

土壤盐渍化研究展望

杨 劲 松

(中国科学院南京土壤研究所)

摘 要

介绍了第十五届世界土壤学年会有关土壤盐渍化及盐渍土研究的主要内容和 development 趋向,并提出了土壤盐渍化及盐渍土进一步深入研究的重点领域。

进入九十年代,土壤盐渍化的研究有了进一步发展。各国科学家们运用多学科和新技术手段,从基础到应用,从微观到宏观,从土壤盐渍化的基本规律到与资源、环境和农业持续发展的关系及相互间作用等角度,对土壤盐渍化开展了全方位的研究工作。本文仅对 1994 年墨西哥第十五届世界土壤学年会所反映的学科研究动向作一分析,并对土壤盐渍化及盐渍土研究作一展望。

一、土壤盐渍化及盐渍土研究的动向

第十五届世界土壤学年会上有关盐渍土研究的论文报告由大会主题报告、专题报告会分组报告及墙报展示三个部分所组成。匈牙利的 I. Szabolcs 教授在年会开幕当天的全体大会上报告了题为“21 世纪土壤盐渍化问题展望”的论文,这是代表土壤科学主要学科分支的十一篇大会主题报告之一。报告在分析盐渍化发生发展历史基础上,阐述了人类活动对盐渍化的影响及盐渍化对人类生活、生产及环境的反作用。对今后盐渍化的发展及影响进行了预测,认为二十一世纪土壤盐渍化还将继续发展,并成为全世界关注的重要问题之一。同时,提出了相应对策。

盐渍土专题研讨会是第十五届世界土壤学年会 45 个专题报告会之一,也是年会中重要的学术交流内容。盐渍土专题研讨会的主题确定为:盐渍化对生态、环境及持续农业的危害和影响。国际土壤学会盐渍土分委员会主席、中国科学院院士赵其国教授主持了该专题研讨会的论文报告。会上共报告了 9 篇论文,进行会议报告的九篇论文分别来自中国、日本、美国、以色列、俄罗斯、古巴和墨西哥。会议报告论文主题分别为:“盐渍化对持续农业和环境的危害”;“咸水灌溉与环境的关系”;“碱化土壤形成的地球化学作用及其特性”;“土壤盐渍化评估方法的新进展”;“不同作物对土壤盐渍条件的耐性研究”;“灌溉水管理及其生态效应”;“盐渍化的定性和定量评估技术”;“次生盐渍化粘性土壤改良技术研究”;“灌区的土壤盐渍化”。

来自 18 个国家(包括墨、中、俄、西、美、澳、匈、印、埃、以、法、古、南非、巴、叙、南斯拉夫、阿根廷、亚美尼亚等)的科学家在第十五届世界土壤学年会盐渍土专题讨论会上集中展示了反映其最新研究成果和研究动向的 43 篇墙报。此外,在相关的专题讨论会(如土壤物理、土壤技术、

土壤分类等)上,还报告或展示了约 20 篇有关盐渍化及盐渍土研究的论文。从年会的报告的论文和展示的墙报所显示的情况看,有关土壤盐渍化研究各领域中论文数量较多,讨论较为深入和集中的问题,主要有以下几方面的内容:

首先是土壤盐渍化及灌溉与农业生产和生态环境之间的相互作用。讨论较多的问题是土壤盐渍化与灌溉、盐渍化与农业、农业与灌溉、盐渍化和灌溉与生态环境之间的联系,相互之间的关系和作用。在全球、区域或局部不同尺度范围,从宏观与微观相结合的角度,对作用的机理及表现形式、影响的范围、影响的程度及其发展规律进行了较为系统的研究。同时,着重进行了盐渍化影响及发展趋势的预测及相应对策的研究工作。将土壤盐渍化和灌溉与农业的持续发展,土地生产力的恢复,生态环境的保护联系起来进行研究,以促进农业生产与人类生活与自然界的协调。

第二是盐渍土的灌溉管理及劣质水利用。土壤盐渍化与灌溉的关系历来为大家所重视,良好的灌溉管理不但能减少灌溉带来的不利影响,还能充分利用紧缺的水资源,并能有利于盐渍土的改良治理,是重要的研究领域。年会讨论中较为集中的研究工作包括灌溉水管理及其生态效应;盐碱地灌溉设施的配套;灌溉与地下水位控制的关系;高含盐水的灌溉利用;微灌条件下盐分积累的控制;持续灌溉农作条件下的盐分平衡等内容。这些内容均有较强的针对性和应用前景,侧重于运用灌溉管理手段来减轻灌溉的负作用,并对耕层盐分控制起到积极作用。同时,侧重研究了劣质水的利用途径及其不利影响。大家普遍认为,灌溉农业的持久取决与能否将过量盐分淋洗出土壤耕层。因此,一方面研究了减轻灌溉水质的退化和提高灌溉水的可利用性的各种途径,另一方面研究了包括灌溉负面影响的监测、农民教育等在内的灌溉管理改善计划。有学者认为,在无更多灌溉水资源可以利用的条件下,灌溉农业要减少自己的水需求量,灌区面积发展要加以控制,乃至适当缩小。在劣质水灌溉方面,有学者研究了咸(碱)水灌溉对土壤水力传导特性和团聚体稳定性的影响,认为这种灌溉对土壤退化起了较大作用,且这种影响过程应在建立水分和溶质运移模型时充分考虑。也有学者研究了季风条件下劣质地下水的应用。认为通过淡咸混合、淡咸轮灌等方式循环利用劣质地下水是可以获得较好农业产量的。并不会对土壤退化产生严重影响。

第三项内容是盐渍土地的开发利用及改良技术。年会中涉及这方面内容的论文较多,并从退化土地的恢复角度,着重强调了盐渍土壤的复退研究。主要在建立良好的排水系统,灌溉水的管理机制建立,低含盐水的应用,土地平整,良好的耕作和作物轮作,耐盐作物的引种栽培,盐渍土的化学和生物学方法的恢复途径等方面加强了工作。次生盐渍化土壤的复退研究仍然受到重视。还有学者从经济学角度研究了钠质土的改良工作。这部分研究与灌溉管理和植物耐盐性的应用等研究工作相互交叉与渗透,因地制宜仍是区域盐渍土治理和利用的重要原则。包括遥感在内的现代化盐渍化评估技术也为开发与改良措施的合理制定奠定了基础。

土壤盐渍化的评估与测量技术近几年发展很快。由于与盐渍化相关联的土壤、气候等条件中小尺度的差异以及人类的生产活动,土壤盐渍化具有明显的空间变异和动态变化的特点。因此,要求土壤盐渍化的评估与测量技术也趋向于方便、快速、可移动,以及能获得足够多的数据对盐渍化的整体水平及其空间变异作出正确评价。如美国学者研究了机载移动式四电极法及机载移动式磁感应法土壤盐分测定系统,能以 1—2.5m/s 速度在田间连续测定土壤表观电导率,并配有定位系统,对每一测点处的地理坐标进行较精确的定位。这样,经过数据换算和处理后,就能对较大区域的盐渍化现状、盐分的剖面分布状况、盐分的空间分布状况进行定量描述和定量制图。同时,还有学者研究了田间盐分测值和数据的转换及制图理论、软件。提高了原

始数据转换及制图的精度。在定点监测方面,比利时学者研究了时域反射仪(TDR)监测土柱中的溶质迁移,能在不破坏土壤结构的条件下,对土壤中溶质运移的动态过程进行连续监测。此外,在用遥感测量数据或影像,以及一些用土壤物理指标如通透性能来确定土壤盐渍化程度等研究方面,也取得了一些进展。

盐渍土的水盐动态及溶质运移研究是近期活跃的领域。作为盐渍化研究的核心之一的水盐动态研究及溶质运移研究目前正在不断深入和发展。美国学者研究了随机态条件下田间尺度的溶质运移。分析了小尺度运移参数的空间变异对田间尺度溶质运移定量描述的影响。并研究了获取有关参数,以及为适应大尺度运移的模拟而进行参数修正的方法。印度学者提出了劣质水灌溉条件下土壤水分、盐度和碱度剖面预测的方法及模型。加拿大学者提出了确定田间尺度溶质运移特性的理论及测定方法。捷克学者研究了非饱和条件下土壤中主要离子的运移。并用有关模型指导土壤的改良及管理,以提高改良剂和水资源的利用效率。荷兰学者则研究了非均质土壤中活性溶质的弥散,并推导出其解析表达式。总体上看,建模仍是水盐动态及溶质运移研究的主要研究手段和研究结果的重要表达形式。考虑空间变异的田间大尺度研究、活性溶质的运移规律及随机态建模受到重视,水盐动态及溶质运移研究在实际工作中的应用也受到注重。

植物耐盐性及耐盐植物(作物)品种的应用研究是人类适应、改造盐渍环境的重要环节。各国学者普遍认为,发展耐盐作物能提高盐渍土地的生产力水平,降低使用高质灌溉水或灌溉水处理的开支,有利于盐渍条件下农业生态良性循环和环境改善。在某种情况下,还能防止由于劣质水灌溉和过度放牧引起的土壤退化。年会中在植物耐盐性及耐盐品种的应用研究方面提出了一些新观点。有学者认为,大多数已知的植物耐盐性的数据过于保守,有较大潜力可以挖掘。因此,要加强时空变化条件下田间的植物耐盐性及其耐盐指标研究,并建立新的植物耐盐特性及指标的数据库。有不少学者提出了各种不同土壤盐渍条件对不同作物的萌发和生长的影响的研究成果,有的提出了植物对盐渍土中不同离子的吸收模型,还提出了对牧草耐盐性支配因子的见解。不同品种对盐渍条件的耐性、盐生植物在盐分循环中的作用以及盐生和耐盐植物在生产和生态环境改善中的应用等研究也受到关注。

盐渍土形成演变及地球化学作用研究方面。年会的论文主要涉及盐化和碱化土壤形成的地球化学作用及其特征,酸性硫酸盐土中铝的地球化学行为,盐渍土壤的表面演化过程,以及盐渍土的分类建议等内容。

二、土壤盐渍化及盐渍土研究的展望

从 1994 年墨西哥第十五届世界土壤学年会的有关专题的报告、展示和讨论情况看,盐渍化及盐渍土研究的重要性已为大家所共识。土壤盐渍化既涉及资源问题和生态环境问题,又与农业的持续发展息息相关。它与人类活动的密切联系,更决定了土壤盐渍化问题的研究要为人生产生活与自然和环境的协调,为改善人类生活质量的持续发展作出贡献。

各种类型的盐渍土占据了地球陆地表面的 10%,广泛分布于几乎所有的大洲、气候带和不同海拔地带。同时,盐渍化问题与人类活动,特别是农业灌溉密切相关。研究表明,土壤盐渍化不但造成了资源的破坏、农业生产的巨大损失,而且还对生物圈和生态环境构成威胁,表现出环境和经济两方面的危害。一些环境问题的出现与发展,也引发或加重了盐渍化问题。其中较为突出的是温室效应引起的全球气候变化,造成旱象增加。海平面上升,直接或非直接地加

剧了积盐过程、盐渍化的危害和潜在盐渍化的威胁。另外,盐渍化过程常与荒漠化过程相伴生,同步发展,甚至相互促进相互转化。因此,在今后相当长的时期内,盐渍化将是人类活动直接或间接影响,如农业灌溉和全球气候变化等的产物。而且,有证据表明,今后乃至下个世纪,土壤盐渍化将伴随着灌溉的发展而逐步扩展,带来一系列环境问题,影响农业持续发展、地表和地下水水质、动植物群落,最终影响人类生活和健康,成为全球关注的一大问题。因此,盐渍化及盐渍土的研究还有很多工作要做。

为了迎接盐渍化问题的挑战,我们除了加强土壤盐渍化及盐渍土的研究外,还应注重有关盐渍化问题的教育、培训、政策制定等方面的工作。同时,与经济学家、决策者的合作与沟通越来越有必要。研究工作的侧重点应放在以下三个方面:第一为盐分及水分限制条件下的区域农业持续发展研究。在对盐渍化进行准确评估基础上,摸清水盐动态规律,并对其发展作出预测。研究适用的灌溉管理,开发改良及有关农业、生物等技术。第二个侧重点是盐渍土资源及相关资源(如水资源)的动态变化机制、复退机理及复退技术,重点进行中、小尺度的研究。第三是盐渍化造成的生态环境问题及人类活动和环境变化造成的盐渍化问题。主要开展这两者间的相互作用,及其影响的范围、程度、作用形式、发展趋势及其对策等的大中尺度研究。在全球研究基础上,还应加强特定环境条件下的区域研究。在受盐渍化威胁地区,则需重点做好盐渍化的生态环境危害的预防,盐渍土生产力的提高,盐渍化的监测及预警系统的建立及其应用等研究工作。以下几方面的工作,应作为近期土壤盐渍化研究的重点领域。

1. 盐渍化与持续农业和生态环境之间的相互作用及盐渍化预测。这是土壤盐渍化研究中的一个非常重要的课题,对土壤盐渍化的基础和应用基础研究有着指导意义,也是盐渍化研究在解决人类的实际问题方面的重要接口。农业灌溉、大型水利工程、温室效应导致的全球气候变化与盐渍化之间的定量联系。盐渍化对农业持续发展和生态环境的影响及其对策,全球及典型地区盐渍化发展的中长期趋势的定量预测等应重点研究。

2. 盐碱地的灌溉管理及劣质水利用。其目的是最大限度地利用水资源,并协调好水资源的利用和土地资源保护及农业持续发展之间的关系。灌溉管理包括灌溉水质、灌溉方式、作物品种等几个方面的管理。重点研究内容应包括农业灌溉,特别是劣质水灌溉对土壤的化学和物理特性的影响的定量评估;劣质水灌溉的利用途径(包括淡咸混合、淡咸轮灌及含盐水的循环利用等);灌溉水质保护途径(包括源控制、稀释、蒸发蒸散控制、水质处理,盐分分离等);灌溉负面影响的监测及灌溉管理措施的改善(包括灌溉方式和灌溉定额等管理的新理论和新实践);持续灌溉农作下优化灌溉技术及其盐平衡等。灌溉的经济和社会效益的全面评估也应作为灌溉管理研究的一项重要内容。

3. 土壤盐渍化的评估与测量技术。该领域的研究是土壤盐渍化定量研究的基础性工作,要适应由于土壤要素、气候因子和人类活动等条件的空间变异及动态特点,所造成的复杂的盐渍化监测和评估的需要。包括发展方便、快速的盐渍化定性和定量评估技术,以及直接和间接测定技术。土壤盐分的快速测定(如四电极、磁感应电导率及盐分传感器、时域反射仪(TDR)测量技术)、大地定位、空间变异分析工具及数据库、计算机辅助制图的集合系统开发,旨在提高原始数据转换和制图精度及代表性的测量值转换与制图的理论和软件研究,是重要工作内容。原有测量技术的规范化及测定数据的标准化,非规范法测定数据及非标准数据的转换处理理论及方法技术,田间水分、盐分的空间分异特性等研究也应受到重视。

4. 盐渍土的水盐动态及溶质运移研究。这是盐渍化研究的重要理论基础和核心之一。水盐动态及溶质运移的过程、机理及其建模仍是主要工作内容。研究的重点主要包括非均质、非

平衡、非饱和水流条件下溶质运移的物理和化学基础、运移过程的定量描述及建模研究;物理和化学非均质土壤中活性溶质运移机理、运移过程及建模;田间大尺度并考虑空间变异条件下水盐运动规律及建模研究;运移参数的求取;以及大小尺度的溶质运移随机模型及其应用的研究。水盐动态及溶质运移规律及其模型在指导盐渍土的灌溉管理,盐渍土的化学和生物学改良等方面的应用基础研究工作应尤为重视。

5. 植物耐盐性及耐盐耐旱作物品种的应用研究。这项工作对节约水资源,利用土地资源,农业持续发展及减轻土地退化和生态环境保护都有十分重要的意义。不同作物对盐度和碱度的耐性;盐度对作物不同生育期的影响模式;耐盐品种的选育;作物耐盐基因及其转移研究;盐生植物种植与盐分循环;田间空间变异条件下植物耐盐性数据库的建立;盐渍条件下作物产量响应函数。自然条件改变情况下作物产量响应模型等可作重点研究。而以上研究工作应结合盐渍土的改良利用及生态环境的改善开展工作。侧重挖掘植物耐盐性研究的应用前景。

6. 盐渍土地的开发利用及改良技术。主要研究用灌溉管理、田间排水设施的配套建设、改良剂的使用,水利、农业、耕作、化学、生物等技术措施对盐渍土地进行综合改良。应用生态学观点和持续发展理论,研究盐渍土的开发利用规划及实施技术。以及易盐渍地区次生盐渍化的发生的防范对策及技术,也是研究重点。此外,在盐渍土形成及演变的地球化学作用研究方面,重点应揭示盐渍化发生和发展、盐渍土发生演变的地球化学作用规律以及人类活动对地球化学作用规律的影响,并开展盐渍土的分类分级体系的建立及其规范化研究。

~~~~~  
(上接第 16 页)

1. 降雨径流因子在土壤流失中起主导作用,它的作用在土壤流失的总体作用中的贡献占 50—70%。

2. 地形因子在水土流失中,不论土被条件如何,它总是起促进作用。在石质山区或粗骨土区,总是促使地表径流增加,它在土壤流失的总体作用中的贡献率约为 20—30%。

3. 土壤因子对水土流失亦有重要影响,如粗骨土、砂土对总土壤流失的贡献分别达 21% 和 14%,一般可概定为 15—20%。

4. 地势因子,即使是处于较低平部位即坡面的下坡地段,特别是有较松散厚层坡积风化物时,也会对水土流失产生影响,影响的贡献率约为 5%。

综上所述,防治水土流失应以保护地表免受雨水打击、减少地表径流为主;此外地面坡度和土壤类型既对地表径流有影响,又有其自身对土壤流失的作用,因此改善土壤结构、修筑梯田是弱化以至消除这一作用的主要措施;地势的影响是局部的,但它孕育重力侵蚀的危险,应采用稳定坡脚的措施予以解决。

#### 参 考 文 献

- [1] 杨艳生等,宁夏固原县侵蚀土壤主成分分析研究,土壤专报,39 期,1984。
- [2] 杨艳生等,降雨径流因子的初步研究,水土保持通报,3 期,1985。
- [3] 陈国良等著,微机应用与农业系统模型,陕西科学技术出版社,1986。
- [4] 杨艳生、史德明编著,数值分析和土壤侵蚀研究,东南大学出版社,1992。
- [5] 梁音等,安徽皖水流域输沙量和降雨径流因子的关联分析,水土保持学报,5 卷,3 期,1991。