

嘉農叢書

肥料

學

臺灣省立嘉義農業職業學校



序

我國書局規模宏大出版書籍最多者首推商務中華正中開明世界五大書局而對於出版農業學校教科書實屬毛鱗角本校三十八年度第二學期共開五十四種課程而採用教本僅十三種足見本省農業學校教科書缺乏其嚴重情形達於高潮非積極解決不可最近內地遷運來台書籍間有作物園藝氣象土壤等書考其內容有三大缺點一為內容淺近僅適合初農學生程度高級農校則不能採用二為教材偏於繁冗不能配合授課時間三為本省農業情形氣候水利土壤與內地不同外來書籍亦欠適用有此三端教學兩受其苦採用講義方式以印刷問題往往不甚清楚時間經濟倍受損失本校有鑒於此計劃出版農業叢書每年出版十二種三年完成高級農業學校應用教本分六期出版本期為第一期已出版者為項廷鏡先生之台灣主要作物害蟲一書最近相繼脫稿同時付印者有鄭懷曾先生之普通園藝學駱榮光先生之作物學王則男先生之肥料學是三書者內容詳實為本校一再採用之講義每測授課二小時一年可授完均為高級農校適合之教材其中圖表頗費心力鑄版印出較之台灣主要作物害蟲二書印刷編排又不可同日而語也。

三十八年第二學期本校各處科室擬具計劃一年內添置中外參考書籍一千冊分兩次購足其目的亦以完成編撰農業叢書主要任務也今學期伊始即已能出版四種尚有朱文泰先生之三角學亦已脫稿因圖表較多印刷技術問題稍待時日付印則本期內預定出版叢書均可一一付諸實現此種艱鉅編撰工作我同仁不推委責任亦按預定計劃進行完成我農校教師對農業教育應負之重大使命引為欣慰。

自民國三十五年廖校長接長以來本校開始充實設備選聘優良師資最近農業科學館又告落成全校員生踏入研究學術門徑並對於協助農民提高生活水準努力推行政府增產計劃在各科研究會中為討論中心問題故今後本校員生不特僅編撰數種農業叢書供諸社會亦將有更進一步力量貢獻台灣農民尚望我本校員生同心協力有關於農業教育復興農村工作不遺餘力以赴之欣逢我農校農業叢書出版伊始爰書數語以表達嘉農員生工作情緒及所抱之願望也是為序。

民國三十九年三月

朱應其

國立臺灣圖書館典藏
由國家圖書館數位化



肥料學講義目錄

第一章 導論

第一節 肥料之意義及其重要

第二節 植物營養料及肥料要素之意義

第一項 氮

第二項 磷

第三項 鉀

第四項 石灰

第五項 有機物

第三節 植物營養有關之諸定律

第一項 最少養分律

第二項 報酬漸減律

第四節 肥料之分類

第二章 農場肥料

第一節 人糞尿

第一項 人糞尿之性狀



第二項 人糞尿之管理

第三項 人糞尿之施用

第二節 廐肥

第一項 各種家畜糞尿概述

第二項 褥草

第三項 廐肥之生產量

第四項 廐肥之堆積

第五項 廐肥之施用

第三節 堆肥

第一項 堆肥之性質

第二項 堆肥之效能

第三項 堆製場所

第四項 堆之肥製法

第五項 堆肥之腐敗

第六項 堆肥之施用

第四節 綠肥

第一項 綠肥之效用

第二項 綠肥作物之種類

第三項 綠肥之施用法

第五節 油粕

第一項 各種油粕之成分

第二項 油粕肥料之施用法

第六節 灰類肥料

第七節 骨肥

第八節 家禽糞

第九節 魚肥

第三章 化學肥料

第一節 氮質化學肥料

第一項 智利硝或硝酸鈉

第二項 硫酸銨

第三項 硝酸鈣

第二節 磷質化學肥料

第一項 過磷酸鈣

第二項 湯姆氏磷肥

第三節 鉀質化學肥料

第一項 氯化鉀

第二項 硫酸鉀

第四節 混合化學肥料

第一項 過磷酸鈣

第二項 硝酸鉀

第四章 間接肥料

第一節 石灰石

第二節 石膏

第五章 概論

第一節 肥料之分解

第一項 銨化作用

第二項 硝化作用

第三項 硝酸還原作用

第四項 有機物之分解

第二節 肥料之反應

第三節 肥料之配合

第一項 肥料之反應與配合

第二項 肥料要素之變化與配合

第三項 各種肥料之配合

第四項 肥料配合之計算法

5

第四節 施肥

第一項 需肥之推測

第二項 肥料之選擇

第三項 肥料之評價

第四項 施肥之預措

第五項 施肥之方法

第六項 作物施肥之概況

第五節 肥料之試驗法

第一項 試驗之種類

第二項 肥料試驗之方法

第三項 試驗區之處理

第一章 導論

第一節 肥料之意義及其重要

肥料者，爲肥田之物料，施於土壤中，能增加作物之生長與出產者也。於此種解釋，殊覺過於簡單，蓋植物生長繁茂，固需增加直接養分，供其生長，但有若干物質，施於土中僅能改良土壤理化性質或助益土壤中有益細菌之繁殖，或刺激植物之生理，有異途同歸，促進植物生長之功用，亦可視爲肥料，故就廣義言之，凡由人供給之養分，物料，直接能供作物生長之需要，或間接使土壤中所含之物質變爲有效之性狀或改良土壤之理化性質，在適當狀況下，能增加作物之生產或改良品質者，皆可稱爲肥料。

人類最初從事耕種時，一切土地大都肥沃，不需肥料之加入，而植物得以繁茂，蓋往古人口稀少，土地廣闊，植物自生自滅，取之於土之養料，仍還之於土，土力得以恢復，迨至今日，人口漸多，需要日增，土地不得不連年耕種，耕種既久，土壤中養分逐年被收穫物移往市場，以致地力逐年耗竭。故農人欲其生產，不但不減退且保持生產力量於永遠。同時增加產量，改良品質，以產有利之日的時，不能不防止地力之消耗，講求最經濟的植物養料之利用，同時予植物以適宜之環境，俾得利用所施之營養料，得充分生長，凡此攻究各種肥料之種類，來源，性質，配合，施用及宜於何種植物等一種有系統之科學曰肥料學。

植物之於肥料，猶人之於食物，固不可一日或缺者也。農業生產固有賴於品種之改良，雨水之調和，耕作方法等，然關係最切要者，則爲適宜肥料之施用。德德人 Van Soest 氏之研究，假如補助之收穫量爲一百，則其中百分之五十來自肥料，百分之二十五來自耕耘，百分之十五來自種子，百分之十來自耕耘，於此可見肥料與農業之關係。肥料之效用雖因肥料種類，所施之植物與土壤不同而收效各異，茲舉肥料效用之最顯著數端於次：

(1) 供給植物必需之養分。

(2) 增加土壤中之新養分。

(3) 使土壤中含有化學之成分，適於植物之吸收。

(4) 改良土壤物性之性質。

(5) 使土壤中所含有害之有機物變為無害。

(6) 使土壤中不可溶性之肥料變為可溶性以供植物之吸收。

第二節 植物營養料及肥料要素之意義。

凡資植物生育之物料，稱為植物食料，或植物營養料，直接或間接資植物體之構造及其生育者也，此中包括炭、氮、氧、氫、硫、磷、鉀、鈣、鎂、鐵十大元素，然炭、氧概來自空氣，氮、氫則概自土中之水或空氣而來，其餘七元素則取諸土壤者，其供給之多且易，非其他養料所能比。鈣、鎂、硫、鐵之化合物，普通土壤亦甚充分，足敷植物之需要（但有時須補給鈣或鎂之化合物者有之）惟氮、磷、鉀三者土壤中含量既少，而植物卻需之甚切；且吾人年年自土中取去其收穫物，土壤常患此三者之缺乏；故普通之用為肥料，以施作物者，實止於含磷鉀之三要素，即此三者為肥料主要成分，施用肥料，不外補給土壤中此三要素之不足而已；故稱此肥料三要素。然土壤之富於含磷鉀之要素者，若土壤之反應與物理性，不得其宜要素，亦難望豐收，非使用石灰或有機物以改良不可，故含磷鉀石灰及有機化合物五者稱為肥料之五要素也。

第一項 氮 (Nitrogen)

世間作物，除豆料外，無一不須施以多量之氮，而能收穫豐多者，因為植物組織細胞原形質之原料，使植物枝葉繁茂生勢旺盛，若供給不足以致植物生育不良，葉變黃色，但施之過多亦屬不利，因作物生長太旺盛，容易倒伏，植物之細胞液弱減少抵抗病虫害力量，及葉成濃綠色成熟延遲，減少結果量等害。

茲詳述之來源及形態如下。

(一) 亞母尼亞氮氣 (Ammoniacal Nitrogen)

亞母尼亞氮氣空氣中有微量存在，常自空中隨雨水而降下，動植物質腐敗分解亦生成亞母尼亞，除極少數植物可以直接利用亞母尼亞以資營養外，大多數須經過硝化作用，變為硝酸鹽狀態之氮氣而後利用之。

(二) 有機氮氣 (Organic Nitrogen)

氮氣與炭、氫、氧各元素化合時，更與磷及硫磺化合而成各種複雜物質，通稱之曰蛋白質，如此狀態之氮氣，稱有機氮氣。例如屠宰場副產物之血、肉、蹄、骨，及油餅、糟粕、綠肥、廐肥等是也，此外糞尿中尚存有尿素性氮氣，此類物質中之氮氣，必在植物利用之先，經過細菌作用腐敗分解以成簡單化合物，由蛋白質而為亞母尼亞，最終為硝酸鹽。

(三) 空中氮氣 (Atmospheric Nitrogen)

空中游離氮氣佔空氣全體五分之四，即每英畝面積上有七百萬噸之氮氣，但量雖多不能被植物利用，只有荳科植物間接的由根瘤菌之共生關係而得其供給。

(四) 硝酸態氮氣 (Nitrate Nitrogen)

土壤中有機質在適宜溫度水份下，因細菌作用分解而為亞母尼亞，再變為亞硝酸及硝酸，遇土中鹼性物質，例如碳酸石灰，遂成硝酸鈣，如此作用稱為硝化作用，此種形態之氮氣，稱為硝酸態氮氣，植物所能利用之氮氣以此為主，但不易為土壤所吸收，常隨水而流失。

第二項 磷 (Phosphorus)

磷為各種作物生育中必要元素之一，尤以栽培穀類之土地，感覺磷酸之缺乏，故宜特別補給之，磷對於植物之功用：一，植物細胞核之構造必需磷酸，缺磷則細胞不克繁殖，植物生長也當停止。二，可促進

植物早熟且結實充盈果實良好。三、植物體強狀增加抵抗病虫害力量。如磷酸供給不足時，植物即發生：
 (1) 莖葉呈濃綠色。(2) 分蘗加多。(3) 葉穗長着粒少(4) 出穗和成熟延遲。至於植物所需之磷質有有機態和無機態二種，茲述於下：

(一) 有機態之磷，為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，卵黃素等，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。即磷酸一鈣，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，可以直接為作物所利用，肥效甚速。磷酸二鈣如沉澱磷酸鈣，不溶於水，而溶於檸檬酸溶液，可為植物所利用惟肥效較前者稍緩。磷酸三鈣如骨，燻化石，海鳥糞，磷灰礦等，不溶於水也不溶於檸檬酸溶液，非用硫酸鹽等溶解成磷酸一鈣或二鈣，不能為作物所利用，故肥效甚遲。磷酸四鈣也必經土壤中炭氣二氣改變成磷酸一鈣或二鈣不能為作物所利用。

第三項 鉀 (Potassium)

鉀亦為植物生育上所必要之成份，多存於綠色植物之表皮及髓之柔組織，與炭化物之同化作用有密切之關係。鉀對植物之功用：(一) 和澱粉之合成及搬運有密切關係。(二) 幫助蛋白質構成。(三) 植物莖桿堅固增強抗病虫害力。(四) 樹齡延長。(五) 果實色澤及風味良好。(六) 煙草氣味芬芳並且增加燃燒性。(七) 增加甘蔗，馬薯，甘藷等糖類和澱粉等，反之若鉀供給不足時，即引起：(一) 米粒小而輕品質不良且多青米。(二) 分蘗多且莖葉伸長。(三) 葉色暗褐質軟弱易發生赤褐色斑點。(四) 葉彎曲而萎縮。(五) 澱粉和糖份減少等。植物所利用之鉀質肥料，計有二種：

一、有機態鉀多存在於植物質肥料如醋酸鉀 (Potassium acetate) 棧酸鉀 (Potassium oxalate) 酒石酸鉀 (Potassium tartrate) 檸檬酸鉀 (Potassium citrate) 等，均須經分解變成無機態之鉀後

方可爲作物所利用。

二，無機鉀之最普通者爲碳酸鉀，硫酸鉀，前者爲木灰之主要成分，後者爲鉀鹽之主要成分，此二者皆可溶於水其效頗速。

土壤中鉀之給源雖較之氮氣及磷酸遙爲豐富，而其大部份爲不溶性且植物攝取之者也多，故宜用爲肥料而補給之。

第四項 石灰 (Lime)

據地質學者研究，地殼中含有石灰甚多，約佔全量六分之一，惟因地壳之最外層，耕用已久，年受有機酸及無機酸之作用，土中不可溶解之石灰，經溶解後由地水流失。加以植物每年吸取甚多，故有施用之必要，一則可改良土性，二則補給作物營養料。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 (Organic matter)

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，是以同時又爲間接之肥料。有機物經施用後，則成腐植質，其於土中之效用可以(一)增加土壤之黑色，而增加吸熱力，(二)增加吸水力及保肥力，(三)改良土質精重鬆之過與不及，(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，但施用過度，亦非所宜，是在用之者折衷而爲之。

第三節 植物營養有關之諸定律

第一項 最少養分律 (The Law of the Minimum Nutrient)

肥料三要素各得其適量，而始呈完全之效能，三要素中若缺其一或二，其他之要素雖供給極豐，作物之收量決難達高度，今若土壤中磷酸不足，鉀雖多而爲最少量之磷酸所支配，惟其與磷酸相當之部分克

奏功效，其餘氮鉀絕無效果也，此定則曰最少養分律 (Law of Minimum Nutrient)。譬之三脚之桌，有一脚稍短，如欲求平，非截去其他二脚，而使之與短脚適當相吻合不可也。今設一種土壤，其中所含：按上列之養分，僅可產米一石；若施用多量氮質之肥料，亦不過產生兩石而已。蓋因土中僅含供產兩石之磷酸；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。



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

氮質 可供米一石之生產

最少分律圖解

第二項 報酬漸減律 (The Law Of Diminishing Return)

報酬漸減律乃普通經濟學上之定律而援用於植物營養者，謂一定面積之土地，其出產雖常隨肥料之施用與資本之投入而增加，然其增加之收益，至某限度時，則漸次減少，甚至所增加之收益尙不足肥料與

人工之投資，此即謂報酬減律是也。

故施肥量依作物土壤詳加試驗，求其增加率至某程度而後止，過量之施肥，不但虛耗金錢，有時且屬有害。

今有一例以說明之，假定某地磷鉀二成分充分施予，氮素漸次增加，作物之收量與施肥量之關係得由次表解釋之。

肥料漸減律之證明表

每畝施肥量	產米(擔)	比較無之增收量(擔)	對於無肥十斤增收比率
0斤	0.65	0.00	0.00
5斤	1.83	1.18	2.36
10斤	3.38	2.73	2.73
15斤	6.23	4.58	3.05
20斤	6.03	5.38	2.69
25斤	6.51	5.86	2.34

由此可見每畝之肥量以十五斤為最有利，此點即所謂經濟的最大收益數量，最宜注意者也，超過此點作物不能盡量利用以致流失，同時土壤溶液有過於濃厚，害及植物生育之虞。

第四節 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詳述於後：

(一) 以肥料之機體分：

一、有機肥料 (Organic manure) 此種肥料，含有機物極富，取材於動植物。如人糞尿，廐肥，豆餅，魚肥，骨粉，堆肥等。

二、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，湯姆士燐肥 (Thomas slag) 硫酸銨，骨炭，骨灰，草木灰，石灰，食鹽等。

(二) 以肥料之效驗分：

一、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。

二、間接肥料 (Indirect manure) 此種肥料，不含三要素，植物也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，成植物容易吸收之物質，或具束滲植物，使其生理發生作用，而促進生育，或具堆肥有益微生物之發育，而使土壤中植物易於吸收。

(三) 以肥料之來源分：

一、動物質肥料 (Animal manure) 此種肥料，為動物之排泄物，及其屍體。其中所含肥分以氮為最多，磷酸每合於骨粉之中，分量也屬不少，骨質則甚缺乏。動物糞之肥料，功效應計和物質與量迅速，若從學理上性質比較之，則動物質肥料為最速，然其肥分頗濃厚，故仍列於骨質單位。此種肥料如人糞尿，廐肥，魚肥，骨粉，血粉等是也。

二、植物質肥料 (Vegetable manure) 此種肥料為植物之一部分或其全體，富於有機質及多，燐質較乾少，為常缺。施於土中，其有機部分可以改良土壤，至有棉質中發生之棉韌素，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，實為佳良肥料之一。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、油粕等是也。

三、鑄物質肥料 (Mineral manure) 此為無機物之肥料，多由鑛石中取得之，成分各有不同，有含三要素之二者，有含三要素之一者，三要素完全者極少，甚有並三者而無之，惟藉其力以使他種肥料力得以顯著而已。此肥料如硫酸銨，過磷酸鈣，石灰是也。

(四) 以效驗之遲速分：

一、速效肥料 (Quick acting manure) 此種肥料，所含多植物養分，多成可給之狀態，或容易腐爛之肥料，施用之後，植物極易吸取，如腐熟糞尿，血粉，智利硝，硫酸銨等是也。

二、遲效肥料 (Slow acting manure) 此種肥料多缺少可給態之養分，或難於腐敗之肥料，植物不易吸取其養分，如蘆桿，骨肥等是。

(五) 以肥料之養分分：

一、氮質肥料 (Nitrogenous manure) 此類肥料含有氮質甚富，如智利硝，人糞尿等。

二、磷酸肥料 (Phosphatic manure) 此類肥料，富於磷酸成分，如骨粉，磷酸鈣等。

三、鉀質肥料 (Potassic manure) 此類肥料中，鉀質含有甚多，如草木灰，鉀瀉鹽等。

肥料中含有三要素者名曰完全肥料 (Complete manure) 缺一或缺二要素者名曰不完全肥料 (Incomplete manure)。

(六) 以出產之來源分：

一、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，用之肥料者也；其所合成成分甚濃厚，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。

綠肥，人糞尿、廐肥等是也。

(二)天然肥料 (Natural Manure) 凡不屬於人造肥料之肥料，皆為天然肥料，亦稱農場堆肥，如總以上所分肥料之分類，計有六種，茲為簡明計，表列於次，惟有機及無機二者則不與焉。



複習一

- (一) 肥料之意義如何？
- (二) 肥料之功效如何？
- (三) 略述植物之營養料：
- (四) 略述銨磷鉀之來源及形態：
- (五) 略述銨磷鉀石灰及有機物質對於植物之功用：
- (六) 何謂最少養分律？
- (七) 何謂報酬漸減律？
- (八) 簡作肥料之分類：

第二章 農場肥料

第一節 人糞尿 (Human excrements)

人糞尿爲人類排泄之糞與尿之混合物，在我國及日本自古以來羣視爲重要之肥料，而在歐美各國，則多與灶厨之污水，自陰溝排出，導於河海中，蓋歐美各國畜牧事業發達，有家畜糞尿可資利用，而化學肥料又大量製造，故不重視此物，而我國及日本等處畜牧事業及化學肥料工業均不發達，故視人糞尿爲主要及最經濟之肥料，通常亦稱下肥。

等一項 人糞尿之性狀

人糞尿之性狀，視食物年齡健康及其勞動之狀態如何而異。

(一) 糞——爲食物入體後，經消化吸收種種作用而最後未消化之渣滓排泄於體外者。爲固體狀，比重 $1.025 \sim 1.068$ 含有揮發性之脂肪酸及硫化氫等臭味並多種細菌等，就色澤言，哺乳兒童之糞呈黃色，混食者呈青褐色，就肉食者呈黑褐色，素食者呈微綠色，病者呈灰白色，黃灰色或橙赤色，服藥者視其藥劑而呈種種之色，就反應而言，混食者呈中性或鹽基性反應，肉食者呈鹽基性反應，乳兒及素食者呈酸性。就成分言，肉食者富於鈉素磷酸次之，鈣更次之，素食者富於鈣質而乏磷元素。就人之年齡而言，因幼年者尙在成長，致植物之養分，多爲骨及肌肉等發育之用，而其排泄物之肥料成分，遂較壯年者少。

(二) 尿——食物消化後營養料滲透於血液中，經種種生理作用，分解營養料爲生活力之根源，其部分廢物，濾出於腎臟，自膀胱及尿道排出即謂之尿。爲一種液體比重爲 $1.02 \sim 1.03$ ，含有多種可溶性酸類並含有有機酸如尿素，尿酸及馬尿酸等。就色澤而言，健康者呈微黃色，病者呈灰色或深黃色，就反應言，新鮮之尿呈酸性，腐熟者呈鹼性，因其已自尿酸等變爲碳酸鈉也。就成分及生活程度而言，肉食者富於氮

素，鉀次之，磷又次之，菜食者鈣磷二元素含量均較少而含鉀之百分數則反增加。

茲示一般平均成分如下表：

成分	類別	
	糞	尿
全乾物	133.00	1200.00
有機物	33.00	64.00
全氮	25.50	50.00
灰	2.10	12.10
磷	4.50	14.00
加里	1.60	1.78
加	0.64	2.29

人糞尿混合成分數	
水分	93.07
有機物	3.40
灰分	1.60
氮素	0.51
磷酸	0.13
加里	0.27
食鹽	1.02

第二項 人糞尿之管理

新鮮人糞尿，施用於作物，往往作物凋萎，甚至枯死。故糞尿須先加以管理貯藏，俟其腐熟而後始用之為肥料。貯藏時期夏天日子較少冬季則較長日時才得完全腐敗，如欲促進人糞尿腐熟之速度，可加大豆粉約每千份中加二份在攝氏三十度中加25°C左右時，約經一二日即腐熟完全，蓋大豆中亦有尿素分解菌之

存在也。

腐熟人糞尿，足資作物之營養，而其新鮮者，則能使作物凋萎甚且有枯死者，茲說明新鮮人糞尿不可施用之理由如下：

(一) 新鮮糞尿中，含有素尿，此物不為土壤所吸收，土壤濃液之濃度增大，即阻止植物根之吸收作用，植物因之凋萎，而腐熟之糞尿，尿素變為亞母尼亞，而亞母尼亞易為土壤所吸收，故施用腐熟糞尿於普通耕土，土壤中溶液度無甚增加。据多數之試驗成績，凡土壤溶液之濃度超於0.5%時，則害植物之生育，新鮮人糞尿概含0.5%之尿素與1.5%之可溶性鹽類，雖加三倍之水以稀釋之，其濃度尚超過0.5%，以其阻礙根之吸收作用而致凋萎也。

(二) 施用新鮮之糞尿時，人尿之主成份之尿素不為土壤所吸收，故因雨水灌溉水之接觸或漏洩於下層土或流至他處成為損失。由是觀之施用新鮮糞尿不惟有害作物，且損失其尿素之一部分，此人糞尿所以必待腐熟而後施用之也。

人糞尿必待腐熟而後用之，其理由上既述之矣，人糞尿腐熟時所生之亞母尼亞及尿酸亞母尼亞，皆為揮發性，若貯藏不得其宜，勢必至養分飛散，損失正巨，此貯藏所以極宜講求也。凡揮發性物質，難於保存，管理得法與否，影響經濟甚大，經各方研究得其要點為下：

- (一) 溫度愈高，尿素之損失愈大。
- (二) 空氣愈流通，尿素之損失愈大。
- (三) 尿素愈濃厚，尿素之揮發愈增。
- (四) 貯藏愈久，尿素之含量愈減。

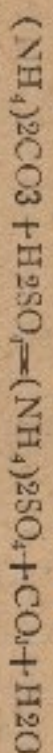
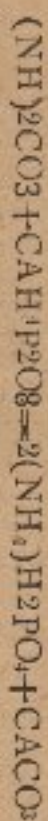
觀此，於貯藏糞尿之際，宜注意下列幾點：

- (一) 貯藏之坑或缸，上宜置蓋，以減空氣之流通。否則空氣流動甚速，亞母尼亞發散必大，肥分

因之減少。

(二) 貯藏之所，宜設陰冷無日射之處，不然日光強射，溫度即行增高，糞中亞母尼亞發散量亦增大。

(三) 糞尿如須久藏，宜加少許過磷酸鈣，使揮發性之亞母尼亞，變為不揮發性者。



因過燻鈣其主要成分為磷酸一石灰，而又含有硫酸石灰，與少量之游離硫酸，呈酸性反應，若以之與腐熟之糞尿混合，則起複分解作用，生磷酸銨 (Ammonium phosphate) 或硫酸銨。故亞母尼亞悉為之固定。此法既是防亞母尼亞之飛散，而又是補充糞尿之磷酸，實一舉而兩利也。

(四) 貯藏之糞尿，宜用水稀薄之，因水分多，則糞中之亞母尼亞發散量即少矣。

第三項 人糞尿之施用

人糞尿腐熟後，富於可溶解之養分，而其中所含氮質，約有百分之八十變為阿母尼亞，故施用於作物，收效甚速，故有速效肥料之稱；人糞尿之施用法，視所定之目的而不同：一為基肥用者可以和水施用，且一次所用之量甚多，隨施隨覆以上，其深度最多以一尺五寸為限，再深即無微生物作用也。另一為補肥用時，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。然實際工作時，有應行注意數事茲舉之於下：

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

(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，不宜灑水，以防肥分損

(三) 在作物生長期中，施用補肥時，人糞尿不可一次多用，宜分次施之。

(四) 砂質土壤，缺少吸收養分力，人糞尿尤宜分多次施用。

(五) 施用人糞尿時，切忌污及作物之葉，因濃厚者能使作物之葉枯萎。

(六) 人糞尿可與磷肥，堆肥及過磷酸鈣同用，但不可與石灰及草木灰同施，蓋石灰木灰能使糞尿中亞母尼亞易於揮發也。

(七) 人糞尿為速效肥料，富含養質，若施用於缺少磷及鉀之土壤中，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，蔬菜等收功尤大。

(九) 欲人糞尿腐熟迅速可加大豆粉或大豆蘗葉之浸汁。

複習二

- (一) 人糞尿中各成分之百分數如何？
- (二) 如何處理可促進人糞尿之迅速腐熟？
- (三) 新鮮人糞尿爲何不能施用？
- (四) 人糞尿貯藏時應注意何些事項？
- (五) 人糞尿久藏時應如何處理並詳述其理？
- (六) 人糞尿施用情形如何？
- (七) 人糞尿施用時應注意何些事項？

第二節 廐肥 (Farmyard or Stable Manure)

廐肥者，家畜之排泄物，與畜舍中鋪墊之褥草及家畜飼料殘屑之混合物也，其中含有磷鉀三要素，且富於有機物，不僅可以茁壯作物兼可改良土壤，在歐美等國，業發達之國，廐肥用之極多，故有「無家畜無肥料」之諺，廐肥有數種，馬房所產者曰馬廐肥，牛欄所產者曰牛廐肥，豬窠所產者曰豬廐肥，羊牢所產者曰羊廐肥。其多寡成分燥濕精細等情形，亦視其家畜種齡年齡飼養之目的，飼料之種類及其多寡而有所不同，固不可一概論也。

第一項 各種家畜糞尿概述

家畜糞尿之成分，因其種類而殊，即其種類相同而因飼畜目的等等各種情形不同而有異。茲分別述其概況如下：

(一) 牛之糞尿

之牛糞尿之成分互有異同至其平均成分如下：

所含各成分	糞	尿
水分	80.00—85.00%	92.00—95.00%
有機物	14.60	2.30
氮素	0.30—0.45	0.6—1.2
磷	0.15—0.25	痕跡
加里	0.05—0.15	1.3—1.4
灰分	1.90	3.1

由上表視之，可知牛之糞尿水分極多，而尿中絕無磷酸，又牛糞之所以富於水分者，由於牛飲水之量，比之其他家畜多，微之實驗，牛所飲之水與所食飼料中乾物之比率為四與一，若以根葉青草等為主食，榨乳或使役後則飲水更多，此時水與乾物之比為六與一，牛糞由於水分而咀嚼飼料又極精細，故其糞質頗緻密，而腐敗酸酵較遲，其效性不免遲緩，故有冷性肥料之稱，施於砂土或缺乏有機質之溫暖土壤最為相宜。

(二)馬之糞尿

馬之糞尿性狀與牛糞大異，堆積馬糞則易引起酸酵作用，腐敗之際溫度頗高，故有熱性肥料之稱，平

均成分如下：

所含各種成分	糞	尿
水分	76.00%	87.00 — 92.00%
有機物	21.00	6.90
氮	0.40 — 0.55	1.30 — 1.50
磷	0.20 — 0.30	0.00
加里	0.35 — 0.45	1.25 — 1.60
灰分	3.15	3.10

由上表觀之，馬糞較之牛糞富於有機物，氮素及磷酸可以知矣，馬糞易於發酵，故為速效熱性肥料，然其堆積中發熱過烈之亞母尼亞性氮素易於揮散，故非時加以水，調節其溫熱不可。馬糞異於發酵者，由於其水分少，含氮素有機物多，且其質疏鬆，易於流通空氣，極適於微生物之作用，而馬糞所以富於氮氣，有機物而為粗鬆性者，因馬之消化力弱，不如牛之消化力強，此所以多量之含氮氣，有機物及纖維，脫消化作用而排泄於糞也。

馬糞用於潤溼或黏瘠地，肥效顯著，且能使土質澎軟，改良其理化學之性質，若施之土質鬆之地，則分解更易，土地組織之度益增，其結果必不良。要之馬糞之性質與牛糞相對，能混合此二者製成堆肥，則性質中庸，無驗何種皆可施用矣！

(三) 羊之糞尿

羊之糞尿性質頗似馬糞尿，腐敗後肥效甚速，其平均成分如下：

成分	糞	尿
水分	57.00—63.00%	80.00—85.00%
有機物	24.00—37.00	5.00—0.00
氮	0.70—0.80	1.30—1.40
磷	0.45—0.60	痕 跡
加里	0.30—0.60	2.10—2.30
灰分	3.00—5.70	3.20—6.00

由上表觀之，羊糞比馬糞更富於有機物，氮素及磷酸，家畜糞尿中最濃厚者也，且羊飲水少，故水分也不多，雖糞液密無異牛糞而酸酵迅速類似馬糞，亦有性肥料之稱，其管理法與施用馬糞同。

(四) 猪之糞尿

猪之糞尿平均成分如下：

由上表觀之，豬之糞尿、水分較牛之糞尿更多，氮素以及其他成分亦富，而其有所所以乏於肥料成分者，皆以爲豬之飼料多爲各種廢物，苟以豆腐粕，醬油粕，油粕，麥類等供給之，則其糞尿當也富於養分，改豬之糞尿，也有不可一概而論之者也。

比較各種家畜糞尿可得下列幾點：

- 一，以尿中較富，馬尿及羊尿中尤然，以無水物言，豬糞所含氮素略高。
 - 二，磷大部分存在於固體部分，液體中幾無有或極少量，豬尿例外。
 - 三，鉀大部分存於尿內，如以無水分之物質以資比較，由下表觀之愈爲顯著。
- 無水物糞尿內鉀物養分量：

成分	糞	尿
水分	80.56%	97.60%
有機物	15.00	2.50
氮素	0.50——0.60	0.30——0.61
磷	0.45——0.60	0.07——0.15
加里	0.35——0.50	0.20——0.70
灰分	2.16	1.44

家畜	排泄物	氮 (N)	磷酸 (P ₂ O ₅)	加甲 (K ₂ O)
馬	糞尿	2.20 %	1.20(0.53p.)	1.60(1.33k) 12.50(14.40k)
	糞尿	13.50		
牛	糞尿	2.65	1.35(0.60p.)	0.65(0.54k) 17.00(14.10k)
	糞尿	12.50		
猪	糞尿	2.70	2.50(1.10p) 4.00(1.75p)	2.00(1.65k) 15.00(14.5k)
	糞尿	13.00		
羊	糞尿	1.90	1.25(0.551p.)	1.50(0.5k)
	糞尿	9.00	0.5(0.151p.)	14.00(11.60k)

第二項 褥草

畜舍中應有褥草，目的甚多，一則可以吸收家畜之糞尿，以免過量尿分之損失，且可清潔畜舍，一則可以爲家畜作溫暖臥褥，保持體溫，兼防畜體污染也，褥草之材料，因地因時而異，種類甚多，大抵爲穀類之稿桿，海草，落葉等，以稿桿爲最適宜，因稿桿之吸尿力既強，而分解也緩，故糞尿之腐熟，不致失於過速，至於海草類，富於氮氣及加里，固能增肥之價值，但以之作草褥，究不若稿桿之佳，又如秋季之落葉既乏養分，表皮又較硬，故吸收水分之力亦薄，且便氣肥固結，因之分解過遲，施肥上既有困難，是落葉又非適用之物也。

茲將各種褥草之成分表列於下：

類別	成分		有機物	氮	磷	鈣
	乾草	水				
水	14.30	78.60	0.63	0.11	0.85	
陸稻	14.30	77.90	0.97	0.10	0.85	
小麥	14.30	81.10	0.48	0.22	0.63	
大麥	14.30	81.10	0.64	0.29	1.07	
豌豆	16.00	79.70	1.04	0.35	0.99	
蠶豆	16.00	79.50	1.63	0.29	1.91	
大豆	14.00	82.80	1.31	0.31	0.50	
燕草	10.00	77.80	1.40	0.40	1.60	

第三項 廐肥之生產量

廐肥爲家畜之尿及糞草而成，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，則注重於糞尿及褥草二者，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，褥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，以口代之即爲：

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

而新鮮糞肥中之乾物量，僅佔全量四分之一，而水分則佔有四分之三。故求厩肥之產量，應以四乘之即得：

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

由是以觀，家畜每日厩肥之產量，即為其每日所食物料中乾物量之三倍也。

「計算厩肥係數」厩肥產量，用上法計算之，固甚準確，茲另有一法，是用係數者，假設體重一千公斤之役牛，每日所食飼料之乾物量為二十四公斤，則準諸前法，以三乘乾物量之二十四公斤，得七十二公斤，即為厩肥之生產量，如以其體重一千公斤計，則每日體重每公斤應產厩肥為〇，〇七二公斤。此〇，〇七二公斤即為牛每日所產厩肥之係數。以此係數乘其體重，即得厩肥之產量。據試驗得中熟厩肥之生產量。各家畜體重每公斤每日所產厩肥之係數如下表：

牛	0.063
馬	0.043
羊	0.042
豬	0.039

以上列之係數，各依家畜之種類，乘其體重，即得準確之中熟腐肥生產量。今各地畜牧場計算腐肥產量，均以此法推算之。

第四項 腐肥堆積法

腐肥不論新陳，均可施用，新鮮腐肥，含有機物甚多，故施用之後，既可肥田，又能改良土質。至腐熟腐肥，若處理得宜，肥分並無損失，惟有機物減少，對於土質改良上，微有不利。通常腐肥，均先堆積，使之腐敗，然後施用，如處理得宜，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。茲將堆積場所之位置，構造及堆積上應注意各點列如此：

(一) 堆置腐肥之處所，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) 堆置腐肥之地，宜用磚及水門汀做成斜勢，既不透水，又利流水，於其低處設一深淺適當之溝以貯汁液。

(三) 堆置腐肥之處宜蓋草頂，四週設四尺高之短土圍，圍與屋簷之間，宜掛草席，藉避風日。

(四) 堆置之腐肥，務須壓緊，堆中宜有適度之潮溼，最好不時取堆旁溝之污液，注於堆肥，以免阿母尼亞之發散。

(五) 腐肥堆置之高度，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) 腐肥堆宜不時翻動，將內部之腐肥翻至外部，外部者翻至內部，俾可內外同樣腐熟。

第五項 腐肥施用法

腐肥經長期之堆積，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，即將腐熟腐肥，散佈地面既澆且勻，用耙耨之以土，以防養分之損失。如因特別情形，不克即時施用，宜將腐肥堆成小邱，上覆泥土，以防風雨，腐肥除堆積令之腐熟後施用外，新鮮腐肥，亦可施用。

其危險性，不及新鮮人糞尿之大。維須視土質之輕重，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而有不同。新鮮厩肥，水分較多，所含物質，均未分解。以之施於砂土，最為相宜，因砂土孔隙多，空氣流通得宜，因之所施新鮮厩肥中之微生物，繁殖甚盛，分解可以進行，陸續可變不可給態之物質為可給態，以之供給生長較長之作物。至腐熟厩肥，其中物質已全部分解，施諸粘土，雖其中空氣不甚流通，微生物生長不易，然厩肥既經腐熟可立即為作物所吸收，土地及氣候之寒冷，無礙於腐熟之厩肥，即施用較深，作物也得之利用之也。

茲將使用厩肥時應注意各點列如此：

- (一) 新鮮厩肥，入土宜淺，腐熟者宜深。
- (二) 粘重土及寒冷土中施用厩肥宜淺，輕鬆土及溫暖土宜深。
- (三) 粘重土及寒冷土宜施用腐熟厩肥，較鬆土及溫暖土用中熟或新鮮厩肥。
- (四) 如改良土中物理性質，宜用新鮮厩肥。
- (五) 生長期短之作物，用腐熟厩肥，期長者，用中熟或腐熟厩肥。
- (六) 厩肥屬遲效肥料，可用作基肥，於播種或移植時施用。
- (七) 馬糞因易發酵分解生熱，故常作溫床之材料。
- (八) 新鮮厩肥不宜與硝酸性肥料混用，以防還原菌之作用，而生游離氨氣。

- (一) 比較牛馬糞性狀及肥效？
- (二) 略述畜舍海草之功用？
- (三) 略述廐肥生產量之通常計算法？
- (四) 詳述以廐肥係數計算廐肥生產量？
- (五) 堆置廐肥時應注意何些事項？
- (六) 詳述廐肥之施用情形？

第三節 堆肥 (Compost Manure)

堆肥者，乃一切廢棄無用之物，如落葉，殘枝，蘆葦，骨灰，血粉，動物死體，塵芥，糞殼，糞芒，泥炭，肉屑，草屑，角蹄，污水，糞尿，草木灰等等經堆積之後，令其腐熟，而利用之為肥田者是也。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，為他種肥料所可及。多加堆肥含有多量有機物以改良土性，誠農家最經濟最有效之肥料也。

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。茲述堆肥性質如下：

(一) 富於溶液之物質：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敗，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，繼續腐爛分解，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，均次第分解，所成易於揮發之物質甚多，其中以亞母尼亞最爲重要，應設法防止之。

第二項 堆肥之效能

堆肥原料，動植物三者均有，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，或利於土壤之改良，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，堆肥既有肥供給植物養分之能，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，以之施於鬆軟之土，可以增加其粘性，施於粘重之土，可以減少其粘性，而使其膨軟鬆。

(三) 增有機物：堆肥中有機物甚多，施之土壤，則土中有機物因之增加。

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

(五) 增加水力 輕鬆之土，水分，失之過少，粘重之土，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，因堆肥質多孔，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，不為雨水所沖矣。

(七) 增進氣性 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，堆肥中所含水分，可以調濟之。雨水過多，堆肥可以蓄蓄之，使土壤不致於有過乾過溼之弊。

(九) 促進溶解 土壤中藏所可為植物利用之肥分，而其未溶解者，遇有堆肥，分解即速，因堆肥於腐爛之過程中，起種種化學作用，更不可溶解之物遂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，此為植物直接可以吸收者，至施用後，讀主產者尚不及。

(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，凡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) 清潔地方 污物塵灰，隨處遺棄，有礙於衛生，若利用之所為堆肥，則不但廢物利用，且可清潔地方。

(十四) 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。

(十五) 殺虫滅菌。堆肥在腐熟期中，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 堆製場所

欲得理想之堆肥，必須設有合理之堆肥舍，堆肥之位置應近畜舍，以便於搬運家畜糞尿，若位於南面時，宜有樹木，建築物等陰掩物為佳。茲述理想堆肥舍之條件如下：

(一) 場長宜南北長而東西短。

(二) 場屋之柱根，柱脚宜用石板或塗以松柏油，或將柱脚外部略為燒焦，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，以粘土六分，石灰四分，食鹽半分混合之，以防堆肥之滲洩於土中。

(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。

(六) 擇搬運材料便利之處，且須接近田地。

(七) 擇日光不直射，急風不直吹，終年溫度變化甚少之處。

第四項 堆肥之製造法

(一) 堆積法：

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。製造堆肥，應於事前將堆製原料預備齊全，移於堆製場所，先以膠糠、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之一尺，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，繼續中央。築一節，加水一次，蓋土一層。直至高遠六七尺，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。

(二) 水分之供給

供給堆肥水分，為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，且內部材料每多變為灰白色，腐敗中止，肥分損失。故當堆肥內部溫度昇至 70°C 時，即應給堆肥注人和當之水，減其熱度，但有經驗之人，固可於堆肥之外表面可察得肥料之需水與否，然無經驗者，亦可以法測知之，即以六七尺長之竹竿或木棍，插入肥料，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，加水時四週宜多，中部較少，因四週易於蒸發也，通常注用之水，以溝水，污水尿水及堆肥場所流出之液為最佳，清水次之。注水之次數及分量時期，視材料而有不同，概言之夏季每隔五六日注水一次，冬季每隔十日注水一次。

(三) 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，過熟部分，肥分損失，未變之處，物質未改。若以施諸田畝，必致作物發育不齊。故堆肥必須翻拌，使其全部腐熟均勻，堆肥之適當時期，視製造之時期及材料而有不同，普通在堆發生高熱時即可舉行，把握驗戶得，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；冬季則期長而次數少。惟翻肥之時，堆肥內部溫度非每次均高，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。

第五項 堆肥之腐敗

堆肥之腐敗，乃由細菌生而起，其中細菌之種類雖甚多，但可大別為好氣細菌 (Bacteria) 與嫌氣細菌 (Fungi) 兩種。好氣菌多生於空氣流通，溫度及溼度良好之處。好氣菌有硝化細菌 (nitrifiers) 與還原細菌 (Denitrification Bacteria) 分，硝化細菌又有二種，一曰亞硝酸菌 (nitroco-1-keria) 可將亞母尼亞變為亞硝酸。一曰硝酸菌 (nitroco-2-keria) 變亞硝酸為硝酸。至於還原細菌則化硝酸為亞硝酸，化亞硝酸為亞母尼亞，化亞母尼亞為游離氮氣。

好細菌之發酵分解，以其素之供給充分，故有機物之分解急劇，分解時發生二氧化碳，亞母尼亞等氣體，亞母尼亞更氧化而為亞硝酸及硝酸。好氣性發酵之作用愈盛，則堆積物中之溫度愈高，其溫度可達攝氏四度至五十度，有馬糞或羊糞之場合可達攝氏七十度至八十度，當溫度超過二十七度時，亞母尼亞即盛行揮發，故宜時之積澆，並注以污水或肥液，使溫度降下，保持攝氏二十五度至三十度為宜。反之，當堆積物堆積密時，空氣供給不充足，嫌氣菌盛行繁殖，而堆中之嫌氣性發酵作用，較好氣性發酵較為遲緩，而發熱小，溫度大抵不超過攝氏二百度至三百度，因之氮素之損失少，並將堆積物堆置緊實，可避免好氣菌之急劇分解作用，而使嫌氣性細菌之作用為有利。此為堆肥中變化之大概情也。

由上所述，堆肥中須大量之細菌素，方有旺盛之發酵作用促使其腐熟，但細菌本身繁殖時須有氮素化合物之供給，故堆積物中必須混入糞尿等含氮素多之物質。又促進堆肥之腐熟，有製成各種堆肥素推廣

或發售者，如英之 V.P.O.，日本之體作素，堆肥素，磷酸素等，我國福建農試場曾有堆肥素推廣，此等物主要者正促進堆積物中細菌之繁殖或用以接種。以馬糞十升，米糠六升，水十升之比例混合堆置一星期後，和入堆肥中，對促進其腐熟，頗為有效也。

第六項 堆肥施用法

施肥，所以資長生物者也。然施之不得其當非唯無益，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，是可知肥料施用不可不講矣。堆肥一物，施用之後，雖不加入糞尿之有害，然不免有過分損失之弊，茲舉施用之諸要點於次：

(一) 堆肥效用比較遲緩耐久，宜作基肥。

(二) 堆肥對於砂土，重粘土，瘠薄土可以多施。

(三) 施用堆肥於冬作物收穫後，可於各作物之畦間或新畦之兩側而施用之。

(四) 適用於冬作物時，可將畦頂挖開，施肥其中，與土混合，如施於畦間或根下，不可靠近根際。

(五) 生育極短之作物，用腐熟堆肥，生育多者用半熟堆肥。

(六) 施用堆肥，宜用土蓋，不可露出，但也不可蓋之過深。

(七) 堆肥與他種肥料均可混用，故於勞力時間均省。

(八) 堆肥施用之時日，如已預先確定，可於確定日之四個月前，製造堆肥。

複習四

- (一) 製造堆肥之原料爲何物？
- (二) 堆肥之性質如何？
- (三) 簡述堆肥之價值？
- (四) 理想堆肥舍必之條件如何？
- (五) 略述堆肥方法？
- (六) 堆肥之水分如何供給？
- (七) 堆肥翻肥情形如何？
- (八) 略述堆肥中之變化情形？
- (九) 施用堆肥法之注意點如何？

第四節 綠肥 (Green Manure)

綠肥云者，栽培青草嫩莖等生鮮植物，在一定時期犁入土中，藉以增加有機質增進或改良土壤性質以適於作物生長之謂也，俗稱青草，用於此等目的之作物稱綠肥作物 (Green manure crops)。有時培植於他種主要作物之後，使被翻地，使土中肥分不至因秋冬之季，暫時休耕而流失以去，故有時名之爲被覆作物 (Cover crops)。如果樹園中行列間所種植之作物，其目的在被覆地表，可謂之被覆作物。但將莖葉犁入土中，則又可稱之爲綠肥作物矣！

第一項 綠肥之效用

- (一) 增加土壤中之有機物——生鮮植物腐敗而成多量腐植質有機成分而增加土壤中之有機質。

(二) 保持土中之可溶性植物養分——土地當休閒時期中，硝酸態氮氣由下述二種原因而損失：一，硝酸鹽損失於排水中；二，腐化而放游離氮而揮發。若土壤栽培綠肥作物，則可溶性養分之流入排水者可以免去，即有也為植物生長所利用，在此情形之下，硝酸態之變成游離氮而損失者，亦將減少。

(三) 增加氮質——豆科作物之用作綠肥者，因其根瘤菌可固定空中氮素之故，而增加氮量於土壤，且綠肥作物分解後，亦可變成硝酸態氮。

(四) 使植物養分濃厚——若植物之根部，能深入心土，則土中各部分之氮，磷，鉀化合物，可聚集一處，待其腐爛表土後，有濃厚植物養分之效。豆科植物，不特可以集中心土中之氮氣，且有利空中氮素之力。

(五) 從心土中運送植物養分——深根植物，可吸收心土中之養分，移於表土，以為後作物之利用。

(六) 改良心土——綠肥作物之生長根者，能深入心土，當其腐爛時，可使空氣流通，水分容易滲透。

(七) 可免雜草之生長——綠肥作物，繁殖力極大，若以之種於桑園或果園中，即可以用之為綠肥，又可免於雜草之生長，誠一舉二得之事也。

第二項 綠肥作物之種類

凡屬植物，均可以作綠肥之用，而選擇何種植物為綠肥，當以各地之土質氣候，輪作次序，栽培目的，綠肥之肥料價值而定。作物中之用為綠肥之目的者可分為：

(一) 豆科綠肥 (Leguminous green manure) 與根瘤共生，能由空中吸取氮氣貯藏體內，及耕入土中，因腐敗分解而增加土中氮氣之含量，以備其他作物之用，且為害豆科植物之病菌及其種類與生理，異於在禾本科及根莖類等者。故便於輪作制。茲擇重要之豆科綠肥名列如此：

1. 紫花英 (Astragalus lotpidos)

二、大豆(Soy Beans)

三、苜蓿(*Medicago denticulata*)四、野豌豆(*Vetch*)五、羽扇豆(*LuPin*)

}	綠豆(<i>Lupinus angustifolius</i>)
	白豆(<i>Lupinus albus</i>)
	黃豆(<i>Lupinus luteus</i>)

六、烏脚菜(*Serradella*)七、車輪草(*clovers*)八、紫苜蓿(*Alfalfa=Lucern*)九、蠶豆(*Broad Bean*)十、豌豆(*Pea*)十一、胡枝子(*Lеспедеза Bicolor*)十二、缸豆(*Cowpea*)十三、花生(*Peanut*)十四、田青(*SesBonia aegyptica pers*)(二)非豆料綠肥(*Non-Leguminos green manure*) 吸取氮氣僅限於所在之土壤，及其耕入，僅將原

有氮氣量反還，而無所增加，非豆科植物用爲綠肥者有十字花科(油菜)，禾本科(黑麥)蓼科(蕎麥)等數種。此等對於一般外界抵抗力強健，地味瘠薄豆科植物生長不良之處也能繁殖，生長期短而產多量之有機物

第三項 綠肥施用法

栽培植物，以爲綠肥用者，宜於開花之際刈之鋤入土中，最爲相宜。以此際之植物，柔軟多汁，施用

後分解腐敗迅速，若失其時，植物老熟，養分大部輸入於子實，而莖桿所含甚少，且纖維增多，分解不易。再栽種綠肥作物，旨在莖葉，故播種宜厚，使之密生。茲將施用時應注意點列如次。

(一) 在土壤中含有機質甚之處，不宜施用綠肥如有綠肥，宜先作飼料，然後取廐肥以肥田。

(二) 雨多之地，不宜施用新鮮綠肥，宜用乾燥或稍凋萎者。因新鮮綠肥浸液中，含有機酸甚多，有傷植物，乾燥或稍凋萎綠肥之液中，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，粘質之土，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) 綠肥為氣質肥料之一，其中雖有磷酸及鉀，然其量無幾，施用之際，宜加過磷酸鈣，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。

複習五

- (一) 何謂綠肥？
- (二) 略說綠肥之效用？
- (三) 綠肥之種類如何？說明多用豆科植物之理由？
- (四) 略述綠肥之施用情形？

第五節 油粕(Oil Cakes)

油粕俗稱油餅，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。我國通常所用者為大豆餅，棉子餅，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，或製肥料，醫藥及機器之用，或取其蠟以製物，其種類約在二百以上。

第一項 油粕之成分

油粕乃濃厚肥料之一，富於有機物及鹼質，惟磷酸及鉀則較少。其中所含油分，視粕之製法而有不同；製法之精者，油分提去甚多，故粕中所含極少。製造不精者，提去油分不多，粕中所含甚富。據一般分析油粕含鹵約自百分之二、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。茲將重要油粕成分表列如下：

成分 類別	水分	有機物	灰分	氮	磷	鉀	石灰
大豆粕	10.50	83.40	6.10	6.55	1.32	2.46	
花生粕	10.40	85.60	3.97	7.56	1.31	1.50	0.16
芸苔粕	11.30	63.00	5.70	5.05	2.00	1.30	0.71
棉子粕	11.20	82.16	6.64	6.21	3.06	1.58	0.26
胡麻粕	11.10	79.52	9.38	5.86	3.27	1.45	2.51
亞麻仁粕	11.20	82.67	5.13	4.72	1.62	1.25	0.43
麻子粕	13.00			3.40	1.60	1.30	
茶子粕	11.00	82.75	6.25	2.13	0.54	1.99	0.22
椰子粕	3.70	81.97	5.33	3.74	1.30	1.96	0.55
棕櫚粕	10.00	87.39	2.61	2.59	1.10	0.50	0.31
椰子粕				2.59	0.85	0.52	
蓖麻子粕				5.50	1.80	1.00	

由上表觀之，各種油粕對於三要素之含量皆富於氮(N)而乏磷(P₂O₅)及加里(K₂O)，故當施用時宜
 添糞土質酌加磷及鉀肥料。

第二項 油粕施用法

油粕富於氮質，爲濃厚肥料之一，且富於油分，故分解不易。屬遲效性肥料。若以之先飼養家畜，然後取其糞尿作肥田，最爲經濟；油粕中所含有機物質多，可以資鬆土功，改良土質。惟燻酸入鉀所含甚少，施用時應加留意。並不可用於水：

(一) 油粕施用之先，應先爲翻層，或混入堆肥令其溶解分解，然後施用。或單獨堆置令之變化或用少量水泡之，命其發酸。

(二) 油粕可作基肥亦可作補肥。

(三) 油粕所含燻酸入鉀甚少，宜與過燻酸鈣及草木灰混合同用。

(四) 施用油粕不可移過種子或發芽之根，因油粕分解之際，發生蠟酸，醋酸，乳酸等有傷害種子及幼根之發芽。

(五) 油粕施用後，宜速以粗土，免引害虫。

第六節 灰類(Ashes)

植物經熱燒後所餘之灰燼曰灰。由草類所燒成者曰草灰，由木所燒成者曰木灰。我國自古用之，乃鉀之唯一肥料，草木灰中，無磷質及有機質，惟含燻酸鉀石灰等，而尤以鉀爲最多。灰類肥料之價值視燃燒時之溫度而有不同，溫度高則灰中之燻酸、磷質、鉀等相融合。燻酸及鉀等是成不溶性，故灰之爲肥料用者，其燃燒時，火力宜緩而不急也。

草料及薪炭燒後，即變爲無機質之灰燼，富於鉀磷及石灰，而有機物及氮氣殆完全損失，草木灰之成分，視其原料如何大有異同，大抵草灰比木灰所含鉀少，石灰爲少，含炭素及磷酸多，即同爲木灰，亦不無差異，闊葉樹之灰比針葉樹之灰富於加里及其他肥料成分，幼稚之根葉及莖幹比老成者灰少而富於肥料。

成分。

草木灰之肥料平均組成表：

類	別	水	分	磷	酸	加	里	石	灰
草	灰	3.10		2.10		4.50		33.00	
木	灰	4.10		3.90		11.50		33.00	
柴	灰			2.90		12.70		26.10	
闊	葉	5.00		3.5		10.00		30.00	
針	葉	5.00		2.50		6.00		35.00	
密	葉			1.40		2.00			

由是觀之，木灰為於加里磷而含多量之石灰，故其肥非其基於磷酸。加里而石灰亦有與力焉。草灰此等成 雖不多而高於灰者，色黑，故能增 地溫，草木灰之加里，大部份為水溶性，概由碳酸鉀而成，其效速而磷酸多為磷酸三石灰，難於溶水，其效緩，然草木灰視其原料之燃燒程度溫度之高低，加里及其他成分異其百分比之溶解度，燃燒完全而灰白者，比之燃燒不全而含灰化物質黑色者，加里及其他肥料成分之有效量少，故欲學農者及其他農場產物而燒之，宜即制空氣之供給或注以適量之水以緩和其燃燒作用。

茲述灰肥之施用法如下：

(一) 灰肥含鉀肥較多，磷肥次之，完全缺乏氮質。以之施用於豆科植物最屬適宜，若用於他種作物應補施鉀質肥料。

(二) 灰肥不能與腐熟人糞尿及厩肥混合施用，因氮質易於發散，如須混用，應加炭末，以炭末可以吸收揮發性之氮也。

(三) 灰肥不能與過磷酸鈣混用，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) 應用灰肥，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，通常取以爲肥田之用者，曰骨肥爲一種磷酸肥料，骨肥之成分，視動物之種類年齡，部分等之而有不同，茲將獸骨之平均成分列如左：

類別	馬骨	牛骨	豬骨
含氮有機物	36.17%	33.65%	
氮素	5.53%	5.22%	5.39%
灰分總數	63.81%	66.55%	23.00%
磷酸	24.56%	23.18%	23.00%
石灰	34.20%	34.9%	29.59%

由上表觀之，骨富於磷酸，其主要之化合物為磷酸鈣，含量達於全灰分之70—80%者有之，且氮素之含量亦不，故骨實為富於養分之肥料。純粹之骨有4.0%內外之氮素，29%之磷酸。生骨有6—15%脂肪不易腐敗，先除去碎為粉末，其效力乃著，以下就其方法略述之：

一、粗骨粉——較不甚細之骨粉也，其製法有二：

1. 取骨成斬小塊，置鍋中煮數小時，俟脂肪及骨素脫去取出乾而碎之即成。
2. 取骨部細置於坑中，加入煮灰及污水，任其酸酵因鹹質將骨素溶解脂肪被鹼化，經數月取出壓碎之。

二、蒸製骨粉

取骨放於高氣壓之蒸氣機內，蒸煮1—2小時後取出，去脂肪及骨膠，乾而粉碎之。

三、骨灰

乃動物骨在密閉器內燃燒所化之灰，含磷酸甚多，均佔全量三分之一。惟經強熱燃燒，故不易溶解。

茲將骨粉之施用法略述如下：

- (一) 骨粉之成份係磷燐質，宜與鉀肥併用。
- (二) 骨粉肥效緩慢宜甲作基肥。
- (三) 爲增進肥效起見，骨粉宜先堆積在廐肥或堆肥內使之發酵。
- (四) 骨粉雖經發酵，肥效仍緩，寒地不如旱地，砂土優於粘土。
- (五) 骨粉之肥效，宜於持久性，施於果樹，甘蔗等頗適宜。

第八節 家禽糞

禽糞是鳥類所產之糞尿，用以肥田者也，家禽之輸尿管位於肛門之內，故其糞尿同時排出。室外之白色，卽尿酸鹽，黑糞乃食物不消化之部份，家禽爲食谷類及小虫之動物，是以所排之糞含有纖維鈣甚富，且甚濃厚。

普通家禽糞之平均成分如下：

家禽	水分	有機物	氮素	磷酸	加里
雞	50.00%	25.53%	1.63%	1.54%	0.85%
鴨	53.60%	28.20	1.60	1.40	0.26
鵝	77.10%	23.40	0.55	0.50	0.95
鶩	51.00%	30.80	1.73	1.78	1.00

家禽糞之成分，既如上表所列，糞中氮質，多成尿酸鹽之形態，磷酸之主要成分，爲磷酸鈣形態。家禽糞中氮質發酵分解情形與人糞尿同，其結果均成尿酸，新鮮家禽糞，不宜施用，必待腐敗後方可施諸作物。

第九節 魚肥

沿海居民以魚作肥料者，由來已久，日本、挪威、芬蘭、英、美諸國其著例也。所謂魚者，種類頗多，而其所用魚類率爲其味不美，難以供食品者，或隻備所餘之魚骨，魚尾及廢棄物等而言。

魚肥富於氮氣及磷酸，其氮氣多爲蛋白質，其磷酸率爲磷酸三鈣。魚肥效能視脂肪之多少，粉碎之程度而不同，故宜去脂肪爲粉末而施用之。其富於脂肪或骨，難於粉碎者，則宜與堆肥混合以速其分解，如是十餘日或二十餘日後氮氣之大部分現變爲亞母尼亞，又魚肥分解之際，要適宜之溫度，溼度及空氣，故在溫帶氣候其效力頗速。施之黏土，宜淺敷之，在寒冷地方或生長明短之作物宜早用之。魚肥之富於氮氣及脂肪者當施用之際，以不接觸種子或幼植物爲宜，因此魚肥發酵時能妨種子之發芽，害幼植物之生長之故也。

魚肥視其種類或富於氮氣或富於磷酸，而其缺乏於加里則一。施用時當於加里肥料併用之，而尤以草木灰爲最適當，因草木灰爲速效性加里肥料，又能酸化脂肪，促進魚肥之分解故也。魚肥雖概爲速效性，而非直接溶解於水，故其成分鮮有損失，又能與一切之也里及磷酸肥料配合，不論何種土壤及作物皆爲適宜，其用途最廣，性質最安然者也。

複習六

- (一) 油粕類肥料之成分如何？
- (二) 油粕類肥料之施用情形如何？
- (三) 灰類肥料之成分如何？
- (四) 燒草木灰時宜注意何事，並說明其理？
- (五) 灰肥之施用法？
- (六) 骨肥之成分如何？
- (七) 骨肥之種類如何？
- (八) 骨肥之施用法？
- (九) 禽糞之成分及施用法如何？
- (十) 魚肥之成分及施用法如何？

第三章 化學肥料 (Chemical fertilizers)

第一節 無機化學肥料 (Inorganic nitrogenous fertilizers)

人造化學肥料，在東西各國已施用甚久，此種肥料易溶於水，奏效甚速，與農場動植物質肥料，全要其性能，且其有效成分極濃厚，而又為粉狀，故便於搬運貯藏及施用，然人造肥料大抵組成單純，而三要素俱備者甚少，農家未解其施用法，以至結果不良者往往有之，又人造肥料除磷酸肥料外，大抵於土中易致流失，倘施用法不得其宜，難得相當結果，故施時，宜知其質成分及含有量名善為選擇配合，則有利無弊矣。茲先就總實肥料言之。

第一項 智利硝與硝酸鈉 (Nitrate of soda) (NaNO_3)

智利硝即硝酸鈉 (NaNO_3)，產自南美智利國故名智利硝，其原礦不純，僅含硝酸鈉百分之四十七至百分之六十餘為石膏，硫酸鉀，矽礫等，採掘而溶於水，使再結晶所得精製品，約含硝酸鈉百分之九十五（含鈉百分之十五·五）。

智利硝有黃棕，灰白，微紅諸色，極易溶解於水，頗宜於吸濕，一經貯藏則變為硬塊，因此配合肥料時或施用之前再行粉碎，貯藏務宜採擇乾燥地方或置於下器內，不然因吸溼而變為液體者有之。其中含有百分之十五至百分之十五·五之硝酸銨氣，易溶於水，最適於植物之吸收，然土中不能吸收之是其特性，施用時宜分數次施之，若一時用量太多，其一經分隨雨水灌溉水流滲入地下水而去，損失實多，故智利硝用之早田，肥效極著，優於硫酸銨，而以之施於稻田，其效果頗劣，其所以不宜為水田肥料者：

(一) 由其澀而水流去氮素。

(二) 由其硝鹼還，菌作用發散其氮氣。

(三) 由其硝酸之還原菌作用時生成之酸為有害作用。

智利硝爲硝酸態之氮肥，易溶於水，肥効極速，用之肥田，可以促進作物之生長，爲懸質肥料中最佳之肥料，其性質概況已如上表，茲將其利弊分言於後。

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，如氣候驟變，作物因之受傷，欲明其恢復，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溫氣之功，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. 智利硝有增加大麥甜菜等蛋白質之效，但使用不可過量，過量則有倒伏之患。增加蛋白質成分之大麥，甜菜等，如爲飼養家畜用則甚佳，若以大麥而製酒，甜菜而製糖則差矣！因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，故施用智利硝可以節省鉀肥。

智利硝之缺點：

1. 智利硝爲速效之肥料，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，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. 智利硝施用過多，作物每多生莖葉，種實產量遂因之減少。

5. 智利硝施用過多，作物卽有倒伏之害。

6. 連年施用智利硝，土壤即生板硬，蓋因智利硝中之硝酸為作物所用僅餘鈉質，成爲碳酸鈉，此物爲生理的鹽基性，使土壤成膠性之狀態，而增加粘性，土壤乾燥後即行固結。

7. 智利硝施用後，成生理的鹽基性反應，應與酸性肥料混用，方令之中和，而免鹽基之弊。酸性肥料若用過燐酸鈣者，應注意須分別先後施用，不然硝酸之鈉質即有揮發之慮。

第二項 硫酸銨 (Ammonium Sulphate) $(NH_4)_2SO_4$

硫酸銨爲商品肥料，現時所指之肥田份即此物也。在輸入人造肥料中約佔十分之八九，爲頗有效力之鈉質肥料。其溶解者爲白色結晶，含氮氣 21.2%，然以之爲肥料者概爲不揮物，約含總氮 20.5% 全溶於水，其少許不溶於水者爲火雜物，效力甚速，易爲土壤所吸收，有此特性不惟宜於旱田，即用之於水田亦有效，流失之機會少，但如係石灰質及鹼性物例如石灰，草木灰等易分解，而揮發其亞母尼亞，此不可不注意也。倘欲與此等肥料共同施用時宜隔數日分別用之。

硫酸銨施用時不得法時，常生障害，其理由如下：

1. 因其殘餘之硫酸與上中之石灰質及鹽基發生作用，促石灰質之流失，土壤酸度愈增。
2. 硫酸銨有促進燐酸及加里分解之，又單獨施用少量之硫酸銨，土壤中鈣，鎂，鋅等亦被置換而由排水流失，不且損壞地力，而物理性質亦以變劣，此所以施用之初，尚覺出產豐富，數年後漸呈不結良果也。
3. 因長久施日硫酸銨，土壤酸度增加，有益細菌不能繁殖，不利植物根發育，助什草之叢生，使用石灰中和酸性，而所生硫酸鈣足以使土壤變硬。

4. 單用硫酸銨之鈉氣肥料，使植物徒茂莖葉，成熟期晚，減少果實出產量。

硫酸銨用法。

1. 硫酸銨所含之鈉素易被土壤吸收，故既可作補肥用，亦可作基肥用。

2. 硫酸銨含有氮氣之肥料，施用時，宜與磷酸及鉀肥配合施用。

3. 硫酸銨係生理的酸性肥料，如連年施用使土壤酸性增加，不適於植物生長，故應與石灰，木灰等鹽

性肥料先後施用，以中和其酸性。

4. 硫酸銨不可直接與鹼性肥料配合，或共同施用，如石灰，草木灰等，否則有損失亞母尼亞之虞。

5. 硫酸銨係完全無機肥料，須注意土中有機質之增加，常與堆肥，廐肥，油餅等有機質肥料並用。

第三項 硝酸鈣 (Nitrate of Lime) $(Ca(NO_3)_2)$

科學發達，鹽之公用日多，而鹽之產量則日少，因硫酸銨之生產，屬有限，故不得利用自然界中無盡藏之鈣質以代之，此硝酸鈣之被用為肥田也。

硝酸鈣有二種，一為中和性，其結晶體中有四分水 $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ 。一為鹽基性， $Ca(OH)NO_3$ 。中和性硝酸鈣，色淡紅，粒粗大，含有氮氣 12.1—13.2% 及石灰 25—27%，富於吸溼性含水量太多，雖置水中亦易溶解。故必與土壤拌和而後可用，此其缺點。為補救此缺點更加多量石灰，使變為乾燥態再粉碎之，即所謂鹼性硝酸石灰是也。但含量增加，只含氮氣 8.4—10.6%，含石灰 33—45%。硝酸鈣所含氮氣皆以硝酸態，與智利硝之氮氣同，其效速。適於植物之吸收，然土壤殆不能吸收，故易為雨水及灌溉水所流失。

硝酸鈣之施用方法：

1. 用於中性土壤，當與酸性之加里及磷酸肥料配合為宜。

2. 硝酸鈣為速效肥料，其效能殆與智利硝石相似。

3. 硝酸鈣宜作補肥分數回施用，因其易溶於水，而土壤不能吸收，易致流失，不宜用為水出肥料。

4. 不宜與多量有機質肥料併用，因還原作用，生有害之亞硝酸鹽，或生成游離氮氣而損失氮氣之一部分也。

5. 用之於禾穀類蔬菜及其他需葉作物最為有效。
6. 硝酸鈣為鉅質肥料，同時亦為石灰肥料，是其特長也。

複習七

1. 作農場肥料與化學肥料之比較：
2. 智利硝之性質為何：
3. 智利硝之施用法為何：
4. 硫酸銨之性質為何：
5. 略述硫酸銨施用時常生之弊害情形：
6. 硫酸銨之施用法為何：
7. 硝酸鈣之質狀為何：
8. 硝酸鈣之施用法為何：
9. 寫出三種鉅質化學肥料並註明英名及分之式

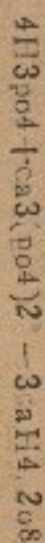
第二節 磷酸化學肥料 (Manufactured Phosphoric Fertilizers)

第一項 過磷酸鈣 (Acid phosphate) $(CaH_4P_2O_8)$

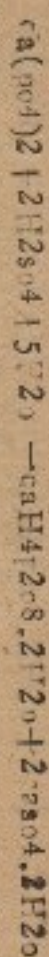
過磷酸鈣，亦稱磷酸性磷酸鹽，又曰溶解磷酸，為化學肥料中用途最廣之磷酸肥料，由各種磷礦，骨粉，骨炭與硫酸起化學作用，改變其中不溶性之磷酸三鈣為可溶性之磷酸一鈣，以供肥田之用者也。其手續則先將硫酸鹽磨成粉粉末然後加磷酸，使不溶解磷酸鹽變成溶解性磷酸，其第一造成物為硫酸石灰與游離磷酸，示其變化時化學方程式如下：



其中磷酸與剩餘之磷酸鹽，再起作用，則生可溶性之化合物。



倘與上式聯合，可用下列方程式表示之。



普通之過磷酸鈣為乾燥灰白色之粉狀物，為以骨粉及骨炭為原料者則為黑色。其主要成分為磷酸一鈣 $CaH_4P_2O_8$ 及石膏 $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ 。此外有磷酸二鈣 $CaH_2P_2O_7$ 、磷酸鐵 $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9H_2O$ 、硫酸錳 $Al_2(SO_4)_3 \cdot 21H_2O$ 砂等，為化學的酸性生理的中性肥料。其中磷酸一鈣，可以溶解於水，經植物吸收後，其中餘百分之六十以上之石膏，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，於植物生命有效力有二，第一期生長初，為繁榮根部，第二期在結實之前，則用以促進成熟。過磷酸石灰，雖易溶於水，而不為雨水所洗刷，因其中所含水溶性磷酸與土壤中之碳酸鈣，氯化鐵氧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。降雨之因之際，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也，惟於乾燥砂土之效，不若粘土，因在粘土中有改良土壤組織之功，要言之，過磷酸鹽雖得連用於於碳酸鈣之土地，而用於他種土壤，宜注意其酸性反應上之影響，欲使過磷酸鹽充分發揮其肥效，則配合時不論鹽或鉀宜選鹼性，俾合成之肥料應近於中性。

過磷酸石灰中有硫酸石灰及其他夾雜物，容積重量雖增加，而其效率轉以減少，除去此等夾雜物，使為濃厚肥料。即注加過量之稀磷酸於磷酸粉末，以溶解磷酸成分，且以使磷酸石灰沉澱，次以壓濾過器分離其混合物為固體或液體，更蒸發濾液使之濃厚，再混以適量之純良磷酸鹽粉使液之游離磷酸作用之悉變為磷酸三石灰為磷酸一石灰是也。此即口重過磷酸石灰 (Double Superphosphate)。重過磷酸石灰之

磷酸含量約百分之四十至五十，但常含多量游離磷酸故乾燥頗難。用之於酸性土，感應酸性最強之作物，往往呈有害作用，然經過十數日，其害漸減云，此為諸種磷酸肥料中最濃厚者，如運費過昂，輸運較遠者，製造此種濃厚之磷酸肥料，實為經濟也。

過磷酸鈣用法：

(一) 過磷酸鈣可以作補肥，亦可作基肥。惟作基肥，宜與有機物質之肥料合用方妙。

(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，因同用則發生過氧化氮之氣體而損失氮肥也。

(八) 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為土壤充分吸收再行灌溉，水田中施用時期應在第一次排水除草之時。

(九) 過磷酸鈣用之過多，成熟提早，莖葉中蛋白質豐富，果實反少。

第二項 湯姆氏磷肥 (Thomas Phosphate)

湯姆氏磷肥爲製作鋼鐵時之一種副產物，因英人 Thomas 之創案，利用爲肥料，故有此名。

湯姆氏磷肥爲暗灰色之粉末，含磷肥約百分之十二至二十，含石灰百分之四十至五十，爲優良之磷質肥料，其肥效，視其粉粒之精細而有不同，粒之精者肥效大，粗者肥效少。此肥施用於酸性土壤沼澤地，牧草地，腐植質土壤及石灰甚少地，砂土等均甚相宜。

湯姆氏磷肥之施用法過磷酸鈣稍異，茲有數點，應於施用時留意及之。

1. 湯姆氏磷肥，含有石灰及少許硫化鈣，對於植物有妨礙，故宜於播種及移植前數日施用。
2. 湯姆氏磷肥，含有多量石灰，如與過磷酸鈣混合，宜隔數日先後施用。
3. 湯姆氏磷肥，若與鉀鹽類草木灰等混合，有澱固成塊之患。
4. 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。

複習八

- (一) 過磷酸鈣之性狀如何？
- (二) 過磷酸鈣與重過磷酸鈣區別有何處？
- (三) 過磷酸鈣之施用法如何？
- (四) 過磷酸鈣之英名及分子式如何？
- (五) 湯姆氏磷肥施用時宜留意何事項？

第三節 鉀質肥料 (Potassic Fertilizers)

肥料三要素中鉀質與氮質及磷酸同樣重要。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，吾國鉀肥，自古即利用草木灰，亦頗得相當之效果，已於前述，茲再將化學鉀

常用爲肥田者節述如下。

第一項 氯化鉀 (Potassium chloride) (KCl)

氯化鉀 (KCl) 爲白色結晶體，易溶於水，多由光鹼石精製而成，市上販賣用作肥料之氯化鉀，常含百分之五十左右，皆含有百分之十至二十之氯化鈉，故用爲肥料，利害參半今述其得失及其他施用之注意事項於下：

(一) 多用於之則妨礙種子之發芽或害助植物之長成，其害與多施食鹽相同。

(二) 宜於播種前數日或早期用之，或於植物適度生長後施用之。

(三) 其土壤中之不溶解性碳酸鹽或鹼性物作用，生可溶性氯化物以致石灰流失者有之。故用之普通土

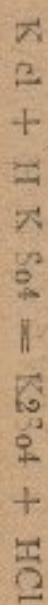
堪宜與石灰合用，以防鹼性。

(四) 能及致地下土水於表上，有抵抗旱魃之效，施之溼地，有排水不良之勢。

第二項 硫酸鉀 (Potassium sulfate) (K₂SO₄)

鉀硫酸之製造係以氯化鉀爲原料，加硫酸後於反射爐燒之，鹽酸以氣體飛散，化作物即酸性硫酸鉀也。
$$KCl + H_2SO_4 = KHSO_4 + HCl$$
 (化學方程式)

溫度繼續增高，酸性硫酸鉀與殘餘之氯化鉀化合，再生出一分子之鹽酸，最終固體之硫酸鉀以成，其變化可由下列方式明之：



(氯化鉀) (過硫酸鉀) (硫酸鉀) (鹽酸)

由反射爐取出之硫酸鉀塊狀，必先粉碎而後可用，通常含加里 (K₂O) 43.7%，硫酸鉀較之氯化鉀

之肥效稍高，對於土壤無害，蓋植物需要硫黃以爲養料也。

施用鉀鹽除供給土壤中之鉀分外，有二種間接作用，第一爲有效作用：

1. 施用鉀鹽後比較得能吸收水溼植物葉面。
 2. 鉀鹽減少其在蒸騰作用，尤對於不溶性磷酸鹽不便爲可溶性。
- 第二爲有害作用：

(一) 使土壤固結，以致土壤之物理性質變劣。

(二) 在土壤中生放鉀鹽酸等之游離鹼類，妨礙植物生長。

(三) 與土壤之鈣結合，難溶於水而土壤之吸收力，亦甚薄弱，以致溼漏於下層尤以氯化鉀爲甚。

第四節混合肥料 (mixed Fertilizers)

由幾種單種肥料配合而成，或用某種方法製成含有氮磷鉀三要素之二，或二以上之化學肥料，稱混合

肥料。

第一項過磷酸鈣 (phosphate of Ammonia) ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$)

過磷酸鈣乃硫酸鈣與過磷酸之混合物，有時亦用鐵質磷酸鹽以代替過磷酸鹽之一部分者。配合時之比

例，爲硫酸鈣5公升，須用過磷酸鹽1035公斤，成含總 分之一之肥料。

磷酸鈣爲白色結晶，所含之氮素爲鈣故不易流失，其磷因與鈣化合，故其溶解度較過磷酸石灰爲

大云。磷酸鈣之肥效可述如左：

1. 不論施於水田或旱地，俱有效力。

2. 磷酸鈣兼有鈉氣及磷酸，較之其他僅含一種成分者效力自大。

3. 因不含有加基，宜於鉀質肥料配合，尤以特需鉀肥之作物如大麻，棉花，煙草，甘蔗等爲要。

5. 大部帶溼性，故貯藏中須防溼氣，又不可與石灰雜氣，草木灰，石灰等混合施用。

第二項 硝酸鉀 (Potassium nitrate) (KNO_3)

硝酸鉀 (Potassium Nitrate) 之製造，為印度極重要之工業。其原料來自山谷中之古土，內含硝酸鹽百分之一至二十八，用木灰混和後，以水提煉之。中有硝酸鉀百分之七，與多量之氯化鈉，使之濃厚，則氯化鈉先行沉澱，如再使此液濃厚，則硝酸鉀結晶而出。

硝酸鉀含氮氣 13.85%，易溶于水，鉀與氮二元素皆效力甚速，價值昂貴，通常為火藥及其他工業原料，用為普通肥料不甚多。除氮氣外，尚有 36.5% 之鉀，雜質 1—20% 為氯化鉀混合肥料。運入我國者為合和肥田粉，因價值較硫酸銨昂，又富於潮解性，不受農民歡迎，已不見其行銷矣。

此外各國配合之肥料尚多，不贅述，總之混合肥料只適於某種土壤氣候之下，對於某種作物為有效，決非「萬應散」到處適宜，又混合肥料價值較昂，因於配合時混入一部分之添加物，以增其重量，同時加多手續費，以償其勞力也。故欲施混合肥料，應斟酌地方情形，本諸試驗結果自行配合，價廉而收效宏，配合法待下再述。

複習九

- (一) 氯化鉀當施用時應注意點如何？
- (二) 硫酸鉀之利弊如何？
- (三) 寫出氯化鉀，硫酸鉀，磷酸銨，硝酸鉀之英名及分子式？

第四章 間接肥料

前二章所論農場肥料及人造肥料，施於土中，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。

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，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粘重或輕鬆之弊。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。

(一) 石灰石——主要成分爲碳酸鈣 (CaCO_3) 約含百分之五六。多係製造成生石灰或熟石灰而施用。亦有成粉而施用者。可以作補肥或基肥。惟作基肥用，宜於下種前數日施之。若與人糞尿，硫酸銨同時施用，總質每有損失之慮，施用者，不可不慎也。

(二) 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成分生石灰 (CaO)。



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。生石灰可作基肥用，惟須於播種前數日施之。生石灰宜儲之密閉器中，不然易於吸收空氣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。

(三) 熟石灰——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爲熟石灰 (Ca(OH)_2) 而爲肥料 ($\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca(OH)}_2$)。又以熟石灰施於土中，可以吸收土中之炭酸氣而成石灰石。 ($\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$)。

茲將石灰之效用及施用方法略述如下：

- (一) 生石灰及熟石灰均屬鹼性，可於下種或移植前作基肥用。
- (二) 連年施用直接肥料之地，宜加用石灰。因石灰為間接肥料，應與直接肥料同施。
- (三) 石灰如與過磷酸鈣、硫酸銨、人糞尿等混同施用，其中可溶性磷酸，有變為磷酸三鈣及亞母尼亞有揮散之慮，故於先後施用，方可免於弊。

(四) 石灰能使土壤或肥料中之有機物分解將不溶解之成分變為可溶性供植物之吸收，尤以富於腐植質之土壤功效為大。

- (五) 石灰與土壤中之遊離有機質或其他酸類中和保持土壤，使呈中性。
- (六) 施用多量鹼性肥料後宜加石灰與之中和。
- (七) 石灰施於粘土後可使土壤輕鬆易於流通水氣。
- (八) 施用適量石灰能輔助固定游離氮素細菌與其他細菌之繁殖。

如濫用石灰之害如下：

- (一) 濫用石灰後將土壤中不溶解性之養分逐漸溶解，以致地力衰弱，土質瘠薄。
- (二) 濫用石灰後則土壤之有機物過於分解減退肥料之吸收力。
- (三) 濫用石灰後，則下層土壤易於固結，空氣水分不能流通。

第二節 石膏 (Gypsum) (Casol)

石膏與灰石同含鈣質，惟其性質不相同，普通土壤中亦有相當含量，上等者約含氧化鈣32.5%，硫酸46.5%，又水21%加熱除去水後則成粉狀。如作間接肥料施用則更佳。而尤以蔥類施用石膏，以供給硫黃質其效甚著。

石膏之間接作用：

(一) 施用石膏，土壤中所含鉀，鈉、鎂，磷酸等質可以成爲作物利用之形態多，故使用石膏之地，所長作物含灰分甚富。

(二) 施用石膏，土壤中養分分解甚深，如豆料植物極有效。

(三) 石膏爲硝化菌最良之營養分。

(四) 石膏有固定亞母尼亞之效。

(五) 石膏係酸性，以之與鹼基性肥料配合，或與鹼性土壤中和，最爲有效。

(六) 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。

石膏與石灰之比較：

- (一) 熟石灰及生石灰中和酸性最有效，而石膏則不然，反增其酸性。故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) 石膏可以固定亞母尼亞而石灰則揮發之。

複習十

- (一) 石灰之效用與施用法爲何？
- (二) 濫用石灰時爲害情形爲何？
- (三) 石膏之作用爲何？
- (四) 作石膏與石灰之比較？
- (五) 各種石灰及石膏之分子式爲何？

第五章 概論

第一節 肥料之分解

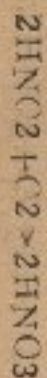
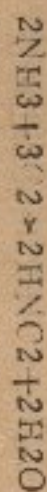
凡施用於作物之肥料，非屬無機，即爲有機，無機肥料，大率可以直接爲作物所吸收。惟銨鹽類必須經硝化作用，成硝酸後方可利用。至有機肥料，則更須受種種之變遷，將複雜組織之物質，變爲簡單易溶之物質，始可爲作物所利用。

第一項 硝化作用

有機物而用於土壤後，經土中微生物作用，將有機物中炭質，分解成炭氣二氣，質中銨質之變銨，謂銨化作用。

第二項 硝化作用

施用有機物中銨質所成之銨，或無機銨類之銨於土中，經亞硝酸細菌(Nitritication bacteria)之作用，則成硝酸然後再由硝酸細菌(Nitrication bacteria)之作用將亞硝酸，變爲硝酸，成普通肥料爲植物所吸收，是謂硝化作用，此作用在肥料學上佔重要地位，茲將變化情形列於下：



第三項 硝酸還原作用

土壤中或因空氣不流通，或因腐植質過多，或因腐肥施用過量時，土質過酸性，土中所含之硝酸即爲硝酸還原細菌所作用而變爲亞硝酸，再由亞硝酸變爲使植物不能吸收之，及游離而損失，此謂之硝酸還原作用，在農業上最怕此作用，防治方法：(一)將土耕鬆，使空氣流通，不致生此作用。(二)施石

灰等中和土壤之酸性。(三)少施有機質於土中。

第四節 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(Intirefaction)而分解(Decay)，將複雜組織之物質，變為簡單之物所利用，此有機之分解也。發酵腐敗分解三作用，區別不易，普通無機有機物之分解，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。

第二節 肥料之反應

施用肥料，應注意於肥料之反應如何，不然，若妄和妄用非惟不能收肥料之益，反將得施肥之害，此為施用肥料者，所不可不慎也。肥料之反應有二種：一為化學上的反應，一為生理的反應。

(一)化學的反應——即指肥料水溶液固有之反應而言，其水溶液中氫離子存在時，其反應為酸性，此謂之化學的酸性肥料，氫離子存在時其反應為鹽基性，此之謂化學的鹽基肥料，兩種離子俱不存在，或兩種離子同量存在者，其反應為中性乃化學的中性肥料。

(二)生理的反應——即肥料一經植物根之吸收作用後，反應則有生理的中性，酸性，鹽基性三種。

1. 生理的中性肥料：肥料中之酸基及鹽基殆以同等之比例吸收於作物者，例如硝酸銨為化學的中性肥料，亦為生理的中性肥料，以硝酸離子與亞母尼亞離子同樣為植物所吸收利用故也。

2. 生理的酸性肥料：肥料中之鹽基吸收於作物之量較多於酸者，例如硫酸銨硫酸鉀等，硫酸鉀為化學的中性肥料，施之土壤中受植物根之吸收作用時，鉀離子(K^+)較多，多被植物根吸收利用，結局土壤中生出游離硫酸而呈酸性，故此為生理的酸性肥料。

(三)生理的鹽基性肥料：肥料中之酸基吸收於作物之量，較多於鹽基者也。例如智利硝酸碳酸鉀等、智

和硝原爲化學的中性肥、施之於土壤中爲植物根所吸收利用、硝酸離子(OZ_3^+)較鈉離子(Na^+)多、結局鈉多集積於土壤、呈鹽基性反應、故此肥料謂之生理的鹽基性肥料。

上述爲無機肥料反應之大概情形；至有機肥料之反應、則又有不同。若新鮮人糞尿呈酸性、腐熟後則變爲鹼性、施用豆餅於土中、初數日則呈酸性、嗣後即變爲鹼性。因有機質分解時其變化異常複雜、故其反應果爲何種性質頗難斷言。係概括化學的與生理的反應分別肥料如下：

(一) 酸性肥料：

1. 化學的酸性肥料：過磷酸石灰，重過磷酸石灰，磷酸銨。
2. 生理的酸性肥料：硫酸銨，硫酸鉀，氯化鉀，綠肥。

(二) 鹽基性肥料：

1. 化學的基性肥料：草木灰、炭酸鉀、腐敗、糞尿、湯母氏燐肥、石灰、骨粉等。
2. 生理的鹽基性肥料：智利硝，血粉，堆肥，油粕，魚肥。

(三) 中性肥料：硝酸銨、硝酸鉀。

第三節 肥料之配合

作物生長所需之三要素量，因作物之種類而異，故肥料所含之三要素，宜恰如作物所需養分之比率。蓋作物之吸收量，爲最少養分率所支配、三要素之比率不得其宜，則養分之浪費不少也。然養分之需要量，因因作物而殊，而一種肥料，恰含有作物所要之養分者鮮。故宜調合數種之適當肥料，以使三要素之比率，無過不及，例如栽培水稻所要之氮氣及磷酸。固宜視土地之貧瘠而加減其量，然苟使氮氣與磷酸之比率爲2:1，當無入誤，此肥料之配合所以爲必要也。

肥料配合本非易事也，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，以施用於何種作物為宜，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，配合時應以酸性與鹼性配合，或鹼性與酸性配合，而間以中性者，使其所成之結果為中性，此對於中性之土壤而言之。如土係酸性，則配合所成之肥料應為鹼性，如土係鹼性，則配合之肥料應為酸性，此大概情形也。

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，可以直接為作物所吸收，不然，或則肥分損失，或反至有害，茲分別例舉之：

(一) 混合後無影響者：

如智利硝與硫酸銨配合： $2\text{NaNO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 = 2\text{NH}_4\text{NO}_3 + \text{Na}_2\text{SO}_4$

如硫酸銨與過磷酸鈣配合： $\text{CaH}_4\text{P}_2\text{O}_8 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \rightarrow 2\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4 + \text{CaSO}_4$

(二) 混合後肥料損失者：

如石灰與硫酸銨配合： $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + \text{CaO} = \text{CaSO}_4 + 2\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

(三) 混合後肥料反成不溶性者：

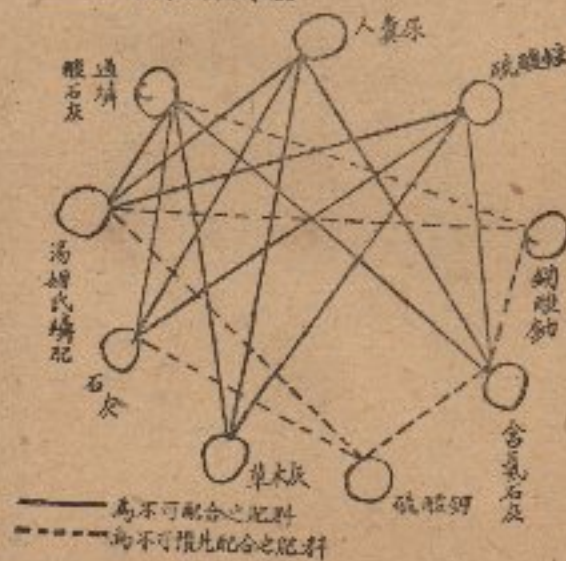
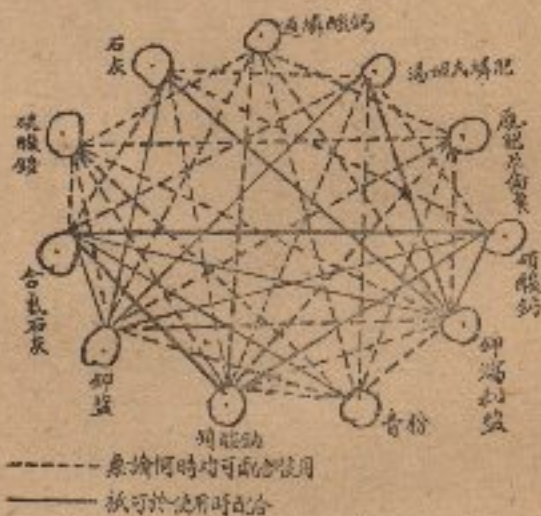
如過磷酸鈣與石灰配合： $\text{CaH}_4\text{P}_2\text{O}_8 + \text{CaO} = \text{Ca}_2\text{H}_2(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2\text{O}$

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，經配合混和後，效用大增，不然，則效用大減，或且有害於作物及土壤。是以配合肥料時，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。

肥料配合指示



肥料配合時宜禁忌者：

(一) 磷酸岩石或其含有磷酸鈣之物質，不應太多，否則生過磷酸鹽還原作用。

(二) 倘在過磷酸鹽或蒸骨粉中加湯姆氏磷肥，鹽基性磷酸鈣或木灰，則可溶性磷酸鹽將變成不易溶性。

(三) 硫酸銨或其他氮質肥料，不可與含有游離石灰之物質如湯姆氏磷肥，鹽基性過磷酸鈣或鱗質磷酸之含多量白堊者相混合，因混合後將為揮發以去。

(四) 硝酸銨不能與過磷酸鹽，蒸骨相配合，因其變成粘硬而有損失氮質之虞。但加骨粉少許可免此弊。

可以互相配合而完成肥料者：

(一) 硫酸銨可與骨肥，魚肥過磷酸鹽及鉀質鹽相配合。

(二) 蒸骨可與鉀肥配合。

(三) 硝酸鈉與硫酸銨相混，則生硝酸銨與硫酸銨，而易於潮解。

(四) 硫酸銨可與過磷酸鹽相混，或與鉀瀉利鹽相配合，若配製後不直接撒入田圃而欲放置，必成潮濕而硬固，此弊可用骨粉或蓖麻子粉少許解除之。

(五) 硝酸鈉可與鉀鹽相混合。

第四項 肥料配合之計算法

(一) 設於某一定面積，栽培水稻，其所施用之總氮為二斤，磷酸一斤半，擬以厩肥，人糞尿及過磷酸石灰為肥料。則此等肥料應以如何之比率配合，其計算法如次：

假定厩肥中之總氮為0.5%，磷酸為0.26%，人糞尿之總氮為0.57%，磷酸為0.15%。過磷酸鈣中之磷酸

爲15%，若以廐肥160斤爲基肥，則此廐肥所含之氮氣量及磷酸量如下：

$$\text{氮氣 } 100 : 0.5 = 160 : x \quad x = 0.81 \text{斤}$$

$$\text{磷酸 } 100 : 0.26 = 160 : x \quad x = 0.416 \text{斤}$$

以此等量與原定用之廐肥，氮氣尚欠 $2.5 - 0.81 = 1.69$ 斤，磷尚欠 $2.5 - 0.416 = 2.084$ 斤。氮氣當用人糞尿210.56斤，此210.56斤之糞尿中，含有磷酸0.275，則含有磷量 $210.56 \times 0.275 = 57.904$ 斤，比之原定磷酸之用量1.5斤尚短0.81斤。今以過磷酸鈣補此不足之磷酸其用量應若干，得如次計算之

$$15 : 100 = 0.810 : x \quad x = 5.4 \text{斤}$$

即施用廐肥160斤人糞尿210.56斤，及過磷酸5.4斤恰符原定氮氣及磷酸之用量也。

(11) 設某種作物施用之肥料，需要3.5% N, 10% P₂O₅, 10.0% K₂O，或三要素之方式寫如3.5—10—10，又用于列各種物質以供給三要素，今欲配合1000斤肥料如上述三要素比例，問各需若干斤？

硝酸鈉含15%氮氣

過磷酸含14%之有效磷酸 (P₂O₅)

氯化鉀含50%之加里 (K₂O)

此題算法第一求1000斤配合肥料中應含之氮氣磷酸加里量。以十乘三要素之比率數即得。

$$\text{氮氣} \dots \dots \dots 3.5 \times 10 = 35 \text{斤}$$

$$\text{磷酸} \dots \dots \dots 8.0 \times 10 = 80 \text{斤}$$

$$\text{加里} \dots \dots \dots 10 \times 10 = 100 \text{斤}$$

第二求若干斤硝酸鈉可以供給35斤氮氣，若干斤過磷酸鈣可以供給80斤磷酸，若干斤氯化鉀可供100

斤加里。

$(35 + 15) \times 100 = 230$ 斤 硝酸鈉

$(80 + 14) \times 100 = 510$ 斤 過磷酸鈣

$(100 + 50) \times 100 = 200$ 斤 氯化鉀

此三數相加恰為1000斤。

複習十一

一) 何謂鈣化作用？

(二) 何謂硝化作用及硝酸還原作用並在農業上之利害如何？

(三) 何謂肥料的化學反應？

(四) 說明肥料的生理反應情形？

(五) 過磷酸鈣，磷酸鈣，湯姆氏磷肥，草木灰等肥料為化學的何種反應肥料？

(六) 硫酸銨，硫酸鉀，智利硝等肥料為生理的何種反應肥料？

(七) 為何需配合肥料之施用？

(八) 舉例說明肥料配合之得當與否所發生之效果。

(九) 假設某一定面積土地，栽培水稻，其所需施用之氮氣為四斤，磷酸為三斤，擬以廐肥，人糞尿及過磷酸鈣為肥料，則此三種肥料應如何比率配合，試計算之。

附假定廐肥中氮氣含0.5%，磷酸含0.25%。

人糞尿中氮氣含0.57%，磷酸含0.15%。

過燐酸鈣中含燐酸15%，並以廐肥3200斤為基肥計算之。

第四節 施肥

施用肥料不問其為天然或人造，直接或間接，如能知在某種情形下可得最大之效果，最經濟；此為施肥上之切要，茲述大概情形如下：

第一項 需肥之推測

(一) 土壤性質

黑色土壤大都富於有機質及氮氣。含有多量鉀質及其他可溶性鹽類者，表土常有白色物之聚集。含有豐富之石灰質者，加以鹽酸或其他強酸，有泡沫之發現，反之則需要石灰之證。

土壤之理學性質不同例如粘土，砂土，腐植土等常足資吾人施肥之方針。大凡粘土豐於鉀質，而常缺少燐酸及石灰質，故宜充分石灰及燐酸之施予，足以助加里之分解而得良好之收穫。砂土之原來物質本缺乏之植物營養料，又因其粗鬆，吸收力弱，所施下之肥料易被流失，氮磷鉀三要素均宜供給，不宜一時多施，分作數次施用較為有利。腐植土富於氮氣，大都非有效性，加里燐酸均感不足，排水之後，施以石灰及燐酸加用肥料，其為得策。

(二) 植物生長狀態

細心觀察，作物生長之狀態，長期之經驗，可如何種養分缺少，何種供給豐富，雖不能謂其一定不移，或觀察誤者在所不免，下列各點亦頗足參考

(一) 氮氣

A 缺少氮氣——如土壤理學性質良好，有充分雨水及日光，而作物莖葉不茂，短小而葉緣缺少帶黃色，或早期開花結實者，普通為缺少有效性氮氣供給之證明。但因水分不足，或病虫害關係，使植物不能利

用土壤中之氮氣，亦有同樣現象。又在粘重土壤，水分多，溫度低，硝化作用受其阻礙，可給態氮氣之供給不能應植物生長之需求時，亦往往矮小呈病狀，現黃色。惟天氣和暖，水分減少，或施以速效性之氮氣肥料，立即改變舊觀生長暢茂矣。

(二) 磷酸肥料

B 多量氮氣——有豐富之氮氣之供給，則莖葉繁茂而呈深綠色。此為不缺乏有效性氮氣之證，然並非不必施氮肥之指示。

C 過量氮氣——植物枝葉徒長，或花。果實。發育不全者，為氮氣過量，而磷鉀不足之徵。大凡一時施用多量廐肥，當氣候溫和，土性良好，適量水分，其尿素變為硝酸鹽迅速植物驟得多量速效性氮氣，供給，往往生長異常茂盛，結實少，易罹病害及風災，此於小麥見之。又如馬鈴薯則只見其繁茂而地下莖稀少而形小。此種情形可以減少氮氣用量，增加磷酸及加里之比例而避免。按作物因其種類不同，所需三要素量，亦有多寡，有需要氮氣特多者，有磷酸或加里特多者，同一分量之氮氣對於某種作物為適量，而於他種則嫌其過多而有害。

(一) 磷酸

在良好土壤，禾穀類作物通常能早期成熟，種子多而充實者，乃磷酸供給豐富之徵。成熟遲，種子輕而空虛者，乃氮氣比例超過磷酸之證，施用多量廐肥於禾穀類常有此種現象。

(四) 加里

如玉蜀黍，白菜，馬鈴薯，番茄等作物生長茂盛強健，則該地不缺乏加里化合物可以推知。此外果實品質良好，色味俱良者，亦土中加里供給充分之徵。反之植物葉叫錐茂，而軟弱易脆或罹病者，其缺少加里肥料無疑。

此種視查有時足資施肥標準者不少，已如前述。宜細心視查而從多方面研究，所得結果，庶合實際。如只顧一方面之現象，忽略其他事情，例如病虫害，氣候等，往往不能精確論斷。

依作物生長情況而略知其所需肥料外，前期作物之種類，亦甚有關係。例如連年栽培小麥於同一地點，所耗去之磷酸及氮氣較加里多。此在種情形總肥及燐肥之施予乃為必要。連年栽培牧草類之作物，則土中消耗加里量多過磷酸，此所以作物不宜連年栽培之又一解釋也。

第二項 肥料之選擇

(一) 肥效之遲速

肥料被利用率愈大者，其肥效率亦愈大，但無持久性。故施用人造肥料在求速效，每季作物皆須施，普通依各種作物需要的要素不同，而配量分別供給目前之需要，不問其來年如何，田農多半如此，反之上地屬於自己者，農人常以緩性肥料使其漸次分解，繼續供給作物數年之需要亦不少。又某種作物宜於緩效性肥料者，如此施法方為有利。由此視之，欲效力迅速及一時的供給，則宜用速效性人造肥料。欲效力長遠而漸次被作物利用，則以天然肥料為主。茲作肥效之遲速分別之如下：

(1) 速效性——智利硝，硫酸銨，石灰氮氣，腐熟人糞尿，腐熟肥，過磷酸鈣，加里鹽類等。

(2) 次速效——豆餅，油粕，血粉，魚肥，綠肥骨等。

(3) 遲效性——海鳥糞，磷酸三鈣，粗製骨粉等。

二土壤氣候及作物之關係

(1) 氮氣肥料

A 如土壤中含有相當量之石灰質，雨量少或灌溉不可少之地方，宜施以酸性肥料。

B 土壤鬆，雨水多之地方，不可施用硝酸鹽類之肥料，或僅施以少量以助幼植物之生長，或於生長期中分次作為追肥，水田不可用，免其流失也。通常以有機質及銨類為上選。

C 雨量少，土壤乾燥，有機質不易腐敗，速效性銨肥優於綠肥或廐肥，但不宜過多，以免成熟期之延長，惟有有機質肥料或堆積腐敗而後施用，可以增加土壤之吸水力，減少乾旱之弊。

(二) 磷酸肥料

A 磷酸肥料有促進植物根部發達，早期成熟之效，在此情形施用較多過磷酸石灰可以減少旱害。

B 土壤中石灰質少，湯姆斯燐肥及骨粉，皆有供給石灰中和酸性之效，其效能較優，反之當以過磷酸石灰或磷酸銨為上選。

C 土壤具弱酸性反應時，施用過磷酸石灰其肥效固遜，然有沈澱鐵及鉛減少毒質，便於幼植物之生長之效能。

D 集約農業以施用過磷酸鈣或磷酸銨為主，粗放農業以燐礦粉及骨粉，海鳥糞為主。

(三) 加甲肥料

A 土壤中缺少鈣，鎂，硫者，所選之鉀肥以能供給此三種要素者為目的。例如硫酸鉀，炭酸鉀，硫酸鉀鎂等是也。

B 雨量多之地方，流失機會亦多，施用價廉之重鹽鉀鹽，如開乃特之類，以補充土壤可溶成分之損失為最得策，反之雨量少之地方，流失機會少，施用濃厚之鉀質肥料如磷酸鉀，銨磷酸之他種鉀肥鉀料為佳云，在我國以草木灰為王。

第三項 肥料之評價

供給同一要素之肥料，其價值有貴賤，此固依效力之遲速而分，如能細心研究各種肥料價值而能計其每單位銨磷鉀之真價格，往往得以廉價而購得合乎目的之肥料三要素。

肥料價值有真價與市價之別，市價在市場之買賣價格而言。肥料之真價大概依三要素量之多寡及分解之難易為標準，在同一種類之肥料中，三要素含量愈多者通常價值較廉，肥料之市價不必與真價相一致，或高或低宜先察市價而計其原否，欲計算肥料之真價，要先知各種形態三要素一定之標準價格，此種價格，常伴各種肥料市價之變動，而時有高低，因之三要素間價格之比率，亦非一定不變，而時有變遷。故宜常行計算以定三要素一定量之價格，及其價格之比率欲計算三要素之標準價格，可先選定重要肥料，依其平均成分及市價與肥效率，計算各種形態一定量之價格。通常以過磷酸石灰，硝酸鈉或硫酸銨為標準，計算法如次：

(一) 磷肥之評價法

磷肥中占主要位置者，為過磷酸石灰，故先計算該肥料水溶性磷酸一定量之價值，次及於其他之磷酸，此最便之法也。今設有過磷酸石灰，其每百斤市價為四元，成分如下表：

可溶於水之磷酸	15.0%
不溶性磷酸	1.0%
不溶於水而溶於檸檬酸液之磷酸	0.5%
全磷酸	16.5%

如上所述過磷酸石灰之磷酸為三種之形態各異其肥料的價值，故宜參酌其肥料效率，評定各種形態之磷酸價格。示諸種磷酸之肥料效率如下：

水溶性磷酸	100%
過原磷酸	84%

動物性磷酸

65%

植物性磷酸

35%

灰質之磷酸

28%

鐵粉之磷酸(不溶性)

28%

今參酌上表所示之肥效率自前揭之過酸磷石灰之成分，及其市價，算定水溶性之磷酸，還原磷酸及不溶性磷酸每斤之價格如下：（每一單位價格）

$$15 \times 100 = 1500 \quad (\text{水溶性磷酸})$$

$$0.5 \times 84 = 42 \quad (\text{還之磷酸，即磷酸鐵可溶})$$

$$1 \times 8 = 8 \quad (\text{不溶性磷酸})$$

1550(磷酸全量)

$$1550 : 4 (\text{元}) = 1500 : X$$

$X = 3.86$ 元(過磷酸石灰百斤中水溶性磷酸之價格)

$$\therefore \text{水溶性磷酸一斤之價格} = \frac{3.86}{15} = 0.254 \text{ 元}$$

$$\text{又} \quad 1550 : 4 : r \quad r = 0.168 \text{ 元}$$

$$\therefore \text{還元性磷酸一斤之價格} = \frac{0.168}{0.5} = 0.216 \text{ 元}$$

$$\text{又} 00.1550 : 4 = 8 : Z \quad Z = 0.0206 \text{ 元}$$

$$\therefore \text{不溶性磷酸一斤之價格} = \frac{0.0206}{1} = 0.0206 \text{ 元}$$

由此可知過磷酸石灰中各種形態之磷酸，其價格每斤如下：

水溶性磷酸	0.254 元
過元磷酸	0.216 元
不溶性磷	0.0206 元

又將上列式發算出動物性及植物性磷酸一斤之標準價格如下：

$$\begin{aligned} 100 : 65 &= 0.254 : x & x &= 0.165 \text{ 元 (動物性磷酸)} \\ 100 : 35 &= 0.254 : x & x &= 0.0889 \text{ 元 (植物性磷酸)} \end{aligned}$$

(二)肥料之市價照舊計算法

今設硫酸銨每百斤12元而氮素含量為20%問每斤氮素價值多少？

$$120 \div 20\% = 0.60 \text{ 元} \quad \text{氮素每斤值六角}$$

複雜成分之肥料則可依下列方法計算：

今設人糞尿之平均成分為氮氣0.57%、磷酸0.13%，加里0.21%，而每担市價為0.3元；又豆餅成分為氮氣7.0%，磷酸1.5%，加里2.0%每担市價5.5元，問三要素之價格熟慮？

$$\text{人糞尿} = 0.57 + 0.13 + 0.21 = 0.91 \text{ 即 } \frac{0.30}{0.91} = 0.33 \text{ 元}$$

(三要素每斤之價)

$$\text{豆餅} = 7.0 + 1.5 + 2.0 = 10.5 \quad \text{即 } \frac{5.50}{10.5} = 0.524 \text{ 元}$$

22

由此可知人糞尿之三要素係於豆餅。又欲知每担肥料氮氣單獨之價格時可先算出肥料中所含磷及加里之價格自該肥料之市價減去之，以氮氣之量除其殘額，當得氮氣一定量之價格。(但加里之價格假定與磷

酸同)

人糞尿中氮氣每斤價值 = $0.3 - (0.13 \times 0.165) + (0.21 \times 0.165) = \frac{0.244}{0.57} = 0.50$ 元

豆餅中氮氣每斤價值 = $5.50 - (1.5 \times 0.0889) + (2 \times 0.0889) = \frac{5.1885}{7} = 0.74$ 元

據此人糞尿中之氮氣處於豆餅中之氮氣也。

第四項施用之預措

今欲以某種物質肥料，使之變為最有效之性狀，或使有害之物質變為有益之形態，要不可不有相當之準備，行此準備之方法曰施肥之預措。預措之方法頗多，今惟述其重要者如下：

(一) 粉碎 肥料粉碎之結果，雖不起化學的變化，而能變其物理的形狀，使之普及土中，增其效用，故肥料之為巨塊或顆粒者必先碎為粉米而後施之。

(二) 稀釋 作物為吸收養分，自有一定之濃度，養分過於濃厚，則受其害不淺。例如施用新鮮人糞尿，而非加數倍之水以稀薄其溶液，則礙根之吸收作用，而肥料混有毒性之物質者，濃度愈大害愈烈，欲減輕此等之有害，方法雖有數種，而以水稀釋之最為簡易，惟稀釋度當因物質而殊，即在同一物質，亦宜視土地之乾溼吸收力之強弱，作物之成長度等而變通之。

(三) 溶解 凡施用可溶之濃肥料，宜混之以水，使為適度之溶液(0.25%以下)而後施用之，固形氣雖粉未極細，而欲使之分佈土壤無稍厚薄勢實有所不能。一日作成溶液，則浸潤於土壤中之孔隙土壤之細粒密接，為因土壤之吸收作用而普及於上中矣。

(四) 增容 肥料之富於養分而容積小者，例如智利硝硫酸，對於一畝不過施用十餘斤或數十斤，用量如此之少，而望其普及中土無稍遺漏，亦亦難矣。故此等肥料，宜先與容積巨大之堆肥或乾土善為混合

而後撒佈之。如是則分佈平均無過與不及之弊矣。

(五)腐敗醱 腐敗醱云者，諸物質因細菌之作用而分解也。依此方法則有機物質之不能直接為作物之養料者，皆可使之變為有效形態，他如有害於植物之有機成分，亦可使變為無害且轉為有益之性狀，即如效果遲緩之肥料，亦得藉此而速顯其效。

第五項 施肥方法

施肥之方法固宜視農作物之性質，肥料之狀態，性質及其他事情而殊，有未可一概而論者。今惟就普通所用之方法而略言之：

(一)撒施 不問肥料之形狀何如，於播種或移於前數日播肥料於圃場之全面積也。

(二)條施 沿行列而施肥料於其間，彼條播棉花小麥甘蔗甘藷等施肥即此類也，開淺溝隨種子而施入亦屬此種。

(三)圈施 栽培作物之前，或播下種子之際，或苗苗之根際穿穴而施用之者也。需要肥料最多之作物或施肥量小者概用此法。

(四)環施 於作物根際之周圍一圓溝，環繞而之施者也。通常行於果樹，其狀如環，至於距離之遠近，以離樹幹周圍之三倍為最遠云。

(五)頂施 將肥料施於種子上部之謂也，此法多用於排水良好之土壤，淺根種壯大之作物，及最易溶解之速效性肥料，用為追肥，以補給肥料之不足而促進作物之生長為目的施肥宜少總氣含量不多，種子與肥料間之距離至少一英寸，如與種子接觸，頗易為害。撒施，條施，圈施皆無不可。

(六)側施 置肥料於種子之側，大約距離一寸至二寸，粘性土壤與深根作物通用之方法也。

(七)底施 先施肥料混入土中，而後播種子於其上，即所謂底施也。此為最通行之方法多行於密植

大之有機質肥料。

(八) 觸肥 將種子與肥料同時施入土中，二者互相接觸即所謂觸肥也。播種機附帶施肥機而同時工作，與我國之種豆類，常混入糞尿而同時播種皆屬此種。此法最節省人工，但往往因種子周圍土壤溶液過於濃厚，有不能吸收水分而不能發芽，或雖發芽而易於萎死之弊。

以上所述之施肥方式，皆互有得失，未易判定其優劣，要而論之，肥料之為揮發性者，宜取團施法，以免養分之發散。肥料之尚需氧化者，則可用撒施法，以廣其接觸空氣之面積。蔓物之根作延甚廣者，所施肥料以撒施為宜，至作物需用養分甚多時，則可採團施法，使養分集中於根之附近，此外宜參酌土質氣候及土地之利用法變通行之。

第六項 作物施肥之概況

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。茲述各種作物之施肥概況如下：

(一) 禾穀類

禾穀類大都為淺根禾物，鬚根密布表於土間，底土深處雖亦伸入不少，而吸收肥料普通多在表層。因此凡可溶性肥料施入土壤中愈近於表土愈有效。例如大麥、小麥、稻等當生長之前半期，需要多量氮氣，但此硝時化作用尚未盛行，非至天氣較暖不能得充分硝酸鹽之供給，故最初於春季施肥時，總氣肥料以硝酸鹽為最合宜。又如玉蜀黍生長期較長，生長最盛之時乃麥類成熟之後，總氣肥料有機性為宜，雖其分解緩慢，得此長時間亦不慮無以供給也。

禾穀類吸收加里之力最強，而吸收鉀素之力最弱，磷酸之吸收之力位乎其間，故此類作物以鉀素肥料為最要，磷酸肥料次之，而加里不須給者亦時有之。然同為禾本科，而因作物之類別及其生長季節之如何

，大異其養分之吸收力。例如大麥裸麥類素之吸收力較強，燐酸及加里之吸收較弱，故因燐酸肥料及加里肥料之施用，而增其收量者有之，小麥則比裸麥加里燐酸之吸收力較強，氮素之吸收力較弱。故氮素肥料宜多用之。又如於冬作物（例如大麥小麥）所不易生長之瘠地栽培夏作物（如水稻，粟）可得相當之收量，此乃概由於氣候之影響，蓋氣候愈早晚，土壤中養分之分解愈多，作物吸收其養分較易也。

(二) 豆類

此類作物含有氮氣遙過於他作物，其氮氣之大部分在種實中，磷比之禾谷類稍多，而鉀及鈣則甚富，此類作物能依根瘤菌之共生作用，固定空氣中游離氮氣，故氮氣肥料不要施用。惟其幼穉之時，施以少量之速效性氮氣肥料，頗為有效，蓋發芽種子所貯藏之氮氣耗盡，而根瘤菌尚未生成，欲望其利用游離氮氣以資其營養不易得也。豆類雖富於鉀，而吸收土壤之鉀之力甚弱，故鉀肥要多用也。鉀質肥料最有效地於豆類，尤之綠質肥料最有效地之禾谷類也。又此類作物對於燐酸於抵抗力甚弱，且自分泌酸液多，故施於豆類之肥料，以傾於鹽基性者為宜。草木灰特有效於豆類，概因其富於鉀質，且為鹽基性，能中和其酸也。豆類因石灰之施用，能增其收量者因由於石灰為豆類之必要養分，而為鹽基性亦與有力焉。

(三) 根菜類

根菜類含有加里及氮素頗多，而其特性則在吸收土壤中加里之力強，利用燐酸之力弱，故施用廐肥堆之於根菜類時，不要多施用加里肥料，而燐酸肥料不可不特用之。燐酸肥料最有效地於根菜類，尤之熱肥之於禾穀類，加里作於豆類也。

(四) 蔬菜類

蔬菜以柔嫩繁茂為必要，而柔莖與否以生長快慢為準，大凡生長迅速者品質良好，反之則粗老而產量少。蔬菜生長期較短，在此短期間以速效性之硝酸鹽及可溶性之燐酸肥料為必要，燐酸肥料用於蔬菜作物者

雖此較銨氣及加里爲少，但土壤中大部缺乏此養分，故宜予以相當量之供給。

(五) 果樹類

果樹之生長與普通農作物不同，前者經過數年生長，始達結實期，在此期間概以銨及磷爲必要以增大體量，後者生長期不過數月即結實成熟，所需肥料勢必較用諸於果樹者效力迅速乃可。分解緩慢之有機質肥料最適於果樹。到結實期則與磷之比則宜求其多，過量銨素供給，使成熟遲，果皮呈青色枝莖徒長而脆弱，易罹病害。磷酸則能蓄積及收斂，增加貯藏力及甘味。銨使果樹強健減少病害，增加貯藏力及甘味，充實果肉，助根莖發達。石灰缺乏之土壤至少每二三年宜施一次，石灰之效能與磷酸加里相似，有協同之效能，對於柑橘類之品質上最必要。以肥料種類言，銨素肥料以人糞尿酸肥爲主，磷酸肥料可用骨粉或過磷酸鈣，加里肥料可以硫酸銨或草木灰供給。

第五節 肥料之試驗法

同一肥料，施用於不同之氣候，土壤，作物中，肥效每不相宜。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 不施銨肥施用多量之磷鉀肥。

三、銨鉀區 不施磷肥施用多量銨鉀。

4. 無磷區 不施鉀肥施用多量之磷。

5. 全肥區 施用充分之磷鉀。

(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，並施用同樣充分之磷鉀二質而試施用之量。

1. 無磷區 2. 二斤區

3. 四斤區 4. 六斤區

5. 八斤區 6. 十斤區

7. 十二斤區 8. 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 肥料試驗之方法

肥料試驗之方法：有水耕，砂耕，鉢盆圃場等試驗之別。

(一) 水耕試驗法

如試驗植物必要之養分，溶解於種藥品於液中(培養液)以為培養植物之用，稱為水耕法，或溶液培養。

(二) 砂耕試驗法：

砂耕法即砂中培養其目的與水耕同，以細砂代水，而所用培養液亦與水耕法同，試驗用之細砂選淨無養分之砂砂，鹽酸煮沸後，充分洗滌，乾燥，盛入陶製盆，播種，加入培養液，管理及其他事項與水耕法同。未加入培養液之前，先以蒸溜水潤溼之，過剩之水可由盆底排去以達於適當之水分量為度然後加入培養液。每三日由盆排去一次，加入同量之新鮮培養液，以保持原來之重量。

(三) 盆鉢試驗法：

試驗所用之盆有種種，或為木製，或為陶製，或為玻璃製者，此數種之大小形狀皆不同，惟依試驗者之意志製之以為常。所用土壤，先採集堆於一處攪拌之，使其均一，再以一定口徑之篩過，以整齊其土粒乃秤定所需土壤而填入各盆以供試驗。

(四) 圃場肥料試驗法：

圃場試驗頗簡單，然精而察之，甚覺其難，1. 即地方均一之土地不易得；2. 土地之區劃，施肥，播種，耕耘收穫等不易歸於一律；3. 差誤之由於病蟲害及氣候關係而生者避之頗難；4. 欲於瘠薄之土地，供給充分之養分，光線水分，以豐其收穫，實非易事；5. 圃場試驗有四難，故此多用盆鉢試驗也。

第三項 試驗區之處理

(一) 形狀

長方形之試驗區，兼跨不同之土質較正方形者受土壤差異之影響較少，且便於耕作。

(二) 大小

地方選擇既定，乃着手整地，每區面積依作物種類及地方情形而定。

(三) 區劃

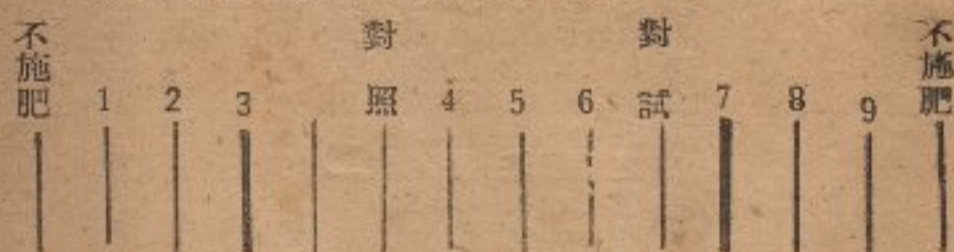
水田須用兩重之田基，以免鄰第肥料之互相滲混。旱田每區相隔一公尺，區之四角預埋

木椿，與地面齊，以不妨礙農具之使用為宜。如此每年犁動，現有界限移動之弊，整地時宜分別翻土，不可一犁十數區，然後再分割成區，如此每年有使彼此土壤攪混之虞，失肥料試驗之宗旨矣。

(四) 對照

每四區至少有一對照區為原則，每一

驗之端爲不施肥區，其佈置如下圖：



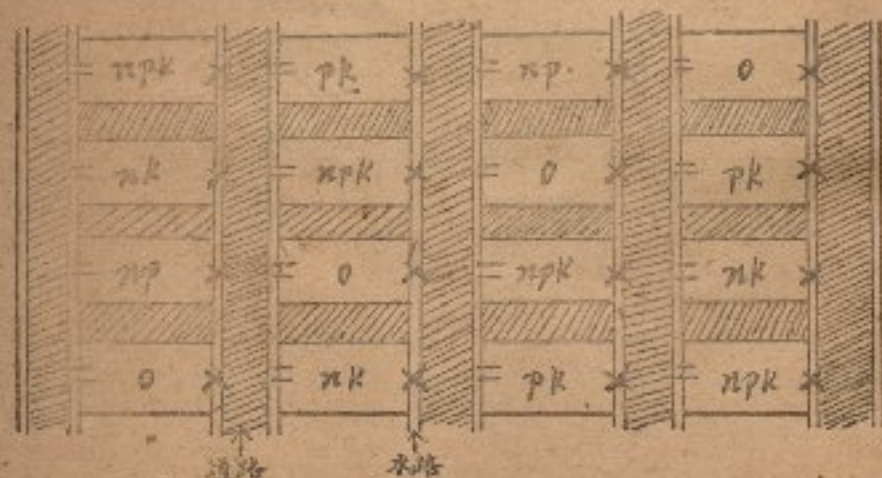
試驗區佈置圖

A 陸田試驗

NPk	NK	NP	PK	O
1	2	3	4	5
5	1	2	3	4
4	5	1	2	3
3	4	5	1	2
2	3	4	5	1

試驗區至少距岸邊三尺區與區間宜距三尺

B. 水田試驗



— 排水口

× 排水口

地之肥沃度。

對照區用天然肥料，其所用之肥料量仍與人造肥料各區相等，以資比較，不施肥區之目的在測知該地之肥沃度。

(五) 耕種 所有犁肥等工作，務分別爲之，以彼此之土壤混入，在傾斜地面不可順坡勢上下犁之宜，橫犁以阻雨水直瀉而下，減少地面之侵蝕或沖刷。

複習十二

- (六) 品種及播種 一切品種須用優良可靠者，並須與欲所試驗之肥料成分，有密切之影響者。播種宜較平常爲密，日後再間拔使疏免有長不齊難於補救之弊。水福或須移植在此例外。
- (一) 作物當缺少銨肥或過量銨肥時呈何種狀態。
 - (二) 施肥之預措手續如何。
 - (三) 施肥之方法如何。
 - (四) 禾本類，豆類，菜類，果樹類之施肥概況如何。
 - (五) 肥料試驗之種類如何。
 - (六) 肥料試驗方法有那幾種。



432.3
1066

443734

王則男撰
肥料學

登錄號 443734

類碼 432.3/1066

卷次
備註



注 意

- 1 借閱圖書以二星期為限
- 2 請勿圈點、評註、污損、折角
- 3 設有缺頁情事時請即通知出納員

國立中央圖書館臺灣分館

發行人 廖季清

編著者 王則男

出版者

嘉義農業職業學校出版委員會

印刷者 東南印刷廠

中華圖書集成
經濟叢書
五
卷
第
一
冊

國立中央圖書館台灣分館



3 1111 001136835