汞在土壤中的分布*

戴昭华　黄衍初
(中国科学院环境化学研究所)

一、天然土壤中汞的来源

汞以低浓度广泛地存在于地壳中，主要以辰砂形式存在于岩石中[1]. 由于汞具有独特的化学性质(亲硫性、吸附能力强、易形成络合离子、低温条件下可呈气态存在)，所以汞可以硫化物、硒化物等形式存在于地质体中. 汞还可以与许多矿物结合存在于母岩中，也可存在于煤、石油和天然气中[2]. 母质在风化成土过程中，一部分汞仍以原生矿物存在于土壤和水体的底质中，还有一部分汞从矿物中释放出来，与阴离子 (Cl^-、S^{2-}等) 或有机质等结合形成新的化合物或络合物，大部分在土壤和底质中累积. 在还原条件下，可以形成金属汞在环境中循环. 土壤中带负电性的胶体(如 MnO_2 和粘土等)也可吸附固定土壤中的汞[3]. 土壤中的汞可通过雨水冲刷进入水体或由高温蒸发进入大气，随着雨雪淋洗大气. 引水灌溉或泛滥等，使汞又被土壤吸附. 在未受人为污染的情况下，土壤中汞的进出量受到多种因素的控制. Bowen[4] 对未开垦且未受污染的土壤中元素的年进出量进行了考察，得出由岩石风化、降尘和降雨、生物体腐烂等进入土壤中的汞量与由雨水冲刷土壤带入海洋和蒸发进入大气中的汞量基本保持平衡的结论.

二、土壤中汞的含量

土壤中微量元素主要来源于成土母质，不同母质中汞含量水平不同，因此，对土壤中汞含量贡献也会不同. 表 1 列出主要火成岩和沉积岩中汞的含量

土壤中汞含量还受到土壤中的胶体成分、有机质含量[5,6]、土壤形成过程中的物理化学条件等因素的控制. 不同地区的土壤母质、成土物理化学条件等都不可能相同，因此，土壤中汞含量可能有很大差异(见表 2).

表 1　主要火成岩和沉积岩中汞含量[3]

岩类	火成岩				沉积岩		
岩性或岩种	超基性岩	基性岩	中性岩	酸性岩	页岩	砂岩	碳酸盐
汞含量 (g/t)	0.01	0.09	—	0.08	0.4	0.03	0.04

土壤中汞含量与土壤类型也可能有一定的关系. 从表 3 可以看出，即使同一地区的不同土类中汞含量也有明显的差别.

土壤中汞含量的另一个特点是垂直分布的不均匀性. 从表 2 和表 3 可以看出，汞在表土中的含量普遍要比底土中的含量高，有的相差几倍. Rissanen[8] 认为，汞在开垦和未开垦的同类土壤中的天然分布应是相同的. 在底土中汞含量通常很低 (2—10ng/g)，而在表土中汞含量可达底土中含量的 5—10 倍. 图 1 给出五个剖面中汞含量的垂直分布情况. 广东地区的汕 4 剖面中表土汞含量约为底土汞含量的 15 倍，其余为 2—5 倍左右.

三、土壤中汞含量的频数分布类型

Ahrens[9] 认为，在火成岩中很多微量元素含量的频数呈对数正态分布. 因此，由火成岩发育的土壤，其相应的微量元素含量的频数也可能呈对数正态分布. 上面已论述了

* 本文承南京土壤研究所杨国治，唐涌六等同志指导，谨致谢意.

表 2　五个地区土壤中汞含量平均值 (ppm)*

地区	全区		表土		底土	
	算术值	几何值	算术值	几何值	算术值	几何值
北京	0.081	0.055	0.114	0.064	0.066	0.049
南京	0.12	0.083	0.137	0.102	0.113	0.072
天津	0.032	0.023	0.048	0.036	0.025	0.018
吐鲁番	0.014	0.011	0.016	0.014	0.015	0.011
广东	0.035	—	0.036	0.021	0.019	0.010

* 中国科学院土壤背景值协作组提供的数据

表 3　不同土类中汞含量平均值 (ppm)*

土类	采样地区	层次	算术值	几何值	土类	采样地区	层次	算术值	几何值
淋溶褐土(a)	北京	全土	0.05	0.041	潮土	天津	表土 底土	0.052 0.019	0.036 0.015
碳酸盐褐土(a)	北京	全土	0.08	0.067	赤红壤	广东	表土 底土	0.028 0.017	0.018 0.009
黄棕壤(a)	南京	全土	0.12	0.053	水稻土	广东	表土 底土	0.075 0.032	0.045 0.018
黄刚土(a)	南京	全土	0.04	0.045	紫色土	广东	表土 底土	0.037 0.024	0.022 0.012
灰潮土(a)	南京	全土	0.12	0.119	绿洲黄土	吐鲁番	表土 底土	0.018 0.018	0.017 0.012
盐化潮土	天津	表土 底土	0.031 0.016	0.028 0.012	石膏棕漠土	吐鲁番	表土 底土	0.012 0.007	0.011 0.007
褐土	天津	表土 底土	0.058 0.042	0.048 0.021	棕色荒漠土	吐鲁番	表土 底土	0.017 0.008	0.015 0.008

* 除(a)中的算术值来自文献[7]外，其余数据均由中国科学院土壤背景值协作组提供.

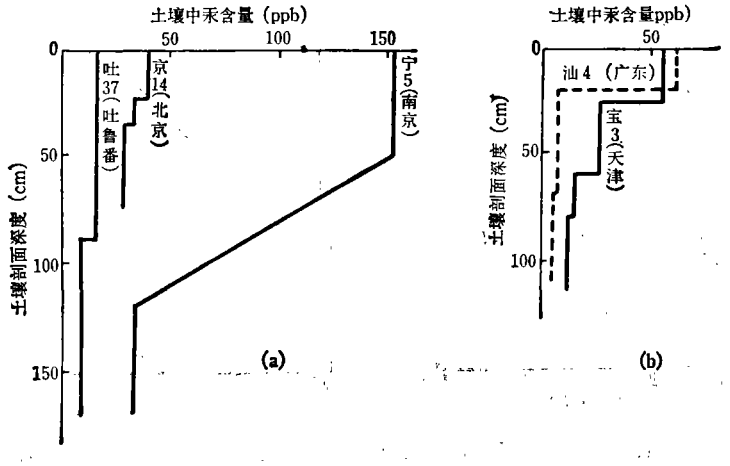

图 1　五个土壤剖面中汞含量的垂直分布

土壤中汞含量与成土母质、土类及成土过程中的物理化学条件等密切相关，而且各地区的成土母质并非单一．为合理地表达土壤中汞含量和研究土壤中汞水平分布规律，对土壤中汞含量的频数分布类型进行检验．图 2 为北京、天津、吐鲁番、广东四地区土壤中汞含量的对数正态概率图．此外，还用 $x^2(n>50)$ 或 $w(n\leqslant 50)$ 检验对这些地区土壤中汞含量的频数分布类型进一步进行判断，结果见表 4．根据图 2 和表 4，可以认为土壤中

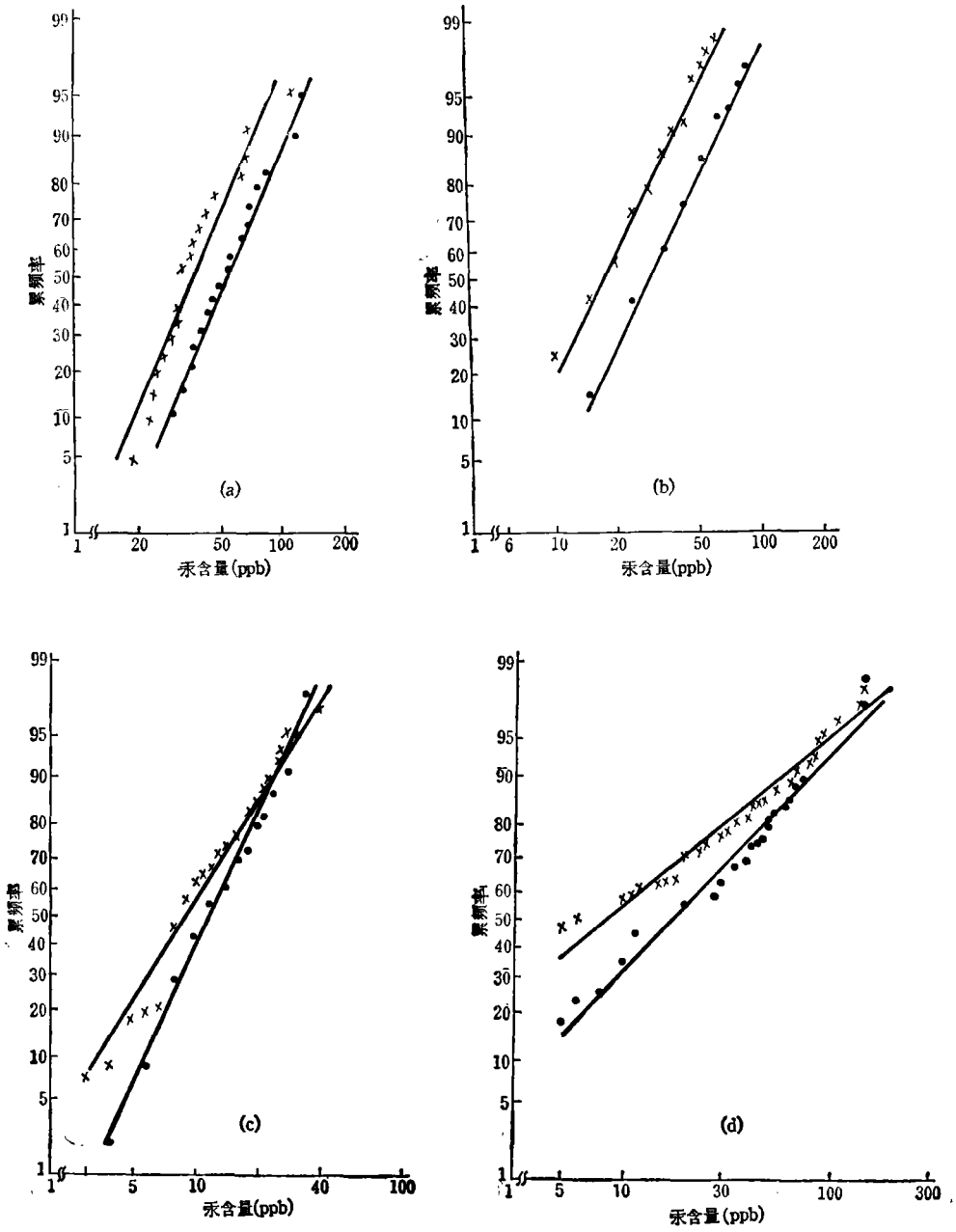

图 2　北京 (a)．天津 (b)．吐鲁番 (c)．广东 (d) 四地区土壤中汞含量频数分布曲线
● 汞在表土中分布　× 汞在底土中分布

表 4　土壤中含汞量的频数分布类型

地　区	层次	检验方法	x^2 或 W 值*	置信系数	分布类型
北京	表土	W	0.976 (N=19)	$p>0.5$	对数正态
	底土	W	0.901 (N=21)	$p\leq0.05$	近似对数正态
天津	表土	x^2	0.604 (n=3)	$0.9>p>0.75$	对数正态
	底土	x^2	7.60 (n=4)	$0.25>p>0.1$	对数正态
吐鲁番	表土	W	0.956 (N=44)	$0.5>p>0.1$	对数正态
	底土	x^2	3.734 (n=1)	$0.1>p>0.05$	近似对数正态
广东	表土	x^2	0.782 (n=1)	$0.5>p>0.3$	对数正态
	底土	x^2	5.936 (n=2)	$0.1>p>0.05$	近似对数正态
南京[10]	全土	x^2		$0.5>p>0.3$	对数正态

* N 为样品数，n 为自由度

汞含量的频数呈对数正态或近似对数正态分布．土壤中汞的背景水平应以几何平均值表示更为适宜．

参 考 文 献

[1] 斯拉文斯基著（王勤和等译），元素的物理化学性质，冶金工业出版社，1960年．

[2] Kazantzis, G., *Metals in the Environment*, Academic Press, p. 221, 1980.

[3] 南京大学地质系编，地球化学，科学出版社，1979年．

[4] Bowen, H. J. M., *Environmental Chemistry of the Elements*, *Academic Press*, 1979.

[5] 黄银晓等，生态学报，2，1(1982).

[6] 杨国治等，土壤学报，16，38(1979).

[7] 中国科学院土壤背景值协作组，科学通报，2，90(1980).

[8] IAEA, *Mercury Contamination in Man and His Environment*, Technical Reports Series No. 137, 1972.

[9] Ahrens, L. H., *Geochi., Cosmochi. Acta*, 11, 205 (1957).

[10] 唐涌六，环境中若干元素的自然背景值及其研究方法，科学出版社，1982年．

几种苗木对 $^{35}SO_2$ 的吸收和运转

田砚亭　孟庆英　王华方

（北京林学院同位素实验室）

本工作利用同位素示踪法研究苗木对 SO_2 吸收和运转的规律，试图为筛选抗性树种提供一些理论依据．

一、材料和方法

（一）选择生长正常的一年生旱柳实生苗、垂柳营养苗、1—2 年生洋白蜡、山桃、兰桉、银桦、滇杨植于花盆内，缓苗后用塑料布包裹好盆缽，放入自制熏气箱熏 $^{35}SO_2$ 1 天，用 I_2-KI 液吸收剩余气体．取样后进行：(1) 宏观整体自显影；(2)光镜自显影；(3)用液体闪烁计数器测根、茎、侧枝、叶的硫-35 含量和含硫-35 氨基酸含量．

（二）比较摘叶与不摘叶的兰桉、滇杨苗木熏 $^{35}SO_2$ 后根、茎、叶含硫-35 量．

（三）取旱柳、洋白蜡、滇杨、银桦做茎环割术，测量切口上下部的放射性强度．

取旱柳、洋白蜡水培苗同上述方法处理，取营养液测其放射性强度．