

西藏南迦巴瓦峰地区天然水的化学特征

刘克纳 陈乐恬 刘全友

(中国科学院环境化学研究所)

1983—1984年,中国科学院登山科学考察队与中国登山队对西藏南迦巴瓦峰进行三次登山科学考察。为研究南迦巴瓦峰(以下简称南峰)地区的环境背景,环境科学工作者在南峰地区1600平方公里的范围内进行了雪、水样品的采集。

本文作为研究南峰地区环境背景值工作的一部分,着重探讨南峰地区天然水的化学特征及主要离子的分布趋势,并与其它地区的天然水进行了比较。

一、样品采集与测定

1. 布点原则

根据水平与垂直两个方向布点的原则,垂直方向以海拔2900米的雅鲁藏布为起点,向上分别在3600米、4300米、5000米等不同高度进行布点。水平方向沿雅鲁藏布江在本区域段,在冰川、溪水分别在入江口前后布点。以波密县等人们活动相对频繁地区的河流、湖泊作为对照。

2. 样品采集

水样按常规方法,用聚乙烯塑料瓶采集,采集后密封保存。雪样用塑料袋采集,待雪融化后,转移到聚乙烯塑料瓶内密封保存。

土壤样品按野外调查方法分层采集,风干后用布袋包装。

3. 测定方法

本文所列 Cl^- 、 NO_3^- 、 HPO_4^{2-} 、 F^- 、 SO_4^{2-} 和 Na^+ 、 NH_4^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 HCO_3^- 的数据均用美国Dionex 14型离子色谱仪测定。其中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 的测定使用0.004 M HNO_3 /

0.0025 M $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 作为洗脱液^[1]。 HCO_3^- 采用自制的填有YSG- SO_3H^+ 树脂的离子排除色谱柱测定。其余离子在美国Dionex公司推荐的条件下定测定。

二、水化学常量元素的分布趋势

1. 矿化度、碱度、硬度分布趋势

南峰地区天然水的矿化度、除遇有热泉、含硫矿泉处较高外,一般变化不大,多在25—100 mg/l之间,常为 HCO_3^- -Ca(I)型水,表(1)。

由于本区地质构造复杂,各天然水所接触岩石和沉积物的性质有所不同,因此,各天然水中离子的水化学组成也显示出一定的差异。如在溪水中,主要离子的含量顺序为 $\text{HCO}_3^- > \text{Ca}^{2+} > \text{SO}_4^{2-} > \text{Na}^+ > \text{K}^+ > \text{Cl}^- > \text{Mg}^{2+} > \text{NO}_3^-$;江水中为 $\text{HCO}_3^- > \text{Ca}^{2+} > \text{SO}_4^{2-} > \text{K}^+ > \text{Na}^+ > \text{Cl}^- > \text{Mg}^{2+} > \text{NO}_3^-$;湖水中为 $\text{HCO}_3^- > \text{Ca}^{2+} > \text{SO}_4^{2-} > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{Cl}^- > \text{K}^+ > \text{NO}_3^-$;雪水中主要离子的含量顺序与溪水基本相同,而本区溪水的补给主要是来源于高山冰川、积雪的融化。各类型天然水中主要离子含量顺序的前三个均为 HCO_3^- 、 Ca^{2+} 、 SO_4^{2-} 。

本区天然水体的碱度一般在0.2—1.08 meq/l左右。天然水体的硬度在0.1—7.9(德国度)之间,变化幅度较大,但绝大部分试样的硬度均低于4,属极软水,其中雪水的硬度最低,为0.1(见表1)。试样测定结果表明,南峰地区天然水的硬度基本上是随着矿化度的增加而增加的(图1),其中 HCO_3^- 和 Ca^{2+}

表 1 南峰地区天然水化学常量元素分析结果

采样点	采样时间	海拔高度 (M)	形态	一 般 性 质				阴离子 (mg/l)				阳离子 (mg/l)				备 注
				矿化度 (mg/l)	碱度 (meq/l)	硬度 (德国度)	pH	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	
加拉村北 5KM	1983.6.14	2850	江水	200	0.75	7.48	6.7	46.0	90.0	0.40	1.67	5.20	6.60	44.6	5.51	
加拉村北 4KM	1983.6.14	2850	溪水	81.8	0.67	2.32	7.3	41.0	6.60	未检出	1.63	4.60	2.70	14.2	1.40	
直白村旁	1983.6.20	2900	溪水	198	0.95	7.90	7.5	58.0	68.0	0.33	0.70	8.60	8.10	50.2	3.9	
葛嘎村路口曲	1983.6.20	2900	溪水	119.1	0.72	4.90	7.7	44.0	31.5	0.16	2.10	4.40	2.70	33.0	1.25	
葛嘎村旁	1983.6.20	2900	江水	65.9	0.52	2.38	7.6	32.0	7.20	未检出	1.65	3.80	5.10	14.6	1.50	
那木拉湖	1983.6.26	4200	湖水	38.1	0.31	1.09	7.6	19.0	6.00	未检出	0.27	1.20	4.00	7.30	0.40	
那木拉	1983.6.26	4250	雪	71.4	0.62	2.30	7.6	38.0	6.50	0.16	2.40	5.10	3.50	14.2	1.60	
派区区委	1983.7.4	3600	江水	63.8	0.51	1.99	7.2	31.0	11.5	0.17	0.10	3.40	—	15.9	1.70	
派区区委	1983.7.4	3650	溪水	23.5	0.15	0.36	7.4	9.00	2.70	未检出	0.45	1.70	6.60	2.10	0.45	
派区转运站	1983.7.4	3500	溪水	58.4	0.46	1.96	7.4	28.0	9.90	未检出	0.60	1.70	4.70	12.5	1.00	
大渡卡三队	1983.7.5	3000	溪水	24.2	0.21	0.42	7.2	13.0	1.00	0.35	1.15	2.80	2.90	2.70	0.25	
墨脱与雅壤间	1983.7.19	700	溪水	39.9	0.38	1.09	7.1	23.0	2.00	0.45	0.30	3.00	3.40	7.10	0.60	
雅壤南 10KM	1983.7.19	700	溪水	97.3	0.67	1.48	7.6	41.0	23.7	0.16	0.65	14.0	7.40	9.70	0.65	
背崩北 5KM	1983.7.19	700	溪水	24.3	0.25	0.53	7.6	15.0	1.00	0.12	0.40	1.30	3.00	3.00	0.50	
背崩解放桥上游	1983.7.19	600	江水	41.8	0.36	0.81	7.4	22.0	6.80	未检出	1.10	2.00	4.30	5.00	0.60	
雅江大拐弯	1983.8.2	4200	江水	108.32	1.00	3.75	7.5	61.0	8.40	0.12	1.35	5.65	6.30	23.4	2.10	
1#大本营	1984.3.21	3600	雪	24.3	0.20	0.11	7.5	12.0	0.67	0.73	1.27	4.00	4.60	0.90	0.10	新降雪
2#营地	1984.4.2	5000	雪						0.50	0.27	0.27			1.00	0.25	
波密大桥	1983.8.17	3000	江水	69.0	0.70	1.93	7.5	43.0	6.30	未检出	0.60	2.70	3.20	11.9	1.25	帕隆布江
易贡湖	1983.8.20	3000	湖水	145.8	1.08	4.51	7.4	66.0	11.2	0.40	2.10	8.40	1.30	26.4	3.60	
湘江	1984.6		江水	160	1.33	6.47	7.4	81.0	7.40	1.30	3.70	16.0	6.00	40.6	3.5	清洁江段
怀柔水库(北京)	1984.7		水库水	202.6	1.69	6.19	8.1	97.0	8.00	0.20	3.10	48.5	8.50	26.4	10.9	

的含量与矿化度的增加有明显的线性相关分布, 而 SO_4^{2-} 的含量与矿化度的关系不明显。

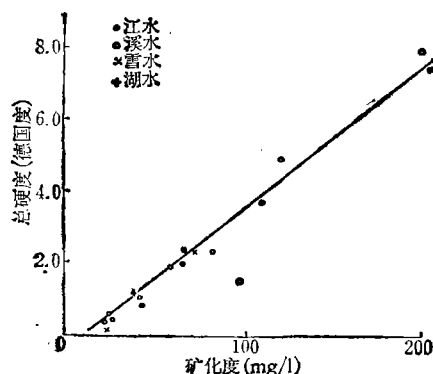


图 1 天然水的矿化度与硬度的关系

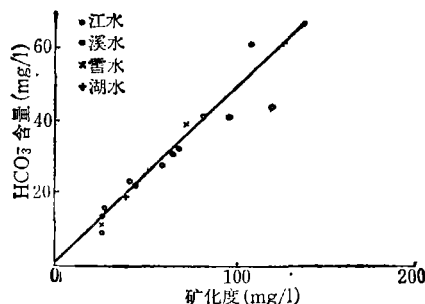


图 2 重碳酸根离子含量与矿化度的关系

表 2 南峰土壤中部分阴离子的测定结果

海拔 (m)	全 距 (cm)	pH	$\mu\text{g/g}$			土壤类型	植 被 情 况
			SO_4^{2-}	NO_3^-	PO_4^{3-}		
4400	0—10 10—30	4.35	110	510	<0.5	亚高山 灌丛草甸土	亚高山冷杉杜鹃林,苔藓地 衣较多
		4.32	55	150	未检出		
3600	0—15 30—50	4.95	60	90	<0.5	耕作棕壤	雅江岸边青裸地
		5.40	30	<5	未检出		
3550	0—15 15—40	4.34	60	550	未检出	暗棕壤	森林与次森林交接带
		4.25	40	170	未检出		
3300	0—15 30—50	4.18	60	10	<0.5	棕壤	草 地
		4.46	30	<5	未检出		
3000	0—20 20—40	4.74	100	30	未检出	黄棕壤	公 路 旁
		4.98	130	<5	未检出		
2900	0—15 15—50	5.44	100	40	未检出	棕壤	森 林 茂 密
		5.16	30	15	未检出		
600	0—15 15—30	4.40	20	80	0.8	耕作 黄色赤红壤	耕 作 地
		4.96	60	未检出	未检出		

* 土壤提取液为 $0.03\text{M NH}_4\text{F}/0.017\text{MHCl}^{(2)}$ 。

表 3 南峰天然水中痕量阴、阳离子的含量

被测离子	江 水		溪 水		雪 水		湖 水	
	样品数	平均值 mg/l	样品数	平均值 mg/l	样品数	平均值 mg/l	样品数	平均值 mg/l
F^-	4	0.16	9	0.16	3	0.09	1	0.03
HPO_4^{2-}	4	未检出	9	<0.30	3	<0.30	1	<0.30
NH_4^+	4	1.9	9	4.4	2	4.3	1	4.5

HCO_3^- 与矿化度的关系见图 2, 其余图略。

2. 阴离子的分布趋势

南峰地区天然水的阴离子含量普遍低于国外河水^[3]及我国一些主要河流、湖泊的含量^[4]。在天然水体的化学组成中, 阴离子以 HCO_3^- 含量最高, 其中雪水中的阴离子含量又明显地低于其它天然水。

由于南峰地区的河流、溪水水流湍急, 因此蒸发浓缩作用较弱。另外, 在南峰地区分布的以片麻岩为母质的酸性土壤, 因大量降水, 土壤中仅有的一些易溶盐也被充分洗蚀。为了便于对天然水中一些阴离子的含量进行分析, 本文测定了南峰地区发育于片麻岩母质的不同海拔、不同类型土壤中的部分阴离子(表 2)。除上述因素外, 南峰地区丰富的

水源补给的稀释作用, 也是该区天然水阴离子含量较低的原因之一。

3. 阳离子的分布趋势

南峰天然水中阳离子的分布、 Ca^{2+} 含量最高。在多数样品中, 阳离子含量的顺序是 $\text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{K}^+ > \text{Mg}^{2+}$ 。大部分样品的阳离子含量低于国外河水及国内一些主要河流、湖泊的含量。

三、其它痕量阴、阳离子的分布

表 1 样品中痕量的 F^- 、 HPO_4^{2-} 、和 NH_4^+ 的测定结果列于表 3。由测定结果可看出, 南峰地区天然水中氟离子的含量偏低(国家饮用水标准, 氟离子的适宜含量为 $0.5-1.0$ (下转第 66 页))

业生产形成尖锐矛盾。办厂者固然增加了亿千、亿万元收入,而国家林业却损失了亿千万元。该林场自 1958 年筹建,到 1984 年为止国家共投资约 360 万元,如今 9 万亩森林死亡,单就木材一项损失就是 1 千 2 百万元,这仅是经济账,至于生态效益的损失更是无法估计了,而且影响的不光是我们这一代,还祸及子孙后代。衡量利弊,像硫磺厂这一类工业是不宜以小、土、群方式在乡村兴办的。

2. 大气污染造成大面积森林死亡的报道,曾见于北欧、中欧、北美等地,如今在我国亦有了例子:茅草坝是乡村大气污染、重庆是城市大气污染造成了森林死亡。重庆是我国有数的大气污染城市,附近一带的酸雨也是严重的,市内的行道树已次第为大气污染所淘汰,只剩下了黄桷树一个种类。郊区的马尾松由于对二氧化硫敏感,已首遭危害,如果污染继续,则其它树种还会步其后尘而遭殃。农林业的损失只是一个方面,机器、建筑、用具等受酸性污染物的侵蚀和人体健康受到的威胁更应引起重视。这个例子是可供其它大城市引为戒鉴。

3. 林业生产有几个特点:造林除了有经济效益外,更有近期和长远的环境效益;它的生产周期特长,受环境条件包括自然灾害和人为灾害的影响特大。因此,对各级林业生产单位的政策应与工、农业的政策有所区别。

就茅草坝林场而言,廿多年苦心经营已前功尽弃,目前面临重新造林的艰巨任务。根据上级规定,林场经费从 1984 年 9 月起停发,需自求平衡。这样,林场面临“关、停、并、转”的局面。这个林场经过国家廿年投资,初具规模,拥有一支专业队伍,目前虽陷于极度困难境地,但职工纷纷表示愿意坚持再干。附近三峡工程开工在即,沿江水土保持工作应该跟上,植树造林刻不容缓,国家应以救灾方式对这类林场给予扶持。

4. 开展综合性森林环境保护的研究。上述森林死亡原因的分析,还只是短期调研所得的初步印象。大气污染和酸雨与两地森林死亡有关的事实虽然是肯定的,但是关系多大?和其它环境因素的关系如何?还需要进行系统观察和实验研究才能明确。特别是大气污染与植物病虫害的关系,无论从实践还是从理论的角度看都是一个有重要意义的课题,可是这在我国基本上还是空白点。摆在面前的迫切任务是进一步研究林木死因,找出有效的防治对策,抢救其它地方的未死林木,设计重新造林的方案等等。这类研究涉及多种学科,包括林学、环境科学、植保、植物生理生化、土壤、气象等等,需要“多兵种”协作攻关。过去往往是单学科孤军作战,只从问题一个方面进行研究,结论和对策难免有局限性,这方面的教训是应该吸取的。

(上接第 69 页)

mg/l),长期饮用此水可能造成人体缺氟。

四、小 结

1. 南峰地区大部分天然水的矿化度、硬度,及主要离子的含量均低于国外河水和国内一些主要河流、湖泊的含量,属重碳酸钙(I)型水。

2. 大量降水以及冰川、积雪的融化所形成的稀释作用,对降低本区天然水中主要离

子的含量起着重要的作用。

3. 所测南峰地区天然水中氟离子的含量普遍偏低,长期饮用此水可能导致人体缺氟。

参 考 文 献

- [1] 牟世芬等,环境化学,2(5),55(1983).
- [2] 陈乐恬等,分析化学,11(2),88(1983).
- [3] A. H. 布朗洛著,张瑚等译,地球化学,142 页,地质出版社,1982 年.
- [4] 汤鸿霄,用水废水化学基础,101 页,103 页,中国建筑工业出版社,1979 年.