

部編大學用書

土壤化育與形態學

張仲民編著

國立編譯館主編出版

部編大學用書

土壤化育與形態學

張仲民編著

國立編譯館主編出版

中華民國七十年六月初版

土壤化育與形態學

版權所有
翻印必究

定價：精裝新台幣叁佰元
平裝貳佰陸拾元

主編者：國立編譯館

編著者：張仲民

出版者：國立編譯館
印行者

地址：台北市舟山路二四七號

電話：三二一六一七一

經銷處：黎明文化事業公司

地址：台北市信義路二段二一三號

電話：三九五二五〇八

自序

余在寫作之初，原想把土壤化育，土壤形態，土壤分類與土壤調查四科連串為一整體，期使讀者在觀念上就產生這幾門科學在理論基礎上是有不可分割的本質存在，在實用上更是必須相互為用，彼此配合。可是當土壤化育與土壤形態部門整理完成之後，發覺字數太多，出版方面是有困難的。因此，只好將此部分命名為土壤化育與形態學先行出版，至於分類與調查部分，待後逐漸整理付梓。

於寫作期間，最感棘手的，厥為若干名詞之遙譯，其中部分雖曾經國立編譯館土壤學名詞審查委員會審定，惟仍有值得商榷。例如，“Mull”一詞，過去審定之譯名為「中性腐植層」，然有所謂之“VerA acid nonpodzolic mull soils”，則按既定譯法，似不能稱為妥善。另在第二次世界大戰後美國農部所釐訂之新的綜合土壤分類體系中若干名詞之遙譯，更屬困難重重。例如，“Xeric moisture regime”，在希臘原文係顯示「乾燥的水分範圍」，但實際上，此詞為用以表示典型的地中海氣候。換言之，即其在土壤化育方面之含意，有暗示某地區冬季冷涼濕潤，夏季溫暖乾燥且時期頗長，故倘用乾燥或乾熱或焚等皆不能表達其完全之意義，亦不能影射出其在土壤化育上所具有之影響的全面，遇此情形，作者寧願取較可表達完全意義之辭，而不取簡短不能表達真正意義之辭。

當然書中所有譯名，多非定案，故於每一專門名詞之後皆附有原文，以示慎重。蓋因個人才智總屬有限，集體討論制定，方可面面兼顧，此事當待教育部召集有關專家共商決定後，於再版時一一更正，本書僅屬提出私見而已。

此書之成，端賴吾師 陳振鐸教授暨台灣大學農業化學系諸同仁不斷賜教與鼓勵，始克臻此。台灣大學農業試驗場諸同仁協助抄稿，校對，繪圖等工作，內子陳挺秀女士為通讀全文，修飾文詞，尤為感激，謹誌以示不忘。

著者學甚識陋，掛漏之處，在所難免，倘蒙土壤學界先進暨讀者

2 自 序

諸君不吝賜教，據以增修，俾至完善，幸甚。

張仲民謹識

國立台灣大學農業化學系

中華民國六十九年元月

土壤化育與形態學

目 錄

自序·····	1
目錄·····	1
第一章 緒 論·····	1
1—1 土壤之釋義·····	1
1—2 土壤化育與土壤分類·····	2
1—2—1 土壤化育·····	2
1—2—2 土壤分類·····	3
1—3 土壤學發展簡史·····	4
1—3—1 古籍中之記載·····	4
1—3—2 由農藝學而化學暨地質學的立場以瞭解土壤時期·····	7
1—3—3 土壤學成爲獨立自然科學之奠定時期·····	17
1—3—4 最近有關土壤化育與分類學方面之活動·····	24
第二章 土壤化育之基礎概念及研究方法·····	41
2—1 土壤化育（生成）之基礎概念·····	44
2—2 土壤體之研究法·····	46
2—2—1 將土壤視作一解剖標本·····	47
2—2—2 將土壤視作能的傳遞體·····	47
2—2—3 將土壤視作一開放系統·····	49
2—3 土壤化育之研究法·····	51
2—3—1 自變數法·····	51
2—3—2 從屬變數法·····	51
2—3—3 大土區或廣土域分析法·····	51
2—3—4 數據分析法·····	52

2 目 錄

2—4 土壤剖面	52
2—4—1 定義與概念	53
2—4—2 土體或真正土壤	54
2—4—3 土壤層序	55
2—4—4 控制或對照層	55
2—5 土壤個體	56
2—5—1 樣體	56
2—5—2 樣體羣與土壤個體	57
2—5—3 土壤系統分類之限制	58
第三章 風化，土壤生成與土壤化育	63
3—1 地質化學風化作用	65
3—1—1 氧化作用	65
3—1—2 還原作用	66
3—1—3 氧化—還原	66
3—1—4 水合作用	68
3—1—5 水解作用	69
3—1—6 溶解作用	70
3—2 土壤化學風化作用	70
3—2—1 氧化—還原循環	71
3—2—2 經由可交換位置自粘粒結晶格子梭動鋁成爲氫 氧化合物	71
3—2—3 自雲母類中移或釋放出鉀	72
3—2—4 粘粒礦物之鋁間層	72
3—3 安定性指數與風化序列	72
3—4 土壤中礦物之合成	76
3—5 常見土壤粘粒大小礦物之形成與持久存在之一般概況	77
3—5—1 蒙特石類	80
3—5—2 蛭石	80
3—5—3 伊來石	81

3—5—4 鋁—間層蛭石之 2 : 1 ~ 2 : 2 中間型	81
3—5—5 高嶺石	81
3—5—6 多水高嶺石	81
3—5—7 針鐵礦	81
3—5—8 赤鐵礦	82
3—5—9 水鋁氧	82
3—5—10 鋁英石	82
3—5—11 交錯層粘土礦物	82
第四章 成土因子	89
4—1 土壤生成因子之定義	89
4—2 狀態因子方程式	93
4—3 土序	96
4—4 土壤生成因子與土壤化育過程之相關	97
4—5 氣候	98
4—5—1 降雨量—土壤性質間之關係	100
4—5—2 溫度—土壤性質間之關係	102
4—5—3 函數土壤分析中之氣候指數與蒸發散	104
4—5—4 微氣候與土壤化育	109
4—5—5 氣候土序	112
4—5—6 古氣候	112
4—5—7 氣候的平均對氣候的極端	113
4—5—8 氣候與土壤氣候	113
4—6 生物	114
4—6—1 理論模式	115
4—6—2 自然的體系	117
4—6—3 土壤之分佈模式似一複雜的鑲嵌	122
4—6—4 土壤生成作用中之一般生物過程	125
4—6—5 若干由生物化育而形成之土壤特徵	128
4—7 地形	133

4 目 錄

4—7—1 坡度—土壤性質之關係·····	133
4—7—2 地形視作一獨立因子·····	134
4—7—3 地形視作互賴因子·····	134
4—7—4 地形與氣候相關·····	135
4—7—5 地形與生物體之關係·····	135
4—7—6 地下水位高低，地下水之流動，水分之側流 及其對於土壤性質之影響·····	138
4—7—7 土壤個體與地形聯合的描述·····	140
4—8 母質·····	142
4—8—1 岩石種類對土壤性質之影響·····	144
4—8—2 母質土序·····	151
4—9 時間·····	153
4—9—1 土壤發育之相對的階段·····	154
4—9—2 土壤剖面與化育層絕對年齡之推斷·····	155
4—9—3 土壤生成之速率·····	160
4—9—4 成熟土與時間因子之概念·····	163
第五章 中國成土因子之特質·····	187
5—1 地形·····	187
5—2 氣候·····	189
5—2—1 地理位置與中國氣候·····	189
5—2—2 地勢與山脈走向對我國氣候之影響·····	189
5—2—3 控制我國氣候之大氣活動中心·····	191
5—2—4 氣溫的變化·····	192
5—2—5 中國雨量之分佈·····	192
5—2—6 中國之風·····	197
5—2—7 中國之氣候區·····	197
5—2—8 中國氣候之變遷·····	197
5—3 植物·····	204
5—3—1 中國植物區系地理之特色·····	204

5 — 3 — 2 中國自然植物分佈區域·····	207
5 — 3 — 3 中國之農業區·····	212
5 — 4 地質·····	218
5 — 4 — 1 地質時代，地層與構造層·····	220
5 — 4 — 2 中國地層之五個主要不同類型的構造層·····	220
5 — 4 — 3 中國之地層區域·····	221
5 — 4 — 4 中國地史時期地層特點概述·····	222
第六章 土壤化育作用·····	237
6 — 1 土壤化育作用之一般性質·····	238
6 — 2 土壤形成之基礎過程與情況·····	240
6 — 3 可認為特別屬於土壤化育方面之各種作用的定義與含 意·····	243
6 — 3 — 1 洗出作用·····	243
6 — 3 — 2 洗入作用·····	243
6 — 3 — 3 淋溶作用·····	246
6 — 3 — 4 致富或富化作用·····	247
6 — 3 — 5 表面沖蝕·····	247
6 — 3 — 6 堆積作用·····	247
6 — 3 — 7 脫鈣作用·····	247
6 — 3 — 8 鈣化作用·····	248
6 — 3 — 9 脫鹽作用·····	248
6 — 3 — 10 鹽土化作用·····	248
6 — 3 — 11 碱土化作用·····	248
6 — 3 — 12 碱土退化作用·····	249
6 — 3 — 13 粘粒機械移動作用·····	249
6 — 3 — 14 土壤騷動或渦旋作用·····	250
6 — 3 — 15 灰（壤）化作用·····	251
6 — 3 — 16 磚紅（壤）化作用·····	252
6 — 3 — 17 分解作用·····	253

6 目 錄

6—3—18合成作用·····	253
6—3—19黑色化作用與淡色化作用·····	256
6—3—20有機殘積·····	256
6—3—21腐植質化作用·····	256
6—3—22沼澤化育作用·····	256
6—3—23腐熟作用·····	257
6—3—24礦化作用·····	257
6—3—25褐化作用，紅棕化作用與鐵銹色作用·····	257
6—3—26水成漂白作用·····	257
6—3—27灰粘化作用·····	258
6—3—28擬（疑似）灰粘化作用·····	258
6—3—29皮殼形成作用·····	259
6—4土壤體發育之一簡化的模式·····	260
第七章 土壤之形態·····	269
7—1土壤化育層·····	269
7—1—1顏色—基本顏色與斑點（或斑紋）·····	270
7—1—2質地等級·····	273
7—1—3各種水分含量情況下的結構（結持度）·····	273
7—1—4構造·····	276
7—1—5結皮·····	277
7—1—6瘤狀體與結核—辨認及描述·····	280
7—1—7空隙·····	281
7—1—8pH值之野外測計與釋義·····	281
7—1—9樣體內之化育層界與化育層之連續性·····	282
7—1—10土壤化育層之命名·····	283
7—1—11形態學上的主要化育層之名稱與定義·····	283
7—1—12亞層之符號·····	288
7—1—13土壤化育層之再細分·····	291
7—1—14岩石的不連續性·····	291

7 — 2 美國綜合土壤分類中之診斷層·····	292
7 — 2 — 1 礦物質土壤物質·····	293
7 — 2 — 2 礦物質土壤與有機質土壤間之區分·····	293
7 — 2 — 3 礦物質土壤之定義·····	294
7 — 2 — 4 供作診斷的表面化育層（披被層）·····	295
7 — 2 — 5 供作診斷的亞表面化育層·····	304
7 — 2 — 6 其他診斷或鑑別特徵·····	326
7 — 3 有機質土壤之高級子目的診斷層與鑑別性質·····	349
7 — 3 — 1 有機土壤物質·····	349
7 — 3 — 2 有機質土壤之定義·····	350
7 — 3 — 3 有機土壤物質之種類·····	351
7 — 3 — 4 控制部分有機物質之厚度·····	355
7 — 3 — 5 在分類亞綱，大土類與亞類時，具有重要意義的性質·····	358
第八章 土壤之微形態·····	383
8 — 1 微形態學中所常用之術語·····	383
8 — 2 空隙·····	384
8 — 2 — 1 包裹型或堆積性·····	384
8 — 2 — 2 空洞型·····	386
8 — 2 — 3 氣孔型·····	387
8 — 2 — 4 孔道或燧道型·····	388
8 — 2 — 5 槽 型·····	388
8 — 2 — 6 平面型·····	389
8 — 3 結皮或膜·····	389
8 — 3 — 1 依結皮或膜存在之位置而分類·····	390
8 — 3 — 2 依結皮或膜之組成分而分類·····	391
8 — 3 — 3 按照內部組構與層界面情況而分類·····	392
8 — 4 描述結皮時常使用之符號·····	393
8 — 4 — 1 符號·····	394

8 目 錄

8—4—2 符號的書寫法·····	397
8—5 其他微土壤學特徵·····	397
8—6 微形態特徵之測定·····	399
8—7 微形態研究之目的·····	400
第九章 土壤之組成分及其所標示之特性·····	449
9—1 室內研究與所提供之組成方面資料之任務·····	449
9—1—1 獲得資料之方法與評斷標準之發展·····	450
9—1—2 利用組成分資料中應把握之原理與程序·····	452
9—2 須由實驗室技術測定之各種土壤性質及其可能作成的 推論·····	456
9—2—1 物理測定·····	452
9—2—2 化學測定·····	467
9—2—3 有機物及其組成·····	472
9—2—4 礦物學的組成·····	473
術語譯名對照表及索引·····	493

土壤化育與形態學

第一章 緒 論

1—1. 土壤之釋意

土、泥、土壤、土地、在中文中就某一方面之意念論，係指相同之物體。如辭海中對“土”字之解釋，謂為“沈積於地質表面之砂泥等混合物也，潮溼時即為泥土，地質學上稱土壤”。又對“泥”字之解釋，謂為“水土和合曰泥”。另據中文大辭典中對“土”字之解釋，謂為“土地也，土壤也”。在其他古籍中有將“土”、“土壤”與“地”或“土地”混指一物，所見不鮮。如大學中載有“有人此有土”，此“土”字顯然係指“地”。又史記孔子世家中記有“今孔丘得據土壤，賢弟子為佐，非楚之福也”。此處“土壤”當係“國土”或“疆土”之意。然在說文解字中，則謂“土、地之吐生萬物者也”。似顯“土”與“地”之間略有區別。換言之，即地之不能吐生萬物者，則不能謂之為土。

在Webster's New International Dictionary 中，對“土壤”所作之字義解釋中，有firm land（硬地），earth（泥土），ground（地面）Country（國土，疆土）與land（土地）等。而對“土壤”一詞界說之一，有謂“The loose surface material of the earth in which plants grow usu. consisting of disintegrated rock with an admixture of organic matter and soluble salts”。植物能生長於其中之地球疏鬆表面物質，普通係由崩解的岩石與有機物及可溶鹽之混合物一起所組成。”此一界說，顯然與吾國

2 土壤化育與形態學

東漢時之先賢許慎的界說，有異曲同工之妙。至於所存在之些微差異，則為許慎的界說，簡潔有力，而其對象為萬物，無疑植物界與動物界以及人類活動皆兼收並容。Webster辭典中之界說，僅標明植物界而忽視動物界，不過其對於土壤之組成有若干之申述。倘若考慮此兩語成立之時間，其相差又何止千年。

1—2. 土壤化育與土壤分類

1—2-1. 土壤化育

土壤化育 (Soil genesis) 為土壤科學 (Soil science) 之一相系，有時將其與土壤分類活動組合而稱之為純粹土壤學 (pedology)。其主要在討論土壤生成 (Soil formation) 之因子與作用程序，可包括土壤剖面 (Soil profiles)，土壤體 (Soil bodies) 與地球表面土壤分佈之模式的描敘及解釋。一般言之，土壤化育被考慮為研究地球陸地表面之土壤生成，但有若干土壤科學家將其伸延達包括能支撐植物與動物生命之水下的物質。若干早期地質學者更將土壤一詞，包括甚多種非固結堆積層 (Unconsolidated deposits)，因此創造一些現時考慮其屬於錯誤的一般性術語，諸如冰積土 (Glacial soils，由冰川作用而形成者)，風積土 (Loessial soils or Aeolian soils)，重積或崩積土 (Colluvial soils) 等，但沖積土 (Alluvial soils) 迄今仍保存於土壤學文獻中。蓋因土壤為發育自此類地質物質，故可指稱其為生成自冰川漂積物質，風積物質，崩積物質等等。但在土壤化育之立場上，吾人所考慮者為土壤自身，而非整個地質的堆積層，僅指已受有機物侵入之上面的層位或在地表由於各種化育作用而惹起變質的部份，故土壤化育包括表層披覆之岩石與有機體變質等之風化作用 (Weathering)。

純粹土壤學一詞，曾被作兩方面之利用，其一作為土壤科學之類語 (Sigmond 1938)，與另一用作土壤化育之別名 (Vilenskii 19

57)。當對土壤持有其可視為一自然體之觀念，以研究其屬於本質上完整的一項物體，則土壤化育設非土壤之庇護所即為其主要的貯藏庫 (Cline 1961)。此項觀念又使土壤科學分裂成為土壤礦物學，土壤物理學與土壤肥力學等而得以延續。土壤化育學可比擬之如橋樑系統，而連接於八個島嶼之間，此八個島嶼分別為化學，物理學，地質學，生物學，氣候學，地理學，人類學與農學。而各學科間的相關性質，在訓練土壤科學工作者與解決人類生態學 (Human ecology) 問題上更具有重要性。

1—2-2. 土壤分類

人類似有自然的趨勢與慾望以整理並分類其周圍環境之各種自然物體，土壤當不能例外，其為具有共同的經驗與注目之物體，並為維繫農業生產，支撐建築物與橋樑及道路等之基石。早期之土壤分類體系均相當簡單且極其實用，但隨農業之介入或摻雜漸增，更多之知識有關於土壤為一堆的獨立自然體與土壤利用之更形複雜與多變，於是土壤分類乃成為更科學化與更有組織化。且分類體系利用於某特定之科學中有反射分類技術之狀態與當時對該學科之想法。因此Kubiëna (1948) 曾謂，示我以你的分類體系，我將告你對於所研究的問題之認識或理解達於如何之程度。另據報告謂，著名的物理學家 Ampere 曾云，正確的科學分類，首要條件為吾人對於該被分類的自然體所有各有關方面均已完全瞭解時 (Kubiëna 1948)。

至於分類的一般目的，Mill (1925) 曾就分類程序之邏輯基礎的原理加以討論，大意謂分類自然現象之目的，可歸因於：

1. 組織現有之知識。
2. 顯示並瞭解被分類之羣族中各級目 (Classes) 與各個體 (Individuals) 之間的關係。
3. 便於記憶被分類對象之性質。

4 土壤化育與形態學

4. 探悉被分類羣族中之新的關係與原理。

5. 在如下述之有利於實用及應用目的之態度下研究分類事物，以建立更細分之級目：

A、預示其動態。

B、確證其最佳利用。

C、估計其生產力。

D、提供對象或單位以供研究與供作吾人研究結果或觀察現象之擴大及歸納之用。

在一般性與簡單分類體系中，吾人所安排或結構的體系，有關於上述五項效用，設非全體然已達成若干。而為各種特殊的，應用的及實用的分類乃是技術性的分組或歸類（Cline 1949）。但在科學活動與其他情形中，吾人組織現有已知之知識方面，不必參考特殊的，應用的目標，吾人意圖創設在每一分類組別中，儘可能包括其所有唯一的，自然的性質，且其命名須與其性質有關，尚需每一分類級目可與其他者能清楚劃分之分類體系。如此之體系可稱之為一科學的或自然的分類。自他方面言之，一自然分類，其目的係在儘可能顯示被分類之羣族的各重要性質間關係，而不需涉及任何單獨之特殊的與應用的目標（Cline 1949）。在自然分類中，一羣族中所有之屬性均被考慮，並將此類中具有最大量之互變異或相關連之每一性狀，皆選擇而列作各級目之劃分與定義之一（Mill 1925）。在美國之綜合分類體系中，雖然對於與農業有高度關連之性質仍有給予相當比重之趨勢，但以試圖接近於自然分類體系作為理想。

I—3. 土壤學發展簡史

I—3-1. 古籍中之記載

我國以農立國，故古代君王，推行政事無不以農事為先，例如井田之制，即始於黃帝（2698—2598 B.C）之世，經土設井，立步制