

# 天津地区土壤中若干元素的含量与机械组成的关系\*

沈碧贞 陈林观

(天津市农科院土肥所)

赵子定

(天津市环境保护监测站)

土壤颗粒组成决定着土壤的物理、化学和生物特性<sup>[1]</sup>。不同的土壤机械组成,在矿物组成上有显著的差别,其化学成分和其它各种性质也均不相同<sup>[2]</sup>。土壤机械组成对土壤中元素含量的影响,国内外曾有报道。但两者间相关性的研究报道不多。Ure<sup>[6]</sup>曾研究过苏格兰10种土壤中61种元素之间的相关系数,讨论了元素与母质的关系。本文就天津地区土壤的成土过程及其特点,着重对土壤中不同机械组成与某些元素含量的关系进行了研究。

## 一、材料和方法

1. 样品的采集 样品采自天津地区近代冲积物为母质的潮土。采样时注意样点的布设远离污染源,并按不同土壤类型,不同质地,选择有代表性的土壤剖面91个,其中潮土67个,盐化潮土19个,湿潮土5个。

采样时,每个样点按剖面的自然发生层次取样。每个样品重约1公斤,放在室内自然风干,用玛瑙研钵磨碎,过100目尼龙筛,混匀。

2. 测定方法 Cu、Co、Pb、Ni、Mn、Cr及Li用原子吸收火焰法测定;Cd用原子吸收石墨炉法测定;Ti、Zn、Sr、Fe、Ca等用不破坏的X射线荧光光谱法测定;As用银盐比色法测定;Hg用测汞仪测定;土壤机械组成,用比重计法测定。

## 二、结果与讨论

我们计算了91个表土中16种元素与5个粒级含量的相关系数,根据相关系数的大小,将16种元素分为三组,并制成表1。

Zr, Sr组: 这组元素的含量与土壤物理性砂粒(1—0.01毫米)的含量,呈极显著正相关,而与<0.01毫米各粒级的含量均呈负相关。这组元素可称为亲砂粒的元素,锆(Zr)

\* 本工作得到南京土壤所杨国治同志、天津市土肥所赵振达同志指导,此外,还得到中国科学院土壤背景值协作组的帮助,特此致谢。

主要存在锆英石 ( $ZrSiO_4$ ) 和斜锆石等矿物中, 在成土过程中它们极难风化, 因此, 土壤中砂粒含量愈高, 锆的含量也愈高, 所以, 锆可以作为土壤风化程度的一个重要的指示元素。锶与钙同属碱土金属, 化学性质相近, 一般认为其地球化学特性非常相似。我们计算了两者的相关系数, 表明它们之间不存在什么相关性, 因此土壤中锶 (Sr) 的含量与土壤中砂粒的含量呈极显著正相关, 这似令人费解。从含锶的矿物来看, 锶既含于难风化的天青石和钾长石中, 又含于易风化的碳酸盐或角闪石中。天津地区近代冲积物发育的土壤, 锶可能主要存在于难风化的矿物中, 从而与土壤中物理性砂粒含量呈正相关, 当然, 这种推测还有待进一步证实。

Li、Zn、Fe、Ni、Ti、Co、Cu、Cr、Pb、As、Mn 组, 这一组元素的共同特点是, 它们在土壤中的含量同锶、锆相反, 即与土壤物理性砂粒含量呈负相关; 与土壤粘粒 ( $<0.01$  毫米) 含量呈极显著正相关, 相关系数大小的顺序为  $Li > Zn > Fe > Ni > Ti > Co > Cu \approx Cr > Pb > As > Mn$ , 从相关系数大小来看, 虽然它们都与  $<0.01$  毫米的各个粒级

表 1 土壤中若干元素含量与土壤粒级 (mm) 的相关系数 (r)

Table 1 Correlation coefficient (r value) between content of some elements in soil and constitution of soil partical size

元素 Element	样品数 Sample amount	机械组成(粒径: mm) Mechanical composition				
		1—0.01	0.01—0.005	0.005—0.001	<0.005	<0.001
Zr	91	0.755	-0.388	-0.574	-0.698	-0.628
Sr	91	0.664	-0.291	-0.531	-0.640	-0.572
Li	91	-0.858	0.285	0.726	0.874	0.780
Zn	91	-0.848	0.372	0.726	0.840	0.723
Fe	91	-0.773	0.320	0.652	0.755	0.648
Ni	91	-0.727	0.325	0.648	0.698	0.558
Ti	91	-0.660	0.410	0.497	0.576	0.497
Co	91	-0.654	0.262	0.532	0.644	0.578
Cu	91	-0.638	0.176	0.539	0.669	0.614
Cr	91	-0.638	0.292	0.540	0.609	0.511
Pb	91	-0.587	0.170	0.530	0.612	0.524
As	91	-0.569	0.289	0.469	0.529	0.443
Mn	91	-0.566	0.260	0.433	0.535	0.490
Ca	91	-0.164	0.095	0.159	0.146	0.095
Cd	91	-0.105	-0.017	0.346	0.134	0.183
Hg	89	0.070	0.088	-0.081	-0.129	-0.140

呈正相关, 但主要是与  $<0.005$  毫米粒级的粘粒相关性最好。其次则与  $0.005—0.001$  毫米的粗粘粒或与  $<0.001$  毫米细粘粒相关性较好, 也有与两种粒级的相关性都较好。如 Ni 与粗粘粒相关性较好, Zn、Ti 则与粗、细粘粒的相关性都较好, Cu 则与细粘粒的相关性较好些。这些特点, 都与该元素的地球化学特性, 以及含该元素矿物的抗风化能力有关。

Hg、Cd、Ca 组, 这组元素的含量基本上与土壤质地无关, 特别是汞的结果, 则与立川的报道<sup>[5]</sup>完全一致。土壤含钙量的高低主要取决于土壤的石灰反应强弱, 而与质地无关

系。

综上所述,从大量数据统计结果表明,土壤的机械组成,与某些元素含量的相关关系很有规律,以 0.01 毫米直径的土壤粒级,为一条明显的分界线,凡与土壤的物理性砂粒 (>0.01 毫米粒级)含量有极显著正相关关系的元素,必然与土壤的物理性粘粒 (<0.01 毫米)的各个粒级呈负相关关系。反之亦然。可见土壤质地是影响土壤中某些元素含量的一个重要因素。联合国粮农组织的报告,曾列举欧洲 16 个国家,其中明显缺乏 B、Mn、Co、Mo、I、Fe、Zn 等元素的土壤,绝大多数是砂质或粗质土壤<sup>[3]</sup>。

为了进一步了解土壤质地对土壤中元素含量的影响,我们除了计算 91 个土样 16 种元素的平均值外,按下述原则把供试的 91 个土样分为砂质(砂粒量 80—100%)、壤质(砂粒量 55—80%)和粘质(砂粒量 <55%) 三种土壤。然后,分别统计三种不同质地土样中 16 种元素的平均值、标准差和变异系数,结果列入表 2,由表可见 91 个土样的 16 种元素平均值,几乎都介于壤质与粘质土。但按质地统计时,除了个别元素以外,在砂质与粘质

表 2 不同质地近代河流冲积物土壤表层元素含量 (ppm)

Table 2 Content of element on surface soil on recent river alluvium of different texture

		Pb	Cd	Zn	Sr	Zr	Fe × 10 <sup>4</sup>	Ti × 10 <sup>4</sup>	Ca × 10 <sup>4</sup>	Cu	Mn	Hg	Co	Ni	Cr	Li	As
砂质 Sandy	$\bar{X}$	8.3	0.16	37.7	238.8	284	1.94	0.16	1.42	14.1	279.9	0.015	8.4	15.8	56.1	26.2	5.7
	S	2.5	0.06	7.1	48.6	114	0.35	0.05	0.72	6.7	98.4	0.005	1.7	5.3	7.7	9.2	1.8
	C. V.	0.3	0.37	0.19	0.20	0.40	0.18	0.28	0.51	0.48	0.35	0.33	0.20	0.34	0.14	0.35	0.32
壤质 Loam	$\bar{X}$	13.9	0.16	49.7	199.1	232	2.44	0.22	1.45	22.3	368.5	0.042	9.3	22.4	60.2	31.0	8.5
	S	3.4	0.06	8.0	32.0	45	0.36	0.04	0.69	6.4	106.9	0.016	1.4	4.4	14.2	4.8	1.8
	C. V.	0.25	0.38	0.16	0.16	0.19	0.15	0.20	0.47	0.29	0.29	0.38	0.15	0.19	0.23	0.16	0.22
粘质 Clay	$\bar{X}$	18.9	0.17	69.6	158.9	156	3.59	0.29	2.07	31.2	493.0	0.035	12.9	31.1	81.0	44.8	11.1
	S	3.8	0.07	10.7	21.0	35	0.52	0.03	1.43	7.4	105.8	0.016	2.0	5.0	14.2	6.2	3.1
	C. V.	0.20	0.44	0.15	0.13	0.23	0.14	0.11	0.69	0.24	0.21	0.46	0.15	0.16	0.18	0.14	0.28
土壤* Soil	$\bar{X}$	16.85	0.166	61.77	175.2	186.4	3.15	0.26	1.83	27.66	443.2	0.037	11.52	27.6	73.1	39.5	9.9
	S	4.63	0.069	14.2	34.2	58.2	0.75	0.052	1.24	8.52	124.3	0.017	2.53	6.67	17.4	9.1	3.2
	C. V.	0.27	0.42	0.23	0.20	0.31	0.24	0.20	0.67	0.31	0.28	0.45	0.22	0.24	0.24	0.23	0.32

\* 土壤样品数: 91 个  
91 soil samples

土壤中大多数元素的含量,差异在两倍左右。在砂质土壤中亲砂粒的 Sr、Zr 含量显著地高于粘质土。在粘质土壤中亲物理性粘粒的 Cu、Zn、Pb 的含量,是砂质土的两倍左右。Cd 的含量在三种不同质地的土壤中几乎完全一致,可见,只统计 91 个土样 16 种元素的平均值,会掩盖元素在不同质地土壤中含量的各自不同的差异。因此,土壤中元素的上述分布特征表明,当研究由近代冲积物或沉积物发育的土壤中的某些元素,如 Cu、Zn、Pb 和 As 等背景值时,样点的选择不必采用均匀布点,而应在考虑当地土壤类型的同时,着重考虑土壤质地类型进行布点,这样才能充分反映这些元素的背景值。在表示背景值时,除了当地总的土壤背景值外,应分别表示出不同质地类型土壤的背景值,这更具有实际意义。如果在单纯研究土壤中 Cd 的背景值时,则可以不必考虑土壤质地的影响。这是对过去土

壤背景值研究<sup>[2]</sup>的一点补充。

当土壤中某元素与土壤物理性粘粒 (<0.01 毫米) 有极显著的相关性时, 可通过回归分析建立线性回归方程。据此可作天津地区土壤中若干元素背景图(此图另有叙述)。再根据土壤机械组成可以判断土壤中某些元素背景值的大致含量。如以土壤中含锌量与 1—0.01 毫米砂粒含量为例, 可求出回归方程, 绘成图 1。根据土壤中砂粒的含量, 可以求出该土壤中锌的大致含量。当然, 其它的相关好的元素也可以照此处理。

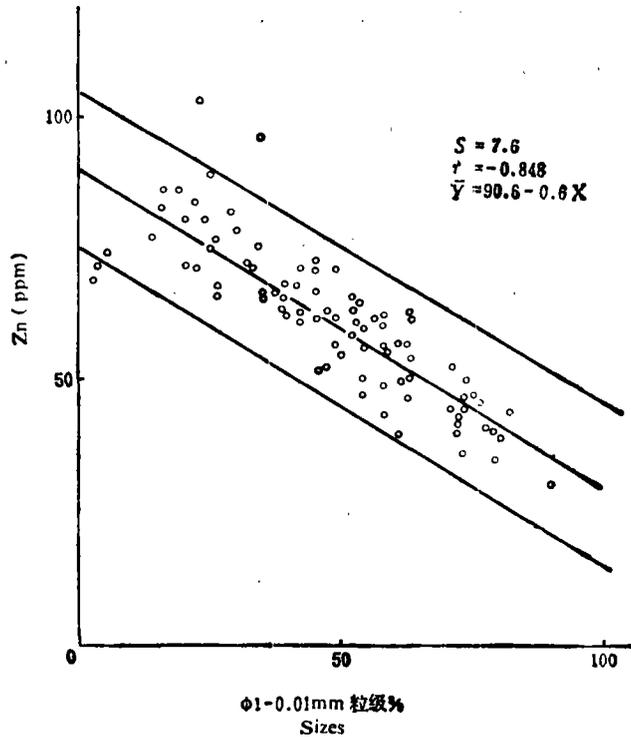


图 1 土壤中 1—0.01 毫米粒级的含量与 Zn 背景值含量的直线回归

Fig. 1 Correction between the mechanical composition of the soil particles of 1—0.01mm and background value of Zn in soil.

### 参 考 文 献

- [1] 中国科学院南京土壤所, 1978: 中国土壤, 科学出版社。
- [2] 中国科学院土壤背景值协作组, 1979: 北京、南京地区土壤中若干元素的自然背景值, 土壤学报 16 卷 4 期, 319—328 页。
- [3] 刘铮、朱其清等译, 1981: 土壤微量元素译文集, 江苏科学技术出版社。
- [4] H. A. 卡庆斯基著(田积莹等译) 1964: 土壤机械组成、微团聚体组成及其研究方法。科学出版社。
- [5] 立川凉等, 1978: 土壤における水銀の存在形态, 日本土壤肥科学杂志, 49 卷 4 号, 309—313 页。
- [6] Ure, A. M, et al, 1979: The total trace element content of some Scottish Soils by spark source mass spectrometry. Geoderma, 22(1): 1—623

## CORRELATION BETWEEN THE CONTENT OF SOME ELEMENTS AND MACHANICAL COMPOSITION OF THE SOILS IN TIANJIN REGION

Shen Bizhen and Chen Linguan

*(Institute of Soil and Fertilizer, Tianjin Academy of Agricultural Science)*

Zhao Ziding

*(Tianjin Environmental Protection and Monitoring Station)*

### Summary

The contents of Cd, Hg, As, Cu, Zn, Pb, Co, Mn, Ni, Cr, Li, Fe, Ti, Ca, Sr and Zr in 91 samples of soils developed on alluvial deposits in Tianjin region were determined by X-ray fluorescence and colorimetry and their mechanical compositions were determined by gravimetry.

The correlation between the contents of those elements and machanical compositions of the soils were studied, and the data obtained indicate that the soil particles with 0.01 mm diameter is a obvious critical limit. The contents of elements which are positively correlated with the content of physical sands ( $> 0.01\text{mm}$ ) of soil are inevitably negatively correlated with the content of physical clay particles ( $> 0.01\text{ mm}$ ) and vice versa. Therefore, it is unnecessary to distribute the sampling spots uniformly and it should be emphasized to consider the texture for sampling of soil in studying background of certain elements in the soils on the alluvial plain.

In addition to the total background values of the elements in the soils, the determination of background values of elements in soil with various textures is of practical significance.