



南、北极雪、冰、水中的痕量元素 离子与水汽化学*

刘明星 顾宏堪

(中国科学院海洋研究所 青岛 266071)

提要 应用水汽化学的方法学和理论,研究南、北极雪、冰、水中的 Zn^{2+} 等离子。南、北极雪、冰、水中 Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , Cu^{2+} , Sn^{4+} , Bi^{3+} 离子含量的空间变化很小,与水汽化学原理计算的离子总平均含量 $Zn^{2+} 5.0\mu g / L$, $Cd^{2+} 0.080\mu g / L$, $Pb^{2+} 0.030\mu g / L$, $Cu^{2+} 0.70\mu g / L$, $Sn^{4+} 0.99\mu g / L$, $Bi^{3+} 0.18\mu g / L$ 相一致。南北极 Zn^{2+} 等离子处于自然本底浓度,并处于天然水循环之中。

关键词 南、北极雪 痕量元素 水汽化学

学科分类号 P734

中国科学院海洋研究所已创立并应用“防吸附物理涂汞电极系统”于阳极溶出分析,广泛地研究了青藏高原、长江、渤海东南海、太平洋天然水中的 Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , Cu^{2+} , Sn^{4+} , Bi^{3+} 离子,发现了天然水循环中痕量离子的均匀分布及水-汽定值转移规律,开创了水汽化学。“防吸附物理涂汞电极系统”形式分析与生物学毒性实验的一致性,表明了该电极系统的可靠性。南北极雪应主要由海水蒸发而来,并污染较少,是进一步研究证实离子水-汽定值转移规律的重要样品(顾宏堪, 1991, 1996; Gu, 1991, 1994, 1996; Gu *et al*, 1991)。本文应用水汽化学的方法学和理论,研究南北极雪中的 Zn^{2+} 等离子,进一步论证水汽化学的科学性和严密性。

1 实验

1.1 采样

1995年4月24日—5月5日,在北极点 $82^{\circ}45'21''W$, $88^{\circ}01'20''N$ — $75^{\circ}02'42''W$, $89^{\circ}48'26''N$ 范围内的7个站采取雪、冰及水样。样品在聚乙烯瓶中于 $-20^{\circ}C$ 保存。1996年4月9日,在南极长城站西湖二侧 $58^{\circ}57'56''W$, $62^{\circ}12'56''S$ — $58^{\circ}57'57''W$, $62^{\circ}13'02''S$ 范围内的3个站采取雪样。样品在聚乙烯瓶中于 $-20^{\circ}C$ 保存。

1.2 样品分析

样品带回中国科学院海洋研究所实验室于1995年6月15—20日进行分析。“防吸附

* 国家自然科学基金资助项目, 49576290号。刘明星,男,出生于1938年7月,副研究员, Fax: 0086-0532-2870882

收稿日期: 1997-02-27, 收修改稿日期: 1998-04-18

物理涂汞电极系统“用于阳极溶出。雪水中加一半体积海水已知液作 Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , Cu^{2+} 分析。另加 0.10mol / L HCl作 Sn^{4+} , Bi^{3+} 分析(顾宏堪, 1991)。

2 结果与讨论

南、北极雪样及北极冰与水中 Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , Cu^{2+} , Sn^{4+} , Bi^{3+} 离子的测定浓度列于表 1, 表 2 及表 3。

南极雪中离子含量及平均值($\mu\text{g} / \text{L}$, 雪水)分别为: Zn^{2+} 4.2—4.5, 4.3; Cd^{2+} 0.056—0.065, 0.061; Pb^{2+} 0.019—0.025, 0.021; Cu^{2+} 0.58—0.65, 0.62; Sn^{4+} 0.73—0.91, 0.80; Bi^{3+} 0.12—0.17, 0.14。

北极雪中离子含量及平均值($\mu\text{g} / \text{L}$, 雪水)分别为: Zn^{2+} 4.0—4.8, 4.4; Cd^{2+} 0.047—0.083, 0.062; Pb^{2+} 0.018—0.020, 0.019; Cu^{2+} 0.60—0.75, 0.66; Sn^{4+} 0.71—0.76, 0.74; Bi^{3+} 0.12—0.14, 0.13。

北极水(冰层下海水及冰雪融溶冲淡水)中离子含量平均值($\mu\text{g} / \text{L}$)分别为: Zn^{2+} 4.8,

表 1 北极雪、冰、水中 Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , Cu^{2+} , Sn^{4+} , Bi^{3+} 离子浓度

Tab. 1 Concentrations of Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , Cu^{2+} , Sn^{4+} , Bi^{3+} in the Arctic snow, ice and water

站号	深度 (m)	样品	离子($\mu\text{g}/\text{L}$)						S
			Zn^{2+}	Cd^{2+}	Pb^{2+}	Cu^{2+}	Sn^{4+}	Bi^{3+}	
NP02	0	水	3.4	0.047	0.021	0.62	0.78	0.17	12.4
	50	水	6.5	0.044	0.032	0.58	0.87	0.14	14.2
	150	水	5.6	0.042	0.023	0.59	0.78	0.14	9.6
	250	水	4.9	0.059	0.028	0.62	0.78	0.15	12.5
	300	水	4.9	0.053	0.027	0.58	0.78	0.15	12.6
NP04	0	水	4.6	0.043	0.022	0.55	0.85	0.14	12.5
	50	水			0.028	0.66	0.74	0.14	13.0
	150	水	4.4	0.058	0.025	0.58	0.74	0.15	11.1
	300	水		0.058	0.025	0.62	0.79	0.14	14.2
NP06	0	水	4.5	0.063	0.027	0.57	0.74	0.16	10.5
	50	水	4.7	0.063	0.028	0.59	0.79	0.13	24.2
	150	水	4.7	0.056	0.028	0.56	0.74	0.13	17.6
	300	水	4.3	0.056	0.026	0.56	0.74	0.13	11.0
NP09	0	水	5.1	0.053	0.028	0.62	0.81	0.14	16.5
	50	水	4.5	0.048	0.028	0.59	0.75	0.14	20.0
	150	水	4.8	0.048	0.026	0.57	0.75	0.14	21.6
	300	水		0.056	0.028	0.57	0.75	0.13	21.5
NP01	0	冰			0.022		0.76	0.12	
	0	雪		0.083	0.018		0.76	0.14	
NP04	0	冰	4.5	0.083	0.019	0.68	0.82	0.17	
	0	雪	4.8	0.059	0.020	0.60	0.76	0.12	
NP13	0	冰	4.1	0.047	0.018	0.53	0.76	0.12	
(北极点)	0	雪	4.5	0.057	0.018	0.64	0.71	0.12	
里苏(Resolute)	0	雪	4.0	0.047	0.020	0.75	0.75	0.13	

$Cd^{2+} 0.054, Pb^{2+} 0.027, Cu^{2+} 0.59, Sn^{4+} 0.77, Bi 0.14$.

北极冰中离子含量平均值 ($\mu g / L$, 冰水) 分别为: $Zn^{2+} 4.3, Cd^{2+} 0.065, Pb^{2+} 0.020, Cu^{2+} 0.61, Sn^{4+} 0.78, Bi 0.13$.

由表 1—表 3 可知,南、北极雪、冰、水中 $Zn^{2+}, Cd^{2+}, Pb^{2+}, Cu^{2+}, Sn^{4+}, Bi^{3+}$ 离子的含量均甚接近,并与水汽化学离子总平均含量 $Zn^{2+} 5.0\mu g / L, Cd^{2+} 0.080\mu g / L, Pb^{2+} 0.030\mu g / L, Cu^{2+} 0.70\mu g / L, Sn^{4+} 0.99\mu g / L, Bi^{3+} 0.18\mu g / L$ 相一致。

表 2 北极自由离子平均浓度

Tab. 2 Average concentrations of free ions in the Arctic

样品	深度 (m)	离子 ($\mu g/L$)					
		Zn^{2+}	Cd^{2+}	Pb^{2+}	Cu^{2+}	Sn^{4+}	Bi^{3+}
水	0	4.4	0.051	0.025	0.59	0.79	0.15
	50	5.2	0.052	0.029	0.60	0.78	0.14
	150	4.9	0.051	0.025	0.58	0.75	0.14
	250	4.9	0.059	0.028	0.62	0.78	0.14
	300	4.6	0.056	0.027	0.58	0.76	0.14
冰	0	4.3	0.065	0.020	0.61	0.78	0.13
雪	0	4.4	0.062	0.019	0.66	0.74	0.13

表 3 南极雪中 $Zn^{2+}, Cd^{2+}, Pb^{2+}, Cu^{2+}, Sn^{4+}, Bi^{3+}$ 离子浓度

Tab. 3 Concentrations of $Zn^{2+}, Cd^{2+}, Pb^{2+}, Cu^{2+}, Sn^{4+}, Bi^{3+}$ in the Antarctic snow

站号		离子 ($\mu g/L$)					
		Zn^{2+}	Cd^{2+}	Pb^{2+}	Cu^{2+}	Sn^{4+}	Bi^{3+}
A1	(1) ¹⁾	4.5	0.065	0.019	0.61	0.84	0.16
	(2) ¹⁾	4.5	0.056	0.019	0.66	0.73	0.17
A2	(1)	4.3	0.056	0.023	0.61	0.84	0.15
	(2)	4.5	0.056	0.019	0.61	0.78	0.16
B7	(1)	4.4	0.062	0.025	0.61	0.78	0.13
	(2)	4.2	0.062	0.019	0.65	0.91	0.14
B8	(1)	4.2	0.062	0.019	0.64	0.91	0.13
	(2)	4.2	0.062	0.019	0.61	0.78	0.13
C10	(1)	4.5	0.063	0.021	0.65	0.80	0.12
	(2)	4.2	0.062	0.024	0.65	0.80	0.14
C11	(1)	4.4	0.063	0.021	0.58	0.74	0.14
	(2)	4.2	0.063	0.021	0.58	0.74	0.12

1) (1),(2)为双样

显然,南、北极 Zn^{2+} 等离子处于自然本底浓度,并处于天然水循环之中。同时,也进一步表明,水汽化学规律是全球性的。

参 考 文 献

- 顾宏堪主编, 1991. 渤海东海海洋化学. 北京: 科学出版社. 500
- 顾宏堪, 1996. 河口水 Cu^{2+} , Zn^{2+} 的分析、形式、分布、毒性与生态环境. 海洋与湖沼, 27(3): 336—339
- GU Hong-kan, 1991. Water Vapor Chemistry Ion Concentration Calculated by Gu's Function. The International Symposium ISMY-II, Qingda, Abstracts. Qingdao: Qingdao Ocean University Press. 31
- GU Hong-kan, 1994. Water-Water Vapor Ion Flux Calculated by Gu's Function. International Symposium ISMY-III, Korea, Abstracts. 51. Yellow Sea Research. Inha University Press, Inchon, Korea. 6: 73—75
- GU Hong-kan, 1997. The functional relation between ion concentration in water vapor chemistry and bond parameter in quantum chemistry. C J Oceanol Limnol, 15(1): 88—91
- GU Hong-kan, ZHANG Ling-su, LI Xu *et al*, 1991. Water-water vapor transfer of trace metal ions in natural water cycle. Marine Sciences, 3(4): 71—76

ION OF SOME TRACE ELEMENTS IN ANTARCTIC AND ARCTIC SNOW, ICE AND WATER BASED UPON WATER VAPOR CHEMISTRY TECHNIQUES

LIU Ming-xing, GU Hong-kan

(*Institute of Oceanology, The Chinese Academy of Science, Qingdao, 266071*)

Abstract The some trace elements in the Antarctic and Arctic snow, ice, water were studied using the methodology and theory of water vapor chemistry. The concentrations of ions Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , Cu^{2+} , Sn^{4+} and Bi^{3+} in Antarctic and Arctic snow show a significant spatial similarity; they are also close to those defined elsewhere on the basis of the studies of water vapor chemistry: on average Zn^{2+} $5.0\mu\text{g} / \text{L}$, Cd^{2+} $0.080\mu\text{g} / \text{L}$, Pb^{2+} $0.030\mu\text{g} / \text{L}$, Cu^{2+} $0.70\mu\text{g} / \text{L}$, Sn^{4+} $0.99\mu\text{g} / \text{L}$, Bi^{3+} $0.18\mu\text{g} / \text{L}$. Apparently, the ion concentrations in the Antarctic and Arctic regions represent natural baseline values and are controlled by natural water cycles.

Key words Antarctic and Arctic snow Trace element ions Water vapor chemistry

Subject classification number P734