

贡嘎山土壤中一些元素的背景值*

余大富

(中国科学院成都地理研究所)

摘 要

贡嘎山位于青藏高原和四川盆地的过渡带。我们对这个地区土壤中B、Ni、Cr、Ti、Mn、Co、V、Zn、Cu 9种元素的背景值进行了研究,其结果列于表3和表4中。由这些资料我们得出以下结论:

1. 东、西两坡土壤背景值是有差异的,差异的性质和程度因不同元素而异。概括而论,每种元素在西坡的平均值分别高于其东坡平均值,而西坡的背景范围分别窄于东坡的背景范围。
2. 土壤类型对各元素背景值的影响是明显的,漂灰土带9种元素的背景值都最低。
3. 未发现植被对土壤背景值有确定的直接影响。

土壤是生态环境相对稳定的组成要素。土壤中某些化学元素的消长一方面可以反映出环境质量的变化,另一方面也将直接影响植物的生长发育和品质。因此,土壤中化学元素背景值调查具有重要的生态学意义。

本文在初步调查的基础上提出了贡嘎山地区土壤中B、Ni、Cr、Ti、Mn、Co、V、Zn、Cu 9种元素的背景值。

一、研究区内自然地理概况

本区位于青藏高原东南缘高山峡谷区。山体高大,主峰海拔7,556米。主脊线呈大致南北向延伸,将东、西两坡分隔为两个不同的气候地理区。东坡属中亚热带常绿阔叶林红黄壤区,气候温润,年降水量800—1,700毫米,最大降水带在山中部,最小降水带在河谷。西坡属青藏高原区,气候相对凉燥,年降水量小于900毫米。等高度带比较,则东坡气温略低于西坡。

两坡地质基础亦不尽同。西坡绝大部分地区基岩为变质砂岩和板岩;东坡除主脊线附近有变质砂岩出露,其余地区以花岗岩占优势。

受气候、母岩或许还有植被的影响(东坡除常绿阔叶林外,针叶树为喜湿种;西坡针叶树则为相对耐旱种和常绿硬叶阔叶树),两坡土壤性质和类型变化明显不同。东坡由河谷向上依次为黄红壤(红壤之亚类)、山地黄棕壤、山地棕壤、山地暗棕壤、山地漂灰土、亚高山灌丛草甸土、高山草甸土;西坡为淋溶褐土、(不成带)山地棕壤、山地暗棕壤、亚高山灌丛草甸土、高山草甸土。

* 钟祥浩、郑远昌参加了野外工作,吕瑞康、吴桂春承担样品分析。

本山土地利用以林地和天然草场为主, 仅在河谷地带带有粗放种植业, 基本上可以排除人为污染。

二、研究过程

1. 采样与分析

大家知道, 土壤背景值主要受母岩和母质的元素背景的控制, 同时土壤类型也是一个重要的影响因素。而不同土壤类型的形成不仅与宏观的气候带有关, 也与区域地理环境中各局地因素相联系, 所以土壤背景值实际也与这些因素有关。于是我们采样的原则是既考虑到基岩不同的两坡土壤及其均匀性, 又注意各主要土类的代表性。当然, 区分两坡实际上就照顾了宏观气候带和地理区的问题。据此, 我们在两坡按自然垂直带采集了25个剖面上不同发生层的土样共79个。

各元素均在国产31W-Ⅱ型光栅摄谱仪上以改进的发射光谱法作定量分析: 以Bi作内标元素, 用两对平头电极重迭摄谱并加宽第二聚光镜前光栏宽度。本法灵敏度为 10^{-4} — $10^{-5}\%$ 。对同一管理样品摄谱12次, 其标准偏差分别是: B $\pm 13.4\%$, Ni $\pm 8.6\%$, Cr $\pm 7.0\%$, Ti $\pm 8.0\%$, Mn $\pm 8.5\%$, Co $\pm 7.7\%$, V $\pm 5.8\%$, Zn $\pm 13.5\%$, Cu $\pm 5.9\%$ 。管理样外检结果与本法结果一致性较好(表1)。

表1 同一管理样品不同方法分析结果比较 (ppm)

检出量 (ppm) 分析单位及方法	元素	B	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Ti	V	Zn
本 法		80	10.7	96	29	470	3.7	29	6100	140	106
南土所直流等离子体法			11.3	80.1	24.4	462	5.9	27.9	5790	112	94.1
沈阳林土所光谱粉末法		83		100	27	610	6.5	43	6400	130	
地科院测试所光电光谱		47	12	91	17	430	2.4	36	5880	148	220
川地中试室光谱粉末法		80	15.0	100	43	470	<10	38	4400	100	
川地中试室原子吸收法			11.0	96				29	6200	140	

2. 分析数据预处理

我们拟定每个剖面上各元素平均含量(即剖面各取样层含量的加权算术平均值)分别为其一个统计量。考虑到影响背景值的两个主要因素, 即母岩和土壤类型的两坡差异, 同时也为了便于实际应用, 我们将全部统计量按东、西坡分成两组, 则东坡各元素有13个统计量, 西坡各元素为12个统计量。

为了提高背景值的可靠性, 我们尝试着用Grubbs剔除异常值的方法(何国伟, 1978)对各元素的每组统计量进行了检验, 由此剔除了6个元素的共7个统计量, 结果各元素参加统计的实际统计量就如表2所示。

三、结果和讨论

1. 背景值表示法

目前比较通用的背景值表示法有两种, 即算术平均值及其离散度和几何平均值及其离散

度。用何种表示法是由特定区域特定元素浓度分布的实际频率类型决定的 (Connor *et al.*, 1975)。

于是, 我们首先检定了各元素的频率分布类型。由于 Shapiro-Wilk W 检验法效果最好, 且计算简便又适于小样本 (奥野忠一, 1976; 何国伟, 1978; Shapiro *et al.*, 1965), 故本文采用此法检验。检验结果如表 2。表中的“拟正态”和“拟对数正态”均指实际频率分布型暂不便确定而拟采用正态或对数正态分布来计算背景值。

对于检定为对数正态和偏态分布的元素皆用几何平均值乘除一个几何标准差来表示, 正态分布者则用算术平均值加、减一个算术标准差表示, 并分别计算其变异系数。

表 2 土壤中各元素浓度概率分布类型的 Shapiro-Wilk W 检验

坡 别	元 素	样本容量	正 态 检 验		对数正态检验		分布类型
			W 值	信度 α	W 值	信度 α	
东 坡	B	13	0.889	0.10	0.920	0.10—0.50	对数正态
	Ni	13	0.774	<0.01	0.864	<0.05	偏态
	Cr	13	0.862	<0.05	0.855	<0.05	偏态
	Ti	13	0.893	0.10—0.50	0.876	0.05—0.10	正态
	Mn	13	0.971	0.50—0.90	0.863	<0.05	正态
	Co	12	0.878	0.05—0.10	0.883	0.10	对数正态
	V	12	0.874	0.05—0.10	0.877	0.05—0.10	拟正态 ¹⁾
	Zn	13	0.972	0.90	0.948	0.50—0.90	正态
	Cu	12	0.892	0.10—0.50	0.917	0.10—0.50	拟正态 ¹⁾
西 坡	B	12	0.890	0.10—0.50	0.898	0.10—0.50	拟对数正态 ²⁾
	Ni	12	0.892	0.10—0.50	0.977	0.90—0.95	对数正态
	Cr	10	0.896	0.10—0.50	0.870	0.10	正态
	Ti	11	0.910	0.10—0.50	0.885	0.10—0.50	拟正态 ¹⁾
	Mn	12	0.921	0.10—0.50	0.767	<0.01	正态
	Co	12	0.894	0.10—0.50	0.952	0.50—0.90	对数正态
	V	11	0.950	0.50—0.90	0.775	<0.05	正态
	Zn	12	0.963	0.50—0.90	0.898	0.10—0.50	正态
	Cu	12	0.971	0.90	0.943	0.50	正态

1) 两种检验信度相同, 分布类型不便确定, 为与另一坡同元素一致, 暂拟按正态分布型计算背景值;

2) 两种检验信度相同, 分布类型不便确定, 根据另一坡同元素的确定分布型为对数正态, 暂拟按对数正态型计算背景值。

2. 背景值结果

我们主要计算了东、西坡土壤的背景值, 结果列于表 3。为了了解山地条件下土壤背景值是否存在垂直地带性分异, 我们也对垂直带谱结构完整的东坡土壤按 4 个高度带 (基本上与土壤性质变化和类型更替一致) 分别计算其背景值 (表 4)。

3. 简单讨论

1) 背景值的坡向变化问题 总的说来, 东、西两坡间土壤背景值存在某些差异, 不同元素的差异性质和程度是不同的。大致可分为 3 种情况: ①硼在西坡的土壤背景值高于东坡, 表现为西坡的背景下限明显高于东坡的背景上限。西坡属青藏高原区。刘铮等 (1978) 指出, 我国含硼最高的是西藏和干旱地区各种土壤。显然, 这与气候、地理区综合因素的影响

表 3 贡嘎山土壤中某些元素的背景值 (ppm)

元素	东 坡					西 坡				
	全 距	背 景 值			变异系数	全 距	背 景 值			变异系数
		范 围	平均值	标准差			范 围	平均值	标准差	
B	13—78	18—66	34.5	1.90	0.71	97—203	125—140	132	1.06	0.06
Ni	10—47	9—30	16.5	1.83	0.66	12—68	24—35	28.5	1.21	0.19
Cr	26—178	38—156	77	2.02	0.80	100—150	112—146	129	17.2	0.13
Ti	2,200—5,367	2,636—4,868	3,752	1,116	0.30	4,500—7,000	4,850—6,376	5,748	898	0.16
Mn	94—1,210	337—959	648	311	0.48	260—990	425—875	650	225	0.35
Co	3.0—15	4.9—15	8.6	1.74	0.60	7.5—22.3	14.2—18.7	16.3	1.15	0.14
V	37—196	49—173	111	62	0.56	113—190	123—170	146	23.5	0.16
Zn	30—129	50—178	73	27	0.37	35—137	63—121	92	29	0.32
Cu	2.8—18	3.4—12	7.7	4.3	0.56	5.7—27	8.8—21.6	15.2	6.4	0.42

表 4 东坡不同高度上土壤背景值的比较 (ppm) ① ②

元素	alt. 1, 100—2, 200米 黄红壤-山地黄棕壤 ²⁾ 植被: 云南松和常绿阔叶树			alt. 2, 200—3, 300米 山地棕壤-暗棕壤 植被: 铁杉、云杉、冷杉、箭竹			alt. 3, 300—3, 700米 山地漂灰土 植被: 冷杉-杜鹃			3, 700— 4, 100米亚 高山灌丛草 甸土植被: 杜鹃、苔草
	全距 (5)	平均值	标准差	全距 (5)	平均值	标准差	全距 (2)	平均值	标准差	含量 (1)
B	17—73	35.8	23.4	13—78	50	25	26—31	28.5	2.5	48
Ni	10—47	21	14.7	10—38	23	12	10—10	10	0	17
Cr	26—178	83	62	48—161	128	42	32—49	41	8.5	111
Ti	2,200—5,000	3,982	1,191	2,464—5,367	3,990	958	2,318—2,440	2,379	61	4,157
Mn	410—1210	634	389	562—1,157	772	206	94—209	152	58	686
Co	5.5—15(4)	8.9	3.7	6.0—15	11.8	3.0	3—4.3	3.8	0.65	15
V	56—195(4)	100	57	42—168	130	46	37—50	44	6.5	196
Zn	30—88	67	22	40—129	87	28	33—64	49	16	75
Cu	2.8—18	7.2	6.3	7.9—12	9.4	1.4	3.1—3.7	3.4	0.3	10

1) 本表数值为算术平均值和算术标准差, 括号内数字为剖面数;

2) 东坡各带母质均以花岗岩为主。

响有关。此外, 硼的化学性质和地球化学特性也可能是造成东、西坡间硼的差异明显强于其它几个元素的重要原因。据文献, “钙镁离子被认为是硼的离子沉淀剂” (刘铮, 1964), “在碱性介质中硼的化合物的形态较在酸性介质中形成的化合物不易溶解” (奥贝尔等, 1977)。西坡有相当一部分土壤为弱碱性土壤, pH 7—7.5, 有碳酸盐反应, 其 CaO 含量为 50% 以上, 高者达 90% 以上。东坡各种土壤均为酸性, 最酸者 pH < 4, 钙镁淋失殆尽。② Mn 属于另一极端情形, 两坡间背景值几无差异。与硼在东坡特低的情形不同, Mn 在东坡的背景值有明显“富化”现象。这与文献中“在我国南方酸性土壤……中锰有富化现象” (刘铮, 1978) 的结论一致。表 5 表明, 本文的几个元素中, Mn 在植物组织中的含量最高, 且接近锰在土壤中的含量水平。这表明, 锰的生物累积作用在一定程度上对母质和土壤类型在土壤 Mn 背景值的影响上起了调节作用。③ 在上两极端情形之间, Ti、Co、Ni、Cu 的特征趋向 B、Cr、V、Zn 趋向 Mn, 它们共同的特征是在西坡的平均值均分别高于其东坡的平均值, 而其背景范围则分别窄于东坡, 表明它们在西坡出现高浓度的频率高于东坡而离散度小于东坡。

2) 背景值的垂直分异问题 我们以 I、II、III、IV 分别代表从低海拔到高海拔划出的表 4 中的 4 个带, 则表 4 资料可排列成下列顺序 (平均值大小比较):

B、Cr、Mn、Zr — III < I < II < IV

Ti、Co、V、Cu — III < I < IV < II

Ni — III < IV < I < II

虽然上述排列并未反映出确定的垂直分异规律, 但却指出了土壤类型对背景值的影响, 因为东坡各采样剖面的母质是相同的。漂灰土是一种特殊冷、湿强酸性土壤, 各种元素的含量皆最低。除 Ni 外, 黄红壤-山地黄棕壤带次低, 山地棕壤-暗棕壤上 Ti、Co、V、Cu 最高, 亚高山灌丛草甸土上 B、Cr、Mn、Zn 含量最高。

3) 背景值与植被 将表 5 植物化学分析资料与表 3 结合起来分析, 未发现二者间存在

表 5 不同植物叶片中元素含量 (ppm) 比较^{1) 2)}

植 物		Mn	Zn	Cu	Cr	Ni	Co
针叶	东坡 (7)	438	46	13	$\frac{3}{7}$ 1.4	$\frac{6}{7}$ 1.8	$\frac{2}{7}$ 0.6
树叶	西坡 (5)	366	21	8	$\frac{1}{5}$ 1.1	$\frac{2}{5}$ 1.7	$\frac{2}{5}$ 0.9
阔叶	东坡 (5)	275	27	15	$\frac{1}{5}$ 1.5	$\frac{4}{5}$ 2.8	$\frac{2}{5}$ 0.9
树叶	西坡 (2)	680	41	10	$\frac{1}{2}$ 1.0	3.1	$\frac{1}{2}$ 0.9
灌木	东坡 (7)	209	33	13	(—)	$\frac{5}{7}$ 1.6	$\frac{4}{7}$ 0.7
叶	西坡 (5)	369	22	10	$\frac{1}{5}$ 1.9	$\frac{4}{5}$ 3.4	1.1

1) 本表资料由郑远昌同志提供;

2) 表中括弧内数字为样品数; 分数的分母为用于分析的样品数, 分子为检出有元素的样品数, 含量值为检出样品之平均值。

确定的直接关系。即使从同一土带内自然土壤 (林地) 与林被破坏的农业土壤比较 (表 6) 也很难找出明确关系。不过, 由于农地可能发生人为污染, 所以象 B、Co、Cu 和 Ni、Ti、V 在林地含量较高的情况仍不能排除森林对背景值的间接影响。

表 6 黄棕壤带林地土壤和农地土壤中元素含量 (ppm) 比较

土 地	B	Ni	Cr	Ti	Mn	Co	V	Zn	Cu
农地 (2)	17	19	91	3,600	810	5.5	58	67	4.4
林地 (3)	48	22	78	4,238	651	10	113	62	8.1

注: 括号为样品数。

四、结 论

1. 贡嘎山东、西两坡的土壤背景值存在某些差异。两坡间硼差异最显著, 西坡者高于东坡, 且平均值相差约 4 倍; 锰无明显差异。Ni、Cr、Ti、Co、V、Zn、Cu 的差异仅表现在

各自在西坡的平均含量分别高于东坡平均含量,而背景范围则是西坡者分别窄于东坡者。

2. 背景值的垂直分异有一定表现,但无确定规律。漂灰土是全山各元素最低的地带土类。

3. 本山植被对土壤背景值无确定的直接影响。但不能排除森林植被对某些微量元素的间接影响。

参 考 文 献

- 何国伟 1978 误差分析方法。国防工业出版社。第65—82页。
- 刘铮等 1978 我国主要土壤中微量元素含量与分布初步总结。土壤学报 15(2):138—146。
- 刘铮(李庆远等主编) 1964 中国科学院微量元素研究工作会议汇刊。科学出版社。第89页。
- H.奥贝尔等(刘铮等译) 1982 土壤中的微量元素。科学出版社。第10页。
- 奥野忠一 1976 分布の正规性の検定はついで(1)。标准化と品质管理 29(5):33—40。
- Connor, J. J. et al. 1975 Background geochemistry of some rocks, soils, plants, and vegetables in the conterminous United States, 12—17, U.S. Gov. Pri. Off., Washington.
- Shapiro, S. S. et al. 1965 An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika* 52(3):591—611.

BACKGROUND VALUES OF 9 ELEMENTS IN THE SOILS OF GONGGA SHAN MOUNTAIN AREA

Yu Dafu

(Chengdu Institute of Geography, Academia Sinica)

Gongga Shan Mountain is located in the transitional zone between Sichuan Basin and Qinghai-Xizang Plateau, where the background values of B, Ni, Cr, Ti, Mn, Co, V, Zn, and Cu in the soils were investigated. From data obtained, some results are as following:

1. Background values of different elements in the soils of the east and west slopes are different. In general, the mean background value of each element in the soil of the west slope is higher than that of the east slope, and the range of background value on the west slope is narrower than that on the east slope

2. Effects of soil types on background values of elements in the soils are evident. In the bleached podzolic soil the mean values of 9 elements are all the lowest.

3. No direct effects of a vegetation on background values have been found.