

# 土壤圈及其在全球变化中的作用

赵 其 国

(中国科学院南京土壤研究所)

## 摘 要

作者对土壤圈的概念、内涵、功能及我国面临的环境问题及其对全球变化的影响作了详细地论述。

随着现代地球科学,特别是环境学科的发展,现代土壤学的研究内容正在发生重大变化:它不仅要研究土壤物质本身的运动规律,而且还要研究土壤与地球各圈层之间的关系。本文拟就土壤圈的概念及其在全球变化中的作用进行论述。

## 一、土壤圈的概念

土壤圈是指覆盖于地球表面和浅水域底部的土壤所构成的一种连续体(或覆盖层)。它是地圈系统的重要组成部分,处于气圈、水圈、生物圈与岩石圈的界面,既是这些圈层的支撑者,又是它们长期共同作用的产物。早在1938年,S.Matson根据物质循环的观点,提出土壤是岩石圈、水圈、生物圈及气圈相互作用的产物。按现代研究成果,土壤圈具有5个基本特点:

第一,是永恒的物质与能量交换场所。土壤圈是生物与非生物物质间最重要与最强烈的相互作用界面,它与其他地球圈层间进行着永恒的物质与能量交换。

第二,是最活跃与最富生命力的圈层。土壤圈是地球圈层系统的界面与交互层,具有对各种物质循环与物质流起维持、调节和控制作用。它是地球圈层系统中最活跃最富活力的圈层之一。

第三,具有“记忆”功能。古往今来的气候、生物及岩石对土壤形成过程、土壤性质的影响,都会在土体上留下“烙印”,即记忆信息,为人们研究土壤的今昔变化及其未来的发展提供了依据。土壤宛如一个“记忆块”。

第四,具有时空特征。土壤圈的空间特征主要通过土壤厚度及土壤分布面积表现来,土壤时间则表现在土壤形成、演变上,这些变化时间,一般为 $10^1$ — $10^6$ 年。

第五,部分为可再生资源。土壤圈并非完全为可再生资源,为此,对其有用的各种物质,特别是不可再生的部分,应充分利用与保护,以便在生存环境中发挥作用。

土壤圈与其他地球圈层的关系是:

1.对生物圈,它具有支持和调节生物过程,提供植物生长的养分、水分与适宜的物理条件,决定自然植被的分布与演替等功能。

2.对气圈,它能影响气圈化学组成,水分与热量平衡,吸收氧气,释放 $\text{CO}_2$ 、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{H}_2\text{S}$ 和 $\text{N}_2\text{O}$ 等功能。对全球大气变化有明显影响。

3.对水圈,它能影响降水在陆地和水体的重新分配,影响元素的表生地球化学行为,水

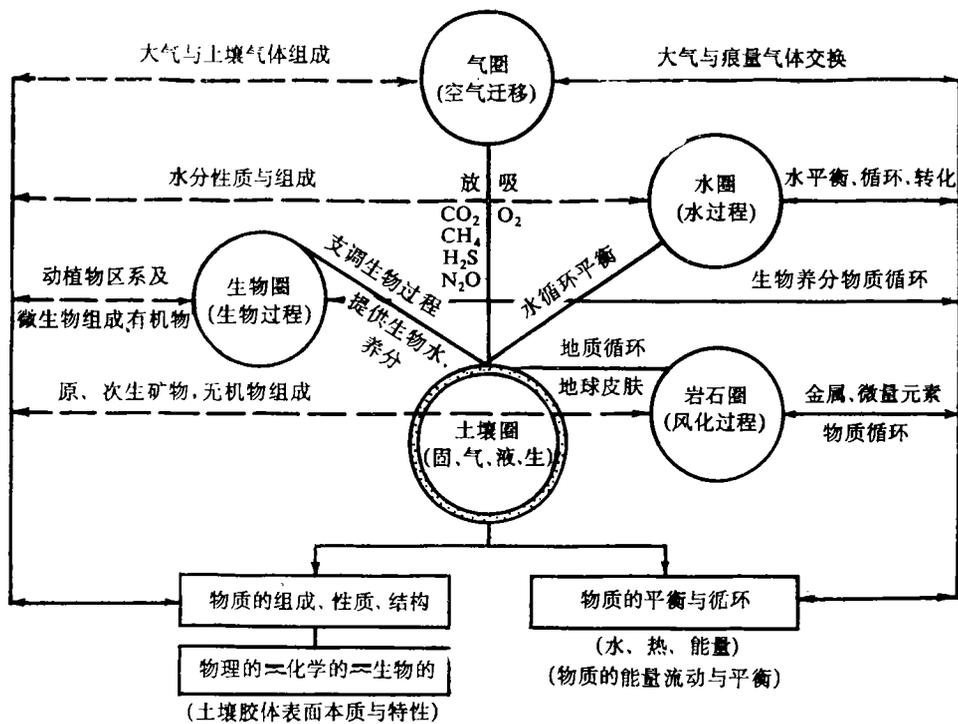


图 1 土壤圈的地位内涵及功能

分平衡、分异、转化及水圈的化学组成。

4.对岩石圈，它具有一定的保护作用，能减少其遭受各种外营力的破坏(图 1)。

## 二、土壤圈的研究方向与内容

从未来地圈系统的发展看，土壤圈研究的方向应是研究土壤圈物质的组成、性质和物质与能量的循环及其对人类生存环境的影响，以及土壤圈的内在功能和在地球系统中的地位及其对人类与环境的影响。简言之，土壤圈的研究内容有两个方面：第一，从土壤圈与地球其他圈层关系的宏观角度出发，研究土壤圈与生物圈之间养分元素的交换与平衡；土壤圈与大气圈之间的大量气体及痕量气体的交换与平衡；土壤圈与岩石圈之间元素迁移与转化。第二，从土壤圈物质和能量循环与人类生存环境之间的关系出发，研究土壤圈物质、能量循环与地球生命、人类生存条件、自然环境及全球变化之间的关系。

应当指出，当今世界面临生存—环境—发展的严重挑战。在此情况下，土壤圈应围绕上述研究方向，进行资源利用，肥力调节与持续农业，生态环境建设及全球土壤变化的研究。其主要内容列举如下：

(一)土壤资源的开发利用与保护。包括低耗土壤资源的节约型开发利用研究；综合治理，集约经营耕地的研究；土壤资源承载能力的研究；防止土地退化提高土地质量的研究和土地动态监测及土地数字化数据库(Soter)的研究。

(二)土壤肥力调节与农业持续发展。包括不同生态条件下土壤肥力演变的研究；施肥技术与提高肥效的研究；持续稳定的土壤肥力培育的研究；农业持续发展的理论与战略研究；

农业持续发展中高效适度技术的管理、对策与合理布局的研究及不同地区农业持续发展模式的研究。

(三)土壤生态环境的建设。包括农业生态系统中土壤生态环境演替规律的研究；土壤生态环境建设的研究及防止土壤污染的研究。

### 三、土壤圈在全球变化中的作用

所谓全球变化是指全球性的影响人类生存环境的因子的变化，它包括温室效应、臭氧洞的形成，森林锐减和物种灭绝，土地退化及淡水资源短缺等方面的变化。土壤圈作为地球圈层的组成部分，它在全球变化中，主要起着如下的作用：

第一，通过与其他圈层间的物质交换，影响土壤全球变化。土壤圈与生物圈通过养分元素的吸收、迁移与交换对植物凋落物组成与演替发生影响，导致热带雨林、热带季雨林及热带稀树草地之间有其特定的元素迁移顺序，并随元素迁移顺序的改变而相互交替。土壤圈与岩石圈通过不同母质发育土壤的元素迁移与物质循环影响成土过程与土壤基本特征，导致南方地区土壤中 B、Mn、Co、Pb、Ti、Zn、Zr 等元素淋失大于积累，而 Ba、Cr、Cu、Ni 则积累量高于淋失量。土壤圈与水圈物质循环是通过水分对土壤圈元素的迁移表现的，大陆年径流量为  $37 \times 10^{15}$  升，每年从陆地流失的化合物竟达 4000 亿吨，其对环境影响之大显而易见。土壤圈与大气圈是大量气体及痕量气体的交换，通过固氮作用、光合作用及降水，使大气圈中气体及一些化合物向土壤迁移，同时土壤圈中有机质分解，使部分碳、氮、硫以痕量气体逸向大气，产生温室效应，对全球气候变化起重大影响。

第二，通过全球土被时空的演变，引起土壤全球变化。例如，土壤在稳定的自然环境下，其水、气、热状况的变化较平稳，利用状况良好；而土壤在侵蚀条件下，其表层被破坏，肥力减退，而使土被处于幼年阶段。

第三，人类在土壤圈的活动，导致土壤全球变化主要表现在三个方面：一是森林的砍伐，草原的过牧，土地过垦及城市建设等，加剧水土流失；二是土壤资源利用不当，导致土壤侵蚀化、沙化、沼泽化、盐渍化及土壤贫瘠化，进而影响全球环境；三是低湿地(水稻田、沼泽及湖泊)的利用，产生了  $\text{CO}_2$ 、 $\text{N}_2\text{O}$ 、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{H}_2\text{S}$  等痕量气体，导致全球温度变化。

### 四、我国面临的环境问题及其对全球变化的影响

从我国的微量气体排放、森林滥伐、土地荒漠化、水资源紧缺和水土流失等环境问题的现状(表 1)可以看出：1. 我国  $\text{CO}_2$  排放量已达 6.2 亿吨碳，占全球总排放量 10.7%，居世界第 3 位。 $\text{CH}_4$  排放量约为 2612 万吨，约占全球总排放量的 4.7%，到 2000 年，我国碳的排放量将继续上升，估计可能达 11.28—12.08 亿吨碳；2. 全球郁闭森林的采伐率为 7046 千公顷/年，而我国在“五五”期间采伐度高达 1342 千公顷/年，约为全球采伐量的 1/5，目前世界有森林约 40 亿公顷，我国仅为 12465 万公顷，为全球的 3%；3. 我国旱地沙化的比例为 69%，高于全球平均比例；4. 我国水资源人均年径流量不足世界的 1/4，人均径流量占世界 6%；5. 我国水土流失量达 50 亿吨/年，占世界流失量 8.3%。据最近研究，近两年来，我国随着人口增长地表径流量和自然植被的减少、耕地数量下降、土壤普遍贫瘠化等威胁的增加，人均耕地、草地、林地的占有面积均低于世界水平(表 2)。预计到本世纪末，在我国人口达 13 亿时，耕地

面积将减少3亿亩左右，扣除新垦耕地1.2亿亩，将净减2亿亩。此外，我国沙漠化面积将由17.6万平方公里增加到25.13万平方公里；水蚀面积由150万平方公里，扩大到170万平方公里，表土流失量将比目前增加20—25%，尚有2.6亿亩潜在盐渍威胁的土壤。森林覆盖面积，到本世纪末将达15%，而草原面积将比现在减少20%，单位面积产草量将下降30%。由此可见，我国的环境变化对全球气、植、土、水变化具有举足轻重的作用。

表1 全球性环境问题的比较\*

环境问题		全 球	中 国	中国/全球 (%)
痕量气体的增长	CO <sub>2</sub> (百万吨)	5800	619.76	10.7
	CH <sub>4</sub> (百万吨)	553	26.12	4.7
	CEC-11(千吨)	280.8	9.5	3
	CFC-12(千吨)	368.4	15.5	4
森林面积的减少	面积(千公顷)	4183420	170000	4
	砍伐速度(千公顷/年)	7046	1342**	19
土地荒漠化	旱地面积(百万公顷)	3257	315**	10
	旱地沙化百分比(%)	61	69	—
水资源贫乏	年径流量(10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	468000	27115	6
	人均径流量(m <sup>3</sup> /人·年)	10800	2600	24
水土流失	流失量(亿吨/年)	600	50	8.3
	入海泥沙量(亿吨/年)	240	20	8.3

\* 引自叶笃正, 1992; \*\*“四五”期间的砍伐速度。

表2 我国与世界人均土地占有量的比较\*

	土地(亩/人)	耕地(亩/人)	草地(亩/人)	林地(亩/人)	径流量(m <sup>3</sup> /人·年)
我国人均(1)	14	1.4	4.5	1.9	2600
世界人均(2)	44.5	4.8	10.4	13.6	10800
(1)较(2)低(%)	32.46	29.17	43.27	13.97	25

\* 引自叶笃正, 1992。

从研究环境问题的角度看，现有的研究成果大多属于定性推理分析，而缺乏长期定位的动态定量研究，特别是缺乏对环境问题进行稍长尺度上的变化的预测。当务之急是要加强研究地球各圈层特别是土壤圈对全球环境变化的影响，它应成为土壤学的重要研究内容。

#### 参 考 文 献

- [1]赵其国, 土壤圈物质循环研究与土壤学的发展, 土壤, 第23卷, 第1期, 1991。  
 [2]赵其国, 全球土壤变化, 土壤学进展, 第19卷, 第5期, 1991。  
 [3]赵其国, 90年代的土壤科学, 土壤, 第23卷, 第4期, 1991。  
 [4]叶笃正, 中国的全球变化预研究, 气象出版社, 1990。