

# 西藏羊卓雍湖地区土水环境背景值

陈西平

(四川省环境保护科研监测所)

**提 要** 羊卓雍湖地区面积 8600 平方公里。在区内用网格法和随机布点法,采土样 54 个,采水样 53 个。分析了土壤中的 14 种元素(Cr, Cu, Pb, Zn, Zr, Be, Ni, Co, Mn, Ti, Ga, Yb, Y, V)含量,以及水体中的 8 种元素(Cr, Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Mn, V)含量。用偏度-峰度法和偏态系数检验了土壤中的元素,并统计了土水环境背景值。检验结果表明,本区土壤中,除 Mn, Yb 的含量属对数正态分布外,其余 12 种元素含量均呈正态分布。水体中地表水比地下水的元素含量丰富。

**关键词** 西藏 羊卓雍湖 土壤 水体 环境背景值

## 一、自然地理概况

羊卓雍湖(以下简称羊湖)地区位于 28°18'—29°12'N, 90°12'—90°36'E, 面积 8600 平方公里,属西藏南部措美、浪卡子、洛扎与贡嘎四县所辖。该区水资源较丰富,开发水能可装机 12 万千瓦。随着经济建设的发展,将得到合理开发利用。

区内四周高山环抱,海拔 4500 米以上。成土母质在本区西南为三叠系钙质石英砂岩、棕红色砂岩、砂板岩与粘土质砂岩等,富含钙镁等盐基物质;在东北为白垩系泥灰岩、粘土质砂岩与棕红色砂岩。

本区属青藏高原温带季风半干旱区,降雨少,气压低,辐射强,日照充足,干湿季分明。区内年均温 2.4°C, 7 月均温 9.9°C, 1 月均温 -5.8°C, 日较差最大可达 27°C; 年降水量 357.2 毫米, 6—9 月降水占全年降水的 90% 以上; 年风速 3.0 米/秒, 当年 12 月—翌年 3 月为风季, 最大风力达 9 级以上, 年日照率 66%, 年日照时数在 2900 小时以上。

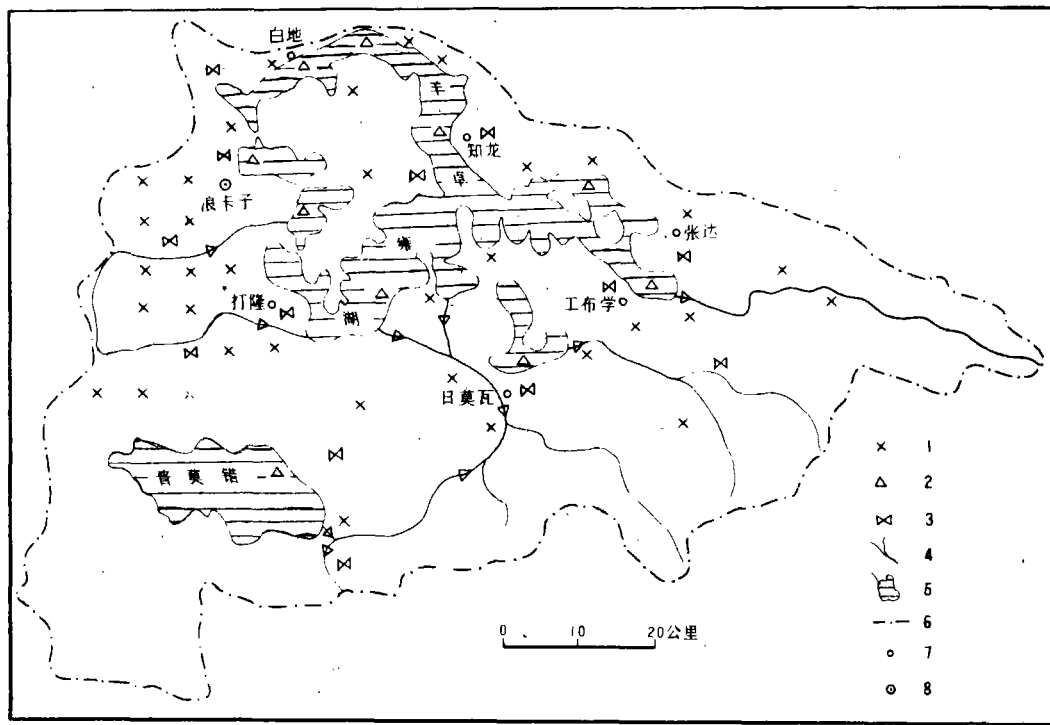
本区土壤类型主要为莎嘎土、巴嘎土和黑毡土。农作物主要是青稞、油菜和豌豆等耐寒作物,产量受气候影响而波动较大,青稞亩产约 95 公斤。区内无工业污染源,农业生产较落后,施用农药和化肥极少,土壤元素含量受人类消积活动影响极小,无污染迹象。

• 参加野外工作和其他工作的还有周子夜、段开甲、莫涛心、王丙奎、王先觉、陈正平、李英和施为光等,对此一并致谢。

## 二、研究方法

为使样品更具代表性,布点原则是:1.综合考虑本区的地形和气候特征;2.样品能代表区内主要土壤类型,且未受人类消极活动的影响;3.草场、耕地和沼泽均有代表点;4.把本区作为将重点开发的区域看待,必须对地下水和地表水的元素含量进行分析测定。

在同一土壤类型成片分布区,布点采用网格法,密度  $5 \times 5$  公里;否则,采用随机布点法。土样按深度 0—20 厘米、21—40 厘米……加以采集,并把同一剖面上的多个土样用四分法取 2.0 公斤。土样和水样的采集同步进行(附图)。



附图 采样点分布示意图

Figure Schematic diagram of sampling point distribution in Yamxzhoyumco Lake Region

1. 土壤采样点; 2. 地表水采样点; 3. 地下水采样点; 4. 河流; 5. 湖泊; 6. 流域界线; 7. 村镇; 8. 县城

以限制均值确定样品数<sup>(1)</sup>, 确定 95 % 的置信水平, 并对这一计算假设是正态分布。采用双重迭代法确定, 应提供不超过 6 % 左右的平均准确度。

计算结果表明, 河水和地下水各需采样 12—15 个, 湖水需采样 20—30 个; 实际上, 采水样 53 个, 土样 54 个(采自 35 个点)。全区共采土水样 107 个。

样品分析测定一般取经典方法: Cr 用二苯碳酰二肼比色法; Ni, Co, Cu 用原子吸收分

光光度法<sup>1)</sup>; Pb, Zn 用双硫脲比色法; Mn, Ti, Ga, Yb, Y, V, Zr, Be 用等离子发射光谱法。

用格鲁布斯检验法剔除异常值<sup>(2)</sup>。对羊湖地区土壤 14 种元素浓度概率分布, 采用偏度-峰度法进行假设检验, 并用偏态系数作进一步验证。偏态系数  $K^{(1)}$  的求得用公式

$$K = \frac{N \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^3}{(N-1)(N-2)S^3}$$

式中  $N$  —— 样品数;

$S$  —— 标准差;

$\bar{X}$  —— 某元素含量平均值;

$X_i$  —— 某样品元素含量。

偏态系数与最佳似合概率分布之间的关系如下:

| 偏态系数           | 最佳拟合概率分布   |
|----------------|------------|
| $< 0.7$        | 正态分布       |
| $0.7 \sim 1.7$ | 泊松 III 型分布 |
| $> 1.7$        | 对数正态分布     |

现把泊松 III 型分布作正态分布处理。

表1 不同土壤类型的元素含量 (ppm)

Table 1 Element contents (ppm) of different soil types in Yamzho Yumco Lake Region

| 元 素 | 高山冰缘土<br>(5) | 高山寒漠土<br>(7) | 莎 嘎 土<br>(5) | 巴 嘎 土<br>(6) | 草 毡 土<br>(8) | 黑 毡 土<br>(9) | 高原沼泽土<br>(5) |
|-----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Cr  | 97.58        | 271.40       | 154.50       | 216.70       | 187.50       | 198.80       | 197.80       |
| Cu  | 31.98        | 82.28        | 81.60        | 78.25        | 68.15        | 67.46        | 53.83        |
| Pb  | 33.72        | 31.06        | 27.78        | 29.25        | 27.68        | 32.88        | 32.82        |
| Zn  | 96.00        | 91.61        | 96.66        | 94.62        | 75.54        | 76.68        | 84.72        |
| Zr  | 107.70       | 228.60       | 197.90       | 200.00       | 171.60       | 161.80       | 180.00       |
| Be  | 8.90         | 9.03         | 9.16         | 8.65         | 9.03         | 8.67         | 9.24         |
| Ni  | 44.26        | 51.43        | 45.34        | 50.00        | 46.89        | 47.97        | 50.00        |
| Co  | 35.41        | 39.73        | 27.36        | 33.95        | 34.76        | 40.19        | 35.05        |
| Mn  | 952.00       | 1143.00      | 960.00       | 1200.00      | 1248.00      | 978.00       | 1556.00      |
| Ti  | 5080.00      | 6829.00      | 5200.00      | 6000.00      | 6500.00      | 5111.00      | 6600.00      |
| Ga  | 12.00        | 14.39        | 9.45         | 13.33        | 13.20        | 10.01        | 14.00        |
| Yb  | 11.00        | 11.00        | 2.82         | 7.36         | 3.20         | 3.62         | 8.66         |
| Y   | 31.63        | 34.29        | 32.41        | 33.33        | 35.54        | 30.59        | 34.00        |
| V   | 138.40       | 114.30       | 92.58        | 133.30       | 125.00       | 127.90       | 180.00       |
| 总含量 | 6592.08      | 8951.12      | 6937.56      | 8089.74      | 8546.09      | 6895.57      | 9036.12      |

注: ( ) 内的数值为样品数(后同)。其中测定 Pb, Zn 用的高山冰缘土、莎嘎土和高原沼泽土的样品数均为 8 个。

1) 城乡建设环境保护局环境监测分析方法编写组, 1983, 环境监测分析方法, 城乡建设环境保护部环境保护局出版, 第 300—302 页。

对采样点表底层土壤的元素含量之间作  $t$  检验,即先将非正态分布的元素含量平均值和标准差变换为相应于正态分布的元素含量平均值和标准差,尔后进行  $t$  检验<sup>(2)</sup>。

### 三、结果与分析

#### (一)不同土壤类型的元素含量(表 1)

7类土壤中的元素 Cr, Cu, Zn, Zr, Co, Mn, Ti, Ga, Yb, V 的含量有所差异。其中按 Cr, Cu, Zr, Ti 的含量多少,土壤类型的排列顺序为:高山寒漠土>巴嘎土、黑毡土、莎嘎土、草毡土、高原沼泽土>高山冰缘土;不同类型土壤的 Yb 含量波动较大,高山寒漠土比莎嘎土的 Yb 含量高 2.9 倍;Pb, Be, Ni, Y 在各类土壤中的含量大体接近,波动较小。从统计结果来看,按 14 种元素总含量多寡,土壤类排列顺序是:高原沼泽土>高山寒漠土>草毡土>巴嘎土>莎嘎土>黑毡土>高山冰缘土。

#### (二)土壤层中的元素含量(表 2)

表2 土壤层的 14 种元素含量 (ppm)

Table 2 Content (ppm) of 14 elements in soil layer in Yamzho Yumco Lake Region

| 元 素 | 土 壤 深 度(厘 米)    |                 |                 |                 |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|     | 0—20            | 21—40           | 41—60           | 61—105          |
| Cr  | 160.00±54.77    | 66.70±51.64     | 163.00±118.40   | 150.00±70.71    |
| Cu  | 68.66±36.66     | 52.56±23.58     | 43.73±8.31      | 36.60±36.49     |
| Pb  | 27.00±5.63      | 35.75±11.36     | 34.33±9.50      | 29.05±14.64     |
| Zn  | 69.71±37.94     | 98.33±4.08      | 87.43±21.77     | 90.65±13.22     |
| Zr  | 174.50±56.98    | 150.00±54.77    | 129.50±61.32    | 125.00±106.10   |
| Be  | 8.52±1.82       | 9.37±1.13       | 6.92±2.80       | 8.15±2.62       |
| Ni  | 48.36±3.67      | 50.00±0.00      | 46.67±5.77      | 45.90±5.80      |
| Co  | 31.43±7.23      | 41.00±5.58      | 41.70±3.66      | 25.05±5.80      |
| Mn  | 1250.00±500.00  | 1333.00±516.00  | 927.00±127.00   | 1380.00±876.80  |
| Ti  | 5800.00±1304.00 | 5167.00±1329.00 | 5333.00±1527.00 | 5500.00±2121.00 |
| Ga  | 12.00±4.47      | 13.19±5.29      | 10.33±0.58      | 15.06±7.15      |
| Yb  | 2.55±0.44       | 3.17±0.41       | 2.77±0.40       | 3.25±1.06       |
| Y   | 29.26±7.03      | 31.67±4.08      | 30.00±0.00      | 32.50±10.61     |
| V   | 120.00±44.72    | 183.30±40.82    | 97.00±5.20      | 145.89±76.52    |

各种元素在土壤层中的含量大多于表层(土壤深度 0—20 厘米)和底层(土壤深度 61—105 厘米)内较丰富;中层(土壤深度 21—40 厘米与 41—60 厘米)内较贫乏,其中的 14 种元素总含量分别为 7335.04 ppm 和 6953.78 ppm,两者的差异不大。表层土壤的 14 种元素总含量为 7801.99 ppm,底层土壤是 7587.10 ppm。表层土壤及底层土壤的元素含量平均值所作的  $t$  检验结果,无显著差异。

#### (三)不同土地利用类型的土壤元素含量

14 种元素在不同土地利用类型中的含量状况是: Cr, Mn, Yb, V 有所差异, Cr 以耕地

为最高,草场和沼泽较低,分别为 281.10, 181.19 和 188.46 ppm; 按  $Mn$  含量多寡,土地利用类型的排列顺序是:沼泽>耕地>草场; $Yb$  含量以耕地最高,草场最低,两者分别为 8.19 和 3.32 ppm。 $Cu, Pb, Zn, Zr, Be, Ni, Co, Ti, Ga, Y$  在不同土地利用类型中的含量大体接近。耕地的 14 种元素总含量为 8145.18 ppm,草场为 7079.14 ppm,沼泽为 8303.18 ppm。总之,按元素含量贫富,土地利用类型的排列顺序为:沼泽>耕地>草场。

#### (四)土壤中的元素背景值(表 3)

利用前述方法检验、验证结果表明,在羊湖地区土壤中,仅  $Mn, Yb$  两者含量呈对数正态分布,其余 12 种元素含量均属正态分布。平均值的选定原则是:正态分布取其算术平均值,对数正态分布取其几何平均值。

表 3. 土壤元素背景值

Table 3 Background values of soil elements in Yamzho Yumco Lake Region

| 元素 | 样品数<br>(个) | 全 距<br>(ppm)    | 含量平均值<br>(ppm) | 标准差<br>(ppm) | 95%置信域<br>(ppm) | 偏态系数  | 南峰地区土壤元素<br>含量平均值(ppm) <sup>(3)</sup> |
|----|------------|-----------------|----------------|--------------|-----------------|-------|---------------------------------------|
| Cr | 44         | 72.33—400.00    | 201.10         | 82.09        | 176.26—226.00   | 0.370 | 29.84                                 |
| Cu | 45         | 10.80—100.00    | 67.06          | 28.50        | 58.51—75.61     | 0.406 |                                       |
| Pb | 54         | 17.30—50.00     | 30.70          | 10.72        | 27.49—33.91     | 0.539 |                                       |
| Zn | 54         | 41.31—100.00    | 87.16          | 19.24        | 81.40—92.92     | 1.169 | 145.00                                |
| Zr | 45         | 56.61—300.00    | 151.37         | 72.85        | 129.50—173.20   | 0.958 | 349.90                                |
| Be | 44         | 45.51—10.53     | 8.85           | 1.69         | 8.34—9.36       | 1.036 | 42.27                                 |
| Ni | 45         | 26.69—59.98     | 48.11          | 6.94         | 46.03—50.19     | 1.608 |                                       |
| Co | 31         | 14.73—48.37     | 33.44          | 9.23         | 30.06—36.82     | 0.177 |                                       |
| Mn | 44         | 760.00—2000.00  | 1092.00        | 106.10       | 986.00—1124.00  | 1.810 | 910.00                                |
| Ti | 45         | 2000.00—9800.00 | 5818.00        | 1515.00      | 5364.00—6272.00 | 0.270 | 32.10                                 |
| Ga | 45         | 6.72—20.71      | 12.31          | 4.42         | 10.99—13.63     | 1.112 |                                       |
| Yb | 43         | 2.14—30.00      | 3.73           | 1.85         | 3.16—4.30       | 3.435 |                                       |
| Y  | 45         | 18.87—40.80     | 33.04          | 6.69         | 31.04—35.04     | 0.352 | 30.83                                 |
| V  | 45         | 62.90—200.00    | 129.03         | 47.60        | 114.80—143.30   | 0.748 | 122.40                                |

注:偏度( $R$ )和峰度( $P$ )未列出。

由表 3 可见,与南迦巴瓦峰地区(以下简称南峰地区)土壤<sup>(3)</sup>相比,羊湖地区土壤的  $Cu, Co$  含量偏高;  $Zn, Zr, Ga$  含量偏低;其余元素含量大体接近。羊湖地区土壤中 14 种元素含量的顺序为:  $Ti > Mn > Cr > Zr > V > Zn > Cu > Ni > Co > Y > Pb > Ga > Be > Yb$ 。

#### (五)水体中的元素背景值(表 4)

水体中的元素含量高低,一般与土壤和岩性有关,因为土壤-水体系(特别是地下水)<sup>(4)</sup>存在着密切的联系。考虑到本区是西藏主要农牧业基地之一,因而研究了水体中的元素含量。研究结果表明,河水(支流)较湖水富含矿质;河水和湖水两者的 8 种元素总含量分别为 86.49 ppb 和 58.89 ppb,地下水仅为 38.88 ppb,河水和湖水两者的  $Zn$  含量分别是地下水的  $Zn$  含量的 4.8 和 3.4 倍,  $Cr$  含量差异也较大,但地下水的  $Mn$  含量较高,这可能与土壤中  $Mn$  含量较高有关,其余元素在各类水体中的含量差异不大。

由表 4 可见,与南峰地区河水相比,羊湖地区河水的 Cr,Zn 含量偏高, Cu,Pb,Mn 含量偏低。

表 4 水体元素背景值 (ppb)

Table 4 Background values (ppb) of water body elements in Yamzho Yumco Lake Region

| 元素 | 地 下 水 (14) |                   | 河 水 (14)     |                   | 湖 水 (14)    |                   | 南峰地区<br>河水 $\bar{X}$ <sup>(3)</sup> |
|----|------------|-------------------|--------------|-------------------|-------------|-------------------|-------------------------------------|
|    | 全 距        | $\bar{X}+S$       | 全 距          | $\bar{X}+S$       | 全 距         | $\bar{X}+S$       |                                     |
| Cr | 0.96—9.27  | $3.66 \pm 2.92$   | 1.00—20.00   | $8.60 \pm 5.90$   | 0.94—9.84   | $6.03 \pm 3.74$   | 3.60                                |
| Cu | 0.78—0.91  | $0.85 \pm 0.04$   | 0.90—1.00    | $0.93 \pm 0.05$   | 0.67—1.00   | $0.86 \pm 0.13$   | 5.30                                |
| Pb | 0.95—1.00  | $0.98 \pm 0.03$   | 0.80—4.00    | $1.52 \pm 1.09$   | 0.86—1.00   | $0.92 \pm 0.06$   | 4.10                                |
| Zn | 1.50—30.00 | $12.11 \pm 8.67$  | 10.00—100.30 | $57.94 \pm 44.45$ | 1.00—102.50 | $41.54 \pm 42.17$ | 19.40                               |
| Ni | 0.98—5.00  | $1.63 \pm 1.45$   | 0.80—3.00    | $1.00 \pm 0.99$   | 0.86—3.00   | $1.45 \pm 0.68$   |                                     |
| Co | 0.96—3.00  | $1.25 \pm 0.74$   | 0.90—2.80    | $2.07 \pm 0.96$   | 0.88—3.00   | $2.18 \pm 1.00$   |                                     |
| Mn | 3.25—40.00 | $17.11 \pm 16.75$ | 3.00—30.00   | $12.36 \pm 9.11$  | 3.00—10.00  | $4.78 \pm 2.73$   | 47.50                               |
| V  | 1.00—3.00  | $1.29 \pm 0.73$   | 1.00—4.00    | $2.07 \pm 1.00$   | 0.95—2.00   | $1.13 \pm 0.39$   |                                     |

注:  $\bar{X}+S$  为元素含量平均值±标准差。

羊湖地区水体中 8 种元素含量的顺序为: Zn,Mn>Cr>Co,Ni,V>Pb>Cu。

由上可见,本区土壤、水体元素含量均未受人类消极活动的影响。清洁的水源是发展本区农牧业的有利条件。

### 参 考 文 献

- (1) 辛辛那提环境监测与支持研究所编著(严文凯译,田日灵校),1983,水和废水采样与样品保存手册,环境科学情报,(8),第 63—80 页。
- (2) 邓勃、秦建侯,1987,关于土壤元素环境背景值数据统计处理中的一些问题,环境科学,8(3),第 89—93 页。
- (3) 刘全友、黄衍初,1985,南迦巴瓦峰地区环境背景值,山地研究,3(4),第 266—275 页。
- (4) 熊先哲,1987,土壤重金属环境质量标准制定,环境科学,8(3),第 88 页。

## THE ENVIRONMENTAL BACKGROUND VALUES OF SOIL AND WATER IN THE YAMZHO YUMCO LAKE REGION, XIZANG

Chen Xiping

(Sichuan Research & Monitoring Institute of Environmental Protection)

### Abstract

The Yamzho Yumco Lake Region, located between  $28^{\circ}18' - 29^{\circ}12'N$  and  $90^{\circ}12' - 91^{\circ}36'E$ , has an area about  $8,600\text{km}^2$ .

Net-point method and Random Sampling were used to collect samplings in the lake region so that mean value could be restricted and sample number could be defined. 107 samples of soil and water were collected, in which there were 54 soil samples and 53 water samples respectively.

Contents of 14 elements: Cr, Cu, Pb, Zn, Zr, Be, Ni, Co, Mn, Ti, Ga, Yb, Y and V were analysed in soil samples. Meanwhile Cr, Cu, Pb, Zn, Ni, Co, Mn and V were analysed in water samples.

Contents of elements and their distributed formations in soil were inspected by deviation-peak value method and skewness; meanwhile environmental background values of water and soil were counted, too.

As a result, contents of Mn, Yb belong to logarithmic normal distribution and rest elements all belong to normal distribution. Based on more or less than 14 element contents at the region, the order of soil types is: mountain bog soil > mountain cold soil > meadow soil > Baga soil > Shaga soil > black meadow soil > mountain barrier soil; the order of 14 element contents is:  $Ti > Mn > Cr > Zr > V > Zn > Cu > Ni > Co > Y > Pb > Ga > Be > Yb$ . They are more abundant in bottom and surface than in median.

Some differences of element contents were found in different water bodies. There water in stream and lake would be more abundant than in underground water. The order of 8 element contents in water body at Yamzho Yumco Lake Region is  $Zn, Mn > Cr > Co, Ni, V > Pb > Cu$ .

**Key words** Xizang, Yamzho Yumco Lake, soil, water, environmental background value