

# 土壤盐渍地球化学研究的进展及发展趋势<sup>\*</sup>

杨 劲 松

(中国科学院南京土壤研究所)

## 摘 要

本文在介绍国内外土壤盐渍地球化学的研究现状及发展趋势的基础上,对我国在这方面的优势及不足之处进行了分析,并提出了我国今后10年的研究重点。

土壤盐渍地球化学是土壤学的一个分支学科,是以土壤发生学、地球化学观点和基本原理,综合应用化学、物理学、物理化学、地学及新技术方法,研究土壤中盐分物质(主要是8大离子组成的可溶盐)的来源、迁移、积聚、转化及其对成土过程和土壤性质影响的科学,研究的主要对象是盐渍土,同时包括作为盐分运移的载体——水,和盐分的受体——植物。盐渍土的地球化学过程,及其发生、演变规律和改良利用是它的研究重点。

盐渍土的研究开始于一个多世纪以前。到本世纪20—30年代,К. К. Гелройц、De' Sigmond 和V. A. Kovda等土壤学家开始用地球化学观点、原理和方法,研究盐渍土的发生与演变问题,并逐渐奠定了土壤盐渍地球化学研究的理论基础——盐分在土壤中迁移转化的地球化学作用规律。该学科是在人类开发利用盐渍土资源和与盐渍化作斗争的过程中逐渐形成的,目前仍在不断地发展和完善。本文仅就该分支学科国内外有关研究领域的进展、发展趋势以及我国的发展方向,提出初步看法。

## 一、土壤盐渍地球化学的研究现状

盐渍土广泛分布于世界上100余个国家和地区,全世界盐渍土面积近10亿公顷,我国有1亿公顷左右,并仍在不断发展变化,相当一部分盐碱地尚未得到有效的改良与利用。因此,各国学者对盐渍土研究给予高度重视,美、匈、以、印、澳、苏、中等国在这方面的研究较为突出。主要研究内容可归结为4大领域:

1. 盐渍土的发生、分类及其景观地球化学。土壤盐渍化的发生、演变;盐渍土形成、分布规律及其分类等研究仍然是该领域研究工作的重点。盐渍土的景观地球化学研究方面,主要发展了盐分迁移、积累的景观地球化学类型和盐渍分区研究。分类研究方面,不少国家都致力于建立适合本国土壤条件与特点的盐土、碱土分类系统,还有学者进行了盐渍土数值分类和分级的探索,并取得较好效果。

在该领域研究中,有学者利用卫星遥感数据,发展了盐渍土的计算机自动判译模式,用于盐渍土的调查和制图。还有学者应用系统工程方法,开展了盐渍化中低产地区域的综合治理研究。

\* 祝寿泉、俞仁培二位研究员提出修改意见,谨致谢意。

2. 盐渍土的基本特性及其诊断。盐渍土的化学、物理、物理化学、水力学及生物学特性的研究受到重视,并侧重研究灌溉水质、改良过程对盐渍土特性的影响。这一领域中,盐渍土的水分物理特性;通透性和电解质临界浓度;导水性与SAR,电解质浓度与pH值关系;碱化土壤的离子交换特性研究等有所进展。盐渍土的诊断方面,近期提出了一些适合不同地区特点的土壤盐度、碱度指标的界限值。随着盐渍土研究的深入和新技术手段的应用,不少学者进行了土壤盐分含量的空间变异研究。如美国学者利用地质统计方法来定义田间土壤盐分的空间分布,并进行了土壤特性变化的定量制图。同时,地理信息系统在土壤盐渍化的评估及发展趋势预测方面的潜力,也已受到重视。

土壤盐分的测量方法研究上,近期发展了一些方便迅速,能原位测量、实现动态监测和测量数据的连续电信号输出的测量器件和方法,如四电极、电磁感应电导仪(EM)和时域反射计(TDR)等。

3. 盐渍土的水盐运动及盐渍化预测预报。这是目前较活跃的研究领域。近期主要研究土壤中水盐运动和溶质运移的过程、机理及其建模;地下水位、土壤盐渍化的预测预报;水盐动态调控等模型,以及预测预报研究近年来发展更快。其中,描述土壤—植物—大气之间能量交换和水分运移的三维数值模型;模拟土壤中8大离子迁移、转化的淋洗和化学过程模型;根据水盐动态观测资料推求盐分迁移时间概率密度函数;以及描述次生盐渍化过程的数学模型等,都是较重要的进展。

此外,还有一些学者用放射性同位素 $^{22}\text{Na}^+$ 、 $^{36}\text{Cl}^-$ 和 $^{35}\text{SO}_4^{2-}$ 作示踪剂,研究土壤水盐动态,并总结出地下水埋深和土壤质地影响土壤盐分累积的规律。另有学者提出了地下水埋深临界动态指标,包括旱季、雨季前和雨季的不同深度的动态曲线,为区域水盐动态调控提供了依据。

4. 盐渍土的改良与管理。这个领域主要包括盐渍土的改良、盐渍土的灌溉管理、植物耐盐性、以及次生盐渍化防治4方面的内容。

碱化土壤改良目前较活跃,在土壤改良剂的需要量、碱化土壤改良中灌溉水需要量、碱化土壤中营养元素(N、P、K、Zn等)的管理等研究方面,有一些新的发展。低矿化碱性水和盐碱土的分级研究有了加强,盐碱地的水利改良措施,包括种稻、淤垫、井灌井排和现代排水技术等研究有了进一步深入。还有学者提出人工形成土壤不透水层改良盐渍土的新措施。

盐渍土管理研究中,优化灌溉管理是重点。不少学者进行了优化灌溉定额研究,提出了适合盐渍土的最佳灌溉深度和次数,还有的发展了灌溉水质、灌溉定额的综合优化,为含盐地下水的应用创造了条件。作物耐盐性研究方面,已有学者建立了在不同土壤和灌溉管理条件下,植物对盐分的响应模型,并确定了相对产量和耐盐临界值。次生盐渍化防治方面,则着重研究灌溉和大型水利工程对土壤次生盐渍化的影响及其对策。

## 二、土壤盐渍地球化学研究的发展趋势

1. 盐渍土基本特性的研究进一步深入,并加强了本分支学科和其它学科的交叉渗透,促进了研究因子的多元化和研究内容的综合化。盐渍土的水力传导特性、土壤溶液热动力学特性、土壤负吸附特性和阳离子交换特性等研究近年来有所加强,为土壤水盐动态和盐渍土改良研究提供了理论依据和实用参数。在水盐运动、盐渍土改良、作物耐盐、次生盐渍化等研

究领域,本分支学科与土壤物理、土壤物理化学、地球化学、植物生理和生态科学等交叉渗透较突出,促进了本学科研究的深入和研究领域的开拓,也对相关学科的发展和完善有所贡献。

2. 研究向数量化和模型化方向发展。随着研究的深入,本分支相当一部分领域由定性研究趋向于定量研究,更加重视所研究过程的理论推导,黑箱式的研究逐步向灰箱式、乃至白箱式研究方向发展。

在水盐运动和土壤盐碱化预测预报领域,数量化和模型化研究更为活跃。研究因子由单个趋于多个;描述的过程由一维趋于多维;由概念性模型趋于数值模型;由经验模型趋于理论模型,并有发展随机模型的趋势。实验模拟条件注重接近田间状况,监测、数据采集向自动化和计算机化方向发展。

3. 新技术方法的运用推进了研究工作。遥感技术在盐渍土研究中应用方面的发展,提高了盐渍土壤调查、制图效率和精度,并提供了追踪宏观尺度土壤盐渍化时序动态变化的新手段。四电极、EM、TDR等新技术大大加快了田间测量土壤盐分的速度,增大了野外测量区域范围,减少了采样和实验分析样品数目,增加了数据量,促进了地质统计在土壤盐分估计上的应用,提高了利用监测资料估计区域盐分状况的精度,并对随机模型的发展有重要作用。

4. 基础理论研究与应用研究的结合加强,重视研究工作的应用前景。主要表现在对盐渍土改良研究的高度重视。近期较受重视的如植树;冲洗排水;增施有机肥;现代排水技术;修建地下排水管道和蒸发池系统、解决区域排水出路;应用改良剂;调节水肥盐综合措施等改良盐渍土的试验研究,与生产实践有密切联系,大多能直接用于指导生产。

5. 重视盐渍地球化学研究与全球生态环境变化的关系,将土壤盐渍化作为土地退化的一个重要方面和影响全球生态环境的重要因子来研究。人类活动对土壤次生盐渍化的影响、土壤盐渍化的预测预报和土壤盐渍化演变趋势等研究已逐步与生态环境的变化联系起来。

### 三、我国在土壤盐渍地球化学研究中的优势和薄弱环节

本世纪20至30年代,我国即开始了盐渍地球化学有关领域的研究工作,现已具有一定规模和学术水平,其优势和不足主要表现在以下几个方面。

1. 以盐渍土改良为主的应用和应用基础研究较为深入。盐渍土是我国农业发展的重要土地资源,其改良利用研究受重视,研究有一定深度和广度,在国际上有一定优势。其中,盐渍土改良利用技术、土壤次生盐化碱化的防治等研究,都很有特色。

2. 国内的土壤水盐运动和溶质运移研究发展较快,有些已赶上世界先进水平。区域水盐季节动态预测模型、水盐动态过程的数值模拟、盐分迁移时间概率密度函数推算、区域水盐调控指标等研究在国际上都有一定影响。集中资金建造大型模拟实验设施,与地方配合建立大面积观测试验区,对这些优势的取得起了重要作用。

3. 区域性研究工作有所创新,围绕盐渍土改良的区域综合治理研究有一定进展。例如,从反映治理区的特点、体现综合治理、并考虑社会经济条件可能性的原则出发,提出了盐渍土地区的开发治理模式。“六五”和“七五”期间,在黄淮海平原集中了多单位、多学科的科研人员,对包括盐渍土在内的中低产地进行了系统的综合治理研究。

4. 基础理论研究较为薄弱,盐渍土的化学、物理、物理化学、生物学特性及其相互关系

的研究有待加强，已有的基础研究也有待深入。基础理论研究的不足给应用研究的深入带来不利影响，导致一些工作仍局限于黑箱式研究，以及研究结果的表面化和一般化。

5. 研究内容的系统性和综合性不够，整体研究的数量化和模型化水平不高，如国内的水盐动态研究，很多只局限于溶质运移的水动力学过程，而土壤作为固、液交换相共存的综合自然体，其中的化学反应、离子交换过程对盐分迁移的影响，尚需予以加强和重视。

6. 新技术和新方法的使用上与国际先进水平有一定距离。如电磁感应土壤盐分测量技术(EM)，国外已在田间调查和盐渍土研究中广泛应用，我国这方面的工作还是空白。国际上盐渍土研究中常用的指标和标准还没有在我国通用。信息技术在盐渍土制图、分区和发展趋势预测等方面的应用，我国还没有起步。

#### 四、我国土壤盐渍地球化学的发展方向

根据对该分支学科研究进展和发展趋势的分析，我们认为本分支学科研究的前沿，是土壤盐渍化对全球土壤、生态环境变化的影响，及其预测预报和防治对策。为发展盐渍地球化学研究，一方面要跟踪国际前沿，另一方面要立足于现有条件，使其能为国民经济建设服务。据此，我们认为在今后的10年中，我国应加强以下5个方面的研究：

1. 加强基础理论研究。基础理论研究是我国该分支学科研究中的薄弱环节，应加强这方面的研究，赶上世界先进水平，提高我国学术地位，推进应用研究。其中，盐渍土的发生、分类和分级，溶质运移，灌溉水质对盐渍土基本特性的影响机理，碱化土壤改良机理，土壤中盐分物质的化学过程对盐分运移的影响，盐渍土特性的空间变异，应作为重点。这些研究有明确的方向和目的，跟踪了国际发展趋势，综合性较强，其成果能推动盐渍土改良和管理、土壤次生盐渍化防治等应用研究的发展。

2. 积极参与全球土壤变化及其对生态环境影响研究。盐渍土是重要的土地资源之一，土壤次生盐渍化是全球土壤变化和土地退化的重要方面，参与旨在解决粮食问题、合理利用土地资源和改善生态环境的全球土壤变化研究，将对盐渍土的宏观变化、发展趋势方面研究起促进作用，为合理开发利用盐渍土地资源的宏观决策提供理论依据。人类活动条件下土壤盐渍化演变趋势、土壤盐渍化对全球环境变化的影响、土壤圈中盐分物质的循环及其对粮食生产的影响等，应重点研究。

3. 结合国家任务，深入进行盐渍土改良、土壤水盐动态和盐渍化预测预报研究。这方面工作有些在国际上有一定优势，应用前景明确，要深入下去。盐渍土改良研究侧重抓中低产地改造中次生盐渍化的防治，以及典型地区的试验示范研究，确保区域农业产量持续稳定增长。水盐动态研究应深化，加强多因子和多过程的综合研究，发展水盐运移的随机模型，提高模型拟合田间盐分变化的精度，为改良、预测预报、灌溉管理提供依据。盐渍土改良利用技术、区域水盐动态调控及区域盐渍土综合治理模式，水盐运移及次生盐碱化预测预报模型，盐渍土优化灌溉管理等应作为主要研究内容。（下转第173页）

## (二)90年代我国土壤学发展中应重视的问题

1. 加强学科的综合和渗透,要十分注意学科研究的实践性,即以“人类生存发展与改善自然环境”作为总战略目标,并应注意宏观对微观的指导及学科间的渗透和交叉。

2. 重视测试和研究手段的更新和新技术的引用,尽快建立起我国土壤信息系统及全国性的土壤信息库。以适应90年代土壤学发展的需要。

3. 明确重点,加强定位网络研究。近10年内应特别重视我国热带、亚热带地区土地资源治理开发与生态、肥力平衡中有关机理及发生性质的研究。要加强长期定位观察与示范研究,从而取得系统、动态、定量的资料,将土壤研究提高到新的水平。

4. 开展“国情战略”研究。结合我国国情,研究中国土壤学的现实问题及发展战略,包括土壤—人口—粮食—资源发展战略;土壤与区域治理布局;土壤与土地生产力及肥力发展;土地承载力与生存环境战略等。

5. 加强国内外合作,重视科技人才的培养。

总之,90年代的土壤科学将进入一个新的时代,可以预见,随着土壤圈物质的组成、性质与循环规律的研究,土壤学必将对人类生存及自然环境的改善有新的贡献,并将在土壤学理论研究上有新的推进。

### 参 考 文 献

[1]赵其国,为人类生存及改善环境不断加强土壤科学研究。土壤,第5期,1990。

[2]赵其国,土壤圈物质循环与土壤学的发展前景。土壤,第1期,1991。

(上接第209页)

4. 在长期定位研究和联网研究基础上,建立全国盐渍土动态信息数据库。以野外长期定位观测台站为依托,进行长期实验观测研究,建立不同自然条件和改良利用方式下,盐渍土壤演变过程的动态信息数据库系统,为盐渍土发生、演变、改良、趋势变化、环境影响、盐渍土资源的合理利用等研究提供较系统的依据、方法、经验以及参数,也为盐渍分区和盐渍土图制作提出新手段,为土地资源信息系统建立打下基础。

5. 加强与其它学科的交叉渗透,以及新技术方法的引进、应用。通过承担国家任务、国内外合作研究和重大基金项目,参与综合性研究课题,运用多学科手段、方法,探索本学科与其它分支研究之间的新结合点,开拓研究领域,充实和发展盐渍地球化学。同时,积极引进国外先进方法和技术,发展新技术方法及其应用的研究,包括EM、TDR测量技术,信息系统工具等,并逐步实现盐渍土监控、测试指标、测试方法的标准化、规范化和系统化,以利进一步发展国内外研究工作的交流,实现信息共享、共用。(参考文献31篇从略)