

中国南极长城站 1998 年大气降水 化学特征的初步研究*

于晓岚 汤 洁 师昱锋 程红兵

(中国气象科学研究院, 北京, 100081)

王国贵

(黑龙江省气象局, 哈尔滨, 150001)

摘 要

文中报告了 1998 年 1~12 月, 在中国南极长城站(62°13' S, 58°58' W, 海拔 10.0 m)采集的 115 个有效降水样品的 pH 值、电导率和化学组分分析结果。长城站地区降水的年平均 pH 值为 5.62, 电导率年平均值为 85.16 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。秋季期间降水的 pH 值和电导率较高, 其它季节较低。降水中最主要的离子为 Cl^- , Na^+ , 其他离子按平均浓度值依次排列为 SO_4^{2-} , Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ , NO_3^- , NH_4^+ 。除 NO_3^- , NH_4^+ 外, 各主要离子浓度间呈显著正相关, 表明其来源具有同一性。降水样品的离子组成比例与周围海区的海水接近, 显示了海盐是降水中可溶性离子的主要来源, 而其它源只对 Ca^{2+} 有一定贡献。该地区的降水具有较典型的海洋性降水的化学特征。

关键词: 南极, 降水化学, 长城站, 观测。

1 引 言

大气降水作为大气与陆地间物质交换的重要过程, 可以提供大气与地表间化学成分交换的信息, 也是科学家们了解全球范围内大气环境物质长距离输送的一个重要途径。南极大陆位于地球的最南端, 远离北半球的世界主要工业区域^[1], 一直被认为是地球上的最后一块净土, 是研究全球偏远地区大气降水和冰雪化学的理想地域。到目前为止, 已有许多科学家围绕南极地区的环境、气候和生态的变迁, 对该地区的冰雪化学进行了一系列的科学考察活动。如 Legrand 等^[2]曾对南极的积雪进行过研究, 得到了约 10 a 期间的南极积雪的离子平衡值记录; 秦大河^[3]曾横穿南极, 获得了南极冰盖不同地区表层冰雪样品, 对其化学成分进行过较为细致的比较研究。作者在 1998 年中国第 14 次南极科学考察期间, 在南极长城站进行了约 1 a 的实时降水监测, 采集了 1998 年的全年降水样品, 测量降水的 pH 值和电导率, 并运送样品回国进行实验室分析可溶性离子成分, 获得了较完整的降水化学分析数据。文中

报告了此次测量结果, 并对该地区降水化学特征和离子成分的可能来源进行分析。

2 试验部分

2.1 采样点环境及采样方法

中国南极长城站位于南极南设得兰群岛北端的乔治王岛(62°13' S, 58°58' W, 海拔 10.0 m), 距南美大陆 1100 km, 隔德雷克海峡相望, 远离人类活动区。采样地——长城站气象观测场位于站区附近周围无高大建筑物, 无工业燃烧排放污染源。气候环境呈典型的亚极地海洋型特征, 降水受海洋性气旋影响^[4]。

采用人工的方法进行采样: (1) 雨水用直径为 40 cm 的聚乙烯桶, 内套一次性无毒塑料袋, 采一次样换一个袋, 采样桶距地面 1 m 高, 每次降雨时放到采样架上; (2) 在雪坝的迎风面挖一个长和宽各 2 m, 深 1 m 的雪槽, 将用来采样的塑料布钉在一块木板上, 放在雪槽内, 收集每次的雪样。所有的降水样品均装在聚乙烯塑料瓶内, 密闭封装, 低温下保存, 详细的采样方法请参见文献[5]。

2.2 分析方法

* 初稿时间: 2001 年 4 月 5 日; 修改稿时间: 2001 年 8 月 3 日。
资助课题: 中国气象局“九五”青年气象科学基金。

降水样品的 pH 值和电导率测量在长城站内完成, 采用的是上海雷磁仪器厂生产的 PHS-3B 型精密 pH 计和 DDS-11A 型电导率仪。采集降水样品后, 分两部分, 一部分样品在室内与室温平衡后测量 pH 值和电导率, 另一部分样品就地冷冻保存, 待考察队回国时运回中国气象科学研究院大气化学实验室进行离子成分分析。完成 pH 值和电导率测定的降水样品共有 133 个, 占全年降水事件的 70%; 完成离子成分分析的降水样品共有 115 个, 占全年降水事件的 61%。用 DIONEX 公司的 DX-500 型离子色谱仪分析降水样品中的 F^- , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} 和 NH_4^+ 离子, 其分析条件如表 1 所示。

表 1 离子色谱仪分析条件

	阴离子	阳离子
分离柱	AS12A, 4 mm 直径	CS12, 4 mm 直径
保护柱	AG12A	CG12
自再生抑制器	ASRS-I, 4 mm 直径	CSRS-I, 4 mm 直径
淋洗液	$Na_2CO_3/NaHCO_3$	MSA (甲基磺酸)
流速	1.5 ml/min	1.0 ml/min
分离时间	11 min	10 min

用日本日立公司的 HITACHI-180/70 原子吸收光谱仪分析降水中的 K^+ , Na^+ , Ca^{2+} 和 Mg^{2+} 离子。待测元素空心阴极灯作为检测光源, 灯电流为 7.5~10A, 检测波长范围为 280~760 nm。使用乙炔气 ($0.15\sim 2.0\text{ kg/m}^3$) 作为燃烧气, 空气 (1.6 kg/m^3) 为载气。

3 观测结果和分析

3.1 降水 pH 值、电导率的变化规律

图 1 是降水 pH 值和电导率的变化。其 pH 值的变化范围在 4.45~7.03 之间, 多数 (占总数的 59%) 降水 pH 值集中分布在 5.4~6.0, pH 值低于 5.4 的降水出现频率只有 4% 左右, 而 pH 值低于 5.0 的降水只出现一次。当日的平均风向为 NNW, 平均风速为 4.6 m/s, 气流来向为海洋方向。从统计学上来看, 只出现一次的数据具有偶然性, 可能有很多原因。根据现有的资料还不能判断该次降水是否受到某种污染源的影响或者受到降水采样操作时的人为污染, 因此, 在进行统计时不予排除。这也表明进行背景降水资料观测研究中可能存在的各种复杂的影响因素。由氢离子-雨量加权平均方法得到的 pH 平均值为 5.62。电导率变化范围在 3.92~438.90 $\mu\text{S/cm}$ 之间, 多数 (占总数的 56%) 降水电导率低于 80 $\mu\text{S/cm}$ 。电导率的雨量加权平均值为 85.16 $\mu\text{S/cm}$ 。由图 1 可以看出, 该地区降水 pH 值和电导率均呈现一定的季节变化。秋季 (3~4 月前后) 降水的 pH 值较高, 而冬春交替时段 (8~9 月前后) 的降水 pH 值较低; 同样是秋季 (3~5 月前后) 的降水电导率较高, 而在夏季 (11~1 月前后) 的降水电导率较低。

根据 Galloway 等^[6] 通过全球偏远地区的降水观测资料而指出了全球海洋地区和大陆地区自然降水 pH 平均值的下限为 5.0, 南极长城站地区的降水

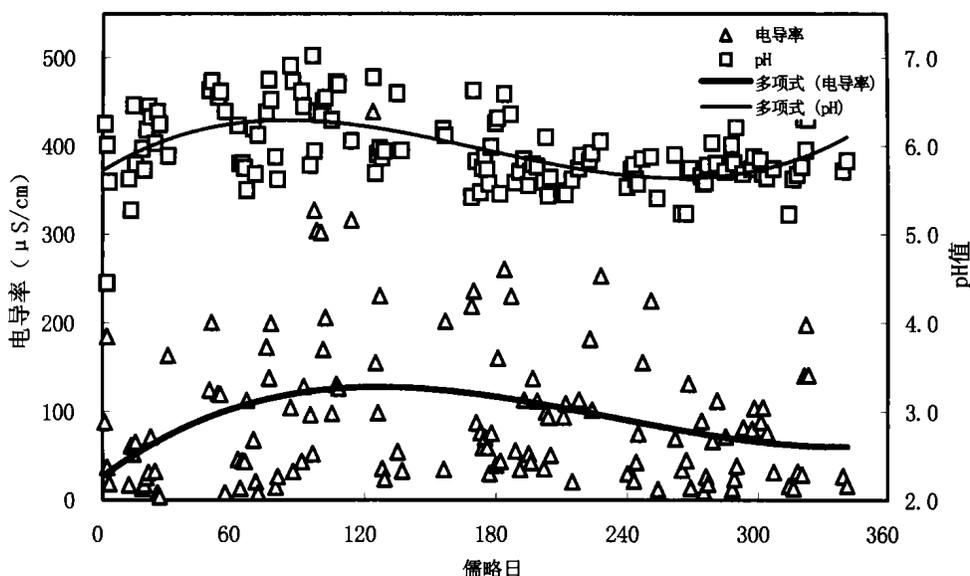


图 1 南极降水样品的 pH 和电导率的变化

pH 平均值为 5.62, 且 83.5% 的降水 pH 值高于 5.6, 99.2% 的降水 pH 值高于 5.0。由于南极远离人类活动污染地区, 四周被海洋包围, 南极辐合带又成为海洋、大气中将南极洲与外部世界隔离开来的屏障, 受人为活动及工业生产形成的污染经大气圈的传输作用影响很小, 因此可以说该地区的降水主要受当地环境的影响, 属于自然降水。

图 2 是降水量与 pH 值和电导率的关系。从图中可见, pH 值在降水量较低时波动范围较大($pH=$

5.5~7.0), 而随着降水量的增加, pH 值的波动范围有缩小的趋势($pH=5.5$ 左右); 电导率也显示出类似的趋势, 即低降水量时电导率有较大的变化范围, 降水量增加时, 电导率的变化幅度有所缩小。pH 值和电导率与降水量之间存在的相关关系, 表明在云下冲刷过程中降水可能在一定程度上受到了碱性海洋性气溶胶混入的影响, 在降水量较小时这种影响可能会较明显地导致降水 pH 值和电导率的升高。

3.2 降水中主要离子成分的浓度变化特点

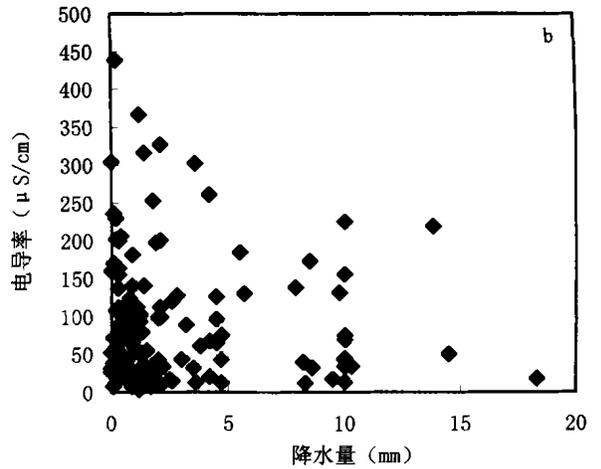
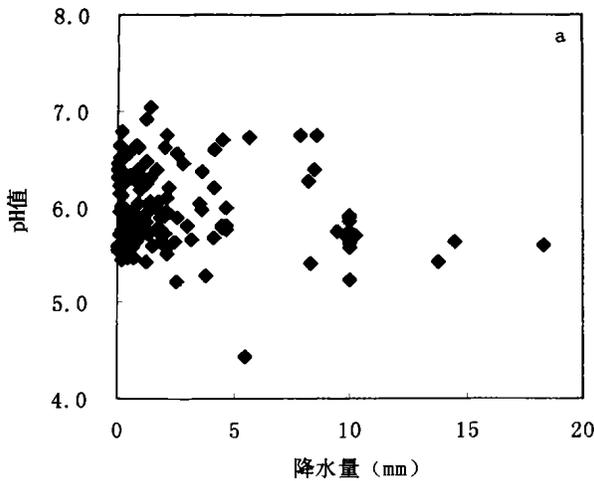


图 2 降水量与 pH 值(a)和电导率(b)的关系

在所有样品的离子成分分析中, 只有两组样品检测出 F^- 离子成分, 而其余样品的 F^- 离子浓度低于仪器的检测限, 因此以下不再对 F^- 离子进行讨论和分析。图 3 和图 4 分别是阴离子和阳离子浓度的变化, 可以看到各离子浓度之间差别较大。其中 Cl^- 和 Na^+ 离子的浓度远高于其它离子的浓度, 是降水中的主要离子成分。按浓度平均值从大到小排列的离子成分顺序为 Cl^- , Na^+ , SO_4^{2-} , Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ , NO_3^- , NH_4^+ 。 Cl^- 离子的浓度平均值高出 NH_4^+ 离子浓度约 2 个数量级(见表 4)。

图 5 是南极降水离子浓度月平均值的变化, 除 NO_3^- 和 NH_4^+ 离子外, 其余离子均有相同的变化趋势, 即在 4 月都显示出较高的浓度水平, 而后呈逐渐下降的趋势。降水离子浓度的季节变化同降水 pH 值和电导率比较一致, 这种季节波动有可能与不同季节的降水系统的变化有关。

进一步对各主要离子浓度进行相关分析, 得到各离子浓度间的相关系数矩阵(表 2)。 NO_3^- 和 NH_4^+ 离子的总体浓度水平较低, 且可能在较长时间的保存、运输过程中转化遗失, 在分析结果中分别只有 34% 和 20% 样品的浓度值可以达到仪器分析的检测限以上, 因此未进行相关分析。当自由度 $f = 113$, 显著性水平 $\alpha = 0.05$ 和 $\alpha = 0.01$ 时, 相关系数显著性检验值分别为 0.195 和 0.254。可以看出, 各离子浓度间相关系数均远远大于检测值, 说明存在显著的正相关, Cl^- , SO_4^{2-} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ 这 5 种离子之间相关系数均在 0.9 以上, 说明了这些离子可能具有几乎完全相同的来源。 Ca^{2+} 离子与上述 5 种离子的相关系数也较高, 为 0.7 左右, 相关性也很显著, 但是比上述 5 种离子间的相关系数稍低, 说明其不仅有与上述 5 种离子成分相同的来源, 还可能存在其它的来源对其浓度变化有所贡献。

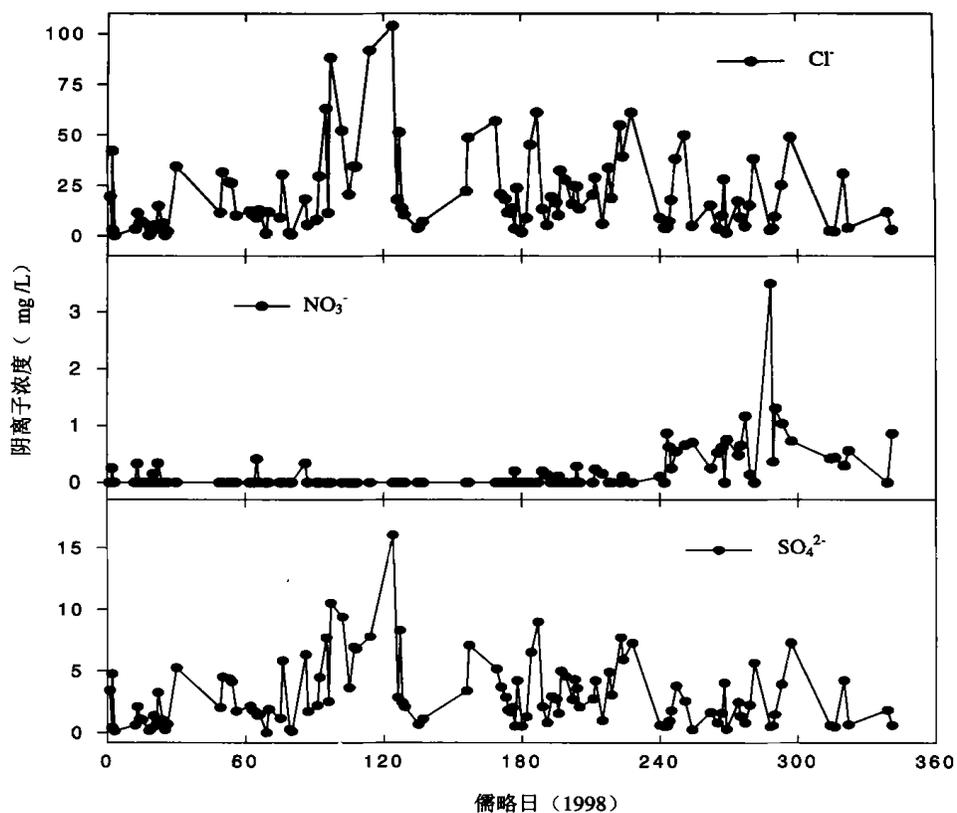


图3 阴离子浓度变化

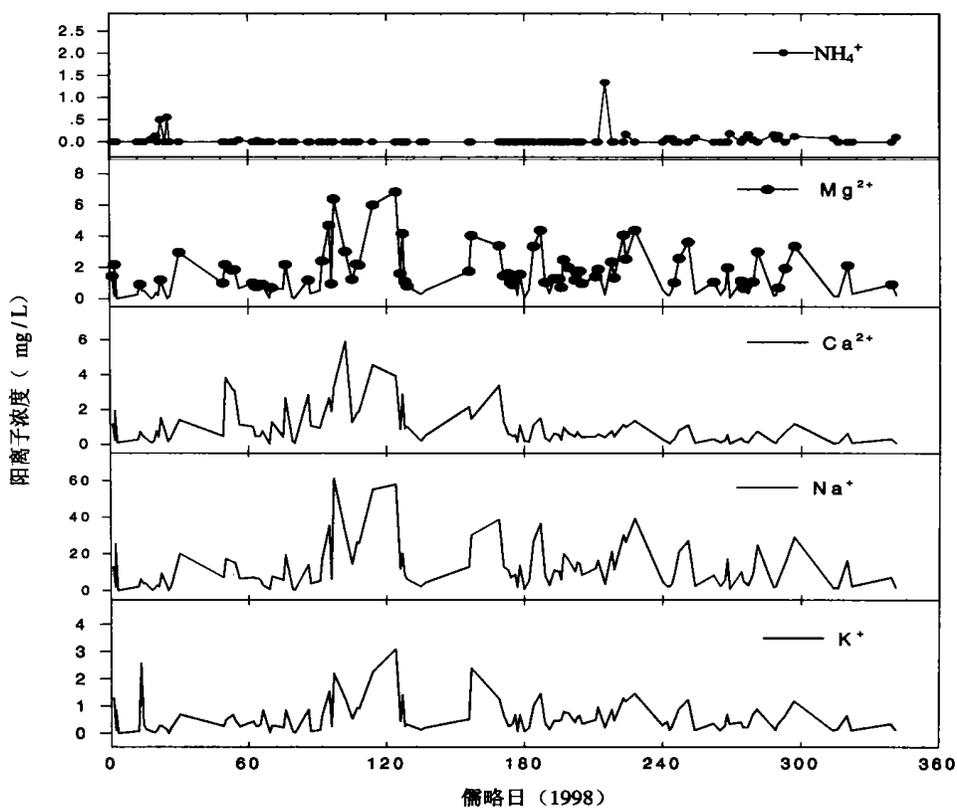


图4 阳离子浓度变化

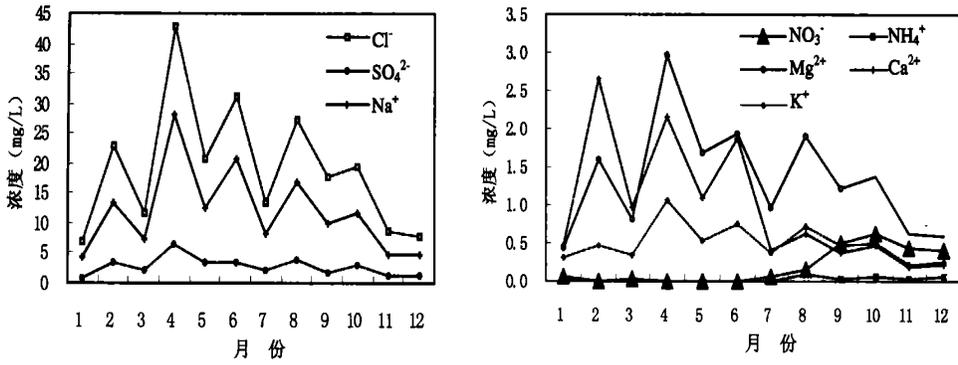


图 5 降水离子浓度的月平均值变化

表 2 降水中各主要离子间的相关系数

	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Na ⁺	K ⁺
Cl ⁻	1.000					
SO ₄ ²⁻	0.974	1.000				
Mg ²⁺	0.977	0.958	1.000			
Ca ²⁺	0.743	0.773	0.760	1.000		
Na ⁺	0.995	0.970	0.963	0.729	1.000	
K ⁺	0.949	0.935	0.929	0.694	0.944	1.000

3.3 降水的离子平衡计算

按下式计算离子平衡值:

离子平衡值 = $\frac{\sum[\text{阴离子浓度}]}{\sum[\text{阳离子浓度}]}$

其中 $\sum[\text{阴离子浓度}]$ 为 Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻ 以及碳酸氢离子和氢氧离子的当量浓度总和, $\sum[\text{阳离子浓度}]$ 为 NH₄⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, Na⁺, K⁺ 和氢离子的当量浓度总和。碳酸氢离子的当量浓度由空气中二氧化碳的分压 P_{CO_2} (取值 360×10^{-6})、二氧化碳的亨利常数 H_{CO_2} (取值 3.4×10^{-2}) 及二氧化碳的初级离

解常数 K_{al} (取值 $10^{-6.35}$) 按下式计算得出^[7,8]:

$$[HCO_3^-] = P_{CO_2} \cdot H_{CO_2} \cdot K_{al} / [H^+]$$

([H⁺] 为氢离子浓度)

图 6 是降水样品离子平衡值的频数分布图。从图中可以看出, 降水样品的离子平衡值主要分布在 0.7~1.0 之间, 其平均值为 0.88。离子平衡值略小于 1 的原因可能有多种, 如其它未被分析的阴离子组分存在, 包括有机酸等, 因此总阴离子浓度偏低, 致使计算得到的离子平衡值低于 1。

3.4 降水离子成分的组成特点和来源

自然降水中的离子成分组成可以反映出不同物质迁移、输送过程对大气降水形成过程中的影响和相对贡献。为了进一步分析长城站地区降水中离子成分的可能来源, 尤其是受远距离污染物输送的影响, 采集了长城站周围的部分环境样品(周围海区的海水样品 2 份、附近的湖水样品 2 份以及站区周围的浅层陈年积雪样品 3 份) 进行相同的 pH 值、电导

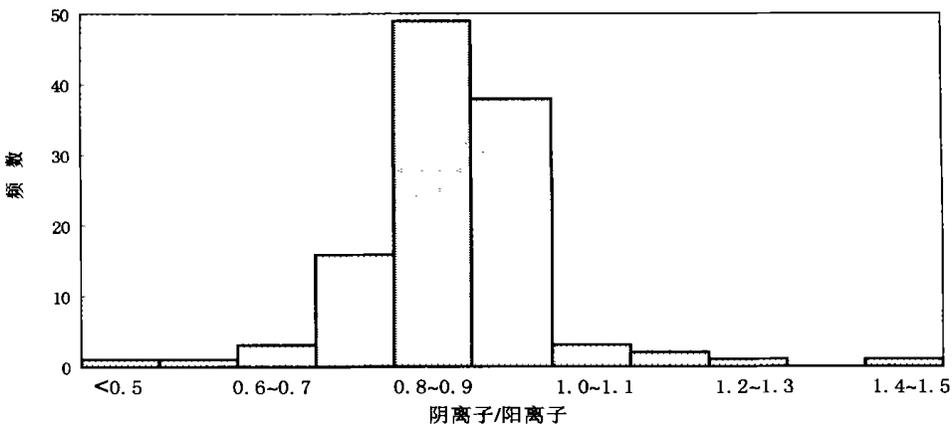


图 6 降水样品离子平衡值的频数分布

率和离子成分的分析, 与降水样品的分析结果一起列在表 3, 进行对比分析。为便于比较, 表中列出的是各离子浓度与 Na^+ 离子浓度的相对比值。

表 3 降水样品分析结果与周围环境样品的比较

降水样品	长城站 降水	南极威德尔 海海水	陈年积雪	南极西湖 湖水
$\text{Cl}^- / \text{Na}^+$	1.054	1.058	1.055	1.197
$\text{NO}_3^- / \text{Na}^+$	0.007	0.000	0.149	0.000
$\text{SO}_4^{2-} / \text{Na}^+$	0.104	0.115	0.100	0.274
$\text{NH}_4^+ / \text{Na}^+$	0.002	0.000	0.000	0.000
$\text{M}_g^{2+} / \text{Na}^+$	0.209	0.231	0.189	0.470
$\text{Ca}^{2+} / \text{Na}^+$	0.086	0.039	0.057	1.155
$\text{Na}^+ / \text{Na}^+$	1.000	1.000	1.000	1.000
K^+ / Na^+	0.026	0.030	0.020	0.019
pH	5.62	7.84	5.73	7.60
电导率	85.16	26800	21.24	194.96

在自然降水中, 海盐气溶胶是其离子成分的重要来源之一, 一般把来源于海盐气溶胶的离子成分称为海盐离子, 而把其它非海盐气溶胶来源的离子称为非海盐离子。通常 Na^+ , Cl^- , M_g^{2+} 被认为是海洋来源为主, 而 SO_4^{2-} , Ca^{2+} 及 K^+ 除了海盐气溶胶来源外, 还可能来源于陆源气溶胶以及人为排放的气溶胶等。假定 Na^+ 全部来源于海洋, 与海水样品比较其他离子与 Na^+ 的相对比值, 即可以看出该离子是否完全来源于海洋或者存在其他的来源, 如陆地或人为来源。由表 3 看出, 降水样品中各种离子浓度 (Ca^{2+} 离子除外) 的相对比例均与长城站附近的威德尔海海水的非常接近, 表明这些离子成分几乎完全来源于海盐气溶胶。尽管长城站地区降水中的 Ca^{2+} 离子的相对比例均高于附近海水, 可能有少部分的 Ca^{2+} 离子来源于地壳等非海盐的贡献 (这与前面讨论的 Ca^{2+} 离子与其他各主要离子成分间的相关显著性程度较低的结果是相一致的), 但是 SO_4^{2-} 离子的含量却与附近海水大致相同, 说明在该地区人类活动及其它来源的非海盐硫酸盐对降水中 SO_4^{2-} 离子成分的贡献可以忽略。长城站附近的陈年雪样中除 NO_3^- 离子以外的各种离子成分相对含量与降水样品以及威德尔海海水十分接近, 其 NO_3^- 离子含量高于降水样品和附近海水的原因不十分清楚。湖水中的 Ca^{2+} , M_g^{2+} , SO_4^{2-} 离子的相对比例较降水样品和陈年雪样高, 说明湖水由于长期受地表矿物质成分的影响, 其离子成分的组成发生了一定改变。

长城站地区降水的主要离子成分比例与附近海区的海水相对一致, 但是其最主要的两种海盐离子 Cl^- 离子和 Na^+ 离子的比值与全球海水的平均状况

(质量比 1.8, 当量比 1.17) 要低 10% 左右。由此可以推测, 长城站地区降水的离子成分来源主要受附近海区的海洋性气溶胶的控制和影响, 不仅远距离人为污染物输送或沙尘矿物质的来源影响很小, 而且远距离大洋地区的影响也比较小。

由表 3 还可以看出, 长城站地区降水 pH 值与周围积雪样品的比较一致, 但低于海水较多, 也说明降水样品中可能存在未知酸性物质未被检出, 从另一个方面佐证了 3.3 节中关于离子平衡值小于 1 的有关推测。

3.5 降水样品与冰雪样品的比较

1991 年, 中国第 8 次南极科学考察曾对乔治王岛柯林斯冰帽的冰雪芯化学特征进行过较为系统的研究, 表 4 将在南极长城站的降水化学组成分析结果与第 8 次南极科学考察队获得的柯林斯冰帽大、小冰穹 (距离南极长城站分别为十几公里和数公里, 海拔高度为 252 m 和 702 m) 的冰雪芯化学组成分析结果^[4] 进行比较, 同时列出了秦大河^[3] 在 1990 年横穿南极时获得的南极内陆一些典型地区 (高于 75° S 的内陆地区) 的表层冰雪化学组成分析结果。从表 4 的比较可以看出, 长城站降水中各种离子成分的平均浓度不仅远远高于南极内陆地区的冰雪, 而且还高于同在乔治王岛的冰雪芯样品。已有其它关于南极地区冰雪化学成分的研究报告指出, 在大陆边缘地区的冰雪受海洋性气溶胶影响较为明显, 随着向内陆地区深入以及海拔高度的增加这种特征逐渐减小和消失, 在陆缘附近 10 km 左右的距离就可使海盐离子浓度有数倍的减少^[9]。长城站距离海边很近, 而柯林斯冰帽大、小冰穹则相对位于乔治王岛的中心位置, 距离陆地边缘有数公里到十几公里的距离。长城站观测到的降水与柯林斯冰帽大、小冰穹冰雪的离子浓度水平的差异与南极其它地区观测到的情形基本相同。进一步比较表 4 中长城站降水与柯林斯冰帽大、小冰穹冰雪样品中离子浓度的最大、最小值, 可以看出前者的变化范围远较后者大, 说明在由降水形成积雪的过程中存在着较明显的物质混合和迁移。由此也说明, 在南极地区开展实时降水化学的观测对于了解南极地区冰雪圈物质的形成、迁移过程十分之重要。

图 7 进一步将长城站降水的离子成分浓度的相对比例与柯林斯冰帽大、小冰穹进行比较。相对比例的计算方法与表 3 相同, 以 Na^+ 离子浓度为 1。由图 7 可以看到, 柯林斯冰帽大、小冰穹冰雪芯样品中 Cl^- , K^+ 离子浓度的相对比例与长城站降水大致相同, 而 NO_3^- , SO_4^{2-} , M_g^{2+} , Ca^{2+} 离子浓度的相对

表 4 长城站与南极地区冰雪样品的比较($\mu\text{eq/L}$)

		冰雪样品								
		Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}	NH_4^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Na^+	K^+	
南极长城站	最大	2932.33	56.49	166.99	74.51	281.42	147.21	2655.53	79.29	
	最小	8.10	0.46	0.00	0.00	0.78	0.92	8.57	0.15	
	平均	506.77	3.20	24.95	1.13	50.37	20.60	480.89	12.50	
乔治王岛柯林斯冰帽	小冰穹	表层	118.66	0.48	7.28	8.23	11.49	3.27	95.32	3.01
		最大	622.26	0.73	39.20	8.23	59.93	13.56	586.04	13.26
		最小	19.50	0.00	1.13	0.00	1.68	0.36	15.81	0.37
	1991年	平均	81.24	0.17	4.88	1.28	8.06	1.67	71.25	1.64
		表层	466.90	0.92	29.19	4.76	51.61	10.83	403.22	9.55
		最大	466.90	0.92	29.19	6.77	51.61	10.83	403.22	9.55
	大冰穹	最大	466.90	0.92	29.19	6.77	51.61	10.83	403.22	9.55
		最小	26.85	0.00	0.12	0.82	0.19	0.05	24.79	0.14
		平均	89.13	0.13	3.78	1.95	6.72	1.38	85.62	1.54
南极内陆冰雪	埃茨站	3.02	0.65	0.30		0.30	0.07	2.41		
	1990年									
	南极点	0.85	1.52	0.41		0.04	0.04	0.57		
	东方站	3.27	0.20	1.15		0.12	0.06	1.20		

比例则只有长城站降水的 1/2 左右, NH_4^+ 离子浓度的相对比例又比长城站降水高出数倍以上。这些离子浓度相对比例上的差别有可能部分反映了柯林斯冰帽大、小冰穹冰雪形成过程中较少受到陆缘地

区海洋气溶胶的影响的特点, 但是也有可能是因为冰帽形成过程中, 伴随着渗透冻结过程部分离子成分的迁移和交换的结果^[4]。

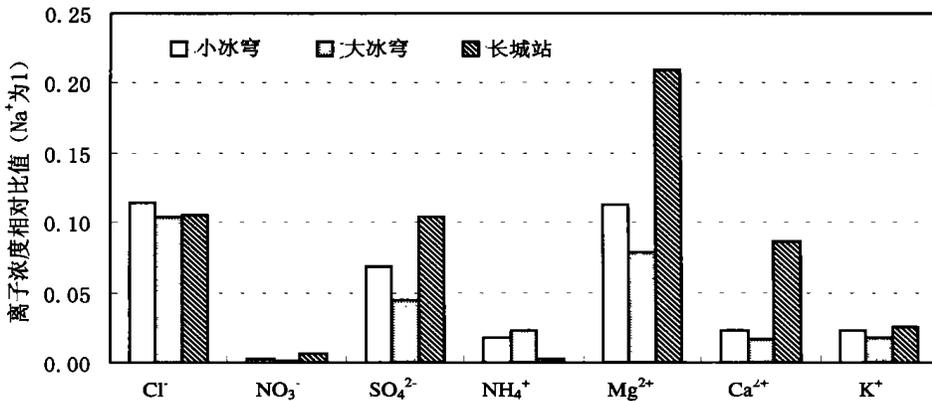


图 7 长城站降水离子成分组成与柯林斯冰帽大、小冰穹的比较

4 结 语

1998 年 1~12 月在南极长城站采集了 133 个降水样品和附近的海水、湖水和陈年积雪样品, 对其中的 115 个有效降水样品测量了其 pH 值, 电导率以及可溶性离子成分 F^- , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , NH_4^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Na^+ 和 K^+ 的浓度, 通过对测量结果进行分析, 并与周围的环境样品以及南极地区的冰雪样品进行比较, 得出以下结论:

(1) 长城站地区降水的年平均 pH 值为 5.62, 只有一个样品的 pH 值低于 5.0。该地区降水属于

比较接近中性的背景自然降水, 不存在真正意义上的酸雨。降水电导率的年平均值为 $85.16 \mu\text{S/cm}$ 。

(2) 降水 pH 值、电导率和主要离子成分的浓度均在秋季呈高值, 具有相近的季节变化趋势, 有可能与不同季节的降水系统的变化有关。

(3) 降水的离子平衡值(阴离子/阳离子)主要分布在 0.7~1.0 之间, 平均值为 0.88, 稍低于 1。

(4) 降水中的离子以海洋来源的海盐成分为主, 除 Ca^{2+} 离子外, 其他主要离子 Cl^- , Na^+ , SO_4^{2-} , K^+ 和 Mg^{2+} 的浓度之间呈显著相关, 其比例与附近海区的海水极其接近, 降水的离子成分组成呈现明显受陆缘周围海洋气溶胶影响的特征。降水

中 Ca^{2+} 离子的相对比例略高于海水, 可能存在部分非海盐性来源。

(5) 长城站地区降水的离子浓度水平和组成与同一岛内冰帽地区的冰雪样品化学组成有一定程度

的差异。

致谢: 感谢第 14 次南极考察队协助完成现场观测和运输等工作, 感谢中国气象科学研究院地环中心南极研究室提供观测期间气象数据。

参考文献

- 1 Alberto J, Aristarain, Robert J, et al. Snow chemistry on James Ross Island (Antarctic Peninsula). *J Geophys Res*, 1982, 87 (13 C): 11004~ 11012
- 2 Legrand M R, Delmas R J. The ionic balance of antarctic snow: A 10- year detailed record. *Atmos Environ*, 1984, 18(9): 1867 ~ 1874
- 3 秦大河. 南极冰盖表层雪内的物理过程和现代气候及环境记录[M]. 北京: 科学出版社, 1995. 98~ 124
- 4 康建成, 温家洪, 韩建康等. 乔治王岛柯林斯冰帽冰雪水化学特征. 见: 周秀骥, 陆龙骅主编. 南极与全球气候环境相互作用和影响的研究. 北京: 气象出版社, 1996. 234~ 239
- 5 王国贵. 南极长城站酸雨监测的样品采集与分析. *极地研究*, 1999, 11(1): 61~ 68
- 6 Galloway J N, Likens G E, Keene W C, et al. The composition of precipitation in remote areas of the world. *J Geophys Res*, 1982, 87(11): 8771~ 8786
- 7 The Fourth Expert Meeting on the Acid Deposition Monitoring Network in East Asia : Technical Manual for Monitoring Wet Deposition. Final report of the fourth expert meeting on the acid deposition monitoring network in East Asia. Hiroshima, Japan, 1997: 22~ 67
- 8 Vet Robert J. The Handbook of Environmental Chemistry. In: Hutziger O, ed. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg, 1991. 2 (F): 229~ 252
- 9 Gjessing Y. Excess and deficit of sulfate in polar snow. *Atmos Environ*, 1989, 23(1): 155~ 160

THE PRELIMINARY ANALYSIS ON THE PRECIPITATION CHEMISTRY AT THE CHINA GREAT WALL STATION, ANTARCTIC IN 1998

Yu Xiaolan Tang Jie Shi Yufeng Cheng Hongbing

(Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081)

Wang Guogui

(Meteorological Bureau of Heilongjiang Province, Harbin 150001)

Abstract

This paper reports the analysis results (including pH, conductivity and ion concentrations) of the precipitation samples collected at the Great Wall Station of Antarctic ($62^{\circ}13'S$, $58^{\circ}58'W$, ASL 10.0 m) in 1998. The average pH value and conductivity are 5.62 and 85.16 $\mu\text{S}/\text{cm}$, respectively. The pH value and conductivity of precipitation were higher during autumn, but lower during other seasons. The major ions in the precipitation are Cl^- and Na^+ , followed by SO_4^{2-} , Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ , NO_3^- , NH_4^+ with the lower concentrations in order. The positive correlation significantly existing between the major ions except NO_3^- and NH_4^+ indicated that those major ions might come from the same sources. The fact that the proportions of ions in precipitation are extremely close to that of seawater of Antarctic Ocean may show that sea-salt originated aerosol is the dominant source of dissolved ions in precipitation. However, there is yet other sources which may contribute to Ca^{2+} ion in the precipitation. The precipitation at the area is characterized by marine type chemically.

Key Words: Antarctic, Precipitation chemistry, The Great Wall Station, Observation.