

# 土壤与环境问题国际研究概况及其发展趋向

## ——参加第16届国际土壤学会专题综述

赵 其 国

(中国科学院南京土壤研究所 南京 210008)

**摘 要** 概述了第16届国际土壤学大会关于土壤与环境问题的研究进展和发展趋向,提出了我国开展土壤与环境研究的主要课题。

**关键词** 土壤与环境;国际;研究;概况

1998年8月20日至26日,我参加了在法国蒙别列尔市召开的第16届国际土壤学会。这次会议是历届参加人数最多的一次。参加的国家共107个,会议代表达2779人,中国代表40余人。会议历时7天,按不同学科专业及其交叉,共分45个学术报告组(symposiums)及6个学术工作组(workshops)。我作为第16届国际土壤学会土壤与环境委员会的第一副主席,主要参加了会议中有关土壤与环境问题的学术活动与讨论,并提交了题为“中国环境问题及整治”的学术论文。现就这次学术会议中有关土壤与环境问题的国际研究现状作一综述,并据此提出今后的发展趋向,以供参考。

全球土壤与环境问题,是当今一项共同关注的重大问题。在这次国际土壤学会45个学术报告组中,有关土壤与环境问题研究的占8个,在6个学术工作组中,有一个是与土壤环境问题有关的。可见,当前各国的土壤学家们,均对土壤与环境问题极其重视。

### 1 土壤与环境问题学术分组报告概况

会议有关土壤与环境问题的学术报告近370篇,其中会议报告近70篇,墙报约300篇。

#### 1.1 “土壤环境及人为变化记录”学术组(第16组)

本学术组主报告8篇,墙报38篇。主要包括:人为活动对晚第四纪土壤形成的影响(H. Richard);第四纪土壤形成的近代研究(P. Milany);阿根廷西北晚更新世古黄土形成序列的气候特点(Z. Y. Alfred);土壤覆盖是人为作用对农业景观影响的指标(Y. Valentin);人为活动形成的新的土壤层(龚子同)等。

该组主要讨论环境因素对土壤性质的影响及古环境对土壤性质重建的关系两个方面。由于环境因素之间的作用是同时进行的,因此要定量地确定过去任何环境因素的变化极其困难。虽然如此,这次讨论的重点仍然是企图通过土壤性质对不同的环境因素进行评价,即寻求哪些土壤性质是说明过去环境因素变化最好的指标。不同的学术报告表明,碳同位素比(包括植物C3/C4比)、磁效应、成土过程的碳酸盐、有机C、不同形态的有机N、有机与无机磷之比、粘土矿物,以及不同生物残体均可作为较好指标。

此外,大量的论文对土壤过程与古土壤断代关系,土壤古环境事件,土壤发育与全新世记

录,更新世古土壤发育过程,以及过去和现在人类活动对土壤形成的影响等进行了大量研究,这些研究表明:

1,古残余物特性对土壤大结构、水分运动、pH、盐渍度、P的吸释等的反映有重大意义,同时能测算出反映当今集约农业管理的短期变异性;

2,土壤形成的时间长度,可通过某些土壤性质如 Al、Na、不同腐殖质组分及大气<sup>10</sup>B含量等加以判断;

3,通过古断面与近代耕种土壤的历史对比,表明人类活动对土壤表层性质、有机质含量、土壤结构、侵蚀作用及土壤肥力等,甚至对土壤质量有强烈影响。其中龚子同等关于中国7000年人类活动对土壤形成影响的研究,具有重要的现实意义。

### 1.2 “工业废水与污泥对农业的持续管理”学术组(第21组)

主报告8篇,墙报32篇。主要包括:废水与污泥的农业持续利用(C. Marcel);田间灌溉废水的CH<sub>4</sub>及N<sub>2</sub>O评价(S. Witold);两种热处理污泥化学提取物及盆栽试验中P、Zn及Cu的生物有效性(P. hugues);污水对土壤及植物毒性元素的影响(M. S. Brar)等。

随着工业的迅猛发展,世界各国对工业废水及污泥的农业利用十分关注。除了不少具体的处理废水与污泥的方法外,这次会议首先对这类污染的评价思路进行了讨论。与会代表认为,土壤既是生产媒介,也是对污染物净化的媒介,因此可以认为土壤质量是保持环境质量的重要反映。在评价方法上,大家认为可分为两种,一种是双因子方法,即根据微量元素和微生物危害性的分析数据对污染危险性的评价;另一种是多因子方法,即对所有污染物及其对不同媒体的污染程度同时进行评价。当前人们对污水及污泥对土壤所产生的毒性和传染病危险的评价极为重视,提出必须对其危险性、有关数据、污染链及污染物负荷量等进行详细论证,并需对污染物在土壤中的积聚状况进行预测研究。

从研究进展看,当前主要是对污水及污泥的理化及生物特性,并对其农业利用的可能性及有效性作了较深入的研究。但这种研究已逐渐向污染物利用引起有害气体的释放及生物有效利用率等方向推进。例如 S. Zofia 等人研究波兰灌溉污水引起 CH<sub>4</sub> 及 N<sub>2</sub>O 的演变趋向; P. Hugues 等人通过化学提取及盆栽试验研究法国污泥中 P、Zn 及 Cu 的生物有效性,这些研究均取得良好进展,说明污染物与环境的研究正趋向深化。

### 1.3 “土壤污染:诊断、评价技术及政策发展”学术组(第25组)

该组有主报告8篇,墙报72篇,是土壤环境学科中学术论文最多的一个组。主要包括:污染物的临界水平——欧洲的观点(R. Peter)、瑞士 Yura 地区某些土壤中金属的来源与空间变异(Y. Dubois);英国及威尔士地区重金属元素进入农业土壤的总清单(N. Fiona);人为有机颗粒从大气进入土壤(S. Michael);运用顺序分级法评价重金属对土壤的污染(M. Ronald);土壤生态毒性污染的评价程度(B. Antonio)等。

Y. C. Yedy 等人在“土壤—环境污染管理的战略空间”论文中指出,土壤通过自然过程与人为活动,含有大量对人类及生物有害的元素与分子,其中具危害性的化合物是重金属、农业化学剂及放射性元素等。

有关的研究报告主要涉及3种污染物。一是无机污染物,这类物质由母质风化,生物物质退化及农业、工业、运输,以及生产、生活废物所形成,其中重金属污染物的防治倍受人们重视,

对其“极限值”、“临界负荷”均有深入研究,同时不少人获得了在地圈生物圈中重金属元素通量值的重要数据,说明这种污染元素的严重危害性;二是有机污染物,它对环境及土壤质量保护具有重要意义,由于微生物分解活动及生物物质退化,使得土壤产生大量次生有害物质进入土壤有机物及粘土矿物表层。在这方面,对杀虫剂的施用极为重视;三是对人为的放射性元素进入土壤的研究,例如法国东部的某些森林土壤测定出这种元素,对此大家认为,当前与今后必须对陆地环境进行相应的监测与防治。

该组墙报较多,主要学术内容有以下几个方面:

1,不少报告涉及微量元素的污染问题,并运用地统计法研究 Zn、Pb、Cu、As、Cd 等元素对农业的污染,同时对污染物的储量及流动进行监测,俄罗斯及瑞士等国对东欧国家受切尔诺贝利污染的可能性予以重视,他们通过侵蚀分水岭地区土壤放射性物质的测定,发现当污染物低时,自然( $^{40}\text{K}$ )较人工( $^{40}\text{K}$ )的含量为高。

2,对有机污染物(PAH、PCB、DDT)及杀虫剂进行深入研究,并对其危害人体健康的防治进行评价。

3,对土壤中随有机肥进入的 N 及 P 引起的土与水的污染给予重视,亚洲国家对水稻种植引起的环境问题进行了研究。

4,提出了环境污染过程中的土壤质量定义与污染土壤的定义问题及其研究方法,也是这次学术讨论中的重要方面。

总的看来,当今土壤学正进入新的发展阶段,其中土壤质量、土壤污染与环境功能问题成为举世关注的重要问题。

#### 1.4 “土壤全球变化”学术组(第26组)

主报告8篇,墙报30篇,主要包括:土壤过程及全球变化(A. R. Moster);农业土壤氧化亚氮的释放(P. Laville);土地利用及农药对  $\text{CH}_4$  氧化的影响(P. Boeckx);不同农业措施(作物种类、氮肥类型)对土壤  $\text{N}_2\text{O}$  释放的影响(C. Henavlt);农用地在全球碳平衡中的变化规律(B. Gregory);碳的储存势的区域评价(P. Falloon)等。

A. F. Bouwman 等人的报告指出,温室气体不仅是包括地区大气圈放射性平衡变化的因素。当前人们对土壤是温室气体,如水蒸气、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{CH}_4$ 、 $\text{N}_2\text{O}$  的重要发生来源给予重视。据报道,全球大约有半数的  $\text{CH}_4$  及  $\text{N}_2\text{O}$ , 30% 的  $\text{NO}_2$  及  $\text{NH}_3$  来自土壤。土壤及土地利用是全球 75% 的  $\text{CH}_4$ , 50% 的  $\text{N}_2\text{O}$  及  $\text{NH}_3$  的来源。在此情况下,土壤科学家的重要任务有三:一是通过农业系统的连续测定,进一步弄清土壤对温室变暖的贡献;二是了解土壤及其土壤利用过程中全球变化对产生及消耗温室气体的影响;三是通过土壤农业及肥料管理,减少微量气体的释放,从而减缓全球变暖过程。

在30篇墙报中,有15篇研究碳循环及  $\text{CO}_2$  释放的,4篇是研究 N 循环与  $\text{N}_2\text{O}$  释放的,5篇是  $\text{CH}_4$  释放与氧化,其它几篇是地区性土壤管理与气体变化的关系。

1,关于碳循环与  $\text{CO}_2$  的释放。主要包括3方面,一是  $\text{CO}_2$  在陆地生态系统中的源与汇估算,L. Kwrganova 估算俄罗斯不同土壤的  $\text{CO}_2$  通量的年变化是:北泰加潜育土为  $0.5\text{t}/\text{hm}^2$  (C),而南泰加泥炭土为  $9.42\text{t}/\text{hm}^2$  (C);二是在农业利用与气候条件下碳的矿化作用,据报导,德国西南部草地及森林土壤中因矿化产生的 C 通量在  $1.7$  及  $4.8\text{kgm}^{-2}\text{y}^{-1}$  ( $\text{CO}_2$ ) 之间(K.

ADam);三是土壤中碳的存储势及减低 CO<sub>2</sub> 向大气的释放。

2, N 循环及 N<sub>2</sub>O 释放。主要包括 N<sub>2</sub>O 的变化与释放测定, 增温对 N 循环及 N<sub>2</sub>O 等释放的影响, 农业利用对 N 循环及 N<sub>2</sub>O 释放的作用 3 方面内容。

3, 土壤中 CH<sub>4</sub> 释放与氧化。主要包括 CH<sub>4</sub> 释放强度及土壤中 CH<sub>4</sub> 氧化能力两个方面。

4, 土壤管理、演化及气候变化。主要研究在社会经济条件及土地利用影响下气候变化与温室气体的发生、发展及调控措施等。

由此可见, 土壤全球变化问题是当前环境问题的研究重点。值得注意的是, 人们已经将土壤作为温室气体源和汇的主要方面进行研究, 这是土壤全球变化研究的新趋向。

### 1.5 “土壤荒漠化的早期阶段与可逆性”学术组(第 27 组)

主报告 6 篇, 墙报 17 篇。主要包括: 荒漠化的全球性评价及对持续性的危险(H. Eswaran); 土壤荒漠化的可逆性(F. Nicolas); 欧洲地区的荒漠化(G. L. Rubio); 土地荒漠化可逆性的理论与实践(R. M. Dixon)等。

土壤退化导致土壤的荒漠化是土地管理不当及土壤质量与土地利用之间失调的结果。它是近世纪以来, 全球性人类活动与社会现象的反映。据全球土壤与生态信息系统数据表明, 当前世界上有 33% 的土地表层易遭受荒漠化。H. Eswaran 等指出, 由于人口压力及农业的低投入, 非洲地区不少脆弱土壤易遭受荒漠化威胁, 此外, 从印度到乌克兰, 包括中亚国家及地中海地区, 也是荒漠化分布区。Y. L. Bubio 等人在研究欧洲荒漠化问题时指出, 大约近 10% 的欧洲土壤遭到退化并具有荒漠化特征, 其中包括西班牙、希腊、葡萄牙、意大利、法国、乌克兰、哈萨克斯坦、乌兹别克、土耳其、保加利亚等国, 主要由生物环境、社会经济及历史原因造成。此外, 气候干旱、土壤侵蚀、水资源失衡、不合理用地及人口压力、森林破坏等均是造成荒漠化的重要原因。总之, 荒漠化是土壤环境中的重大问题之一, 科学家们的普遍意见是必须从人的整体生态系统与环境的完善与整治入手, 加以统筹解决。因为从生物多样性的观点看, 荒漠化最终将影响种群绝灭。从土地利用的观点看, 它将直接导致土地生产力与水体系统的破坏, 对人类生存产生严重威胁。荒漠化的治理方法因地区、国家而异, 但从根本上解决问题, 还有待今后不断努力。

### 1.6 “城市及城郊土壤的特性, 管理及对人类健康的危害”学术组(第 28 组)

主报告 6 篇, 墙报 24 篇, 主要包括: 城市与城郊土壤是土壤学家新的运动场(Y. Morel); 城市、工业及矿区土壤科学的信息(B. Wolfgawg); 德国西南的菜园土(K. Fetgen); 土壤学及工业土壤(F. Louis); 城市、土壤及环境(S. Martina); 香港城市土壤的特性及管理(C. Y. Gim)等。

城市及城郊土壤专题是这次土壤学会中的一个新的学科讨论组。G. L. Morel 及 C. De. Kimpe 指出, 过去人们只注意耕种与森林土, 长期忽视城市及城郊土, 事实上城市土壤无论在性质与形成上, 均与一般土壤有所不同, 这种土壤由于受城市人为活动、物质搬运、废弃物影响, 具有明显的特性, 它不仅对城市农业、工业的发展, 而且由于污染物的含量, 对城市人类健康与城市建设有明显影响。

这次会议的报告主要围绕城市菜园土的质量, 城市土壤的基本特性及其在土壤系统分类中的地位, 自然土如何转变为城市土壤以及城市废弃物管理对土壤质量影响等方面进行。

W. Burghardt 等人对城市、城郊土壤的特性提出了生态系统的概念, 并认为这种土壤具有

生化与地化循环、水分运转、物质储存与释放、缓冲性及能量分配等特殊的土壤功能。C. Y. Gim 认为城市土壤是过去土壤的“记忆块”。Kasimov 等人分析了俄罗斯 20 多个城市土壤的各种理化、生物性质,发现这些土壤表层物质均为新的城市废弃物的埋藏层,Fetgen 等人在研究德国城市土壤时发现,大量的重金属与有害元素出现在土壤中,从而提出如何消除这些元素,保证人类健康的问题。印度科学家指出,印度 Hyderabad 市,500 万人口每天的固体废弃物达 1500—2000 吨,从而提出如何对其合理利用。

总之,关于城市与城郊土壤问题的讨论,引起了与会科学家的广泛兴趣。这种关系城市环境质量与人类健康的重要土壤问题,今后必将成为土壤科学家们研究与讨论的重点。

### 1.7 “与环境和农业有关的耕层物理特性的管理”学术组(20 组)

该学术组由土壤技术专业委员会主持,但涉及土壤与环境问题,属环境与土壤技术的交叉学术讨论组。主报告 7 篇,墙报 45 篇。主要包括:能有效预测水分功能的土壤物理性质与土壤剖面水分状态的关系(Y. Mualem);物理污染土壤质量的改良管理(R. P. Agrawal);中国亚热带稻麦轮作条件下,水稻土壤管理对促进小麦生长的影响(Y. B. Zhang);土壤的粗糙化是限制流失及侵蚀的管理方法(G. Govwers);地中海气候下,葡萄土壤侵蚀防治的农业实践(P. Andrieux);英国 Brimstore 地区耕作对硝酸盐及磷的损失影响(G. A. Catt)等。

S. Assouline 在主持会议时指出,当前在持续农业发展中,科学家的任务是指出各种促进农业的技术,关键是注意对环境的保护,因此环境问题是农业技术的前提。Y. Mualem 提出在成功预测土壤剖面水分功能及水分状态的同时,必须注意水分与环境的关系。R. P. Agrawal 在研究印度作物耕制时,注意到耕作对土壤环境污染物的影响。G. Govwers 指出比利时防治土壤侵蚀和改善生态环境的措施。法国、英国的其他报告对水分污染防治对环境的影响均作了全面分析。由此可见,从环境的角度研究土壤农业技术是当前土壤学发展的重要趋向。

### 1.8 “土壤复建(Remediation):土壤质量的标准与指标”学术组(第 37 组)

该组有主报告 7 篇,墙报 24 篇。主要包括:运用化学与生物学结合方法推导污染土壤质量标准(H. E. Allem);退化或污染土壤质量的理化及生物指标的选择(K. Cameron);运用化学元素  $Pb^{2+}$  及  $Cu^{2+}$  推导土壤质量标准(S. Sauve);运用生物学方法评价土壤质量的国际通用方法(Z. Filip)等。

S. Megrath 在主持报告中指出,由于全球性土壤退化与土壤污染问题日趋突出,因此土壤复建任务极为迫切。事实证明,要评价土壤退化与决定采用何种复建措施时,必须首先解决土壤质量的理化及生物指标。在此情况下,必须研究所有土壤,包括土地利用下对农业土壤的评价指标,而这种指标体系只有建立在良好的科学基础上才是可行的。

该组报告的主题是:一,提出用以评价土壤退化或土壤复建的理化及生物指标体系;二,确定土壤危害性及土壤复建评价的界限标准。

在 24 篇墙报中,主要集中在有机污染物的污染、重金属元素的污染、工业地段的复建及集约农业土壤退化与自然土壤的质量评价等四个方面,其中提出生物指标作为质量标准的占 70%,提出物理及化学指标的只占 30%。

在有机污染方面,俄罗斯及东欧等国报告提出石油工业引起的污染问题。Kurakov、Kubat 等人提出了不同地区有机污染下土壤的各种生物评价指标,其中包括土壤的呼吸、微生物固氮

群落、氮素固定作用及脱氢酶活性等。

在重金属污染方面, Baize、Roddier 等人在法国及比利时的研究中指出, 自然土壤中重金属的背景值是随土壤发育的母岩发生变化的。Aoyama 及 Yamawak 等人的报告指出, 重金属对土壤中微生物的活性, 包括微生物的生物量、C、N 的矿化作用及磷的活性等并无影响。

在自然与耕种土壤重建方面, Gil-Sotres 等人提出运用微生物数量、酶的活性、C 及 N 矿化作用为生物指标, 对土壤退化及土壤污染进行评价。Sentana 等人则提出土壤物理、化学指标用以评价退化及其重建。

从上可见, 因土壤退化及污染问题所提出的土壤质量评价标准与指标体系, 是当前土壤学, 也是地区与环境科学研究的主题之一, 除该组以外, 第 38 学术组(土壤重建中生物、化学及物理过程的评价与适宜性)也重点讨论了此问题。

### 1.9 “土地质量”学术工作组(F 学术工作组)

共有报告 8 篇, 是在这次会议中由世界银行组织的专题学术讨论会。由 C. Pleri 教授主持。报告内容包括: 我们珍贵的地球(H. Hurni); 土地质量指标研究计划(G. Domanski); 资源管理的领域: 土地利用、土地管理及土地质量的一种新方法(H. Eswaran); 持续土地管理的土地质量指标; 产量与养分的平衡(P. S. Binaraban); 加拿大土地质量的农业环境指标: 土壤覆盖、土壤侵蚀、土壤盐渍化及水污染危害性(E. Huffaman); 土壤退化指标定义的新趋向: 全球变化陆地生态计划的贡献(M. Kirby); 印尼、泰国、越南以调查为基础的持续土地管理的指标体系(R. D. B. Lefroy 等); 发展活动对土地持续管理影响的预测(K. Steriner)等。

可以看出, 这是土地质量评价问题最集中讨论的学术组, 学术报告提出的土地质量问题主要与土壤退化(包括肥力减退、土壤侵蚀、土壤盐渍化)、土地利用、农业产量、养分平衡及持续管理等密切相关, 并从资源管理领域提出新的土地质量评价的指标体系, 较上述土壤重建与污染土地质量评价更为宏观与广泛, 对土壤与农业环境问题的解决更具现实与迫切性。

## 2 土壤与环境问题的综合评述

上面对 9 个有关土壤与环境问题的学术组的讨论内容进行了简单概括。事实上, 除此之外, 尚有其它一些学术组, 如土壤发生组(第 3 组)、土地利用组(第 34、35、36、45 组)、盐渍土及永冻土组(第 24、39 组), 特别是土壤学概念组(第 44 及 A 工作组)及土壤信息组(第 42 组)等, 均与土壤环境问题密切相关, 而且都是由土壤学会土壤与环境专业委员会以外的其它专业委员会进行组织的, 说明土壤与环境问题是国际土壤学会中最为综合的专业学科组。由于此学科组地位的特殊重要性, 从而得到整个土壤学会、专业分支委员会一致的支持和关注。下面, 仅就 3 个方面进行综合评述。

### 2.1 当今土壤科学的发展趋向

这次在全会上共交流了 8 篇有关土壤学概念的报告。并组织了两个讨论有关土壤科学的学术组(“土壤, 土壤科学及其运用”——第 44 组; “处于变化环境中的土壤”——学术工作组 A), 出版了两本文集(“土壤学会议报告文集”, 有论文 14 篇; “土壤学多学科交流论文集”, 有论文 30 篇)。可以看出, 在当前全球社会经济发展形势下, 土壤科学无论在概念与定义上, 特别是面对社会需求的实际运用上, 均面临新的评价与挑战, 土壤学家们对此进行了广泛的讨

论,从中提出了不少值得思考的问题,总的看来,当今土壤科学正处在新的转折阶段,下面5个方面的发展趋势,值得大家深思。

1,土壤科学的总思路必须更新。首先是应对土壤学的概念与定义重新思考。科学家们认为,土壤科学最开始是在化学与植物营养基础上建立的,其后在土壤地理与调查制图基础上逐渐发展,开始将土壤作为地球表面的“实体”,进而发展为“连续体”、“土体”、“土链”、“土被”、“小流域”及“三维连续体”,但随着人口增长,农业与土地利用及社会经济发展,不少学者认为,土壤学除研究土壤自身性质与形成规律外,必须考虑经济,特别是社会对土壤学的需要,并以此作为思考土壤科学概念与新的定义的依据。有人提出,土壤科学从本质上讲来自社会,因此首先应思考今后土壤学究竟给人类社会带来些什么?它在社会上存在的意义如何?对此,大家的看法是,至少要从4个方面服务社会,一是解决食物来源;二是解决物质与能量来源;三是解决水、土、气、生资源的平衡;四是解决与城市建设、人口发展与人体健康问题,并从环境保护角度,解决农业土壤与环境质量问题。由此可见,今后土壤科学发展趋向是面向社会需求,面向社会经济环境对全球及区域持续发展带来的新问题。

2,土壤科学的研究领域必须拓展。有人提出必须将单一土壤科学(Soil Science)与综合土壤科学(Soil Sciences)的概念加以区别,并认为当前土壤学面临的问题极其复杂,无论在解决土壤自身的理论问题中,还是在解决社会需求问题中,单凭土壤学本学科的知识是绝对不够的,必须考虑扩展学科领域。应该借助和运用地理学、地质学、生物学、生态学、考古学、社会学及有关数理化等新兴学科等多方面学科领域的知识共同解决问题。因此,从学科领域看,需要将土壤学拓宽到土壤环境科学的高度,从全球土壤变化、土壤与地球4个圈层的相互作用的关系,从社会、经济、环境及水、土、气、生资源的综合利用,以及研究土壤自身性质的有关方面不断拓宽学科领域。不少学者认为,今后土壤学家必须同时具备土壤宏观与微观研究、土壤基础研究与应用研究、土壤纯科学与社会科学、地学、生命科学、工程地质学等方面的知识,方能适应新形势发展的需要。当然,土壤学家本身的学科专业深度与知识领域,也是重要的基础。

3,土壤科学的研究方法必须综合交叉。除扩展学科领域外,土壤科学在研究方法上,还必须综合交叉。为了解决此问题,国际组织于1992年在法国(Rennes),1993年在津巴布韦(Harare),1995年在意大利(Bologna)连续召开三次国际会议,目的是广泛听取与自由交换对土壤学研究方法的意见并初步得出一些共识。参加会议的主要来自发展中国家,包括土壤学家在内的各个领域的学者,有技术人员、行政管理人员、政策决策者、政治家、经济与社会学家、城市规划专家、工程学家及妇女、教育代表等。通过讨论,初步的共识是,今后要采用多学科、多领域的综合交叉方法(Holistic approach)解决土壤学面临的问题。例如在考虑土壤学面对解决经济与农业持续发展问题时,需将土壤学(土壤物理化学、生物、矿物、分类制图等)与生物地理学(农业、气候、水文、林业等)、人类科学(社会、经济、法律、政治、人口)及不同地区的社会学进行综合交叉,相互渗透。在土壤学解决地区社会经济环境问题时,必须考虑农村与城市市场,作物—土壤—牲畜—土地所有者的权限,以及自然生态、水土保持、植物营养、土壤污染等方面的学科领域相结合,并在评价方法上,采用自然与社会、政治与经济、环境与技术全面结合的原则进行。其中将农业经济、土壤环境的学科领域作为与土壤学今后的学科综合交叉是

今后发展的重要趋向。

值得注意的是,这次国际土壤学会一致决定,将国际土壤学会的名称(ISSS)改为国际土壤学联合会(IUSS),这是因为考虑到今后土壤科学更多的面向世界其它学科领域与组织的联合与交叉,通过广泛的联系,达到促进学科发展的目的。由此可见,今后土壤科学向其它学科拓展与综合,将是必然的趋向。

4,土壤学的战略目标需进一步明确。不少土壤学家认为,跨世纪的全球战略任务是解决全球及地区性环境及其质量问题,包括水、土、气、生等自然环境及其质量,社会经济环境及其质量,人类生存与健康环境及其质量问题等。从土壤学角度看,跨世纪的战略目标,除研究土壤自身基本性质及其发生规律外,主要是研究土壤及环境质量问题。具体包括土壤全球变化与环境;土壤圈与地球圈层的物质循环;土壤生态与环境质量;土地利用与土壤退化;农业土壤与环境质量;土壤资源开发与农业利用;土壤肥力与水土保持;土壤污染及其重建;城市建设及土壤环境保护等。科学家们认为,今后土壤科学必须同时注意基础研究与应用研究。在基础研究方面,首先要通过土壤物理、化学、生物学科,与生物化学、流体力学、地球化学、水文学、地质学、气象学、微生物学、矿物学、植物生物学及表面化学等学科相结合,深入研究土壤的基本性质及发生过程,同时应对土壤生态系统及其有关土壤与环境质量功能,包括土壤有机性质及生物量、土壤C库,土壤温室气体 $\text{CH}_4$ 、 $\text{CO}_2$ 、 $\text{N}_2\text{O}$ ,土壤利用变化及水、土、气、生等资源的演变,土壤信息及数据库等,进行模式、模拟及预测预报等深入研究。在应用研究方面,今后应着重解决:土壤与水资源保护;降低水、土、气污染;提高排灌系统效率;改善作物水分与养分的利用率;改良低产土壤理化特性;改善土地质量,并对因人口压力、生物多样性破坏、土壤退化、气候变化及污染所造成的土地资源数量及质量变化带来的问题进行深入研究,同时通过社会、经济与政策的结合,对全球及地区农业,土壤环境及人体健康三者的质量问题加以解决。有人认为,土壤是环境科学研究的主体。从历史发展看,本世纪50年代主要是对环境问题进行宏观、定性的描述,60年代开始对环境的各分支学进行描述,70至80年代开始对环境动力系统进行模拟,预测到2010年前将转入对社会环境进行系统性评价。因此今后对土壤与社会环境系统的研究应予重视。

5,土壤学的研究手段必须不断创新。在会上,从各个学科组的报告中可以看出,大家对土壤学研究手段的应用与创新十分重视。除土壤系统信息技术、遥感技术外,数字化技术,地统计学,“三S”技术,生物工程技术以及数理化等新设备与技术方法的运用均极普遍。例如联合国及有关国际组织现已推出“IRB”及“WRS”两种国际通用的土壤系统分类及调查制图的参比数据库供各国参考。这将直接促进土壤资源及土壤环境研究等进入新的阶段。这种情况表明,当前土壤科学的发展除依靠正确的思路,明确的目标及正确的研究方法以外,还必须采用先进的技术条件与手段,这是土壤科学今后发展的又一必然趋向。

## 2.2 土壤与环境问题研究的主题与内容

从土壤学发展的趋向看,土壤与环境问题的研究是今后土壤科学研究的重要方面。土壤与环境问题着重研究土壤因子与其他环境因子的相互作用,也就是研究人类活动和土壤之间的相互作用,其核心内容是研究土壤与生态环境问题,具体讲就是研究土壤与生态环境的多样性、稳定性与土壤的储存、转化和运输功能等三个方面。土壤与生态环境的多样性决定于区域



水平、生态系统水平与土壤自身的因素,包括各种人工社会系统、农业、城市、工业系统等。人类对其干预总是通过对不同系统的影响,谋求最大的净生产量。同时必须研究人类活动对其多样性影响的基本规律,使得整个土壤与环境生态系统处于动态平衡,为人类的生存与社会发展服务。土壤与生态环境的稳定性是任何生态系统正常运转的必要条件,它对生态系统的各个特性,包括物理、化学及生物特性等起稳定作用。但这种稳定性由于受自然与人为作用的影响,经常处于相对稳定状态,例如侵蚀与水土保持、酸化与缓冲、退化及恢复重建、污染与防治、林地砍伐与复兴等,都是在相对作用下使土壤生态环境处于暂平衡。因此在实践中,人们必须研究不同土壤生态环境条件下,克服不利因素对其影响,保持整个系统持久的稳定与平衡。土壤的储存、转化与运输功能,主要是指土壤的水分分配、元素循环、养分平衡、能量转化等功能,这对确保土壤可持续利用,稳定水、土、气、生之间的转化与平衡有重要意义。同时在土壤与环境问题研究中,必须加以重视。

至于土壤与环境问题的研究内容,从这次国际土壤学会看,大致可分为以下七个方面:

1, 土壤与全球变化。包括土壤温室气体的源和汇及通量变化、储存容量及古土壤、古环境变迁等研究。

2, 土壤退化及防治与重建。包括荒漠化、盐渍化、酸化、养分贫瘠化及其恢复重建技术与措施等。

3, 土壤污染防治。包括有机、无机及重金属污染,工业污水及污泥处理,土壤污染评价指标及污染土壤重建等。

4, 土壤质量及评价。包括土壤质量评价标准,指标体系的建立与不良质量土壤的复建。

5, 土壤农业环境。包括农用土壤的理化、生物特性及不同环境因素与土壤耕性的影响。

6, 城市与城郊土壤特性及环境质量。包括城市与城郊土壤的基本性质、发生分类、变化规律及产生污染物对城市环境与人体健康的不利影响等。

7, 土壤与环境问题新技术与新方法的运用与研究。包括土壤信息、遥感技术、生物工程技术及有关测定仪器及模拟、遥控预测系统新技术应用与研究等。

应当指出,土壤与环境问题是综合联系的。从土壤科学研究看,这里主要是将与土壤有关的环境问题列为研究重点,并非研究整个环境问题。例如在温室气体研究中,主要是研究 $\text{CH}_4$ 、 $\text{N}_2\text{O}$ 等土壤源与汇及因土壤耕种及土壤环境对其释放的影响等,而与大气有关的温室气体效应问题,并非是土壤与环境问题的研究范畴。当然土壤与环境问题与整个环境是不可分割的,只有首先弄清与土壤有关的环境问题,才能真正阐明土壤与环境中的各种变化规律与整个环境的关系,从而提出治理对策,为社会持续发展作出贡献。

### 2.3 大力开展我国土壤与环境问题的研究

由于受人活动与土地利用不当的影响,我国土壤与环境问题日趋突出,这主要表现在土壤退化与环境污染两个方面。据统计,在土壤退化问题上,全国有1500万 $\text{hm}^2$ 土地(占全国1/3)遭受水蚀,有100万 $\text{hm}^2$ 耕地遭受盐渍化,风蚀与荒漠化面积达33万 $\text{hm}^2$ ,耕地养分有不同程度的减退。在环境污染方面,全国有13条流经城市的河流遭受工业污水的污染,固体废弃物堆压土地5.5万 $\text{hm}^2$ ,空气污染TSP值,在华北达 $526\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,华南达 $119\mu\text{g}/\text{m}^3$ ,南部与西南地区酸雨的pH值 $<5.6$ ,甚至 $<3.4$ ,全国 $\text{SO}_2$ 的排放占发展中国家的一半,由于水土污染

对农业生产明显影响。近年来党和政府虽然十分重视我国土壤与环境治理变化问题,并采取了一系列对策,但收效一般甚缓。在这种情况下,建议今后大力开展我国土壤与环境问题的下列项目研究:

1, 土壤温室气体形成机理、变化规律与减缓途径的研究。着重研究我国不同地区土壤中 $\text{CH}_4$ 、 $\text{N}_2\text{O}$ 、 $\text{CO}_2$ 的源和汇及其在不同耕制与水稻种植条件下 $\text{CH}_4$ 、 $\text{N}_2\text{O}$ 的变化规律,并提出有效的减缓释放措施。这项研究是土壤全球变化的重要组成部分,并将与国际研究接轨。当前我国已经在东北、华北,特别是南方及太湖等地区开展研究,并获较好结果,今后应进一步加强定位与监控研究,使其在说明中国土壤全球变化中有新的进展。

2, 土壤退化时空变化、形成机理与调控对策的研究。通过信息与遥感技术及定位模拟预测等方法,针对我国不同地区存在的特殊土壤退化问题,着重对荒漠化(西部地区)、盐渍化(黄淮海地区)、沼泽化(东北区)、土壤侵蚀(西北、华南)、土壤酸化(西南及东南)、肥力减退(南方)及土壤污染(经济发达地区)等退化问题进行了研究,并已取得初步成果。但此项工作必须长期坚持进行,并与国际研究相联合,才可望获得全面结果,并在生产实践中产生效益。

3, 土壤污染发生类型、形成规律与防治途径的研究。着重在我国经济发达与工业地区,研究土壤有机、无机与重金属污染等工业污水及固体废弃物的处理,并对水、土壤污染对环境与人体健康质量的影响与防治途径,提出因地制宜的有效治理措施。我国在南方及太湖地区曾开展水、土面源污染及其防治的长期定位监控研究,已取得良好结果,建议此项研究应普遍推广,使全国的土壤污染研究进一步得到发展。

4, 土壤质量的演变机制、评价体系及恢复重建的研究。着重从土壤质量对农业、环境及人类生命质量影响的角度,系统开展不同地区的主要土壤,特别是耕作土壤的质量演化规律、形成机理与评价标准与指标体系的研究,并通过现代土壤技术与定位研究,对我国土壤质量减退的土壤类型进行恢复重建的系统研究。土壤质量问题是我国土壤与环境研究中至关重要的项目,今年,中国科学院已在过去研究基础上向国家提出这一重大研究项目的申请,如能付诸实现,将对我国的土壤质量研究有新的推进。

5, 我国经济快速发展地区土壤环境演变机制与调控研究。此项研究通过土壤与其它学科,如生态环境学、地质地理学、社会经济学、城市规划学、交通建设学、城乡与人口变迁学等相结合,对我国经济快速增长区,在人口、资源、环境、经济变化下,土壤环境的演变规律及对环境与社会经济发展的影响开展研究,从而提出相应的技术、政策与协调措施,进一步促进区域经济的持续发展。今年国家基金委已在过去对长江三角洲研究的基础上,提出我国在东南经济快速发展地区的环境演变及调控的重大研究项目,并已向国家申报,如能得到批准,将对我国东南经济的发展及整个地区土壤与环境研究有所贡献。

6, 我国不同地区土壤生态环境建设及其治理途径的研究。针对我国不同地区存在的突出的生态环境问题,如青藏高原的环境变迁;西北干旱治理;西北水土保持;东北沼泽地区改良;黄河断流与水分平衡;长江洪涝灾害与生态环境;南方生态环境的恢复与整治等进行长期系统的定位与监控研究,并不断向国家提出新的整治措施与途径。建议国家在过去工作的基础上,积极组织开展长江流域生态环境与洪涝灾害的治理研究项目,并列入跨世纪的国家重大课题

(下转第 310 页)

5.2.3 实施和验收阶段。验收是对实施成果的检验和评价,也是土地整理程序中不可缺少的一个环节。

## 6 结语

土地整理工作在我国刚刚展开,土地整理模式的建立必然要靠各地在实践中不断探索,同时还应借鉴国外成功的土地整理经验,比如德国就是一个在土地整理方面做得卓有成效的国家,有一套严格的运作程序,并且土地整理计划详细具体,可操作性强<sup>[4]</sup>。借鉴国外经验,更要结合我国国情,因地制宜建立具有各地特色的土地整理模式,充分显示土地整理在我国产生的巨大效益,力求实现耕地总量动态平衡和可持续发展。

### 参 考 文 献

- 1 国家土地管理局土地利用规划司. 关于土地整理的初步研究与思考. 中国土地报, 1997. 3. 18
- 2 董祚继. 试论土地整理的内涵及当前任务. 中国土地报, 1997. 3. 8
- 3 国家土地管理局保护耕地专题调研组. 保护耕地必须实行治本之策. 中国土地报, 1997. 3. 8
- 4 吴次芳等. 形式多样, 重在实效——苏、浙、皖部分地区土地整理的调查. 中国土地报, 1997. 7. 5
- 5 单卫东. 土地整理的模式、潜力及发展战略. 中国土地报, 1997. 5. 17
- 6 上海市奉贤县人民政府. 开展土地整理, 优化利用结构. 中国土地报, 1997. 5. 31
- 7 中国土地报有关的新闻报道, 1997. 5. 17

(上接第 290 页)

组织实施。这将对长江流域整治经济的持续发展有重大意义。

7, 我国土壤与环境问题有关基础应用与开发项目的研究。在开发以上各项研究的同时, 必须注意土壤与环境问题的各个方面的深入研究。包括: 土壤与古环境、古地貌; 土壤物质循环与全球变化; 土壤污染物质的转化规律与形成因素; 水土资源的变化规律与调控; 城市与城郊土壤的基本特性、发生分类及其对环境的影响; 土壤资源的开发利用与环境影响; 土壤信息与遥感技术的应用; 土壤新仪器设备与手段的研制与开发; 土壤环境技术与成果的开发、转化与推广应用等。

总之, 土壤与环境问题是关系我国国民经济可持续发展的重要研究课题。为适应我国社会经济发展, 需要借鉴国内外已有的经验, 组织有关学科与部门共同完成。我们坚信, 在党和政府领导下, 今后只要加强综合协作, 发挥土壤学及各学科的优势, 我国土壤与环境的研究与治理工作必将在跨世纪中获得新的推进, 并在推进我国社会经济建设, 作出新的贡献。

### 参 考 文 献

- 1 Proceedings of the 16th world congress of soil science in CD-ROM - Microsoft Internet Express, 1998; Montpellier, France.
- 2 Proceedings of the 16th world congress of soil science. Introductory conferences and Debate, Convention Center Montpellier, France, 1998: 1 - 188.
- 3 Reele L. Nori M. Ferrari G. Holistic approach to sustainable development: Inteaotion of Soil Science with different disciplines; Proceedings of Bologna Workshop, Aster, University of Florence, Italy. 1995: 1 - 117.