

离子淋溶作用对冰川化学记录形成的影响*

皇翠兰 李忠勤 侯书贵 蒲健辰

(中国科学院兰州冰川冻土研究所, 兰州 730000)

关键词 冰川 淋溶 化学纪录 影响

积雪融化时, 50%~80% 的化学离子会随最初 30% 的融水流失^[1]. 因此淋溶作用改变了雪层内化学元素原始季节层理记录, 而代之以新的分布形式, 这便成为冰芯记录而长期储存下来^[2]. 因此, 弄清楚淋溶前后各离子分布的相关关系, 是进行高精度冰芯古环境、古气候记录恢复的重要依据.

本文研究希夏邦马峰抗物热冰川中的淋溶作用, 并与古里雅冰帽对比, 揭示影响离子迁移的因素和淋溶作用对冰川化学记录形成的影响.

1 样品采集与分析

1991 年中、美、苏(前苏联)三国联合考察队在希夏邦马峰抗物热冰川(海拔 6 150 m 处)钻取一支 13 m 深冰芯, 冷冻状态下分别运至中、美方低温实验室. 样品截取在低温实验室通过带锯完成. 截取前先将冰芯表层 1 cm 左右的冰质除去, 样品截取长度为 10 cm, 装入干净塑料袋室温融化后, 再装入美国生产的专用样品瓶. 送入实验室待测.

阳离子分析在中国科学院兰州冰川冻土研究所冰芯与寒区环境实验室进行. 仪器为 PE-2380 原子吸收光谱仪, 测定 K^+ , Na^+ , Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 相对标准偏差小于 0.5%. Cl^- , SO_4^{2-} 和 NO_3^- 由美方用离子色谱仪测定, 精度 1 mg/L, 结果见图 1.

2 结果与讨论

2.1 希夏邦马峰抗物热冰川的淋溶作用

抗物热冰川(85°45'E 28°27'N)气温和冰层温度较高. 1991 年在该冰川海拔 5 830 m 处, 实测了冰温层厚为 0~2 m 处, 温度在 0~-2℃ 之间; 6 m 处温度为 -9℃. 加之冰川区太阳辐射强, 易使积雪消融, 有利于产生淋溶. 图 1 是海拔 6 150 m 处 13 m 冰芯前 4 m 的离子含量分布. 易见 0~1.4 m 的积雪离子含量很低; 1.4 m 以下的冰层离子含量很高, 并有明显的峰谷变化. 抗物热冰川的淋溶作用和成冰作用是在一年之内完成的, 淋溶发生在夏季, 淋溶出的离子多富集在夏末形成的污化层, 从而形成相应层位离子浓度的峰值. 冬季温度低, 消融弱, 冻结速度快, 淋溶作用弱, 冰层离子含量出现低谷. 淋溶作用改变了雪层离子的分布状况, 所以冰层中储存的离子含量不是原始季节层理记录, 而是经淋溶离子迁移后冻结形成的新的分布形式.

1996-01-10 收稿, 1996-05-02 收修改稿

* 国家“攀登计划”资助项目

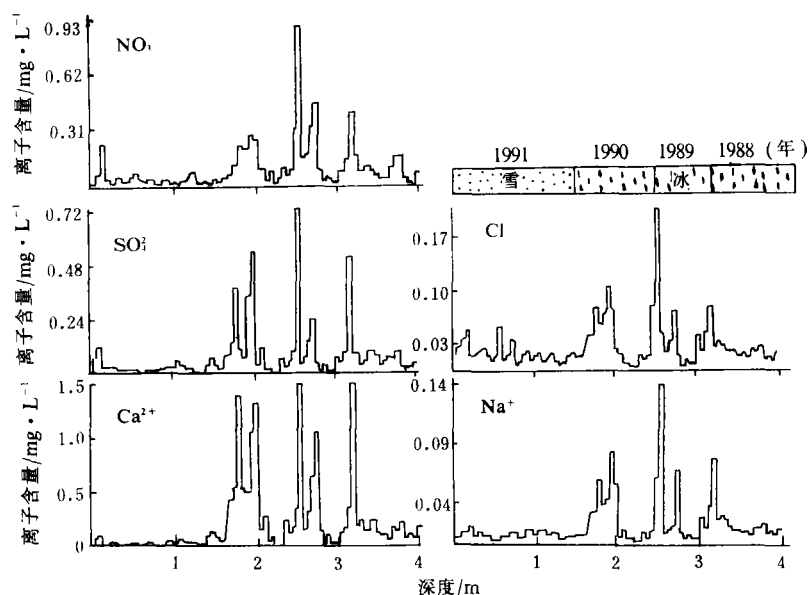


图1 希夏邦马峰抗物热冰川冰芯表层离子含量

由此认为该冰川淋溶作用比较强烈。如果没有淋溶作用,只是气候和环境的差异,冰层和积雪中的离子含量不会有这样大的差别。只有在淋溶过程中,雪质发生融化时,化学离子会随融水迁移到冰层或流失。由于淋溶作用的强弱差异,形成冰层中离子含量的不均匀分布。但是,由于抗物热冰川是一年成冰,淋溶作用对其他年层无大的影响。

2.2 青藏高原南部和北部淋溶作用的差异

青藏高原南部和北部大气环境有明显的差异,淋溶作用也不相同。抗物热冰川和古里雅冰帽(81°28'E 35°17'N)就是一个明显对照。1990~1991年,中、美考察队在古里雅冰帽海拔6200m处,测量了钻孔温度,2m深处温度是-13.3℃,10m深处是-15.5℃。并在海拔6070m处,采集了1.9m深的雪坑样品,取样间隔为10cm,结果见图2。由于该冰帽气温和冰层温度都很低,冻结速度快,淋溶作用弱。2~5月为西部“尘暴”频发的高粉尘季节,形成离子含量高的污化冰层;夏季为低粉尘季节,形成的冰层透明,离子含量低^[3]。因此,离子含量多以年层底部高,上部低为特征。当然也有在特殊天气背景下形成的中部高的现象。这种离子分布显示了原始的季节变化特征。

2.3 淋溶作用对冰芯化学记录形成的影响

根据用冰芯化学分析结果,揭示古环境和古气候的变化,将对冰川学的发展是一个有力推动。对没有淋溶作用或淋溶作用较弱的冰川,化学成分保持了当时的原始记载,可据此恢复古环境和古气候;对于淋溶作用强烈的冰川,如抗物热冰川,淋溶作用改变了冰芯内化学成分的原始分布,扰乱季节层记录,则难以高精度恢复冰芯古环境、古气候记录。如果产生径流,则会加剧对温暖气候的指示性。因此,搞清淋溶前后化学成分分布关系,以及淋溶过程离子的自身性质和外界因素对迁移的影响成为亟待解决的问题。

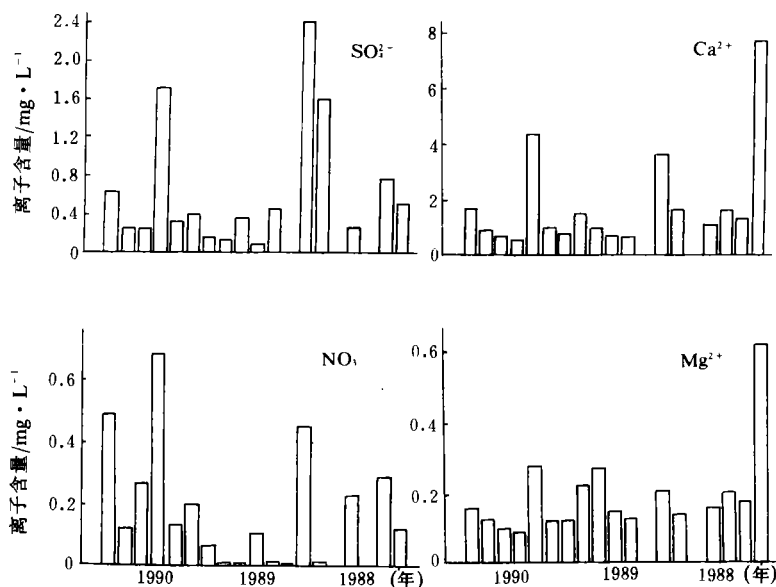


图 2 古里雅冰帽冰芯表层离子含量

Tsiouris 等人通过野外和室内的研究^[4], 给出淋溶择优性顺序为: $\text{SO}_4^{2-} > \text{NO}_3^- > \text{NH}_4^+ > \text{K}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{H}^+ > \text{Na}^+ > \text{Cl}^-$. 但后来证明这个顺序在不同条件下有所不同, 尤其是 Ca^{2+} 的位置. 而多数的研究仍证实 SO_4^{2-} 和 NO_3^- 较 Na^+ 和 Cl^- 更易于被淋溶. 说明离子的迁移除与离子自身性质有关外, 与温度、离子之间配比以及离子浓度等一些因素关系密切, 但在淋溶作用强烈时, 化学物质几乎全部流失, 离子间的择优性也难以表现出来. 此项研究目前在国内外不同地区的冰川上仍在进行之中.

参 考 文 献

- 1 Johannessen M, Henriksen A. Chemistry of snow melt water changes in concentration during melting. *Water Resource Research*, 1978, 14(4): 615~619
- 2 李忠勤, 姚檀栋, 皇翠兰. 古里雅冰帽中的化学物质沉积特征和现代大气环境记录. 见: 青藏高原形成演化、环境变迁与生态系统研究学术论文年刊(1994). 北京: 科学出版社, 1995. 11~21
- 3 李忠勤, 姚檀栋, 谢自楚. 青藏高原古里雅冰芯中的现代大气环境记录. *科学通报*, 1994, 39(23): 2 200~2 201
- 4 Tsiouris S, Vincent C E, Davies T D *et al.* The elution of ions through field and laboratory snowpacks. *Annals of Glaciology*, 1985, (7): 196~201