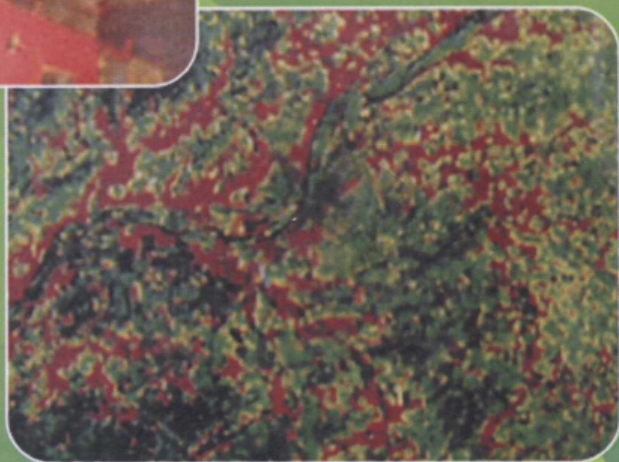


建筑 生物 环境土壤学问答题

编译：孟昭甫 张民



香港四季出版社

图书编目数据

建筑、生物、环境土壤学问答题/孟昭甫、张民 编译.——四季出版有限公司,
四季出版社 2016.7

ISBN 978-988-8353-74-3

I. 建… II. 孟、张… III. ①土壤类

出品人: 孟昭甫, 张民

责任编辑: 王 刚

设 计: 李 敏

执行编辑: 刘 鑫

校 对: 沈 海

发 行: 四季出版有限公司

出版者: 四季出版有限公司

出版社: 四季出版社

地 址: 香港九龙

印 刷: 四季出版有限公司

开 本: 16 开

字 数: 400 千字

册 数: 1-1000

版 次: 2016 年 7 月第一版

印 次: 2016 年 7 月第一次

定 价: 50 元

版权所属, 盗版必究!

作者电话 15253182391

电子邮箱 Mzf0531@126.com

序

土壤是农业最基本的生产资料,同时也是地球生态系统的核心组成部分。中国是一个农业大国,有5000年悠久的农业历史,自古以来信奉“民以食为天,食以土为本”格言。土壤学不仅是农业院校最大的基础课程之一,也是资源环境专业的骨干课程,是农林院校中受教学生最多的重要课程之一。在其他院校中涉及地理、生态、环境以及植物生产类的专业也讲授土壤学知识。

美国土壤学会会士 土壤学博士 中国农业大学教授 博导 李保国

建筑 生物 环境土壤学问答题编写说明

建筑 生物 环境土壤学一书是目前中国大陆应用较多的土壤学双语教材,它的英文原版为:[NYLE. C. BRADY. The Nature and Properties of soils]。中文译文为:土壤的本质和性状。其原版也是中国台湾地区(省)中兴大学土壤环境科学系和美国多所大学土壤学的教科书。

建筑 生物 环境土壤学问答题和建筑 生物 环境土壤学思考题构成了建筑 生物 环境土壤学总复习题,建筑 生物 环境土壤学思考题在建筑 生物 环境土壤学和论文一书每章的后部,对其计算题已作了答案,以供参考。而建筑 生物 环境土壤学问答题一般没有计算题,只有问答题。

建筑、生物、环境土壤学内容简介

建筑、生物、环境土壤学是目前中国大陆应用较多的土壤学双语教材,它的英文原版为:[NYLE. C. BRADY. The Nature and Properties of soils]。中文译文为:土壤的本质和性状。其原版也是中国台湾地区(省)中兴大学土壤环境科学系和美国多所大学土壤学的教科书。

建筑、生物、环境土壤学,以下简称环境土壤学,始终贯穿环保这条主线,理论性和实践性都很强。主要特征,具有大量的图片和照片,如本教材一开始的第一章就谈到了土壤可分为自然土壤和农业土壤,自然土壤是把土壤作为自然体来研究,它不对过去和现在的实际利用感兴趣,自然土壤的研究,试验和土壤分类是依据它们发生的自然环境,自然土壤的研究结果,可以用作公路,建筑工程和农业。这里就总结了土壤的建筑,生物和环境中的用途,说明土壤既是生产资料,又是地球物质承载的客体,以后多章,又谈到土壤既有生物的化学性质,和有承载的物理性质,包括力学性质,收缩膨胀性质,所以建筑设计中地基深度设计要有一定标准,这里除了承重压力外,还有一个根本的原因,那就是土壤粘粒的性质,粘粒的收缩膨胀性对楼房根基的损坏,另外温度对土壤的作用,第六章谈到“冻拔”对屋基的作用,这对北方农房特重要,北方农房地基深度一定要设计在冻层以下就是这个道理。

农业土壤[Edaphology 来(自希腊词 edaphos,意思是土壤或土地)],农业土壤研究的着眼点是高等植物,农业土壤认为,土壤的不同性质,反应植物的生产力,它们的实践是以产粮食,纤维为最后目标,为获得这些目标,农业工作必需按照生产的不同季节,并

寻找生产力的保持方法。

第四章矿质土壤中,在 4.15 工程学意义中,指出:土壤物理性质对土壤和土壤材料的非农业用途有同样重要的作用。例如物理性质极大地决定了土壤材料用于公路路基,还有房屋和其他建筑用途的基础,如作为土造水库的堤坝的材料,和其它的工程用途。

后来把土壤结构类型实地照片写进教材,让学生一目了然,如同正在野外实习一样,也和看到标本一样,让学生永远记在心中,又如第七章土壤胶体的本质与实际意义一章,胶体结构图照片,是实际高倍电镜照片,看了这些照片如同让人用放大镜进入胶体结构森林一样清晰在目。在本章 7.15 胶体的物理性质一节谈到,土壤胶体的物理性质非常广泛,包括可塑性、粘结性、膨胀性、收缩性、分散性和凝聚作用,这些性质极大地影响着土壤农业和非农业的用途和利用限制。本节的土壤塑性还谈到,尽管塑性极限在农业上有重要用途,但在承载强度的工程土壤分类上有特别重要的意义,如修建公路路基。很明显,土壤趋于流动,这样的土壤就不适于建筑公路路基。

本教材比较全面介绍了土壤环保的基本理论和实践,教材中从土壤的概念入手,谈到来农民,家庭主妇,庄园主,矿产工程师,以及土壤科学家对土壤概念有不同的看法。到土壤胶体将土壤科学带到高潮,第八章的土壤反应是土壤胶体这一章(第七章)的具体应用,在土壤反应一章中将一般好土、盐土、酸性土、碱性土用 PH、EC、SAR 和 ESP 说出它们的本质区别。

另外本教材,突出一个特点,就是结合人类健康,书中始终贯彻环保这个主线,从第一章的第一个图,展现在人们面前的是一片环保绿色的玉米地,第四章和多章就展现了从小麦收获到大豆种植的保护性耕作,如从免耕法的由来主要是环境科学的需要,防止水土流失、防止化肥农药污染水源,包括饮用水,并对比了不同免耕法的效果。第六章土壤水中就以大篇幅讲氧气对作物的作用,第八章土壤反应讲述了 PH 对作物、对土壤的影响,对建筑专业的绿化非常重要,酸碱度是适地适树的基。当然第九、十章完全讲的是生物的生态学和环境二氧化碳循环,第十一章、十二、十三都以大量篇幅讲述了养分在植物、动物、人类循环中的得失,第十四章土壤水分的损失和调节,是人类生存环境的调节,第十五章土壤侵蚀和侵蚀控制更是说出了人类环境的根本问题,第十七章厩肥和垃圾循环更是说出了当前迫切需要解决的问题,特别是作者绘出了我国南方某些地区建立的“桑基鱼塘”模式图,供分享良性循环农业并学习之,第十八章土壤和化学污染则全部讲述人类生存环境,其中讲述了及不被人们注意的酸雨问题和放射元素的问题,特别是土壤中放射元素氡,提醒人们不要长久住在地下室里,当然多章也谈到温室效应,海平面上升和冰川融化问题。这些都涉及人类生存环境,需要引起人类的注意,需要保护环境。本书从浅入深将从未接触到土壤科学的人们带入到建筑,生物,环境土壤学的大厦。

第一章土壤就在我们身边

1.什么叫做土壤?土壤对人类有何意义?

答:[1] 土壤是植物生长的自然体。(是能够生长植物的地球疏松表层)。

[1] 土壤对人类还有其它的意义, 土壤是房屋和工厂的基础。

[2] 土壤是铁路和公路的路基, 并决定着这些干线的使用年限。

[3] 土壤常用来吸附来自居民, 工业和动物饲养场和污水系统的垃圾。遗憾的是, 土壤的不当利用, 又无保护措施, 可将土壤冲刷进入河流, 后来可以在市政水库沉积, 危害水质, 短期内库就会报废。

[4] 因此, 土壤对城市居民和农业一样重要。

2.什么是土壤肥力?

答:土壤综合供给植物生长所需水、肥、气、热的能力。肥力最终要表现在作物产量和质量上。

3.土壤学概念的发展分哪几个阶段?各阶段的主要特点是什么?

答:[1] **农民的实践**. 从早期农业, 农民认为好土和河流流域的沃土相联系。

[2] **早期的科学研究和土壤生产力**. 在 17 世纪初, 芬兰化学家 Jan. Baptista 和 Van. Helmont 从他们著名的 5 年生柳树试验得出结论: 164 磅干物质主要来自水的提供, 因为树木生长过程中, 土壤重量没有减少。直到 1834 年, 法国农学家 J. BBoussingault 通过一系列田间试验证实, 空气和水植物组织碳, 氢, 氧的主要来源。

[3] **李比希的实验观念**. 李比希的研究确立的概念是, 一些因素是植物生长所必需的, 如果这些因素的任一受限, 作物产量将会随之减少(图 1. 2), 这一原则被称作最小养分律, 最小养分律至今还是正确的。

[4] **美国早期的研究**. 欧洲土壤肥料的研究在美国得到了应用。1862 年美国农业部的建立, 促进第一个农业试验站的诞生, 和加速了土壤大田和实验室中二者的研究; 为检验欧洲科学家新发现的适用性, 开始了大量的田间试验, 例如, 伊利诺依州的 C. G. Hopkins 发展了基于石灰石, 磷灰石和豆科植物方面有效土壤管理制度。美国农业部的 Milton Whitney 特别强调野外研究, 并创建了第一个国家土壤调查体系, 威斯康星的 F. H. Kiny 研究了土壤中水分的运动和贮量与扎根和作物生长的关系。

[5] **野外土壤研究**. 在 1860 年 E. W. Hilgard 告诉人们注意气候、植被、岩石物质和土壤发育类型之间的关系, 他认为土壤不仅是植物生长的介质, 而且是动态的实体, 可在野外进行研究和分类。可惜的是 Hilgard 走在了时间的前面, 他的许多观念在人们再探索后才敢接受。同一时期, 以 V. V. 道库恰耶夫为代表的俄罗斯土壤学家队伍, 发现了土壤中独特的水平层次与不同气候, 植被和母质相联系, 相同土层排列可以发现在相隔很远有相似气候和植被区域, 土壤自然体的概念在俄罗斯的研究中得到了很好的发展, 这和土壤分类的概念一样, 都是以野外土壤特征为基础的。

4. 什么是自然土壤?什么是农土壤?

答:[1] 自然土壤中, 开始就是土壤分类和土壤描述, 这是自然土壤学(Pedology) 的经验, [来自希腊词(Pedon, 它的意思是土壤或泥巴)], 自然土壤是把土壤作为自然体来研究, 它不对过去和现在的实际利用感兴趣, 自然土壤的研究, 试验和土壤分类是依据它们发生的自然环境, [2] 自然土壤的研究结果, 可以用作公路, 建筑工程和农业。

[1] 农业土壤[Edapholog 来(自希腊词 edaphos, 意思是土壤或土地)], 农业土壤研究的着眼点是高等植物, 农业土壤认为, 土壤的不同性质, 反应植物的生产力, 它们的实践是以产粮食, 纤维为最后目标, 为获得这些目标, 农业工作必需按照生产的不同季节, [2]

并寻找生产力的保持方法。

5. 什么是风化层?什么是耕作层?

答:[1]岩石上部的非固结物质就是风化层(见图 1.3),它可以很薄,也可以 10 米厚之多,它可以是下面岩石的风化物,也可以是其它地方搬运而来,那是通过风,水和冰作用沉积在基岩上,或其它物质覆盖在基岩上,总之,[2]风化层从一个地方到另一个地方变化很大。[1]这上部被生物化学风化的风化层部分称耕作土壤。它是分解和合成二者的产物,以风化和微生物腐解有机质是分解过程为例,这里又形成新物质,如一些粘粒和一些稳定的有机化合物,然后再进行平卧(层)状特征的发育,这就是自然合成。[2]犁底层上部土层称为耕作层。

6. 什么是土壤剖面 and 层?

答:[1]在土壤纵剖面调查时,我们随时可见野外路边挖掘的墙状断面,可以看出或多或少地存在着不同层次(图 1.4),这些断面称作剖面。[2]在剖面中,分成不同的层次,即所谓的层。

7. 什么是顶土和心土?

答:[1]由于耕种,土壤上部 12-18 厘米(5-7 英寸)的自然状态是可变的,这一土壤处理部分,称作表土或顶土,也称耕层。耕层土壤经常被犁翻起或片起,农民把这一表层土壤通常称作“顶土”或耕层。

[2]顶土或表土是作物根系主要发育区,它存在大量植物有效养分,并提供给植物生长的大量水分,通过适当的耕作和有机残落物混合,顶土可以保持疏松和透气透水,并保障空气和水分的平衡,以提供植物需要,顶土很易施肥和施用石灰,以提高土壤肥力,让低生产力的土壤提高,稳定,和保持持续的经济生产力水平。

顶土层下面的土层是心土层组成的,当然从表土上面看不见心土层,这一层一般耕作不到,而且有些土地利用不受心土层特征的影响,一些作物产量由于根系扎入心土层(图 1.5),吸收心土层贮存的水分和养分而起作用。

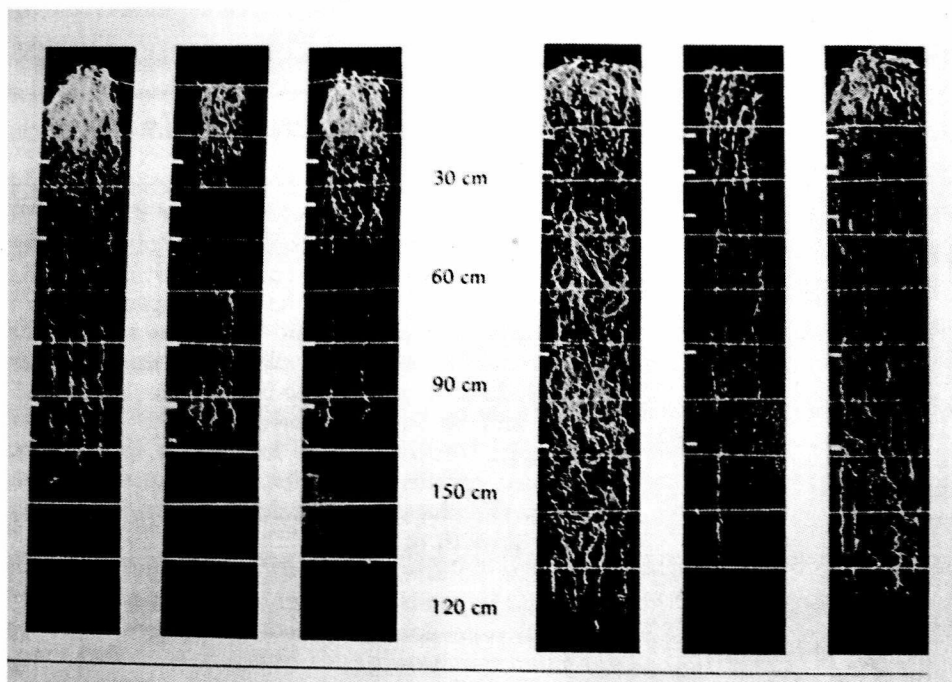


图 1.5 植物根系告诉我们,土壤特征和土壤处理的扎根情况,左边土没施化肥和作物残落物,右边既施肥又施作物残落物。

8. 什么是矿质(无机)和有机土壤?

答:[1]土壤剖面一般是指对土壤占优势的矿质和无机物组成的描述。即使在表层,对矿质土壤来说,有机质也比较少,通常的变幅是1-6%。

[1]相反,土壤的性质是以有机质占优势的土壤称作有机土,通常有机质容积大于50%(重量至少是20%)的土壤称作有机土,典型的有机土例子通常出现在潮湿地方,如沼泽地,泥炭地和湿地。

9. 什么是矿质土壤4种主要的成分?

答:

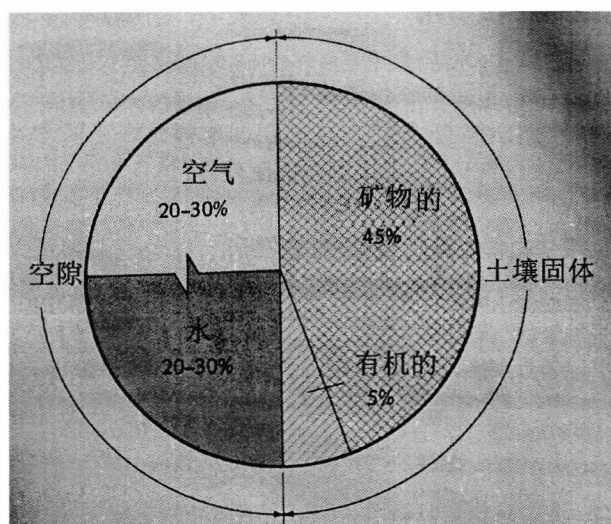


图 1.6 壤土表层的容积组成,这是当在植物生长最好的条件下,土壤中的空气和水极易变化,它们的比例,在很大程度上决定着土壤对植物生长的适宜性。

10. 什么是原生和次生矿物?

答:[1]矿物的组成能持久保持微小变化,因为,熔岩(如含石英,云母和长石)喷出后是原生矿物。

[1]那些砂粉和占优势的其它矿物,如硅酸盐粘粒和铁铝氧化物,是分解和风化形成的,那些较小抗风化力的矿物在土壤形成中进一步风化。这些矿物都称作次生矿物,包括粘粒和一些部分粉粒。

11. 什么是土壤结构?什么是土壤质地?

答:[1]砂,粉和粘颗粒在土壤中的排列称作土壤结构。

[1]这些颗粒存在的相对含量称为土壤质地。

12. 什么是土壤有机质?

答:有机质组成是由植物动物残体分解后的残积部分和被土壤微生物分解时的合成部分。

13. 什么是土壤溶液?

答:保持着少量的但是很重要的水溶性有机和无机化合物的土壤水溶液称为土壤溶液。

14. 土壤空气组成如何?

答:土壤空气不同于大气空气在几个方面:第一,土壤空气的组成相当活泼和变化机大从一个地方到另一个地方,在土壤中,在一个地方一些气体是植物根系消耗或微生物反应而释放,大大改变了土壤空气组成。第二,土壤空气通常有较高的水分含量较大气,土壤空气相对湿度接近100%时,土壤湿度最大。第三,二氧化碳在土壤空气中常数百倍高于大气的0.03%,氧气相应减少,在个别情况下也许只有5-10%,甚至更少,和正常大气的20%比较。

土壤空气的含量和组成在很大程度上决定于土壤中水分含量,因为空气占领的土壤毛孔没被

水来填充,大雨或灌溉后,大孔隙被空气排泄和填充,然后是中小孔隙。最后小孔隙水是除去蒸发就是植物使用。

15. 为什么说粘粒和腐殖质是土壤的活性?

答: 动态性微细粒子的土壤粘粒和腐殖质已被提到,因为它们是非常小颗粒,是单位重量有较大表面积的粘粒和腐殖质。另外,它们表现的表面负电荷和正电荷离子和水相互吸附。

吸引(吸附)离子例如 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 和 K^{+} 离子在土壤溶液中对植物根系吸收是有效的,一个简单的这种阳离子交换说明了这一点:



这个等式说明为什么阳离子交换反应是在非常重要的在促进植物的生长。

大部分土壤物理性质也由粘粒和腐殖质控制,例如它们的表面电荷允许它们充当“联络桥梁”在较大粒子之间,从而帮助创造并维持稳定的土壤颗粒的团聚体,这是满意的对土壤的作用。

按重量计算,腐殖质有更多的养分和持水能力比粘粒,但是因为粘粒一般数量大,其总贡献在化学和物理性上在土壤中是相当的,甚至超过了腐殖质,在生产上农业土壤包括这两种重要土壤成分的平衡。

粘粒和腐殖质与其它土壤固体,土壤水以及土壤空气一起确定土壤是否适合各种各样的利用,其中最重要的是保持植物生长和发育,下一节简要讨论一下土壤中的植物必须的矿质元素的来源。

16. 土壤和植物的关系是什么?

答: 必须元素的吸附不仅决定于固体保持养分的有效性,而且还决定对根系表面的接近度(图 1.13),根系穿过土壤并且很快地和土壤溶液接触并吸附保持在胶体表面的养分,而且这些养分在土壤溶液中可以向根系质流并且可以被它吸收。

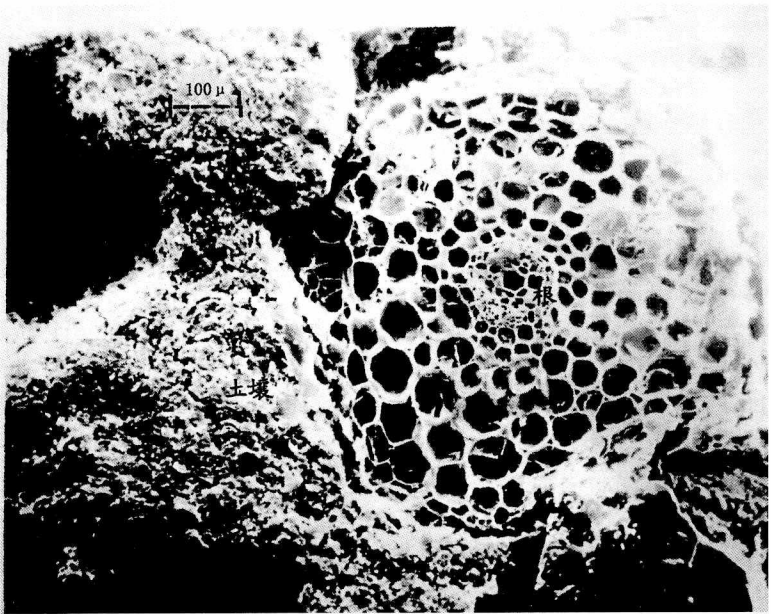


图 1.13 扫描花生根一个横剖面的电子显微照片。土壤围拢,注意接触紧密和土壤。

值得注意的是,植物不只是吸收必须养分处于被动方式为化学“携带者”,在植物细胞中可以积极运输养分,从土壤溶液穿过细胞膜进入细胞,而且微生物在附近的根部可以刺激、抑制

收养分, 因此植物和微生物过程加上土壤过程保证对必须元素有效的用途为种植业。

问答题[2]

第二章母质的起源、特征和分类

1. 母质是什么?

答: 岩石矿物经过风化作用的结果便形成新的疏松风化产物, 它们是形成土壤的基础, 故称为土壤母质?

2. 什么是 火成岩, 沉积岩和变质岩? 代表性矿物是什么?

答: [1] 火成岩是由熔融的岩浆形成, 其中包括花岗岩和闪长岩(图 2. 1)。火成岩组成的主要矿物有石英、长石和一些深色矿物, 包括黑云母、辉石和普通角闪石。

[1] 沉积岩是由其它岩石风化产物, 经过沉积作用和再交结作用形成。例如, 花岗岩风化成的石英砂沉积于史前海岸或海底, 经过地质变化胶结成固结物质, 称作砂岩。

[1] 变质岩是由其它岩石经过变质作用或变形而形成。火成岩通常呈带状变质成片麻岩和片岩, 那些沉积岩起源的岩石, 如砂岩和页岩可分别变成石英岩和板岩。

3. 原生矿物和次生矿物风化难易顺序如何?

答:

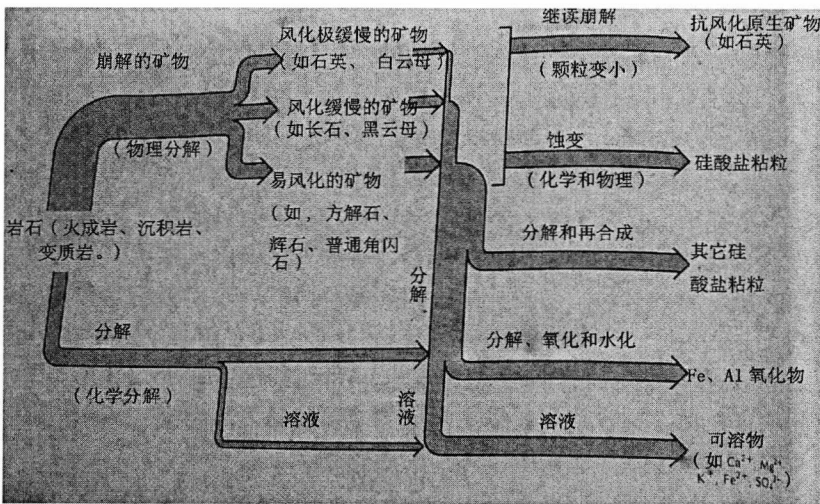
表 2.2 土壤中重要常见的原生和次生矿物, 按在湿温气候条件下抗风化性的递减顺序列于表中
(火成岩和变质岩都有大量的原生矿物, 沉积岩中通常为次生矿物)

原生矿物		次生矿物		
石英	SiO_2	针铁矿	FeOOH	抗风化性强
白云母	$\text{KAl}_3\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	赤铁矿	Fe_2O_3	
斜长石	KAlSi_3O_8	三水铝石	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	
正长石	KAlSi_3O_8	粘土矿物	Al 硅酸盐	抗风化性弱
黑云母	$\text{KAl}(\text{Mg}, \text{Fe})_3\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$			
钠斜长石	$\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$			
* 普通角闪石	$\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{Mg}_2\text{Fe}_2\text{Si}_6\text{O}_{22}(\text{OH})_2$			
* 辉石	$\text{Ca}_2(\text{Al}, \text{Fe})_2(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{Si}_6\text{O}_{22}$			
钙斜长石	$\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$			
橄榄石	$(\text{Mg}, \text{Fe})_2\text{SiO}_4$			
		白云石	$\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$	
		方解石	CaCO_3	
		石膏	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	

* 由于这些矿物成分变异很大, 故表中所列仅为近似分子。

4. 岩石、矿物的风化类型如何?

答:



5. 新次生矿物可分哪两组矿物? 在温带区和热带区这两种矿物分布如何?

答: 风化作用基本上是一个分解与合成相结合的作用。风化过程一开始, 岩石首先物理

性散碎成小块，进而散碎成组成岩石的各别矿物，砂粒是这些各别矿物最普通的，与此同时，岩屑和其中的矿物受到化学力的作用，或者通过较小的形变(蚀变)；或者通过彻底的化学变化，而形成新的矿物。伴随着化学变化，颗粒大小继续减小，可溶成分不断释放，这些可溶物质或随水流失，或重新合成新(次生)矿物。

[1]. 新次生矿物可分两组：(a) 硅酸盐粘粒，由于蚀变或分解进而重新合成，而(b) 是极强抗风化的最终产物，包括铁铝氧化物粘粒。

[1]. 这两种矿物和极强抗风化的原生矿物在一齐，在温带区域占优势；在热带区高风化土壤中，以铁铝氧化物占优势。

6. 什么是岩石、矿物的物理、化学风化？物理、化学风化包括哪些作用？

[1]. 两种基本过程，物理的和化学的，都包括在图 2.2 所说明的这些变化中，前一过程称作崩解，后一过程称作分解。二者在风化过程图中，都是按从左到右的方向作用。物理风化是崩解使岩石和矿物由大到小，而几乎不影响其成分。化学风化是在分解作用中，产生一定的化学变化，释放出可溶物质，它们或合成新矿物，或作为最终产物而残存。

[1] 物理和化学的风化过程可概括如下：

物理风化(崩解作用)

A.

- a. 温度—矿物不同的膨胀，冻裂作用和页状剥落。
- b. 磨蚀和沉积—通过水，冰和风。
- c. 植物和动物的影响。

B. 化学风化(分解作用)

- d. 水解作用
- e. 水化作用
- f. 酸化作用
- g. 氧化作用
- h. 溶解作用

7. 什么是物理、化学风化过程？

答. [1]. **物理风化过程—风化作用(崩解)的机械力**

温度 白天岩石变热，夜间变冷，有时常常低于气温，温暖引起岩石的有些矿物膨胀常大于其它矿物，因此，随着温度的每一变化产生不同的应力，最后必然造成裂隙，从而促进机械崩解作用。

由于对热的传导缓慢，岩石外表面比内部受保护的部位常常更热或更冷，这种不同的热冷会产生侧向应力，这时可引起表层从岩石层层剥落。并且时常可因所含水分的冻结而急剧加速(图 2.3)，随着水分的冻结所产生的力约等于每平方米 1465 吨(百万克)(Mg/m^2)或每平方英尺 150 吨，这一压力可使巨大的岩石扩大裂隙，并使矿物从岩屑中脱落出来。

水，冰和风 降雨不断地敲打着土地，然后流向海洋。在流动过程中，不断对各种携带物质进行转移，分选和沉积作用，含有这些沉积物的水具有巨大的切割力，如同遍布世界的峡谷，冲沟和河谷所看到的那样，海滩上砂粒的磨园度是伴随水运动磨蚀作用更进一步的证明。

冰是一种有巨大能量的侵蚀和搬运因素，在格林兰和阿拉斯加就能看到这种力量。冰川有自身重力移动时所产生的磨蚀作用，同样使岩石和矿物崩解，尽管现在冰川已不那么广泛，但在过去的年代，它却搬运和沉积了百万公顷面积的母质。

风是重要的搬运因素，当风带有细岩屑时，同样能起到磨蚀作用，过去发生过几乎是整个大陆范围的尘暴，结果数以吨计的物质从一个地区迁移到另一地区，当尘土被搬运和沉积时，还可以产生颗粒之间的磨蚀。西部一些干旱地区磨园了的岩屑大多数是风的作用

造成的。

植物和动物 低等植物如苔藓和地衣，长在岩石上，并截留尘土，用于促进其进一步生长，以致积聚了一个有机质含量较高的薄层。高等植物根系有时对岩石造成一些崩解的撬起作用。当然这一影响以及动物的影响，与水、冰、风和温度变化等激烈的物理作用相比较时，对母质的影响来说是次要的。

随着岩石和矿物物理崩解的开始，化学分解作用也就开始，物理和化学过程非常强烈，并相互促进，这在湿温区特别显著。

化学风化是在水（它是最普遍的溶剂），氧和微生物分解植物残体所产生的有机酸和无机酸存在的加速下，这些因素共同一齐作用，转变原生矿物（如长石和云母）成次生矿物（如硅酸盐粘土）和供给植物生长必需元素的可溶态物质。

[1]. 风化作用(分解作用)的化学过程

水和它的溶液 水以及它溶解的盐和酸，或许是矿物风化最普遍的因素，通过水解，水化和溶解，水能加强矿物的降解，蚀变和合成。例如，水和微斜长石—这种含钾长石的反应如下：

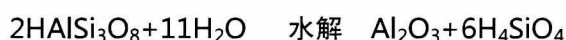


图 2.3 图解一个重要的同心圆风化称作剥落的典型的典型，物理的和化学的过程促进了结构的破碎，也就产生了很像包菜叶状层。

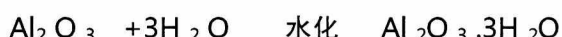
水解



(固体) (液体) (固体) (液体)



(固体) (液体) (固体) (液体)



(水化固体)

注意，这个反应证实了溶解，水化和水解反应。钾释放成可溶态，或被土壤胶体吸附，或被植物吸收，或随水排走。同样，硅酸(H_4SiO_4)也是可溶态，它可随排水流至低处，或其它化合物再合成次生矿物，如硅酸盐粘土，水化很明显是通过形成氧化铝的水化物，而且通常还有氧化铁的水化物。

酸溶液的风化作用 存在水中的氢离子可加速风化作用，如碳酸和有机酸可提供氢离子。如当有碳酸(H_2CO_3)存在存在水中的氢离子可加速风化作用，如碳酸和有机酸可提供氢离子。如当有碳酸(H_2CO_3)存在就会产生石灰石中方解石的化学溶解作用，如下列反应：

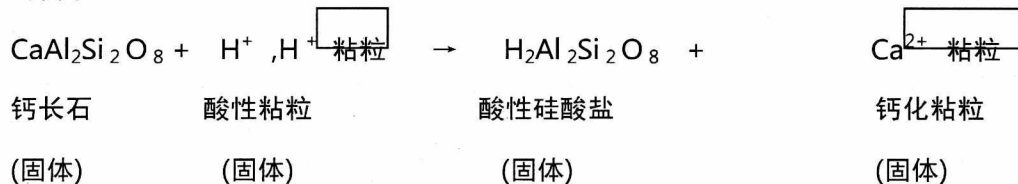


方解石

(固体) (溶液) (溶液)

其它较强的酸，如硝酸(HNO_3)，硫酸(H_2SO_4)，和一些有机酸在土壤中均有发现(图 2.4)，而且还会出现氢离子和土壤粘粒的结合，每种酸度的来源都有利于和土壤矿物的作用。

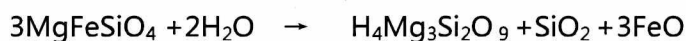
在湿润区，酸性粘粒与长石如钙长石的反应，就是土壤中氢离子与土壤矿物反应的例子：



反应的机制是简单的，酸性粘粒上的氢离子与新鲜矿物中紧密结合的钙离子相互代换，不稳定的酸性硅酸盐由于受再结晶的作用而形成粘粒，故“粘粒产生粘粒”的机制是依靠非水溶性矿物由于风化作用而移出盐基离子。

氧化作用 风化中伴随着和水的反应是氧化作用，氧化作用在含有易受氧化的铁元素的岩石中特别明显。在有些矿物中，铁还原成亚铁(Fe^{2+})的形态。如果发生亚铁的氧化作用，则由三价离子替代了二价离子，必然会造成其它离子的调整，这一调整产生了稳定性弱的矿物，这些矿物易受到崩解和分解。

在其它情况下，亚铁离子可以从矿物中释放出来，并同时氧化成正铁离子的形态。这方面的例子有橄榄石的水化作用和释放出氧化亚铁，后者可立即氧化成氧化铁（赤铁矿）。



橄榄石

蛇纹石

氧化亚铁



氧化亚铁

针铁矿

当离子如 Fe^{2+} 移出或矿物氧化后，矿物结构的刚性就会减弱，以至易于破碎，这就提供了便于进一步化学反应的环境。

风化的合成过程 化学风化过程描述了风化和沉积发生的相互存在，例如，原生矿物水解可以释放出亚铁离子，它很快又会氧化成铁离子（三价）形态，它又继续水化成铁氧化物的水化物。水解还可以释放出可溶性阳离子（表 2.3）。硅酸、铝和铁的化合物，这些物质再合成次生硅酸盐矿物，如硅酸盐粘粒，这一反应的一般途经可以图解于图 2.5 中，该图说明了假定的原生矿物是如何通过化学风化变化的。图 2.2 和图 2.5 直观地说明了风化作用是如何产生特别的土壤组成是有用的，这是本课所讲解的。

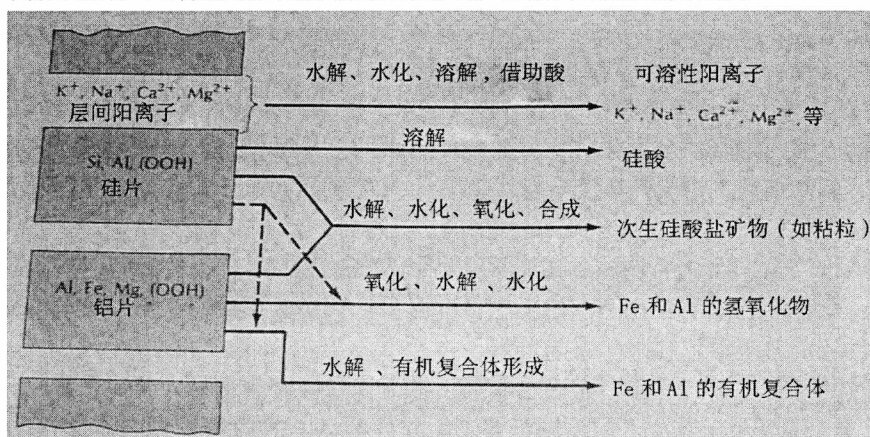


图 2.5 设想的硅酸盐矿物的化学风化图解 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Fe 、 Al 、 $\text{Mg}(\text{OOH})$ 、 Si 、 Al 、 (OOH) — 表示各种化学过程对风化的作用, Si 和一些铝键联态离子, O^{2-} 和 OH^- 设想在氧化硅片上, Fe 、 Al 和 Mg 离子在硅片之间。硅被溶解出来，或形成硅酸，或和 Al 、 Fe 及 Mg 形成次生硅酸盐矿物（粘粒），铁可以氧化并水化成氢氧化物，或形成有机复合体，铝也如此。注意，这些反应水的作用很大。硅酸盐粘粒和铁铝氧化物是次生矿物，它们的形成是化学风化过程，可溶性金属阳离子, Fe 、 Al 的有机复合体，甚至还有可溶的硅化合物，都是这些反应的产物，也是受到淋溶易从土壤中流失的主体。

8. 影响岩石、矿物风化的因素有哪些？

风化受三种主要作用的影响(a) 气候条件, (b) 岩石和矿物的物理性质, (c) 化学特性, 现分别简要讨论。

气候条件 气候比任何其它因素更能控制风化的速率和性质，在干旱条件下，物理力占优势，结果颗粒变小而成分不变。原始的原生矿物占优势，而矿物组成含水也少，物理变化是由于温度的影响和风的作用，并伴随着一定的化学作用，因此，干旱地区土壤明显地像该地区形成的母质。

在湿润区，当然，风化力也有很大不同，并最主要的是湿润气候的作用，伴随着崩解

Figure 10 consists of two back-scattered electron (BSE) images of a fracture surface. Image (a) shows a large, angular K crystal (K-晶体) with a distinct layered structure, surrounded by a matrix of Sm (Smagite) and Q (Quartz). Image (b) shows a different view of the fracture surface, highlighting a layer of M (Muscovite) between Sm and Q phases.

在湿润热带，整年高温并植物生长繁茂，提供了风化的最强条件，结果，在这些区原生硅酸盐矿物大大遭受强烈风化，至今只保留着高风化度的硅酸盐粘土，化学风化产物有较强的抗风化性，如铁铝氧化物是湿润热带区域占优势的土壤。

硬度和胶结作用影响风化，例如，由难风化矿物坚固地胶结起来致密的石英岩或砂岩，难以机械崩解，化学活性总面积也小。相反，多孔岩石如火山岩或粗石灰岩，容易碎成小颗粒，起化学反应的总表面积也大，易于分解。

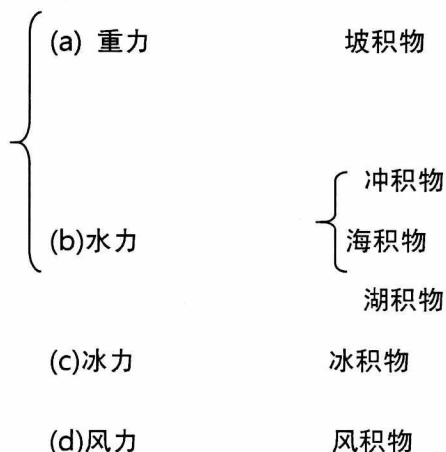
化学和结构特性 化学特性和结晶性也影响化学活性和破碎的难易，象石膏($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)或方解石(CaCO_3)可以溶解于含二氧化碳的水，并相对易于从母质中移动。其它，象铁镁矿物橄榄石和黑云母相当容易风化，含有易氧化的铁和铁的各种离子，这在矿物晶体结构中排列就不太紧密，相反，排列紧密晶体单一和没有氧化铁的矿物，如白云母通常被认为难于风化。

答：残积母质起源于其下垫的基岩，典型的残积母质，通常都是经过很长时间，以及往往是很强烈的风化作用发育而成。[1]在湿润温暖气候下，一般氧化和淋溶都比较彻底。残积母质一般钙和镁的含量都比较低，因为在大多数情况下，这些成分都淋失掉了。

10. 母质的地质分类有些?

1.残积 仍在原处 残积母质

2 运积



虽然上述这些术语只是在一定程度上反映母质所在的位置，可是，习惯上已把它们广泛用于由这些沉积物的风化作用而发育成的土壤，如冰渍土，冲积土和残积土，但这只是最一般的组合，因为每一个这样的土壤组合中，都存在很大的差异。

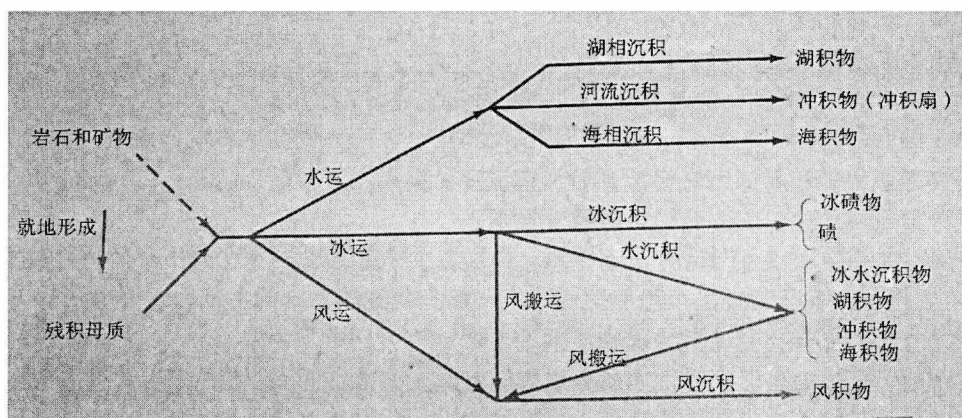


图 2.7 各类运积和沉积母质是如何形成搬运和沉积的。

11. 坡积岩屑的特点是什么？

答：坡积岩屑是由高处塌落和由重力沿坡滚落下来的岩石所形成。冰冻作用与这类沉积物的发育有很大关系，山麓堆积坡，斜坡岩屑以及类似的不均匀物质，都是最好的例子。山崩大部分是由这类堆积物引起的。

由坡积物发育的母质，由于物理风化胜过化学风化，所以往往是粗质和石质。崩积物上发育的土壤一般对农业不太重要，因为它的面积小，交通不便和不良的理化性质，当然，大面积的崩积母质，可作为林地和放牧地是有一定用途的。

12. 河流冲积沉积有哪些类型？各类特点是什么？

答：[1] 一般有三种河流冲积类型：泛滥平原，冲积扇和三角洲。依次分述如下：

[1] **特点：泛滥平原**。河流往往漫出河床，在周围泛滥，那些泛滥淹没的河谷称为泛滥平原。泛滥期间暴涨的水流携带的冲积物得到沉积，粗物质沉积在离河床较近处，细物质沉积在较远处，图 2.9 显示了河流和周围泛滥平原间的关系，如果时间一长，坡度改变，

河流下切形成的冲积层，在河道的一边或两边形成阶地，往往有两级或更多级不同高度的阶地，这标志着河流某时段达到过这些高度。美国最大的泛滥平原在密西西比河沿岸(见图 2.10)，这一面积宽度变化在 20-75 英里之间。而整个国家的泛滥平原或大或小地都为那些重要的土壤面积提供了宝贵的母质，由这类冲积物发育的土壤通常是肥沃的，但需要排水和防止洪水泛滥。

冲积扇 河流流出高地狭窄河谷，低处突然变成宽缓的斜坡，河流冲积物沉积成扇形(冲积扇)(图 2.11)，冲积扇物质通常是砾质和石质，稍多孔而且排水良好。

冲积扇堆常出现在广大山区和丘陵区，冲积扇发育的土壤，常常有较高的产量，但质地往往较粗，特别是在某些冰川区，这种具有重要农业价值的沉积物也有相当大的面积。

沉积三角洲 河流携带大量较细冲积物，未沉积于泛滥平原，而流向湖泊和海洋，一些悬浮物在河口附近沉积形成三角洲。三角洲沉积不很普遍，世界上只有很少河流的出口处出现。三角洲常是泛滥平原的延续(可以说是泛滥平原向“前沿”)，沉积三角洲的性质往往是粘重的，而且似乎湿地较多。

13. 海相沉积物特点是什么？

答：海相沉积的质地有相当大的不同，如大西洋海岸沿岸平原区是些砂，其它高粘粒量沉积也很广泛，如大西洋和墨西哥湾沿岸的浸水林地，和亚拉巴马州和密西西比州内松林地就是这样，不论是什么情况，这些海相沉积受到的土壤形成过程相对时间较短，因此，土壤特点受其形成的海相母质的深刻影响，尽管如此，恰当的管理与施肥，这类发育在海相沉积物的土壤具有相当的生产力。

13. 冰川作用的农业意义如何？

答：更新世冰川作用，在美国一般是有益的，特别对农业来说。冰川的削平和填平作用，造成了适于农业操作的较平坦的地形，对冰川湖积物和黄土沉积物也可这样说。而且，由此构成的母质在地质上是较新的，它们发育的土壤没有受到强烈淋溶，“幼年”土一般情况下，有效养分含量高，为作物生长提供的条件优越。

冰川作用对冰积中心接近地带有一定不利，如加拿大东部移动的冰碛起下部固体物质(包括土壤)并运送到美北部地区，虽然这些物质一般有助美国土壤的生产力，但冰川作用却留给了加拿大和新英格兰东部大面积浅薄的土壤。

在冰川作用区形成的土壤，在性质上有很大的差异，在冰水冲积平原，其土壤质地较粗，甚至会有大量的砾石，造成湿度低和干燥，冰水湖沉积粘土，往往排水不良，这是因为粘粒含量高，一些冰碛物还相当致密，上面发育的土壤弱(表 2.5)，黄土母质发育的土壤易受侵蚀，虽然它的产量相当高，这些数据说明土壤发育类型受母质特性的强烈影响。

问答题[3]

第三章 土壤的形成分类和调查

1. 影响土壤形成的因素有哪些？

答：世界各地的土壤研究表明各种土壤的发育都受五大因素控制。

- 1). 气候(特别是温度和降水量)。
- 2). 活的生物(特别是自然植被、微生物、土壤动物和人类活动)。
- 3). 母质的性质。
- 4). 地区的地形。
- 5). 参与土壤形成母质的时间。

2. 气候如何控制土壤形成？

答：1). 气候或许是最有影响的因素，气候决定着发生风化的属性。例如，温度和降雨深刻地影响化学和物理作用与生物过程的速度，这些过程影响土壤剖面的发育，温度

每上升 10°C, 生物化学反应速度就增加一倍。在寒冷地区土壤剖面特征极为轻微的发展, 同湿热地带土壤剖面很深的风化相对照, 更进一步说明气候的支配作用(图 3.1)。

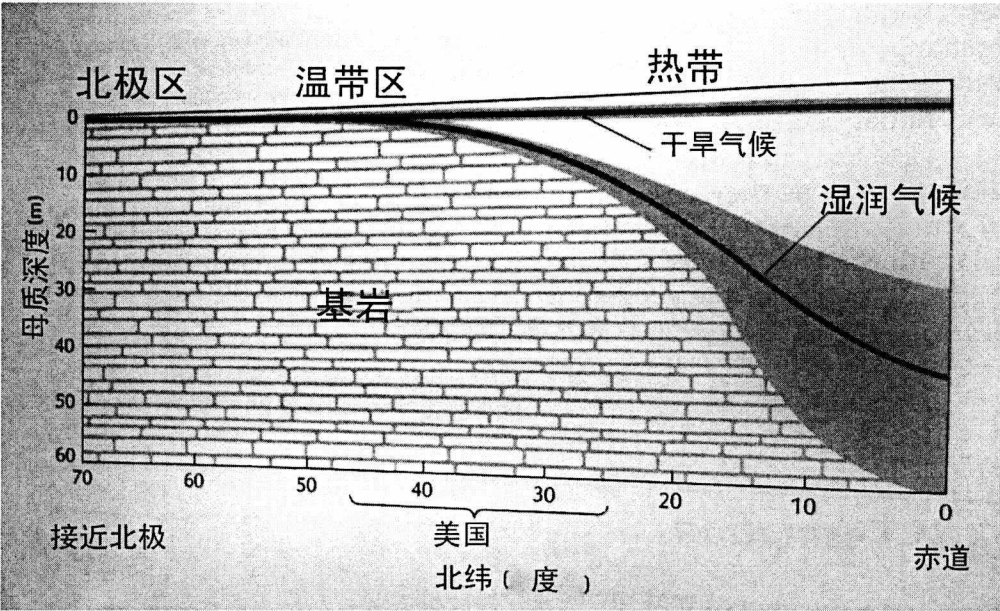


图 3.1.图解两种气候因素温度和水分(降雨) 对风化深度的影响, 该深度用母质深度来表示, 在寒冷气候(北极区) 不论湿润和干旱的气候条件下都浅, 在低纬度(高温) 母质, 深度和范围(覆盖面积) 在湿润区激巨增加, 但在干旱区影响较小。 在湿润热带气候表土可达 50 米以上深度, 从图中可以清楚地看出, 土壤深度只是风化所影响的母质的一部分。

- 2). 气候还影响自然植物, 在湿润区, 丰富的雨量为树木的生长提供了良好的环境(图 3.2)。
- 3). 在半干旱区以天然植被占优势, 在干旱区是以各种灌丛占优势。这样, 气候是第二个成土因素, 通过活的生物对其影响(比较图 3.2 和图 3.12)。
3. 土壤生物如何决定土壤形成?

答: 1). 土壤生物在土壤剖面分异中起着重要作用。有机质的积累, 剖面的混合, 养分循环和结构的稳定性, 所有这些都受土壤中微生物活动的促进, 植被覆盖减少了自然土壤的侵蚀速率, 因此, 也降低了矿物表面的移动速率。

- 2). 土壤形成的植物作用可以通过草地和森林植被下(图 3.5) 形成的土壤性质比较看出, 草地土壤有机质含量通常高于森林土壤, 特别是在亚表层高有机质含量给了土壤较暗的颜色, 较高的湿度和较高的阳离子保持量。草地和森林土壤比较, 土壤的团聚体结构稳定性草地植被也能促进行成。