

土壤质量含义的变迁

龙牧华 译

土壤质量并非新名词,但每次我们提起它时都有了不同程度的接近,因为我们对土壤的了解增加了,科学家和社会所关心的问题也发生了变化。不同利用方式的土地生产力和适宜性曾是土壤质量研究的主题,但也包含了其他一些相近的内容。

当我们寻求防止土壤退化和改善土壤质量的途径时,考虑到土壤质量含义的变化是很有意义的,我们能把现在所关心的部分并入其含义之内。不同利用方式的土地适宜性可能是最古老和其中最常见提及的土壤质量概念。通常它与农作物产量有关,但也与产品质量相联系。同人类健康一样,土壤健康是通过农作物质量表达的。因为土壤是广泛多样性生物的唯一栖息地,各种生物学指标值常常用来定义土壤质量,一种更精确定义土壤质量的方法是根据生态系统内土壤所表现的各种功能。这些功能包括如养分再循环,雨水的拦蓄及缓冲作用。最后就产生了与内在价值和独一无二性相关的土壤质量的人为定义(Warkentin and Fletcher)。

1 各种含义的回顾

1.1 不同利用方式的土壤适宜性 在最初的文字记录中及我们所拥有的大部分史前文字记载中都出现了作物生长的土地等级。亚欧两大文明也都存在这方面的题材。Columella 收集到罗马时期的所能得到的资料,显示出有关土壤适宜性的经验(Olson),诸如“富足”土壤的词汇曾用来代表土壤质量。

与作物生长密切相关的定义是耕作方面的要求,“重质”土壤常常指比“轻质”土壤更难耕作的土地,土壤质量与改良土壤时所需投入的成本有关,例如,粘质土壤的排水。“在农民与财富之间是他的土地”这一谚语是有关土壤质量的表述。

在北美,本世纪前 50 年,重点主要放在不同作物在区域内的土壤适宜性上(Hilgard)。Huddleston 回顾曾经使用过的两种不同土地等级,即根据作物产量数据而得到的演绎等级和由决定作物产量的土壤特性诸影响因子参数而得到的归纳等级,这些影响因子包括土壤结构、剖面构造形态、土壤深度及排水特性。美国农业部森林中心递交的报告讨论了维持生产力的土壤质量标准,而土地利用可能性分类系统运用了土壤特性及决定最适宜持久利用土地并使之不退化的其他土壤因子,土地生产力和土地利用可能性比较明显需要放在气候限制条件下。

目前最为关心的是土壤对降解各种“废弃物”的适宜性,这种适宜性一方面指加速再循环,而另一方面指长期储存“污染物”并使之活动而影响环境。因此土壤质量依赖于决定安全贮存的各种土壤因子。

1.2 人类健康与土壤健康 在某些文章中,土壤健康为土壤质量的同义语。土壤健康与那些食用该土地上所生产食物的人和动物健康之间的关系已经明确(Haberern)。土壤健康内容包括促使大量和微量营养成分平衡的生物学过程,具有酶功能的痕量有机物质及免于感染植物病害与侵袭各种生长在不健康土地上的不健康作物的害虫的能力。通过增加土壤有机质及避免有潜在毒性的物质累积,提高土壤生物活性而改善土壤健康。直到最近,这些观念大部分与有机农业思想不谋而合。当我们更进一步地了解到我们的健康对所吃食物的依赖性时,土壤健康的观点将更为广泛地在土壤科学研究和实践中得到验证。

1.3 生物量与生物活性 测定生物活性及其与土地生产力的关系是过去 100 年间土壤科学发展的一个主题。但是在土壤质量的定义内引入生物活性在土壤科学刚过去的 50 年历史中考虑相对不足,而是将土地生产力更多地与增加土壤养分及水资源管理联系在一起。在发现土壤微生物功能及共生与自生固氮菌的固氮作用后,在先前的半个世纪中土壤生物研究更是优势。正值 19 世纪中叶各种土壤理化性状已广为调查之后,19 世纪下半叶人们才了解其生物学过程。

在过去的 15 年里,运用生物学参数表征土壤功能的兴趣有所增加。生物量和特定种群生物量的测定,测定呼吸强度所表征的生物活性、酶活性及生物多样性都变得非常重要(Doran, et al.),这些生物学参数与土地管理相关密切,甚至起决定作用,如不同的耕作措施对土壤生物的影响。

1.4 生态系统内的土壤功能 另一种途径是评价生态系统内的土壤功能(Doran and Parkin)。正如在水体生态系统功能中可以看出水质一样,在一个生态系统内根据土壤的最佳功能发挥来确定土壤质量。在生态系统形成过程中土壤的作用是什么,以及哪些土壤特性特别适合完成这些功能?因而土壤功能成为评价土壤质量的基础,此时土壤质量的含义已不是不同利用方式的适宜性,而是指在特定生态区域的限制条件下土壤功能能否最优发挥。当这些功能已分别进行研究后,它们用于表征土壤质量就不远了。

这些功能包括以下几个方面:①不同土壤中有机物质的再循环以释放养分,合成新的有机物质;②拦蓄土壤表层流失和渗漏的雨水;③维持栖息地土壤孔隙大小、表层和水气相对压力的多样性;④保持栖息地的稳定性,它包括一个稳定的结构,抗风、水蚀及栖息地抗温、湿与潜在有毒物质浓缩突变的缓冲器;⑤保存和缓慢释放养分和水分;⑥地表能量的吸收,它在全球循环过程中是重要的。

生态系统内最为熟知的土壤功能是碳和养分循环。目前人们已经能够对它们进行测定和模拟。在非耕地上(如森林或农场草地)养分循环研究更多。在特定生态区域条件下可以预见其循环活动水平。

土壤表层水的拦截在生态系统中同样是一个重要功能。这种雨水拦截作用决定了土壤表层和地下水的数量和质量。地表水流常会带走沉积物及其它污染物,排水迅速。而那些渗漏到土壤中的水及穿过土壤的水常常被净化,温度降低,然后通过基质流慢慢返回土壤表层。

从小到大尺度的不同规模土壤多样性允许各种正在生成土过程存在。土壤中富氧和缺氧环境出现机率趋近。拦蓄的水改变了表层的自然状况。

缓冲作用是使土壤区别于其它栖息地一个重要特征。土壤栖息地质量部分指土壤温度或有毒物质和有益化学物质集结,集结的变化是缓慢的。累积效应是土壤特别令人忧虑的特性,因为高的缓冲性能会遮拦不利影响作用的表现,直到超过不可逆转变化发生的阈值才被发现。人们逐步认识到土壤结构的稳定性是土壤最基本质量,因为它控制了生态系统内的许多功能。虽然通过施肥和水资源管理及作物育种等手段,提高作物产量而遮盖了土壤结构损坏的影响,但土壤结构损坏是土壤退化的一个主要因子。

不同土壤的贮存功能也是作物生长土壤适宜性含义的主要内容。其中水和养分含量保持一定数量是重要方面。我们土壤科学研究的大部分内容与土壤贮存和缓慢释放这些功能有关。

同雨水拦蓄一样,能量吸收由于推动全球各种气体循环。在土地表面形成过程中起重要作用,我们刚开始注意到这些土壤功能的重要性。

1.5 内在价值 除用于作物生长或生态系统内的功能之外,土壤还有其内在价值吗?独一

无二性和不可替代性可滋生其内在价值。这是一个人为的土壤质量含义。虽然它没有广泛地被土壤学专家所探讨,但所有这些含义都被能看到土壤质量同地球的特定关系的自然科学家及人们以不同的形式所确认(Leopold)。我们的经济模型排除了资源的内在价值。

2 实际应用中的含义

2.1 相关的观点 土壤质量不是一个容易精确定义的土壤特性,虽然包含相关内容的各种名称已被广泛运用。土地退化是一种致使土壤功能发挥受到损害的变化,它是一种损害渗漏能力或减少栖息地的多样性,一个由侵蚀或盐渍化导致更多明显变化的陷井。

在土壤质量讨论中,土壤弹性是土壤在经受自然或人工压力之后恢复其正常功能的能力(Eswaran),恢复的时间长短随压力大小而异。大量适宜但微不足道的单项压力的累积效应都一定包括在内。

为不同目的的利用土地,我们根据这些功能发挥修改土地等级。一个自己不生产而从其他系统进口食物,所有生物量都用来进行再循环的生态系统,我们可通过提高营养水平,使土体富营养化,增加再循环的等级。这会影响其它过程,通常是负面作用,如降低自然缓冲作用或减少有机质贮存。为方便土地利用的机械化,我们常常减少渗漏、孔隙度和气体交换以增加其结实度(即抗压)。

2.2 土壤质量管理 怎样才能运用这些土壤质量的含义呢?一个土壤质量指数在用于比较不同土地或决定一种土壤的质量是否是提高还是降低时,非常有用(Smith, et al.)。后者可能比较容易实现,因为其他因子很可能是相同的。运用不同数学方法可以计算这个指数,但困难在于从横向区域比较中得到结论。土壤的生态功能受到气候条件的限制,所以需要计算一个生态区域最适宜功能发挥时的土壤质量指数。另一个局限性是了解土壤——我们还了解土壤,如生物多样性与土壤质量的相关性。运用各种含义的土壤质量为持续生产和环境保护服务,最激动人心的工作还刚刚开始。

译自《Journal of Soil and Water Conservation》,1995,3

—————

征 稿 启 示

1. 本刊登载国外地理科学(自然地理、地貌、水文、气候、环境保护、人文地理、地图、遥感以及地理教育等)方面的情报分析和综述性文章,介绍国外地理科研成果及新理论、新技术和新方法的应用,报导国际地理科学学术活动和地理学动态等。

2. 选题内容必须取自国外有关地理科学方面公开出版的期刊。

3. 译文必须保证质量,准确表达原文,文句通顺易懂,不得漏译。如有删节或属编译性文章请作简要说明。

4. 来稿应力求简短,每篇字数一般不得超过 8000 字(图包括在内),请用标准方格纸书写(或打印稿),务求工整清晰。公式和外文务必用印刷体抄清,如有插图,请在译稿上留有相应空位,并译出图上的全部说明。来稿请附原文,以便校核。

5. 来稿请写明译者姓名、工作单位和地址,以便联系。

6. 本刊对来稿有校订修改或删节摘要刊登权,不用稿件一般不予退还,如需退还请来稿时注明。

来稿请寄:北京市安定门外大屯路 917 大楼中国科学院地理研究所《地理译报》编辑部李永华收。邮编:100101