

关于风沙土的一些雏议

陈惠忠 董光荣

(中国科学院兰州沙漠研究所)

提 要: 本文论述了土壤形成过程中应具有的一些质的特征, 从而证明了流动砂丘并非属于土壤, 而只是地质作用的非土形成物或成土母质。在此基础上, 对流动砂丘上土壤的形成发育演变方向以及在土壤分类中的地位 and 命名等问题进行了探讨。

主题词: 土壤发生学 风沙土 土壤分类

我国现行的土壤分类系统^[1-4]把风积沙上母质上发育的土壤命名为风沙土, 并作为成土纲的一个土类, 其下按土壤发育的自成型和水成型又分若干亚类, 即流动风沙土, 半固定风沙土, 固定风沙土(自成型)和草甸风沙土, 沼泽风沙土, 盐渍风沙土(水成型)等。

但是, 对于流动砂丘是否属于土壤, 以及对于半固定、固定风积沙母质上发育的土壤(自成型)的命名与分类问题, 国内^[5-11]、外^[9-11]仍然都存在不同看法。弄清这些问题, 无论在理论上进一步认识风化壳、成土母质、土壤之间的区别和联系, 以及完善我国的土壤分类系统, 还是在实践上更合理利用土壤资源, 都具有重要意义。作者在前人研究的基础上, 现对这些问题作一讨论。

一、流动沙丘是否属于土壤

这一问题, 要涉及“土壤”的定义, 亦即要弄清现代土壤的范式²⁾。那么, 现代土壤的定义亦即范式是什么呢? 严格地说, 土壤学从其一百年前诞生至今, 就未曾有过关于土壤的经典定义^[12], 这事实上已给现代土壤学的研究带来了困境, 本文探讨的问题也是由此引起的。一个世纪前, B.B.道库恰耶夫曾给土壤下过这样的定义: 土壤是“能够生产植物收获物的地壳陆地表层”。与此同时, 柯斯特切夫说“必须把植物根的主要部分所处的那一层土地表层叫土壤”^[13]。E.W.Hilgard(1906)也明确指出“最广义的土壤是植物可以在其中立足和获得营养物质和其他生长条件的一种松散物质。土壤形成在地壳的最表层……”^[14]。尽管存在种种不同的定义, 但从各自定义的内容来看, 至少有两点是为大多数土壤学家所接

本文1988年8月23日收到, 1989年9月13日收到修改稿。

1) 陈隆亨, 风沙土及其改良和利用途径, 1980。

2) 所谓“范式”, 是指一种起主导作用的概念, 所有科学研究工作和各学科的教学传统在正常的科学发展期间都是以这种概念为基础的。

受的：1) 土壤形成于地球地壳的表层，2) 土壤的概念是和植物的概念分不开的（借助植物给土壤下定义）。

必须指出，有的土壤学家认为土壤概念的范围应该扩大，“它包括了新的自然体，以及培育出来的和用工艺技术创造出来的一些客体，还企图包括一些人造客体……”^{〔12〕}。依据这一概念，本文所讨论的流动沙丘无疑应属于土壤。但是，可以想像，这种概念上的无限外延，只会给土壤学研究带来种种不利。作者认为，任何一种科学概念的定义都应有其一定范围内的定义域，任何没有科学依据的概念外延，也就意味着概念失去了定义。作者以为还是应从B.B道库恰耶夫的土壤发生学原理出发，把土壤看作是一定的气候与生物在一定的地形部位上较长时间作用于成土母质形成、发育、演变而成的历史自然体。显然，现代人为耕作对土壤形成发育的影响，也应予以考虑。

需要强调的是，土壤形成的众多因素既是独立的，更是互相联系、综合地在土壤的形成发育演变过程中起着作用。其中，生物尤其是高等植物在土壤形成过程中起着极为重要的作用。

作为历史自然体的土壤，它的形成过程是和岩石矿物的风化过程同时同地并进发展的。但从程序上讲，先有岩石矿物的风化和养料的释放，继而才有肥力的产生和土壤的形成。当生物摄取岩石矿物风化体中的养料元素组成有机体时，养料元素便从易溶性、无机态，转变为有机化合物而被固定于生物体内。死亡的生物或其残体被微生物分解后，被固定的养料元素又可被下一代或别的生物再吸收利用。这就是土壤形成过程中生物的小循环作用。作为成土因素之一的生物，通过养料的大小循环的对立统一而促使土壤养料的因素有了很大的发展，所以它在成土过程中具有创新的作用。还应指出的是，绿色植物通过其特有的光合作用，成为成土母质和大气及生物之间进行物质和能量交流的动力。另外，养料的生物选择吸收和集中作用是绿色植物出现后才有了显著的发展。所以，绿色植物的产生对于土壤的形成，极为重要。

毫无疑问，种类繁多、数量极大的土壤微生物，特别是植物区系微生物，在土壤的形成发育演变中有着重要意义。但是，微生物在土壤形成发育过程中所起的作用依赖于植物，尤其是高等植物的存在。植物的存在是微生物在土壤形成过程中发挥功能的先决条件。

国内许多研究者在探讨流动沙丘是否属于土壤时，非常强调其中微生物的存在。他们认为，流动沙丘上存在一定数量的微生物，尤其是存在固氮微生物和氨化微生物，说明流动沙丘实质上具备了土壤固有的重要特征——肥力，因而说明流动沙丘属于土壤。此种观点，从根本上忽略了植物和微生物在土壤形成中的相互依赖性以及微生物对植物的从属性。这里涉及到这样一个问题，即如何辩证看待生物（植物和微生物）在土壤形成发育过程中的作用。作者认为，作为成土因素之一的生物的存在使得母质有可演变为土壤，亦即土壤的形成必须以生物（当然还包括气候、地形等因素）的存在为必要条件，但不是充要条件，即我们不能说，植物、微生物的存在就一定有土壤的形成发育。显然也无法解释现代农业技术中的“无土栽培”。同样，也不能以微生物的存在与否来判断基质是否属于土壤。

植物吸收并合成岩石风化物中的矿质营养元素，使其成为有机质，这一过程不是固定不变的。土壤中不断地发生物质的转化——由一些物质转化为另一些物质，也同时不断有物质

移动——自土壤进入植物,由植物进入土壤,而在土壤体内部物质也在上下左右前后移动。这样,土壤不单是矿物质与有机质的疏松混合物,而且是特殊的自然历史体,其中它的组成部分经常发生有规律的运动,并且不断发展。

无疑,现代土壤的范式是相当广泛的,土壤形成发育过程中的一切质的特征都应包括在土壤的定义中。所谓土壤形成发育过程中的一切质的特征主要指,岩石风化产物上的有机体开始出现有机质的合成与分解,其结果使植物灰分营养元素相对集中,以及进而产生的土壤剖面上出现层次的分化等等。这些质的特征产生于土壤的形成发育过程中,因此它们是与土壤本身的概念分不开的。由此我们得出结论:如果基质中不存在有机质的合成与分解,没有其剖面层次的分化等体现土壤形成发育的质的特征,该基质就不是土壤。同样,土壤形成发育过程中的这些质的特征也是相互联系、互为因果的,所以只有全面综合起来才能说明土壤的形成。例如,一堆有机肥料,在微生物的作用下,其中有机质的合成与分解是相当强烈的,但是它不可能产生像土壤那样的剖面层次分化,因而谁也不会把它看作土壤。

现在让我们考察流动沙丘,看它是否符合现代土壤的定义或范式呢?

所谓流动沙丘,故名思义,是指具有流动性的砂质堆积物。按其上植物的覆盖度来看,流动沙丘上植被的覆盖度一般低于5%。作为风成地貌的一种类型,流动沙丘是在风力作用下由沙物质堆积而成的一种丘状或垄状地貌。其沙物质来源可以是任何松散物质,只要其暴露于地表,经风力吹蚀、搬运都可以成为流动沙丘的沙源,而主要是第四纪冲积、洪积、湖积和砂岩的残积、坡积物,另外还有极少量的现代土壤表层物质(土壤风蚀)。

由于风力是流动沙丘形成的主要营力,在风力作用下,流动沙丘不断地遭受吹蚀、搬运、堆积,这就使得植物,尤其是高等植物难以在其上着生。尽管流动沙丘是由岩石风化物经风力作用而形成的,甚至还有极少量的土壤表层物质,其中含有一定量的植物生长所需的矿质营养元素,但由于其上只有极少(覆盖度小于5%)甚至没有植被的着生,这些矿质营养元素无法被植物吸收并合成有机质,即不能参予生物的小循环,而只能随着风力作用进入地质的大循环。由于几乎没有高等植物的着生,其结果是风化产物中的植物矿质营养元素无法集中,始终处于分散状态,这样也就无法形成土壤剖面层次的分化。同样,其他一些土壤形成发育过程中的质的特征也就不可能产生。这就说明,流动沙丘并不具备土壤质的特征,它不应属于土壤,而只能看作是地质作用的非土沉积物抑或成土母质。

从另一个角度看,由于流动沙丘在风力作用下不断地遭受侵蚀,这不仅使得高等植物无法着生,而且也使得它不具备土壤形成发育的时间,因为就土壤形成发育而言,需要一定时间的地表相对稳定期。既然不存在一定时期的地表相对稳定期,流动沙丘就不可能演变为土壤。这也说明了流动砂丘不属于土壤。

许多研究者在探讨流动沙丘究竟是否属于土壤时,往往是从其水分状况、物质的机械组成、微生物的含量等方面以证明流动沙丘属于土壤。作者以为,对于流动沙丘这样的特殊松散基质,从以上数方面说明它属于土壤是不妥当的。因为,这样一种松散基质一定存在着水分状况、热状况的变化,这并不是土壤区别于成土母质的质的特征。而从流动沙丘的机械组成上看,它更应属于成土母质,粘粒含量极少,几乎全部由细砂(0.25—0.05mm)组成。至于微生物的存在并不能作为土壤标志,作者在前面已作了阐述。

二、风积沙母质土土壤的发育方向及其命名和分类

当气候等各方面自然条件的变化以及人工措施的影响，使得流动沙丘失去其流动性，而被逐渐固定，较长时期的处于一种稳定状态时，高等植物就将在其上着生，作为成土母质的流动沙丘中的灰分元素就被植物根系吸收转化而相对集中，并在植物体内转化为有机体。由于植物滋长，就不可避免地带给成土母质一定量的植物残体及死亡体，这些残体及死亡体经过微生物的分解，又转化为土壤中的营养元素，其中包括土壤腐殖质。这时，土壤也就开始了逐渐的形成发育。随着高等植物的不断着生，流动沙丘逐渐地向半流动、半固定、固定沙丘演变，土壤也随之不断发育，而只有在沙丘处于半固定、固定条件下，其表层才能看作是土壤。由此可见，沙丘上植物的不断着生、沙丘的固定以及土壤的形成发育基本上是同步的，只是后两者相对前者具滞后性。同样，土壤的演替过程与沙丘上自然固沙植物生长的演替过程相一致（图 1）。

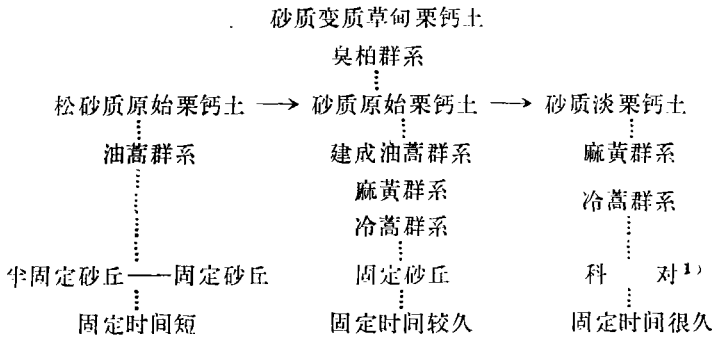


图 1 毛乌素砂区中东部固定砂丘上土壤发育方向图示^[16]

The development direction of the soil on the fixed sand dunes
of central-eastern Mu Us sandy land.

由上图可以看出，随着沙丘上植物群系的不断演变，其上发育的土壤也由松散砂质原始栗钙土向砂质原始栗钙土，砂质淡栗钙土演变。

关于沙丘上土壤的发育演替方向，前人曾做了大量研究。宋达泉^[17]在内蒙古呼纳盟从事土壤研究时认为在砂地发育的土壤，如剖面长期固定，可能逐步发展为栗钙土。文振旺^[18]命名固定砂丘的土壤为松砂质原始栗钙土，并且认为这是栗钙土发育的雏形。罗赞诺夫^[19]称苏联荒漠地区很少受侵蚀的固定砂丘土壤为“砂质灰钙土”。另外，米切利娜在研究里海地区的砂土时指出，该区土壤的发育程度与分布地区的年龄、地形发育阶段有密切关系，不同条件下发育为不同的土壤，显域生境则逐步接近于地带性土壤。上述学者的共同点即在于他们承认显域生境上的砂土最终必然发展为地带性土壤。尽管砂丘土壤具有共同的发育方向，但是它们是处于不同的发育阶段，而这不同的阶段又与其上一定的生态植物种群相适应（图 2）。

上图说明，当流动沙丘处于尚好的生物气候条件及人工措施影响下，逐渐向半流动、半

1) 科对：地势平坦的老固定砂丘上分布的冷蒿砂土，当地称“科对”，意即此土甚肥。

固定及固定沙丘演变时（即所谓沙漠化逆过程），地带性植物开始逐渐渗入，直至沙丘长期被固定而形成地带植物顶极群落，与之相适应的土壤也随之逐渐向地带性土壤演变，直至形

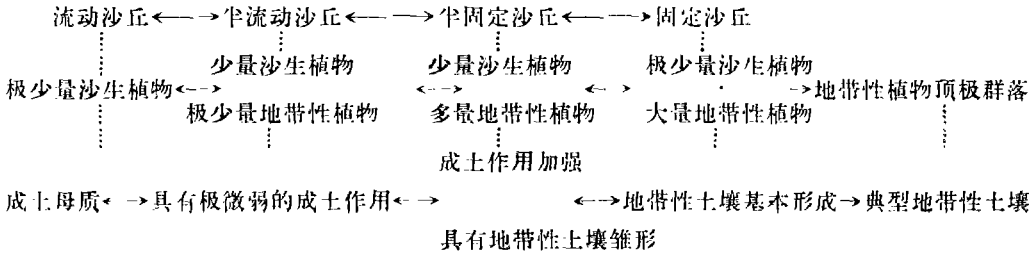


图 2 砂丘上土壤、植被形成演变模式

The formation and evolution model of the soil on sand dunes.

成典型的地带性土壤。

可见，某一地区沙丘上土壤的形成发育演变总是朝着与该地区相适应的地带性土壤方向发展，所以可以这样认为，某一地区半流动、半固定以至固定时间较短的沙丘上发育的土壤，只是与该地区地带性土壤相适应的原始成土过程的不同发育阶段。

必须指出，由于风积沙母质上发育的土壤广泛分布于我国北方干旱、半干旱地区，而风力又是这一地区主要营力，在不断的风蚀和堆积作用下，成土过程常被干扰和打断，所以很难见到发育成熟的土壤和完整的剖面，一般只有A层（腐殖质层）和C层（母质层），缺乏B层（淀积层），并经常出现风蚀残余土和埋藏土层。这也是沙漠地区地层中多层古土壤与风成沙交替出现的主要原因。

风积沙母质既包括现代风积沙，也包括地质历史时期荒漠化所形成的风积沙，这些风积沙广泛分布于我国北方典型荒漠、草原化荒漠、荒漠化草原、典型草原以及部分森林草原等各自然带。它们在不同的自然条件（特别是生物气候条件）下进行着土壤的发育，并且具有完全不同的性质和特征。因此，把发生在风积沙母质上的土壤笼统地称之风沙土是不恰当的。风积沙母质象其它类型的母质一样，依据本身的成土条件，可形成各种各样的土壤类型，这些类型应分别纳入其相应的地带性土壤类型中，并在土壤分类中占有一定的地位和等级。

由此，作者认为，半固定、固定沙丘上发育的土壤的命名应体现一定的地带性。半固定、固定沙丘上发育的土壤的命名，可按其相适应的地带性土壤名称前分别冠以松散砂质和砂质定语，这样，它们在土壤分类中的地位（等级），以将其作为与之相适应的地带性土壤的亚类比较合适。例如，半干旱干草原地带，可依据沙丘上成土过程的进展，相应的划分出松散砂质栗钙土、砂质栗钙土等。

通过以上分析，可以得出：

1. 流动沙丘不属于土壤，而只是地质作用的非土形成物，属于成土母质。

2. 某一地区风积沙母质上土壤的形成、发育、演变，总是朝着与该地区相适应的地带性土壤方向发展。

3. 风积沙母质上发育的土壤的命名，可依据成土过程的进程，在与之相适应的地带性

土壤名称前分别冠以松散砂质和砂质定语，在分类上将其作为该地带性土壤的亚类。

参 考 文 献

- (1) 全国土壤普查科技顾问组：“暂拟土壤分类暂行系统”，农业部，1979年。
- (2) 中国科学院南京土壤研究所：中国土壤，628—699页，科学出版社，1978年。
- (3) 朱祖祥：土壤学（下册），农业出版社，1983。
- (4) 李天杰等：土壤地理学，109页，人民教育出版社，1979年。
- (5) 陈隆亨等：腾格里沙漠东南流沙自然固定的土壤形成过程，治沙研究（7），1965年。
- (6) 刘育民：柴达木盆地砂地土壤的发育，土壤通报（4），1962年。
- (7) 蔡蔚祺：西北及内蒙古六省区沙地土壤类型及其改良利用，治沙研究（4），1962年。
- (8) 北京大学地理系等：毛乌素砂区自然条件及其改良利用，121页，科学出版社，1983年。
- (9) U.S. Department of Agriculture Soil Conservation Service, Soil Taxonomy, 1975.
- (10) B.A.柯夫达：土壤学原理（下册），科学出版社，1981年。
- (11) A.N.斯特拉勒等：现代自然地理学，193页，科学出版社，1983年。
- (12) Р.Э.Вески：进一步发展土壤理论的途径，土壤学进展，15（5），1937年。
- (13) Д.Г.威林斯基：土壤学，高等教育出版社，1957年。
- (14) E.W.Hilgard: Soils their Formation, Properties, Composition, and Relations to Climate and Plant Growth in the Humid and Arid Regions, Reprinted 1914, The Macmillan Company, New York, 1906.
- (15) C.B.卡列斯尼克：普通地理学原理，261—289页，地质出版社，1958年。
- (16) 李孝芳：内蒙毛乌素砂区中东部固定砂丘土壤的发生发育及其利用，土壤学报，13（1），1965年。
- (17) 宋达泉等：西辽河流域坨甸地土壤发生类型理化特性及改良利用，全国地理学会学术论文，1963年。
- (18) 文振旺：内蒙古自治区土壤区划，土壤专报（34），1959年。
- (19) 罗赞诺夫：中亚细亚灰钙土，科学出版社，1958年。
- (20) A.M.米切利娜：里海地区沙土土壤形成作用的特点（节译），土壤译报（1），1958年。

SOME PRELIMINARY DISCUSSIONS ON AEOLIAN SANDY SOIL

Chen HuiZhong Dong GuangRong

(Lanzhou Institute of Desert Research, academia Sinica)

Subject terms: Soil Genesis, Aeolian Sandy Soil, Soil Classification.

Abstract

From the viewpoint of soil genesis, some natures existing in the process of soil formation are discussed after expounding the important functions of organisms, especially plants in the process of soil formation, development and evolution. Thus it is proved that mobile sand dunes are only non-soil materials affected by geological function or parent materials, but not soils. On the basis of above analysis, the formation, development and evolution direction of the soil on mobile sand dunes and its position and naming in soil classification are approached.

更 正

本刊今年第9卷第1期《流体的角动量平衡方程——对流体力学方程组的新建议》一文中，公式(2)、公式(6)第二式、公式(9)及公式(10)应分别为

$$\vec{L} = - \iint_{\Sigma} \vec{r} \times (\vec{P} \cdot d\vec{\sigma})$$

$$\dot{\vec{H}} = -2\mu(\vec{\nabla} \cdot \vec{v}) + \omega$$

$$\frac{d\vec{v}}{dt} = -\frac{1}{\rho} \vec{\Delta} \cdot \vec{P} + \vec{F}$$

$$\frac{d\vec{v}}{dt} = -\frac{1}{\rho} \vec{\Delta} \cdot \vec{P} + (\eta^1 - \frac{2}{3}\eta)\vec{\nabla}(\vec{\nabla} \cdot \vec{v})$$

$$+ 2\eta\vec{\nabla}^2\vec{v} + 2\eta\vec{\nabla} \times \vec{\omega} + \vec{F}$$

特此更正。