

# 新疆土壤微量元素的含量与分布\*

李泽岩 谢玉英 田秀芬 杨浩泉

(新疆生物土壤沙漠研究所)

## 摘 要

本文论述了新疆土壤中 Fe, Mn, Zn, Cu 全量和有效态含量及其分布。Fe 的全量 0.3—5.1% (平均值为 2.4%), 有效态含量 0.16—504.00ppm (18.20ppm); Mn 的全量 59—1550 ppm (564ppm), 有效态含量 0.38—41.60ppm (4.86ppm); Zn 的全量 9—216 ppm (75ppm), 有效态含量 0.08—11.84 ppm (1.00ppm); Cu 的全量 5—145 ppm (28ppm), 有效态含量 0.06—19.20 ppm (1.22ppm)。

新疆土壤中全铁含量丰富,但有效态铁含量变幅大。全锰含量属中等水平,而有效锰含量很低。全锌及有效锌含量均低。全铜及有效态铜含量较高,除了棕色荒漠土及分布于砾质戈壁的灰棕色荒漠土外,其余土壤有效态铜供应充足。一般是在自然肥力高,富含有机质的土壤,这四种元素的有效态含量高。

全铁,全铜及有效态铜含量在土壤剖面中的分布没有规律性。全锰含量在剖面中均匀分布。全锌,有效态锌、锰、铁在土壤表层含量高,自上而下递减。

随着微量元素研究的发展,应用微量元素肥料已成为农业生产中一项有力的增产措施。为了经济有效地施用微量元素肥料提供科学依据,从而增加农作物及畜产品产量,我们对新疆主要土类中铁、锰、锌、铜的含量及分布进行调查,现将研究结果报告如下。

## 一、土壤样品采集与测定方法

按新疆土壤类型分别在耕地、可耕地及山地采集了土壤样本 730 个,除耕层外还按照发生层次采集了土壤剖面。

铁、锰、锌、铜元素的全量分析均用硝酸-高氯酸-氢氟酸消化,有效态铁、锰、锌、铜采用 DTPA 溶液浸提,用原子吸收分光光度计测定。

## 二、结果与讨论

(一) 铁 新疆土壤中全铁的含量为 0.3—5.1%, 平均为 2.4%。有效态铁变化于 0.16—504ppm 之间, 平均为 18.2ppm。低于缺铁临界值(2.5 ppm)的有 203 个样点数, 占 30%; 含量在 2.5—4.5 ppm 之间的有 154 个, 占 23%。根据以上分析结果, 可以认为, 新

\* 本文承蒋寒荣、樊自立、李子熙、程心俊、张景德、李述刚、余其立、张斌、顾国安等同志提供样品, 特此致谢。

疆地区有 30% 的土壤,铁的供应可能不足,对铁敏感的作物可能出现缺铁现象;有 53% 的土地施用铁肥可能会有不同程度的增产效果。

新疆土壤中有效态铁变幅大,含量最高的是山地灰褐色森林土,含量最低的是棕色荒漠土,前者为后者的 45 倍,一般土壤中的含量不高(见表 1)。有效性铁的含量受多种因素的影响。新疆的土壤 pH 值一般都在 8.0 以上,铁的溶解度随 pH 的升高而显著下降,当  $pH > 7$  时,缺铁的可能性就存在<sup>[4]</sup>;其次本区大部分土壤质地轻,通透性能强,土壤中的两价铁很容易被氧化成三价铁,不易为作物吸收利用;从表 1 中可以看出,在有机质含量高的土壤中,有效态铁含量高,新疆有大面积的土壤,有机质含量比较低,在 1% 以下,这也是降低铁的有效性的原因。

表 1 新疆主要土壤中微量元素 (Fe, Mn, Zn, Cu) 的含量(单位: ppm)  
Table 1 Total and available contents of trace elements (Fe, Mn, Zn, Cu) in main soils of Xinjiang

土壤 Soil	有机质 (%) O. M.	土样数* Number of soil sample	Fe		Mn		Zn		Cu	
			有效态变幅 Avai. R.	全量变幅 T. C. R.	有效态变幅 Avai. R.	全量变幅 T. C. R.	有效态变幅 Avai. R.	全量变幅 T.C.R.	有效态变幅 Avai. R.	
黑钙土	7—13	15(37)	0.94—178.00	418—923	1.44—20.14	79—104	0.34—10.00	24—53	0.38—2.70	
栗钙土	2—6	45(70)	0.62—122.00	220—944	0.96—13.16	34—150	0.24—3.88	10—145	0.34—3.16	
棕钙土	0.6—2	62(81)	0.92—25.00	143—973	0.47—41.60	24—215	0.14—2.48	6—48	0.18—3.60	
灰钙土**	0.5—2	41(54)	0.16—11.60	180—940	0.66—26.12	47—118	0.12—0.90	17—40	0.10—1.60	
灰棕色荒漠土***	<0.5	19(38)	0.34—9.08	128—730	0.38—4.16	26—95	0.08—0.66	14—46	0.06—1.80	
草甸土	2—3	79(115)	0.54—64.80	320—910	0.74—13.90	39—143	0.16—5.90	13—46	0.24—5.18	
沼泽土	4—8	19(25)	2.42—170.00	73—1550	0.80—14.76	26—141	0.22—4.44	10—51	0.83—6.42	
绿洲耕作土	1—2	31(53)	1.94—33.00	400—906	0.60—13.38	38—216	0.30—4.62	19—47	0.48—3.54	
水稻土	2—4	1(6)	6.48—64.20	—	2.32—7.70	—	0.68—1.68	—	1.96—6.40	
盐土	1—2	56(83)	0.44—18.80	59—1035	0.50—16.28	9—137	0.20—2.66	5—48	0.28—4.32	
龟裂土	<0.8	9(15)	1.08—8.34	82—800	0.63—4.40	19—118	0.28—1.06	8—45	0.38—2.90	
风沙土	<0.5	7(8)	1.14—7.43	157—500	0.46—7.00	26—63	0.28—0.68	8—25	0.17—0.89	
高山寒漠土	<0.5	3(4)	3.00—11.40	386—571	1.46—6.32	51—74	0.16—0.26	21—28	0.52—1.08	
山地漠土	<0.5	2(4)	7.80—24.53	540—649	2.94—6.71	71—88	0.20—0.38	27—31	0.79—0.94	
山地棕漠土	<0.5	6(4)	1.00—26.92	274—506	0.54—8.48	25—101	0.12—0.60	11—30	0.22—0.84	
山地草甸土	10—20	20(20)	11.40—125.00	462—1008	1.10—38.20	67—173	0.36—8.78	25—51	0.56—5.52	
山地草原土	2—6	9(6)	3.40—20.60	287—796	1.80—8.92	41—110	0.16—0.62	14—42	0.33—0.86	
山地森林土	12—25	14(16)	10.08—392.00	532—999	1.00—41.40	69—182	0.67—11.84	23—74	0.28—19.20	
山地黑钙土	7—13	6(9)	12.22—504.00	700—1176	4.80—28.80	76—162	0.86—5.60	31—40	0.28—1.76	
山地栗钙土	2—6	12(18)	1.94—23.72	488—858	0.52—10.60	70—151	0.20—1.05	28—42	0.40—2.40	
山地棕钙土	0.6—2	8(8)	2.78—47.60	485—851	1.88—13.22	62—135	0.13—2.08	20—38	0.54—1.50	

\* 括号内为有效态测定土样数;

\*\* 包括荒漠灰钙土;

\*\*\* 包括棕色荒漠土。

有效态铁在剖面中的垂直分布主要有两种类型:一是有机质含量高,具有良好结构的土壤,有效态铁在表层富集,由上而下逐渐降低,如灰褐色森林土和草甸土;二是自然肥力水平低的土壤,整个剖面中有效态铁含量低,而且在剖面中分布均匀,上下差异不大,如

石膏棕漠土和盐土等。

以缺铁临界值 (2.5ppm) 和边缘值 (2.5—4.5ppm) 为界,新疆缺铁的土壤有: 棕色荒漠土(分布在塔里木盆地四周边缘和东疆广大戈壁壁上)、灰棕色荒漠土(分布在准噶尔盆地西部平原和准噶尔东部戈壁)、灰钙土(分布在伊犁谷地两侧的山前平原上)、荒漠灰钙土(分布在天山北麓平原)、盐土(在全疆的平原范围内都有分布)、龟裂土(南北疆荒漠地带中都有分布)和风沙土(在南北疆都有分布)。

(二) 锰 新疆土壤中全锰的含量范围是 59—1550ppm, 平均为 564ppm, 与世界土壤平均含量 (500—1000ppm) 的下限相近, 低于全国土壤锰的平均含量 (710ppm)<sup>[2]</sup>。

从表 1 可看出, 全疆有效态锰含量范围是 0.38—41.60ppm, 个别地区可达 92.40ppm, 平均 4.86ppm, 略高于缺锰临界值 (4ppm)<sup>[3]</sup>。

新疆土壤中全锰的含量虽不太低, 但有效态锰含量却很低, 除山地灰褐色森林土外, 其余土壤有效态锰的含量只占全锰的 0.4—1%, 其原因: 一是土壤 pH 高, 降低了土壤中锰的有效性; 二是新疆处于特别干旱的自然条件下, 有大面积的土地地面裸露, 土壤有机质少, 吸附各种形态锰的能力差, 降低了锰的有效性; 三是据有关文献介绍, 土壤温度高有利于提高土壤中锰的有效性<sup>[3]</sup>, 新疆冬季漫长, 有可能降低锰的有效性。可以说, 锰的可给性主要受土壤条件的影响。

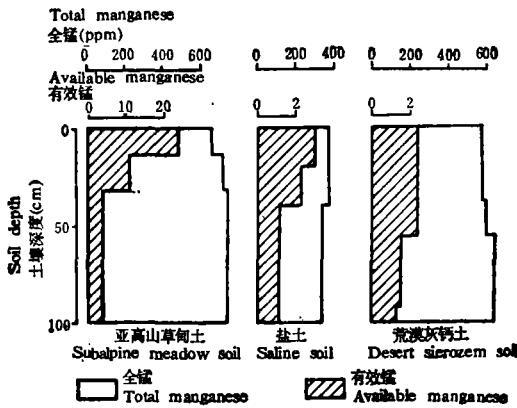


图 1 新疆不同土壤剖面中全锰、有效锰含量分布图

Fig. 1 Distribution of total and available Mn in different soils of Xinjiang

从图 1 可以看出, 全锰在剖面上下分布比较均匀。有效锰的含量在有机质含量高、CaCO<sub>3</sub> 含量低的表层土壤中高, 由上而下逐渐减少。

以缺锰临界值 (4ppm) 和边缘值 (4—7ppm) 为界, 新疆除山地灰褐色森林土、山地草甸土、黑钙土之外, 其余土壤都缺锰, 只是程度不同, 其分布遍于全疆各地。把全疆划分三个地区统计结果: 北疆的土壤, 有效锰平均 5.65ppm, < 4ppm 的样点数占 55%, 4—7ppm 的占 23%, 7—10ppm 的占 12%, > 10ppm 的占 10%; 南疆的土壤, 有效锰平均值 3.53ppm, < 4ppm 的样点数占 64%, 4—7ppm 的占 30%, 7—10ppm 的占 3%, > 10ppm 的占 3%; 东疆的土壤, 有效锰平均 2.48ppm, < 4ppm 的样点数为 84%, 4—7ppm 的

占 12%, 7—10ppm 的占 1%, >10ppm 的占 2%。

(三) 锌 新疆土壤中全锌的含量在 9—216ppm 之间, 平均 75ppm, 低于全国土壤平均含量 (100ppm)<sup>[2]</sup>, 而高于世界土壤全锌平均值 (50ppm)<sup>[6]</sup>。

土壤中有效锌含量范围为 0.08—11.84ppm, 个别地区高达 28.80ppm, 平均为 1.00ppm, 最高含量为最低含量的 148 倍, 变幅很大。有 41% 和 38% 的采样点有效锌含量分别低于缺锌临界值 (0.5ppm) 和在缺锌边缘值 (0.5—1.0ppm)<sup>[1]</sup> 的范围内。

从表 1 来看, 不同土壤中有效锌含量占全锌含量的 0.3—4%, 差异很大。大部分土壤有效锌含量低, 这与新疆干旱少雨, 气温低的自然条件有关, 同时与土壤 pH 高、有机质含量低也有关, 如有机质含量最高的山地灰褐色森林土有效态锌含量最高, 而有机质含量在 0.5% 以下的高山寒漠土、灰棕色荒漠土等, 有效态锌含量最低。

全锌在剖面中的分布比较均匀(图 2), 有效锌在剖面中的分布类似于可溶性盐类, 在水中很容易移动, 因此在蒸发量远大于降水量的情况下, 土壤中的锌有向上迁移的趋势, 一般表层含量高, 随着深度的增加而降低。

以缺锌临界值和缺锌边缘值为界, 新疆缺锌土壤和缺锌程度基本上与锰相似, 除山地灰褐色森林土、山地草甸土、黑钙土、沼泽土、水稻土外, 其余土壤都不同程度地缺锌, 分布于全疆各地。

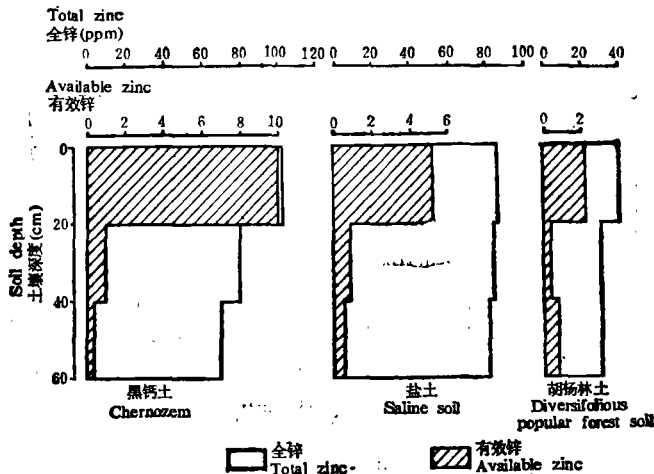


图 2 新疆不同土壤剖面中全锌、有效态锌含量分布图

Fig. 2 Distribution of total and available Zn in different soils of Xinjiang

(四) 铜 新疆土壤中全铜含量在 5—145ppm 之间, 平均 28ppm, 高于全国土壤平均含量 (22ppm)<sup>[2]</sup> 和世界土壤平均含量 (20ppm)<sup>[5]</sup>, 而且全疆各土壤中铜的含量却比较高。

土壤中有效铜变化于 0.06—19.20ppm 之间, 平均 1.22ppm。低于缺铜临界值 (0.2ppm)<sup>[1]</sup> 的采样点为 1.2%, 可以认为, 我区土壤中铜的供应是充足的, 含量最高的是水稻土和沼泽土, 含量较低的是风沙土、山地棕漠土(见表 1)。全疆各种土壤有效态铜的含量占全量的 2—16%, 其中有一半的土壤有效态铜占全量的 3%, 说明土壤中有效态

铜大体与全铜含量呈平行分布。而土壤中铜的含量主要受母质影响,我区成土母质复杂,类型繁多,含铜量各不相同,加上铜的迁移性微弱,因此铜在剖面中的分布没有明显的规律性。

### 参 考 文 献

- [1] 刘铮、朱其清、唐丽华、徐俊祥、尹楚良, 1982: 我国缺乏微量元素的土壤及其区域分布。土壤学报,第 19 卷 3 期, 209—223 页。
- [2] 中国科学院南京土壤研究所主编, 1978: 中国土壤。 411—414 页,科学出版社。
- [3] 张维理、张乃凤, 1984: 石灰性土壤中锰素营养的研究 II 土壤有效锰的测定。土壤学报,第 21 卷 3 期, 268—276 页。
- [4] 张淑民, 1982: 肥料。 94—95 页,科学普及出版社。
- [5] 彭琳、彭祥林、余存祖、戴鸣钧、刘要红, 1982: 黄土区土壤微量养分含量与分区以及微肥施用前景。土壤通报,第 5 期, 26—28 页。
- [6] Vinogradov, A. P., 1959: *The Geochemistry of Rare and Dispersed Chemical Elements in Soils*. Consultants Bureau New York.

## CONTENT AND DISTRIBUTION OF TRACE ELEMENTS IN THE SOILS OF XINJIANG

Li Zeyan, Xie Yuying, Tian Xiufen and Yang Jiequan

(*Institute of Biology, Pedology and Deserts, Academia Sinica, Xinjiang*)

### Summary

This paper deals with the distribution and the total and available contents of Fe, Mn, Zn, and Cu in soils of Xinjiang. The content of the total iron in soils of Xinjiang is very high (0.3—5.1%), but with a greater fluctuation of available iron (0.16—504ppm). Some of the soils such as brown desert soil, gray desert soil, relic saline soil, saline soil and takyric soil are deficient in iron. The content of the total manganese (59—1550 ppm) in soils is moderate, but the content of the available Mn (0.38—41.6ppm) is very low. It has been found that the brown desert soil, gray brown desert soil, gray desert soil, sierozem soil, saline soil and takyric soil in Xinjiang are severely deficient in manganese. The contents of the total Zn (9—216 ppm) and available Zn (0.08—11.84 ppm) in soils are lower. The brown desert soil, gray brown desert soil, sierozem soil, brown soil and saline soil in this region are severely deficient in zinc. The contents of the total Cu (5—145ppm) and available Cu (0.06—19.20 ppm) in soils are higher. Most of the soils in the region are adequate in Cu with the exception of brown desert soil and gray brown desert soil which are mainly distributed in the gravel gobi.