

## 研究通讯

## 西藏希夏邦马峰地区雪冰化学特征

王 平 皇翠兰 刘子东

(中国科学院兰州冰川冻土研究所)

为了研究冰川补给和高海拔冰川的水化学特征,中国-西德联合科学考察队,在 1984 年夏季对希夏邦马峰地区的樟藏布冰川进行了较系统的考察,采集了雪、冰、河水、湖水和温泉水样。样品是在严格防止污染情况下,装入预先清洗干净的聚四氟乙烯瓶中,封闭好后运回。

希夏邦马峰海拔高度 8012m,为世界高峰之一,有阻碍印度洋气团南北交流的作用,但在每年夏季,印度洋季风仍能越过喜马拉雅山脉北至该区,形成明显的海洋性季风。雪水为  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ - $\text{Na}^+$  型,元素富集顺序为  $\text{Na} > \text{Ca} > \text{Mg}$ ,矿化度低,氟含量为 28—35 T. U.

## 一、地 理 概 况

希夏邦马峰位于佩康里山脉的东段,是喜马拉雅山脉中段的现代冰川作用中心区之一。野博康加勒山谷冰川位于希夏邦马峰的北坡,而樟藏布冰川分布在希夏邦马峰的东南坡。

希夏邦马峰崛起在喜马拉雅主脉之北的 20km 处,降水充沛,年降水量为 600—700 mm。

## 二、化学元素测定

K、Na 用 Flapho Zeiss 4 型火焰光度计测定; Ca、Mg 用 P-E 2380 原子吸收分光光度计测定;  $\text{F}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  等阴离子

用离子色谱仪测定,选用 As-4 型柱, 0.021 mol/L  $\text{NaHCO}_3$ /0.017mol/L  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  洗提,平均精度分别小于 3%、3%、5% 和 3%;矿化度选用化学方法测定、精度为 4%。

氟样品用一次蒸馏制备成待测样品,然后用低本底液体闪烁计数器测定含量。仪器性能本底  $2.7 \pm 0.1$  计数/min,闪烁液体配方: 甲苯: Triton-x-100 = 2.5:1, ppo6g/l, popop 0.6g/l, 本底水为天津“增 3”井水。

## 三、结果与讨论

## 1. 雪冰水的一般化学特征

希夏邦马峰樟藏布冰川各类水体,有一共同的特点,这里除温泉水的矿化度大于 1 g/l 之外,其他自然水的矿化度不超过 0.1g/l,为低矿化度的化学地带(表 1、2)。雪水的矿化度只有 7.80—12.37mg/l; 冰川冰融水的矿化度为 23.94mg/l; 冰湖水和冰碛渗透水的矿化度稍高于冰川冰融水,分别为 24.71 和 24.81mg/l; 朋曲河水的矿化度也只有 76.17—81.97mg/l。它们的顺序为雪 < 冰川融水 < 冰碛湖 < 河水。较章申等 1975 年和 1966 年两次测量的珠穆朗玛峰绒布冰川和希夏邦马峰野博康加勒冰川雪冰化学元素离子含量明显偏低<sup>[1,2]</sup>。1984 年中德科学考察队在 5300—6000 m 高度采集雪样矿化度不超过 13mg/l,是我国高山冰川矿化度较低的冰川之一<sup>[3,4]</sup>。1966 年章申等报道的希夏邦马峰顶峰的雪水矿化度高达 272.29mg/l,显然,正

表 1 冰川样品化学元素浓度

| 地 点       |                                                    | 海拔<br>(m) | 类型  | 时间      | 矿化度<br>(mg/L) | 浓 度 (ppm)      |                 |                              |                               |                 |                |                  |                  |
|-----------|----------------------------------------------------|-----------|-----|---------|---------------|----------------|-----------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|
|           |                                                    |           |     |         |               | F <sup>-</sup> | Cl <sup>-</sup> | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | Na <sup>+</sup> | K <sup>+</sup> | Ca <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> |
| 希夏邦<br>马峰 | 冰川<br>樟藏布 1# 冰川<br>樟藏布 3# 冰川<br>冰川营地<br>朋曲河<br>聂雄拉 | 5300      | 降雪  | 84.8.11 | 12.37         | 0.006          | 0.97            | 0.19                         | 0.57                          | 1.125           | 0.628          | 1.07             | 0.06             |
|           |                                                    | 6000      | 雪   | 84.9.13 | 7.80          | 0.005          | 0.35            | 0.18                         | 0.37                          | 0.640           | 0.210          | 0.49             | 0.02             |
|           |                                                    | 5000      | 冰融水 | 84.9.22 | 23.94         | 0.064          | 0.35            | 0.29                         | 1.14                          | 0.855           | 0.238          | 1.44             | 0.46             |
|           |                                                    | 5000      | 冰川  | 84.9.22 | 23.94         | 0.239          | 0.14            | 0.58                         | 1.36                          | 0.745           | 0.544          | 1.44             | 0.24             |
|           |                                                    | 4800      | 冰湖水 | 84.9.22 | 24.71         | 0.063          | 0.42            | 0.10                         | 0.86                          | 0.355           | 0.590          | 1.72             | 0.15             |
|           |                                                    | 5000      | 河水  | 84.9.14 | 76.17         | 0.067          | 3.61            | 0.12                         | 6.22                          | 0.855           | 0.900          | 3.61             | 2.02             |
|           |                                                    | 4700      | 河水  | 84.9.16 | 81.97         | 0.084          | 2.26            | 0.15                         | 8.62                          | 0.790           | 0.928          | 2.26             | 1.86             |
|           |                                                    | 3200      | 温泉  | 84.8.11 | 1748.33       | 1.320          | 104.10          | 0.17                         | 23.93                         | 110.00          | 8.20           | 1.76             | 56.80            |
|           |                                                    | 3200      | 温泉  | 84.8.11 | 1317.42       | 1.229          | 77.52           | 0.10                         | 17.20                         | 83.10           | 6.80           | 1.76             | 39.92            |
| 贡嘎山冰川     |                                                    | 5400      | 雪   | 84.8    |               | 0.003          | 0.90            | 0.10                         | 0.14                          | 0.04            | 0.65           | 3.51             | 0.96             |
|           |                                                    | 5400      | 雪   | 84.8    |               | <0.003         | 0.22            | 0.10                         | 0.14                          | 0.04            | 0.07           | 0.35             | 0.42             |
|           |                                                    | 5400      | 雪   | 84.8    |               | <0.003         | 1.11            | 0.15                         | 0.21                          | 0.04            | 0.07           | 1.75             | 0.21             |
|           |                                                    | 5500      | 冰   | 84.8    |               | <0.003         | 0.35            | 0.10                         | 0.54                          | 0.04            | 0.07           | 0.53             | 0.96             |
| 玉龙山川冰     |                                                    | 4000      | 雪   | 84.8    |               | 0.041          | 0.29            | 0.19                         | —                             | 0.03            | 0.53           | 0.17             | 0.53             |
|           |                                                    | 4000      | 雪   | 84.8    |               | 0.039          | 0.18            | —                            | 1.00                          | 0.03            | 0.96           | 0.53             | 0.96             |
|           |                                                    | 4000      | 雪   | 84.8    |               | 0.027          | 0.54            | 0.10                         | 0.54                          | 0.03            | 0.96           | 0.53             | 0.96             |
|           |                                                    | 4000      | 雪   | 84.8    |               | 0.019          | 0.08            | —                            | 0.64                          | 0.13            | 4.04           | 27.72            | 4.04             |
|           |                                                    | 4200      | 冰   | 84.8    |               | 0.020          | 0.69            | 0.19                         | 0.54                          | 0.04            | 0.21           | 0.17             | 0.21             |
| 天山 1# 冰川  |                                                    | 3700      | 老冰  | 84.8.10 |               | 0.580          | 2.39            | 0.67                         | 0.71                          | 1.21            | 0.22           | 4.80             | 0.62             |
|           |                                                    | 3700      | 老冰  | 84.8.10 |               | 0.068          | 0.45            | 0.50                         | 0.71                          | 0.36            | 0.21           | 0.80             | 0.45             |
|           |                                                    | 3700      | 老冰  | 84.8.10 |               | 0.007          | 0.12            | 0.19                         | 0.33                          | 0.10            | 0.03           | 0.12             | 0.03             |
|           |                                                    | 4000      | 雪   | 84.8.12 |               | 0.045          | 0.50            | —                            | 0.57                          | 0.41            | 0.03           | 0.21             | 0.03             |
| 希夏邦玛峰*    |                                                    | 8625      | 雪坑雪 |         |               |                | 0.066           | 0.463                        | 0.484                         | 0.054           |                |                  |                  |
|           |                                                    |           |     | 84.5.1  |               |                | 0.026           | 0.463                        | 0.484                         | 0.075           |                |                  |                  |
|           |                                                    |           |     |         |               |                | 0.078           | 0.512                        | 0.542                         | 0.067           |                |                  |                  |
|           |                                                    |           |     | 84.5.8  |               |                | 0.527           | 0.193                        | 0.092                         | 0.267           |                |                  |                  |
|           |                                                    |           |     |         |               |                | 0.106           | 0.169                        | 0.095                         | 0.051           |                |                  |                  |
|           |                                                    |           |     | 48.5.9  |               |                | 0.072           | 0.234                        | 0.268                         | 0.057           |                |                  |                  |

如他们在报道中所说<sup>[2]</sup>, 这一数据, 系采样器用食用后的酥油牛皮袋包装冰样污染造成的。

1984 年 5 月美国新罕布什尔州立大学地球科学系 Mayewski 冰川化学家在希夏邦玛峰南坳雪坑中的采样分析 (见表 1\*) 与我们 1984 年采样分析的结果基本吻合<sup>[5]</sup>。

雪冰水的化学类型为  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ - $\text{Na}^+$  型, 雪冰水化学元素富集顺序为  $\text{Na} > \text{Ca} > \text{Mg}$  (表 2), 这与贡嘎山冰川相类似, 说明樟

藏布冰川受印度洋季风影响较大。

## 2. 温泉水的化学特征

首次对本区温泉水采样分析<sup>[2]</sup>, 结果表明 (表 1), 热水的矿化度高达 1317.42—1748.33 mg/l, 其中阴离子以  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$  占主要成分, 阳离子以  $\text{Na}^+$  和  $\text{Mg}^{2+}$  占主要成分。结合热水中氡含量的测定为 6—7 T. U. (表 3), 说明大气降水及地表水对温泉水无补给作用。温泉热水中氡的含量为 6—7 T. U., 显示这一地区的温泉热水是深

表 2 雪冰水化学元素富集顺序

| 地 点   | 冰川            | 海拔<br>(m)   | 时间        | 矿化度<br>(mg/L) | 富集系数 $EF_{AL}$ |      |     |      | 富集顺序       |
|-------|---------------|-------------|-----------|---------------|----------------|------|-----|------|------------|
|       |               |             |           |               | Na             | Mg   | K   | Ca   |            |
| 希夏邦马峰 | 樟藏布冰川<br>(雪样) | 3300<br>(雪) | 1984.8.11 | 12.37         | 11.0           | 0.6  | 6.2 | 10.7 | Na>Ca>K>Mg |
|       |               | 6000        | 1984.9.13 | 7.80          | 6.4            | 0.2  | 2.1 | 4.9  | Na>Ca>K>Mg |
| 希夏邦马峰 | 樟藏布 1 号冰川     | 5000(冰)     | 1984.9.22 | 23.94         | 8.2            | 4.1  | 2.0 | 14.0 | Ca>Na>Mg>K |
|       | 樟藏布 3 号冰川     | 5000(冰)     | 1984.9.22 | 23.93         | 7.1            | 1.1  | 5.0 | 14.2 | Ca>Na>K>Mg |
|       | 樟藏布 3 号冰川     | 4800(冰湖)    | 1984.9.22 | 24.71         | 3.8            | 1.4  | 5.1 | 14.8 | Ca>K>Na>Mg |
| 珠穆朗玛峰 | 绒布冰川          | 5500        | 1964      |               | 19.3           | 5.0  | 4.8 | 28.3 | Ca>Na>Mg>K |
| 贡嘎山   | 贡嘎山冰川         | 6100(雪)     | 1984.8.   | 9.40          | 9.2            | 40.1 | 2.4 | 5.1  | Mg>Na>Ca>K |
|       |               | 6100(冰)     | 1984.8.   | 5.49          | 5.5            | 5.2  | 1.7 | 0.8  | Na>Mg>K>Ca |

表 3 雪冰氡含量

| 地 点      | 样品类型         | 海拔<br>(m) | 采样时间      | 经纬度             |         | 氡含量<br>(T. U.)      |
|----------|--------------|-----------|-----------|-----------------|---------|---------------------|
|          |              |           |           | 纬度              | 经度      |                     |
| 希夏邦马峰    | 新 雪          | 5300      | 1984.8.11 | N28°21' E85°46' |         | 35±10               |
|          |              | 6000      | 1984.9.13 |                 |         | 28±10               |
|          | 冰川末端迳流<br>冰湖 | 5200      | 1984.9.22 | N28°21' E85°36' |         | 22±10               |
|          |              | 5200      | 1984.9.22 |                 |         | 27±10               |
| 樟藏布冰川    | 冰碛渗水         | 5300      | 1984.9.14 |                 |         | 22±10               |
|          | 朋曲河          | 5000      | 1984.9.16 |                 |         | 21±10               |
|          | 朋曲河          | 4700      | 1984.9.16 |                 |         | 30±10               |
|          | 曲乡聂拉木<br>温泉  | 3200      | 1984.8.11 |                 |         | 7±10                |
|          |              |           |           |                 |         | 6±10                |
| 青藏高原唐古拉山 | 105 道班(雪)    | 5300      | 1984.5    |                 |         | 66±14               |
|          | 107 道班(雪)    | 5300      | 1984.5    |                 |         | 40±10               |
| 天 山      | 冰川站          | 4100      | 1984.8    | 43°06'N         | 86°49'E | 99.0±14<br>(11 次平均) |

层地下水循环性质的,不会受到大气降水及浅层水的影响,具有较大储量,可否预示着青藏高原崛起的新构造运动特征,尚需进一步研究证实。

### 3. 雪冰水的氡含量

从表 3 可看出,希夏邦马峰樟藏布冰川,由于位于希夏邦马峰东南坡,距离海岸较近,受印度洋季风影响较强烈,氡含量较低。新

雪中氡含量为 28—35 T. U.,冰川迳流、冰碛湖水及朋曲河水中氡含量也只在 21—30 T. U. 之间变化,说明这些水体受高山冰川雪中氡的影响较大,它们的氡含量基本一致。

唐古拉山降雪中氡含量大于希夏邦马峰,为 40—66 T. U.;天山距海岸更远,降雪中氡平均含量为 99.0 T. U.,具有明显地纬度效应。曲乡聂拉木温泉水样的氡浓度只

有 6—7 T. U., 表明温泉水为深层地下水, 没有受到浅层或地表水的影响。

### 参 考 文 献

[1] 章申, 于维新, 珠穆朗玛峰地区科学考察报告 (1966—1968) (自然地理), 102—103 页, 科学出版

社, 1975 年。

[2] 章申, 吴紫旺, 希夏邦马峰地区科学考察报告, 92—97 页, 科学出版社, 1982 年。

[3] 王平, 环境科学, 6(3), 65—69(1985)。

[4] Wang Ping (王平), *Annals of Glaciology*, (7) pp. 94—99, International Glaciological Society, 1985.

[5] Mayewski, J. *Glaciology*, 32(112), 542(1986).

## 模拟酸雨对土壤酶活性的影响

吴杰民 许加宁\* 吴顺志\* 施勤富\*

(浙江农业大学环保系)

据近年国内文献报道, 我国酸雨形势颇值得注目。地处华东沿海潜在酸雨区的浙江省, 1983 年至 1986 年全省酸雨样点占总样点 (9369 个, 其中雪样 253 个) 34.5%, 酸雨覆盖区也由浙北逐渐向浙南扩展。特别是作为我国重点旅游城市的杭州市, 1983 年 2 月至 1985 年 2 月酸雨样点占总雨水样点数 (320 个) 比例竟高达 82%, pH 最低检出值为 3.42, 成为我国长江以南酸雨频率最高 (仅次于重庆、贵阳市) 的沿海城市\*\*\*。面对这一形势, 研究酸雨对浙江省环境生态的影响实属必要。本文就 1985—1986 年人工模拟酸雨淋洗对本省两种土壤中的三种酶 (磷酸酯酶、脲酶、转化酶) 活性影响的研究作简要归纳。

### 一、材料和方法

供试土样: 为我省分布面积较大的低丘坡地红壤 (采自浙南金华市郊双龙洞石灰岩坡地, 俗称油红泥) 和杭嘉湖平原南端浅海沉积母质发育的粉质潮土 (采自本校华家池校园, 俗称小粉土), 理化性状如表 1。

人工模拟酸雨: 先制备 0.05mol/LH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 和 0.1mol/LHCl, 并以两者体积比 10:1 混合成酸母液, 在一定体积蒸馏水中加入适量酸

母液配制成 pH 3.5、4.5 硫酸型酸雨。为使模拟酸雨更符合天然降雨组分, 参照国外学者 Gore 的推荐值<sup>[1]</sup>, 加入 K<sup>+</sup>、Na<sup>+</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup> 等微量电解质。

按设计要求, 在盛装上述两种供试土壤的塑料圆柱筒内每隔一定周期 (2—3 天) 添加等量 (相当于一次 20mm 降雨量) 不同酸度模拟酸雨, 并于加入数次酸雨后分层分析土壤中三种酶活性和其它有关项目。试验持续时间均为 30d 左右。

土壤酶测定方法: 均用分光光度计比色法测定。其中磷酸酯酶用对硝基苯磷酸钠法, 脲酶用奈氏比色法, 转化酶用磷钼酸比色法<sup>[2]</sup>。酶活性以每 g 干土恒温 (37℃) 培养 1h 后与底物反应释出的反应产物的  $\mu\text{g}$  (或  $\text{mg}$ ) 数表示。

### 二、结 果

#### (一) 酶活性在土壤剖面内的垂直分布

土壤酶主要来源于土壤微生物的生命活动, 其次, 植物根系除释放胞外酶外, 根系分

\* 环保系 1981、1982 级同学

\*\* 李柱国, 浙江省酸雨的时空分布、成因和发展趋势 (1987)。

\*\*\* 杭州市气象台、浙江省环保站, 杭州市酸雨与气象条件初探 (1986)