

中国自然地理

土壤地理

中国科学院《中国自然地理》编辑委员会



科学出版社

中国自然地理

土壤地理

中国科学院《中国自然地理》编辑委员会

科学出版社

1981

内 容 简 介

《中国自然地理》是中国科学院《中国自然地理》编辑委员会组织有关学科的科研、教学以及生产人员撰写的一部专著。这部专著共分：总论、地貌、气候、地表水、地下水、动物地理、植物地理、土壤地理、古地理、历史自然地理、海洋地理、自然条件与农业生产等十二分册。

本书为《中国自然地理》土壤地理分册，是在系统整理和总结我国土壤地理研究工作成果的基础上写成的。为一本较为完整而又扼要的全国性土壤地理著作。全书共分四章。根据我国土壤发生与演变的特点，分别阐述成土风化壳的地球化学类型和土壤的形成过程；土壤的分布规律，并着重对我国境内主要的土壤类型及其特征作了详细分析与比较。在此基础上本着认识土壤与改造土壤相结合的原则，提出我国土壤地理分区；并逐区论述自然条件和土壤组合性质及其改良利用问题。

本书可供从事土壤、自然地理、植被、农业、林业等方面科研工作者及大专院校有关专业师生参考。

中国自然地理

土壤地理

中国科学院《中国自然地理》编辑委员会

责任编辑 刘卓澄

科学出版社出版

北京朝阳门内大街137号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1981年8月第一版 开本：787×1092 1/16

1981年8月第一次印刷 印张：12 3/4

印数：精1—2,770 插页：精6 平4

平1—3,280 字数：285,000

统一书号：13031·1521

本社书号：2222·13—13

布脊精装 3.90元

定价：平 装 3.10元

序

自然地理学是研究地理环境的形成、发展和地域分异规律的科学。而地理环境则是由地貌、气候、水文、土壤和生活于其中的植物、动物等因素组成的复杂的物质体系。在这个物质体系中,各组成要素相互影响,相互制约,并经常处于矛盾与斗争之中,不断地变化、发展,整个地理环境亦由是而不断地变化、发展。

人类的生活和工作,与所处的地理环境息息相关,了解地理环境早就成为人们的普遍要求。中华人民共和国成立以后,有计划按比例地进行建设,发展生产,社会上更迫切需要有一本能反映我国地理环境的《中国自然地理》。为此,我国近代地理学的奠基人竺可桢同志,在五十年代后半期至六十年代前半期,即亲自领导《中国自然区划》与《中华人民共和国自然地图集》的工作,取得了显著的成就。此后,鉴于还缺少一本内容比较完备的《中国自然地理》,又积极地倡导并亲自主持编写。计划初定,即受到林彪、“四人帮”一伙的干扰破坏,编写工作不得不停止进行。到了1972年,敬爱的周总理指示:“中国科学院应重视基础研究和加强基础理论研究”,编著《中国自然地理》才被列入中国科学院1973~1980年重点科学规划之中。中国科学院决定成立《中国自然地理》编辑委员会,以竺可桢副院长为主任。竺可桢同志以八十二岁高龄,卧病医院,欣然受命,并对编辑工作提出不少建议。1973年春召开了编委会,讨论了编写原则和编写大纲,组织有关单位和有关专家协作,建立各篇章的编写组,调动和发挥了各方面的积极力量。但工作进行中又再次遭到“四人帮”及其帮派体系的干扰破坏,编委会和编写组的同志在风吹浪打之中,进行了抵制和斗争,编写工作虽然在进度上和质量上受到不少影响,但工作仍在断断续续地进行,现在终底于成。

由于《中国自然地理》篇幅很长,各章节完成时间先后不一,而且不同读者对本书不同章节的需要也各不相同,因此决定分篇分册出版,将全书分为十二分册,即:总论、地貌、气候、地表水、地下水、土壤地理、植物地理、动物地理、古地理、历史自然地理、自然条件与农业生产、海洋地理。

本书是社会主义大协作的产物:参加编写的有科学研究所、大专院校及生产部门共三十个单位,200多名科学工作者。在工作过程中,各篇稿件都曾召开审稿会。参加审稿人员近600人。此外还分送有关单位和专家审阅,而作为全书工作基础的资料更是成千上万人的工作成果。浩如烟海的资料,搜集就得费很多人力,去粗取精,去伪存真,更非一朝一夕之功,而时间、地域口径各不相同,要使之带上条理性更要经过反复琢磨。可以认为这是一本比较完整的中国自然地理著作。但是在当时情况下,各篇编写审改工作是分别进行的,进度不一致,每篇审改亦未能邀请其他各篇编写人员参加,以致各篇篇幅长短参差,各篇之间可能有少数不必要的重复,专业名词亦难免会有一些出入,综合性论述分量也比较少。地理环境既是一个很复杂的物质体系,初次编写《中国自然地理》本来亦只能粗具规模,作为以后提高深化的起点,我们工作开展不久,即深感“初始之难”,“四人帮”横行之时益增艰困。编委会自顾任重力薄,极求加强,亦以当时形隔势禁,不能

实现,遂至全书内容和形式都存在不少缺点。但为了适应各方面的需要,并及早得到广大读者的审查,以便进一步斟酌损益,补充修订,决定先分册出版,谨祈读者多予指正。

中国科学院《中国自然地理》编辑委员会

《中国自然地理》编写单位

水利部	国家海洋局
中央气象局	地质总局水文地质工程地质研究所
上海师范大学地理系	南京大学地理系
北京师范大学地理系	北京大学地理系
吉林师范大学地理系	杭州大学地理系
兰州大学地理系	西北大学地理系
北京师范学院地理系	华南师范学院地理系
华中师范学院地理系	复旦大学历史系
陕西师范大学历史系	云南大学生物系
中国科学院南京地理研究所	河南省地理研究所
中国科学院兰州冰川冻土研究所	中国科学院沙漠研究所
中国科学院兰州高原大气物理研究所	中国科学院大气物理研究所
中国科学院土壤研究所	中国科学院植物研究所
中国科学院地理研究所	中国科学院长春地理研究所
中国科学院成都地理研究所	中国科学院海洋研究所
中国科学院地质研究所	中国科学院自然资源综合考察委员会

《中国自然地理》编辑委员会

主任：竺可桢

副主任：黄秉维 郭敬辉

委员：（按姓氏笔画为序）

左大康	卢培元	史念海	任美镛	刘东生	朱震达	沈玉昌
吴征镒	罗来兴	陈述彭	陈吉余	陈桥驿	杨 萍	林 超
周廷儒	张含英	张荣祖	律 巍	侯学煜	赵松乔	施雅风
阎锡珩	柴 岫	席承藩	陶诗言	黄荣金	黄漪平	龚子同
曾呈奎	曾昭璇	程纯枢	程 鸿	崔克信	窦振兴	熊 怡
谭其骧	瞿宁淑					

前 言

土壤是自然客体,它的发生与发展,受到多种自然因素的影响。地表裸露的岩石,经大气营力逐步风化,产生物质的移动和累积。绿色植物的着生,众多微生物的栖息生殖,既从土壤里获得了水分养分;又丰富了土壤有机物质和养分元素,改善了土性,提高了土壤肥力,使土壤成为农、林、牧、副业生产的重要基地。

我国土地广阔、自然条件差异显著,土壤类型繁多。我国土壤的形成与发展和季风气候、广阔的平原、丘陵及多山的地形有关;也和不同土壤中所生长的众多植物密切相关。我国是一个古老的农业国,耕作历史悠久,根据 C¹⁴ 测定,半坡村文化遗址已有 5800—6080 年的历史;太湖平原文物记载,也在 4 千年以上。几千年来,人们在与大自然作斗争中,积累了因土种植和改良利用的丰富经验。通过改土培肥,培育了不少高产土壤类型。因此,土壤不仅是自然客体,也是重要的生产资料,在某种意义上,土壤是劳动的产物。这就是认识土壤与改造土壤的辩证关系,认识土壤的目的在于更加有效地合理利用和改造土壤,促进生产的不断发展。

土壤是重要的自然地理要素之一,它和其他自然要素相互作用,构成综合自然地理现象,为农业建设提供了完整而丰富的自然资源。但土壤和其他矿产资源不同,只要利用得当,就不会枯竭。在对土壤加强管理、合理耕作、轮作和培肥下可促进其性状不断得到改善,愈种愈肥沃。反之,利用不当又会使土壤遭到侵蚀、沙化、盐碱化和沼泽化。土壤中障碍因素的不断增长,会大大降低其生产潜力,造成减产乃至成为无法再从事农业生产之地,值得警惕。所以,在我国社会主义农业现代化建设的进程中,不断加深对土壤的认识,并相应地加强对土壤的防护和改造,通过因地制宜地采取有效的改良利用措施,会使农、林业生产由低产变高产,高产更高产,从不同的土壤中获得最佳的产品。

本书是《中国自然地理》土壤地理分册,其任务是试图将我国已有的土壤地理研究资料进行系统的科学总结。根据我国土壤形成与演化特点,分别阐述土壤的形成过程、土壤的分布规律;并重点对我国 9 百 60 万平方公里土地上主要的土壤类型及其特征,进行分析与比较;在此基础上本着认识土壤与改造土壤相结合的原则,对我国土壤的区域组合情况及其改良利用,分区进行论述,以作为了解和进一步研究我国土壤概貌的基本资料。

本书由中国科学院南京土壤研究所与中国科学院地理研究所协作完成。参加编写的有席承藩、黄荣金、龚子同、徐琪、高以信等;张俊民、蔡凤歧、宋达泉、朱显谟、曾昭顺、周明枏、史德明、雷文进、邹国础、陈鸿昭、陈志诚、刘文政等同志,参加了部分编写或提供资料。最后,由席承藩、黄荣金负责全书的整编和修改定稿工作。

李锦、周慧珍等同志参加编制本书附图(一千万分之一中国土壤和土壤分区图),李宝琴、黄翠琴、谢佩珠等同志担任附图和插图的清绘工作;书中所附各种分析资料,除已署名外,均由中国科学院南京土壤研究所分析室和中国科学院地理研究所自然地理室分析组分析,在此特致以深切谢意。

目 录

前言	vi
第一章 我国土壤的形成过程	1
一、成土风化壳的地球化学类型	1
二、土壤形成过程	7
第二章 我国土壤的分布规律	21
一、我国土壤的水平分布	21
二、我国土壤的垂直分布	22
三、土壤垂直与水平复合式分布规律	26
四、土壤的地域分布	31
第三章 我国主要土壤类型	38
一、红壤系列	41
二、棕壤系列	49
三、褐土系列	56
四、黑土系列	65
五、栗钙土系列	73
六、漠土系列	80
七、灌淤土系列	87
八、水稻土系列	92
九、湿土系列	95
十、盐碱土系列	99
十一、岩性土系列	103
十二、高山土系列	108
第四章 土壤地理分区	114
一、分区的原则与依据	114
二、土壤地理分区单元	115
三、土壤地理分区概述	120
结语	190
参考文献	192

第一章 我国土壤的形成过程

在我国 9 百 60 万平方公里的广阔土地上,由南向北,跨幅 55 多个纬度,历经 5 个热量带;东南滨临太平洋,海岸线漫长,从低山、丘陵向西南直上青藏高原,向西北进入欧亚大陆干旱中心,横跨 60 多个经度。从东南湿润地区到西北干旱中心可分出四个干湿分明的地区。在这样干湿、冷热及地形起伏错综复杂的条件下,我国土壤的形成与发展,有它独特之处。我国多种多样土壤类型,都是在一定成土过程下形成的。不过,一种土壤不可能单纯是某一成土过程的产物;而是几个成土作用的综合结果。为了便于揭示这些错综复杂的成土过程,先概述成土风化壳的地球化学类型;并分别阐述土壤形成过程的特点。

一、成土风化壳的地球化学类型

风化壳是土壤发育的物质基础。

过去有人将风化过程和成土过程割裂开来,将土壤发育分为三个阶段,第一阶段是物理风化和机械风化;第二阶段是化学风化;第三阶段是生物风化或成土过程。但越来越多资料表明,即便在沙漠外围和高山雪线以上,都有微生物的活动。在地球表面,实际上不存在无菌的非生物性的机械风化和化学风化的特殊阶段。这些过程都是在同时有活的有机体及其生命活动积极参与下进行的。

影响成土风化壳的地球化学过程的条件很多,首先是太阳辐射能。

太阳辐射能是物理、化学、生物作用的基础。地理位置的不同决定了气候特点和生物繁茂情况,从而影响风化壳速度和强度,形成不同的风化壳类型。在不同的生物气候条件下,即便相同的岩石和矿物成分,其分解速度也不相同。在高寒气候条件下,化学风化作用微弱,主要为物理风化作用,故多属碎屑风化壳,此种碎屑保持着母岩的原有性质。在干旱的温带条件下,风化作用也很微弱,甚至象方解石、石膏、白云石这样的易风化的原生矿物在风化壳中也聚积起来,硅酸盐矿物基本上没有破坏或破坏甚少。在湿热条件下,风化作用强烈,花岗岩中百分之八十以上硅酸盐矿物遭到破坏,风化壳的深度深达数十米。

太阳辐射能不仅在空间上,而且在时间上也影响着风化壳的形成。同一岩石,在同样的生物气候条件下,由于风化作用持续时间不同,所形成的风化壳类型和特点也不相同。

区域大地构造单元也足以影响风化成土过程。在构造稳定的平坦地形下,风化壳形成速度大于侵蚀过程的速度,有利于深厚风化壳的形成。地台区、稳定地块区、低山丘陵和平原地区,风化壳形成时间长,风化壳一般都较深厚。在年轻的褶皱带地区,新构造运动剧烈地区、中高山区,侵蚀过程大于风化壳形成速度,所以风化壳形成时间短暂,其厚度一般都很浅薄。同一类岩石,特别是沉积岩,由于其产状不同,形成不同的地貌类型。也不可避免地影响着风化壳形成的速度和特点。

从岩石到风化壳的过程中,各种矿物不断地向着新的状态转变。原生矿物经过氧化、

水化、水解和溶解等一系列的作用,形成与其环境相吻合的相对稳定的一些次生矿物。在我国境内,随着气候的由干到湿、由冷到热,风化率由弱到强。各类型风化壳中粘土矿物也发生一系列变化^[1,2]。风化壳中粘粒含量,依上述次序不断增加。粘粒矿物的类型由复杂变简单。矿物组成也由 2:1 型变为 1:1 型甚至为水化氧化物。按风化壳类型可将风化壳概分为含盐风化壳(这里主要指内陆地区),碳酸盐风化壳、硅铝风化壳和富铝风化壳等,如图 1.1 所示,含盐风化壳的粘土矿物以 2:1 型占绝对优势;碳酸盐风化壳以 2:1 型为主;硅铝风化壳以 2:1 型为主,也有 1:1 型;富铝风化壳中以 1:1 型为主,水化氧化物大大增加。若以个别的粘土矿物而言,则我们可以看到;伊利石从荒漠盐壳至碳酸盐壳,硅铝壳至富铝壳逐渐减少。蒙脱石也有同样趋势,在弱富铝风化壳中实际上已很少了。高岭石则相反,从荒漠盐壳到富铝风化壳急剧增加。而三水铝矿只有在富铝风化壳中有较多的存在,而在铝质富铝风化壳中含量特别高;氧化铁,氧化钛也有同样趋势,而在铁质富铝风化壳中含量最高。

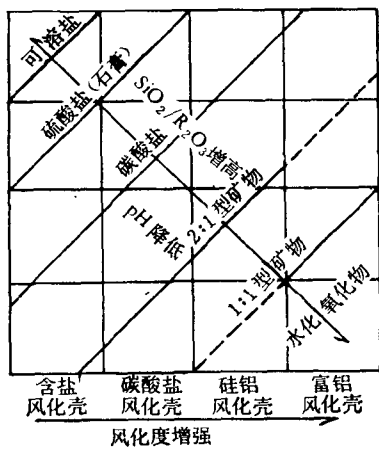


图 1.1 不同风化壳类型的
风化和淋溶状况

在潜育过程作用下,还有离铁过程。含盐风化壳处于积盐和脱盐阶段。碳酸盐风化壳处于积钙或脱钙阶段,硅铝风化壳处于脱盐基阶段,富铝风化壳处于脱硅阶段。还原系列的风化壳处于离铁阶段。

从风化壳对成土作用的影响出发,将风化壳划分为氧化系列和还原系列两大类型,然后再进一步细分。

(一) 氧化系列

这一系列的风化壳共同的特点是地下水位比较深,水分的来源主要来自大气湿润,在有足够的水分情况下,有物质的垂直迁移和淋溶作用。通常情况下,这一系列的风化壳均处于氧化状态。火成岩中铁、锰和硫基本上处于二价形态(Fe^{++} , Mn^{++} , $S^{=}$),在这一系列的风化壳中,当遭到氧化时,就形成了 Fe^{+3} , Mn^{+3} , S^{+6} 的化合物。

这一风化系列中,根据风化壳的发生特点及所处的风化阶段可进一步划分为碎屑状

元素的迁移不仅取决于本元素的物理化学性质,而且与矿物组成有很大关系。含钙的原生矿物(某些斜长石、角闪石等)较含钾钠的原生矿物容易风化,所以钙的迁移强度常大于钠钾。除含盐风化壳中 Cl^- 和 SO_4^{2-} 的迁移最为强烈外,其余各类型风化壳中,易移动元素的迁移次序均为:



以下为可移动的 SiO_2 和惰性的 Fe , Al 。以各个风化壳类型而言,含盐风化壳中以 Cl^- 和 SO_4^{2-} 迁移最为强烈;碳酸盐风化壳中 Ca 的迁移量最高,富铝风化壳中 SiO_2 的迁移高于硅铝风化壳。

根据矿物的演变和元素迁移来看:不同风化壳类型处于一个地球化学过程中的不同阶段。一般来说,风化过程经历脱盐、脱钙(石灰)、脱盐基、脱硅;

风化壳、含盐风化壳(其中包括石膏风化壳)、碳酸盐风化壳、硅铝风化壳和富铝风化壳等几个地球化学类型,兹分述如下:

1. 碎屑状风化壳

碎屑状风化壳是岩石风化的最初阶段。由各种火成岩或水成岩的机械崩解碎块组成,化学变化较少,以物理风化为主的岩石碎屑,这些碎屑保持着原始母岩的性质。大多分布于寒冷的高山地区。这类风化壳除主要分布于青藏高原外,其它高山区也有零星分布。

碎屑状风化壳常见于 5000 米以上高山地表多为杂乱的岩屑,砾石层见于坡麓及谷口或岩壁削立。在青藏高原中,有时也可见于冰川堆积物或冰蚀谷地。

在寒冻风化的条件下,生物、化学风化作用极为微弱。风化层甚薄,质地轻粗、石砾含量可多达 60% 以上,细粒含量低,粘粒更低。在青藏高原此类风化物的矿物组成,以抗化学风化稳定性较低的黑云母占优势,角闪石、辉石次之,粘土矿物为板条状水云母和厚度较大的绿泥石为主, K_2O 可高达 6.7%, 说明矿物风化度低,碎屑中细土部分的微垒结中,几全为骨骼、颗粒组成,由于粘粒和有机质数量少,故缺乏真正的基质;流经风化壳的水,矿化度很低,以重碳酸钙为主,虽然在冻融作用的交替作用下,有铁锰的活动,但物质的迁移十分微弱。

在青藏高原,由于此种风化壳脱离冰川作用较晚,故除极地外,其所形成的土壤,成土年龄最轻。

2. 含盐风化壳

广泛分布于新疆塔里木、准噶尔盆地和柴达木盆地以及内蒙古西部、甘肃北部广大漠境地区,以及青藏高原西北部的高原内陆湖群地带。这一地区位于欧亚大陆中心,远离海洋,周围被高山环绕,从这些地区带来大量的风化产物,通过地面水和地下水进入盆地。在极度干旱的条件下,不但难溶性的 $CaCO_3$, $MgCO_3$, 而且 Cl^- , SO_4^{2-} 也积聚于风化壳中,甚至积聚于地表,往往形成白色和杂色的盐结皮,其组成以氯化物-硫酸盐为主。在某些干燥度特别大的地区(如塔里木盆地),含水石膏($CaSO_4 \cdot H_2O$)失水而成无水石膏($CaSO_4$),出现石膏风化壳,其中石膏呈结晶状,纤维状或胡须状,有时形成石膏硬盘。

假如自祁连山麓至居延海(盐湖)作一断面(图 1.2),可以清楚地看出:按盐类的溶解度,从山麓至盐湖依次为 $CaCO_3$, $CaSO_4$, Na_2SO_4 , $NaCl$ 作有规律的变化,中间还有 Na_2CO_3 , $MgCO_3$ 。反映了我国干旱地区含盐风化壳的地球化学特点。

我国滨海地区含盐风化壳,自辽东半岛,渤海湾、经苏浙沿海至福建、台湾、广西沿海,其物质来源为江河冲积物或海相沉积物。海水的组成决定了海滨地下水的组成,均以氯化钠为主。海水浸渍硅铝风化壳所形成的地下水呈微碱性,而浸渍富铝风化壳所形成的地下水,常偏酸性。在酸性硫酸盐占优势的情况下,地下水呈强酸性,并含有大量的铁、锰。

此外,内蒙古、东北、华北的低平地区可见苏打盐渍物。在吐鲁番和哈密等地,极端干旱的条件下,有硝酸盐累积。在某些地区还有硼酸盐的积聚。

此种风化壳中,标志元素是 Cl^- 和 SO_4^{2-} 标志化合物为碱金属的氯化物和硫酸盐。此

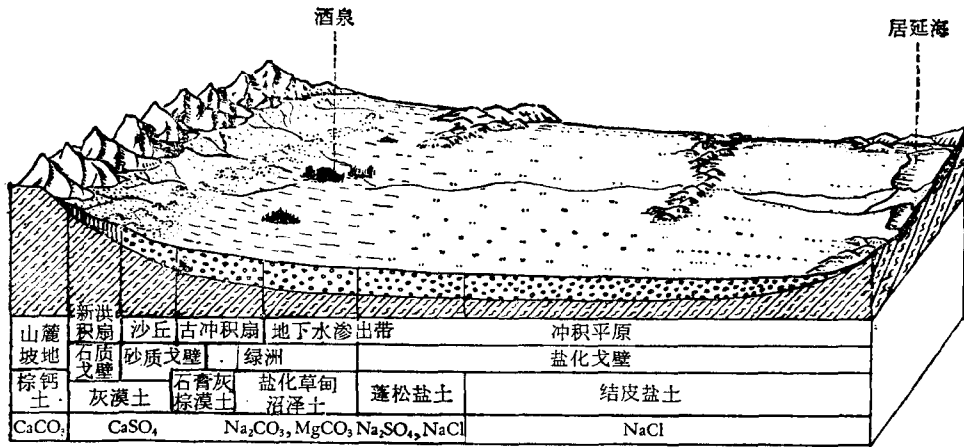


图 1.2 祁连山—居延海含盐风化壳盐分的地球化学分异

外,硼、铬、碘的迁移也比较活跃;铁、钼、钛的迁移能力很低,土壤水、地下水、湖水、河水矿化度较高,干涸的河床及湖沼可形成盐矿。某些地方尚可见到露出的食盐、石膏和盐质粘土组成的岩层。

含盐风化壳上植物稀少,盐生植物灰分含量高,其中主要是可溶盐。某些植物还富集一些稀有元素。

3. 碳酸盐风化壳

碳酸盐风化壳分布甚广。在南方主要发育于石灰岩、紫色页岩、石灰质砂岩、页岩以及珊瑚灰岩和珊瑚贝壳碎屑上。在北方主要发育在黄土和黄土状沉积物上,其厚度由数十米至数百米,分布于华北、西北丘陵山区和山前平原,陕、甘、晋黄土高原和华北平原。

此类风化壳大部分易溶盐已遭淋失,风化壳中以难溶性碳酸钙为主。碳酸钙可高达7—15%,甚至更高(图 1.3)。在干旱气候条件下,风化壳中还有一定数量的石膏。

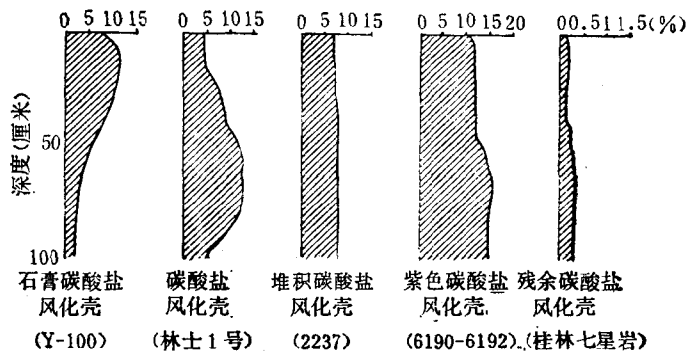


图 1.3 不同类型碳酸盐风化壳的碳酸盐状况

碳酸盐风化壳中的水分和地下水矿化度不高,属重硫酸钙水。

由于碳酸盐的迁移。在风化壳的一定深度,出现各种形式的碳酸盐新生体(粉状、菌丝状、块状、管状、层状)。碳酸盐结核中主要是游离碳酸钙(达70—80%),碳酸镁($MgCO_3$)的含量不足1%。

此类风化壳上的土壤、地下水和有机体均富含钙,在这样的条件下, Al_2O_3 , Fe_2O_3 的水氧化物及其衍生物迁移很少。锰、铜、锌、硼的活动性低,尤其是硼常被固定。风化壳的标志元素是钙、镁,标志化合物是钙、镁的碳酸盐。锶、钡化合物迁移也较活跃。

此类风化壳的粘土矿物组成以水云母为主,石灰的含量和强石灰反应的深度不一。

4. 硅铝风化壳

分布于东北、华北的山区和山前地区,并一直延伸到青藏高原。东北的三江平原和长江三角洲地区也有大面积堆积形成的硅铝风化壳。硅铝风化壳一般呈中性反应。可溶盐淋失,碳酸盐也已基本淋失。这一类型的风化壳中硅的变化很小,铝的变化也不明显,同基岩相比, $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比值开始变化,随着硅酸盐的破坏,硅酸盐中钙与钠含量减少, K_2O 、 MgO 也有此趋势,但显然比富铝风化壳要弱得多。由于岩性和淋溶强度不同,各地硅铝风化壳中 Ca , Mg , K , Na 的迁移强度也不一样。风化壳中盐基饱和或开始不饱和,代换性阳离子中以 Ca 为主。标志元素为 H , Al , Si , Fe 。标志化合物为 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 的水化物。粘土矿物处于脱钾阶段,以 2:1 型为主,蛭石和过渡矿物有明显增加。

5. 富铝风化壳

富铝风化壳是硅铝风化壳的进一步发展。

富铝风化壳广泛分布于华南地区,由于新构造运动,红色风化壳可以分布到高达 2000 米的云贵高原上,青藏高原 4000 多米的地方也见有红色风化壳的踪迹。

此类风化壳发育于各种基岩上,通常为花岗岩、砂页岩、玄武岩、石灰岩和第四纪红色粘土等。岩石分解、淋溶作用十分强烈。风化壳中可溶盐、碱金属和碱土金属比较缺乏。基岩性质不同,形成的红色风化壳化学组成也不同(表 1.1)。由于硅酸盐的大量破坏, $\text{SiO}_2/\text{R}_2\text{O}_3$, $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比值较低,一般在 2 左右或 2 以下,而相对富集活性较小的元素,如铁、铝、钛等,这一类的风化壳粘土矿物以高岭石、三水铝矿为主,在南部三水铝矿与赤铁矿的含量显著增加。

富铝风化壳一般都较深厚,可达数十米,甚至更厚。由于氧化铁的含量及其水化程度不同而呈红、橙、黄等色。氧化铁的移动,使风化壳中形成胶膜、铁子、铁磐等。网纹层的出现是红色风化壳所特有的,有的网纹是地质时期的产物;有的为近代形成的。有的网纹是地表水作用的结果;也有是地下水影响下形成的。网纹层中红、黄、白部分矿物组成没有变化,而铁的含量有明显的差异,其中以红色部分最高,黄色次之,白色最少。总之,红色风化壳色泽变化,铁、锰结核或是网纹层的形成都是铁、锰在一定条件下活跃迁移的结果。

此类风化壳的地下水及渗漏水属 HCO_3^- - Ca - SiO_2 水。在热带玄武岩、凝灰岩风化壳中,由于含钙原生矿物分解比较彻底,含镁原生矿物残留稍多,水分类型变为 HCO_3^- - Mg - SiO_2 水。在一些花岗岩风化壳中,由于钠长石的风化,水分类型变为 HCO_3^- - Na - SiO_2 水。

富铝风化壳中的地下水,渗漏水均呈微碱性反应,组成中除 HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} 外,以 SiO_2 为主,其次为 Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ , 再次为极少量的 Fe , Al , Mn , P 等。

这一风化壳的标志元素为 H , Al , 及 SiO_2 , Mn , Fe ; 标志化合物为 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 SiO_2 的水化物。

表 1.1 红色富铝风化壳各个类型的一些特点

类 型*	主要成壳岩石	土体部分(占灼烧土%)				超过一般含量的微量元素	主要矿物
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Si, Al, Fe 含量顺序		
铁质富铝风化壳(5)	玄武岩、玢岩	33—40	28—47	20—29	SiO ₂ > Al ₂ O ₃ > Fe ₂ O ₃	Cu, Zn Co, Ni	高岭石、氧化铁、三水铝矿
铝质富铝风化壳(5)	石灰岩、白云岩	24—36	34—42	22—28	Al ₂ O ₃ > SiO ₂ > Fe ₂ O ₃	B, Zn V, Cu	三水铝矿、蛭石、高岭石、氧化铁
硅铁质富铝风化壳(1)	第四纪红粘土	71—80	10—19	5—14	SiO ₂ > Al ₂ O ₃ > Fe ₂ O ₃	Mo, B Co, Zn	石英、高岭石、斜长石、氧化铁
硅铝质富铝风化壳(12)	花岗岩、片麻岩	63—80	13—25	1—5	SiO ₂ > Al ₂ O ₃ > Fe ₂ O ₃	Mo, Zn B	石英、高岭石
石英质富铝风化壳(4)	浅海沉积物、砂岩	80—87	8—15	2—5	SiO ₂ > Al ₂ O ₃ > Fe ₂ O ₃	B, Zn	石英、高岭石、二氧化物、三氧化物

* 括号内数字为平均剖面数。

(二) 还原系列

与氧化系列不同,还原系列受积水影响很大,有的整个断面受地下水影响或受地表水影响,也有受地下水和地表水双重影响的。在还原条件下,铁、锰由高价变成低价,磷的活动性也大大增加。硫和氮也被还原。地下水中 Fe⁺⁺, Mn⁺⁺, PO₄[—] 的含量大大提高。发生氧化还原交替的还原系列,断面中有大量锈纹、锈斑以及各种形式的铁锰结核。

这一系列的含盐风化壳,碳酸盐风化壳,硅铝风化壳和富铝风化壳与氧化系列的相应风化壳有发生上的联系,但又有还原过程所表现的共同特点,即铁、锰、磷的淋溶,这种淋溶作用的强度,由北向南增强。碳酸盐风化壳的还原淋溶作用比非碳酸盐风化壳的淋溶要弱。

这一系列风化壳上发育的土壤为沼泽土、草甸土以及水稻土等。

目前的风化壳类型不一定是近代生物气候下的产物^[3,4]。它的形成与发展需要经历一个相当长的历史阶段。风化壳的改变通常落后于生物气候的变迁。因此,我国所见到的风化壳类型同现代生物气候条件又相适应又相矛盾的。例如,目前广泛分布在我国热带与亚热带的富铝风化壳,一般认为是第三纪末期就开始形成,一直延续到现代,富铝化作用仍在进行。但由于古气候条件的变迁,北亚热带以北地区和高原面上所见的红色风化壳是古老红色风化壳的残存,目前多被晚期洪积物覆盖。

在内蒙古高原多属碳酸盐风化壳,其中有的同现代气候条件有关,但主要的属于古地球化学沉积的残留。我国广泛分布的黄土,一般认为是第四纪沉积物,亦属碳酸盐风化壳,而其下的保德红土(N₂)和老黄土,则是过去比较高温下的形成物^[5]。

我国西北干旱地区,深居内陆,气候干旱,及至第三纪末,喜马拉雅山运动使青藏高原不断隆起,阻止西南季风的进入,使气候更趋干旱,所以新疆尚有大面积不受地下水影响的古含盐风化壳分布。

在上述的风化壳类型上,由于自然条件的作用和人为的活动,进行着各种各样的成土过程,塑造我国千差万别的土壤类型。

二、土壤形成过程

(一) 原始土壤形成过程

原始成土过程是土壤形成作用的起始点,与岩石风化过程同时进行,通常这一过程与碎屑风化壳相伴随。岩面上着生或定居生物就标志着原始成土过程的发展,同时这一过程也必然直接或间接地加速岩体的风化,由此而形成的土壤即为原始土壤。

研究认为:这一过程可分为几个时期,即岩漆时期,地衣着生时期,苔藓植物着生时期^[61]。

岩漆时期,岩面上出现岩漆就是原始成土过程开始的明确标志,其特征是岩石中矿质养分被吸收利用,同时累积有机物质,尤其是氮素。块状岩石上的岩漆常呈淡棕、墨绿与黑色。这些物质不是藻类与真菌的分泌物,而是由岩生植物体及其分泌的有机酸生物碱与腊脂状物质,并常有生物起源的次生矿物与粘土矿物。对云母片岩上岩漆物质研究证明:除含极少量草酸盐、碳酸盐外,主要有水云母与粉末状石英,以及少量氧化铁。

岩漆染渍的外形多因岩石种类不同而异,一般见有斑点状,变形虫状,“海星式”放射状,枝状,灌丛状与片状等。岩漆着生的植物经观察鉴定,主要是蓝藻,其次是绿藻、甲藻和硅藻。在酸性麦芽汁琼脂上培养时出现黄曲霉、青霉、芽孢干菌、互交链胞霉与头胞霉等。同时并见有原始菌藻共体的前原始体出现,这是以后岩生地衣的起源。

岩面上着生地衣类植物标志着原始成土过程已进入第二个发展阶段。经岩漆阶段的块状岩体已经是多少带有有机物、次生矿物和开始积聚氮素的生物-物理风化层,为地衣着生繁殖创造了条件,地衣类植物的繁殖与更替,也必然使原始土壤形成过程加强,并随之而演变。

观察证明:地衣着生的次序是壳状地衣在先,叶状地衣其次,枝状地衣居后。而原始土壤的性状也因之而异,壳状地衣着生,使岩面上可出现一个较为疏松的腐蚀层,这一层地衣菌丝体比较集中,在其吸收矿质元素的同时,岩石经生物机械破坏或为其分泌物所腐蚀,形成生物风化层。一旦进入鸡皮衣、赤星衣、石霜等着生阶段,因其个体较大,除地衣四围高贴着岩面外,其基部已不完全和岩面紧贴,呈现蜂窝状组织,基部多少出现细土,细土出现是地衣时期的重要标志。X射线衍射分析表明,粘土矿物以水云母为主,并伴有高岭石,蒙脱石,而蛭石与石英极少,显然保水保肥能力增强。

地衣着生时期的实质是生物风化层发生与发展,生物-物理风化层加厚并向外扩张以及基部出现并累积细土,这为苔藓植物的着生提供了物质基础。

苔藓植物的着生虽然在壳衣后期开始,但首先着生在地衣的尸体或有少许细土的岩隙中,而后顺着地衣着生地方而扩展,植株直立的藓类多以环状或月牙状扩张,而匍匐性的则以放射状伸展,最后则以地毡状而掩盖整个岩面。由于苔藓类植枝较大,生长较快,所以,一方面增多有机物质与细土;另一方面则加强拦蓄细土与保持水分的能力,苔藓植物的吸水能力可达其体重的十倍。随着苔藓植物的生长与繁殖,岩石的生物物理与化学

1) 朱显谟,原始成土过程的初步研究,1974。

风化作用进一步加强,细土层不断增厚,并在细土层基础上形成有机质累积层,同时其下的细土砾质层也逐步增厚,为高等植物着生准备了条件。

X射线衍射分析证明,细土层中矿物以水云母与长石为主,并有高岭石与蛭石。

原始土壤形成随着高等植物生长繁殖而告终,其土壤类型因生物气候条件不同而异,如以秦岭山地与青藏高原为例,则发展成高山或亚高山草毡土与黑毡土。

(二) 盐渍过程

土壤盐渍过程是由季节性地表积盐与脱盐两个方向相反的过程构成。这一过程在我国半干旱与干旱地区广泛存在,在沿海地区这一过程不但出现在亚热带,甚至出现在热带沿海。这一过程通常与含盐风化壳相适应。根据盐渍过程的特点,可分别为盐化与碱化两个过程,而盐化过程又可区分为现代积盐与残余积盐两个作用。

现代积盐过程是现代正在进行的盐分累积过程。这一过程主要由于地面水、地下水以及土质中含有不等量的盐分,在强烈蒸发作用影响下,通过水盐的水平或垂直运行向地表积聚。根据盐分累积特点又分为:

1. 海水漫渍下的积盐过程

这一过程的盐分主要来自海水。河流入海,所携带的大量泥沙,受海水的顶托絮凝而不断沉积,致使海岸向外伸展,土壤与地下水中积存盐分,同时由于潮汐而导致海水入侵,亦可不断补给土壤水与地下水以盐分,在蒸发作用下引起地下水矿化度增高和土壤表层强烈积盐,形成大面积滨海盐土。

这一积盐过程的特点是地下水矿化度高,土壤积盐重,心土与底土的盐分含量接近海渍淤泥;同时盐分组成一致,氯化物占绝对优势。而自然脱盐与人为改良作用下其积盐程度是由滨海向内陆而逐步减轻,同时由于南北气候条件上的差异,也是由北而南有减弱的趋势。

2. 地下水与地面水双重作用下的积盐过程

这种积盐过程受地下水与地面水的双重影响,一定矿化度的地下水上升是引起积盐的主要原因,而地面水既可补给地下水,又可侧向运动引起积盐,这种情况,甚至在低矿化度地下水的地区亦可导致积盐,而形成盐土。

这种积盐过程多见于我国北方的平原地区及湖泊洼地周围,如黄淮海平原、松辽平原、半干旱地区一些河谷平原和海子周围也可见及;至于因措施不当而出现的局部盐化亦属此例。

这类积盐过程与母质沉积和水文地质状况有关;也与微域地形有密切关系。在大河两侧的交接洼地,平原中星散的封闭与半封闭洼地周围,尤为常见。

这种积盐过程的强度与盐分组成的特点是表聚性强,盐分剖面呈“T”字形,表层含盐在1%上下,高者达2—3%,甚至高到35%;而心土含盐锐减,一般在0.1—0.2%间,甚少大于0.3%。可分出硫酸盐-氯化物,氯化物-硫酸盐与苏打等积盐类型。