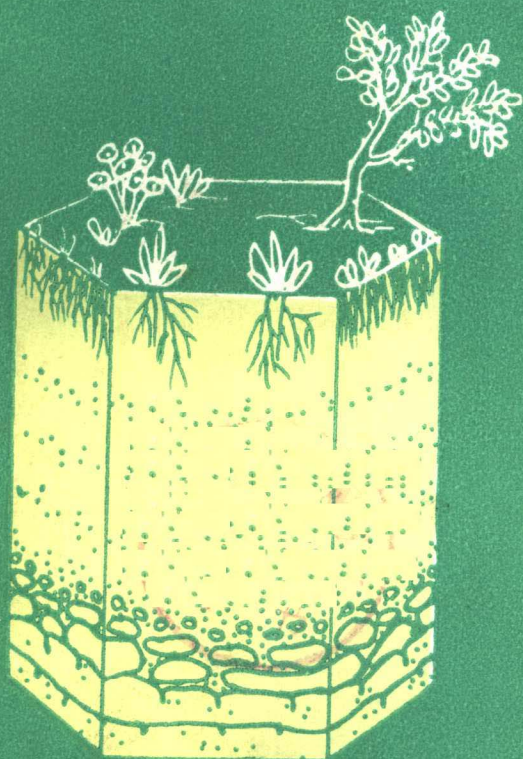


[美] D. 斯蒂拉 著

土壤地理学



268
81

高等教育出版社

土壤地理学

[美] D. 斯蒂拉 著

王云 杨萍如 译

刘文心 校

高等教育出版社

1983

内 容 简 介

本书共分十二章,前五章内容包括土壤的组成、理化特性、成土因素和土壤分类。后七章按美国土壤分类系统中的土纲为单位叙述,每一土纲均包括土壤的形成、分布、土地利用和管理等内容。

考虑到土壤是地理环境的要素、人类重要的自然资源,本书着重阐述了土壤与地理环境之间发生上的关系,突出了土地合理利用和管理等生产实践的内容。全书系统性强,文字精炼,深入浅出,便于自学。

本书可作高等院校地理、农林、环境、土壤等专业的教学参考书,也可作中等学校有关师生,以及有关科技人员的参考书。

责任编辑:张月娥

The Geography of Soils

formation, distribution, and management

DONALD STEILA

East Carolina University

Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey

1976.

土 壤 地 理 学

[美] D.斯蒂拉 著

王 云 杨萍如 译

刘文心 校

高等教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

河北省香河印刷厂印装

开本 850×1168 1/32 印张 7.375 字数 175,000

1983年4月第1版 1984年7月第1次印刷

印数 00,001—4,000

书号 12010·035 定价 1.15 元

译 者 的 话

美国东卡罗来纳大学教授唐纳·斯蒂拉 (Donald Steila) 所著的《土壤地理学》(The Geograph of Soils), 是一部较著名的大学教材。作者先后任教于乔治亚大学、亚利桑那大学和东卡罗来纳大学, 并热心于地理学、气象学、土壤学和农艺学等方面的学术活动。对于干旱气候及其对地理环境的影响研究成果较显著。

本书在体系和内容上突出了土壤地理学作为土壤学与地理学之间的边缘科学的特点, 着重对成土因素、成土过程、分布规律、土地利用和管理等方面进行阐述。其中对气候及其在成土过程中的作用, 以及干旱土壤等部分的论述尤为深入, 基本上反映了土壤地理科学的现代水平。

本书由华东师范大学地理系王云、广东土壤研究所杨萍如翻译, 华东师范大学地理系刘文心校订。全部内容均按原文译出, 插图也按原图复制。在翻译过程中, 对原著中某些遗误进行了注释和更正。

由于我们水平所限, 误译之处, 请读者指正。

1983.3.

前 言

在整个美国，对环境质量的兴趣以及对土壤作为人类主要资源重大作用的认识在迅速地增长。因此，现在很多大学文科学生的课程中也包括了土壤学科的介绍。对没有受过很多自然科学训练的学生讲授土壤地理这门课程，显然需要一本在水平上不是专家也能理解，但在内容上又不过于肤浅的教科书。我衷心希望能达到这个目标。

很多人帮助了这本书的写成，特别要致意的有 J. Blok 博士 (ECU 制图研究室主任)，他亲自指导全部制图描绘工作。还要感谢东卡罗来纳大学制图员 R. Corbo 和 S. Moore。而 R. Swager 教授和 V. Smith 教授在工作繁忙中也给予帮助。A. Goodwin 校对各个章节，对每一章都作出了有价值的贡献。研究助手 G. Arend 打印了最后的手稿。乔治亚大学、亚利桑那大学和东卡罗来纳大学的同事们和研究生们对本书的修改也提出了建议。更重要的是，在写作过程中我的家属经常给以鼓励，同时在研究和写作需要我很多时间的情况下，给予谅解。

目 录

前言	
绪论	1
第 一 章 土壤无机组成的起源和意义	3
矿物质和母质	3
第 二 章 土壤有机部分	23
土壤有机体	23
土壤有机质	35
有机质和土壤颜色	39
第 三 章 土壤孔隙度、水分和空气	41
孔 隙	41
土壤水分	44
土壤空气	52
第 四 章 位置和时间对土壤特性的影响	53
地形位置	53
土壤剖面: 时间因素	59
第 五 章 土壤分类	66
美国综合土壤分类系统	71
第 六 章 新成土, 变性土, 始成土	81
新成土	81
变性土	85
始成土	89
土地利用和管理问题	93
第 七 章 旱成土	97
气候和植被	97
土壤发生	102
土地利用和管理问题	108

第八章 软 土	111
气候和植被	112
土壤发生	115
土地利用和管理问题	122
第九章 灰 土	125
气候和自然植被	126
土壤发生	128
土地利用和管理问题	134
第十章 淋溶土和老成土	138
土壤发生	142
淋溶土	144
老成土	147
土地利用和管理问题	149
第十一章 氯化土	153
气候和自然植被	154
土壤发生	159
土地利用和管理问题	163
第十二章 有机质土	169
土地利用和管理问题	172
附录：描述土壤剖面的符号	175
名词汇编	177
文献目录	221

绪 论

对人类最大的挑战是食物供给与人口增长之间的竞赛，这个竞赛仅次于争取和平，正在出现对人类不利的势头。

长期以来，一般认为世界粮食的生产落后于人口的增长。随着岁月的推移，地球上人口增长一倍所需的时间越来越短，地球上自从有人类以来，至少经过一百万年，人口才达到 1650 年的规模。之后仅 200 年，即到 1850 年，人口数量就增加一倍。到现在仅过 35 年，人口又增加一倍。假若这种增长的趋势继续下去，则即使估计到将来的人口增长会减慢一些，到 2000 年，人口也可能超过 60 亿。

发展中的人口要求增加生存空间和粮食生产，以满足他们建设的需要。总统的科学咨询委员会在世界粮食问题报告中提到：“世界粮食问题的规模、严重性和持久性，都是如此巨大，以致需要人类以历史上空前大规模的、长期的、创造性的努力来制服它。”对土地最大的压力，预料将在世界发展中国家出现。到 1985 年，印度由于人口增长将面临需要增加 88—108% 的粮食，巴西的粮食估计需要增加 91—104%，巴基斯坦需要增加 118—146%。在这些实例中，较低百分数是假定人口出生率降低了 30% 的数值，而较高百分数是从当前人口发展趋势推导出来的。这些百分数不反映为改善食谱而增加食物的需要量，但却简单地反映了按现代消费水平维持将来人口增长而需要的数量。

据可靠的估计，到 2000 年，全世界人口的需要至少是现在粮食供给量的两倍，满足这个需要的可能性，主要决定于大陆上的土壤。土壤仅次于空气和水，大概是人类最基本的土地资源。

土壤是植物的托身处和营养库，它是地球表面的疏松物质，包括有机和无机组成。在其中，有许多复杂的生物、化学和物理过程发生。更简单地说，土壤由四种成分组成：(1)有机物、(2)无机物、(3)水、(4)空气。每一个组分在性质和数量上随地点改变而变化，这种变化，是由于气候、植被及无机物在不同地貌部位上相互作用的结果。当相互作用发生在地貌比较相似的地区，地区内土壤则具有某些共同的特征。然而在一个地区内的较小范围的环境变异，也能够影响个别土体的特性。

第一章 土壤无机组成的起源和意义

矿物质和母质

理想的土壤，由大约 45% 的矿物质组成，这些矿物质是土壤的基本骨架，是陆地植物的托身处和营养库。因此，矿物质的来源和性质是土壤学家首先关注的问题。

矿物质通常是指天然元素或经无机过程形成并具结晶构造的化合物。地球上大多数土壤矿物质都聚合或集结成各种岩石，例如，花岗岩是一种普通的岩石，它是由许多互相结合的结晶矿物组成，其中有石英、云母、正长石和斜长石。固然每一种矿物都有自己独特的性质，但生成的方式彼此却是一样的。

地球因冷却而从熔融态变成固态。这种冷却过程实际上产生的结果是岩浆离子活性的减小^①。随着活性的减小，离子受到电力吸引，在固定的位置上结合起来而产生固体结晶矿物。岩浆的组成和来自岩浆的矿物完全一样，但在固体形态中，离子是按一定的模式或结晶构造而排列的。

现在所知的地球上所有的自然发生的元素（即质子、中子和电子的特殊结合）本来就存在于形成地球熔融的物质中。岩浆组成中最基本的元素有八种，它们占地壳重量的 98.5% 以上（图 1-1）。

地球元素的不同组合，形成多种多样的矿物，其中较重要的原生和次生矿物类型概括在表 1 中。原生矿物主要形成于原始岩类——岩浆岩中，而次生矿物则基本上是风化的结果（包括沉积岩层的风化物）。原生和次生矿物发生聚合结构形成岩石的时候，就

① 离子是由于失去或获得电子而带有电荷的原子、原子团或化合物。

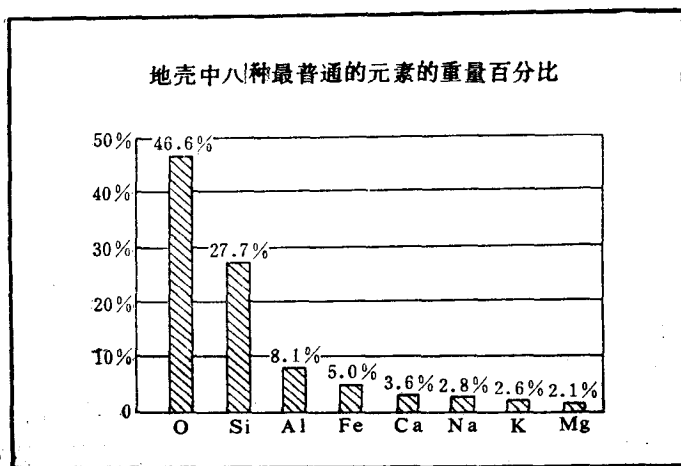


图 1-1 地壳中 O、Si、Al、Fe、Ca、Na、K、Mg 等元素的重量百分比

组成地球外壳的主体。这些矿物接着经过风化作用，从它们矿物结晶体束缚中释放出来时，就可能成为土壤矿物物质的主体和植物养分的来源。

表 1 主要的原生和次生矿物

原生矿物	化 学 式*	次生矿物	化 学 式
石 英	SiO_2	方 解 石	CaCO_3
微斜长石	KAlSi_3O_8	白 云 石	$\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$
正 长 石	KAlSi_3O_8	石 膏	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
钠斜长石	$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$	磷 灰 石	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3 \cdot (\text{Cl}, \text{F})$
钙斜长石	$\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	褐 铁 矿	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
白 云 母	$\text{KAl}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	赤 铁 矿	Fe_2O_3
黑 云 母	$\text{KAl}(\text{Mg} \cdot \text{Fe})_2\text{Si}_2\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	三水铝石	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
角 闪 石	$\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{Mg}_2\text{Fe}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	粘土矿物	Al-Silicates
辉 石	$\text{Ca}_2(\text{Al} \cdot \text{Fe})_2(\text{Mg} \cdot \text{Fe})_2\text{Si}_6\text{O}_{22}$		

* 对于不熟悉矿物化学式的读者，下面的例子有助于理解：石英的化学式是 SiO_2 ，这表示由化学键联结着一个硅(Si)原子和两个氧(O_2)原子。

母质及其演变

典型土壤的发育过程需要相当长的时间。必须在地壳表层完成许多变化,才能使土壤发育到能够养活植物。这些变化通常包括裸露岩石物质的崩解和分解。崩解表示原生物质体积上的变小,而分解则涉及矿物的化学变化。崩解和分解的过程总起来就是风化。

土壤的特性主要取决于底层矿物聚合体的物质,因此土壤曾赖以形成(和继续赖以形成)的原生矿物复合体叫做土壤母质。

无机母质可分成两个基本类型:一类通称残积(残留)型;另一类叫做运积型。残积母质位于原地,例如花岗岩露头发生风化,风化物无大量的移动,形成由母质残积物组成的土壤,称之残积型(图 1-2);另一方面,有许多土壤发生在来源于别处的无机物,如密西西比河,当洪水泛滥时,可把转运数百甚至数千英里的泥沙沉积下来。这样的母质就不是残积类型的(图 1-2)。此外,还有径流、重力(可产生沿斜坡向下的运动)、冰川、波浪和洋流以及风均可把无机物带至外地。这一类型的母质总称为运积型。

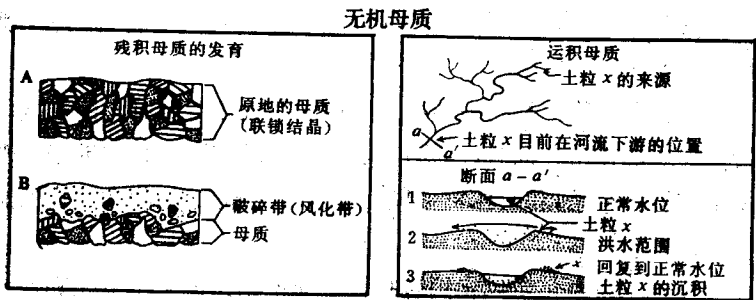


图 1-2 残积和运积母质的区别

风化过程

风化作用使固体岩石破碎为小的岩石碎片,并把原来构成岩

石的聚合矿物最终变为单体的矿物。矿物也能象体积变化那样，部分地或全部地发生化学变化。这些物质析出或改变成颗粒，使其有助于土壤发育的过程分成为两大类——机械风化和化学风化。

我们知道，机械风化过程包括岩石体积的变小和矿物分离。下述几种因素是重要的：

减轻负荷：这是表层岩石或沉积物被除去，从而减少了新露出岩石上的压力的过程，这就容许岩石扩张，因而产生裂纹和裂隙。

温度变化：自然环境中的岩石，每天经受着很大的温度变化，当受热或冷却时，由于各种矿物胀缩比率不同，在岩石表面矿物键之间发生应力，最终则削弱各个晶体的联结力并把它们分裂开来。然而，这种风化，只有当水分存在（即使数量很少）时才能发生。

森林和灌木丛火灾的巨大热量能在几分钟内显著提高岩石表面的温度，这使上部岩层产生陡峭的温度梯度，因而有助于岩石的剧烈破坏。霜冻破裂发生在周期性冻结区域。水在大小裂隙和孔洞间的冻结，形成巨大的膨胀压力，这能够把巨大的岩石胀裂，甚至变成碎块。

植物和动物：植物根系在发育中伸入大小裂隙时，能起撬松岩石物质的作用。同时，动物打洞或移动土壤碎块，也有助于物理崩解过程。但是，和其他机械风化过程对比起来，植物和动物的影响是次要的。

另一方面，化学风化则包括许多使矿物组成发生变化和使矿物体积变小的过程，从而把原来的物质转变为截然不同的东西。其中的主要过程为水解、水化、氧化和碳化。这些过程是交错在一起的，很少单独进行，否则，风化过程将是极端缓慢的。

水解作用：这是指水中解离的 H^+ （氢）和 OH^- （羟）离子与一

些形成岩石的矿物质起反应的过程。水改变矿物的效应主要是化学风化作用。下面是正长石矿物变化的例子：当降水(H_2O)与正长石 $[K(AlSi_3O_8)]$ 接触时，水中的 H^+ 离子可以使矿物的晶体结构破裂，产生铝硅酸($HAISi_3O_8$)和氢氧化物(KOH)。铝硅酸是不稳定的，在发生进一步变化时，通过重结晶作用，可导致粘土矿物的形成。

水化作用：当水和其它物质的分子化合时，即发生水化作用。虽然这一过程可以改变矿物结构，但它常常只影响矿物颗粒的表面和棱角，而不改变矿物的全部结构。在有水的情况下，硬石膏($CaSO_4$)转变为石膏($CaSO_4 \cdot 2H_2O$)便是矿物水化的例子。

氧化作用：在这一过程中，氧和岩石中的化合物结合成氧化物。随着氧化的发生，原来的物质因氧化腐蚀而变脆弱。铁、钛、锰、铜和磷是主要的经受氧化还原的岩石和土壤元素。例如，铁的氧化，产生一种通称为铁锈的物质。通常，氧化过程是缓慢的。但是，随着温度的增加（如热带地区）该过程会大大加快起来。

碳化作用：降水(H_2O)加上二氧化碳(CO_2)结合形成碳酸(H_2CO_3)。当含有石灰、苏打、碳酸钾或其它基性氧化物的矿物和碳酸接触时，可变成碳酸盐。假若碳酸和石灰石($CaCO_3$)接触，则风化物将是重碳酸钙($Ca(HCO_3)_2$)溶液，可通过排水而流失。

物理风化和化学风化过程并不互相排斥。在某一特定区域，某一类风化类型可能更加活跃，但是，物理的和化学的变化则通常是同时发生的。例如，物体的体积变小，可使较大的表面积受到侵蚀，从而加速化学作用。1立方英寸的岩石或矿物体，表面积总共为6平方英寸。假若该立方体分割为8个半英寸的立方体，经受化学风化的面积则增加到12平方英寸。

影响风化过程的另一因素是所有矿物的破坏速度不相等。某些矿物比另外一些矿物具有较强的抗蚀力，因此能较长时期地保

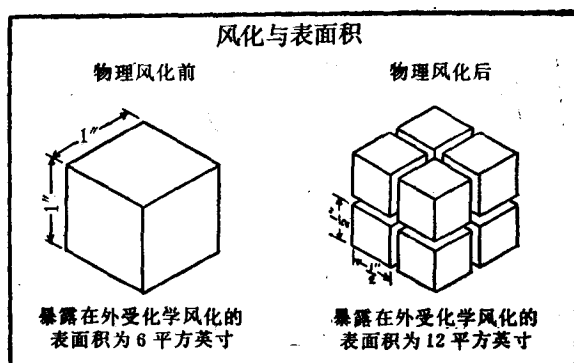


图 1-3 颗粒大小与表面积的关系

(注: "表示英寸)

存在原先的表面上。这样在特定的气候条件和母质类型下生成的土壤, 其中某些矿物的含量会大大超过另外一些。图 1-4 说明一般岩浆岩矿物进行化学分解的相对速率。在很大程度上, 抗蚀力反映了矿物经受风化时的表面状况与它们原来凝结时存在的条件之间的关系。橄榄石形成于熔融状态, 在高温高压下结晶, 因此, 当其感受地面低温低压时, 则趋于极不稳定, 风化极速。石英情况相反, 是在相当低的温度和压力下——岩浆最后冷却阶段形成的, 因此相当稳定, 抗风化力很强。

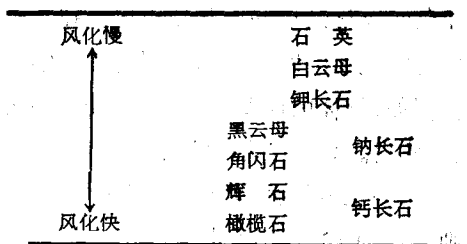


图 1-4 矿物对风化的抗力

对风化序列具备了一定的知识之后, 便有可能预计土壤随着

时间的推移而累积的矿物的相对数量和类型。可溶性物质,如钙、镁、钠,在水分丰富的潮湿地带通常迁移迅速。在相同的气候条件下,硅、铁和铝的氧化物一分解产物是抗风化的,多数会累积在土壤中。图 1-5 说明各种矿物成分的不同累积状况。由于把盐基(这些矿物包括 Ca、Mg、Na 和 K)归为一类,该图表示高度风化的热带土壤中残余累积的假想状况,同时假设土柱的体积缩小 50%①。

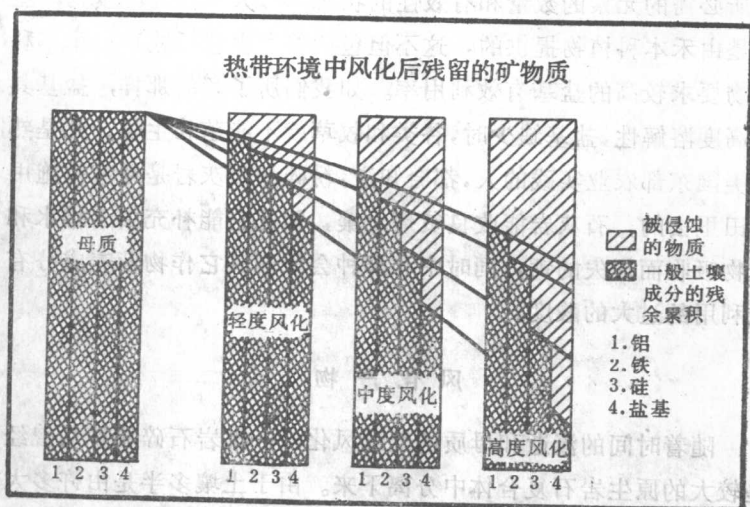


图 1-5 风化进行时矿物质的累积(硅是硅酸盐矿物的组分,不是石英)

若母质中含有相同数量的盐基,它们的风化顺序则是:

钙	(Ca)	最大 ↑ ↓ 最小
镁	(Mg)	
钠	(Na)	
钾	(K)	

① 盐基是任何能与质子化合的分子或离子。通常,在土壤科学领域中,钙、镁、钾、钠等阳离子统称可交换的盐基或简称盐基。这个术语的使用是因为这四个阳离子与 CaCO_3 、 K_2CO_3 、 MgCO_3 和 Na_2CO_3 有关,而它们通常在土壤中发生非酸性的化合物。

钙最易受到风化,常常发现在土壤的最上层,它的数量比镁稍多。这种现象的原因是:(1)植物利用的钙比镁多,所以通过植物吸收和分解释放把较多的钙带回到表层;(2)钙离子对粘土矿物的亲合力比镁离子更强。

较古老的热带(和许多其它潮湿地带)土壤的自然贫瘠性,可从图 1-5 的风化序列中得到了了解。肥力是指“土壤中关于植物生长所必需的元素的数量和有效性的状态”^①。人类所需的食物,主要是由禾本科植物提供的,这不但包括谷类也包括牧草。禾本科植物要求较高的盐基有效利用率。如我们所了解的那样,盐基具有高度溶解性,盐基缺少时,谷类和牧草就不能茁壮生长。凡是熟悉美国东部农业实践的人,都会知道,粉碎的石灰岩是经常被施用到田里去的。石灰岩能改良贫瘠土壤,因此它能补充由于排水和植物吸收而损失的钙,同时中和那种会限制其它作物营养成分有效利用的过大的酸度。

风 化 产 物

随着时间的流逝和母质的继续风化,一批岩石碎块就从曾经是较大的原生岩石复合体中分离下来。由于土壤多半是由许多大小不等的颗粒组成,土壤学家把这些颗粒归类以便鉴定。各个不同类型分属不同的“土壤粒级”。每一个粒级的名称,按粒度的大小在表 2 中说明。

砂粒:当砂粒占优势时,则产生容易耕作的土壤。因此砂土被认为是轻的。主要的砂粒矿物通常是石英(SiO_2),虽然较粗大的砂粒可能包含不同成分的岩石碎块(图 1-6)。石英占优势的砂质

^① *Glossary of Soil Science Term* (Madison, Wisconsin: Soil Science Society of America, 1978), p.7.