

西藏左贡县绕金乡地方性氟中毒区 环境氟异常及矫正对策

刘邵权

(中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所 成都 610041)

提要 高氟温泉是导致本病区环境氟异常的氟源,人为引高氟温泉作生产、生活用水,加大了氟异常波及的范围和程度,高氟饮水和低氟饮水加高氟粮食是导致居民氟中毒的主要原因,改水降氟是矫正环境氟异常和防治氟中毒的根本对策,分析表明它具有显著的社会效益和间接经济效益。

关键词 西藏 氟中毒 环境氟异常 矫正对策

左贡县绕金乡地方性氟中毒区位于怒江中游西岸,地处斜坡中部的冰碛扇上。受地形影响,河谷焚风效应强烈,形成半干旱气候。根据患病比例和病情分为轻、重病区进行研究,普拉村、绕金一村、二村等3个村为轻微病灶区,绕丝村为重病灶区。

1 环境氟异常特征

1.1 水源氟含量差异显著,丰枯水期季节变化明显

主要水源普拉曲,为轻微病灶区3个村的灌溉和人畜生活用水。卧郎龙巴沟为重病灶区的唯一灌溉和人畜生活用水水源。水源化学组成见表1。

表1 河水氟含量及化学组成(mg/l)

Table 1 The content of fluorine and chemical compositions of river(mg/l)

样点	温度 ℃	F ⁻ ppm	pH	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ /Ca ²⁺
普拉曲	5.2	0.55	5.02	2.30	15.7	0.74	0.17	7.58	0.66	0.10
卧郎龙巴沟	14.6	2.82	6.42	12.64	113.8	85.31	1.66	15.16	3.94	5.63

分析表明卧郎龙巴沟氟含量为2.82mg/l,作为饮用水源,远>0.5~1.0mg/l 饮用水标准^[1],从其化学类型分析,属Na—HCO₃—Cl型水,氟的活性大,尽管F/Ca值为0.19,<0.25这一氟中毒的临界值^[1],仍对区内居民造成较大的危害。普拉曲氟含量0.55mg/l,远低于卧郎龙巴沟水氟值,导致病区水氟含量差异的根本原因在于卧郎龙巴沟上部有一温泉群,位于燕山期花岗岩与砂、页岩接触带上,岩石破碎、裂隙发育,地下水经此深循环后溢出地表而成温泉。花岗岩中黑云母、角闪石等矿物氟含量高,经风化水解后氟离子迁入地下水中形成高氟温泉,汇入卧郎龙巴沟导致其水氟含量异常(表2)。

收稿日期:1998-01-16,改回日期:1998-05-12.

表 2 温泉氟含量及化学组成¹⁾(mg/l)

Table 2 The fluorine content and chemical compositions of hot spring(mg/l)					
样点及位置	温度℃	F ⁻	Na ⁺	Ca ²⁺	Na ⁺ /Ca ²⁺
卧郎龙巴沟中部左侧斜坡上	25	3.33	87.98	52.68	1.67
卧郎龙巴沟支沟—龙巴龙巴沟	20	3.05	84.28	13.05	6.46
卧郎龙巴沟顶分叉处左侧	55	3.35	78.49	6.84	11.48

1)西藏地矿局第一地质大队,《西藏左贡县绕金乡高氟环境地质调查报告》(内部资料),
1987 年

通过卧郎龙巴沟和普拉曲水质对比分析,前者 Na⁺/Ca²⁺ 值(5.63)和 pH 值都明显大于后者,说明水氟含量有随 pH 值增大而增高的趋势,结合温泉水氟含量与化学组成等相关资料分析,病区水氟含量与钠离子、钠钙比值呈正相关(相关系数分别为 0.9736 和 0.6313),水氟含量有随水温增高而增高的趋势。

将 1995-12 枯水期实测资料与 1987 年丰水期数据¹⁾对比分析,普拉曲丰水期氟含量 0.31mg/l,氟含量随季节变化明显. 卧郎龙巴沟丰水期氟含量 2.55mg/l,氟含量随季节变化不明显. 造成这一差异的原因在于普拉曲主要为降水补给型河流,丰枯水期流量变化大,而卧郎龙巴沟汇流面积小,主要为地下水补给,丰枯水期流量变化比较稳定。

1.2 土壤氟含量高,受灌溉水氟含量影响呈现不同的垂直分异规律

病区土壤成土母质单一,为冰水堆积物,土壤氟含量差异根源在于灌溉水来源不同。为探寻病区土壤氟的水平和发生层间分异规律,在绕丝村采集自然土壤剖面 and 耕地土壤剖面各 1 个;在先引卧郎龙巴沟水浇灌、1982 年以后改用普拉曲水浇灌的绕金一村采耕地剖面 1 个,在一直引普拉曲水浇灌的绕金二村采耕地剖面 1 个,采样点海拔 2 600~2 700m。

西藏褐土氟含量算术均值 633ppm^[2];全国褐土氟含量中位值 463ppm,算术均值 474ppm,几何均值 456ppm^[3]. 病区自然土壤氟含量 652ppm,与西藏褐土平均水平接近,显著高于全国褐土氟含量平均水平。耕地土壤氟含量受灌溉水氟影响显著,长期为卧郎龙巴沟浇灌耕地氟含量高达 1 558ppm;长期为普拉曲浇灌耕地,氟含量低于自然土壤;曾为卧郎龙巴沟灌溉耕地氟含量较高,但明显低于长期为卧郎龙巴沟浇灌的耕地。

病区自然土壤剖面发生层间氟含

表 3 土壤氟含量及理化性状

Table 3 The content of fluorine,the physical and chemical characters of soil

样点及土壤发生层		全 F ppm	pH	CaCO ₃ %	有机质 %	粘粒含量 %
长期引卧郎龙巴沟水浇灌的耕地	A	1558	8.92	1.49	3.98	16.7
	B	951	9.23	1.30	1.36	20.1
	C	725	9.25	1.10	1.22	18.2
曾经引卧郎龙巴沟水浇灌现为普拉曲浇灌的耕地	A	685	8.89	1.69	4.23	13.0
	B	759	8.76	1.45	1.12	16.8
	C	704	9.02	1.34	0.98	18.1
长期引普拉曲浇灌的耕地	A	509	8.85	1.86	5.15	15.1
	B	593	8.55	1.66	1.06	18.0
	C	682	8.95	0.83	0.91	19.8
自然土壤	A	652	9.08	8.06	2.45	13.5
	B	627	9.10	5.81	1.07	13.1
	C	676	8.98	9.08	1.20	11.5

1)西藏地矿局第一地质大队,《西藏左贡县绕金乡高氟环境地质调查报告》(内部资料),1987 年。

量差异不大,表层(A)氟含量略低于母质层(C),呈现 B 层<A 层<C 层。自然土壤和耕地的母质层氟含量相差不大,但受灌溉水氟影响,耕地剖面 A、B 层氟含量变化相对较大。长期为卧郎龙巴沟高氟水浇灌耕地,接受水中高氟供给,其 A 层>B 层>C 层;长期为普拉曲低氟水浇灌耕地,土壤淋溶作用强烈,A、B 层氟流失严重,A 层<B 层<C 层;曾经为卧郎龙巴沟浇灌后改用普拉曲浇灌耕地,土壤全剖面氟含量较高,但 A 层明显发生氟流失,表现为 A 层<C 层<B 层,可以预见其演化方向为 A 层<B 层<C 层。病区土壤氟含量有随 pH 值增大而增高的趋势,随土壤碳酸钙含量增加而降低的趋势,与土壤有机质含量、粘粒含量关系不密切。

1.3 粮食氟含量异常,随灌溉水氟含量增高而增高

病区粮食作物主要为冬小麦、冬青稞、大麦、玉米四种,1995 年在绕丝村(一直为卧郎龙巴沟浇灌耕地)、绕金一村(曾为卧郎龙巴沟灌溉现为普拉曲浇灌耕地)和绕金二村(一直为普拉曲浇灌耕地)部分农户采集四种主要粮食样品,进行氟含量分析并将结果与 1979 年分析数据¹⁾作了对比(表 4)。

表 4 主要粮食氟含量(F⁻,ppm)

Table 4 The fluorine content of major kinds of grain(F⁻,ppm)

测 年	定 代	绕丝村					绕金一村					绕金二村				
		大 麦	小 麦	青 稞	玉 米	平 均	大 麦	小 麦	青 稞	玉 米	平 均	大 麦	小 麦	青 稞	玉 米	平 均
1979 年		11.23	—	4.22	1.43	5.63	9.93	5.69	2.80	2.86	5.32	—	—	—	—	—
1995 年		11.36	5.46	4.45	2.53	5.95	4.63	1.67	2.58	1.49	2.59	4.35	1.43	2.37	1.62	2.44

另据资料记载^[1],正常情况小麦氟含量 0.1~1.2ppm,大麦 0.4~4.8ppm,裸麦 0.18~3.15ppm。病区正常环境下生产的粮食(绕金二村)与以上数据相近,四种主要粮食平均氟含量 2.44ppm。在高氟水灌溉的绕丝村,粮食平均氟含量大大高于正常环境下生产的粮食,前后两次实测结果相近。四种粮食氟含量以大麦最高,青稞、冬小麦次之,玉米最低。

粮食氟含量与灌溉水氟含量关系密切(相关系数为 0.9911),随灌溉水氟含量增高而增高。绕金一村、二村现同为普拉曲灌溉,土壤氟含量相差较大,但粮食氟含量相近,说明粮食氟含量与土壤氟含量无直接关系。

1.4 饮水和粮食高氟导致病区居民摄氟量异常

病区气候干燥,居民有饮酥油茶习惯,以人均日饮 3kg 水、0.8kg 食物计算摄氟量。摄氟 60%蓄积于体内,40%通过尿、粪便、汗液排出体外¹⁾,以此计算贮氟量和排氟量(表 5)。

正常人体摄氟量每天约 3.0—4.5mg^[1]。重病灶区居民每日摄氟量 13.22mg,并且 63.99%由高氟水获得,这是氟中毒比率达 88.46%,集中病区所有氟骨症患者于该区的症结所在。在轻微病区未改换灌溉水源之前,饮水正常,但粮食高氟,日摄氟量超过正

1)左贡县人民医院等,西藏左贡县地方性慢性氟中毒调查报告,《卫生防疫资料汇编》(内部资料),1985 年。

常人体日摄氟量高限,形成轻微氟中毒,具体表现为氟斑牙患者达 48.57%^[1],但无氟骨症患者,这也说明饮水高氟比食物高氟对人体有更大危害.在改换灌溉水源后,日摄氟量显著下降,氟中毒率显著减小,为 24.07%,特别是 20 岁以下青少年患病率降为 2.43%.

表 5 居民日摄氟量、排氟量、贮氟量(F⁻)估算

Table 5 The imputed contents of daily absorbing,excluding and reserving fluorine of inhabitants

病区	饮水		食物		合计 mg/d	排氟量 mg/d	贮氟量 mg/d
	含氟量	摄入量	含氟量	摄入量			
	ppm	mg/d	ppm	mg/d			
重病灶区	2.82	8.46	5.95	4.76	13.22	5.29	7.93
轻微病灶区 (1982 年以前)	0.55	1.65	5.32	4.26	5.91	2.36	3.55
轻微病灶区	0.55	1.65	2.44	1.95	3.60	1.44	2.16

2 矫正对策

2.1 改水降氟

病区居民氟中毒和环境氟异常的成因是人畜饮用高氟水和高氟水灌地导致土壤和粮食氟富集,其治本对策在于科学合理的工程规划,彻底改换饮用和灌溉水源.

普拉曲多年平均径流量 1857 万 m³,年平均流量 0.59m³/s,现有灌面 48.66ha.卧郎龙巴沟现有灌面 4.87ha.经水量平衡分析,用普拉曲灌溉所有耕地和作人畜饮用,能保证改水工程引水需求,灌溉设计保证率 75%.普拉曲氟含量显著低于卧郎龙巴沟,除硒含量偏低外,水质符合灌溉和人畜饮用水标准.轻微病灶区用普拉曲作饮用和灌溉水源的居民氟中毒率大大低于重病灶区,绕金一村改换灌溉水源后,土壤、粮食氟含量明显降低,居民氟中毒率显著下降,证明用普拉曲水矫正环境氟异常和防治氟中毒是可行的.

通过实测,改水工程渠线全长 7876m,设计引水流量 0.22m³/s,保灌面积 92.13ha,其中新增灌溉面积 43.47ha,开发弃耕地和可垦地 38.6ha.工程静态投资 222.4 万元,干渠每米投资 282.38 元,每公顷灌面投资 2.41 万元.通过粮食、水果每年可间接增加收入 32.29 万元,说明改水工程在经济上可行,具有良好的间接经济效益和社会效益.

2.2 酸化耕地土壤降氟

氟离子易于在碱性水、土介质中富集,在耕作中适当施酸性肥料,促进土壤酸化,结合灌溉水源改换,可促进氟离子迁移,降低土壤氟含量.同时还可增加锌、锰等微量元素有效量,对于防治呆小症、大骨节病等也有积极意义.

3 结 语

位于燕山期花岗岩与砂、页岩接触带上的温泉群是导致病区环境氟异常的氟源,水氟含量与其 Na⁺含量、Na⁺/Ca²⁺ 比值呈正相关,水氟含量的丰枯水季节变化受其补给类型影响显著.土壤氟含量受灌溉水氟含量影响,呈现不同剖面发生层垂直分异规律,并有随 pH 值增高而增高、随 CaCO₃ 含量增高而降低的趋势.粮食氟含量与灌溉水氟含量呈正相

关,随灌溉水氟含量改变,粮食氟含量下降显著. 饮水高氟是居民氟中毒的主要原因,饮水低氟、粮食高氟同样可导致居民轻微氟中毒.

实施改水工程是矫正环境氟异常和防治氟中毒的根本对策,通过水量平衡分析、改水降氟可行性分析和工程经济评价,证明该工程在技术经济上是可行的,具有显著的社会效益和间接经济效益.

致谢:余大富、杨定国、郑远昌等先生对本文的写作和项目研究给予指导,在此深表感谢.

参 考 文 献

- [1] 陈国阶,余大富著. 环境中的氟. 北京:科学出版社,1990,123~125.
- [2] 成延璧,田均良主编. 西藏土壤元素背景值及其分布特征. 北京:科学出版社,1993,60.
- [3] 中国环境监测总站主编. 中国土壤元素背景值. 北京:中国环境科学出版社,1990,114.

作者简介 刘邵权,30岁,硕士,助理研究员,主要从事山地环境研究工作.

THE ENVIRONMENTAL FLUORINE ABNORMALITY AND RECTIFYING STRATEGIES ON THE LOCALLY FLUORIOSIS AREA IN RAOJIN TOWNSHIP OF ZUOGONG COUNTY, TIBET

Liu Shaoquan

(*Institute of Mountain Hazards And Environment, Chinese Academy of Science
& Ministry of Water Conservancy, Chengdu 610041*)

Abstract

In the fluorosis area of Raojin Township, It has been found that hot spring is the fluorine source for the environmental fluorine abnormality, drawing hot spring for irrigating and living water intensifies the extent and range of environmental fluorine abnormality, drinking the water contained high content of fluorine is the major factor for fluorosis of inhabitants, and drinking the water contained low content of fluorine but using food contained high content of fluorine can also cause fluorosis of inhabitants. Based on the technical analysis and economic evaluation, reducing fluorine content in water is the fundamental strategy to rectify the environmental fluorine abnormality and prevent fluorosis of inhabitants, possesses outstanding social benefit and great indirect economic benefit.

Key words Tibet, fluorosis, environmental fluorine abnormality, rectify strategies