

土壤化學

М. М. 謝爾多波耳斯基著



財政經濟出版社

土 壤 化 學

И. П. 謝爾多波耳斯基著

黎耀輝譯

財政經濟出版社

內 容 提 要

本書為蘇聯科學院道庫恰耶夫土壤研究所大衆科學叢書之一。全書共分九章，中心內容是以化學和生物化學的觀點來討論土壤內所進行的一些變化過程，以及這些過程對土壤肥力的影響。最後，還指出了，控制這些過程使土壤肥力可以不斷提高的方法和途徑。這本書可作為農業科學工作者和農業學校教學參考之用。

分類：農業技術

編號：0363

土 壤 化 學

定價(8)六角八分

譯 者：黎 耀 輝

原 書 名 Химия почвы

原 作 者 И. П. Сердобольский

原出版處 Издательство академии наук СССР

原出版年份 1953年

出 版 者：財 政 經 濟 出 版 社
北 京 西 總 布 胡 同 七 號

印 刷 者：中 華 書 局 上 海 印 刷 廠
上 海 漢 口 路 四 七 七 號

總 經 售：新 華 書 店

55.7，滬型，84頁，100千字；787×1092，1/32開，5—1/4印張
1955年7月第一版上海第一次印刷 印數(滬)1—4,000

(上海市書刊出版業營業許可證出零零八號)

譯者的話

本書為蘇聯科學院道庫恰耶夫土壤研究所大衆科學叢書之一。全書共分為九章，中心內容是以化學、特別是生物化學的觀點出發，討論土壤中進行的一些變化過程和這些過程對於土壤肥力的影響，最後，還指出了怎樣控制這些過程，怎樣使土壤向着土壤肥力不斷提高的方向去發展的方法和途徑。這本書可作為農業科學工作者和農業學校教學參考之用。

本書在出版前曾以油印印出，作過威廉斯土壤講習班的學習參考資料，並煩講習班徐文徵、劉鵬生、郭德棟、林景亮、鈕溥、張君常、阮成勛、周祖英等同志作初步校閱，最後再由譯者整理出版，在這裏謹向初校譯稿的同志致謝。

譯者俄文水平和專業知識有限，錯誤之處，在所難免，希望讀者諸君多多指教，以便再版時修正。

黎耀輝 1954.5.26. 於北京農大。

目 錄

譯者的話	3
緒言	7
第一章 土壤礦物質部分的產生及組成	10
沉積岩 土壤的礦物組成	
第二章 風化	18
大塊岩石的風化 土壤礦物的風化	
第三章 土壤礦物部分的化學	29
矽 鋁和鐵 鈣、鎂、鉀、鈉 磷、錳、硫、 微量元素	
第四章 土壤有機部分的化學	47
植物有機遺體的組成 有機物質分解的條件 有機遺體 的生物化學分解 土壤的腐植質物質 土壤腐植質	
第五章 土壤中氮素的轉化	72
第六章 土壤溶液	79
土壤溶液的成分 土壤溶液的酸鹼條件和氧化還原條件	
第七章 土壤膠體	91
土壤和土壤膠體的吸收性能 土壤吸收複合體——營養 物質的儲藏庫 陰離子被土壤的吸收 緩衝性	
第八章 土壤化學和土壤肥力	102
植物爲了自己的營養由土壤中吸取些什麼 營養物質的 選擇吸收 植物的營養中毒 酸鹼條件、氧化還原條件 和土壤肥力 土壤有機質和土壤肥力	

第九章 人在調節土壤過程中的作用129

黑鈣土和栗鈣土 鹼土和鹼化土 灰鈣土 灰化土和生

草灰化土

參考文獻158

俄華譯名對照表161

緒 言

在動植物有機體、水分和空氣的作用下，由岩石形成的地壳疏鬆表層叫做土壤；這一層時時發生着各種變化。在人類社會發展的已知階段上，土壤已成為勞動對象和生產資料；並且從這時候起，它就在自己的發育中反映出人類的影響。於是，土壤就成為不同於其他自然體的特殊自然歷史體了。土壤的基本的、特別重要的特性是肥力，就是保證植物生長和發育的能力。

在土壤中進行着的化學過程和生物化學過程是極其複雜的。隨着氣候、母岩〔註〕成分、植物組成、地區的地形、居於土壤中的微生物組成，以及最後，還要隨着人類活動的不同，而在陸地表面的各個地區，進行着不同的化學和生物化學過程。

在土壤中進行的一切形形色色的過程中，威廉斯 (B. P. Вильямс) 把它們分成兩個基本類型：即風化過程和土壤形成過程。他將一切有關大塊火成岩和沉積岩分裂崩解成細小的分散狀態、成為“母質”的過程，都歸納為風化過程；將有機化合物和無機化合物的分解過程，以及由於微生物生命活動的結果而形成保證土壤的最主要特性——肥力的新的無機化合物、有機礦物化合物和有機化合物的過程都歸納為土壤形成過程。這些過程中的一切，還遠遠沒有足夠地了解，但是這些過程的許多細節，在土壤學家、主要在俄國的土壤學家的努力

〔註〕 形成最初的土壤礦物部分的岩石。

之下已經被研究明白，這就爲人類打開了控制這些過程的可能性，加強或減弱它們，使它們向需要的方向進行。

但是，隨着一切新的自然祕密被人們所掌握，又發生了需要進一步研究的問題。

目前，在整個土壤學的面前，尤其是在關於土壤化學的科學面前，仍然懸着許多極嚴重的問題。這些問題中之一，就是各別的化學元素對植物的聯合作用。經驗證明，施於土壤中同樣的化學物質，會因它們配合的不同而對植物產生不同的影響。例如，在許多情況下，共同施用氮、磷、鉀、石灰，就比分別施用時對植物的影響加強了許多。雖然化學物質複合體對植物影響的問題嚴重地擺在農業化學家和土壤學家的面前，然而積累的實驗材料，能够確切地反映出形形色色的土壤形成和土壤的農業利用情況的一定規律性的那個時候，將要來到了。

近年來，在土壤學家和農業化學家的面前，很尖銳地提出了土壤中所謂微量元素作用的問題（微量元素就是土壤中含量極其少的元素）。這方面的知識，正在一日千里地發展着；令人信服地證明着土壤微量元素在植物生活中的重大意義的實驗材料，正在積累着。它們[註]中的某種不足或過剩，就會引起各種病害，降低植物對有害作用的抵抗力，降低抗寒力和直接影響植物的生長與發育。它們對土壤微生物發育的意義也是很大的。

有效利用土壤這個偉大任務的解決，將被土壤學家、化學家、植物學家和微生物學家的共同努力而完成。這個任務的基礎是由著名的俄國學者——道庫恰耶夫（В. В. Докучаев）、

〔註〕 指微量元素。——譯者

柯斯特切夫(П. А. Костычев)、威廉斯、季米里亞捷夫(К. А. Тимирязев)、普良尼施尼科夫(Д. Н. Прянишников)的工作奠定的。

在土壤中進行着的最主要的化學過程和生物化學過程，在本書內用廣大讀者易懂的文字表達出來。在作者描述這些過程時，是以在蘇聯分佈最廣的土類：黑鈣土、栗鈣土、生草灰化土和灰鈣土的特性爲出發點。這些土類中的每一種土壤的特性，在記述進行於土壤中的化學過程和生物化學過程時，都在本書的適當部位有所說明。並且也拿這些土壤，作爲人類控制整個土壤過程的例證。

第一章 土壤礦物質部分的產生及組成

每種土壤的組成中都包含有兩類物質。一類是礦物質的無機化合物，它在土壤中的出現是由於母質崩解的結果，或者是由於這種崩解的產物被水或風運來的結果。第二類物質是在植物（以及它的局部——葉、針葉等）和動物死後加入土壤中的有機化合物，或者是由於土壤微生物生命活動的結果而在土壤中形成的有機化合物。

土壤礦物質部分由直徑百萬分之一毫米到一毫米多一些的礦物質顆粒組成的。在許多土壤中，多少有些堅硬的岩石碎片：組成各種礦物顆粒的石卵、石碴、石礫、頑石等。最小的土壤顆粒就是在該土壤中，由於化學過程和生物化學過程的結果而產生的礦物顆粒；這些礦物稱為次生礦物，它與由母岩參與土壤的原生礦物不同。

組成地殼的岩石，是土壤礦物質部分的來源。這些岩石由於發生的不同，可以分為三類：1. 火成岩或岩漿岩，2. 變質岩，3. 沉積岩。

火成岩是由地殼深處升起的熔融的岩漿凝結而成。岩漿在地殼內凝結，而沒有昇達地面上就成為深成岩；要是岩漿噴出，而凝結於地表面上就成為溢出的岩。花崗岩、正長岩、閃長岩、輝長岩等可作為深成岩的例子。

變質岩是改造過了火成岩或沉積岩。在地殼的各種運動——地殼的局部上升或下陷、造山、平推斷層等，火成岩

和沉積岩就受到高壓、高溫的作用和側面轉位（боковое смещение）等影響，常常改變了自己的結構，改變了外部形態以及化學組成。例如：黏土母質變成黏土板岩，石灰岩變成大理石，有機沉積物變成石墨，氧化鐵變成赤鐵礦等都是。

沉積岩

大塊的火成岩由液體岩漿形成的瞬間起，就遭受着破壞（風化）。各種的風化產物，被水和風運送並沉積於海底、河底、湖底和陸地上，成為沉積母岩，其厚度由一厘米到幾百米。沉積岩以水平狀或微傾斜狀堆積以後，由於造山運動的結果，就改變了自己的位置，摺成摺痕，形成普通斷層、平推斷層等。當沉積岩的厚度很大時，其下層就受到很大的壓力，被強烈地壓緊而發生變化。在某種情況下，變成上述的大塊變質岩。巨大的壓力，往往使化學結構也發生改變：再結晶、形成新礦物。在某種情況下，沉積岩幾乎保持着原有的狀態，在一系列的地質時代中沒有變化，像列寧格勒省的寒武紀黏土就是一例。

整個地球地質歷史時期中所發生的岩石崩解過程、崩解產物的移運過程和沉積岩的形成過程到現在還在進行着。因此，很少能夠遇到沒有被某些疏鬆的生成物或沉積岩所遮蓋的火成岩〔註〕；也很少能夠遇到直接在火成岩上形成的土壤。在蘇聯，像這樣的土壤多半在高加索、西伯利亞和烏拉爾山區才會遇到。

沉積岩根據其沉積的特點，可以分為下列幾類：

(1) 冲積沉積物，或者常稱它為冲積土——由流水帶下的

〔註〕實際上，只有高加索、帕米爾等山區，在那裏被發現的大塊火成岩，才往往是主要的起伏形式。

沉澱，例如河的沉積物、三角洲沉積物等。

(2)重積沉積物，或重積土——被地表流水由高地帶下到較低地區的沉積物。

(3)冰川沉積物——被冰川所沉澱的沉積物，如頑石或冰積石黏土，冰積沉澱物、非頑石運積物——砂、黏土、黏壤土等。

(4)風沉積物，由於風的作用結果而形成的沉積物，例如砂丘的砂，以及某些黃土。

(5)海洋沉積物等。

沉積岩通常按照形成方式分成三類：

(1)機械沉積岩。

(2)以溶於水的鹽類的析出和結晶的方式形成的化學沉積岩。

(3)由植物和動物有機體生命活動的結果而形成的有機沉積岩。

機械沉積岩通常根據其組成顆粒的大小，或者說根據其機械成分來分類。岩石有大塊的狀態，也有碎散的，即是說粉碎的狀態。組成碎屑岩的顆粒，可以具有極不相同的大小，由幾個厘米到千分之幾毫米或更小。根據某種顆粒含量的不同，通常把母質分成砂土、壤土和黏土。土壤也同樣按照機械組成而分類。

在各學者所提出的土壤和母質按照機械組成的許多分類系統中，我們僅採用一種由卡清斯基 (Н. А. Качинский) 教授所製定的土壤分類。卡清斯基發展了威廉斯院所提出的土壤和母質的分類，根據土壤或母質顆粒大小，分成了三類：

(1)石礫——直徑大於3毫米的顆粒。

(2)砂(物理砂)——所有顆粒的直徑由3到0.01毫米。

(3)黏土(物理黏土)——所有顆粒的直徑小於0.01毫米。

卡清斯基根據土壤顆粒大小,提出更為詳細的分類,載於表1。

表1. 土壤機械組成的分類

類 別	顆粒大小(毫米)	機械組成名稱
石 礫	大於 3	—
砂 (物理砂)	由 3 到 1	粗 砂
	由 1 到 0.25	中 砂
	由 0.25 到 0.05	細 砂
	由 0.05 到 0.01	粗 粉 砂
黏 土 (物理黏土)	由 0.01 到 0.005	中 粉 砂
	由 0.005 到 0.001	細 粉 砂
	小於 0.001	黏 粒

卡清斯基根據砂和黏土在土壤和母質中的相對含量,提出了下面的土壤和母質的按機械組成的分類法(表2)。

砂主要由石英顆粒組成;石英通常攙雜在長石、雲母片、普通角閃石、磷灰石、磁鐵礦及其他礦物的顆粒中。在大塊的砂岩中,單個的砂粒被各種化學組成不同的介質所固結。根據介質的不同,可以把砂岩分成黏土砂岩、矽質砂岩、石灰質砂岩、石膏質砂岩、鐵質砂岩等。黏土中含有機械組成很細的礦物,這些很細的礦物就是高嶺土、雲母、氫氧化鐵、氫氧化鋁等

表2. 按機械組成的土壤分類

土	壤	黏土含量%數	砂含量%數
砂		0—10	100—90
砂	土	10—20	90—80
壤	土	20—60	80—40
黏	土	大於60	小於40

小顆粒。高嶺土在黏土中的含量大，就使黏土具有很大的可塑性，並且使黏土產生膩手的感覺。壤土常常被氫氧化鐵染成微黃色或淡褐色。由冰川產生的壤土，含有很大的、大到1米以上的石礫和頑石，這種壤土叫做頑石壤土。

化學沉積岩是在海中或死水池中形成的。裏海卡拉·波加斯海灣，每年由於海水強烈蒸發而沉積着大量的各種鹽類，可以作為現代化學沉積岩形成的實際例子。石膏層（ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ）、硬石膏（ CaSO_4 ）、石鹽（ NaCl ）、光鹵石（ $\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ）、鉀石鹽（ KCl ）等都屬於化學沉積岩。在石灰的飽和溶液蒸發時形成的石灰華和石灰凝灰岩，也應當屬於化學沉積岩。

有機生成沉積岩 這裏有：

- (1)各種的石灰岩類——白堊層、石灰岩、白雲石；
- (2)矽質岩——矽藻土、矽質凝灰岩等；
- (3)有機生成沉積岩——由炭所積成的泥炭。

在顯微鏡下可見的大量的海生動植物和淡水動植物的骨骼和介殼，是由碳酸鈣構成，有時候是由碳酸鎂構成。在這些動物和植物死了之後，其骨骼和介殼就沉積在水底，成為形成

沉積岩的原料。白堊粉、石灰岩和白雲石，都屬於這樣產生的沉積岩。對於這些岩石，我們還要比較詳細地談談。

白堊是土白色的、主要是由碳酸鈣(CaCO_3)組成的岩石。高嶺土($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)鱗片和高嶺土類的其他礦物，是其普遍的混雜物。白堊岩有時形成很大的塊，厚度在 500 米或 500 米以上，它佔據着相當大的空間，比如說在我們蘇聯的頓河上就是如此。

石灰岩是密緻的、淡灰色的、有時是呈微紅色和微褐色的岩石。如果含有大量的有機物質，石灰岩就呈棕色以至黑色。它的細粒狀的變形，就叫做石印石。石灰岩的主要組成物質是各種生物——珊瑚、海綿等的介殼。因此，就分為珊瑚石灰岩、海綿石灰岩、貝殼石灰岩、貨幣石石灰岩和其他石灰岩。石灰岩由碳酸鈣及二氧化矽(SiO_2)、氧化鋁(Al_2O_3)、鎂鹽、錳鹽、氧化鐵、黏土礦物等混合物組成。含鎂達 6—12% 的石灰岩，叫做鎂石灰岩；鎂的含量由 12—20% 的，叫做白雲石石灰岩；鎂鹽含量超過 21% 的石灰岩，叫做白雲石；在含有大量的黏土顆粒，達到 25% 時，就叫做黏土石灰岩或泥灰石灰岩；石灰岩的黏土顆粒含量超過 25% 的，叫做泥灰石。砂性石灰岩、砂質石灰岩和其他石灰岩是大家熟悉的。石灰岩像白堊一樣，形成巨大的塊狀，厚度常達 400—500 米。

白雲石往往是粒狀構造的和密緻構造的，某些粒狀白雲石的外形與大理石相似。白雲石的化學成分是多樣的，一般說碳酸鈣的含量在 40—70% 的範圍之內，碳酸鎂含量由 20—34%，其他礦物——石英、普通角閃石、長石、雲母的含量由 1—10%。

砂質沉積岩與石灰沉積岩比較起來，則分佈相當小。這種

沉積岩中常遇到的是矽藻土——一種容易用手掌揉碎的、主要由矽藻類植物的矽質介殼組成的礦物。這種介殼是那樣小，以致在 1 立方厘米中可含有 70 億個。

土壤的礦物組成

在土壤中可以找到組成岩石的多種礦物；然而這些礦物中的絕大多數，却以相當小的數量存在於土壤中，因為它們只有相當小的一部分參與土壤的演化。

石英、長石、雲母和普通角閃石，可以屬於分佈最廣的土壤原生礦物。這些礦物在土壤中，都以大小多半不超過 1 毫米的顆粒、呈細小的分散狀態而存在。

石英是分佈最廣的土壤礦物之一；在輕砂土中，石英的含量特別多。按化學成分來說，石英就是氧化矽或無水矽酸 (SiO_2)。這是極其堅硬、極其穩定的礦物；化學性質極不活潑，那就是說，在一般的條件下，石英不參與土壤化學反應。石英小塊在土壤中的破壞，差不多只靠機械破碎的方式來進行。

長石也像石英一樣，是屬於土壤中分佈很廣的礦物。長石在土壤中的含量，有時可達土壤全部礦物部分的百分之十。按化學成分來說，長石就是鋁矽酸鹽。下面的長石，是土壤中比較常見的：

正長石—— $\text{K}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$ (或 $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$)，

鈉長石—— $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{16}$ (或 $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$)，

鈣斜長石—— $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ (或 $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$)。

長石類礦物是比較不穩定的，與其他的土壤礦物比較起來，多少容易被破壞，最後，變成黏粒。

雲母與石英和長石比較起來，在土壤中的分佈是相當少