

大學叢書

土壤學

鍾興正編著



大學叢書

土 壤 學

鍾興正編著

商務印書館出版

*(364471)

大學土壤學

★版權所有★

編著者 鍾 興 正

出版者 商務印書館

上海河南中路二一一號

發行者 中國圖書發行公司

三聯 中華 商務 國明 聯合編輯

北京誠報胡同六十六號

印刷者 商務印書館印刷廠

1952年7月初版 定價¥20,000



(滬)1-3,000

序

土壤爲農業生產之基礎，土壤學乃大學農學院各學系共同必修，坊間雖有原文參考書籍，但學者每感語文相異，學習困難，而中文土壤學書籍適用大學教本及參考者殊不多觀，作者有鑒於斯，爰本十餘年來各校教學經驗，輯成是書，便利有志學農者之門徑。

本書分爲概論、土壤物理、土壤化學、土壤生物、土壤與農業及中國之土壤六篇，乃爲教學便利，依序排列；前四篇涉及一般土壤學知識，土壤與農業一篇，討論土壤與農業之關係，理論配合實際，中國之土壤一篇，則介紹我國重要土類及其利用，藉此認識國內一般重要土類，以爲各地改進農業生產之張本。

土壤學譯名，迄今尙未統一，間有少數慣用譯名，未盡妥善，此書 silt 譯爲粉土，clay 譯爲坭土，soil erosion 譯爲土壤侵蝕。再書中資料，除涉及本國者外，間有採用國外試驗報告，以資參考，事非得已。作者歷年服務各地，因受戰事影響，參考似嫌不足，容於再版之際，修正補充，尙祈海內賢達，惠予指教。

鍾興正

一九五二年元旦

目次

第一編 概論	1
第一章 緒論	1
第一節 概說	1
第二節 種子植物生長之因素	2
第三節 土壤之基本概念	3
第四節 土壤之部分	4
第二章 土壤發生	7
第一節 風化作用	7
第二節 土壤生成	10
第三節 成土方式	15
第三章 土壤形態	20
第一節 土壤內部性質	20
第二節 土壤外表性質	20
第四章 土壤分類	28
第一節 氣候分類法	28
第二節 地質分類法	30
第三節 綜合分類法	33
第四節 中國土壤之分類	34
第二編 土壤物理	39
第五章 土壤物理性質	39
第一節 土粒形狀	39
第二節 土壤內部面積	39
第三節 土壤孔性	41
第四節 土壤重量	41
第六章 土壤質地	43
第一節 土粒分級	43

第二節	土壤質地之命名	44
第三節	土壤質地之分析	45
第四節	土壤質地之重要	46
第七章	土壤空氣	47
第一節	土壤空氣之種類	47
第二節	土壤空氣之分量	47
第三節	土壤空氣之成分	48
第四節	土壤空氣之流通	49
第五節	土壤空氣之效用	50
第八章	土壤水分	52
第一節	土壤水分之來源	52
第二節	土壤水分之分量	53
第三節	土壤水分之流通	53
第四節	土壤水分之種類	54
第五節	土壤水分之消失	57
第六節	水分對於土壤之關係	58
第七節	土壤水分對於植物生長之影響	58
第九章	土壤溫熱	60
第一節	土壤熱之來源	60
第二節	土壤熱之散失	61
第三節	影響土壤溫度之因素	61
第四節	溫熱對於土壤之關係	64
第五節	土溫對於植物之關係	64
第三編	土壤化學	67
第十章	土壤成分	67
第一節	土壤礦物	67
第二節	土壤分析	69
第十一章	土壤膠體物	71
第一節	膠體物概說	71
第二節	土壤膠體物	72
第十二章	土壤溶液	77
第一節	土壤溶液之存在	77
第二節	土壤溶液之成分	78

第三節 有效植物營養料	79
第十三章 土壤有機物	85
第一節 土壤有機物之來源	85
第二節 土壤有機物之成分	85
第三節 土壤有機物之分解	86
第四節 腐植質	88
第五節 土壤有機物之重要	90
第六節 土壤有機物之保持	92
第十四章 土壤反應	94
第一節 土壤反應概說	94
第二節 酸土	97
第三節 鹽土與鹼土	99
第四編 土壤生物	103
第十五章 土壤生物作用	103
第一節 土壤生物之種類	103
第二節 土壤微生物之數量	105
第三節 土壤微生物之營養	107
第四節 土壤微生物之作用	108
第五節 影響微生物作用之因素	111
第六節 土壤微生物與植物營養	112
第五編 土壤與農業	115
第十六章 土壤與農業之關係	115
第一節 土壤肥力	115
第二節 土壤侵蝕	117
第三節 土壤改良	120
第四節 土壤培肥	123
第五節 農村勞力	125
第六節 土壤調查	125
第七節 土壤評級	126
第六編 中國之土壤	129
第十七章 中國土壤之分佈	129

第一節	黑鈣土類	129
第二節	栗鈣土類	130
第三節	漠鈣土類	131
第四節	砂薑土類	132
第五節	山東棕壤類	133
第六節	灰壤及灰棕壤類	134
第七節	紅壤及黃壤類	135
第八節	濕土類	137
第九節	鹽漬土類	138
第十節	黑色石灰土類	139
第十一節	紫色土類	139
第十二節	冲積土類	140
第十三節	高山草原土類	141

附錄 土壤學實驗指導 143

一	土樣採集	143
二	風化作用	144
三	剖面觀察	145
四	土粒形狀	147
五	土壤質地	147
六	砂粒分級	149
七	機械分析	150
八	土級分類	151
九	土壤結構	153
一〇	團粒作用	154
一一	土壤黏閉	155
一二	土壤顏色	156
一三	土壤孔性	157
一四	土壤空氣	158
一五	二氧化碳	159
一六	土壤收縮性	159
一七	容積比重	161
一八	絕對比重	162
一九	土壤溫度	163
二〇	傳熱作用	164

二一	密結度常數	165
二二	土壤水分	167
二三	水分簡捷測定	168
二四	吸着係數	169
二五	凋萎係數	170
二六	持水當量	172
二七	毛細管水係數	173
二八	飽和係數	174
二九	水分移動	176
三〇	鹼質作用	177
三一	灌溉排水	178
三二	土壤覆蓋	179
三三	水分與植物生長之關係	180
三四	氮素測定	181
三五	磷素測定	183
三六	鉀素測定	185
三七	鈣素測定	187
三八	鐵素測定	188
三九	硫酸鹽測定	188
四〇	氯化物測定	190
四一	碳酸鹽測定	192
四二	鹽基代換作用	192
四三	土壤酸度	193
四四	中和作用	195
四五	土壤緩衝量	195
四六	有機物測定	196
四七	腐植質	197
四八	吸收作用	198
四九	土壤微生物	199
五〇	硝化作用	200
五一	土壤肥力	201
五二	土壤調查	202

土 壤 學

第一編 概論

第一章 緒論

第一節 概說

地球陸地上部岩石之表面部分，因與大氣接觸，發生風化及土壤生成作用，變為土壤。各地土壤之物理化學性質不同，即令同一地點之土壤，其縱斷面亦顯出上下不同之層次。

土壤乃一自然產生之物體，佔據地球表面，中含礦物質及有機物，具有程度深淺不等規整發育之淋洗層與沉積層。

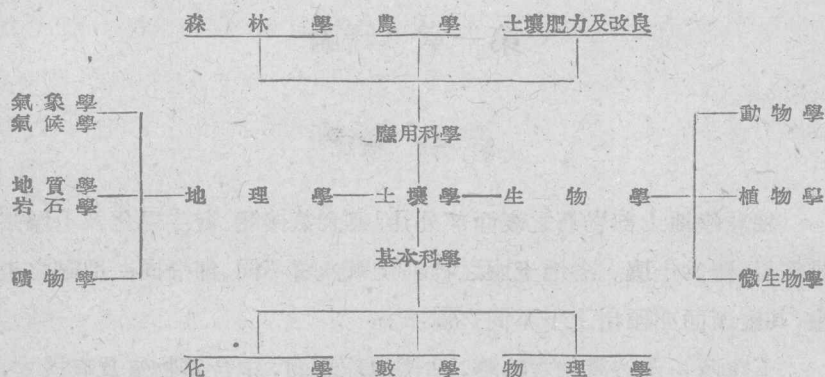
土壤為自然界中特殊物體，乃介於生物界與無生物界之中間形成物，土壤為生產主要條件及肥力之保持者，由於生物及生物化學作用發展結果，使每一形成土壤之岩石上層，當高等與低等生物聯合作用影響之下，漸次獲得新型性狀，使已往生物環境中惰性部分，逐漸變為土壤，即為有機的惰性體。

土壤學乃一獨立學科，以土壤為對象，研究土壤來源、發生、構造、組織及其動態。

土壤學包含土體學及土質學二部。土壤化學、土壤物理及土壤生物學為土質學之分科。土體學中，土壤形態用以描寫土體剖面，土壤生態

用以解釋成土因素作用，土壤生理則述明成土作用方式，土壤分類用以縷分土類體系，其他尚有土壤調查及製圖技術等。由於土質之研究，用以掌握土體特性，更以土體之發展觀念，為指導土質研究重點，兩者不可偏廢。

土壤學界於有生命科學與無生命科學之間，其應用範圍日廣，除農業外，尚可及於工程及醫藥各方面，土壤學與其他基本科學與應用科學等之關係，可用下列圖表說明。



威廉士 (V. R. Williams) 氏曾謂植物與土壤之間存有緊密相互關係。土壤應保持穩定肥力，並須供給植物生長發育必需充足之要素，土壤科學工作者之任務，乃保證創造必要條件，因而有利於繼續增加農業收穫。土壤學之研究，非限於單純靜止土壤之一面，對於植物栽培與輪栽法發展影響所創造之土壤環境應加研究。土壤研究之途徑，須引導走向土壤轉變，因而確保高穩土壤肥力及大量之收穫。

第二節 種子植物生長之因素

羅銑爾 (E. J. Russell) 氏謂種子植物之生長，依內部及外界兩類因素所決定，內部因素由於植物之遺傳，例如早熟、抗病、抗肥等農藝性

狀，外界之因素，則有日光、溫熱、氧氣、水分、養料以及立足地等。除日光外，其他五項因素，可由土壤部分或全部供給。若就立足地一項而言，則完全歸功於土壤。土質疏鬆，有利於植物根羣之發育，土質過緊或排水不良，阻礙根羣發育。土壤溫熱乃土中化學生物種種作用之動力，間接促進植物之生長。氧氣乃化學以及生物化學變化之原料。土中水分，除可供給氧素外，由於水分之流動，協助植物攝取養分以及土中化學生物作用之進行。土壤將植物之根予以機械扶持，然後方能生長。杭畢支 (S. Hambidge) 氏曾謂適合作物生長之土壤，必須便利農具之使用，含有充足水分，不易侵蝕；土壤通氣良好，可充分供給植物生長所需要之養分，酸度適當，且其中所含有害元素或鹽質不過多。

第三節 土壤之基本概念

一切動物直接或間接依賴植物生存，植物則依賴土壤生長，故生物除一部分水生者外，其有生命現象，應歸功於土壤，蓋土壤對於植物之生長，一面予以機械扶持，一面復供給植物生活必需之水分與養料。動植物之遺體，於土中腐爛分解，變為簡單化合物，復被其他生物所利用，是以土壤不啻大自然生命連繫之所在地。

土壤可從物理、化學以及生物三方面加以觀察。就物理方面而論，土粒之大者，可用肉眼予以辨別；而其小者，須用顯微鏡觀察方可，甚至普通顯微鏡所未能見到之土壤膠體物。土粒相互結合而成土團，遂生種種不同之結構。土壤顏色不同，可影響土壤溫度之高低，又如土壤水分及土壤空氣，均能影響土壤物理性質。就化學方面而言，坭土以及土壤膠體物，乃植物生長所需養分之主要儲藏地，土壤一面供給植物所必需之養分，而土壤內部復有種種化學變化。氣候不同之所在，土壤成分不同，例如潮濕多雨區域，土中往往缺乏鈣素。土壤反應之不同，以及其

中所含有機物之多寡，均足影響植物之生長。更就生物方面而言，動植物之遺體，留在土中，因微生物作用之結果，變為水分、二氧化碳、腐植質以及無機鹽等成分，其中無機鹽復被植物吸收利用，是以土壤微生物之作用，乃將大自然中生界與死界予以連繫。土壤生物亦有對植物生長不利者，例如線蟲以及使植物發生病害之菌類等。

第四節 土壤之部分

通常適合種子植物生長之土壤，其中含有礦物質、有機物、水分以及空氣四部分，主要之部分呈微細狀態，抑且密切混合，其接觸之密甚難予以分離。土壤固體物，乃礦物質與有機物相混合而成。礦物質係由成土母質分解破碎而來，若因分解作用不足，尚能保存若干原有狀態，且其顆粒粗細大小亦復不等。土壤有機物乃由動物及植物之遺留物而來，有機物含量之多寡，視土壤剖面中高低層次而異，通常表土中所含有機物較多。土壤之含有機物少而礦物質多者，則稱為礦質土，通常農田土壤即係此種土壤，惟低濕之沼澤地，含有機物甚多。土中所含有機物達百分之八十以上者，則稱有機質土。礦質土之分佈甚廣，對於農業上之重要性自較有機質土為甚，故土壤學所討論與研究之內容，多着重於礦質土壤。

土壤除礦物質以及有機物所合成之固體物外，尚有若干大小不等之空隙，除大型土粒之間有空隙外，甚至細小土粒之間亦有空隙，不論空隙之大小容量相異，空隙之大部為水分及空氣所佔。由於土中所含二氧化碳以及其他物質，復因水分本身之能力，引起溶解作用，因此土壤水中含有若干溶解物質。土壤溶液與通常實驗室中人工配製之溶液不同，因土壤溶液所含之物質，其成分與濃度，常呈變動狀態。雨水之降落，土壤水分之蒸發，以及植物之吸收等作用，加之人工施用肥料，致使土壤溶液中所含成分與濃度發生變異。土中所含空氣與外界空氣不同，

土壤空氣呈濕潤之狀態，並可吸着於土壤膠體物之上，甚至其中一部分溶於土壤水中。土壤空氣之濕度，往往近於飽和。土壤空氣中，雖含氧氣、氮氣以及其他氣體，但其比例則與通常空氣迥異。土壤空氣所含二氧化碳特多，超過外界空氣五倍乃至數百倍之多，甚至土壤細隙之中，幾全為二氧化碳所充滿。土壤水分之增減，改變土壤空氣之含量，土中二氧化碳產生之多寡，自足影響其他氣體之比例，故土壤空氣無論質與量，常呈變動狀態。

試以一足可代表適合植物生長之勞質土壤而言，其中體積之半為固體，其他一半則為空隙。固體中礦物質佔百分之四十五，有機物佔百分之五，空隙中水分佔百分之三十，空氣佔百分之二十。以上係指表土而言，至若底土情形，則迥然不同，底土中缺乏有機物，以及坭土向下移動而充塞孔隙之中，故底土常較表土緊密。

通常土壤之內，常有若干生物存於其中，大者如蚯蚓昆蟲，小者如細菌，一公分土壤，可能含有十萬乃至若干億兆之細菌。土中所含生物連植物根部之重量，每二百萬斤之土壤中，自五千斤至二萬斤之多。此種生物足以影響土壤物理及化學變化。土中蚯蚓，將土壤轉移混和。土壤之真菌與細菌，使有機物分解，產生硝酸鹽、硫酸鹽及二氧化碳等，如此土壤水分方能發揮溶解作用，供給種子植物生長必需之養分。

土中所含固體物質，一部分呈膠體狀態，對於種子植物生長之關係甚大。土壤膠體物與植物根毛密切接觸，從中攝取養分。植物自土中攝取氮、磷、鉀、鈣、鎂、鐵、硫、錳、銅、鋅、硼等元素，甚至植物亦須利用若干土中有機化合物。

問 題

1. 何謂土壤？

2. 試述土壤學之定義。
3. 試述土壤與高等植物生長之關係。
4. 土壤之部分有幾?試分述之。

參 考 文 獻

1. Emerson, P.: Principles of Soil Technology, Chapter 1, 1936.
2. Joffe, J. S.: Pedology, Chapter 1, 3, 1936.
3. Hambidge, S.: A Summary, Soils and Men, Year Book of Agriculture, 1938.
4. Rice, T. D. and Alexander, L. T.: The Physical Nature of Soil, Soils and Men, Year Book of Agriculture, 1938.
5. Keillogg, C. E.: The Soils that Support Us, Chapter 1, 1943.
6. Lyon, T. L. and Buckman, H. O.: The Nature and Properties of Soils, Chapter 1, 1943.
7. Millar, C. E. and Turk, L. M.: Fundamentals of Soil Science, Chapter 1, 1946.

第二章 土壤發生

第一節 風化作用

大氣包圍岩石，由於風雨之打擊，溫度之變化，水分之作用及生物之活動，使岩石破碎分解，失卻原有堅固之性質，變為分離狀態之碎粒，謂為風化作用。簡言之，岩石因受外界影響而起物理破碎與化學分解，變為成土母質之作用是也。

第一目 風化作用之種類

風化作用原動力之種類頗多，茲依其性質分為下列三種：

1. 物理風化 岩石受風化動力之作用而生破壞，由粗塊變為細粒，但依然保持原有成分，純為機械之作用。

(1) 溫熱 物質遇熱膨脹，遇冷則縮。岩石為不良導體，因此內外漲縮不均，外部受冷熱漲縮之影響較大。岩石多為二種以上之礦物所組成，每種礦物漲縮係數不同，例如花崗岩遇華氏一度之變化，每英尺漲縮 0.0000048 英寸，同樣情形，大理石則漲縮 0.0000056 英寸，大氣晝夜溫度不同，累積長久時間，堅固之岩石，終必破裂而碎為小塊。

(2) 冰凍 液體之水，結冰而成固體，容積增加百分之九。流水入於石縫之中，當結冰所生壓力超過岩石晶體之結合力時，於是岩石裂為碎塊，迨冰溶化以後，岩石分離疏散。

(3) 冰川 當冰川時代，地面覆蓋厚冰，有厚達五千英尺者，其接觸地面之處，每平方英寸面積，計有二千磅之壓力。冰川之移動，每日自數寸至六十英尺不等。冰川雜有砂粒石塊，以如斯之壓力，復推石塊砂粒前進，其磨擦力之巨，可以想見。

(4) 河流 河水挾帶泥沙石礫順流而下，遂與河床之砂礫石塊撞擊而生磨擦，於是將河道放寬，或將河底挖深。

(5) 波浪 湖海之濱，終日受波浪所衝擊，據估計英國沿大西洋海岸，其波浪壓力，夏季每平方英尺接受六百十一磅之壓力，冬季則為二千零八十六磅，如此巨大壓力，雖有堅固岩壁，終被衝擊而成碎塊。當潮水起落之際，有席捲磨擦之作用。

(6) 風力 當風起時，砂粒隨風而起，且順風而行，遇有障礙物，便受砂粒打擊與磨擦，岩石因磨耗而成破碎狀態。風起之時，愈近地面，所挾帶之砂粒愈多，是以磨削力亦愈大。

2. 化學風化

(1) 溶化 任何地方空氣中，含有多寡不等之酸性氣體，與空中水氣化合而成酸類，隨雨水降落地面，尤以大都會或工廠附近，硫酸最為普遍；他如硝酸或鹽酸為量雖少，長久時間，對於岩石亦生溶解作用。空氣中二氧化碳尤為普遍，二氧化碳與水化合而成碳酸，此酸性質雖弱，經繼續不斷之作用，亦能破壞岩石。據羅格 (Rogers) 氏試驗，以各種礦物研為細粉，置入碳酸液中，經四十八小時後，計有千分之四至百分之一溶於其中。復據李得 (Reade) 氏估計，全世界各處，每平方英里面積，由於溶化作用，平均每年可溶解九十六噸之物質。

(2) 氧化 礦物中之含鐵者，易受氧化作用，因此性質亦變。例如黃鐵礦，其成分為硫化鐵，經氧化後，變為硫酸鐵，復與水化合而成含水氧化鐵及硫酸，至此性質疏鬆，易於粉碎。

(3) 水化 當火成岩或變質岩與水化合，例如花崗岩經風化作用而成土壤，體積增加百分之八十八，大都由於水化之故。岩石經水化以後，硬度減低，易於粉碎。

(4) 水解 土中矽酸鈣與水接觸而起加水分解作用，遂成氫氧化