

土 壤 中 的 汞

刘 铮

(中国科学院南京土壤研究所)

近些年来,由于环境保护工作的展开和深入,与人类健康直接或间接有关的微量元素的研究日渐增多,土壤中有元素的性状、含量、分布和移动规律逐渐明确。微量元素由其地球化学来源,通过种种途径包括土壤和植物,主要以食物的形式经由人体和动物最后又回到地球化学储备中去,形成了循环。从环境保护角度出发,明确这些微量元素的循环途径,进而控制有关对象(包括土壤与植物)的微量元素含量,是保证环境质量和维护人民健康的重要环节,这也就是环境保护工作中的土壤微量元素研究的任务和它的意义。

微量元素是指土壤中含量很少的化学元素。它具有双重的涵义,既可以泛指所有的含量很少的元素,也可以专指具有生物学意义的元素。当然,随着科研工作的进展,有生物学意义的元素的种类会逐渐增加。这些元素的循环式的迁移连同伴生的化学变化,对于生物来说是十分重要的。就一定的元素而论,它通过环境的途径和机制具有很强的专一性,因而这种元素常为生物所不可缺。这些为生物正常生长和生活所必需的微量元素称为微量营养元素或微量养分。微量营养元素不足时,农作物出现缺乏症状并导致减产,有时动物会出现一定类型的疾病。同一元素由于各种原因包括由于环境因素而过量时又会发生中毒,影响人与动物健康和农作物的质量和产量。有的元素虽然不是生物所必需,但是含量超过一定限度也会影响人与动物的健康和农作物的质量和产量。到目前为止,较重要的与环境质量有关的微量元素共约 13 种,即汞、铅、铬、钒、铜、钼、锌、镉、铋、砷、硒、氟、溴等。此外,锡、锑、铟等有时也被列入。

土壤-植物体系在微量元素的环境循环中具有缓冲作用,对于控制这些元素的环境循环有重要意义。近年来微量元素环境循环的农业控制问题引起了重视,其控制途径是多种多样的。从土壤学的角度来看,不同类型的土壤中微量元素含量不同,对植物的有效性也不同,它上面所生长的植物的微量元素含量也有显著差异。此外,植物种类不同,植物中微量元素的含量也有所不同。如何就土壤类型选择植物种类,是避免植物中微量元素含量达到中毒浓度的有效方法之一。土壤管理也能调节土壤中微量元素对植物的有效性和由土壤进入植物体的微量元素的数目,因而对于控制植物体中微量元素含量有一定的作用。在土壤化学和农业化学中,关于土壤中微量元素对植物的有效性问题,积累了相当多的资料。土壤反应、氧化还原电位、水分含量对于土壤中微量元素有效性的影响便是一个突出的例子。

本文的目的是对与环境质量关系最密切的微量元素一汞一在土壤中的含量、形态、分

布和移动规律,以及与环境质量的关系,作一简要的介绍,以供参考。

一、自然界中的汞

地壳含汞量据估计约为 0.5 克/吨,即 0.5ppm。岩浆岩中含汞比沉积岩中少,这种情况说明汞不单是借火成岩的风化,而是通过其他途径到达地表面的。在岩浆的温度下,亚铁的氧化还原电位大都能使汞化合物转化成金属汞,并且由于金属汞的挥发性而向上层移动,最后形成硫化物而固定下来。

汞的地球化学特性似乎与其亲铜性有关。主要含汞矿物是硫化物。天然来源的汞进入海洋的量每年约有 230 吨,这些汞主要是含汞矿物和岩石经物理、化学分解而释出的。此外,天然蒸发的约有 36000 吨^[1]。除了上述来源以外,煤和石油中都含有相当数量的汞。对于天然来源的汞所造成的环境污染称为“地球化学污染”。

空气与水中都含有一定数量的汞。例如在距海岸 20 哩远的太平洋上测定空气含汞量时,每立方米含有 0.0007 微克汞^[2]。美国 25 个地点大体积采样所测得的空气含汞量为 0.0049—0.0008 微克/立方米^[3]。瑞典每年由空气进入土壤的汞约为 120 微克/平方米^[4]。雨水平均含汞量为 0.2ppb^[4]。雨水能洗净空气,汞被雨水携带落到土壤和植物表面上,每年每公顷达 1.2 克^[5]。34 个地下水样含汞量为 20—70ppb,平均含量为 50ppb^[6]。

水中汞的形态视具体情况而异。当 pH 值大于 5 并且不含氯时,中等氧化力的水中的汞以金属汞为主,溶解度为 25ppb (25°C)。但是被氧所饱和时,溶解度增高到 40,000 ppb。有氯存在时, Hg^+ 离子是稳定的,金属汞一般少于 2 ppb^[7,8]。此外,也可能有 Hg^{2+} 存在,在中等还原条件下,则沉淀成 HgS , 溶解度 $< 0.002\text{ppb}$ 。除了氯、硫和酸度以外,汞的挥发性、与有机物形成共价键、被粘土和植物残体由水中和空气中吸附也都可使汞的浓度降低。氧化铁的结晶是汞的有效吸附剂^[7,8],所以在湖泊与河水中大多数的汞因吸附和沉淀而集中在水底的沉积物中,沉积物里所含有的汞比四周的水多 5—25 倍^[9]。

海水含汞 0.03—2.0ppb,随深度增加而增多。海洋中的汞一般以阴离子 HgCl_2^- 存在^[5]。污泥中的汞因微生物活动由无机态经甲基化作用而成为有机汞, Hg^{2+} 转化成一甲基汞 (CH_3Hg^+) 和二甲基汞 ($(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$)^[10]。汞的离子式的一甲基化合物易溶于水,分子式的二甲基汞的溶解度较小,除了转化成一甲基汞以外,常成为蒸汽由水相进入空气,并且又转变成金属汞和 CH_4 。

二、汞的污染源

工农业生产活动都可能使相当数量的汞进入环境。全世界每年生产 7,000 吨以上的汞,估计有 25—50% 进入环境^[11]。

煤和石油燃烧时释放出的汞是空气中汞的最大来源。分析 36 个煤样,含汞 70—21,000ppb,平均含量为 3,300ppb,估计全球因烧煤而进入空气的汞每年最多可达 3,000 吨^[1]。石油含汞 1,900—2,100ppb,最多时曾发现高达 20,000ppb。沥青因挥发性碳化氢已经除去,汞相对的增多^[12]。全球因燃油而进入空气的汞估计为 1,600 吨^[13]。

一些工业生产包括冶炼工业会导致环境污染。含汞农药的应用也会污染土壤，并且因土壤侵蚀、径流、在空气中的扩散和微生物分解作用、使含汞农药为害范围扩大。据1965年统计，全世界含汞农药用量为2100吨/年(现已下降)。

三、土壤中的汞

土壤含汞量是 $n \times 10^{-6}\%$ 即 $n \times 10\text{ppb}$ ，稍低于岩石平均含汞量，而高于植物含汞量 ($n \times 10^{-7}\%$)^[14]。土壤正常含汞量的测定，对于了解环境质量有重要意义。瑞典200个土壤试样含汞20—920ppb(表土)，平均含量70ppb。有机质土和冰碛物发育的土壤含汞最多，一个冰碛土中腐殖质层含汞1100ppb，矿质部分含汞80ppb。与其他地区土壤相比较，一个法国土壤含汞50ppb，三个苏丹土壤含汞为70，25， $<15\text{ppb}$ 。表土含汞比底土高5—10倍。耕地含汞比未耕地多，耕地最多的是922ppb，未耕地最低的是4ppb^[15,16]。美国土壤中汞的平均含量是100ppb^[17]。有的研究者分析了912个试样，汞平均含量是71ppb，美国东部为96ppb，西部为55ppb^[18]。

按土壤类型而论，含汞量有一定的差异，例如^[19]：

森林土壤的腐殖质层	$3.0-8.1 \times 10^{-6}\%$
森林土壤	$10.0-29.0 \times 10^{-6}\%$
耕地	$3.0-7.0 \times 10^{-6}\%$
粘质土壤	$3.0-3.4 \times 10^{-6}\%$
砂质土壤	$0.1-2.9 \times 10^{-6}\%$

瑞典的土壤分析结果说明，以轻质的沉积土中含汞为最多，为50—350ppb，视腐殖质含量而异^[4]。苏联七个土壤剖面的含汞范围是 $n \times 10^{-6}-n \times 10^{-4}\%$ ，一般是 $n \times 10^{-5}\%$ 。黑钙土、栗钙土区的盐土和碱土剖面的各层次含汞量差异较小，都在 $n \times 10^{-5}\%$ 范围内。灰化土则腐殖质层上层含量最低，淀积层最多。例如^[20]：

黑钙土	0—10厘米	$1.0 \times 10^{-5}\%$
	50—60厘米	$1.4 \times 10^{-5}\%$
腐殖质淀积灰化土	110—120厘米	$3.3 \times 10^{-5}\%$
	150—160厘米	$3.3 \times 10^{-5}\%$
	220—230厘米	$4.0 \times 10^{-5}\%$
	4—8厘米	$7.0 \times 10^{-6}\%$
	8—14厘米	$3.5 \times 10^{-6}\%$
	17—22厘米	$3.0 \times 10^{-6}\%$
	28—35厘米	$5.8 \times 10^{-4}\%$
	35—40厘米	$1.5 \times 10^{-4}\%$
	80—85厘米	$3.0 \times 10^{-5}\%$

越南14个土壤剖面的含汞量与上述的范围相同，发现汞与铝同时富集，并且在铁锰结核中含汞很多，红黄壤及水稻土含汞量如下^[20]：

水稻土	1—6厘米	0
	7—12厘米	$3.0 \times 10^{-6}\%$

红黄壤	22—27厘米	$1.0 \times 10^{-5} \%$
	40—45厘米	$1.5 \times 10^{-5} \%$
	55—60厘米	$2.7 \times 10^{-5} \%$
	90—95厘米	$1.5 \times 10^{-5} \%$
	0—5厘米	0
	8—13厘米	$4.0 \times 10^{-6} \%$
	34—39厘米	$1.4 \times 10^{-5} \%$
	45—60厘米	$1.4 \times 10^{-5} \%$
	85—90厘米	$2.4 \times 10^{-5} \%$
	110—115厘米	$2.5 \times 10^{-5} \%$
	170厘米以下	$3.5 \times 10^{-5} \%$

英国一些土壤中的含汞量是 0.25—1.00ppm 到 5.00—15.00ppm，含量多寡与地质来源有关，并且园地土壤中含汞较多^[21]。英国未遭受污染的土壤的天然含汞量是 0.01—0.06ppm^[22]。

日本对水稻土中的汞进行了研究，15 个水稻土试样含汞 0—1.04ppm，与果园土壤相比，并不是很低的，例如^[23]：

水稻土 1.	0—10厘米	0.49微克/克
	10—20厘米	0.35 "
水稻土 2.	0—15厘米	0.34 "
	15—25厘米	0.60 "
	25—35厘米	1.04 "
桔园土壤	0—30厘米	0.29 "
	30—50厘米	0.55 "

并且发现使用含汞农药使土壤和所生长的水稻中的汞相应增多，排水不良的田块，情况尤其严重^[24]：

地 点	含汞农药用量	土 壤 含 汞 量	米 的 含 汞 量	备 注
九 洲 农 业 试 验 场	-	33.2微克/100克	30微克/100克	排水良好
	+	47.2	90	
九 洲 大 学 农 场	-	30.5	35	
	+	52.0	43	
大分县竹田市 涌水田	-	136.0	81	排水不良

土壤中汞的化合物的种类可能是多种多样的，但是所有的无机汞化合物最后都会转变成金属汞。有有机物存在或者有其他因子可以导致还原时，有机汞化合物也会形成金属汞^[25]，所以在土壤中下列反应是很普遍的：

$$\text{Hg}_2^{2+} \rightarrow \text{Hg}^{2+} + \text{Hg}^0 \quad (\text{Hg}^0 \text{ 指 金 属 汞})$$
。所形成的金属汞或者挥发，或者当硫还原细菌活跃时形成 HgS 。

土壤中的硫化汞较其他无机汞化合物重要。硫与汞的亲合力较强，在有硫化氢或者碱金属的硫化物存在时，汞的各种无机化合物都会形成硫化汞。硫化汞不溶于水和稀酸，或稀碱，是所有的汞的化合物中最稳定的。由于硫化氢与汞的化合物之间的密切关系，因而土壤中的汞的形态和活动情况与硫的循环发生了联系^[25]。

有机的含汞农药进入土壤后的命运如何,目前还不完全明确。用乙基或苯基汞化合物处理土壤时,在土壤表层有汞蒸汽出现,并且当土壤含水量愈高时愈严重。这种情况可能与微生物活动有关。汞的一甲基化合物本身便是易挥发的^[26],已经证实将少量含汞农药加入土壤以后,一些青霉、曲霉和细菌能使一定种类的农药分解^[27],所以可以认为含汞农药的化学分解和生物分解在土壤中是同时存在的,有机含汞农药的分解产物,不论是气态的和溶解态的,不论是离子与否,都会因土壤有机物和粘粒的作用而保存在土壤中。在通气良好的土壤中,任何形态的汞都能够长期存在,而在嫌气条件下(例如渍水土壤)各种汞化合物至少能部分地转变成可溶的一甲基汞化合物或者气态的二甲基汞化合物,与在沉积情况下的转变相似。

土壤中的汞一如其他元素也存在吸附现象。在测定水稻土的含汞量时,发现汞有时在表层富集,有时在心土富集,有时则从剖面中完全被淋洗出去^[23]。研究证实,这种现象不只与土壤渗透性有关,也与吸附性能有关。土壤的腐植质含量和粘粒含量都与含汞量高低有关,主要粘土矿物的种类有决定性影响。经试验,蒙脱石对醋酸苯汞和苯汞离子的吸附很强,不易被水淋洗。水铝英石对上述化合物和离子的吸附则较弱,可能与它的较低的负电荷有关。高岭石的吸附最弱,可能与它的更低的负电荷和较小的表面积有关^[28]。经用以 Hg^{203} 标记的醋酸苯汞进行吸附试验,进一步证实粘土矿物种类、pH 值、代换态阳离子的种类都与汞的吸附有关,其中以蒙脱石吸附得最多,水铝英石次之,高岭石最少。酸度影响也很大, pH6 时吸附最强。 >7 和 <5 时锐减^[29]。此外,铁锰氧化物的外层也吸附汞。离子式吸附 (HgCl_3^- , HgCl_4^{2-}) 与分子式吸附 (Hg_2Cl_2 , HgCl_2) 都可能存在^[30]。但是除了与有机物相整合以外,不论是 CH_3Hg^+ 或者 $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$ 与土壤结合得都不十分紧密^[4]。土壤中的汞不只是被有机物及无机物所吸附,而且与有机物形成共价键。磷酸汞、碳酸汞尤其是硫化汞的溶解度都很低^[25]。汞在土壤中的积聚与全硫含量和有机碳水平有关,但是含硫的腐植质能使汞处于易溶状态。在碱性条件下, HgS 能转化成可溶的 Hg_2S , 于是土壤中汞的存在状态和移动情况等便与土壤的物理化学、微生物学性状以及其他营养元素水平联系了起来,给从土壤中排除汞提供了有利条件。

四、植物中的汞

汞通过土壤进入植物而进入食物循环。汞进入植物的途径有两种:

1. 土壤中的汞经过植物根系进入植物体,常常是在转变成一甲基汞或金属汞以后被根系吸收的;
2. 通过叶片进入植物体。喷施的农药、雨水和尘埃中的汞和土壤中的汞的蒸汽都能够被叶片吸收,叶片的气孔能够吸收和排出汞,气孔排出的汞可能是植物由土壤吸收的含汞农药的还原产物。

土壤中汞的多寡影响植物的含汞量。在含汞多的土壤上生长的植物的种子中种皮曾经发现汞滴。

将不同的汞化合物施入土壤,植物含汞量有很大的差异。将 Hg_2Cl_2 , HgCl_2 施入土壤中,土豆、胡萝卜、莴苣、豆类的含汞量很低,可以不计^[31];而将醋酸汞、醋酸苯汞施入土壤,则在豌豆根中发现汞^[32]。汞通过叶片进入植物体时,汞蒸汽使叶受损(莴苣、胡萝

卜)^[33]。汞在植物体中流向其他部位，例如果实和块根等。以赛力散 M 处理种子，第一代种子中的含汞量与土壤酸度有关，pH 值高时，含汞量低，如下表所示^[34]：

作物	pH 值	处 理	含 汞 量 (ppm)
豌豆	5.6	Hg	0.162
		对照	0.048
豌豆	7.1	Hg	0.185
		对照	0.046
小麦	5.6	Hg	0.031
		对照	0.015
小麦	7.1	Hg	0.031
		对照	0.010

根据上述情况可以认为调节土壤酸度是控制植物含汞量的措施之一。

在果树栽培业中将含汞农药喷施到果树上造成不良后果。例如将醋酸苯汞喷施到苹果树上，于两年间喷施九次，土壤（2 寸深的表土）中汞的残留量是 0.5ppm；于五年间喷施二十一次，土壤中的残留量增高到 1.11ppm；在树上则通过叶片流向果实和新叶，使苹果中含汞量增多^[35]。

谷类作物含汞量也因使用含汞农药而增高。喷施到叶片上的，增加得最多。种子处理也会有相当数量的汞进入种皮。日本曾就种子处理的后果进行比较，用未处理的种子播种，收获的稻粒含汞 0.2ppm，经过种子处理的，则含汞量增加 50%^[24]。排水不良的稻田增加的更多（见上文）。就糙米（未碾）和精米（已碾）比较，含汞量分别是 0.77—0.185 ppm 和 0.058—0.065ppm^[36]。从进行过种子处理的田块中收获的稻粒，碾成精米后含汞有的高达 0.1—1.0ppm^[37]。日本大米含汞较其他国家多，后者 ≤ 0.005 ppm^[38]。

其他植物性食物有类似情况，动物性食物受含汞饲料影响，而使含汞量增加，在动物体中汞的排出速度常低于摄取速度^[38]。

五、汞 的 排 除

土壤中汞的污染的排除途径是多种多样的。对酸性土壤来说，排除汞的污染比较容易。施用石灰使土壤 pH 值大于 6.5 能使植物由土壤中吸收的汞减少。施用石灰不仅能使汞沉淀成氢氧化物和碳酸盐，而且钙离子能防止汞离子争夺植物根表面的代换位置，但是要防止因施用石灰而引起的副作用，例如可能引起一些微量元素供给不足，植物出现缺乏症状（铁、锰、锌等）。

施用氮磷肥料有时有助于排除汞的污染^[39]。磷肥可能对防止汞的污染有良好作用。磷酸汞比碳酸汞、氢氧化汞的溶解度更小，尤其是磷灰石不会引起土壤 pH 值的升高，没有象施用石灰时的副作用。

硝态氮肥也有助于排除汞的污染。甲基化作用是汞的毒物学过程的关键，所以能够抑制甲基化作用的措施是值得考虑的。施用硝态氮肥能够抑制甲烷的形成，试验证实硝酸钾能降低甲烷的积聚^[40]。土壤中的硝酸盐浓度超过一定水平时，能导致甲基化过程的甲烷细菌（*Methanobacterium omelianskii*）的生长受到抑制^[41]。土壤渍水时，原有的少量硝酸盐消失，并且观察到有氢和甲烷形成，土壤重新通气时，上述过程相反进行^[42]。

硫的蒸汽能沉淀空气中的汞，含硫的气溶胶因而具有防止汞毒的作用。施用硫磺对

防止土壤中汞的蒸发也是有效的^[43]。汞虽然不能因形成硫化汞而消失,但是变成了无害的化合物,因而能够生成硫化氢的微生物可以视为有益的。

一定的真菌(例如黑曲霉)对汞有“耐性”,非蛋白质的-SH 原子团能够与进入菌体的过量的汞相络合,使汞成为生理上非活性的,有助于排除汞的毒害^[44]。

此外,由土壤中排除汞的途径还有:1. 加强淋洗,2. 作物排除,3. 加强挥发等等^[35],有待进一步研究。

参 考 文 献

- [1] Joensuu, O. I., Science, 172, 1027—1028, 1971.
- [2] Williston, S. H., J. Geophys. Res., 73, 7051—7055, 1968.
- [3] Harrison, P. R. et al., J. Air Pollution Control. Ass., 21, 563—570, 1971.
- [4] Anderssen, A. and L. Wiklander, Grundförbättring, 18, 171—177, 1965.
- [5] Stock, A. und F. Cucuel, Naturwissenschaften, 22, 393—398, 1936.
- [6] Winklander, L., Grundförbättring, 21, 151—155, 1968.
- [7] Hem, J. D., U. S. Geol. Survey Profess. Pap., 713, 19—24, 1970.
- [8] Jenne, E. A., U. S. Geol. Survey Profess. Pap., 713, 40—45, 1970.
- [9] Hinkle, M. E. and R. E. Learned, U. S. Geol. Survey Profess. Pap. 650—D, 251—254, 1969.
- [10] Jensen, S. and A. Jerneřov, Nature, 223, 753—754, 1969.
- [11] Keein, D. H. and E. D. Goldberg, Environ. Sci. Technol., 4, 765—768, 1970.
- [12] Jonasson, I. R. and R. W. Boyle, Proc. Roy. Soc. Can. Symp. Mercury in man's environment, 1971.
- [13] Bertine, K. K. and E. D. Goldberg, Science, 173, 233—235, 1971.
- [14] Ковда, В. А., Микроэлементы в почвах Советского Союза, 1959.
- [15] Andlersen, A., Oikos. Suppl., 9, 13—14, 1967.
- [16] Andersen, A., Grundförbättring, 20, 95—105, 1967.
- [17] Pierce, A. P. et al., U. S. Geol. Survey Profess. Pap., 713, 14—17, 1970.
- [18] Shacklette, H. T. et al., U. S. Geol. Survey Circ., 644, 5, 1971.
- [19] Stock, A. und F. Cucuel, Naturwissenschaften, H. 22—24, 390, 1934.
- [20] Айдиньян, Н. Х., А. Н. Троицкий и Г. А. Белаевская. Геохимия, 7, 654, 1964.
- [21] Warren, H. V. and R. E. Delavault, Oikos., 20, 537—539, 1969.
- [22] Martin, J. T., Analyst, 88, 413, 1963.
- [23] Aomine, S. et al., Soil Sci. & Plant Nutr., 13, 186, 1967.
- [24] 古谷贞治, 篠島丰, 九州大学农学部学艺杂志, 22, 45, 1965.
- [25] Booser, J. R., Ann. appl. Biol., 31, 340, 1944.
- [26] Kimura, Y. and U. L. Miller, J. Agric. Food Chem., 12, 253, 1964.
- [27] Spanis, W. C. et al., Phytopathology, 52, 455—462, 1962.
- [28] Aomine, S. and K. Inoue, Soil sci. & Plant Nutr., 13, 195—200, 1967.
- [29] Inoue, K. and S. Aomine, Soil Sci. & plant Nutr., 15, 86, 1969.
- [30] James, C. H., Imp. Coll. Sci. Technol., London, Tech. Comm., 41, 42, 1962.
- [31] Pickard, J. A. and J. T. Martin, Spray application problems, L. X. Ann. Rep. Agr. Hort. Res. Sta., Long Ashton, Bristol., 1959.
- [32] Rao, A. V. et al., Plant Physiol., 41, 443—446, 1966.
- [33] Booser, J. R., Ann. appl. Biol., 38, 334—337, 1951.
- [34] James, P. E. and J. V. Lagerwerff, Proc. Intern. Symp. on Identification and measurement of environmental pollutants, Ottawa, Canada, 1972.

- [35] Ross, R. G. and D. K. R. Stewart, Canad. J. Plant Sci., 42, 280, 1962.
- [36] Gota, T. and A. Sato, Eiyo To Shokuryo, 19, 245, 1966.
- [37] Tomizawa, C. et al., Shokohin Eiseigaku Zasshi, 7, 26, 1966.
- [38] Smart, N. A., Residue Rev., 23, 1—36, 1968.
- [39] Mortvedt, J. J. et al., Microelements in agriculture, S.S.S.A., Madison, Wisconsin USA, 1972.
- [40] Laskowski, D. and J. T. Moraghon, Plant & Soil, 27, 357—367, 1967.
- [41] Barker, H. A., J. Biol. Chem., 137, 153—167, 1941.
- [42] Yamana, I., Soil & Plant Food, 3, 100—103, 1957.
- [43] Whitelock, O. and F. N. Furness, Ann. N. Y. Acad. Sci., 65, 357—652, 1957.
- [44] Ashworth, L. J. and J. V. Amin, Phytopathology, 54, 1459—1463, 1964.

通俗讲话

“教育必须为无产阶级政治服务，必须同生产劳动相结合”。南京市部分中学教师为了教好中学的“化学”和“农业基础”课程，曾邀请中国科学院南京土壤研究所派人介绍生产实践中的土壤肥料问题，作为辅导教材。现将几篇辅导教材分期在本刊发表，以供中学师生参考，并请读者提出批评和改进意见。

——编者

土壤的形成

周明枬

(中国科学院南京土壤研究所)

一、什么是土壤

什么是土壤 提起土壤，大家都很熟悉。有的叫“土”(如黄土、黑土)，有的叫“泥”或“泥巴”(如黄泥巴、烂泥巴、青紫泥等)。有人说，石头经过风吹日晒雨淋风化而形成的小颗粒就是土壤。这种说法不够确切。比如，海底湖底或塘底都有深厚的细土粒，西北地区埋藏在地底下几十丈深的黄土，还有南方山区深厚的花岗岩风化物等等，这些都是细小的颗粒物质，如果我们把这些暂时还没有条件生长植物或庄稼的土都称为土壤，那么，显然同陆地上能生长植物或庄稼的土不一样，因此，两者不能混为一谈。究竟什么是土壤，简单的说：土壤是地球陆地表面能生长植物(包括庄稼)的疏松土层。土壤之所以能生长植物或庄稼，是因为它具有肥力(即供给植物生长所需要的水分、养分、空气和热量的能力。)肥力是土壤所具有的特殊本质。岩石的碎屑，没有肥力，不能生长植物，所以不是土壤。

什么是成土母质 坚硬的岩石经受着物理风化作用(即日晒、风吹、雨淋、温差等因素影响，岩石中的矿物由于胀缩而崩解破碎，由大块变小块的过程)和化学风化作用(即岩石受大气和水中各种化学物质的影响，使其中的矿物种类和化学成分发生显著变化的现