〇——二六·〇	不溶解物及石膏	〇·五——三·〇	

三、西爾維尼脫 (Sylvinit) 含氫化鈉約五〇% 氫化鉀約二〇% 因含氫化物頗多。除大麻等特殊作物外。多不相宜。茲示其組成於下。

水	分	二	八	氫	化	鈉	五	一	三
不	溶	四	二	氫	化	鉀	二	八	三
硫	酸	五	二	氫	化	鎂	一	八	八
硫	酸	三	六						
硫	酸	二	八						

四、硫酸鉀 (Potassium Sulphate) 製鹽時所得氫化鉀。加硫酸。可以製得。其他化學工廠。作為副產物製出之。但現今所用者。概由司達斯府鉀鹽精製而得。此物含氫化物甚少。任何作物。均可施用。又無吸濕性。可作調和肥料之原料。茲示販賣品之組成於下。

水	不溶解物	全氯化鉀	硫酸鉀	氫化鉀	硫酸鎂	氫化鎂	氫化鈉	硫酸鈣
純品	○	五二七	九七二	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○
七	二	七	二	三	七	四	二	三
普通品	○	四九	九〇	一	二	一	一	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○
二	○	九	六	六	七	〇	二	四
二	三	九	六	六	七	〇	二	四

五、硫酸鉀鎂 (Sulphate of potassium and magnesium) 此物含

鉀豐富。含氮頗少。作為肥料甚合宜。

水	不溶解物	全氯化鉀	硫酸鉀
分			
一 一 • 六	〇 • 六	二 七 • 二	五 〇 • 四
硫酸	硫酸	氯化	氮化
鎂	鈣	鈉	
三 四 • 〇	〇 • 九	二 • 五	

鉀鹽類之一般性質。普通鉀鹽除硫酸鉀之精製品外。皆含有多量之氯化鈉。及少量之氯化鉀。氯化鎂。硫酸鎂等。在空氣中容易吸收濕氣。若曝露過久。每致潮解。故宜貯之於乾燥之處。

鉀鹽類之施用法

一、以其有害於種子之發芽。或阻礙幼植物之生長。宜在播種或移植前。施入土中。

二、對於稍大之作物。可溶作稀薄之肥液施之。

三、施入土中。欲使石灰流失。故宜兼用石灰肥料。

四、上述鉀鹽。多爲生理的酸性肥料。宜與智利硝石、石灰氫、骨粉等配用。

五、可施於蕎麥、牧草、纖維作物及多數之根菜類、蔬菜類。而不適於烟草、甜菜等之作物。

六、施於輕砂土、或瘠薄之腐植土。頗爲有效。

第三章 間接肥料

間接肥料 (Indirect manures) 爲間接補助作物發育之物料。非直接供作養分者。在農業上。亦爲通用之肥料。茲就其主要者述之。

第一節 石灰

第一目 石灰之性狀

石灰爲作物所需養分之一。亦爲改良土質之重要間接肥料。土壤中所含石

灰。原屬不少。然一則爲作物吸收。一則爲土水溶去。由此流失。爲量甚鉅。故每須作爲肥料施用。農業上所用石灰之形態。爲氯化鈣 (Calcium Oxide CaO) 氫氯化鈣 (Calcium hydroxide Ca(OH)₂) 炭酸鈣 (Calcium Carbonate Ca CO₃) 及硫酸鈣 (Calcium Sulphate CaSO₄) 之四種。硫酸鈣卽石膏 (Gypsum) 能使土中養分。變成可給態。氯化鈣卽生石灰。由石灰石灼熱而得。能吸收水分及炭酸。故加水則發高熱。而變成氫氯化鈣。熟石灰又曝露空氣中。則吸收炭酸。而變爲炭酸鈣 (風化石灰) 生石灰施下後。與土中水分接觸。變成熟石灰。而溶解。若施熟石灰則直接溶解於水。瀰漫浸潤。漸次變成不溶性之炭酸鈣。惟分布頗完全。施用時。又呈強鹼性。易與酸類結合。能將不溶性之矽酸鹽分解。生矽酸鈣。並能使他物氯化。故施用生石灰。或熟石灰。較之風化石灰爲有效。惟作用強烈。施用時須注意。風化石灰雖用之多量。亦無妨礙。不過與銹鹽接觸。皆欲使銹揮發。故不可與

銜性肥料混合。

第二目 石灰之間接作用

石灰原爲作物直接之養分。而其主要功效在乎間接作用。茲先述其作用於下。

一、改良土壤之性狀 凡粘重之土。其粒極細。與水接觸。互相粘結。若施用生石灰。或熟石灰。均能生成炭酸鈣。此炭酸鈣。與炭酸水接觸。徐變重炭酸鈣。使土粒團結。生團粒組織。因之空隙中。可有水與空氣流通。若施用於輕鬆土。亦因土粒團結之故。可使之粘重云。

二、增加土地之吸收力 輕砂土中。施用石灰。能使土粒粘着。增加毛細管力。能吸引下層之水。又吸收鉀與銜之性質。亦能增進。

三、能調和土壤之反應 生石灰熟石灰能中和酸類。石膏之生理作用。能中和鹼類。故石灰肥料。能調和土壤之酸性或鹼性。適於作物之生長。

- 四、能促進土壤成分之變化。石灰在土中常誘起種種鹽基之交換作用。促進礦物之崩壞。使成速效性。又能與矽酸鹽作用。生含水複矽酸鹽。使土壤增加吸收溶解性無機鹽類之能力。同時使矽酸變為有效性。
- 五、能分解有害之鹽類。石灰有氯化他物之作用。能將亞氯化物、硫化物、等氯化。使變無害之物。
- 六、助菌類之蕃殖。石灰有中和酸類或鹼類之性質。故用之適當。能幫助土壤細菌之作用。
- 七、能促進有機物之分解。石灰由其氯化及幫助細菌繁殖之作用。能促進腐植質、及有機物之分解。由此所生之餽。為作物養料。所生炭酸。能使土質輕鬆。
- 八、能溶出肥料成分。施用溶解性之鈣鹽、或鉀肥。為土壤中之複矽酸鹽。吸收變成不溶解性。若施用生石灰、熟石灰、風化石灰、或石膏。與此等複

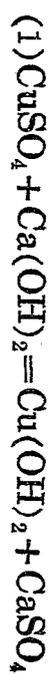
矽酸鹽相作用。將鈣與鉀驅出。變成溶解性之重碳酸鹽。或硫酸鹽。使成速效性。

施用速效性之磷酸時與土中石灰、鐵、鋁等相結合。生成不溶性之磷酸鈣、磷酸鐵、磷酸鋁等。若土中含有適量之碳酸鈣。則生成磷酸鈣特多。若在缺乏石灰而富於鐵、鋁之土。則多生磷酸鐵及磷酸鋁。磷酸鈣易溶於碳酸水。頗具速效。後者難溶於水。若加用石灰。能將鐵、鋁驅出。變成磷酸鈣。俾易溶解。

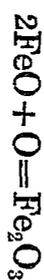
九、能防遏病蟲害與雜草。石灰有殺滅害虫及菌類之作用。故有防除病蟲害之效。又蘚苔、地衣等雜草。遇石灰。可使萎凋。

十、有防遏鑛毒之效。凡溶解性重金屬化合物。對於植物生理。皆屬有害。而石灰可以止之。即石灰能將溶解性金屬。變成不溶性之氫氟化物。復使氫氟化物之一部分氟化。生成不溶性之氟化物。茲以硫酸銅爲例。

表示其與石灰之反應於下。



泥炭地往往生出多量硫酸鐵。接觸植物根部。足以障礙植物生理。一遇石灰。則起如下之變化。



第三目 石灰濫用之害

石灰之效用。已如上所述。然用之過多。危害亦大。茲摘述於下。

一、衰耗地力 石灰能使土中成分。化成溶解性。除供給植物之外。餘者多所流失。就中氫質之損失為更多。故數年之後。地力必大形衰耗。

二、土質失之輕鬆 如墟土地、泥炭地等。連年施用石灰。以其所生炭酸氣。

致土壤墳起過於粗鬆。

三、凝結土壤。多濕之地。如水田等。連施石灰。與矽酸鹽類相作用。使之固結。至土層逐漸淺薄。水分不易透過。

四、農產品質惡劣。石灰多用。則鈣之化成甚盛。作物不能一一吸收。不免流亡。及至結實之際。反致缺乏。若濫用於水稻。則稿稈硬化。易於倒伏。米粒脆弱。容易破碎。又缺乏蛋白質。飯味惡劣。

五、生出有害物質。石灰過多。易成卑濕之地。妨礙空氣之流通。地溫亦因而降低。且生成諸種腐植酸。亞氯化物。硫化物等。頗有害於植物生理。

第四目 石灰之施用法

一、石灰常作基肥。在秋季犁鋤之際施之。

二、若爲生石灰。宜擇靜穩無風之日施之。降雨時。不可施用。

三、若作爲液肥時。投石灰於桶中。加水拌攪。即可施用。

四、施於水田時，宜在排水後施之，以免土地固結。

五、土層淺者，宜少用。深者可多用。

六、富有礦物質，有機質之土，及新闢之地，可多用石炭。每畝可八十至百斤。

又欲改良粘重之土地時，亦然。

第二節 食鹽

食鹽(Common Salt) 其主成分爲 NaCl 。此二原素。土壤中含有頗多。足供植物之所需。似無特別施用之必要。然食鹽在土中能助他物質之溶解。如鉀、鈣、鎂、鈣等之鹽類。接觸食鹽。能使之變爲可溶性。間接之效頗大。又施用食鹽。有殺滅雜草、菌類、害虫之力。對於禾穀類。有使叢稈強壯。減免倒臥之慮。對於麻類。可增進纖維之韌度。惟不適於烟草及澱粉、糖料之作物。且用量過多。欲使土壤固結。有害於植物生理。甚須注意。

第三節 明礬 綠礬

吾國南部常用明礬或綠礬。作爲水田之肥料。明礬之主成分爲 $AlK(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ 。綠礬之主成分爲 $FeSO_4$ 。此等原素土壤中皆有含存。似無特別施用之必要。然對於土性之改良。與乎病虫害之滅殺。頗有效力。故稍稍施用。亦無不可。或謂明礬中之鉀。可直接供作植物養料。是則有待於實驗之證明也。

第四節 硫酸鈉 硫酸鎂

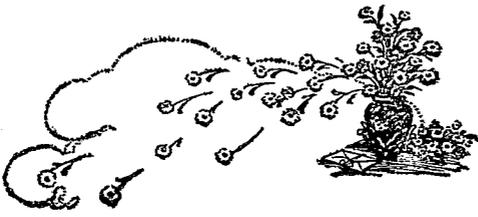
硫酸鈉爲工廠之副產品。其主成分爲 Na_2SO_4 。施之土中。能增加苜蓿之收量。及改良馬鈴薯之粉質。故在歐美。有用作肥料者。

硫酸鎂爲製鹽或其他化學工廠之副產品。其主成分爲 $MgSO_4$ 。能作用於土中之銹、鉀鹽類等。化爲可溶性物質。而對於土質。亦有使之輕鬆之作用。浙江紹興用之者頗多。

第五節 刺戟肥料

刺戟肥料。即能刺戟作物之生理機能，促進作物之發育，藉以增加其收量者也。如錳、碘、氟、鐳之類。雖用量極少，皆有刺戟之作用。近年來試驗之者甚多。其效果亦已公認。然誤用其量，反遭危害。故農家尙未通用也。

肥料學 第二編 各論



第三編 概論

第一章 肥料之主要成分

吾人對於作物應施用之肥料成分。概言之。有五種。即氮、磷、鉀、石灰、有機物是也。茲說明於下。

第一節 氮

氮 (Nitrogen) 爲肥料要素中最重要之成分。乃構成植物體蛋白質及其他含氮有機物所不可或缺之元素。若供給不足。作物不能完全發育。然用量過多。則枝葉過茂。體質軟弱。易罹疾病。成熟遲延。皆非所宜。肥料中氮之化學形態可大別之爲三種。

一、硝酸狀態之氮。硝酸之鹽類。皆易溶於水。肥效迅速。適作補肥。但不能爲土壤吸收。易隨雨水。或灌溉水流失。是其缺點。如智利硝石、硝酸鉀、硝

酸鈣等屬之。

二、銹狀態之氮 銹鹽類亦易溶於水。但能為土壤吸收。可免流失。此種之氮。直接為作物吸收外。又能受硝化作用。變成硝酸鹽。為作物利用。其肥效較硝酸形態者為稍遜。但對於水稻等水生作物。則尤以此種狀態之氮為宜。如硫酸銹及腐熟尿中之炭酸銹屬之。

三、有機態之氮 此為動植物質肥料中所含之氮。化合形態。甚為複雜。如在動植物體者。為蛋白質或銹基化合物 (Amino Compounds) 之形態。在糞尿中者。為尿素、尿酸、馬尿酸之形態。在石灰氮者。為精化銹基 (NH_2CN Cyanamide) 之形態。此種之氮。皆須變為銹態或硝酸態後。方能為作物吸收。肥效較遲。

第二節 磷酸

磷酸 (Phosphoric Acid) 為生成生活細胞核質物必要之成分。若缺乏此

質。則細胞核無以形成。細胞不能增殖。其重要可以想見。肥料中所含磷酸之化學形態。可大別爲有機與無機二種。

一、無機狀態之磷酸。由其溶解之難易。可分三類如下。

(1) 水溶磷酸。易溶於水。肥效最速。如過磷酸石灰、重過磷酸石灰等所
含之第一磷酸鹽（……磷酸—石灰： $\text{CaH}_4\text{P}_2\text{O}_8$ ）屬之。

(2) 不溶於水而溶於枸橼酸鈣之磷酸。能溶解於土壤之炭酸水中。肥
效較前者爲緩。如沉澱磷酸石灰所含之第二磷酸鹽（……磷酸—
石灰： $\text{Ca}_3\text{H}_2\text{P}_2\text{O}_8$ ）屬之。

以上二種磷酸。皆容易爲作物吸收利用。故特稱之爲有效磷酸。（Available Phosphoric Acid）

(3) 不溶磷酸（不溶於水及枸橼酸鈣者）因爲不溶性。故肥效遲緩。若
用鑛酸處理之。可使變爲有效性磷酸。如骨粉、骨灰、磷鑛中所含之第

三、磷酸鹽(……磷酸三石灰 $\text{Ca}_3\text{P}_2\text{O}_8$)屬之。

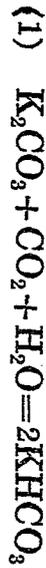
二、有機狀態之磷酸 此爲動植物體中所含複雜之化合物。如糖精 (Phytin) 卵黃精 (Lecithin) 核蛋白質 (Nuclein) 等是也。此等物質。非經分解作用。變成簡單之無機態磷酸後。不能爲植物利用。故其肥效遲緩。

普通土壤中原含有磷酸。但含量較少。鮮有達〇・五%者。且常成難以吸收之形態。而一方面作物每年所攝取之量頗多。故耕土中可溶磷酸。常告缺乏。是須特別補給者也。

等三節 鉀

鉀 (Potash) 對於植物生理。有重要之作用。如炭水化物之合成。及各部蛋白質之生成。必藉鉀助成之。史托克拉塞 (Stoklasa) 謂高等植物體中。炭素同化作用第一次生成物之蟻醛 (Formaldehyde) 由如次之機轉而來。

云。



肥料中之鉀。可分爲無機態。與有機態二類。無機態中之最普通者。爲碳酸鉀。與硫酸鉀。皆易溶於水。肥效迅速。有機態之鉀。概存於植物質中。其簡單者。爲醋酸鉀、蔞酸鉀、酒石酸鉀、枸橼酸鉀等。複雜者。則與葉綠素或蛋白質結合而存在。皆待分解爲無機態後。方能受植物攝取。蓋通常作物所吸收者。爲碳酸鹽、硝酸鹽、硫酸鹽、磷酸鹽、矽酸鹽之形態也。

土壤中鉀之供給。固較氧、燐爲多。然其大部分。爲不可給態。而作物之攝取尤多。故須由人工補給之。

第四節 石灰

構成地殼之岩石。富有石灰。故由此等岩石風化而成之土壤。當含石灰甚多。然土壤中之石灰。或受碳酸水之作用。變為可溶性之重碳酸石灰。 $(Ca(HCO_3)_2)$ 。或由他種作用。成為氫化鈣、硫酸鈣、硝酸鈣等可溶性之鹽類。溶解於地中水。隨之流入下層者頗多。一方面作物之所攝取之量。尤為巨數。土壤中。有時亦告不足。故亦須作為直接肥料施與之。

石灰在植物體中。為有機化合之形態。種子之含量。較莖葉為多。果樹尤需此種成分。能充分施與。有使樹枝強固之效。又石灰對於炭水化物之合成。有密切之關係。若無石灰。則澱粉之生成。與乎炭水化物之移轉。皆無以進行云。

第五節 有機物

有機物(Organic matter)雖非植物直接之養料。然在土壤中分解之際。生成腐植質。能使土壤發黑。并改良其理化性質。故對於地力維持上。有機物

爲必要之質。凡有機物在土壤中分解之際。若空氣流通。溫濕適當。則生成中性或鹼性之腐植質。(Mild humus) 若空氣淤滯。水濕停溜。則生成酸性腐植質 (Acid Humus) 有害於植物生理。茲摘記土壤中腐植質之效果於下。

(1) 腐植質有使不溶性磷酸鹽。變爲可溶性之作用。

(2) 腐植質能使土壤增加諸種可給態養分。

(3) 腐植質能增進土壤之吸收力。

(4) 腐植質能改良土壤之理學性質。

(5) 腐植質爲多孔性。故有吸收水分及空中水蒸氣之力。

(6) 腐植質呈暗黑色。故極能吸收太陽熱。

腐植質之效能。固如上述之多。但若集積過多。反使土壤陰濕。通氣不良。容易誘起各種還元作用。而生成有害於植物生理之亞氯化物、硫化物、酸性腐植

質等。

第二章 三要素之天然供給量

土壤中所含植物養分之絕對量。可用化學之法。分析而知之。然其養分之形態。果可爲作物攝取利用與否。欲測定之。甚爲困難。實際上土壤中植物養分之有效程度。由土粒之精粗。溶解之難易。腐植酸之多少。根毛之酸度。及根部蔓延之狀態等而不同。決不能以一定方法。判斷其成分之有效與否。是以現今就圃場實行三要素試驗。認爲檢定上之唯一良法也。（三要素檢定法。在後章述之）

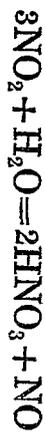
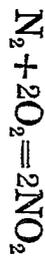
土壤中之磷酸與鉀。概由岩石之風化而來。惟所含者。多非可給形態。必經多年之風化作用。及他種原因。方能徐徐分解爲可給態之養分。

土壤中氫之天然供給量。能逐漸增加。其主要原因如下。

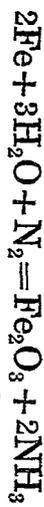
一、空氣中之氫化合物。隨雨雪降下。雨雪中每有銻硝酸及亞硝酸等溶

存。此等化合物生成之原因不一而足。茲摘記主要者於次。

(1) 空中電氣之作用。空中之氧與氮受電氣之作用。可互相化合。先變為氮化氫。溶解於雨。成爲硝酸。而降於地。



(2) 氮化作用。地上各種物質氮化時。能誘起游離氫氣之化合。例如鐵氮化時。可生銹。



(3) 水之蒸發作用。水分蒸發之際。有如次之化學變化。生出亞硝酸銹。



二、土壤之吸氫作用。土壤在濕潤狀態時。有直接吸收空中銹等之作用。而富有腐植質之黑色濕潤土壤。更有此種現象。

三、土壤中之細菌固定游離之氮。土壤之微生物中能固定空氣中游离之氮者有之。總稱之曰氮固定菌。(Azotobacter) 大概一畝之土壤(深八一—〇公分)每年由此所固定之氮達一—二公斤云。

四、豆科植物固定游離之氮。豆科植物之根瘤中所寄生之根瘤菌(即 *Bacillus radicola*) 與植物營共生作用。能用化游離之氮。

土壤中之氮亦常天然減少。其主要之原因如下。

- 一、含氮有機物分解之際。常有一部分之氮游離而出。
- 二、銹形態之氮受硝化作用。變成硝酸。一部分為作物吸收。一部分每為雨水洗刷以去。或滲至下層。受下層土中有有機物分解時所生游離氫氣之作用。遂還元而為亞氯化氮、游離氮等。損失頗多。
- 三、土壤中硝酸鹽受硝酸還元菌之作用。先變為亞硝酸。次轉為銹或游離之氮。飛散於空中。

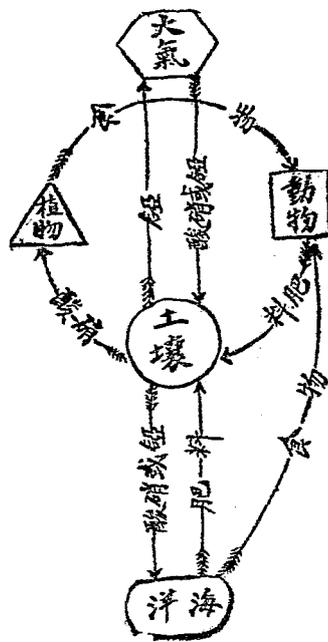
四、土壤之吸收力薄弱。而富含石灰者。若施用多量銹質肥料。銹之發散頗多。

五、土壤中之可溶性氫化合物常溶解於雨水或灌溉水。隨排水流失者頗多。

如上所述。土壤中之氫。能自然增加。亦有自然損失。循環宇宙。無有已時。即肥料中氫之一部分。以銹或硝酸形態被吸於植物。變化為蛋白質。構成植物體質。給食動物。轉而為動物之血肉。所殘留之糞尿。仍作肥料。施與土壤。肥料中氫之另一部分。變為銹飛散空中。溶於雨雪。復降地上。用作植物之養分。又一部分之氫（硝酸形態）溶解於水。通過土層。流入河川。終注於海。作為海藻類之養料。而藻類又為魚介類之食餌。氫分轉成肉類。魚介之肉類。作為人類之食料。或土壤之肥料。則氫分仍歸還於土壤者也。

第三章 肥料之分解

(一圖) 圖環循之氮



可溶性之無機肥料概可直接為植物吸收。銨鹽類常須先變為硝酸鹽始能利用。有機化合態之肥料則更須受種種作用變為簡單之無機化合體後乃有攝取利用之價值。

第一節 土壤中有機物之分解

土壤中有機物之分解。概為微生物之作用。而其分解之狀況。由外界之事情

而大異。茲姑別之爲二。卽分解與腐朽是也。

分解 (Decay) 爲空氣充分之處。有機物變爲簡單物質之現象。乃氮化分解之作用也。此時所生成者。概爲水、銹、炭酸氣等。

腐朽 (Putrefaction) 爲有機物在空氣不易流通或完全杜絕之處。受分解之現象。乃還元作用也。此時所生成者。概爲氫、沼氣、炭酸氣、硫化氫、游離氫等。但其大部分則變腐植質。茲舉植物質纖維在水中分解時之化學變化示之如下。



含氮有機物腐朽之際。常生成各種銹基酸 (Amino acid) 及銹基質 (Indol) 糞基質 (Skatol) 等。無氮有機物則生成各種有機酸。如醋酸、乳酸、酪酸、蕃酸、纈草酸等。其分解生成物之所以各不相同者。一因被分解之物質不同。二因作用之微生物不同。三因外界之狀態不同故也。

含氮有機物分解之際。其最後所生成者爲銨。是名銨之化成作用 (Ammonification) 施肥上最須注意之作用也。

第二節 硝化作用

含氮有機物分解時所生之銨。或施於土中之銨鹽。每受特種細菌之作用。氯化而爲硝酸。是名硝化作用 (Nitrification)。此作用由二種細菌類之作用而起。即亞硝酸細菌 (Nitrosobacteria)。先將銨氯化爲亞硝酸。次由硝酸細菌 (Nitrobacteria) 之作用。更氯化爲硝酸者也。此二種細菌。總稱之曰硝化菌 (Nitrification bacteria)。



是故欲促進硝化作用。須注意硝化菌繁殖適當之狀態。茲舉數條於下。

一、適當溫度 硝化作用在五——五五度之間行之。而以三七度爲

最適度。

二、適度之濕氣 土壤風乾狀態時。已不適於硝化。反之水分過多。亦有妨害。

三、氮之存在 硝化作用原為氯化作用之一種。故氮之供給須充分。
四、石灰鹽之存在 硝化作用之結果硝酸漸次積蓄。此為硝化菌所嫌惡。故宜用石灰中和之。

第三節 硝酸還元作用

土壤中之硝酸。因通氣不良。含腐植質較多。或施用多量新鮮廐肥。復欲變為亞硝酸、銻。或游離之氧。發散於空中。此作用適與硝化作用相反。特稱為硝酸還元作用 (Denitrification)。係由硝酸還元菌 (Denitrification bacteria) 之經營而起。農業上所嫌惡之作用也。

第四章 肥料之反應

肥料之反應。有化學反應。與生理反應之別。

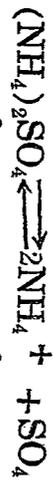
化學反應 (Chemical Reaction) 爲肥料水溶液固有之反應。如過磷酸石灰之水溶液。呈酸性反應者。曰酸性肥料。草木灰之水溶液。呈鹼性反應者。曰鹼性肥料。硫酸銨之水溶液。呈中性反應者。曰中性肥料。

生理反應 (Physiological Reaction) 非肥料直接之反應。係經過根之吸收作用。或微生物之分解作用後。所表現之反應也。如硫酸銨原爲化學的中性肥料。惟施於土壤。受作物吸收作用時。其銨離子 (NH_4^+) 被作物吸收利用之量。常比硫酸離子 (SO_4^{--}) 爲多。土壤中因有游離硫酸殘留。而呈酸性反應。故可稱爲生理的酸性肥料。又智利硝石原爲化學的中性肥料。惟在土壤中。其硝酸離子 (NO_3^-) 之被吸收。較鈉離子 (Na^+) 爲多。遂致鈉離子多量殘留。而呈鹼性反應。故可稱爲生理的鹼性肥料。又硝酸銨原爲化學的中性肥料。而其硝酸離子 (NO_3^-) 與銨離子 (NH_4^+) 同爲作物吸收

利用。仍不變其中性反應。故亦可稱爲生理的中性肥料。

硫酸銨之生理的反應。所以呈酸性者。在學術上當說明之如次。

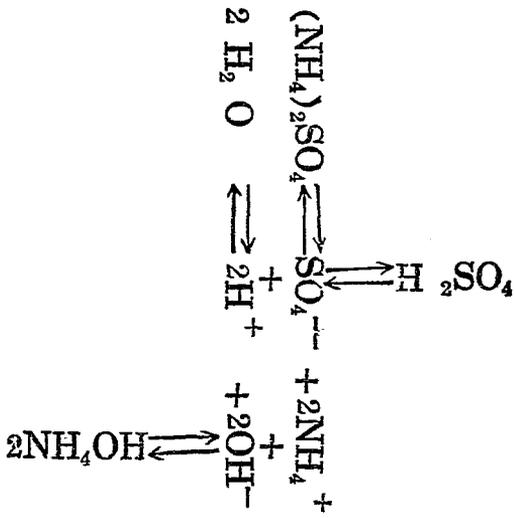
硫酸銨溶解於土壤之水中時。照溶液論之原則。當如次解離而成離子(Ion)狀態。



此間溶媒之水。亦當有微量解離。而成離子狀態如次式。



是以硫酸銨之水溶液中。應有四種離子 (NH_4^+ , SO_4^{2-} , H^+ , OH^-) 存在。此等離子在溶液中。常保持平衡狀態。而有微量之銨與硫酸。生成於其間。是即加水分解之現象也。



此種溶液在土壤中接觸植物之根。其溶液中之各種離子。由滲透之作用漸

次吸入根毛之細胞內。至細胞內外各離子之濃度相同而止。是即第一次滲透作用告終之時也。

惟植物所吸收之物質。其利用程度。頗有不同。如銨滲入細胞之內。可與有機酸化合。生成銨基酸化化合物。再轉爲蛋白質。其被利用之度。較硫酸爲大。則細胞內溶液。與土壤中溶液。所含此二成分之濃度。失其平衡。硫酸銨仍能進行加水分解。而第二次滲透作用。亦隨之而起。此時土液中之銨。亦如第一次滲透之狀況。滲入細胞之內。夫植物體中之氧質同化作用 (Nitrogen Assimilation)。無時或息。是以銨之滲透作用。亦當無停頓之期。至於硫酸則不然。植物所利用之量極少。在於植物細胞內外之濃度。易達平衡狀態。不能多所滲入。如斯硫酸銨之加水分解。隨時進行。其銨爲植物吸收。而有硫酸殘留於土中。故土溶液漸變酸性。硫酸銨之所以爲生理的酸性肥料者。職是故也。此外智利硝石之爲生理的鹼性。硝酸銨之爲生理的中性。皆可以同樣之理。

說明之。

土壤之反應。又常爲有機質肥料所支配。有機肥料之化學組成。甚爲複雜。故分解時所呈反應。亦不一致。大概無氮有機物分解之際。生成蟻酸、醋酸、酪酸、乳酸等。而呈酸性反應。含氮有機物。則經種種複雜變化之後。生成各種銣基酸。更進之。變成琥珀酸、著酸等。同時亦生成強鹼性之有機鹽基類。與銣鹽類。故最後常呈鹼性反應也。有機質肥料。又由所施之土地與氣候不同。所呈反應亦各不同。例如施大豆餅於旱地。當初數日間呈酸性反應。嗣後即永久保持鹼性。若施於水田。則保持酸性反應之時間。較之在旱地者大爲長久。若將各種肥料。就化學的反應。與生理的反應分類之。當如下所列。

一、酸性肥料 || 硫酸銣、氰化銣、綠肥、米糠、硫酸鉀、氰化鉀、過磷酸石灰、重過磷酸石灰、

二、鹼性肥料 || 智利硝石、鹼性硝酸石灰、石灰氮、血液堆肥、腐熟糞尿、磷酸

鈣骨粉、湯姆斯磷肥、草木灰、碳酸鉀、碳酸鈣

三、中性肥料——硝酸銨、硝酸鉀

第五章 肥料之效果

第一節 肥料之吸收率及肥效率

肥料之效果通常由肥料試驗之方法決定之。即應用含同質成分之各種肥料。施於同一土壤。栽植同一作物。而比較其收穫之成績可也。肥料之效果。簡稱之曰肥效。肥效之多少。以數字表之者。曰肥效率。欲測定肥效率。當以收量最多者。作為標準。即示以一〇〇。其他各種肥料施用之後。所得收穫量。與之比較。即可知各肥料之肥效率。但作物之收量。不僅係乎肥料之養分。其土壤中所含者。亦與有關係。故欲測某種肥料施用後之生產量。應由全收穫物除去無肥料區之收量。

肥料之吸收率者。即肥料中之有效成分。被作物吸收利用之比例也。

肥料之吸收率 = $\frac{\text{收穫物所吸收之成分量}}{\text{施用之有效成分量}}$

肥料之性質及肥效之大小。大概由肥料之吸收率。可以判斷。不特此也。吸收率之大小。實為決定施肥量極有效能之係數。故檢定肥料之吸收率。為重要之事項。惟肥料之吸收率。隨作物之種類而不同。須就實地栽培試驗檢定之。

第二節 肥料之副成分

智利硝石中之鈉、硫酸銨中之硫酸、過磷酸石灰中之硫酸與石膏。稱為肥料之副成分。人尿與醬油粕中之氮。亦可視為副成分之一。副成分對於作物常無大用。故漸次集積於土中。遂誘起有害之作用。茲將肥料之主要成分。作為一〇〇。以計算其副成分。當如次表所示。

肥料	主成分	副成分
硫酸銨	100	118
		六 (SO ₃)

氫 化 銣	一 〇 〇 〇 〇 〇	二 五 三 (Cl)
硝 酸 石 灰	一 〇 〇 〇 〇 〇	二 〇 〇 (CaO)
智 利 硝 石	一 〇 〇 〇 〇 〇	二 二 一 (Na ₂ O)
石 灰 質	一 〇 〇 〇 〇 〇	二 〇 〇 (CaO)
過 磷 酸 石 灰	一 〇 〇 〇 磷 酸	九 (CaO) 三 (SO ₃)
磷 酸 鈉	一 〇 〇 〇 磷 酸	四 四 (Na ₂ O)
硫 酸 鉀	一 〇 〇 〇 〇 鉀	八 五 (SO ₃)
炭 酸 鉀	一 〇 〇 〇 鉀	八 七 (CO ₂)

據華克納(Wagner)之調查。作物能利用之副成分之平均量。如下所示。

- 一、硝酸態之氮 一〇〇分被吸收時。可利用鈉二〇分。
- 二、銣態之氮 一〇〇分被吸收時。可利用硫酸二〇分。

三、磷酸一〇〇分被吸收時。可利用石灰六〇分。

四、鉀一〇〇分被吸收時。可利用氫一五分。

是以施用肥料之後。必有副成分逐漸集積於土中。副成分之所以爲害於作物者。大概在土壤中欲誘起化學反應之所致。如硫酸銨。連年施用。則殘留之硫酸。使土壤呈酸性反應是也。此外如含氫較多之肥料。有害於烟草之色澤與燃燒性。是副成分直接之影響也。至若硝酸石灰中之石灰。海藻中之碘。則皆爲有效之副成分。

第三節 肥料之有害作用

據從來之試驗。施用肥料之際。常有一種有害作用。發生於其間。茲分三條述之。

一、多量之可溶性肥料。有礙於種子之發芽。及根之生育。如施用智利硝

石與新鮮人糞尿時。常有此種現象。乃以肥料成分不及爲土壤吸收。土

溶液之濃度。過於濃厚之故也。

二、肥料自身之有毒作用。如石灰氮中之硝化氮。直接有害於作物之生理。應待其分解後。方可播種或移植。

三、肥料施用後由化學變化生成毒質。阻礙根之發育。大豆粕、米糠、綠肥等。多量施用之際。由其醱酵作用之結果。或釀溫熱。或發酸性。皆能使作物受害。

肥料有害作用之程度。由其種類、用量、土質、氣候、及作物生長之時期等而不同。不能一概論斷也。

第六章 肥料之配合

凡施肥於作物。三要素之配合量。不可不得其宜。若三要素之量過或不及。則受李皮西氏所謂最少養分率 (Liebig's Law of Minimum Nutrient) 之支配。而過剩之養分。徒致流失。或不免殘留於土中。然以一種肥料。欲供給

三要素於作物。而使含有適合之量。究屬難能。故施肥時。常須用數肥料配合者也。

(二圖)桶率分養少最 (By Dobeneč:)



(說明)

- 一、桶之全體有桶板二十塊表示各種之生育要件
- 二、各桶板之長短表示各要素現存之多少
- 三、各桶板之寬窄表示各要素需用之多少
- 四、桶中之液面表示作物之生產量
- 五、如圖所示生產量受最短桶板(即之氮分量)之支配

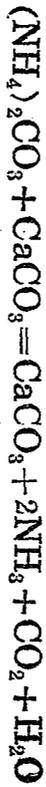
第一節 肥料之配合與要素之變化

一種以上之肥料互相配合時其成分有種種變化。列三種如下。

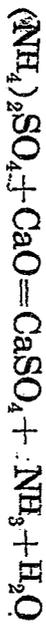
一、肥料成分之損失

甲、銹態氫之損失

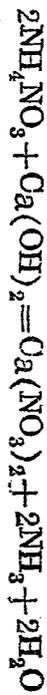
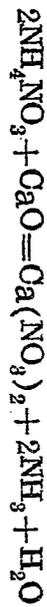
(A) 炭酸銹或腐熟人糞尿與石灰鹽混合時之變化。



(B) 硫酸銹與石灰鹽混合時之變化。

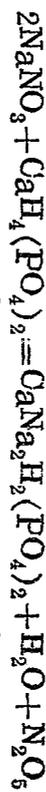


(C) 硝酸銹與石灰鹽混合時之變化。



乙、硝酸態氮之損失

(A) 智利硝石與過磷酸石灰混合時之變化。



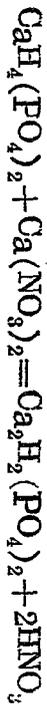
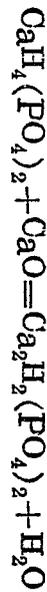
(B) 智利硝石或硝酸石灰與硫酸鉀混合時之變化。

此種肥料配合之後，常易吸收濕氣，使之潮解。其所含之氮成分，亦易損失。

二、肥料成分狀態之惡變

甲、磷酸之還元

過磷酸石灰與鹼性肥料混合時之變化



乙、物理狀態之惡變

肥料混合之後。其成分雖不直接變化。而吸濕、固結、及生出有害氣體等現象。常有發現於其間者。如石灰氫、草木灰、石灰等。與硫酸鉀混合而久置之。即吸收濕氣而固結。處理上大為不便。

三、肥料混合之無惡影響者

肥料混合之後。成分互相置換。不但養分無損失。及無惡劣變化。且有交互補益之良果。舉二三實例於下。

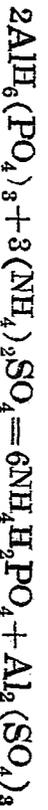
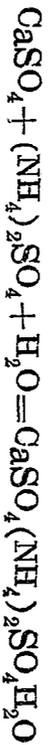
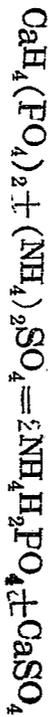
(A) 硫酸銹與智利硝石混合之際



(B) 硫酸銹與硝酸石灰混合之際



(C) 硫酸銹與過磷酸石灰混合之際



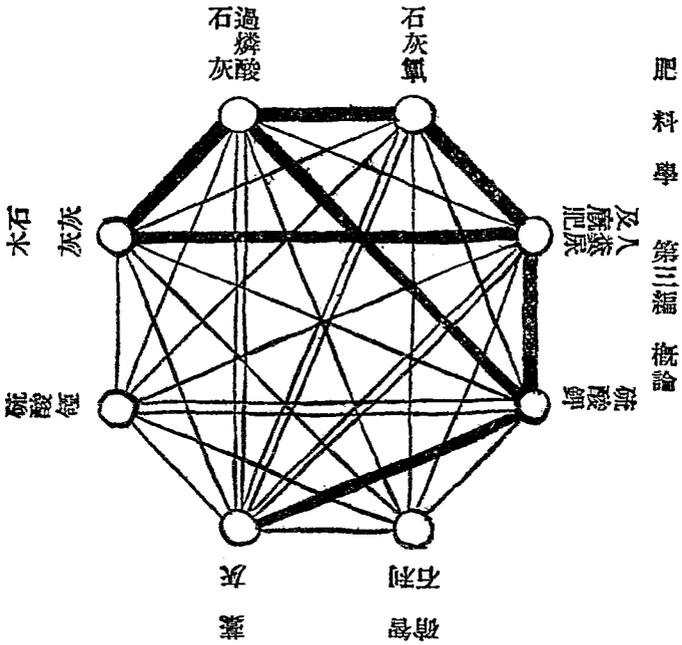
第二節 肥料之配合與反應

當施用肥料之際。對於中性之土壤。若用酸性反應之氮質。與磷酸質肥料。則宜配以鹼性之鉀質肥料。又若氮質與鉀質者。同為鹼性。則宜選酸性之磷酸

質肥料併用之（土壤原來之反應呈酸性或鹼性者宜用鹼性或酸性之肥料俾適宜中和）例如欲施用硫酸銨與過磷酸石灰則須配以草木灰欲施用腐熟糞尿與草木灰則須配以過磷酸石灰是也茲舉對於中性土壤各種作物相宜之肥料配合法例示於下

例	氮	質	肥	料	磷	酸	質	肥	料	鉀	質	肥	料
一、	魚	肥	類	(鹼)	過	磷	酸	石	灰	(酸)	開	業	脫
二、	硫	酸	銨	(酸)	骨	粉				(鹼)	同		上
三、	石	灰	氧	(鹼)	過	磷	酸	石	灰	(酸)	同		上
四、	油	粕	類	(鹼)	同					上	草	木	灰
五、	智	利	硝	石	(鹼)	過	磷	酸	石	灰	(酸)	開	業
六、	腐	熟	人	糞	尿	(鹼)	同			上	同		上
七、	硫	酸	銨	(酸)	同					上	草	木	灰
八、	硫	酸	銨	(酸)	湯	姆	斯	磷	肥	(鹼)	開	業	脫
													(酸)

(三圖) 圖南指合混料肥



一一四

(說明)

— 不可混合者

== 混合後不可久置者

— 可以混合者

第七章 肥料之用量

肥料施用之量。由土壤之肥瘠、耕土之深淺、作物之種類、氣候之寒暖等而不同。其間關係甚為複雜。茲將肥料用量決定上應注意之要件列舉於下。

一、檢定土壤三要素天然供給量

欲定奪肥料之用量。須先檢定土壤之肥瘠。惟目下化學分析之方法。未臻完備。故不得不就實地施行三要素試驗以定之。

二、作物之收穫量及其所含之三要素量

作物由土壤攝取之養分量。原不能直接當作肥料之用量。然檢定其收穫全量。與所含三要素量。實為施用肥料重要之參考資料。

三、肥料之成分及其吸收率

肥料成分之吸收率。由其種類而異。故欲決定肥料之用量。須先檢知其吸收率。茲述稻作施肥量之計算法於下。

	氮(斤)	磷酸(斤)	氯化鉀(斤)
一畝之全收穫物中所含三要素量(假定)	八・〇	一二・一九五	四・四五
土壤所含有效三要素量(假定)	四・四〇	一・六〇	四・八〇
差數(應作為肥料補給之三要素量)	三・六一	〇・五九	一・六五

茲擬用硫酸銨(含氮二〇%吸收率六〇%)過磷酸石灰(含磷酸一五%吸收率二五%)及碳酸鉀(含氯化鉀五四%吸收率五〇%)以補給其所缺之要素。則可由次式算出其施用之量。

應用硫酸銨補給之氮為六・〇二斤。

$$60:100=3.61:x \dots x=6.02$$

故硫酸銨之施用量為二〇・二〇斤。

$$20:100=6.02:x \dots x=30.20$$

應用過磷酸石灰補給之磷酸。爲二・三六斤。

$$25:100 = 0.59:x \dots x = 2.36$$

故過磷酸石灰之施用量。爲一六・四〇斤。

$$15:100 = 2.36:x \dots x = 16.40$$

應用碳酸鉀補給之氯化鉀。爲二・三〇斤。

$$50:100 = 1.65:x \dots x = 3.30$$

故碳酸鉀之施用量。爲六・一一斤。

$$54:100 = 3.30:x \dots x = 6.11$$

第八章 施肥之方法

凡施肥料於作物。而欲收費少獲多之效果。必須用適當之肥料。在適當之時期。適量配合。適宜施用。方克有濟。惟欲達此目的。須先研究作物之特性。肥料之性質。以及氣候土質等。對於施肥有如何之關係也。

第一節 作物之特性

作物之種類不同。其吸收營養分之能力。有強有弱。大概其體內所含較多之成分。即爲容易吸收之質。而對於較少者。吸收力常弱也。是故作物體內含有養分之量。未必與施用肥料所含成分之量相一致。茲就各種作物吸收養分之特性。略述於下。

一、禾穀類 容易吸收可溶性之矽酸與鉀。但攝取氫與磷酸之力頗弱。且其根甚淺。所吸收者。皆爲上層之養分。

二、根菜類 對於鉀之吸收力極強。故鉀質肥料。在前作物時代。施之爲宜。又對於磷酸之吸收力較弱。故磷酸肥料。須多施與。

三、豆菽類 此類作物。能利用空氣中游離之氫。故無需乎氫質肥料。磷酸與鉀。則須充分施與。又其根對於酸性液之抵抗力薄弱。且自身亦常分泌酸類。故以應用鹼性肥料爲宜。

四、工藝作物 此類作物之種類甚多。需要目的。又各不同。故施肥標準。頗有差異。如麥藍等。宜多施氫肥。烟草宜多施鉀肥。纖維作物宜多施氫肥。及少量鉀肥是也。

五、桑及茶 此等植物所必需者。爲氫肥。次爲鉀肥。而磷酸之需用極少。殆無施與之必要。

六、果樹類 果實之幼稚者。或未達結果時期者。須供給氫及鉀。若已達結實期。宜多施磷酸及鉀肥。此類作物。除三要素外。並宜施用石灰肥料。

第二節 土質氣候

土壤之理化性質。各有不同。則肥料之種類與施用之方法。亦當隨之而異。肥料對於各種土壤之效驗。原須實地檢驗而知之。但大概論之。富有粘土。腐植質之土壤。而吸收磷酸之力較強者。磷酸肥料之效果甚大。又如由花崗岩分解而成之土壤。吸收磷酸之力較弱。故施用有機質磷酸之肥料。反較可溶性

者爲有效。施用氫質肥料之際。砂土吸收力薄弱。宜選厩肥、堆肥等遲效肥料。若欲用人糞尿。宜數回分施。反之對於粘土。應用速效肥料。一因吸收力較強。一因硝化作用不盛。不致流失也。通常土壤爲中性。但亦有呈酸性反應。或鹼性反應者。對於酸性土壤。宜用鹼性肥料。對於鹼性土壤。宜用酸性肥料。俾各中和之也。

氣候有寒、暖、有乾、濕。則肥料之種類與施肥之方法。亦當斟酌而出之。吾國東南部。氣候溫暖濕潤。容易分解。可施遲效肥料。若西北部。則常乾寒。分解遲緩。概須用速效肥料。

第三節 肥料之性質

肥料之種類不同。其效驗有遲速之別。遲效者。宜作爲基肥。速效者。則可作補肥。如氫質肥料之速效者。應隨作物之生長。分數次施與。但磷酸與鉀雖全作基肥施用。以其吸收力較強之故。不致有流失或過量之虞。

石灰氮、過磷酸石灰等之濃厚毒性肥料。與夫油粕、糠屑等欲釀熱之有機肥料。皆不可接觸作物之根或種子。是須隨時注意者也。

第九章 肥料之評價

肥料之價值。有真價與市價二種。真價表示肥料之效力。市價乃市場賣買之價格也。

第一節 肥料之真價

欲計算肥料之真價。須先調查其所含各形態三要素每斤之標準價格。肥料三要素一定量之價格。隨市價而變動。因之三要素價格相互之比率。亦常有多少差異。故宜隨時計算而定之。

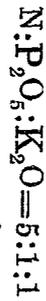
三要素標準價格之計算。宜擇重要之肥料。就其平均成分、市價、及肥效率。以計算其三要素各形態每斤之價格者也。例如由過磷酸石灰之市價、與平均成分。算出其所含磷酸一定量之價格。次由草木灰或其他鉀質肥料之市價。

減去其所含磷酸之價格。以算出鉀質一定量之價格。再就氫質肥料算出其
 所含磷酸與鉀之價格。而由其市價減去之。即可得氫質一定量之價格矣。
 計算肥料之真價時。須先將所含各成分之量。乘以每斤之標準價格。由此所
 得之和。以每百斤若干圓表示之可也。今設有硫酸銨、過磷酸石灰及硫酸鉀
 之調和肥料。其所含銨態之氮八%。水溶磷酸六%。枸橼酸銨中可溶之磷酸
 〇·五%。不溶磷酸一%。氯化鉀四%。則如下式所示。其真價爲

銨態之氮……………	8×	(銨態氮之標準價格)	=
水溶磷酸……………	6×	(水溶磷酸之標準價格)	=
還元磷酸……………	0.5×	(還元磷酸之標準價格)	=
不溶磷酸……………	1×	(不溶磷酸之標準價格)	=
氯化鉀……………	4×	(鉀鹽類之標準價格)	=
合計			=

第二節 市價貴賤計算法

肥料三要素價格之比率。據大工原博士之調查當如下所示



應用此三要素價格之比率。以計算數種肥料市價之廉否時。可以比率乘各成分。而用市價除其和。所得商數。即為各要素單位之價格。其數愈小。價值愈廉也。茲舉實例以示。

一、魚肥每百斤五・八〇圓、油粕每百斤二・五〇圓。其所含三要素如下。

	氮%	磷酸%	氯化鉀%
油 粕	五 〇	二 〇	一 三
魚 肥	八 三	五 六	〇 七

$$\text{氮} \dots \dots 5.0 \times 5 = 25.0$$

$$\text{磷酸} \dots \dots 2.0 \times 1 = 2.0$$

$$\text{油粕} \left\{ \begin{array}{l} \text{氯化鉀} \dots 1.3 \times 1 = 1.3 \\ \hline 28.3 \end{array} \right.$$

$$\frac{2.50}{28.30} = 0.088$$

$$\text{氮} \dots \dots \dots 8.3 \times 5 = 41.5$$

$$\text{磷酸} \dots \dots 5.6 \times 1 = 5.6$$

$$\text{魚肥} \left\{ \begin{array}{l} \text{氯化鉀} \dots 0.7 \times 1 = 0.7 \\ \hline 47.8 \end{array} \right.$$

$$\frac{5.80}{47.80} = 0.121$$

照上式。魚肥要素之單位價格。為一角二分一厘。油粕要素之單位價格。僅為八分八厘。故油粕之市價較廉。

二、人糞尿每千斤一・二〇圓。則骨粉每百斤應值若干。其三要素含量如

下。

	氮%	磷酸%	氯化鉀%
人糞尿	〇・五七	〇・一三	〇・二七
骨粉	三・八〇	二二・二〇	〇・二〇

$$\text{氮} \cdots \cdots 0.57 \times 5 = 2.85$$

$$\text{人糞尿} \left\{ \begin{array}{l} \text{磷酸} \cdots \cdots 0.13 \times 1 = 0.13 \\ \text{氯化鉀} \quad 0.27 \times 1 = 0.27 \end{array} \right.$$

$$\underline{\quad\quad\quad} 3.25$$

$$\text{氮} \cdots \cdots 3.80 \times 5 = 19.00$$

$$\text{骨粉} \left\{ \begin{array}{l} \text{磷酸} \cdots \quad 23.20 \times 1 = 23.20 \\ \text{氯化鉀} \cdots \quad 0.20 \times 1 = 0.20 \end{array} \right.$$

$$\underline{\quad\quad\quad} 42.40$$

$$3.25 \times 1000 : 1.20 = 42.40 \times 100 : X$$

X=1.562

第三節 自給肥料之評價

農家自給肥料之維持地力。增益生產。已爲學者所公認。蓋除含有各種要素之外。尚有多量有機物。所謂完全肥料者。實自給肥料之意也。故自給肥料評價之際。不能如普通販賣肥料。可僅以有效三要素之含量而判斷。其改良土性。不可或缺之有機物之價值。亦當併而評之。

沛松 (Pason) 氏曾評有機物之單位重量。爲其氮同量之時價之八十分之一相等。川瀨博士則評爲氮之時價之百分之一。然在溫濕地方。有機物之分解甚速。且近時生理學研究進步。證明有機物爲土壤中必不可或缺之物質。其效能極廣。實未能以數字表示其價值。茲姑大概評之。則應爲氮之時價之五十分之一云。(大工原氏之說)

第十章 肥料試驗法

肥料之效果。由氣候、土質、及各種事情而不同。其中關係有非人力所能意料者。故欲選擇肥料之種類及決定施肥量施肥法等。皆須就地實行栽培試驗。方能測知之。

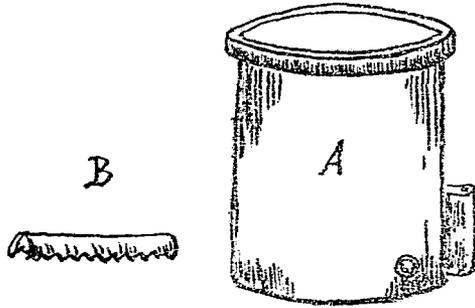
第一節 肥料試驗之方式

一、盆鉢試驗 應用華克納 (Wagner) 氏所考案之鉢製或陶製之鉢。鉢底先填礫。次鋪砂二三分。然後篩土於其上。供試肥料。即於此時混入。惟硫酸銣、硫酸鉀等。常待發芽後溶作液肥。分數次施與。又灌水宜由側管灌入。

二、圃場試驗 採用口徑二三尺、高四五尺之無底鉢製圓筒。或口面十二平方尺之木框。埋入土中（留一二寸出地面）先裝砂礫。後填土壤。使其表面與地面相平。

養分之計算。肥料施用量。可由分析表。檢出其養分之含量。然後合算所需之

(四圖) 鉢盆氏納克華
形全鉢盆 (A)
管圓半之口水排通 (B)



第二節 肥料試驗之種類
肥料要素試驗
此為檢定三要素天然供給量之多寡以作施肥之參

考。通常分五區試驗之。

第一 無肥料區——全不施肥

第二 無氮區——多施磷酸與鉀而不施氮

第三 無磷酸區——多施氮與鉀而不施磷酸

第四 無鉀區——多施氮與磷酸而不施鉀

第五 完全區——氮磷酸與鉀皆充分施與

二、要素用量試驗 就其土壤、栽培某作物。應施用三要素之適當量。可由

此法決定之。惟三要素之中。除所試驗者以外之二要素。各區皆須充分

施與。(每畝約一〇——一二斤)

例如試驗氮之用量。可分數區。各異其施氮之量。以檢驗其結果之優劣。

第一 氮不施區 第三 氮四斤區

第二 氮二斤區 第四 氮六斤區

第五 氫八斤區

第七 氫十二斤區

第六 氫十斤區

此外磷酸與鉀亦準此行之。

三、肥料種類 此試驗爲比較肥料之效果而設。因同種肥料所含之要素。以其化合形態不同。對於作物之效用。亦當有差異故也。

四、肥料同價試驗 本試驗之目的。在三要素以同一價格適當配合。而實試其何者爲最經濟也。而各要素之同價試驗。亦當有施行之必要。此外尙有施肥期試驗、調製法試驗、施用法試驗等。種類甚多。

第三節 肥料試驗應注意之事項

肥料試驗。應有熟練之技術。與周到之注意。若不然。牽強施行。附會成績。則全爲無意味之舉矣。茲摘記注意事項。數條於下。

一、試驗之目的。必限於一種。

- 二、供試作物。應選其特需供試肥料之養分者。
- 三、作物生育上必要之條件。除試驗事項以外。皆須均一。
- 四、同一試驗。須多數並行。以取其平均成績。
- 五、試驗地須在一年前檢定其所生之作物。擇其生育相同者用之。且對於試驗以前之作物。應不施肥料。以平均其地力。
- 六、擬比較之肥料。應擇其性質之相似者。而欲比較效果之優劣。則限於同質之肥料。
- 七、欲比較肥料成分之效驗。除擬比較之一成分以外。皆須充分施與。使無不足之虞。
- 八、欲試驗肥料之效果。不可限於一次之作物。其對於後作物之效果。亦須考查。磷酸質肥料。更有如此關係。
- 九、各試驗區作物之發芽。開花成熟等之時期及各時期之狀況。須精密調

查。十、判斷試驗之結果時。須以全面積之收穫物。互相比較。

新學會社出版一般農書

土壤學	肥料學	堆肥新編	氣象學新編	農藝化學	作物通論	作物生理學	藥用作物學	農業經濟學	農產製造學	實用植物圖說	農業大利六種
三 角	四 角	三角五分	五角五分	五 角	六 角	四 角	三 角	四 角	八 角	二 元	二 角
農業全書	農家百事問答	農家副業	農家曆	農學實驗法講義	包豐(即麵包原料)	四庫提要農學輯存	中國農業史	稻作增收法	棉作學	第一編 種棉花	
五元三角	七 角	四角五分	二 角	一元九角	一 角	三 角	二 角	九 角	二 角	二角五分	
種芋法	種菸法(附製糖法)	種蔗法	種樟法	種漆法(附製腦法)	種柏法	種楮法	種三極法(附造紙法)	種雁皮法	種茶法	種竹法(附製茶法)	種藍法
二角五分	二角五分			一角四分			三 角			二角二分	

432.3
846

借出日期

H
B

等
類

中國合作學社仙舟先生紀念合作圖書館

借閱者注意

- 一 借書期限本埠社員以二十天為限外埠社員以三十天為限但本館遇需要時得隨時索回
- 二 借書如交郵寄還必須掛號
- 三 遺失或損壞須照市價賠償
- 四 加意愛護
- 五 逾期不歸還者應照章受罰
- 六 還書時注意向本館索回借書片
- 七 借書人住址變更請即迅通知本館
- 八 借書滿期請讀者自行注意本館於期前不另通知
- 九 請遵守本館借書規則

(書天-1,5000)

究必印翻

肥 料 學

角五冊每價定

分 發 行 所	發 行 者	印 刷 者	著 者
各 省 大 書 店	新 學 會 社	新 學 會 社	包 容

版出月八年九十國民華中

