

能增加土壤的缓冲性能,也就是说,土壤不因 H^+ 或碱金属离子的增加而使土壤pH发生迅速地变化。有机质含量愈高的土壤,其缓冲能力也愈强。缓冲性能大的土壤,在施用大量化学肥料和大量新鲜有机质时,不会使土壤pH值发生太大的波动而影响植物生长。

腐殖质又是一种很好的整合剂,它对各种金属元素的有效性起着重要的作用。

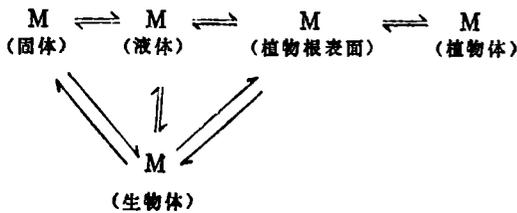
国外学者访华报告

土壤化学发展动态和展望*

雷 通 明

土壤是一个独立的自然体,加上植物和生物,成为一个非常复杂的体系。近年来,土壤微生物慢慢受到注意,土壤中许多反应都牵涉到土壤微生物问题。所以,近来土壤生物化学在美国进展很快,在土壤化学文献中占了一个较大的比例。

设某元素或离子M在土壤中的变化和转移,用如下简单的图解来示意,则可看出整个土壤—植物体系是一个整体。



我们再分开来看。有些反应如M从固体到土壤液体,以及在植物吸收方面等已了解得比较清楚。从土壤化学方面来看。主要涉及下面几个方面:(1)原生矿物。过去研究较多,近几年这方面的工作开展较少。(2)整合作用问题。土壤化学上很多问题均牵涉到整合作用,如氧化还原过程,沉淀作用等大多与整合作用有关。近几年来,这方面研究很活跃,尤其在有机化学方面进展较大。(3)表面现象,也就是表面化学问题。后两方面工作,近来在美国研究较多,这是整个土壤化学方面的大概趋势。

自从 R. Carson 的《Silent Spring》一书出版后,对美国影响很大。从此,生态、污染等问题引起了上下的注意。美国政府拨了一笔很可观的经费来研

有机质还与土壤团聚体和结构状况有密切的关系,而它们又是影响土壤水分的渗透、水分含量、耕性、通气性、温度、微生物活性以及植物根的穿透性的主要因素。

总之,有机质在土壤肥力中的作用是十分重要的。增施有机肥料(包括绿肥)是提高土壤有机质的重要手段。

究各种农药药剂在土壤里的残毒问题,这里牵涉到很多有机化学问题。几乎每个大学都在做这方面的工作。一部分人解决实际问题,尤其是对各种农药药剂在土壤里的各种反应进行了研究。另外一部分人从理论上探索,做了很多关于有机物与粘粒的各种键合机理的研究,比方形成哪些键合,这些键合如何影响它们的活性等。最重要地还是由于科学仪器的贡献,尤其是红外分析技术的进展,使这些问题的研究容易得多了。

关于有机物同无机物,尤其同粘粒中的粘土矿物作用的研究,文献很多,进展很快。这不但涉及到有机物也涉及到无机物。在土壤学概念上,无机物已不象以前看得那么简单,它也牵涉到整合作用。有机物和无机物同时与整合作用有关。举一个简单例子来说明。如AMT的残余在土壤里有时影响大,有时影响很小。有人用不同阳离子饱和的蒙脱石进行培育试验,获得黑麦草相对产量如下(表1):

表 1.

处 理	黑麦草相对产量
对 照	100
+ AMT	36.6
Ca-蒙脱石 + AMT	44.8
Al-蒙脱石 + AMT	49.0
Cu-蒙脱石 + AMT	104

从上可以看出,Cu-蒙脱石使AMT毒害作用最小。这

* 本文系美籍土壤化学家雷通明教授于1980年9月3日在中国科学院南京土壤研究所所做的学术报告。由邵宗臣、罗家贤记录,并根据录音整理。整理稿未经本人审阅。

里关系到各种机理和键合情况。

许多表面化学的工作也是由污染问题引起的。现在，在美国要应用任何一种新农药一定要通过EPA(环境保护协会)的批准。国家根据环境污染方面的资料制订了一些法律，由EPA来执行。要使用一个新杀虫药剂，首先要知道它在土壤中残余量和在作物中各部位的残留量。EPA根据这些资料来决定能否使用，并规定使用的条件。今天，美国已制定了关于灌溉水和饮用水标准，属有机污染方面的有114项，属无机污染14项。从这些分析标准来确定是否适用于灌溉或饮用。但在土壤方面还没有规定，目前有很多人都在从事这方面的研究，包括土壤化学和环境污染方面，大学里各系、科也在做这方面的工作。氧化物对重金属离子反应机理方面也进行了很多研究。

回过头来看，很多问题是老问题，而重新变成新问题来讨论，只是做法不一样。我们大家都知道，三十年代前后，Mattson发表了一系列文章，从等电点观点来解释很多现象。但在1930年以后，由于X射线技术的建立和发展，发现土壤胶体中有很多微晶体，也就是今天大家都知道的粘土矿物，当时美国一个权威Kelley把Mattson文章批得一钱不值，从此Mattson的文章被打入冷宫，把土壤胶体的研究引上了晶质层状硅铝酸盐的路子。近几年来，大家感到粮食问题是当前世界上一个重大问题，而今天粮食生产潜力主要在热带地区，但过去对热带土壤研究很少。目前，美国一些大学做了好多热带土壤的研究工作。从热带土壤的研究发现，Mattson的理论对热带土壤是有用的。

表面电荷可分成可变电荷和永久电荷两类。从前研究粘土矿物，把表面胶膜薄层往往当作废物，去掉后再进行X射线分析。六十年代开始，大家对表面胶膜才有了注意。Jenny曾主张用他的接触理论来解释植物养分的吸收，从电子显微镜上看到，斑脱土和植物根之间有一层非常薄的东西，这支持了接触理论。由于电子显微镜技术的发展，在很多情况中发现有这类胶膜的存在。胶膜的活性非常高，在一些特殊情况下，这层表面胶膜的化学活性甚至比粘土矿物还重要。表面胶膜很多是氧化物，它大多带可变电荷。在温带土壤中也有可变电荷，而热带土壤中更多。表2数据可说明土壤的各类电荷的分布情况。

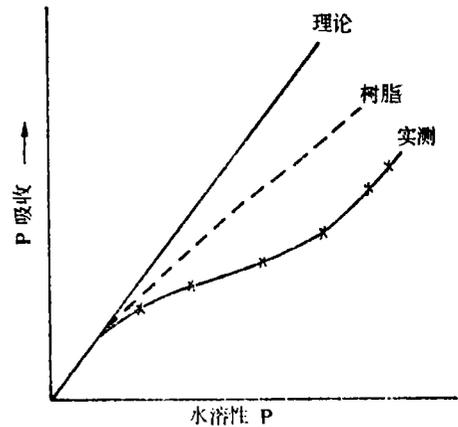
表 2

	温 带		热 带		全 世 界	
	总 量 (十亿公顷)	%	总 量 (十亿公顷)	%	总 量 (十亿公顷)	%
可变电荷	0.82	10	3.00	60	3.82	29
混 合	3.68	45	1.50	30	5.18	39
永久电荷	3.68	45	0.50	10	4.18	32

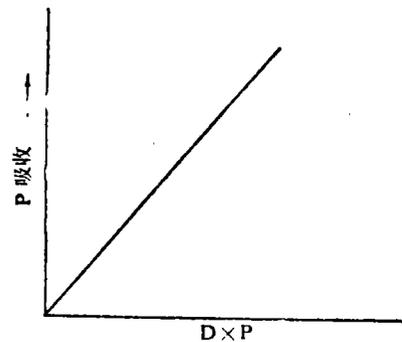
很多有关肥力的问题用永久电荷来解释则解释不通，如磷肥的应用，土壤水分特性等。若用可变电荷就能得到解释。在澳洲这方面工作做得很出色。

现在讨论另外一个重要问题，即土壤养分的移动性(mobility)。Bray早在1945年提出了这个概念，他从养分移动性出发解释了很多现象。他提出养分中一部分是移动性大的，如氮，在整个根系区都可以吸收利用。而另外一部分是相对不移动的，只有在根表面区域才能发生吸收。以后，利用放射性和放射性照相技术也证明了移动性的存在，并从实验上证明了当年Bray设想的移动过程。同时大量地研究了质流(mass flow)和扩散，并从扩散角度证明了对植物养分的供应问题。许多试验也说明，很多微量元素是受扩散控制的。

关于土壤试验(Soil testing)问题，已不象以前那么简单了。要考虑强度因子、容量因子和速率因子，要看哪一个土壤试验，哪一个元素，因此用不同方法来接近。下面我们来讨论这些因子。大家知道，磷的吸收是受扩散控制的。我们用放射性磷试验，可看出土壤供



a 图



b 图

给多少,肥料中供给多少。a图示意植物对磷吸收情况。如单考虑强度因子,磷的吸收与水溶性磷含量之间理论上应该是直线相关,而实际上只有在低浓度时接近直线,到高浓度时偏差很大。如进一步把容量因子加进去,用人造树脂来模仿根系。加了容量因子后,可以使曲线接近直线,但仍有差异。最后,我们测定磷在土壤中的扩散系数D,引进了速率因子,即可得到直线相关,直到高浓度也如此(b图)。以上证明磷的供应受扩散控制。所以当研究土壤养分的问题时都要考虑到它的移动性。

我们再讨论一下土壤微生物与土壤化学的关系。过去研究土壤微生物没有真正跟土壤问题结合起来,名义上是土壤微生物,但与土壤性质、养分关系等很少接触。近几年来,由于技术的进展,尤其是土壤生物化学的进展,开始注意到它的生态问题。前面讲过,土壤是一个整体,是一个自然体。而实际上,正如著名的土壤微生物学家A.G.Norman所说,有些搞土壤的人把土壤看得很简单,甚至看成是一个溶液体系,把土壤当作水培一样。后来有些人加了一个固相进去,但是很少有人想到土壤中还有很重要的生物体,即土壤微生物。大家在实验室里研究土壤,往往先把微生物杀死,把土壤微生物给忘了。当然,实际上做研究工作是应先从简单方面做起。问题在于忘记了最后要了解的是整体,把手段当做了目的,把真正的目的给忘了。

土壤有机质在粘土矿物表面的活性变化很大,粘土矿物表面与其外界的活性差别又很大,这方面文献很多,值得研究。发现植物根最靠近土壤的一点,即土壤与植物的界面,很多反应发生在这一点上。除了少数元素外,大部分元素在这个地方起作用。还发现根的表面与微生物作用有密切关系。整个反应是处于平衡状态。根表面的微生物远比其它地方要多,并跟植物种类,土壤条件有很大关系。微生物产生的分泌物或同化产物不但影响根对植物养分的吸收,还影响根表面细胞本身的渗透性。另一方面,根的本身也有分泌物。我们可做个试验,从叶面喷东西进去,用同位素示踪,可看到它从根分泌出来影响土壤微生物。所以,根与微生物相互影响,也影响到作物对养分的吸收。用电子显微照相技术,在某些土壤中可看到一条条菌丝与根接触的地方有草酸钙的结晶。草酸根离子能取

代与铁铝螯合的磷酸根离子,增加了磷的有效性。这直接看出和解释了土壤微生物影响养分的转化和释放。所以很多土壤化学问题受到土壤微生物的影响。二次大战后,英国土壤学家E.B.Balfour曾写了一本书叫《The Living Soil》,书中一再强调了土壤微生物的重要性。

目前美国存在一个很大问题,就是一般研究土壤肥料的人员,在数学、物理、化学方面基础较差,基本科学训练不够,所以许多问题停留在老地方提不高,跳不出圈子。过去许多复杂的问题很难处理,现在用计算机就解决了。土壤是一个很复杂的体系,只有加强基本训练才会有所突破。当然不是要求每个人都去学计算机,但是我们要懂得计算机一般工作原理,把握好方向。让年轻人去学习和使用,他们是能做好精细工作的,这样互相配合,工作才有成效。仪器问题,我看到的仪器非要有,但有的仪器不一定需要。大家知道C.E.Marshall做了很多有价值的工作,但他用的设备很简单。

最后,简单介绍一下养分元素的研究问题。氮的固定是个老问题,没有多大进展。只是近年来,由于美国能源问题影响了对许多问题的看法。过去氮肥很便宜,对氮肥施用量很大。而现在由于能源缺乏,肥料价格上涨,于是又考虑到氮的固定问题,想从理论上来解决这个问题。甚至做了一些能固定氮的细菌作为商品出售。关于磷的问题,徐拔和教授是这方面专家,做得很多,我不多谈。关于钾的问题,在国外不光是钾,还有其它元素也是这样,不能单从一个元素去做,而是要与其它元素相互关系的方面去做,看其它元素与钾的关系,尤其是钾的转化问题。最后谈谈微量元素。微量元素试验困难比氮、磷、钾要大。有一个德国人用微生物来做,看元素间比例相互影响。许多元素也牵涉到土壤微生物问题。氮、磷、钾多施了,最多是减产问题,而微量元素施多了,不仅是减产而且还可能会发生毒害。微量元素在土壤中分布是不均匀的,受扩散作用控制。养分的供应或补充不光是简单地依靠植物根,植物根往往只占土壤面积的2—5%。微量元素的缺乏还可能与施肥不当有关。氮、磷、钾施多了,会影响微量元素的吸收。总之,需很好研究。要从养分元素本身的化学作用去研究,也要从它同微生物、有机体相互作用方面去接近,解决问题。