

# 注重土壤保护 提高土壤生产力

## ——澳大利亚第四届全国土壤学学术讨论会简介

罗盛国

王秀君

(东北农学院赴澳访问学者)

(中国科学院留澳博士生)

澳大利亚第四届全国土壤学学术讨论会于1992年4月19日至26日在南澳大利亚州首府阿德莱德市召开。我们有机会参加了这次会议,感到收获不少,现整理出来,供国内土壤学工作者参考。

澳大利亚全国土壤学学术讨论会每4年召开一次,这次大会的主题是:“注重土壤保护,提高土壤生产力”。澳大利亚历来以注重保护自然资源而著称于世。澳大利亚有丰富的土壤资源,然而由于自然因素和人为因素的影响,土壤生产力在逐渐下降,土壤侵蚀、盐渍化、酸化等退化现象不同程度的存在。这次会议的主要任务是,探讨恢复和提高业已退化的土壤生产力的途径,为澳大利亚的生存发展作出贡献。

大会共收到论文239篇,其中有88篇在大会发言,其余以墙报形式交流。这些论文分为土壤侵蚀、土壤水分和盐渍化、土壤生物、土壤和作物变异性的定量、土壤分类和土壤发生学、土壤胶体、耕作和土壤压板、养分和酸化、废矿区的复垦利用、土壤污染及气候变化对土壤学家的挑战等11个专题,它大致上概括了澳大利亚土壤学的主要研究领域,现择其重要者简介如下。

### 一、土壤侵蚀

土壤侵蚀是澳大利亚土壤学研究的一个比较活跃的领域。从大会提交的论文看,研究者们对水蚀研究较多,对风蚀研究较少;而在水蚀的研究中,又以理论探讨为主,实际应用技术的研究偏少。

土壤水蚀理论研究的主要内容是关于被称为“GUEST”(Griffith University Erosion System Template)的数学模型的灵敏度分析及应用范围问题。“GUEST”模型的主要作用是确定土壤抗侵蚀度(Erodibility)的有关参数,以及在已知土壤侵蚀度的情况下,预测含沙量(Sediment Concentration)。应用这个模型,可以获得两个土壤侵蚀参数:即基本侵蚀参数(Fundamental Erodibility Parameter)和约略侵蚀参数(Approximate Erodibility Parameter)。前者必须知道降雨、径流量、含沙量与时间的关系;而后者只需知道土壤流失总量及径流速率,就可确定这个参数。从这个模型的分析中得知,不仅土壤的抗侵蚀度对土壤的流失量有很大影响,而且,土壤的沉积性即土壤颗粒的沉降速率特征对土壤的流失也是相当重要的。

其次,是关于土壤结构动力学的研究。即研究土壤结构性质的暂时的变化,这一概念可

以作为理解土壤生产力、结构退化和侵蚀之间复杂关系的基础。它主要包括降雨和植物生长对土壤水利学性质的影响,以及降雨和湿润对土壤容重、土壤强度和紧实性的影响。

第三,是关于“Erosivity”与“Erodibility”这两个概念的区别。这两个概念都是起源于“通用土壤流失方程”。“Erosivity”是指雨水对土壤结构的破坏,从而造成侵蚀的能力,可译为侵蚀度。而“Erodibility”是指土壤表面对造成侵蚀的外来因素的抵抗能力,或者说是对外侵蚀的敏感程度,应译成“抗侵蚀度”。

唯一一篇有关风蚀的论文报道了南澳大利亚Murray Mallee所作的风道(Wind tunnel)试验。这项研究表明,在沙壤土上,土壤覆盖度的临界值是15%,而在砂土上,则不应低于73%,否则将产生风蚀。风蚀造成的损失程度,也与土壤质地有关。

在澳大利亚,野兔的活动是造成土壤退化的又一因素,并被视为澳大利亚头号土地退化问题。在澳大利亚的一些草场上,野兔的活动十分猖獗,使30多个动物种类,10多个植物种类濒临灭绝,而且造成大范围的土壤侵蚀。在野外工作中,我们也曾见到草场上成片的兔穴,大雨时,雨水涌入这些洞穴,冲刷泥土。因此,控制野兔的数量,也是澳大利亚土壤学家们十分关心的一个问题。

## 二、土壤水分和盐渍化

这个专题包括6个方面的内容:水分和溶质的运动、灌溉土壤的水分补给、植物—水分关系、土内水流、干旱区土壤的水分补给和土壤盐渍化。

水分与溶质的迁移,其主要内容有:水分和溶质向植物根系的移动;采用计算机辅助的层面X—射线照相术和钠离子液体交换微电极相结合的方法,研究水分和溶质(NaCl)同时向根系迁移的过程,水分和溶质移动的数学模型——SWIM (Soil water infiltration and movement)的应用;应用TDR (Time domain reflectometry)对土壤水分变化进行准确、快速监测;原位测定溶质流的通量等。这方面的研究有两个明显的特点:一是采用先进的测试技术;二是向数理模型化方面发展。

在澳大利亚西部小麦带,由于林地辟为农田,环境的蒸散量减少,打破了原来的水分平衡,导致地下水位上升和盐渍化的加重。因此,如何增加作物的耗水量,降低地下水位成为一个重要课题。增加耗水量的措施主要有两个:一是改变播种时间,调节小麦最大冠层出现的时期,从而产生理想的蒸腾效果;二是选择不同的小麦品种。据研究,小麦品种间气孔传导力的差异可达40%,通过选择合适的品种,也可以达到增加蒸腾量,降低地下水位的目的。

澳大利亚有许多所谓“叠置土”(Duplex soils),这种土壤有两个土层具有明显不同的导水率,因此,水分往往在B层上面积累,形成静滞水层,从而影响作物生长,甚至产生侧向水流。如何对这种土壤的水分进行管理,是澳大利亚土壤学者的一个特殊任务。

土壤盐渍化的理论研究包括计算土壤盐分平衡浓度的计算机程序的研究,盐沼区的盐分运移的数学模型等。实际应用方面,有石膏槽(Gypsum slotting)对钠质粘土性质和作物产量的影响;积水和盐化的相互作用对谷类作物产量的影响;盐化和钠化对土壤渗透性的影响等。

### 三、土壤生物学

这个专题大致可分为4个方面：分子生物学技术在土壤生物学研究中的应用，土壤管理与土壤生物，土壤动物及尿酶抑制剂的应用。主要内容有：DNA技术在土壤微生物群落鉴定中的应用，作物残茬对土壤微生物性质季节变化的影响，微生物生长的动力学，土壤中C、N的长周期变化与稳定的耕作系统的关系，放牧对土壤生物学性质的影响，酸性草场施用石灰对蚯蚓数量的影响，土壤水分状况对蚯蚓粪便的产量和物理性质的影响，pH值对蚯蚓粪便化学性质的影响，尿酶抑制剂对尿酶活性的作用等。

研究结果表明，在频繁放牧的草地上，节足动物的数量明显减少，而蚂蚁的数量显著增加。因此，土壤动物的数量变化，可以作为草场土壤退化的一个指标。土壤水分状况与蚯蚓粪便的物理性质，特别是粪便的水稳性有明显的关系。土壤pH对土壤中蚯蚓粪便的化学性质有明显的影晌。在酸性土壤中，蚯蚓粪便的pH值比周围土壤高，而在石灰性土壤中，蚯蚓粪便的pH比周围土壤低。在这两种土壤中，蚯蚓粪的表面负电荷，盐基交换量都比周围土壤要高。在酸性土壤中，蚯蚓粪的总碳量和有机碳比周围土壤明显增加，而在石灰性土壤中，结果则相反。

### 四、土壤发生和分类

在土壤发生方面，澳大利亚学者认为，道库恰耶夫的土壤地带性理论，不适合于澳大利亚的情况，无法解释大多数澳大利亚土壤的形成过程。因此，他们提出了演化土壤发生理论，并在此基础上，逐步形成了自己独特的土壤分类系统——实用检索土壤分类。这次会议提交的论文进一步指出，用演化土壤发生的观点说明任何一个澳大利亚土壤类型，要注意4个参数：第一是土壤的年龄范围；第二是土壤所经历的气候变迁；第三是侵蚀和堆积对土壤形成的影响；第四是含盐风积物对土壤形成的影响。简言之，演化土壤发生学的基本含义是，现存的任一土壤的形态特征，是土壤形成过程中不断获得和不断损失的各种物质的净结果。

在土壤分类方面，最主要的进展是对原有的分类系统进行了补充，增加了一些新的土壤类型，包括富含钠质的土壤，富含铁结核的土壤类型，灰土及火山灰土。

还有一些论文涉及到数量化土地评价模型的发展，数值化土壤图集，以及土壤性质空间变异的新的定量方法以及光谱遥感在土壤研究中的应用等内容。

### 五、土壤结构、耕作和压板

这个专题的主要内容包括，耕作和轮作对土壤性质的影响，土壤结构与工程措施的关系，土壤机械组成与硬盘形成的可能性，耕作对土壤导水率和短波反射率的影响，不同作物及耕作方式对土壤表面结构的影响，深松对土壤条件和作物产量的影响，作物根系对心土层的穿透，放牧对土壤表层结构的影响，用能量观点研究土壤团聚体的稳定性，轮作和根茬对土壤性质和作物产量的影响，森林采伐机械对土壤物理性质的影响，保护性耕作(Conservation tillage)对土壤生产力、肥力和结构的影响等。

澳大利亚土壤学家和农户对土壤的物理性质变化十分重视，他们把土壤物理性质作为土

壤肥力的一个重要组成部分，放到与土壤养分的丰缺与平衡同等重要的地位，这一点是值得借鉴的。

## 六、土壤养分和酸化

这个专题分为4个部分：即养分的有效性、养分的损失、养分的淋溶和土壤酸化及改良。共有论文59篇，是论文最多的一个专题。

在土壤养分元素中，关于氮的论文最多，其次是硫，然后是磷。微量元素中，硼和锌是主要的研究对象。另外，也有少量关于铝的论文。这里主要介绍一下有关氮的研究概况。

澳大利亚土壤学界对氮的研究比较全面和深入。氮素的研究包括以下几个方面：氮素的生物固定、硝态氮的淋溶、氨态氮的挥发、反硝化损失及氮的矿化。

氮素固定的研究主要是不同植物组成的草场的氮素固定。研究结果表明，豆科牧草吸收的氮素有85%左右来自空气中的氮，大约为80kg/ha，在小麦—紫花苜蓿轮作系统中，固氮量与纯紫花苜蓿相似，也为80kg/ha，而在小麦—苜蓿系统中，固氮量只有60kg/ha。

有关硝态氮淋溶的研究论文也比较多，主要内容有，耕作时间对硝态氮淋溶的影响、用数学模型预测硝态氮的淋失量，以及这些模型的实用性与局限性、残茬和耕作方法对硝态氮的淋溶的影响等。

氮素的反硝化损失也是一个主要的研究方向。有的研究结果指出，反硝化损失的氮量与土地利用方式有关。传统耕作和免耕的土壤之间没有明显区别，而长期休闲的土壤上，反硝化损失只有前二者的25%。反硝化损失的氮量，还与新加入的碳量有关。也有报告指出，反硝化产物 $N_2$ 和 $N_2O$ 的比率，随时间和环境条件而异，不是一个常数，不能企图只测定其中的一项，再通过两者的比例关系推算出另一项。在实际应用方面，有些研究者建议在氮肥外包装碳化钙以缓慢地释放出乙炔，从而可以抑制硝化作用的进行，减少由于反硝化作用而造成的氮素损失，同时，也大大减少甲烷的释放量。

土壤酸化及其控制措施的研究是澳大利亚土壤学家的一个热门研究课题。近来，人们发现澳大利亚有相当一部分土壤呈现酸化趋势，直接影响到农田和草场的生产力，因此，土壤酸化及其控制措施的研究日益受到重视。研究发现，土壤酸化的原因之一，是硝化作用产生的 $NO_3^-$ 被淋溶之后，而残留下大量的 $H^+$ 所致。在草场上，大量的牛、羊粪尿直接施入土壤，其中的尿素经一系列化学变化后，产生 $NO_3^-$ ， $NO_3^-$ 被淋洗到深层土壤，就使表层的土壤酸化，这是前人没有意识到的一个方面。

澳大利亚土壤学家提出了预测土壤酸度下降到临界值所需时间的公式：

年数 =  $\Delta pH \times \text{缓冲容量} \times \text{容量} \times 20 / \text{年净投入酸量}$ 。式中的 $\Delta pH$ 是某一土壤的水浸pH值与水浸pH5.2的差值。此外，人们在不断寻求能改良土壤酸度的物料，诸如方解石、白云石、菱镁矿以及水泥等。

## 七、废矿区土壤的复垦与利用

这个专题代表了澳大利亚土壤学研究的一个比较新的领域，这方面的研究会日益受到重视。

澳大利亚是一个采矿业十分发达的国家，因而，每年都要占用大面积土地，同时，澳大

利亚又是一个比较重视自然环境保护的国家,因此,在澳大利亚的土壤学研究中,就产生了一个独特的领域——废矿区土壤的复垦与再利用。按照澳大利亚有关法律,矿主有义务尽量将采矿区恢复到开采前的状态。这次会议提交的论文主要内容包括,如何恢复废矿区土壤有机质,如何恢复原有植被类型,矿区废水的灌溉利用价值,废矿区土壤水分分布与新植树木生长的关系等。

## 八、土壤污染

土壤污染研究中一个比较独特的领域是对南极附近永久冻土的观测。近年来,澳大利亚人对南极的兴趣愈来愈浓厚,在这个大趋势下,一部分土壤学家也开始把注意力投向南极土壤的研究。研究表明:在南极没有经过人为影响的地方,其永冻层以上(0.6m)的土壤含水量只有0.5—10%,而在永冻层中,则高达45%左右,变化幅度很大。在未经扰动的土壤表层,细颗粒( $<2\text{mm}$ )的比例较低,而受人为活动影响的地区,土壤表层细颗粒的比例较高。

在澳大利亚,土壤污染研究的内容还涉及农药污染、废水污染、重金属污染、氟污染等方面。

澳大利亚有大片有机磷,有机氯和有机硫农药含量较高的土壤,它们通过食物链直接影响到奶产品和肉类的质量。因此,许多研究机构都在从事农药残毒方面的研究。其中,狄氏剂的污染是一个主要的方面。可以说,澳大利亚的土壤污染研究的重点是农药残毒。重金属污染包括Cd、Zn和Ni等,尤其是Cd的污染研究较多,主要原因是有大面积的土壤长期施用含Cd的磷肥,使Cd在土壤中富集。

综上所述,澳大利亚土壤学研究有以下几个明显的特点:一是十分重视基础理论的研究,以基础研究带动应用研究;二是研究的领域比较宽广,几乎涉及到土壤科学的所有学科,三是研究和生产实际紧密结合,积极解决农民在生产实际中提出的问题,因而土壤学研究在社会经济发展中占有一席之地,同时也解决了一部分经费来源问题,所以整个土壤学界比较活跃。

---

(上接第17页)

中国科学院南京土壤研究所土壤分类课题组等新近编著的“中国土壤系统分类(首次方案)”<sup>[3]</sup>,其发生学线索是土壤进化序列,而各级分类标准是土壤本身的性质,它在处理发生学理论与土壤分类体系的关系上,迈出了可喜的一步。

## 参 考 文 献

[1] 魏兰英等,北京南口红土台地砾石层、古土壤的组成和结构特征。第三届全国第四纪学术会议论文集,科学出版社,1982。

[2] 南京土壤研究所主编,中国土壤,科学出版社,1978。

[3] 南京土壤研究所系统分类课题组、中国土壤系统分类课题研究协作组著,中国土壤系统分类(首次方案),科学出版社,1991。