

表 4 黄河水与机井水灌溉地区含砷量的比较
(单位: mg/kg)

类别	平均含砷量	河流底质 含砷量	耕作层土 壤含砷量	小麦中含 砷量
用黄河水灌 溉的地区		9.644	8.816	0.134
用机井水灌 溉的地区		5.151	5.210	0.016

六、结语

通过上述分析探讨,我们对黄河泥沙中的砷对我区河流底质,耕作层土壤及小麦的影响有了初步的认识,并提出一些粗浅的看法供有关部门参考。

1. 惠民地区的河流底质及耕作层土壤均受到砷的影响,根据本地区历年的污染源调

查表明本地区没有砷的污染源,所以污染源不在本区而是黄河泥沙携带的,来源于土壤自然风化的砷。河流底质和耕作层土壤中砷的含量成中度正相关: $r = 0.699$ 。耕作层土壤和农作物(小麦)中砷的含量也成中度正相关: $r = 0.714$ 。目前污染虽不严重,但也是明显的,应引起有关部门的高度重视。

2. 黄河一直作为未被污染的水源而被保护和开发利用,而且有自己的监测和管理机构,其泥沙中砷的污染往往被地方环保部门忽视,如何解决黄河泥沙中砷的污染是一个值得深入研究的课题。

参 考 文 献

- [1] 史鄂候 海洋环境科学, 1, 24(1980).
- [2] 同[1] p26.

敦德平顶型高海拔冰川地区冰雪的化学元素特征

王 平 王静泰 王仁元

(中国科学院兰州冰川冻土所) (西安矿业学院)

1981 年夏季中国和西德联合组织的科学考察队对敦德冰川进行了首次科学考察,系统采集冰雪样品。本文通过对高海拔地区冰雪中化学元素特征的研究,探讨远距工业污染地区大气降水中化学元素的含量和分布规律。

一、地理概况及采样位置

敦德平顶冰川座落在祁连山脉西南段的喀克吐山脉之巅($96^{\circ}26'E$, $38^{\circ}06'N$),长 10.9 公里,面积 57.07 平方公里,海拔 5200—5500 米,深入高空对流层。它的南边是气候干旱的柴达木盆地,西面是柴达木山(最高峰 5742 米),北接乌兰大板山(最高峰 5620 米),东邻哈尔科山(最高峰 5130 米)和哈拉湖。本地

主要受西风环流控制,天气晴朗,空气干燥,年降水量为 300—400 毫米,每年 3—5 月受爬越青藏高原北上的印度洋季风的影响,降水比较集中,由于海拔高程大,使在这个中纬度地区形成了巨大的平顶型山岳冰川(图 1)。

1981 年中德科学考察队从东面登上冰川顶部,系统地采集了 5050 米雪线以下冰川消融区冰样和 5100 米雪线以上雪样。在冰川的南面除采集冰雪样外,还在南坳的冰舌末端冰碛湖采集了冰融水样。样品直接装入清洗干净的聚乙烯瓶内,密封后送实验室分析。

二、化学元素的测定

冰雪样中 Ca 和 Mg 元素用化学微量分

表 1 祁连山敦德冰川与其他高山冰川冰雪中化学元素比较

山 脉	取 样 地 点	取 样 时 间	样 品 类 型	海 拔 (m)	pH	矿 化 度 (mg/l)	氟 含 量 (T.U)	ppm						
								Na	Mg	K	Ca	Mn	Fe	Al
祁 连 山	敦德冰川东坡	1981.8	冰	5000	7.70	166.98	96.7	3.35	8.71	2.47	25.46	0.496	0.1403	1.980
		1981.8	雪	5100	6.70	—	144.9	1.53	1.48	1.05	0.81	0.0156	0.1253	0.2842
		1981.8	雪	5200	6.65	33.82	120.4	2.68	0.62	0.68	1.02	0.0048	0.0343	0.0698
	敦德冰川顶部	1981.8	雪	5320	6.70	31.12	112.6	2.35	1.54	0.25	0.81	0.0042	0.0160	0.1374
山 脉	敦德冰川南坡	1981.8	雪	5300	7.00	33.20	185.6	5.50	1.48	1.67	1.83	0.0096	0.0817	0.2616
		1981.8	雪	5200	7.20	—	134.7	3.60	1.24	2.76	1.63	0.0044	0.0050	0.0647
		1981.8	雪	5100	7.00	—	100.6	0.50	1.61	0.10	1.42	0.0024	0.0939	0.2831
		1981.8	冰湖水	4600	7.10	57.10	85.0	2.27	2.47	1.26	8.96	0.0037	—	0.8241
青 藏 高 原	唐古拉山	1980.7	雪	5300	6.94	60.99	56.9	4.35	1.87	1.80	16.82	0.0038	0.0317	0.8177
	昆仑山	1980.7	雪	4800	7.79	85.02	101.4	2.07	2.45	2.02	8.55	0.0039	0.0190	0.0550
天 山	哈希勒根	1981.6.8	雪	3600	6.80	14.13	128.5	0.25	1.29	0.15	1.53	<0.0001	<0.0003	0.1336
	托木尔峰(东南)	1981.7.9	雪	3600	6.90	20.95	127.8	0.25	1.17	0.06	4.17	0.0064	<0.0003	0.2723
	托木尔峰(北)	1981.7.4	冰雹	4000	6.70	35.98	156.4	1.03	2.84	1.40	4.48	0.0030	<0.0003	0.3265
	托木尔峰(北)	1981.7.4	雪	4000	7.90	25.32	146.2	0.50	1.92	0.42	4.33	<0.0001	<0.0003	0.3146
横 断 山	哈密八大石冰川	1981.8.4	雪	3300	6.00	25.59	140.7	1.35	2.10	1.18	2.24	0.0017	<0.0003	0.1646
		1981.8.	雪	6000	6.12	5.49	53.3	0.25	0.74	0.08	0.20	0.0010	0.0028	0.0696
青 海 省	贡嘎山	1981.8.	冰	6000	6.30	9.40	58.9	1.17	0.74	0.31	0.20	0.0010	0.005	0.0550
	青海湖	1981.8.	湖水	3200	8.70	14343.3	234.0	3470.0	889.97	145.0	244.45	0.0032	0.0134	0.0623

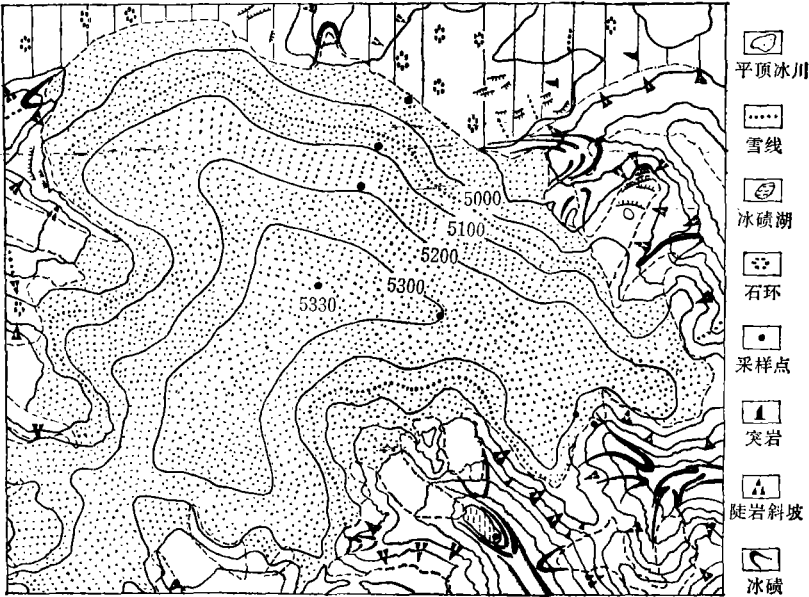


图1 敦德平顶型冰川图

析;K和Na用EKO型火焰光度计;Mn、Fe、Co、Cr、Sr、Ni、Cu、Zn、As、V、Cd、Ti、Sn、Ag等元素用ICPQ-100型电感耦合等离子体发射光谱测定,并用慢中子活化法*抽签了Fe、Co、Cr、Cu、Zn、Cd、Sn等元素;用气相色谱法*和分光光度法测定Al元素。

三、结果与讨论

1. 冰雪的地球化学特征

表1给出了祁连山敦德冰川与其它各冰

川区冰雪中化学元素含量。冰雪pH值有差异,敦德平顶冰川东坡雪样pH值(6.65—6.70)较南坡雪样pH值(7.00—7.20)低,东坡雪样近似中性而南坡为中性。冰舌末端冰样pH值(7.70)较高,冰碛湖水pH值与雪样一致。雪样氟含量为96.7T. U.,冰碛湖水样为85.0 T. U.,冰碛氟含量较雪样为低,这是由于冰川积累区积雪变质形成的冰川冰,向下部冰川消融区流动要经历一段很长时间,冰川冰的消融是冰碛湖水主要补给来源,根

表2 敦德平顶冰川雪样富集系数(1981.8)

取样部位	海拔高度 (M)	样品类型	富集系数 (EF _{Al})				富 集 顺 序
			Na	Mg	K	Ca	
东坡	5200	雪	109.2	34.4	30.5	32.4	Na>Mg>Ca>K
平顶	5320	雪	48.7	43.4	5.7	13.1	Na>Mg>Ca>K
南坡	5300	雪	59.80	21.9	19.9	15.5	Na>Mg>K>Ca
	5200	雪	158.30	74.2	133.5	55.8	Na>K>Mg>Ca

据氟含量计算可知,冰碛湖水中冰川冰消融补给占57.2%,降水及冰川表面积雪融水占42.8%。敦德平顶冰川雪样中矿化度较低,

为31.12—33.82毫克/升,冰川冰中也只有

* 中国科学院北京原子能研究所陈连仲分析。

表 3 祁连山敦德冰川与周围其他高山冰川区冰雪中重金属污染元素的比较

采样地点	采样时间	海 拔 (m)	样品 类型	ppb(10^{-9} g/g)														分析方法	
				Mn	Fe	Co	Cr	Sr	Ni	Cu	Zn	As	V	Cd	Ti	Sn	Ag		
祁连山脉敦 德平顶冰川	1981.8	5000(东坡)	冰	496.0	14.0			82.0							0.30				日本 ICPQ-100 型等 离子发射光谱仪
	1981.8	5100(东坡)	雪	15.6	12.5		1.6	6.5	4.0	11.5	3.8	46.7		0.90	6.5				
	1981.8	5300(顶部)	雪	4.2	16.0			9.4		3.6	3.2			1.20					
	1981.8	5200(南坡)	雪	4.4	5.0	0.37		3.3	77.2	28.0	9.5	92.1	9.4	12.80	1.1	4.7	23.1		
天 山	1980.7.8	4370(天山站)	雪		55.0	0.13	1.5±0.2			0.9	11.0			<0.90			0.38		慢中子活化分析 ICPQ-100 型等高 子发射光谱仪
	1981.7.4	4000(托峰北)	雪	1.7				14.2		0.5	3.6	11.8		<0.30			1.55		
	1980.8.30	4370(天山站)	冰		54.0	0.13	1.4			0.8	27.0			<0.90			0.50		
	1980.7	4800	雪	3.8	31.7	0.18	10.5	57.7	0.6	6.2			10.5	<0.30					
青藏高原昆仑山	1981.8	6000	雪	1.0	2.8	0.04	28.5	0.8		20.5			5.5	<0.30	0.0		22.6		日本ICPQ-100 型 等离子发射光谱仪
	1981.8	6000	冰	1.0	0.5	0.01	6.7	0.0		9.2				<0.30			19.6		
	1981.8		湖水	3.2	13.4	0.06	15.12	11.2		14.8	86.0	465.4	8.5	<0.30		511.5	1.4		

166.98 毫克/升,为优质淡水。

与邻近冰川对比,敦德冰川 pH 值较贡嘎山冰川高,与天山冰川大体相同,矿化度也较贡嘎山和天山冰川高。敦德冰川东坡和 5200 米以上的南坡,雪样中钠元素含量高于钙和镁,但 5100 米南坡雪样中钠含量低于钙和镁,这说明该冰川区水汽补给主要为高空气流控制,它与天山冰川,唐古拉和昆仑山雪样不同,而与贡嘎山海洋性冰川相同,显示了该冰川区气候上的独特性。由于本区高大山体阻碍了南北气流的相互交流,形成了敦德平顶冰川区截然不同的气候条件,南侧受柴达木盆地影响,干旱少雨,但高海拔冰川区降水充沛,为冰川的形成提供了必要物质条件,它的这些自然地理特点,特别是大气运动的特有规律给予冰川区冰雪化学元素的地球化学特征以强烈影响。

2. 冰雪氡含量与冰川地理位置的关系

冰雪中冰川冰的氡浓度是 96.7 T. U.(表 1),冰碛湖水为 85.0 T. U.;降雪样品中氡浓度在 100.6—144.9 T. U.,平均值为 133.2 T. U.,东坡和南坡降雪中氡含量没有多少差异,更无垂直分带性,它与天山各冰川区相比较,在氡含量上无明显差异,但与贡嘎山冰川相比较,差别非常悬殊,贡嘎山冰川氡含量仅为 53.3—58.9 T. U.,除降水量与地理位置上相差较大外,主要还是上述冰川区大气降水中水汽补给来源和运动形式的不同。

3. 冰雪中化学元素富集顺序与元素来源关系

从雪样化学元素的分析得知,敦德平顶型冰川区冰雪化学元素的富集顺序为 $\text{Na} > \text{Mg} > \text{Ca}$ (表 2),它与海洋水盐类组成之间阳离子数量关系相同^[1-3],似乎可以说明冰川

区大气降水是由高空海洋性水汽补充,但钾富集系数在敦德冰川东坡和顶部都最小,而在冰川的南坡,随海拔高程降低逐渐过渡到钾大于钙,最终变成钾大于镁和钙,这说明冰川南坡随海拔递减气候变得更加酷热干燥,钾富集系数因而逐渐增大。

4. 冰雪中微量元素的分布特征

敦德冰川区冰中含有人体和生物所必需的 Mn、Fe、Sr、Cu、Zn 元素,Co、Cr、Ni、V、Ti 等元素在冰样中几乎没有发现,只在个别雪样中发现,有毒元素 As 和 Cd,雪样含量 As 46.7—92.1ppb,超过了国家规定的地表水最高容许浓度(50ppb);Cd 含量 0.9—12.8ppb,南坡雪样高达 12.8 ppb,超过国家最高容许浓度(10ppb)。

与近邻高山冰川相比较(表 3),可看出敦德冰川 Cu、As、Cd、Ni 等元素含量比较高,说明该冰川区,特别是南坡的雪冰受到人为活动或环境污染的程度较明显,这是我国高山冰川区少见现象(除南迦巴瓦峰地区),1982 年 3 月青海省地球化学探矿队来兰了解了该冰川区雪冰中微量元素的这一异常情况,从而进一步验证并发展为“冰川冰地球化学测量”,使得有可能利用雪冰的化学组成来判断积雪和冰川覆盖下成矿的可能性。铜的异常浓集中心靠近冰川边缘,肯定了冰川区(特别是南坡)底部为一大型铜钼(Cu、Mo)矿床^[4],使冰川冰地球化学测量具有实践基础。

参 考 文 献

- [1] 骆鸿珍,冰川冻土,5(2),55(1983).
- [2] 王平,冰川冻土,5(1),63(1983).
- [3] 寇有观 苏珍,科学通报,(2),113(1981).
- [4] 杨先仁 李耀坤,地质与勘探,(8),52(1983).