

论土壤肥力的相对性及其现代研究法

赵国栋

(吉林省农科院土肥所)

摘 要

本文以系统科学和耗散结构的理论观点来认识土壤肥力现象及其实质;讨论土壤肥力的相对性;最后,总结和讨论土壤肥力学的现代研究方法,供肥力研究参考。

传统土壤学迄今已有 100 多年的历史,成绩是肯定的,但与其它学科相比,其发展是非常缓慢的。土壤学家在“黑箱”里摸了近一个多世纪,还是没有将它打开。可见,我们不得不从方法论上找找原因。由于传统的分析方法无论在哪个学科都占有统治地位,土壤学被割得支离破碎,所用研究方法大多是“尸体解剖法”。多年来,一直在就土论土,忽视了土壤与环境的整体功能。近年来,系统科学和耗散结构理论给传统土壤学带来了曙光,对土壤肥力有了新的认识,形成了一套现代研究方法。因此,本文以上述理论为基础来认识土壤肥力现象及其实质;讨论土壤肥力的相对性;最后总结肥力学的现代研究方法。

一、耗散结构理论与土壤肥力

1. 耗散结构的基本原理

在热力学中以函数熵(s)为系统无序程度的量度,熵和混乱度(Q)的关系是 $s = k \ln Q$,式中 k 为 Boltzmann 常数,系统熵越大,混乱度越大,系统越无序,因此,要使系统有序,必须使熵降低。在平衡系统中,有序状态的出现是靠降低系统的温度从而降低熵来实现的;在开放的非平衡系统中,则必须从外界供给足够的负熵流。这时熵可分为二部分,一是系统本身引起的熵增加(dis),另一部分是外界交换分子和能量引起的熵流(des),这项可正可负可为零。系统熵变为 $ds = des + dis$ 。如果满足 $des < 0$,且 $|des| > dis$,则 $ds < 0$,这时系统的总熵逐步减少,系统由无序趋向有序,由于外界物质、能量的交换达到一定的阈值,使系统不能依靠老的无序来耗散外界传递给系统的物质和能量,被迫改变自己的结构状态耗散输入的能量和物质,这种新的结构就称为耗散结构。它具有开放性,突变性,低对称性,高稳性。

2. 土壤肥力:土体—植物—环境系统的整体功能

把耗散结构理论应用于土壤肥力学的研究,很自然会产生土壤肥力是土体—植物—环境系统整体功能的认识,这和传统的概念,把土壤肥力仅仅看成是土体物理、化学、生物学特性的综合反应不同。

首先,我们看到,从格里蒙特(17 世纪),泰依尔(1809—1872),李比希,直到本世纪的威廉斯,都把土壤肥力理解为一种土壤的供水、供肥的物理、化学、生物综合特性,肥力定义的抽象化是受直观性很强的土体界面的约束。二次大战后,随着现代化农业土地利用制度的建立,对土壤肥力的概念补充了新的认识,突出把“环境”引申到土壤肥力的定义中。如不同生态条件下的肥力环境有水田肥力环境,旱田肥力环境,草地肥力环境,果桑菜园土壤肥力环境,设备土壤肥力环境,集约农业条件下的肥力环境和人工土壤肥力环境等。不同的肥力环境,有不同的特性。可见,单就土论土,用土壤分析数据来评价土壤肥力是有局限性的。

从耗散结构理论出发,土壤肥力可看成是各种肥力因素组织化导致的一种目的性功能。是有序化过程。土壤肥力的形成就是把一些杂乱无章的光量子,气体分子,水分子和无机离子等被土壤组织起来,形成原子排列整齐有序的有机质,是一个由无序向有序的转化过程。

用热力学的语言说,就是使系统的熵达到最小,可利用的自由能达到最大。耗散结构理论认为,土壤系统中大量分子的协同作用,藉助外界能量的推动,可产生各种肥力因素的最佳组合。这就是肥力形成的本质。

二、土壤肥力的相对性

土壤肥力历来是土壤学的中心课题,但和其它概念一样,不同时期有不同的认识和内容,对肥力的认识同样经历了一个否定之否定的过程。由古代朴素的整体观,经过近代的分析肥力观,到现代的科学整体观。

6世纪有名的中国古书《齐民要术》中就提到了“地力”的概念,地力不是物质的量,而是有生命的综合体。这个亚洲地力观可理解为朴素的整体观。到了近代,由于受分析方法的影响,形成了近代分析肥力观。对土壤肥力的研究方法多是“尸体解剖法”,着重研究某些个别土壤的个别性质与肥力现象的相关性,从不同侧面研究肥力的个别机制。如N肥力,P肥力等。到目前为止,对肥力的理论、定义各家仍有不同,各有侧重。但他们都是从水、肥、气、热等方面来考虑、理解土壤肥力,就土论土。忽视了土壤与植物、环境的整体功能。直到现在,系统科学和耗散结构理论应用于土壤肥力学研究,才形成了现代科学的整体肥力观。

大家知道,植物和土壤的出现,二者都以对方的存在作为自己存在的前提,土壤之所以能生长植物是土壤内在物质和能量通过植物转化的外在功能表现,凡是具有这种物质和能量转化形式的一切物质均应称为土壤。它不仅包括陆上土壤,而且还应包括水下土壤和人工土壤。这样土壤肥力的定量化,即肥力高低的概念,就必须同土体内物能状况与植物转化联系起来才能确定,但植物生长有它最高要求,也有最低要求,固然一种土壤对某种植物是高产的,但对另一种植物则未必高产。正如土壤学家孙毓将土壤肥力同植物营养基因型联系起来一样,土壤肥力适应于一切作物也是有条件的、相对的。因此,离开了具体的植物和环境条件,传统的以土性为主的肥力高低概念就变得模糊了。土壤能生长植物,是由土壤内在物质和能量通过植物转化利用表现出来的,因此,肥力的概念可理解为土壤内在的可被植物利用转化的物质和能量,凡是物质具有能被某种植物利用转化的物质和能量,就能生长植物,就具有肥力。它是土壤内在结构的外在功能表现,是土壤本身的一种属性,它是一个过程,就土壤本身而言,并无高低之分,只有人为利用的差别。在土壤具有一定物质和能量的情况下,就其内部而言,肥力处于最佳状态。但是由于不同植物利用能力不同,以及人为要求的不同,它可以同时表现出二种肥力状况。对于生态上或微生态上适于此种土壤的植物,其吸收利用能力就强,表现为肥力较高;反之,则表现为肥力较低。所以,土壤肥力是具有生态性质的。某种肥沃的土壤或不肥沃的土壤,只是针对某种(或某些生态要求相同的)植物而言的,而不是针对任何植物而言的,这就是土壤肥力的相对性。植物生态差别愈大,土壤肥力的相对性就愈明显,正如K·A·Armson(1979)指出“一种土壤对x植物是完全有能力供应养分,但对y植物则不能”。J·Braun—Blanquet(1964)在《植物社会学》一书中认为:“相同的植物在各种不同的土壤上生长得不是一样的好,同时,各种不同的土壤不是对所有植物都同样地有效适宜”。他在该书中列举了许多仅生长在一定pH值范围内的植物种和群落。农作物上,这种生态上的偏好现象也同样存在,如唐耀先(1962)主编《农业土壤学》中就例举了一些农作物偏好性:“适于种小麦的淤粘土,不适于种棉花;适于种棉花的轻砂土,以之栽培小麦不是最有利的。砂性土壤不适于种水稻,但适于种植甘薯、花生”。生产实践中,由于没有充分认识土壤肥力的这种生态相对性而失败的例子也是很多的,这里不一一例举。

三、土壤肥力学的现代研究方法

1. 系统方法

土壤肥力是一个多因子,多变量的综合系统,必须用综合系统的方法,按一定的规律去研究。传统的要素分析法,尸体解剖法是不能适应的。人们只能从土壤系统中各要素间的综合作用才能发现肥力形成和发展的真谛。

2. 功能模拟方法

功能模拟和其它的结构模拟不同,功能模拟不只是一种手段而模拟本身就是一种目的和结果。其它所谓模拟只是为研究方便而行的一种方式、方法和手段,本身并不是试验结果。如土柱模拟试验,盆栽试验,它们不仅仅是试验之手段,本身就是试验目的,其结果就是试验结果。水培、砂培、气培等,这些都可以看成是土壤功能、形为的一种模拟,它对研究肥力系统会有很大帮助。

3. 黑箱(Black box)方法

所谓黑箱方法就是只根据输入和输出的关系来研究系统的方法。它并不解剖系统内部结构。土壤肥力可借助黑箱方法,从输出对输入的反映角度进行研究。凡是输出对输入反映较好,输出较多者,其肥力当然是好的。这样可以使我们不必去花费很大力气去搞什么土壤测试、测土施肥等等。

4. 模糊数学(Fuzzy mathematics)方法

土壤是受多种变量制约的随机因素,不可能精确地算出或预测出某一时刻土壤系统的性质,这就是系统行为的模糊性。如某一形态的养分含量等。模糊数学方法可能发展为土壤肥力学研究的有效数学工具。

5. 信息方法

科学研究本身就是信息获取、信息处理的过程,而成果的推广是一个反馈过程。但目前我国农业科研成果的推广并不是反馈而是推广—获奖—了结的过程。科研成果要想变为生产力,必须经过反馈处理,应该是反馈—充实—又反馈—再充实这样反复进行,才能使科研成果真正变成生产力。我国经过二次土普,所得数据、图件信息极多,但它的反馈处理是一个非常薄弱的环节;生产利用率极低,是一个亟待解决的课题。

参 考 文 献

- [1]李贵宝:耗散结构理论与土壤生态系统,《农业生态环境》,1989, No3, 52—55。
- [2]崔士友:试论熵在农业生态系统研究中的应用,《农业系统科学综合研究》,1989, No1, 6—9。
- [3]潘根兴:试从系统科学、控制论、信息论及耗散结构理论谈谈对土壤的认识,1986, (1,2) No3, No4。
- [4]陈清颂:土壤系统熵,《江苏农学院学报》,1984, No1, 1—10。
- [5]周鸣铮:《土壤肥力的测定与测土施肥》,农业出版社,1988。

THE RELATIVITY OF SOIL FERTILITY AND MODERN STUDY METHOD OF SOIL FERTILITIES

Zhao Goudong

(Jilin Academy of Agricultural Sciences)

ABSTRACT

To understand the nature and phenomena of soil fertility, the relativity of soil fertility was discussed on the basis of systemic science and dissipative structural theory. The modern study method of soil fertilities was briefly summarized.