

大學叢書
土壤學

卷中

劉和著

商務印書館發行

土壤學卷中序

本卷分土壤化學及土壤培肥，與上卷成自然之連續。綜合此二卷，除土壤中之生物及其作用，將詳述於第三卷中（土壤學卷下）外，其他關於土壤之問題，已備列其詳矣。

引用化學方法以研究土壤問題，已有將近三百年之歷史，而其發達之迅速，頗足驚人，考察土壤學之論文中，半數以上，為屬於化學方面者，蓋不惟化學的問題，須以化學的方法解決之，即土壤之生物的作用，亦多需化學方法以研究之也。

晚近化學的進步，一日千里，而膠體化學，有機化學，及分析化學，更能突飛孟晉，精確的分析結果輔助原理解釋，而真實的原理解釋復可創新的分析方法，是以二者相輔並進，具臻於完善。借化學的偉力所能闡明之土壤化學問題，首推土壤膠體之構造與作用，及土壤供給植物食料之能力。作者對於此數問題之論文，盡量搜羅，編為最完善之著述。凡有志改良華北之鹽鹼土，及華南之酸土者，可於本卷中得最詳明之科學的理論，與最合理之實施方法，而注意肥料之經濟問題者，可由應用植物食料節中得相當之益助。

本卷中之土壤培肥一章，為將土壤之化學問題，與植物之生長，或農業問題，綜為一體，使本卷不僅理論詳盡，且有實際價值，農學者果能手此一冊，則關於土壤問題之大部分，自可迎刃而解也。

劉 和序於杭州華家池。

二四，五，二十。

目 錄

第一章 土壤之無機物成分	1
第一節 土壤礦物之變化及土壤之化學成分	1
土壤礦物之來源	2
普通岩石之礦物成分 土壤之礦物成分	
土壤礦物之變化	5
石英之變化 長石之變化 鐵礦之變化 方解石與白雲石之變化 磷灰石之變化	
土壤之化學成分	15
土壤之全量化學成分 土壤種類與土壤成分 土壤植物食料全量的成分 母石之種類與土壤之植物食料成分 土壤之風化情形與其植物食料含量 土壤應用植物食料之成分 土壤反應的化學分析	
第二節 黏土	27
黏土之化學成分 黏土之化學構造 黏土之礦物成分	
黏土之膠體性 懷水力 容積之變化 塑性 黏着性	
附着性 羣集作用 羣散作用 結合力 吸收力 不固定性 懷水熱 鹽基代換作用	
黏土之矽酸與氧化鋁分子比例	37

表示風化程度 與膠體特性之關係 $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$ 分子比例

數與土壤分類

第二章 土壤之有機物成分43

第三節 土壤有機物及其變化43

土壤有機物之來源

土壤有機物之成分44

醣類 脂肪與臘 蛋白質及其他含氮化合物

土壤中微生物48

土壤生物之種類 土壤生物之數目

土壤有機物之變化52

纖維質之分解 澱粉及其分解 脂肪與臘質及其分解

蛋白質及其分解 非蛋白質之含氮有機化合物及其

分解 其他有機化合物之變化 土壤有機物之分解與

腐植質之生成

有機物對於土壤之化學作用61

影響無機物之溶解性 對於土壤反應 吸收作用 供給

應用氮及礦質植物食料 土壤中之碳與氮的比率常維

持一常數關係(10:1) 硝酸還原作用 毒害物質之生成

第四節 腐植質64

腐植質之研究經過 腐植質之人工製造

腐植質之特性 76

腐植質之分散性 腐植質之羣集作用 腐植質之緩衝性 腐植質之吸收作用	
腐植質對於土壤之作用	80
第三章 土壤膠體物	82
第五節 膠體物概論	82
物質體積單位之微細度及其所可表示之特性	83
膠體物之二體組織	
膠體物之特性	86
膠體物之電性 卜浪運動 亨道現象 膜分作用 電滲作用 重層電性 吸收作用 鹽基代換作用 沈澱作用 保護膠體 相互沈澱 懷水與膨脹 收縮	
第六節 土壤膠體及其特性	92
土壤膠體物之來源 土壤膠體物之組織 土壤膠體物之所在 土粒之水膜與土壤膠體物之關係 土壤膠體粒之電性 土壤膠體物之吸收作用	
沈澱作用	97
鹽基代換作用	97
土壤所含之代換性鹽基量 黏土與有機物各有之代換力 鹽基飽和與鹽基不飽和 代換性鹽基與土壤反應 代換性鹽基量與土壤膠體之固定性	
陰電離子之代換作用	107

土壤膠體物之羣集與羣散	108
土壤膠體之羣集 土壤羣集作用之研究 電解物之羣 集膠體力 不正常之羣集 土壤膠體之羣散作用	
土壤膠體之定量分析	113
直接方法 間接方法	
 第四章 土壤溶液與土壤應用植物食料	115
第七節 土壤溶液	115
土壤溶液之研究	
水分與土壤溶液	117
水之溶解力 土壤之溶解度 植物食料化合物之溶解度	
土壤溶液之狀態	120
土粒與土壤溶液之關係 濃度與土壤溶液之狀態	
土壤溶液之成分	122
希路生之代換液 摩根之油代換液 水代換液之成分	
土壤溶液所含之化合物	
影響土壤溶液成分及濃度之因子	126
土壤之水分量 植物之生長 微生物之作用 有機物 之作用	
土壤水溶化合物之損失	128
作物之吸收 揮發作用 機械的損失 滲濾損失	
土壤水溶化合物之增加	132

第八節 應用植物食料	136
土壤所含應用植物食料測定法之研究經過	137
普通肥料試驗法 <u>米采利希</u> 之方法 <u>腦包爾</u> 之幼苗法、 <u>尼克拉斯</u> 之霉菌法 氮氣固定菌法 植物細胞汁分 析法 <u>戴爾</u> 之方法 <u>特路亞格</u> 之方法 <u>特路亞格</u> 應用鉀 測定法	
主要植物食料及其應用度	151
氮 磷與氮的比率 氮化作用與硝化作用之適當環境	
磷 植物所吸收之磷的成分問題 影響磷酸肥料應 用度的因子 有機物之分解與磷肥應用度之關係 土 壤之反應與磷之應用度 土壤性質與種類對於磷素之 應用度的關係 石灰對於磷肥之應用度的關係 作物 之種類與磷之應用度 鉀 固定 溶解 鹽基代換 鈣 硫	
第五章 土壤反應	168
第九節 土壤反應概論	168
電離作用 電離常數 反應 水之電離度 pH 之意義	
當溶液與 pH 價之關係 緩衝作用 加水分解作用	
加水分解與土壤反應 土壤反應之測定	
第十節 酸土	180
酸土之研究史	

土壤酸之來源	185
有機物之分解 肥料之施用 植物之生長 雨水之攜帶	
酸土對於植物之影響	189
氫素離子之爲害 游離態鐵與鋁之毒性 鈣之缺乏	
酸土對於土壤生物之影響	193
土壤 pH 價之變異	193
土壤酸度與土壤之石灰需量	195
以氫氧化物溶液滴定 氫素離子之濃度的測定 土壤之	
石灰需量的測定 試紙法 稀鹽酸法 中和性鹽類溶液	
代換法 直接中和法 代換性鈣與石灰需量	
第十一節 農用石灰	201
農用石灰之種類	202
石灰石粉 生石灰 熟石灰 氣化石灰	
石灰施於土壤中後之變化	206
石灰對於土壤之作用	209
黏合土粒與羣集膠體 減除土壤中之游離態鋁鐵與錳	
減低鉀素之損失 石灰對於磷肥之關係 催速有機物之	
分解 石灰對於土壤細菌之數目的關係 石灰有中和土	
壤毒質之效能 供給鈣與鎂以作植物食料 殺滅土壤中	
之植物病菌	
作物對於石灰之要求	213
各種農用石灰之比較	214

鈣與鎂之比例	216
第十二節 鹽鹼土	217
鹽鹼土之生成 鹽土變爲鹼土之化學原理	
鹽鹼土之分類	224
<u>美國</u> 白鹼土 黑鹼土 棕鹼土 <u>歐洲</u> 鹽土 鹼土	
退化鹼土	
鹽鹼土之分佈	225
<u>中國</u> <u>印度</u> <u>歐洲</u> <u>美洲</u> <u>非洲</u> <u>澳洲</u>	
鹽鹼土之天然植物社會	228
鹽鹼土之形態	230
鹽鹼土之化學成分	231
鹽鹼質對於土壤物理性之作用	233
鹽鹼質毒害作物之情形	235
鹽質阻止植物之吸收水分作用 鹽質對於種籽之影響	
鹽質與植物構造的變化 鹽質對於樹皮之影響	
植物對於鹽鹼質之耐力及其原理	237
植物耐鹽鹼力之原理	
鹽鹼土之改良	240
治標方法 治本方法	
鹽鹼地作物	245
苜宿 小穀 高粱 小麥 大麥 糖蘿蔔 麻 棉	
葡萄	

第六章 土壤培肥 249

第十三節 影響植物生長之土壤因子 249

農業應為永久之實業 250

土壤之永久肥沃問題 250

影響植物生長之土壤因子 252

水分供給量之影響 253

水分供給量與作物產量之關係 植物消耗水分之量與
其生產量之關係 水分供給量與植物之生長習慣 水分
供給量與植物之成分

空氣供給量之影響 260

溫度 263

溫度對於發芽之影響 溫度影響生長期與成熟期

光 263

溫度影響生長速率

第十四節 植物之食料及其功用 267

植物食料元素 267

碳 269

碳之吸收

氮 271

植物體之含氮量 氮對於植物生長之習慣 氮素食料
對於植物之成分與品質之關係

磷	278
植物體之含磷量 磷與植物生長之習慣 磷肥與作物 之成分	
鉀	285
鉀之功用及其對於植物生長習慣之影響 鉀肥對於植 物成分之影響	
第十五節 其他植物食料元素	290
金屬元素	290
鈉 鎂與鈣 鈣 鈣之功用 鈣與植物之成分 鋇與 鋇 鎂 鐵 錳 銅 鈷與鎳 鋁	
非金屬元素	298
氯 氮 磷 硫 矽 硼	
植物之形態與其環境之關係	303
植物對於土壤之影響	305
土壤成分之變化 土壤化合物之轉變位置 改變土壤之 反應 土壤生物情形之變化 土壤成分之不均勻的吸收	
第十六節 普通土壤之培肥	308
培肥土壤之主要工作	309
土壤良好耕性之維持 植物病蟲害之消滅 植物食料之 供給	
維持土壤肥沃度之工作大綱	311
土壤氮素含量之增加	312

植物遺體 厩肥 綠肥 豆科作物 化學肥料 人糞尿	
石灰之施用	314
土壤有機物之維持	315
鉀肥問題	316
磷肥之施用	317
輪種及其重要	317
輪種之利益	
總論	320
第十七節 特別土壤之改良	325
沙土	325
沙土之特性 沙土之改良	
黏土	327
有機質土壤	329
有機質土壤之面積 有機質土壤之分類 腐植土之分	
類 腐植土之物理性 腐植土之化學成分 高石灰與	
低石灰腐植土	
腐植土之改良	336
腐植土之改良價值 腐植土之培肥	
總論	339

土 壤 學

卷 中

土壤化學及土壤培肥

第 一 章

土壤之無機物成分

第一節

土壤礦物之變化及土壤之化學成分

土壤爲固體，液體，及氣體三態之物質所構成者。其固體部分爲無機物及有機物，液體部分爲水及其所溶解之各種物質，而氣體部分爲空氣及土壤所發生之各種氣體，其中以二氧化碳氣爲主體。以上三種物質，不可缺一，否則不能謂之爲正常土壤。此三種物質之間，無明顯界限，相互構爲一體，而組成所謂之土壤。是以如以土壤之各部分分別研究，頗感勉強，而所得結果僅可視爲土壤各部分之一種表象。化學實驗室中所得之結果，有時不能應用於自然之土壤，或與土壤之自然的作用不符，卽以此也。

土壤礦物之來源

土壤固體部分中之無機物成分，爲討論之方便，可總名之爲土壤礦物。廣義言之，地殼岩石風化之後，即生成土壤。（參考卷上第四節）故欲知土壤礦物之來源，須以地殼岩石之礦物成分爲起點。惟岩石爲礦物結合而成者，且岩石之分類，雖以生成原因爲根據，但每種岩石，含有其特有之礦物，因而由岩石之名稱，即可知其所含之礦物。

地殼所含之岩石以火成岩爲最多，水成岩次之，變態岩最少。變態岩爲火成岩或水成岩受環境之作用而生成者，其所含之礦物並未變化，或變化甚微，故以礦物成分爲立場而討論之時，變態岩亦可置諸範圍之外。

根據克拉克①之計算，地殼所含各種岩石之比例量爲：

火成岩	95%	頁岩	4%
沙岩	0.70%	石灰岩	0.25%

以上各種岩石之分佈，以陸地爲最多，共佔 92%；海地甚少，佔 7%；而大氣中尚有 0.03% 卽爲塵土。

地殼可簡分爲三層。其最下之一層，深度尙未測定，所含岩石完全爲火成岩類之深成岩。此種岩石，除其微量由地球的變動將其舉至表面，或火山爆發，將其熔爲岩漿，而噴於地殼之表面者外，深埋之部分，不受風化作用之侵蝕，故不能視之爲生成土壤之母體。

① Clarke, F. W.

此層之上，有極薄之岩石層，其所含之岩石爲水成岩及花崗岩類之火成岩。此層受風化之作用，而使其表面崩解及分解爲不結合之物質。此種物質之體積，小者如粘土，可至膠體狀態，而大者如石塊，與原有之母石無異，此二者之間，可有各級不同之體，即所謂之礫石，粗沙，細沙，泥沙，是也。此層不結合之物質，爲地殼之第三層，可謂爲土壤之骨骼，亦即土壤礦物部分之母體也。

普通岩石之礦物成分 岩石爲礦物所結合而成者。故岩石於風化時，由崩解作用而使礦物分離，復由分解作用而使礦物破壞。於是欲知土壤之礦物成分，應先明岩石之礦物成分。

第一表 普通火成岩之礦物成分 (百分率)

	長石	黑雲母	角閃石	輝石	磷灰石	石英	鐵礦
黑雲母花崗岩	62.2	2.3	—	—	—	34.3	1.2
正長岩	63.5	—	22.8	9.0	1.3	0.4	1.8
閃長岩	58.8	12.5	12.8	4.3	—	9.5	—
輝長岩	57.5	3.0	21.8	12.0	1.6	0.5	3.6

水成岩如沙岩，頁岩，石灰岩等，爲火成岩之風化生成物，經水之移運，堆積於海中，復於此受粘着體之結合而成者。火成岩於風化之時，其原有礦物經過分解作用而大部分變爲新化合物。若新化合物，以石英爲主體，則生成沙岩。若以方解石之風化生成物爲主體，則生成石灰岩。而頁岩則爲長石，雲母等之風化生成物，摻雜以石英等結合而成者。

土壤之礦物成分 岩石之風化，受氣候之支配。若氣候寒熱無定，且雨水不足，則岩石之風化多爲崩解，而所生成之土壤，可多含

未經風化之礦物。若氣候炎熱，雨量充足，則岩石之風化，多爲分解，而所生成之土壤，必多含礦物風化後所生成之新化合物。

設以黃土代表以崩解爲風化主因所生成之土壤，而察其礦物成分，則如下表所列。

第二表 黃土之沙及泥沙之礦物成分

石英除外之其他 礦物 百分率	最 多 礦 物		較 少 礦 物	
	沙	泥沙	沙	泥沙
莫蕭泥沙壤土	12	15—20	正長石，斜長石， 鈣長石，鉀微斜 長石，中性長石	綠簾石 白雲母 磷灰石，白雲母， 角閃石 金紅玉， 石榴石，鎢英石， 砂線石 角閃石，黑雲母， 綠泥石， 蛭石， 正長石，鎢英石， 鉀微斜長石， 砂線石
蠻利溫泥沙壤土			鉀微斜長石， 角閃石，正長石	正長石 角閃石 螢石，鎢英石， 石榴石，蛭石， 斜長石，綠簾石， 鈉鈣長石 蛭石，鉀微斜 長石，綠簾石， 榴石，綠泥石

(本表各名詞之西文見卷上第 108 頁)

設以磚紅土代表以分解爲風化主因所生成之土壤，而察其礦物成分，則除少量之石英粒爲原礦物外，其剖面之各平際，皆含有水礬土①($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)，水鐵礦②($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)。此二者皆爲次生礦物，由長石及鐵礦分解而成。磚紅土亦含赤鐵礦，但非原礦物之赤鐵礦，乃水鐵礦去水而成者，故亦爲次生礦物。由是以觀，風化程度最高之土壤中，岩石所含之原生礦物，除石英外，鮮有其他者。

① hydrargillite

② turgite