

# 我国主要土壤中钴的含量和分布

蔡祖聪 刘铮

(中国科学院南京土壤研究所)

## CONTENT AND DISTRIBUTION OF COBALT IN THE MAIN SOILS IN CHINA

Cai Zucong and Liu Zheng

(Institute of soil science, Academia Sinica, Nanjing)

### 一、引言

钴是维生素 B<sub>12</sub> 的重要组成部分。反刍动物缺钴时出现贫血、消瘦、厌食症状,严重时可导致死亡。存在于自然界的甲基钴胺素类是环境中汞、镉等重金属元素甲基化的甲基供体。钴是生物固氮的必需元素,对某些作物具有提高产量和改善品质的作用。世界土壤缺钴极普遍,最近,杨琢梧等<sup>[1]</sup>报道四川省进口牛羊由于缺钴而不能很好地生长发育,甚至死亡。本文报道我国一些典型土壤的全钴含量和分布及其影响土壤全钴含量的因素。

### 二、材料和方法

本研究共采集基本剖面 22 个和一些表层土样,共 95 个土壤样品,代表我国 10 个主要土壤类型。绝大部分为非耕作土壤。

95 个土样的 pH 从 4.15—9.44,粘粒(<0.001mm)含量 3.31—60.0%,有机质 0—13.32%, CaCO<sub>3</sub> 0—15.1%。

土样采回后风干,磨细过 100 目筛,用 HClO<sub>4</sub>-HF 溶解土样。铁、锰和钴均用比色法测定,其它土壤基本性质用常规法测定。

### 三、分析结果

作者曾对我国土壤中钴含量的大量零星报道进行汇总,计算其算术平均值约为 21 ppm。所分析的 95 个土样,平均值与此相当。土类的全钴平均值在地带性土类之间有规律的变化,表现为全钴含量从南到北和从东到西有规律地下降(表 1)。

我国这些土壤的全钴的含量变幅很大,从 0.57ppm 到 104ppm。但绝大部分土壤全钴在 5—40ppm。与世界绝大部分土壤全钴含量的范围 2—40ppm<sup>[2]</sup> 相近。有 9.5% 的样品

表 1 土壤中全钴含量(ppm)

土壤类型	范 围	算术平均	样品数	标准差	变异系数(%)
砖 红 壤	0.57—103.5	28.23	12	39.91	141.4
红 壤	8.02—51.33	27.79	12	15.95	57.4
黄 壤	3.42—60.32	24.14	10	19.00	78.7
黄 棕 壤	6.11—24.26	19.27	13	5.21	27.0
棕 壤	5.02—27.59	15.31	11	7.98	52.2
黑 土	14.30—21.94	18.59	10	2.34	12.6
黑 钙 土	29.34—38.80	32.94	3	5.12	15.5
栗 钙 土	6.58—22.43	13.52	16	4.43	32.8
棕 钙 土	10.85—14.05	11.94	3	1.83	15.3
草 甸 土	9.66—12.40	11.00	3	1.37	12.5
五大连池火山灰 阴山灰褐土		39.37	1		
		30.66	1		
全 体	0.57—103.5	20.77	95	17.55	84.5

表 2 玄武岩和花岗岩发育土壤的 Fe、Mn 和钴的极差

土 壤	砖 红 壤	栗 钙 土
Fe(%)	14.28	1.70
Mn(ppm)	2062	363
Co(ppm)	103	11.4

全钴小于 5ppm 的临界值。

土壤全钴含量除了呈地带性分布规律外,还有一个明显的规律,即南方土壤中钴的变幅大;北方土壤中钴的变幅小。铁、锰含量也具有相同的规律。很显然,北方土壤的成土母质较均一是造成这一规律的一个重要原因。但即使在相同母质发育的土壤中,砖红壤中铁、锰、钴最高含量与最低含量之差值(极差)仍大于北方土壤(表 2),可见这一规律的形成也与成土过程有关。全钴在土壤剖面中的分布状况是,大部分剖面的全钴分布较均一。

## 四、与土壤全钴有关的因素

### (一) 成土母质和土壤类型

土壤中元素含量是成土母质和成土过程综合作用的结果。这二个因素的作用不可割裂,缺一就不能形成土壤。本文尝试用能鉴别各因素效应和综合效应的方差分析方法来探讨这二个因素对土壤中钴的影响。考虑到铁、锰在土壤中的行为与钴有较大的相似性,故对它们也作方差分析。

如果把成土母质作为一个因素,则不同的成土母质可看作这一因素下的水平;把土壤类型(土壤类型是一定成土过程的产物)作为另一因素,不同的土壤类型则是该因素下的

表 3 Fe、Mn 和 Co 含量方差分析的 F 值

方差来源	F 值*		
	Fe	Mn	Co
母质间	149.0**	39.8**	156.9**
土类间	36.6**	10.5**	20.0**
交互作用	44.0**	5.9**	28.7**

\*  $F_{1,40;0.01} = 7.31$ ;  $F_{3,40;0.01} = 4.31$ 。

表 4 成土母质和土壤类型对土壤中 Fe、Mn 和 Co 含量的影响

土壤类型 \ 成土母质	玄武岩	花岗岩	平均
Fe			
砖红壤	17.51 <sup>A</sup>	1.51 <sup>D</sup>	9.52 <sup>A</sup>
红壤	13.52 <sup>B</sup>	4.89 <sup>CD</sup>	9.21 <sup>A</sup>
黄棕壤	6.31 <sup>C</sup>	4.42 <sup>CD</sup>	5.37 <sup>B</sup>
栗钙土	2.69 <sup>D</sup>	2.58 <sup>D</sup>	2.64 <sup>C</sup>
平均	10.01 <sup>A</sup>	3.36 <sup>B</sup>	
Mn			
砖红壤	1990 <sup>a</sup>	823 <sup>bc</sup>	1406 <sup>a</sup>
红壤	1400 <sup>b</sup>	507 <sup>c</sup>	954 <sup>bc</sup>
黄棕壤	1130 <sup>b</sup>	644 <sup>bc</sup>	887 <sup>bc</sup>
栗钙土	625 <sup>c</sup>	590 <sup>c</sup>	606 <sup>a</sup>
平均	1290 <sup>A</sup>	641 <sup>B</sup>	
Co			
砖红壤	88.0 <sup>A</sup>	7.1 <sup>D</sup>	47.6 <sup>A</sup>
红壤	64.4 <sup>B</sup>	16.5 <sup>D</sup>	40.5 <sup>A</sup>
黄棕壤	40.6 <sup>C</sup>	15.8 <sup>D</sup>	28.2 <sup>B</sup>
栗钙土	17.2 <sup>D</sup>	14.5 <sup>D</sup>	15.9 <sup>C</sup>
平均	52.6 <sup>A</sup>	13.5 <sup>B</sup>	

字母 a, b, c... 为 5% 水平上差异; A, B, C... 为 1% 水平上差异。

水平。由此构成了二因素试验。文中选择了玄武岩和花岗岩这二种对铁、锰和钴含量影响最典型的母质; 砖红壤、红壤、黄棕壤和栗钙土这四种典型的地带性土壤。每一种母质发育的土壤类型用二个土壤剖面作为重复, 选择 A、B、C 三层的测定结果, 这样用于分析的共有 16 个剖面, 48 个分析数据, 较好地代表土壤垂直和水平分布。部分数据引自文献 [1]。

方差分析结果表明(表 3), 成土母质和土壤类型中铁、锰和钴含量均有极显著的差异。从 F 值可以定性地看出, 就玄武岩和花岗岩这二种成土母质造成的土壤中铁、锰和钴的差异, 远大于成土过程造成的差异。从表 4 可以看出, 玄武岩和花岗岩这二种母质发育

的土壤中铁、锰、钴含量的差异从南到北下降。成土过程扩大了玄武岩、花岗岩发育的砖红壤和红壤中这些元素在母质中的固有差异。这也是砖红壤等南方土壤中这些元素变异大的一个重要原因。

成土过程对土壤中元素含量的影响大小则因成土母质的不同而异。从表 4 可见, 玄武岩发育的四种土壤之间, 铁、锰、钴含量均有显著或极显著差异, 而花岗岩发育的这些土壤之间均不存在显著差异。

上述成土母质对土壤中元素含量的影响大小因成土过程不同而异; 成土过程的影响大小因成土母质不同而异, 这反映了这二个因素的交互作用。从表 3 可知, 对于铁、钴的影响和交互作用大于成土过程。可以认为, 交互作用是由成土母质抗风化和抗成土作用的大小不同而造成的。从表 4 可知, 成土母质的抗风化和抗成土作用的能力弱, 其成土作用的影响就大。反之, 成土过程的影响就不那么明显。

## (二) 全钴与土壤性质的关系

1. 土壤全铁和全锰 钴、铁和锰都属于铁族元素, 它们具有非常相似的地球化学行为。对 79 个土样的相关分析表明, 钴和铁、钴和锰的相关系数均达到极显著水平, 而且铁、钴的相关性大于锰、钴的相关性(表 5)。计算固定锰或铁时, 铁、钴和锰、钴的偏相关系数分别为 0.8509 和 0.7236, 均达极显著水平。这些结果说明: (1) 从总体上看铁、钴的关系较锰、钴的关系更密切; (2) 铁和锰与钴有着独立的显著的相关性, 在铁含量接近不变或锰含量接近不变时, 土壤中锰或铁的增加或减少均可伴随有钴的增加或减少。因此, 通过测定土壤中铁、锰含量可以粗略地估计土壤中钴的含量。

表 5 相关矩阵 (n = 79)

因素	<0.01mm	<0.001mm	OM	全钴	全锰	全铁
<0.01	1					
<0.001	0.9032**	1				
OM	0.1423	0.0067	1			
全钴	0.5976**	0.6271**	0.0582	1		
全锰	0.4328**	0.4001**	0.1124	0.7689**	1	
全铁	0.7516**	0.8225**	0.0078	0.8736**	0.5412**	1

表 6 Q<sub>2</sub> 红土发育土壤剖面中 Fe, Mn 和 Co 的分布

层次 (cm)	Co(ppm)	Mn(ppm)	Fe(%)
0—5	15.84	612	4.70
5—110	13.33	555	4.60
110 以下	8.02	344	5.45

从表 6 剖面中铁、锰、钴的分布看, 成土过程中锰和钴的行为较铁和钴的行为更相似。

2. 全钴与土壤质地和其它性质的关系 从相关矩阵(表 5)可以看出, 无论是 < 0.01

mm 的物理性粘粒还是  $< 0.001\text{mm}$  的粘粒含量均与全钴有着极显著的相关性, 尤以  $< 0.001\text{mm}$  粘粒与全钴的相关性更为密切。

土壤全钴与 pH、有机质和  $\text{CaCO}_3$  含量均无显著的相关性。

### 参 考 文 献

- [1] 史学正等: 1987: 不同时期形成的铁质富铝土特性及其在发生上的意义。土壤学报, 第 24 卷 2 期, 170—179 页。
- [2] 杨塚梧、周建新等(1988): 土壤、植株中钴状况与进口牛、羊缺钴的关系。土壤通报, 第 3 期, 125—127 页。
- [3] Young, R. S., 1979: Cobalt in biology and biochemistry, Academic Press. London. New York, San Francisco.

### 书 讯

《土壤地理研究法》一书已由科学出版社出版。该书系统地介绍了土壤调查方法以及有关土壤形成、土壤保护、定位研究、实验室分析和信息系统的建立等内容。此书对推动土壤地理研究的规范化和现代化的进程; 指导土壤资源利用和保护的研究都具有一定的价值。本书由赵其国、龚子同研究员主编, 全书 40 万字, 可供土壤学、地学和农业科技人员及高等院校师生参考。

本书定价 14.10 元, 每本加邮挂费 0.60 元。欲购者请将书款直接寄南京市北京东路 71 号中国科学院南京土壤研究所齐桂娟同志(邮政编码 210008)。

### 新 书 介 绍

《Kinetics of Soil Chemical Processes (土壤化学过程的动力学)》一书于 1989 年由美国 Academic 出版公司出版, 作者是 Donald L. Sparks, 全书共 210 页。

化学过程机制可采用热力学与动力学相结合的方法进行研究。热力学方法只能对一个体系从最初的不平衡状态预测最终状态, 而动力学方法可了解各种过程的机制包括速率。本书介绍了对土壤这一不均一体系的动力学研究的最新成果。主要章节如下: 1. 导言; 2. 土壤体系中化学动力学的应用; 3. 扩散控制反应的动力学方法和数据解释; 4. 应用松弛方法土壤成分快速反应的动力学及机制; 5. 土壤和土壤成分离子交换动力学; 6. 农药和有机污染物反应的动力学; 7. 化学风化作用的速率; 8. 氧化还原动力学; 9. 土壤中无机和有机反应的动力学建模。