

DOI: 10.7524/j.issn.0254-6108.2015.12.2015082701

陈物华, 李忠勤, 怀保娟. 天山哈密庙尔沟平顶冰川雪坑离子浓度特征[J]. 环境化学, 2015, 34(12): 2307-2309

天山哈密庙尔沟平顶冰川雪坑离子浓度特征*

陈物华¹ 李忠勤^{1,2**} 怀保娟³

(1. 西北师范大学地理与环境科学学院, 兰州, 730070; 2. 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所冰冻圈科学国家重点实验室/天山冰川试验站, 兰州, 730000; 3. 中国科学院研究生院, 北京, 100049)

摘要 运用海盐离子示踪法对于2009年8月在天山东段哈密庙尔沟平顶冰川采取的雪坑数据进行分析, 结果表明, 哈密庙尔沟平顶冰川 Ca^{2+} 和 Na^+ 为主要阳离子, Cl^- 为主要的阴离子, 该雪坑化学离子排名为 $\text{Cl}^- > \text{Na}^+ > \text{Ca}^{2+} > \text{K}^+ > \text{SO}_4^{2-} > \text{NO}_3^- > \text{Mg}^{2+} > \text{NH}_4^+$, Mg^{2+} 是所有离子中变率最大的离子. K^+ 和 Ca^{2+} 主要来源于陆源物质, 而 Mg^{2+} 和 Na^+ 大部分来源于海洋源. 部分离子受局地气候环境和地形影响较大.

关键词 天山东段, 庙尔沟平顶冰川, 雪冰化学, 离子特征.

政府间气候变化专门委员会(IPCC)第五次工作报告指出, 全球气候变化异常, 气温升高, 且大气污染较严重, 在冰冻圈表现得尤为明显^[1]. 由于人类活动加剧, 环境污染不断增加, 因此引起的冰川环境问题更加严重, 随着全球变化研究的进一步开展, 地球表面的各成分化学特征成为重点研究对象. 雪冰化学特征研究对于揭示气候变化具有非凡的意义, 冰雪中的离子是反映区域气候环境污染变化的重要指示因子, 因而探求雪冰中阴阳离子等化学物质的特征、来源和变化过程具有重要的参考价值^[2-7]. 研究该区域的雪冰化学特征对探讨东天山东段区域内水源演化以及政府决策具有重要的参考价值.

1 样品的采集和分析

1.1 研究区概况

庙尔沟平顶冰川(图1)位于哈尔里克山南坡、哈密市东北方向, 积累区朝向西南, 属温带荒漠气候, 位于古尔班通古特沙漠、塔克拉玛干沙漠和鄯善沙漠的环绕之中, 气候干燥, 降水量稀少, 蒸发严重, 受局地沙尘暴天气影响较大^[3]. 水汽主要来源为西风带来水汽、北冰洋水汽和印度洋因季风环流所带来水汽. 面积 3.64 km^2 , 海拔介于 3840 m 至 4513 m 之间, 这一区域冰川的冰雪融水是吐哈绿洲区域生态平衡、人畜生存和经济发展的主要水源地, 对于天山东段哈密庙尔沟平顶冰川的雪冰化学研究尤为重要.

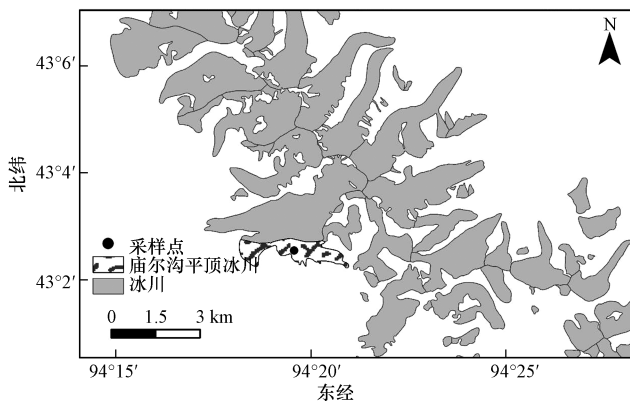


图1 哈密庙尔沟平顶冰川研究区位置图

1.2 数据分析与研究方法

2009年8月在庙尔沟平顶冰川积累区4300m海拔点挖取雪坑一个. 采样地点表面平整, 积雪较为丰富, 雪坑状况良

2015年8月27日收稿.

* 国家重大科学研究计划项目(超级973项目)(2013CBA01801); 国家自然科学基金(41471058, 91425303); 中国科学院重点部署项目(KJZD-EW-G03-01)资助.

** 通讯联系人; Email: 417811308@qq.com

好.采样过程严格按照雪冰雪坑采样程序进行^[4-5],着重进行雪冰化学相关研究的科学研究考察工作.该冰川位于中亚沙尘源区,水汽主要是西风带来的海洋源和中亚区域内湖泊水汽源,夏季的降水占全年降水 90%以上,且西风带来的海洋水汽是冰川补给的主要来源,因而选择海洋离子示踪法^[5]来探讨离子来源意义重大.海盐示踪离子的选择判断依据如下:若 Mg^{2+}/Na^+ 和 Cl^-/Na^+ 当量比值等于或大于海盐中离子相应比值 ($Mg^{2+}/Na^+ = 0.227, Cl^-/Na^+ = 1.165$) 时,则选取 Na^+ 为海盐示踪离子;若 Mg^{2+}/Cl^- 和 Na^+/Cl^- 当量比值等于或大于海盐中离子相应比值 ($Mg^{2+}/Cl^- = 0.195, Na^+/Cl^- = 0.859$) 时,则选取 Cl^- 为海盐示踪离子;若 Cl^-/Mg^{2+} 和 Na^+/Mg^{2+} 当量比值等于或大于海盐中离子相应比值 ($Cl^-/Mg^{2+} = 5.126, Na^+/Mg^{2+} = 4.403$) 时,则选取 Mg^{2+} 为海盐示踪离子.通过计算本研究数据, Mg^{2+}/Na^+ 和 Cl^-/Na^+ 比值分别为 0.107 和 1.180, Mg^{2+}/Cl^- 和 Na^+/Cl^- 比值分别为 0.09 和 0.846, Cl^-/Mg^{2+} 和 Na^+/Mg^{2+} 比值分别为 11.02 和 9.33, 基于结果对比判断依据, 选取 Mg^{2+} 作为海盐示踪离子.利用非海洋源离子含量公式计算:

$$NNA = C_A - R \times C_M \quad (1)$$

其中, NNA 为 A 离子非海洋源, C_A 为该离子的实测浓度值, C_M 为示踪离子实测浓度值, R 为标准海盐中 A 离子和 M 离子比值.经过详细计算之后选取 Mg^{2+} 作为示踪离子, 并由此计算哈密庙尔沟平顶冰川所实测离子浓度非海洋源比值.

2 结果和讨论

2.1 雪坑离子整体化学特征

表 1 显示天山哈密庙尔沟平顶冰川雪坑中主要阳离子是 Na^+ 和 Ca^{2+} , 主要阴离子为 Cl^- 和 SO_4^{2-} , 离子排名为 $Cl^- > Na^+ > Ca^{2+} > K^+ > SO_4^{2-} > NO_3^- > Mg^{2+} > NH_4^+$, 且主要阴离子 Cl^- 和主要阳离子 Na^+ 浓度均远远大于其他离子浓度水平.

表 1 庙尔沟平顶冰川主要离子排名及来源比例

统计值	主要离子							
	Cl^-	Na^+	Ca^{2+}	K^+	SO_4^{2-}	NO_3^-	Mg^{2+}	NH_4^+
总当量/ $(\mu g \cdot L^{-1})$	1271.4	1076.8	586.6	547.2	294.5	166.2	115.5	113.9
平均值/ $(\mu g \cdot L^{-1})$	254.3	215.4	117.3	109.4	58.9	33.2	23.1	22.8
非海洋源/%	78	29	100	90	92	99	44	100
海洋源/%	22	71	0	10	8	1	56	0
离子排名	1	2	3	4	5	6	7	8

由表 1 根据海盐离子示踪法计算得出 Na^+ 非海洋源占比为 29%, 从而 Na^+ 海洋源占比为 71%, Mg^{2+} 非海洋源占比 44%, 海洋源对应为 56%, 这也就解释了庙尔沟平顶冰川海洋源离子前两位 Na^+ 、 Mg^{2+} 和海洋中离子浓度大小顺序具有很好的对应关系.

2.2 庙尔沟平顶冰川离子变化特征

图 2 显示出雪坑离子浓度随深度变化也表现出不同的特征, 造成这种变化的原因可能是由于大气沙尘活动季节变化、水汽来源的季节变化以及雪层在消融期出现淋融作用所引起的结果.图 2 显示出雪坑在 10 cm 处离子浓度较中间部分高, 可能与采取数据期间降落新雪, 大气环流和局部地区气流变化从吐哈盆地工业区带来一些污染物有关, 在 10 cm 和 40 cm 处离子浓度出现两个明显的峰值, 是非常明显的两个污化层, 浓度出现峰值可能是因为气候变化、大气环流和局地水汽环流所造成的化学物在此范围内长期沉积而成.这恰恰也说明了环境污染等信息在此范围内得以很好的保存, 也给气候变化研究和冰芯研究提供相应的佐证.表 2 结果显示, Mg^{2+} 是 8 种主要离子中变率最大的离子, 变率达到了 15.7.

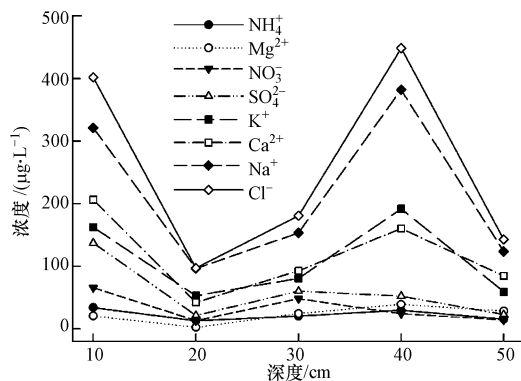


图 2 庙尔沟平顶冰川离子浓度随深度变化图

表 2 庙尔沟平顶冰川离子浓度变率比较

	Cl ⁻	Na ⁺	Ca ²⁺	K ⁺	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Mg ²⁺	NH ₄ ⁺
最大值/(μg·L ⁻¹)	448.4	382	206.3	191.7	137.2	65.8	39.2	34.2
最小值/(μg·L ⁻¹)	97.4	96.4	2.4	53	21.6	13.4	2.5	13.3
最大值/最小值	4.6	4	4.9	3.6	6.4	4.9	15.7	2.6

2.3 哈密庙尔沟平顶冰川雪坑离子来源分析

庙尔沟平顶冰川位于古尔班通古特沙漠、塔克拉玛干沙漠和鄯善沙漠的环绕之中,东、南、北方向外围均为荒漠戈壁,受局地沙尘暴天气影响较大.表 1 显示庙尔沟平顶冰川 Na⁺和 Mg²⁺是所有海洋源离子中海洋源比重最大的离子,海洋源比例分别占到 71%和 56%.Ca²⁺和 NH₄⁺是所有的离子中非海洋源比重最大的离子,非海洋源比例为 100%,完全是来源于陆地.主要是由于冰川在中亚粉尘源区,周围被沙漠所环绕,通过西风环流所携带的沙漠粉尘在此沉积在冰川,所以导致了 Ca²⁺呈现出非海洋源占比达到 100%的比例.由于庙尔沟平顶冰川处在吐哈盆地,吐鲁番和哈密是东天山最重要的工农业活动地域,人类不合理的农业活动以及重工业活动所产生的废气、废水和废渣的排放,导致庙尔沟平顶冰川受到一定程度上的污染.SO₄²⁻和 NO₃⁻的主要来源是人类不合理的工农业活动所造成的污染所导致,比如化石燃料的燃烧和生物有机质的燃烧以及牲畜活动和化学肥料的使用.Mg²⁺作为海洋示踪离子,是海洋源排名第二的离子,因此 Mg²⁺表现出最大的变率,恰好证明是由于夏季西风带来水汽形成降水,在冰面得以很好的保存,形成和其他季节不同的离子浓度当量.

3 结论

(1)冰川的雪坑离子浓度大小顺序 Cl⁻>Na⁺>Ca²⁺>K⁺>SO₄²⁻>NO₃⁻>Mg²⁺>NH₄⁺,Cl⁻是所有离子中当量最大的离子.其中 Na⁺和 Ca²⁺是主要的阳离子,Cl⁻和 SO₄²⁻是主要的阴离子,各种离子浓度在表层和中底层呈现出不同的特征.Mg²⁺是所有离子中变率最大的离子,NH₄⁺是所有离子中变率最小的离子.

(2)庙尔沟平顶冰川雪坑中主要离子主要来源于陆地矿物粉尘和人类工农业活动.其中 Ca²⁺和 NH₄⁺是所有的离子中非海洋源比重最大的离子,非海洋源比例为 100%,完全是来源于陆地.Na⁺和 Mg²⁺是所有海洋源离子中海洋源比重最大的离子,海洋源比例占到 71%和 56%.此外西风环流所带来的海洋水汽可能也是离子来源的主要途径.SO₄²⁻和 NO₃⁻来源于沙尘源传输,且受人类工业活动影响较大.

参 考 文 献

- [1] 沈永平,王国亚.IPCC 第一工作组第五次评估报告对全球气候变化认知的最新科学要点[J].冰川冻土,2013,35(5):1068-1076
- [2] Wang F T, Wang L, Kang J, et al. Chemical characteristics of snow-firn pack in Altai Mountains and it's environmental significance[J]. Journal of Earth Science,2011,22(4):482-489
- [3] 崔晓庆,任甲文,秦翔,等.祁连山老虎沟冰芯草酸根和氟离子的记录及环境意义[J].环境化学,2011,30(11):1919-1925
- [4] 董志文,李忠勤,王飞腾,等.天山东部冰川积雪中大气粉尘的沉积特征[J].地理学报,2008,63(5):544-552
- [5] 董志文,李忠勤,张明军,等.天山奎屯哈希勒根 51 号冰川雪坑化学特征及环境意义[J].地理科学,2010,31(1):149-156
- [6] 李向应,刘时银,韩添丁,等.天山东部冰川雪坑离子浓度特征的对比研究——以奎屯哈希勒根 51 号冰川和哈密庙尔沟冰川为例[J].地球科学进展,2008,23(12):1269-1276
- [7] 张晓宇,李忠勤,王飞腾,等.中亚天山托木尔峰地区青冰滩 72 号冰川雪坑化学离子特征及其环境指示意义[J].地理科学,2012,32(5):641-648