

绪 论

一、土壤发生学

土壤发生学就是研究土壤形成因素－土壤发生过程－土壤类型及其性质三者之间的关系的学说。无论是土壤形成因素，还是土壤，都是客观实体，而土壤发生过程是看不见摸不到的。我们应用物理学、化学、生物学、生物化学等学科的基本原理，将土壤形成因素与土壤的形态与性质联系起来，推测各种土壤的发生过程。土壤的形态与性质是土壤发生过程的结果，也是反映土壤形成因素的印记。

气候、生物、地形、母质等土壤形成因素（条件）都在不同的侧面，通过时间的历程对土壤的形成发生了作用。了解这些土壤形成因素对土壤发生和土壤性质的影响，不但有理论意义，而且有应用价值。只有认清这些土壤形成因素对土壤发生和土壤性质的作用，才能够在生产实践中通过调控土壤形成因素，发挥有利因素的作用，避开或控制不利因素，使土壤的生产潜力得到充分发挥。了解土壤的发生发展规律以及土壤性质与外在形成条件之间的关系，是我们认识土壤本质，促进合理开发土壤资源和保证土壤资源的可持续利用的科学基础。

今天，人类对土壤的干预作用越来越大，以致人为因素成为非常重要的土壤形成因素。人为因素对土壤的发生有其积极的一面，如盐碱土改良、土壤培肥等；但也有其消极的一面，如滥垦造成的水土流失，风蚀沙化。土壤专业工作者就是要应用土壤发生学的理论与研究成果，努力创造有利于土壤肥力发展的积极因素，控制和有效防止其不利因素的发生。

土壤形成因素分析还是我们组织有关土壤知识概念并建立分类体系的指导，是我们在野外鉴别土壤、划分土壤界线的重要参考依据。一个有理性的土壤发生分类系统必然是以土壤发生学理论为指导，将有着共同发生学特征的土壤归类在一起。

严格来说，在土壤发生学方面不存在绝对真理。任何发生学理论都是建立在现有研究成果的基础上，反映了时代的水平。随着土壤学研究的不断进展，人们对土壤的认识也就越来越深刻，新的知识和理论不断涌现。可能有一天，我们发现过去的某些发生学理论是谬误的；但这并不可怕，可怕的是我们自己因循守旧，成为现成理论的奴隶。在土壤发生学研究方面永无止境，因此，我们不但要承袭 B.B. 道库恰耶夫创立的土壤形成因素学说的基本思想，而且尽可能用新的研究成果来修改和完善这一科学学说。

二、土壤分类学

土壤分类学就是选取土壤分类标准对土壤这个地球表面的连续的历史自然综合体进行划分，

通过构建分类单元与分类等级的逻辑关系，形成树枝状分类系统，以便人们在不同的概括水平上认识它们，区分各种土壤以及它们之间的关系。土壤分类是土壤调查制图的基础，没有分类系统就无法进行土壤调查制图。土壤分类也是进行土地评价，合理开发利用土地，交流有关土壤科学研究成果及转移地方性土地经营管理经验的依据。

现代中国土壤调查与分类始于 20 世纪 30 年代。20 世纪 50 年代，前苏联的土壤地理发生学分类进入中国，并得到广泛传播。当时，大办“威廉斯土壤学讲习班”，召开土壤工作会议，中心议题是根据前苏联的土壤地理发生学分类体系划分土类。实际上是按照土壤所处的地理环境条件推测土壤形成过程，进行土壤区划式分类，将土壤地带性概念绝对化。60、70 年代，受“一切为生产实践服务”的思想冲击，出现了昙花一现的所谓“农业土壤分类”。20 世纪 80 年代初，随着向西方开放，现代美国土壤分类学传入中国，一批土壤学家开始了诊断量化土壤分类的研究。但到目前为止，国家土壤分类体系依然是应用起源于前苏联的地理发生学土壤分类系统，所获得的大量土壤资料数据也是以这个分类系统作为土壤调查制图基础上得来的。

不同时期的土壤分类反映了当时土壤科学的发展水平。必须用历史唯物主义的观点看待土壤地理发生分类体系，因为自新中国成立以来，这个分类系统指导我们进行了许多大规模的区域土壤考察，完成了规模宏大的全国第二次土壤普查，为我们积累了大量的宝贵的资料数据，才使我们能够对中国土壤有更全面和更深刻的认识。没有这个基础，就无从谈中国的土壤地理，也无从进行土壤分类的革新。迄今为止，我们所有的土壤资料数据的绝大部分是以土壤地理发生分类系统为基础获得的，必须实事求是地接受这个现实，这也是为什么本教材依然使用地理发生分类系统为基础介绍中国土壤的地理发生与分布规律的原因。

但是，随着土壤科学的发展，土壤分类也是在不断进步的。我们不能抱着老祖宗的东西不放，也不能照搬国外的东西，因循守旧或抄袭都不能使人进步。要创造发展一个完善的科学的土壤分类体系，需要在掌握分类逻辑规则和土壤分类基本原则的基础上，努力探索土壤的发生发展规律，了解认识更多的土壤个体及其特性，然后进行科学的归纳与概括。

三、土壤地理学

早在 4 000 多年前战国时期的《禹贡》一书就大概指出了中国土壤的分布图式，那时将全国分为九州，如冀州（今河北）、兖州（今山东）、荊州（含湖北）……等，而且指出了每个州的主要土壤，如冀州“厥土惟白壤”，兖州“厥土惟黑坟”等。当然，与今天我们对土壤的认识水平而比，那时对土壤的认识是相当朴素的。

土壤地理学是研究土壤分布的地理规律的学科。土壤发生学与分类学是土壤地理学的基础。土壤地理学必然依据某一个土壤分类系统为基础，讲各种土壤类型的形成条件、分布范围、土壤的形成过程、土壤的剖面形态特征和理化性质，并对这些土壤类型的适宜利用方向，土壤限制因素的改良进行阐述。

土壤地理学不是将其视角仅仅局限在土壤剖面的形态特征及其理化性质上，而是全方位地审视土壤的形成条件、土壤性质，并从理性上以土壤形成过程为纽带将土壤形成条件与土壤性质有机地联系在一起。同时，土壤地理学从机理上阐述土壤的合理利用方向和改良培肥土壤的措施。

从这个意义上来说，土壤地理学是在讲土地资源学的原理。

四、土壤与土地的关系

1. 土壤的概念 大多数土壤学教科书上，将土壤定义为：“土壤是指能够支持植物生长的陆地表面的疏松表层”。而土壤地理学则把土壤看作是“在气候、母质、生物、地形和成土年龄等诸因子综合作用下形成的独立的历史自然体”。

土壤具有生产植物产品的能力，这是土壤的本质特征之一。如果仅仅从能够为植物提供“吃”与“住”，即营养因素和扎根立地条件方面来看，可以将花盆里装的土视为土壤。但是，植物生长不但要求“吃”与“住”的条件，而且还要求光、热、水、气。因此，将花盆里的土视为土壤就太狭隘了，土壤科学研究决不能将视角局限在花盆里的土，而必须放眼广阔天地里的土壤。因为任何土壤都是在一定的地理环境条件下产生的，当地的地理条件赋予土壤特有的气候、地形、母质、水文、植被等特性，研究土壤必须将土壤与其形成条件联系起来。从土壤发生学上，我们可以将气候、地形、母质、水文、植被等看做为土壤形成因素，但从土壤作为植物生产基地的角度看，就可以把它们视同土壤特性的组成部分，这时的土壤内涵与土地的内涵基本相同。

从土壤是“在气候、母质、生物、地形和成土年龄等诸因子综合作用下形成的独立的历史自然体”这个概念来说，土壤本身也是一个生态系统。换言之，土壤是地表各自然地理要素之间相互作用、相互制约所形成的统一整体。在陆地生态系统中，土壤是能量输入与输出、物质交换转移得以实现的基础，又是地球生态系统的物质储存器、供应站和能量调节者；土壤支持植物生长，植物通过光合作用，源源不断地生产出植物性第一性产品；动物把采食的植物同化为自身的生活物质，进行第二性生产；土壤微生物又将动植物残体分解转化为土壤腐殖质或植物可以吸收的营养元素。因此，土壤是陆地生态系统中最根本、最重要的构成因素。

2. 土地的概念 多数地学研究者认为土地是由气候、地貌、土壤、植被和水文等自然要素组成的一个自然综合体。但不同的土地工作者由于自身的专业背景和对土地理解的差异，从不同角度描述土地的概念。

从农业生产角度看，土地既是生产基地和劳动场所，又以自身的理化性质参与农作物的自然再生产过程，形成农业产品。农产品产量的高低主要取决于土地的自然生产力。土地生产力既与土壤的肥力有关，也和土壤所处的地理位置与地形部位有关，受土壤的综合肥力或广义肥力的控制。对于农业生产来说，具有肥力的土壤至关重要，一旦土壤层被侵蚀掉，土地虽然还存在，但它对于农业生产已经没有价值。

经济学上所说的土地是指未经人的协助而自然存在的一切劳动对象。经济学家们还认为，从土地的经济特性分析，土地是一种特殊商品。

从工程建设角度看，土地可理解为基地或场所。城乡居民点、工矿、交通运输等各项建设项目都需附着于土地上。工程师们描述的土地是起承载作用的固体物质，他们关心的是土地的抗压强度及稳定性。土地的数量、质量、位置，都与能否发挥好基地的作用有直接关系，而土壤肥力则对土地的工程性质影响不大，甚至没有影响。

3. 土地与土壤的概念区别

(1) 从相互关系上看，土壤仅仅是土地的一个组成要素，即土地包含土壤。但是应该注意的是，当土壤一旦被利用，即作为基本的生产资料时，则它同时与气候、地形、水文等组成土地的诸要素共同起作用；这就是人们通常所说的因地制宜利用土壤，这个时候的土壤实际上已经以土地的形式发生作用，这也就是土壤与土地两个概念经常混淆的原因之一。

(2) 从本质特征上看，土壤的本质是肥力，即为植物生长提供生长条件的能力。水土流失可以使肥沃的土壤被侵蚀掉，虽然土地还在那，但这个土地已不具备植物生产能力。

(3) 从形态结构上看，土地是由地上层、地表层和地下层组成的一个立体空间。地上层包括地上附着物如植被，也包括对形成气候有影响的大气对流层的一部分。地下层包括岩石和深层地下水。地表层包括土壤、陆地水和浅层地下水，土壤只是其地表层的一部分，是处在地球风化壳的最表层，由 A、B、C 3 个土壤发生层所组成。土壤并不包括附着其上的植被，植被只是土壤形成的影响因素。

(4) 土壤作为自然物是可以搬动的，比如可以取土，而土地是不能移动的。

五、土地资源的开发与利用

所谓资源，是对人类可以利用而言的，是指能够满足人类生产资料和生活资料需要的资财来源，对人类具有生产价值、使用价值和观赏价值。土地资源是指在一定的技术经济条件下，在可预见的时间内可为人类利用的土地。土地资源是土地中的最大部分，两者在数量上并无一一对应的关系，并不是所有的土地均能为人类利用转化为土地资源。在某些情况下，也可将土地与土地资源等同看待，但后者有更多的社会性和经济性。

人地系统是一个相互作用相互影响的开放系统，其核心是人类通过生产过程影响土地的各个组成要素，反过来土地系统的变化又影响人类生存环境。我们要研究人类活动对土地各个组成要素的影响过程，分析土地各个组成要素对人类活动影响的反馈机制，为协调土地资源与人类发展的矛盾，为制定可持续的土地利用管理策略与措施提供科学依据。

因人口剧增造成对土地资源的压力加大，人们砍伐森林，开垦草原，放牧过度，耕地用养失调，引起了水土流失、沙化、土壤贫瘠化、土壤酸化、土壤污染等土地资源退化问题。土地资源退化导致了生态环境恶化、经济发展速度的下降，影响人类生存环境；人类社会应对此高度关注和重视，并采取积极有效的措施保护土地资源，防止土地资源进一步退化和生态环境的进一步恶化，以免使更大数目的下代人处在更严重的危险境地。在开发利用土地资源时，遵循自然规律，采取合理的利用方式，不引起土地资源的破坏或者至少是所引起的土地资源破坏不影响可持续发展。

只要我们重视土地资源的保护，采取科学合理的土地利用方式和方法，我们就一定能够维持土地资源永续利用的物质基础，即土壤资源，而且可以不断提高土地资源的生产力水平，延续和繁荣人类文明。

第一章

土壤形成因素分析

气候、生物、母质、地形、时间、内动力地质作用以及人类活动等因素都对土壤的发生产生影响。这些因素的不同组合，对土壤的综合作用不同，则产生各种各样的土壤类型。成土因素学说就是研究这些外在环境条件对土壤发生过程和土壤性质影响的学说，是土壤发生学的研究内容。土壤形成因素分析不仅是组织有关土壤知识概念并建立分类体系的指导，它也是我们在野外鉴别土壤、划分土壤界线的重要参考依据。

第一节 成土因素学说的建立、发展和现状

早在土壤学形成时期，人们就认识到土壤与形成环境条件的关系。但直到 19 世纪俄国著名土壤学家 B.B. 道库恰耶夫创立 5 大成土因素学说，将土壤作为一个独立的自然体看待之前，人们对土壤的认识都局限于把它孤立地与某一环境因素联系起来；土壤学也因此没有形成独立的学科，或依附于地质学，或依附于地理学。如西欧 19 世纪中期，德国地质学家 F.A. 法鲁（Fallou, 1862）将土壤和母岩联系起来，简单地认为土壤只是和母岩成分有关，并由此划分出了“石灰岩上的土壤”“长石岩上的土壤”“粘土岩上的土壤”等等。

一、成土因素学说的建立

B.B. 道库恰耶夫是成土因素学说的创始人。19 世纪 80 年代，B.B. 道库恰耶夫在俄罗斯大平原上做土壤调查工作；在这个大平原上，相当一致的黄土状母质绵延近千公里；在此区域内，从北到南存在着一个递增的温度梯度，从东到西存在着一个递增的温度和年降水量的梯度；与此相关的是主要植被类型的差别，特别是从草原植被到森林植被的变化；气候与植被的规律性变化，在相对一致的母质上留下了它们的影响，产生了明显的土壤差别；这就是土壤地带性理论形成的基础。B.B. 道库恰耶夫第一个理解了这些土壤差别的意义，建立了土壤发生学。1883 年，他发表了著名的专题论文“俄国的黑钙土”，把土壤看作由一系列成土因素作用于母质而形成土层的独立自然体。这以后，他又发表了一系列土壤发生和分类的文章，为成土因素学说奠定了基础。

B.B. 道库恰耶夫认为，土壤有它自己的起源，是母质、生物、气候、地形和年龄综合作用的结果。他用下列方程式表示土壤与成土因素间的函数关系：

$$\Pi = f(K, O, \Gamma, P) T \quad (\text{式 1-1})$$

式中： Π 代表土壤； K 代表气候； O 代表生物； Γ 代表岩石； P 代表地形； T 代表时间。

B.B. 道库恰耶夫认为所有成土因素始终是同时和不可分割地影响着土壤的发生和发展，它

们同等重要和不可相互代替地参加了土壤形成过程。同时，他还指出，各个因素同等重要的含义，并不是说每个因素时时处处都同等地影响着成土过程；而是在所有因素的综合作用下，每一个因素在土壤中所表现的特点或个别因素的相对作用，又都有本质上的差别。B.B. 道库恰耶夫也指出了成土因素有地理分布规律和规律性变化，显然，这是俄罗斯广阔大平原上的生物气候带的变化对他的启发。

B.B. 道库恰耶夫确立了土壤是个历史自然体；提出了土壤与环境辩证统一的概念；创立了用综合性观点和方法研究土壤的科学方法，这些是他对土壤学划时代的贡献。与此同时，美国土壤学家 E.W. 海洛格在他关于密西西比土壤的文章中，也将土壤作为一个自然体看待，指出了土壤性质与气候、植被、母质等因素的发生学关系。可见，成土因素学说是科学发展的时代产物。

二、成土因素学说的发展

B.B. 道库恰耶夫之后，许多土壤学家对成土因素学说的发展作出了贡献，从不同的侧面深化了成土因素学说的内容。

H.M. 西比尔采夫（1895 年）根据土壤地理分布特点，把土壤划分为 3 个土纲：

1. 显域土纲（Zonal soil）也称地带性土纲，分布于高平地 and 低山丘陵上，受气候条件影响，具有明显的地带性特征。如砖红壤、黑钙土、灰色森林土、生草灰化土、冰沼土等土类即属于于此。

2. 隐域土纲（Introzonal soil）也称隐地带性土纲，在特殊地形和母质的影响下，以斑点状分布，如沼泽土、草甸土、盐土和碱土等。

3. 泛域土纲（Azonal soil）也称泛地带性土纲，不表现地带性特征，分布于任何地带内都保持自己的特征，如河流泛滥地的冲积土壤和山地的石质土等。

以后西比尔采夫又指出，隐域土和泛域土实际并不存在，任何土壤多少仍受所在地带的影响而存在某些地带性的特征。

H.M. 西比尔采夫将 B.B. 道库恰耶夫所发现的成土因素地理分布规律深化为土壤地带性概念，将一定的土壤种类与一定的气候植被或地理区域相联系。他的土壤地带性概念对以后的土壤学研究起到了广泛的影响。K.Л. 格林卡（1914）将他的第一篇著作“土壤形成类型、分类和地理分布”介绍给了西方，使土壤地带性概念更为广泛地传播，造成了很大影响。如美国农业部 1938 年颁布的土壤分类体系，中国自 50 年代以来，一直到第二次全国土壤普查所使用的分类体系，均源于土壤地带性学说。

土壤地带性概念的提出，促进了人们深入研究和认识气候、生物等地带性土壤发生因素在土壤形成中的作用，但也带来了后来的“唯地带性论”的趋向和某些消极作用，如在土壤发生分类中忽视了对母质作用的研究。

B.P. 威廉斯提出了土壤统一形成过程学说。在这个学说中，强调了土壤形成中生物因素的主导作用和人类生产活动对土壤产生的重大影响。在土壤统一形成过程学说中，B.P. 威廉斯将进化论的观点引入发生学，提出了土壤年龄和土壤个体发育与演替的概念。B.P. 威廉斯认为，

土壤形成过程的发展密切地联系着土壤形成全部条件的发展，特别是作为土壤形成主导因子的植被的发展。形成条件的发展变化引起土壤性质的变化，使土壤不断进化，并可能产生质的突变。同时，土壤的发展对植被的发展起反作用。B.P. 威廉斯的观点对于理解生物小循环对土壤发生，特别是对土壤有机质生成和矿质元素的富集方面的积极作用是明显的。

B.P. 威廉斯关于生物累积过程是主导成土过程的观点带有片面性。生物累积过程在土壤形成过程中具有累积矿质养分的积极作用，但并不是所有的土壤的发展方向都是以生物累积过程为主导的。除了有机质特性外，土壤还有其他许多重要的性质。另一方面，一个土壤个体可以在比较短的时间内发育形成，也可以受到各种不同的影响而改变，甚至由于侵蚀或其他作用而被消灭，而不仅仅与植被的进化相关。

B.B. 道库恰耶夫之后 60 年，美国土壤学家 H. 詹尼（1948）在他的《成土因素》一书中，引用了与道库恰耶夫同样的数学式来表示土壤和最主要的成土因素之间的关系：

$$S = f (cl、o、r、p、t \cdots) \quad (\text{式 1-2})$$

式中：S、cl、o、r、p、t 分别代表土壤、气候、生物、岩石、地形和时间，… 号代表其他成土因素。

H. 詹尼对 B.P. 威廉斯的土壤形成过程中生物因素起主导作用的学说也作了补充修正。他认为，生物主导作用并不是到处都一样的，不同地区、不同类型的土壤往往是某一成土因素占优势，如果这个因素所起的作用超过其他因素的综合作用，那么就得出以某一因素占优势的函数式。他将上述基本函数式稍作修改，将优势因素放在函数右侧括弧内的首位，因而产生了：

$$S = f (cl、o、r、p、t \cdots) \quad (\text{式 1-3, 气候函数式})$$

$$S = f (o、cl、r、p、t \cdots) \quad (\text{式 1-4, 生物函数式})$$

$$S = f (r、cl、o、p、t \cdots) \quad (\text{式 1-5, 地形函数式})$$

$$S = f (p、cl、o、r、t \cdots) \quad (\text{式 1-6, 母质函数式})$$

$$S = f (t、cl、o、r、p \cdots) \quad (\text{式 1-7, 时间函数式})$$

应当指出，道库恰耶夫和詹尼的土壤形成方程式只是土壤形成的概念模型，并不能用现代数学（微积分）方法逐个解答公式的每一个成分。因为每一个成土因素都是极其复杂的动态系统，它们不仅是独立的、而且彼此之间又是紧密联系着错综复杂地作用于土壤。

三、成土因素学说的现状

在承袭成土因素学说基本理论的基础上，近年来国内外一些学者，根据最新的研究成果提出了土壤形成的深部因素的新见解，并强调人为作用对土壤发生发展的重要影响。土壤形成的深部因素是指内发性的地质现象，如火山喷发、地震、新构造运动等。他们认为，深部因素虽然不是经常普遍地对所有土壤形成起作用，但有时却起着不同于地表因素的特殊作用。如火山喷发产生特殊的土壤类型——火山灰土；新构造运动对于土壤侵蚀与堆积过程的加速作用；人类生产活动促使土壤熟化、退化，甚至产生质的改变，造就了菜园土、水稻土等人为土壤类型。

土壤形成因素学说就是研究各种外在环境因素在土壤形成过程中所起作用的学说，它的形成有一定的历史背景条件。因此，随着时代的发展，随着人们对土壤研究工作的深入和新研究结果

的不断涌现，土壤形成因素学说还会不断地发展。

第二节 气候因素的成土作用分析

气候条件对土壤的发生起着积极能动的作用，影响土壤发生的重要气候因素是降水和温度。在土壤与气候关系的研究中，水热条件常常被看作为一般的气候指标。土壤和大气之间经常进行着水分和热量的交换，气候直接影响着土壤的水热状况。但土壤的水热状况还受地形、地表覆盖等因素的影响。如在同一气候条件下，低洼部位受地下水影响的土壤与山坡上或高平地上不受地下水影响的土壤相比较，在土壤水分状况上存在着很大的差异。在同一地区，裸露的土壤与被森林覆盖的土壤相比，土壤温度和土壤湿度的状况也是不同的。对于气候与土壤水热状况的关系，本书不准备叙述，而主要分析气候对土壤的有机质、粘土矿物类型、盐基饱和度等土壤性质的影响。气候条件和植被类型有着直接的关系，因而气候也通过植被的影响而间接地影响土壤形成。总的来说，土壤形成的外在推动力归根结蒂都来自于气候因素，气候是直接和间接地影响土壤形成过程的方向和强度的基本因素。

一、气候影响土壤有机质的含量

由于各气候带的水热条件不同，造成植被类型的差异，导致土壤有机质的积累分解状况不同，以及有机质组成成分和品质的不同。从大范围的气候带看，不同气候带形成相应的植物带，所形成的有机质的量不同，其规律性甚为明显，研究结果表明：

降水量和其他条件保持不变时，温带地区土壤的有机质含量随着温度的增加而减少。如中国温带地区，自北而南，从棕色针叶林土—暗棕壤—褐土，土壤有机质含量逐渐减少。美洲大陆的土壤也符合这种关系（图 1-1）。但不能把这个规律随意外推到赤道地区，许多湿润热带的土壤含有较高的有机质。这种随着温度升高有机质含量减少的趋势，草原土壤比森林土壤更显著。

另一方面，当温度保持不变，其他条件类似的情况下，随着降水量的减少，土壤有机质含量降低。如中国中温带地区自东而西，由黑土—黑钙土—栗钙土—棕钙土—灰漠土，有机质含量逐渐减少。不难想象，这是因为随着降水量的减少，草被高度和覆盖度逐渐降低，生物量减少的必然结果。这种变化趋势在草原土壤比森林土壤中更显著（图 1-2），美国中部也有这种关系。

想象起来，中国华南地区土壤的有机质含量应高于东北地区。因为在华南，高降水量结合高

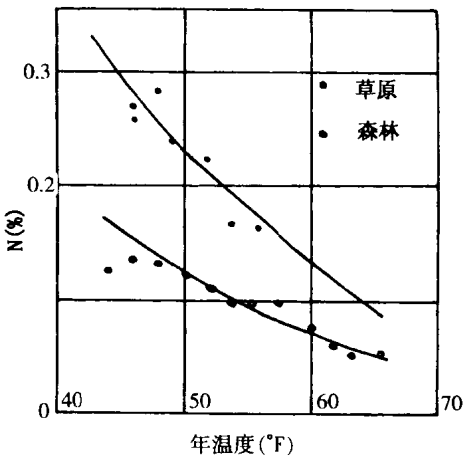


图 1-1 在湿润地区，森林土壤和草原土壤中氮含量与温度的关系（土壤质地均为粉砂壤）（ $^{\circ}\text{F} = 9/5^{\circ}\text{C} + 32$ ）

温与长生长季导致植物茂盛生长，产生大量有机物质。然而实际上，东北地区土壤的有机质含量一般高于华南地区。其原因是，在华南，温暖季节长，有利于有机质的分解；而东北地区，漫长寒冷的冬季抑制了微生物对土壤有机质的分解。土壤有机质含量取决于有机质合成与分解这对过程的动态平衡，这个平衡受控于水热条件的共同作用。因此，土壤有机质含量在水热中等指标值时，即温带最多。

上述有关土壤有机质含量与降水、气温的关系是有一定针对性的，切不能绝对化。同时，推测一个土壤的有机质含量时，除考虑土壤所在地理区域外，还要考虑植被类型、土壤所处地形部位、土壤质地和耕作措施等因素的影响，不能挂一漏万。

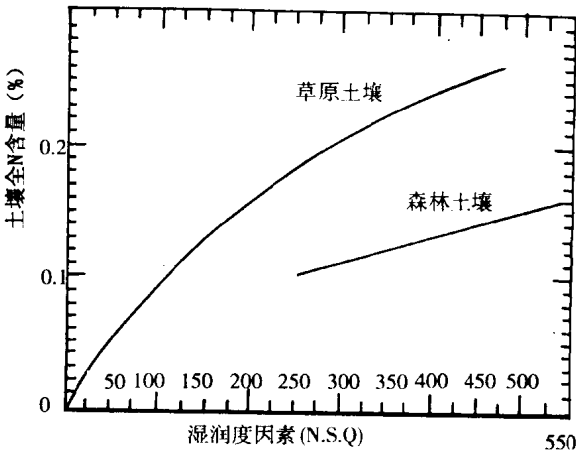


图 1-2 沿着 11°C 等温线，土壤全氮含量与湿润度因素的关系

二、气候对土壤化学性质和粘土矿物类型的影响

气候决定着成土过程的水热条件。水分和热量不仅直接参与母质的风化过程和物质的地质淋溶等地球化学过程，而更为重要的是它们在很大程度上，控制着植物和微生物的生命活动，影响土壤有机质的积累和分解，决定着营养物质的生物学小循环的速度和范围。所有其他条件相同的情况下，温度增加伴之而来的是土壤风化速度的增加。风化速度也与降水量有关，因为水分的存在加快风化速度。总之，高温高湿的气候条件促进岩石和矿物的风化。而导致最低程度风化的环境条件是温暖但干旱或冷且干旱的气候。

(一) 气候与土壤粘土矿物类型的关系 岩石中的原生矿物的风化演化系列，即脱钾形成伊利石，缓慢脱盐基形成蒙脱石，迅速脱盐基形成高岭石，直到脱硅形成三水铝石的阶段，与风化环境条件——即气候条件有关；一般在良好的排水条件下，风化产物能顺利通过土体淋溶而淋失，则岩石风化与粘土矿物的形成可以反映其所在地区的气候特征，特别是土壤剖面的上部和表层。中国温带湿润地区，硅酸盐和铝硅酸盐原生矿物缓慢风化，土壤粘土矿物一般以伊利石、蒙脱石、绿泥石和蛭石等 2:1 型铝硅酸盐粘土矿物为主；亚热带的湿润地区，硅酸盐和铝硅酸盐矿物风化比较迅速，土壤粘土矿物以高岭石或其他 1:1 型铝硅酸盐粘土矿物为主；而在高温高湿的热带地区，硅酸盐和铝硅酸盐矿物剧烈风化，土壤中的粘土矿物主要是三、二氧化物。这是从宏观地理气候的角度看问题，实际工作中，还要注意母质条件对土壤粘土矿物类型的影响。

(二) 降水与土壤阳离子交换量的关系 随着降水量的增加，土壤阳离子交换量呈增加的趋势 (图 1-3)。这是因为土壤阳离子交换量直接与有机质含量和粘粒含量有关。但这种规律只是发生在温带地区，不能外推到热带。热带地区由于粘土矿物是以三、二氧化物为主，土壤阳离子交换量并不高。同时，在同一气候条件下，土壤阳离子交换量和成土母质有关，这个关系将在本

章第四节论述。

(三) 降水与盐基饱和度、土壤酸碱度的关系 在年降水量少而蒸发迅速的地区,通过土壤的下行水量很少,不足以洗掉土壤胶体上的代换性盐基,土壤盐基饱和度大多是饱和的,土壤呈中性或偏碱性,这是中国中部和北部地区的一般情况。在较湿润的地区,土壤中下行水量较大,淋洗掉了土壤胶体上的部分代换性盐基,其位置被 H^+ 所代换,导致盐基饱和度的降低和土壤酸度的增加,这是中国东南地区土壤的一般情况。年降水量与土壤阳离子交换量、土壤盐基饱和度和代换性酸度之间的关系见图 1-3。同时,在考虑这些关系时也不要忽视母质类型的影响。

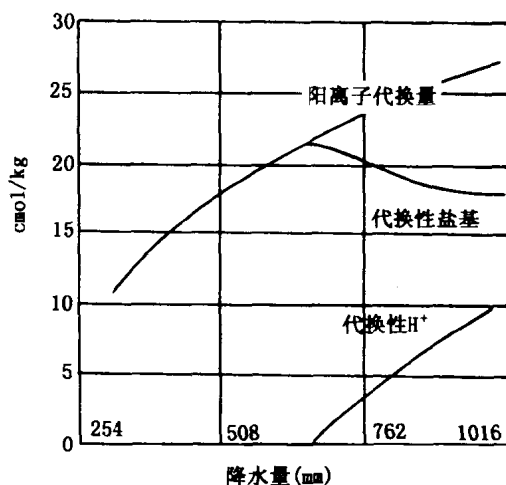


图 1-3 年降水量与阳离子交换量、代换性盐基、代换性氢间的关系

(四) 降水对土壤中盐分积累与淋洗的影响 降水量的变化也影响土壤中易溶盐类的多少,在西北荒漠和荒漠草原地带,降水稀少,土壤中的易溶盐大量累积,只有极易溶解的盐类,如 $NaCl$ 、 K_2SO_4 有轻微淋洗,出现大量 $CaSO_4$ 结晶,甚至出现石膏层,而 $CaCO_3$ 、 $MgCO_3$ 则根本未发生淋溶。在内蒙古及华北草原、森林草原带,土壤中的一价盐类大部分淋失,两价盐类在土壤中有明显分异,大部分土壤都有明显的钙积层。在华东、华中、华南地区,两价碳酸盐也都淋失掉,进而出现了硅酸盐的移动。由西北向东南逐渐过渡,土壤中 $CaCO_3$ 、 $MgCO_3$ 、 $Ca(HCO_3)_2$ 、 $CaSO_4$ 、 Na_2SO_4 、 Na_2CO_3 、 KCl 、 $MgSO_4$ 、 $NaCl$ 、 $MgCl_2$ 、 $CaCl_2$ 等盐类的迁移能力随着其溶解度的加大而不断加强。

三、气候变化和土壤形成

不仅目前大陆上由于气候带的不同发生不同的土壤类型,而且在整个地质历史时期,随着气候的变化,土壤的形成方向和速度以及形成的土壤类型也不断发生着变化。特别是第四纪以来冰期和间冰期的更替,使土壤发生了很大变化。在北京山丘区,发现了与现今气候条件下广泛分布的地带性土壤褐土性状不同的残存红色土,它是上新世湿热古气候条件下的产物。在黄土高原黄土剖面中发现的多层埋藏古土壤也反映了气候条件的变迁。有些现今暴露在地表情况下的古土壤,不但接受了现代气候条件的影响与作用,而且也继承了古气候影响下所给予它的一些性状。了解气候变迁,对我们考察认识今天地球表面上各种各样的土壤有着积极意义。

四、土壤地带性规律分析

大陆上广阔平原土壤在形成历史基本相同和成土母质相似的情况下,成土因素中的气候因素的作用特别明显地表现出来。这种情况下,明显的土壤类型更替和气候带的更替同时出现,这种

规律被 B.B. 道库恰耶夫和 H.M. 西比尔采夫称为土壤地带性规律。应该指出, 他们发现这个规律是有一定的背景条件的, 那就是广阔的俄罗斯大平原的成土母质是相对均一的冰后期黄土状物质, 且成土时间也基本一致。而未受大陆冰川影响的地区, 这种地带性往往被地形、母质和成土时间等因素的不同所打破。这时, 土被和气候之间的关系, 因其他成土因素的参与而变得复杂起来。如中国广东与广西两地同处于亚热带, 广东因其成土母质多为花岗岩类, 而造成大多数土壤是贫瘠和酸性的; 而在广西, 由于广泛分布石灰岩, 发育了中性或微酸性盐基饱和度较高的石灰岩土。在北京地区, 石灰性母质发育的土壤与非石灰性母质发育的土壤相比, 在有无石灰反应、土壤剖面分异程度(有无粘化层)等方面, 存在着明显的差别。我们认识土壤地带性规律, 主要应从全球范围土壤分布的宏观角度、从土壤的水热状况是与气候条件有直接关系的角度来理解。

在山区, 气候与植被存在着垂直变化, 在某种情况下, 伴之而发生的是土壤类型的垂直规律性变化, 称为土壤分布的垂直地带性规律。但这种规律性变化也会被母质、地表年龄等因素的影响所打破。如北京西部山区, 从基带海拔 200m 向上到 1 200m, 虽然降水量增加, 植被类型由灌草丛变化到森林, 覆盖度增加, 土壤淋溶条件变强, 但在 1 200m 高度处石灰岩发育的土壤仍有石灰性反应者, 而在海拔 200m 处花岗岩类母质发育的土壤却有呈微酸性反应的。我们认识土壤垂直地带性分布规律, 主要还是从土壤水热条件、有机质含量和腐殖质组成等性状的垂直变化的角度来理解。

总之, 在土壤地带性理论的问题上, 我们应从土壤形成的多因子综合作用的观点去看问题, 有地带性论, 但不唯地带性论。

第三节 生物因素的成土作用分析

从土壤质的特征具有肥力这个认识出发, 生物因素是土壤发生发展中最主要、最活跃的成土因素。由于生物的作用, 才把大量太阳能引进了成土过程的轨道, 才有可能使分散在岩石圈、水圈和大气圈的营养元素向土壤聚集, 从而创造出仅为土壤所有的肥力特性。

生物因素包括植物、动物和微生物, 它们在土壤形成过程中所起的作用是不一样的。绿色植物是土壤有机质的初始生产者, 它的作用是把分散在母质、水圈和大气中的营养元素选择性地吸收起来, 利用太阳辐射能, 进行光合作用, 制造成有机质, 把太阳能转变成为化学能, 再以有机残体的形式, 聚集在母质或土壤中。土壤动物, 如蚯蚓、啮齿类动物、昆虫等, 通过其生命活动、机械扰动, 参加了土壤中的物质和能量的交换、转化过程, 相当深刻地影响土壤的形成与发育。动物的作用表现在它们对土壤物质的机械混合, 对土壤有机质的消耗、分解以及它们将代谢产物归还到土壤中去。土壤中微生物种类繁多, 数量极大, 对土壤的形成, 肥力的演变起着重大的作用。微生物在土壤中分解有机质, 合成腐殖质, 然后再分解腐殖质, 构成了土壤中生物小循环的一个不可缺少的环节, 并导致腐殖质的形成和土壤腐殖质层中营养元素的积累。

绿色植物以及存在于土壤中的各种动物、微生物, 它们和土壤之间处于相互依赖、相互作用状态, 构成了一个完整的土壤生态系统。它们之间相互依赖和作用, 在土壤形成与肥力的发展中, 起着多种多样的、不可代替的重要作用。动物、微生物是成土作用的重要参加者, 但在这里不作详细介绍, 我们将重点分析绿色植物, 即植被对土壤发生的影响。

自然植被可以被非常粗略地分为两大类型, 即森林和草原。支持它们生长的土壤可分别叫做

森林土壤和草原土壤。每一种植被对支持它的土壤的影响不同，因而不同植被下发育的土壤也具有不同的特性。这里只是讨论自然植被下的土壤与植被的关系。

一、植被类型影响土壤中有机质的数量和分布

比较草原土壤与森林土壤，一般来说：

(1) 草原土壤的有机质含量约为森林土壤的两倍。

(2) 有机质在土壤中的分布状况是：森林土壤的有机质集中于地表，并且随深度锐减；而草原土壤的有机质含量则随深度增加逐渐减少。图 1-4 表明了这种差别。这是由于植物生长方式和植物残体结合进土壤中去的方式不同。草本植物的根系是短命的，每年死亡的根系都要给土壤追加大量的有机质；草本植物的有机产物的 90% 以上是在地下部分，而且根系数量随着深度增加而逐渐减少。与草本植物相反，树木的根系是长命的，而且根系占整个树木有机产物总量的比例较低，因此，土壤有机质的来源主要是掉落在地表的枯枝落叶，至多这些枯枝落叶被土壤动物搬运混合到距地表不深的层次，造成有机质含量随深度增加锐减。

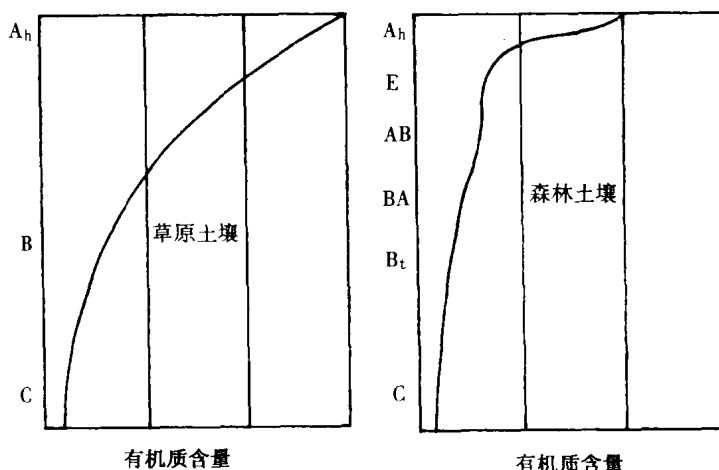


图 1-4 草原土壤和森林土壤的有机质含量分布

在同样气候下，可能森林与草原这两个生态系统中有有机产物总量相近，但由于它们各自在地上与地下部分有机质含量的比例不同，以及拓荒时清除有机产物的方式不同，造成开垦后森林土壤与草原土壤有机质含量有差异，一般草原土壤的有机质含量高于森林土壤的。

二、植被类型对植物营养元素和土壤酸度的影响

植物从土壤中吸收养分建造植物体，植物死亡后，其残体经过分解又释放养分到土壤中去。但是，不同植被类型所形成的有机质的数量和累积的方式都不一样，它们在成土过程中的作用也不相同（表 1-1）。

木本植物的组成以多年生者为主，每年形成的有机质只有一小部分以凋落物的形式堆积于土壤表层之上，形成粗有机质层。不同木本植物类型的有机残体的数量和组成也各不相同（表 1-2）。

草本植物进入土壤的有机残体的灰分和氮素含量则大大超过木本植物，其 C/N 低（表 1-3）。

有机残体分解释放盐基到土壤中时，由于归还盐基离子的种类和数量不同，从而对土壤酸化的进程以及与酸化相伴发生的其他过程起到不同的影响。一般说，草原植被的残体与森林植被的残体比较，前者含碱金属和碱土金属比后者高；因此，草原土壤的盐基饱和度高于森林土壤的盐

基饱和度，前者的 pH 也较后者高。阔叶林与针叶林比较，前者灰分中的 Ca、K 含量较后者高，后者灰分中 Si 占优势。因此，针叶林下的土壤酸度比阔叶林下的土壤酸度较高。当然，这个比较是在其他条件相同的前提下进行的。

表 1-1 每年合成的植物的可能数量
(B.A. 柯夫达，土壤学原理)

自然区域	面积 (10 ⁵ km ²)	占陆地面积 (%)	有 机 质		能量 (10 ¹⁷ kJ)
			t/ (hm ² .a)	10 ¹⁰ t/a	
森 林	40.6	28	7	2.84	4.77
耕 地	14.5	10	6	0.87	1.46
草原、草甸	26.0	17	4	1.04	1.76
荒 漠	54.2	36	1	0.54	0.92
极 地	12.7	9	0	0	0
总 计	143.0	100		5.29	8.90

表 1-2 木本植物的灰分组成
(B.A. 柯夫达，土壤学原理)

类 别	纯灰分 (%)	灰分中氧化物含量顺序 (%)						
针 叶	3~6~7	SiO ₂ > 30~45	CaO 15~25	>P ₂ O ₅ ≈8	> MgO ≈5	≈ K ₂ O ≈5		
阔 叶	9~10	CaO > 20~50	K ₂ O ≈20	≈SiO ₂ ≈20	>MgO 8~17	≈P ₂ O ₅ 15~20	>Al ₂ O ₃ ≈1	≈Na ₂ O ≈1
针叶树干	1~2	CaO 40~60	> K ₂ O ≈20	>P ₂ O ₅ ≈10	>MgO ≈5	>SiO ₂ 2~3		
阔叶树干	1~2	CaO > 50~75	K ₂ O 15~25	>P ₂ O ₅ 5~15	>Al ₂ O ₃ ≈5	>SiO ₂ 2~3		

表 1-3 草本植物（地上部分）矿质成分的一般特点
(B.A. 柯夫达，土壤学原理)

类 别	纯灰分 (%)	灰分中氧化物含量顺序
草 甸	2~4	CaO>K ₂ O>SO ₃ >P ₂ O ₅ >MgO>SiO ₂ >R ₂ O ₃
草甸草原	2~12	SiO ₂ >K ₂ O>CaO>SO ₃ >P ₂ O ₅ >MgO>Al ₂ O ₃ >R ₂ O ₃
干草原	12~20	Na ₂ O≈Cl≈K ₂ O≈CaO≈SO ₃ >SiO ₂ >P ₂ O ₅ >MgO
干旱半荒漠的猪毛菜属	20~30	Na ₂ O>Cl>SO ₃ >P ₂ O ₅ >MgO
半荒漠与荒漠的肉质猪毛菜属	40~55	Na ₂ O>Cl>SO ₃ >SiO ₂ >P ₂ O ₅ >MgO

三、植被类型影响土壤淋溶与淋洗的速度

相同的气候条件下，如果相邻生长的森林和草原具有类似的地面坡度和母质，森林土壤则显示了较大的淋溶与淋洗强度，造成这样的差别有 2 个原因：

- (1) 森林土壤每年归还到土壤表面的碱金属与碱土金属盐基离子较少。
- (2) 森林的水分消耗主要是蒸腾，降水进入土壤中的比例较大，水的淋洗效率较高。

由于第一条的原因，加上枯枝落叶层中产生的有机酸较多，使森林植被下土壤中的下行水是比较酸的，溶液中的 H⁺ 代换并进一步淋洗掉较多的代换性盐基，伴之而来的是胶体分散、粘粒下移。甚至酸性溶液加速土壤原生矿物的分解，产生更大强度的淋溶或淋洗。

由于盐基的淋失，粘粒从 A 层迁移到 B 层，以及腐殖酸成分对土壤结构的影响，森林土壤心土层的渗透性比草原土壤的小，由此引起两者的物理、水分等性状的不同。

总之，生物因素是影响土壤发生发展的最活跃因素。土壤动物、微生物和植被构成了土壤生态系统并共同参与了成土过程，是成土过程中的积极因素。在这 3 者之中，植物起着积极主导作用。特别是绿色高等植物，它们选择性吸收分散于母质、水圈和大气圈中的营养元素，利用太阳辐射能制造有机质，并使植物生长所必须的元素在土壤中富集起来，使土壤与母质有了性质上的差别。由于不同植物类型的生长方式不同，所形成的土壤有机质在性质、数量和积累方式上也不同，这造成了土壤性质的差别。

第四节 母质因素的成土作用分析

母质是形成土壤的物质基础。年轻土壤的一些性质主要是继承母质的，如中国分类中的风沙土。即使最古老的土壤，也残留着母质的影响。土壤中植物所需的矿质养分最初来源于母质。在生物、气候条件相同的情况下，母质在影响土壤性质、土壤肥力特征以及土壤类型的分异上起着决定性的作用。

一、母质的概念

读过土壤学的人，都知道“A、B、C”。土壤学中，称 A 和 B 为土层，它们构成土壤剖面的土体部分，是成土过程的产物。C 叫做母质，它是风化过程的产物，是土壤形成的物质基础。有各种各样的 C 层，它们的成因不同，性质不一。确定一个土壤的母质是一件困难的工作。

对于一个未经扰动的原地岩石风化物上发育的土壤，可以通过母质 C 层与土体 (A+B) 在性质上的差别进行比较，判断土壤发生了什么变化。但在剖面中母质 C 层起始于何处，土体又止于何处呢？

C 层是风化作用的产物，土体是成土过程的产物，理论上如是说，但风化与成土过程是看不见摸不着的，又怎么能截然把它们分开呢？所以，土体与母质的界线是不好确定的。有人提议，有植物根系活动的区域就是土体，这是从土壤具有肥力的概念引伸出来的。但有时植物的根系能扎几米深，那么我们观察土壤剖面取样时，是否要挖几米深？如果一新鲜的土状沉积物，虽然植物还未在其上生长，但它已具备植物生长的条件（肥力），那这个新鲜的沉积物是土壤还是母质？

例如有这么一个景观（图 1-5）山体上部为砂页岩，其下部有火成岩侵入，山上部由砂页岩

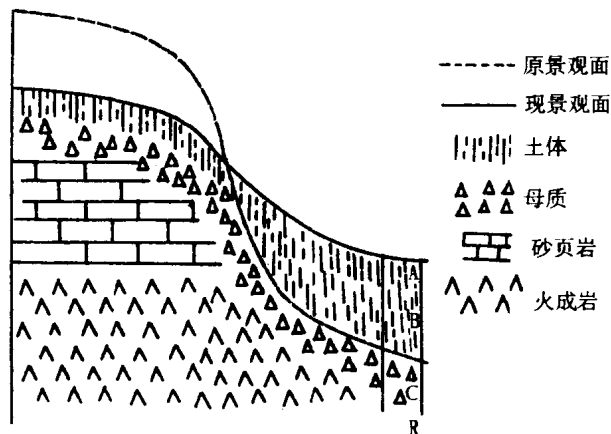


图 1-5 土壤剖面的地质景观分析

岩风化的产物被剥蚀搬运到山下部沉积下来，在这种坡积物上发育了土壤。当我们挖剖面时，剖面的深度穿过坡积物进入火成岩的风化产物，这时描述土壤，能说火成岩的风化物是土体的母质，火成岩是母岩吗？显然不能。这时，可用 A-B-2C-R 的记载法描述这处剖面。实际工作中，这类问题很多，一个土壤学家需要有良好的地学知识基础，以便处理这样的问题。那些有名的土壤学大师，象 B.B. 道库恰耶夫、C.F. 马伯特也均是杰出的地质学家。

地表流水带来的沉积物，如冲积物，大多是多次沉积。在其上发育的土壤，如果历时不长，冲积层理并不难见，对于判断土体与母质是不太困难的。但如果经过长期的成土过程，已看不出冲积层理迹象，描述剖面时，能说底部的 C 层是上部土体 A 与 B 的母质吗？实际上，A 和 B 的母质就是发育 A 和 B 的那层物质，并不是现在的 C 层，C 层将变成什么还说不清楚（图 1-6）。对这类情况，要仔细考虑、慎重判断。一般是通过质地分析，从各粒级含量的比值来判断。

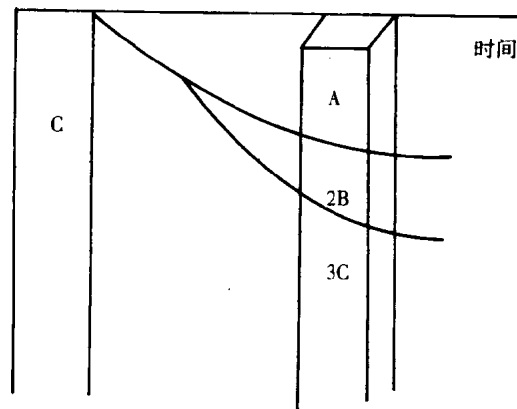


图 1-6 冲积物发育的土壤的母质

研究母质对于理解一个地方的景观发展变化是很重要的，对于研究土壤发生也是很重要的，但注意不要因判断错误而走上歧途。如北京延庆第二次土壤普查曾划分出了石灰性褐土的花岗岩土属，地点在八达岭附近。那里的土壤确实通体有石灰性反应，下伏基岩为花岗岩。但实际上土体中碳酸盐并非由花岗岩风化物而来，而是风成黄土带给土壤的，这就是判断母质有误。

母质的类型很多，如各类岩石的风化物、冲积物、黄土状物质、湖积物等等。这里不准备就每一种具体的母质类型对土壤发生的影响进行讨论，而是就母质影响土壤发生发展的 3 个共同特性——质地、层理状况、矿物学组成进行分析。

二、母质的质地和土壤性状的关系

母质的质地对非成熟的土壤（如冲积土）的质地有直接的影响。甚至当母质是由抗风化的矿物组成时，其质地对成熟或老年土壤（绝对年龄）的质地也有直接的影响。

细质地母质上发育来的土壤比那些从粗质地母质上形成的土壤，一般有机质含量高。其原因可能是较细的质地保水能力强，通过提供较多的水分和养分促进植物生长，从而使每年有较多的有机质追加到土壤中。细质地母质也因其通气不好和具有较低的土壤温度阻碍有机质的分解，从而有助于有机质的分解。

母质质地影响渗透性、淋洗速度和胶体的迁移。在湿润地区，如质地适中并渗透性好，则进入土壤的降水就多，淋洗强度大，盐基离子易于淋失，土壤趋于酸性，随之而来的是胶体被迁移到土体下部。如果母质质地非常粗或是砾质的，渗透迅速，土壤保蓄不住水分，常处于干燥状态，则阻碍土壤发育。细质地的母质趋向于阻碍淋洗和胶体的迁移，这使得土体发育较浅。发育

在粗质地或透性好的母质上的土壤比起细质地或中等质地的母质上发育的土壤，土体较为深厚，但剖面中发生学土层分异程度低。在坡地上，细质地的母质由于渗透性差，而产生较多的径流，下行淋洗水分少加上流水侵蚀作用的双重影响，产生浅薄的土壤。

三、母质层理对土壤发育的影响

上面讨论的是剖面中母质质地均一的情况。在非均质，即剖面中质地有变化的情况下，母质对土壤发生的影响更为复杂。剖面中母质质地有明显变化，即层理明显的情况下，不仅直接造成土壤剖面的质地分布变化，而且影响水分垂直运动，从而影响土壤中物质迁移的不均一性。例如，上轻下粘的母质，形成蒙金土，降水迅速透过上部质地较轻的土层，而吸收含蓄在质地较重的心土层中。相反，质地上粘下砂的母质体，形成漏风土，一方面不利于水分下渗造成地表积水洪涝；另一方面，下渗水缓慢地透过粘土层时，只在砂粘界面上作短暂的滞留，然后便迅速地渗漏。剖面中夹粘土层的土壤不易于积盐；但当土壤已盐化后，又不易于洗盐。如果质地上轻下粘，而且两者之间粘粒含量差异显著，往往易在两层界面产生上层滞水，可能产生阶段性氧化还原过程；如这样的情况处于坡地倾斜面上，则可能使铁锰还原并随侧渗水而漂洗出上层土体，这样，使上部土壤逐渐脱色，形成一白色土层——老百姓称其为白浆层。

四、母质组成和土壤性质的关系

母质的组成对土壤剖面的特性有很大影响。在有机沉积物——泥炭上发育的有机土壤截然不同与矿质沉积物上发育的矿质土壤，这是两个极端例子。

对于矿质沉积物，如果它含有大量的易风化的硅酸盐和铝硅酸盐矿物，这些矿物在合适的水热条件下迅速风化，产生大量粘粒，使土壤质地粘重。另一方面，如果母质几乎完全由抗风化的矿物（如石英）组成，形成的粘粒极少，产生粗质地的土壤。在自然界的矿质土壤中，这两种极端例子之间的各种各样的情况都会存在。例如，在石英含量较多的花岗岩风化体中，抗风化能力很强的石英砂粒可长期保存在所发育的土壤中，使土体疏松而易渗水；同时花岗岩风化体中的铝硅酸盐矿物所含的盐基成分（ Na_2O ， K_2O ， CaO ， MgO ）本来就比较少，在强淋溶条件下，极易完全淋失，使土壤呈酸性反应。反之，富含盐基成分的基性岩，如玄武岩、辉绿岩风化物，则含石英砂粒少，质地比较粘重，盐基含量丰富，因而其抗淋溶作用比花岗岩风化物要强得多。所以在其他因素相同的成土条件下，在基性岩上形成的土壤一般较为粘重，渗水性差，土壤的盐基代换量也较高，植物的矿质养料含量丰富。

不含游离石灰的花岗岩类、辉长岩类等火成岩类的风化产物与富含石灰的沉积岩类的风化产物相比较，前者土壤发育较后者迅速。由各种矿物成分组成的母质与由单一矿物组成的母质相比，前者的土壤发育较后者迅速。

如果说在大范围的宏观地理研究方面，我们注重气候因素对土壤发生的影响；那么，在一定的气候条件下，则应将注意力集中到研究母质对土壤发生的影响上。在一定的地理区域内，其他成土条件相似的情况下，土壤发生和土壤性状与母质有着紧密的发生学关系，土壤类型的不同主

要是母质不同造成的。做区域土壤调查时，我们应给予母质充分的注意。

第五节 地形因素的成土作用分析

地形是影响土壤与环境之间进行物质、能量交换的一个重要场所条件。它和母质、生物、气候等因素的作用不同，在成土过程中，地形不提供任何新的物质。其主要作用表现为：一方面是使物质在地表进行再分配；另一方面是使土壤及母质在接受光、热、水或潜水条件方面发生差异，或重新分配。这些差异都深刻地导致土壤性质、土壤肥力的差异和土壤类型的分异。需要注意的是，不同地形部位的成土母质可能不同。

一、地形通过影响降水和辐射的再分配而影响土壤发生

地形一般分为正地形与负地形，正地形是物质和能量的分散地；负地形是物质和能量的聚集地。正地形是指高起的部位，负地形是指凹陷的部位。

降雨落到山坡或山脊上易产生径流，径流汇集在坡麓或山谷中的低平地上，从而引起降水在两者间产生再分配。前者土壤的淋洗程度低于后者，后者土壤的水分状况好于前者。而且，大气降水渗入土壤中转化为地下水，也是由前者流入后者，造成它们所发育的土壤的地下水供给条件不同。

不同的坡度影响太阳辐射角，从而影响接收的太阳辐射能量，造成土壤温度的差异。

坡向不同影响接收的太阳辐射

能量，造成土壤温度的差别。在北半球，南坡接受的辐射比北坡多，因此南坡土壤温度比北坡土壤温度高，南坡土壤的昼夜温差也比北坡的大。在大气降水量相同的情况下，由于阳坡接收了较多的太阳辐射能，土壤蒸散量高于阴坡，造成阳坡的土壤水分条件比阴坡的土壤水分条件差。这造成阴阳坡的植被生长状况不同，一般阴坡的植被好于阳坡。很可能是因为阴阳坡植被条件的不同以及风化方式不同（物理风化与化学风化），一般阳坡的坡度较阴坡的陡。地面坡度对地表径流的入渗及地下潜水流的关系，如图 1-7 所示。因此，地形间接影响土壤形成过程。

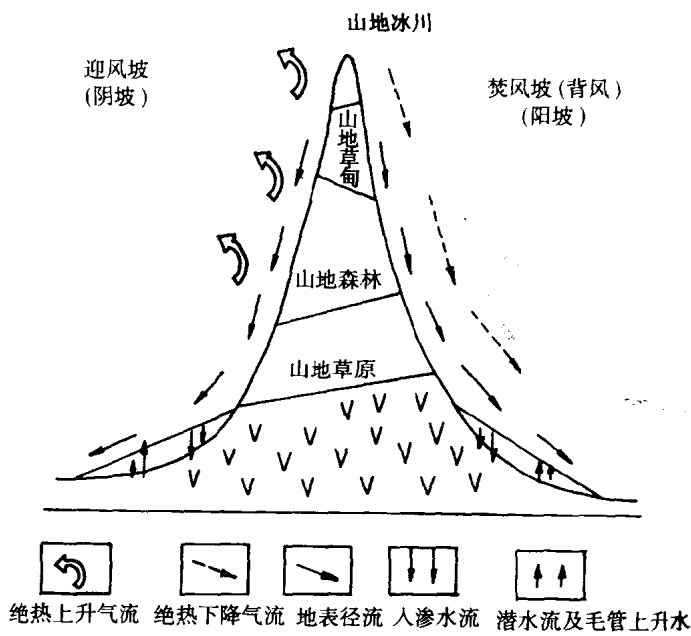


图 1-7 地形对气候影响的示意图