

# 西藏土壤中硒的含量及分布

张晓平 张玉霞

(中国科学院长春地理研究所, 长春 130021)

## CONTENT AND DISTRIBUTION OF SELENIUM IN SOILS OF TIBET

Zhang Xiao-ping Zhang Yu-xia

(Changchun Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130021)

关键词 硒, 土壤, 西藏

中图分类号 X142

西藏与地球南北极相似, 其生态环境基本保持着原生状态, 是地球上至今受人类活动影响和污染最少的地区之一。所以, 西藏是进行环境本底调查和表生地球化学研究最为理想的场所。西藏土壤中硒的含量数据, 不但对进一步研究西藏高原表生环境中硒的地球化学特征, 在这一地区探讨硒与克山病的关系, 防治与硒有关的地方疾病具有重要意义, 而且还可以为这一地区环境监测与评价等提供基础信息和依据, 也可以成为全国乃至全世界土壤硒环境背景的永久性参比资料。

### 1 样品与方法

样品采自北起唐古拉山, 南至亚东、樟木、吉隆、普兰, 东从金沙江, 西到班公错——除羌唐高原北部以外的西藏广大地区, 共计采集了 205 个土壤表层样品和 156 个土壤 C 层样品。

硒的测定先用硫酸—高氯酸消解土样, 然后加入盐酸, 将样品中硒全部转化为硒(IV), 在弱酸介质中用 2,3-二氨基萘络合硒(IV), 生成 4,5-苯并苯硒脑, 再用环己烷萃取, 用荧光分光光度计测定该化合物在 376nm 紫外光激发下产生的 522nm 荧光强度。所用仪器为岛津 Rs-540 型荧光分光光度计, 检测下限为 0.0023 $\mu\text{g}/\text{ml}$ , 回收率为 90%。土壤有机质用重铬酸钾法测定, 土壤 pH 测定的水土比为 2.5:1, 土壤颗粒分析采用比重法测定。

## 2 结果与讨论

### 2.1 西藏土壤中硒的含量及水平分异

西藏土壤中硒含量的统计数据接近于对数正态分布,这与国内文献报道一致<sup>[1,2]</sup>。从统计结果(表1)可以清楚地看到,西藏表土中硒的平均含量明显低于全国的平均水平。西藏表土中硒的平均含量略高于克拉克值,比全国的平均值更接近于硒的克拉克值<sup>[3]</sup>。这可能由于在西藏的成土环境中,大多数地区化学风化作用相对微弱,土壤母质以物理风化为,土壤中硒的含量在很大程度上保持着母质的地球化学特征。

表1 西藏与全国土壤中硒含量水平比较(mg/kg)

地点	算术平均值	几何均值	中位数	变异系数%	95%范围值	克拉克值 <sup>[3]</sup>
西藏	0.150	0.133	0.135	56	0.049~0.365	0.082
全中国 <sup>[1]</sup>	0.290	0.216	0.207	87.9	0.047~0.993	

由于受母质、地形、气候、生物等诸多因素的影响,西藏土壤中化学元素在土壤中迁移、积聚等能力和速度的不同,使其分布的特征及其含量在区域间和土类间存在着很大的差异,这些分异兼有水平和垂直分异的三维特征。就西藏土壤中硒的总体水平分布而言,呈现出由东(南)向西(北)逐渐升高,其水热条件也由高温湿润向干旱寒冷渐变。西藏土壤类型也是沿着东(南)——西(北)方向演替,如从金沙江到念青唐古拉山脉,其土壤类型变化的顺序依次为:褐土、棕壤、亚高山草甸土、亚高山草原土、高山草原土、寒漠土<sup>[4]</sup>。从表2可以看出,西藏土壤中硒的含量随着土壤类型由东(南)向西(北)方向演替,也有由东(南)向西(北)方向递减的趋势。这表明西藏土壤中硒的含量与西藏的地势倾向、水热变化走向及其土壤地带性分布密切相关。

表2 西藏不同土类中硒的含量(mg/kg)

土类	几何均值	算术均值	中位值	95%范围值
褐土	0.172	0.187	0.195	0.102~0.354
棕壤	0.178	0.189	0.188	0.127~0.271
亚高山草甸土	0.121	0.134	0.138	0.057~0.235
亚高山草原土	0.138	0.156	0.147	0.037~0.251
高山草原土	0.095	0.100	0.102	0.038~0.190

西藏流域间表土中硒的含量变化和硒含量变化随土壤地带性变化所表现出来的总趋势一样,也有由东(南)向西(北)方向演替变化的趋势——三江(指:金沙江、澜沧江、怒江)流域(0.157mg/kg,几何均值,下同) > 雅鲁藏布江流域(0.155mg/kg) > 高原内流区(0.117mg/kg) > 狮泉河流域(0.098mg/kg)。

除了上述西藏表土中硒的含量随土壤地带性变化及区域间变化所表现出来的总的趋势外,由于受母质等因素的影响,在某些局部地域仍存在一些独立的点状或锥状的高值点和低值点区。喜马拉雅山北麓的岗巴、定日、仲巴、巴噶和噶尔等地是贫硒的地带,平均含量不足 0.1mg/kg,最低的点值,只有 0.047mg/kg。藏南的错那、隆子、措美一带土壤中含硒

量较高,常在0.3mg/kg以上,最高可达0.54mg/kg。其次藏东南三江流域的河谷地带,以及墨脱、察隅境内的赤红壤、砖红壤分布区的土壤中硒含量也较高。其它一些个别地段(如当雄、纳木错西北)也存在一些相对高背景点。从全区各类土壤的平均水平来看(如图1)有这样一个明显特点:森林土壤的含硒量普遍高于亚高山、高山草甸草原土壤和荒漠土壤<sup>[5]</sup>。

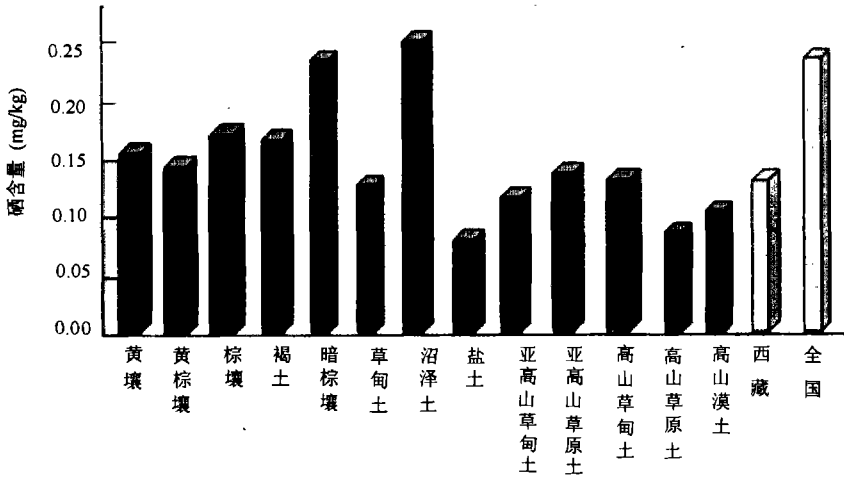


图1 硒在各类土壤中的含量(几何均值)比较

## 2.2 西藏土壤中硒的垂直分异

西藏因其特殊的地貌及土壤发生环境,硒在土壤中的含量分布如同土壤分布那样,在高原除了表现出水平分异外,还明显地表现出垂直变化的特点。西藏高原土壤中硒的含量水平分异方向与西藏土壤水平地带性分布极为相似——都是沿东(南)向西(北)方向演替变化。产生上述情况的原因是:西藏高原土壤的水平地带分布与高原由东(南)向西(北)地势的逐步升高而引起的成土环境改变密切相关。可见,高原土壤的水平地带性,实际上就包含着某些土壤垂直带的结构特征。因此,西藏土壤中硒的含量地域水平分异现象本身就隐含着垂直分异的因素。

西藏高原某具体一区域的土壤垂直带谱种类繁多,这里仅以察隅地区垂直带谱上土

表3 察隅地区土壤垂直带表层土壤中硒的含量

土类	海拔高度(m)	Se含量(mg/kg)
黄壤	1580	0.223
	1800	0.117
	1820	0.165
黄棕壤	1940	0.154
	1950	0.136
	1970	0.129
	2350	0.117
棕壤	2850	0.134
暗棕壤	3850	0.155
	3970	0.211
亚高山草甸土	4225	0.128

壤硒含量的情况为例。察隅地区土壤垂直带谱中的基带是黄壤,往上依次是:黄棕壤、棕壤、暗棕壤、亚高山草甸土。母质除棕壤一个样点是沉积岩坡积物外,皆为火成岩残积物,所以就基本排除了在垂直带谱中母质因素对硒含量产生分异的影响。从表 3 可以看出,在察隅地区土壤垂直带谱中,土壤表层中硒的含量并不随海拔高度而呈现出有规律的变化。

### 3 影响土壤中硒含量的主要因素

#### 3.1 母质和母岩的影响

硒在地壳中的丰度值为  $0.082\text{mg/kg}^{[5]}$ , 在岩石中硒的含量相差较大,以页岩含量最高,为  $0.60\text{mg/kg}$ ; 灰岩较低,为  $0.08\text{mg/kg}$ ; 砂岩和花岗岩、基性火成岩更低,都是  $0.05\text{mg/kg}^{[6]}$ 。

多重比较(表 4)表明:在西藏高原页岩母质上发育的土壤,硒的含量显著高于其它几种母质上发育的土壤。按硒含量的大小排序:页岩上发育的土壤 > 湖相沉积物、灰岩、花岗岩上发育的土壤 > 冰碛物、砂岩、洪积物上发育的土壤 > 基性火成岩上发育的土壤。这一顺序同相对应的母质含硒量基本吻合。

表4 西藏不同母质土壤中硒含量的多重比较

类别	样品数	平均值 (mg/kg)	多重比较
页岩	43	0.18	a
湖相沉积物	9	0.15	ab
灰岩	14	0.14	ab
花岗岩	42	0.14	ab
冰碛物	5	0.13	b
砂岩	35	0.13	b
洪积冲积物	43	0.12	b
基性火成岩	4	0.067	c

$$F=3.38 > F_{0.01}=1.5$$

在前边的水平分异讨论中,曾出现某些局部地区硒含量与其水平分异总趋势相偏离的现象。分析其原因,母质的影响可能是主要原因之一。如在藏南的错那、隆子、措美一带,土壤中含硒量较高,就很可能与这一地区母质多为沉积岩母质有关。

#### 3.2 土壤 pH 值、有机质和土壤粒度的影响

土壤是母质、母岩在生物、气候、地形等综合影响、作用下形成的自然综合体。成土过程及土壤的基本性质直接影响着元素在土壤中的含量水平。为了寻找西藏土壤中硒的含量与土壤性质的关系,本文对硒与有机质、pH 值、土壤粒度进行了相关分析<sup>[7]</sup>(见表 5)

因子相关分析表明,土壤的基本理化性质对硒的含量均存在着不同程度的影响。土壤中硒的含量与有机质和粉粒(0.01~0.001mm 粒径)含量分别呈极显著正相关和显著正相关,与 pH 值呈极显著负相关。以上说明,土壤有机质对硒的螯合作用,以及粉粒对硒的吸附作用均强烈地影响着硒的迁移和累积。可见在成土过程中,土壤的 pH 值、有机质、土壤粒度是继土壤成土母质影响硒含量的另外三个重要因素。这可能是西藏全区土壤中硒

表5 相关矩阵<sup>1)</sup>

硒	1					
pH	-0.3471	1				
有机质	0.4196	-0.6589	1			
0.1~0.01 <sup>2)</sup>	-0.1384	0.1192	-0.1188	1		
0.01~0.001 <sup>2)</sup>	0.2270	-0.2758	0.2036	0.8455	1	
<0.001 <sup>2)</sup>	-0.0325	0.1827	-0.0386	-0.6705	0.2827	1
	硒	pH	有机质	0.1~0.01	0.01~0.001	<0.001

1) N=102  $R_{0.05}=0.195$ ,  $R_{0.01}=0.254$ ; 2) 土壤粒度 mm

的含量分布呈现出东(南)三江外流域高,而西(北)内陆高原面低的主要原因所在,也是森林土壤硒的含量普遍高于亚高山、高山草甸草原土壤和高山荒漠土壤的重要原因。

在因子相关分析的基础上,对 Se 与其它 12 种重要土壤环境元素(Hg、Cr、Ni、Cu、Co、Mn、As、Cd、Zn、Pb、)进行 R 型群分析(选用逐步聚类法,  $N_{-2} = 100$ ,  $R_{0.01} = 0.254$ )。聚类的结果是 Se 与 Hg 被并在一组。Se 与 Hg 虽不属于一个元素化学组,但 Hg 在自然界存在的主要形式辰砂,其组成成份之一是  $(HgSe)_{20}$ <sup>[8]</sup>。在表生带中它们都具有易被介质吸附的特点。从因子相关分析中得出,这两个元素都与土壤中 0.01~0.001mm 颗粒呈显著相关,与有机质都达到极显著相关水平<sup>[7]</sup>。这表明 Hg 与 Se 不但在内生作用时相互成矿,其表生地球化学行为也极为相近。

### 参 考 文 献

1. 中国环境监测总站. 中国土壤元素背景值. 北京: 中国环境科学出版社, 1990. 28~87
2. 刘多森, 曾志远. 土壤和环境研究中的数学方法与建模. 北京: 农业出版社, 1987. 38~61
3. 南京大学地质系. 地球化学(修订本). 北京: 科学出版社, 1979. 78~81
4. 中国科学院青藏高原综合科学考察队. 青藏高原考察丛书. 北京: 科学出版社, 1984.
5. 成延鳌, 田均良. 西藏土壤环境背景值及其分布特征. 北京: 科学出版社, 1993. 65~67
6. Turekian K K, Wedepohl K H. Distribution of the Elements in Some Major Units of the Earth's Crust. Geol. Soc. Amer. Bull, 1961. 72
7. 张晓平. 西藏土壤环境背景值的研究. 地理科学. 北京: 科学出版社, 1994. 49~55
8. 刘英俊, 曹励明, 李兆麟等. 元素地球化学. 北京: 科学出版社, 1984. 407~415