

安溪县光德村地氟病区生态地球化学特征

陈华英, 詹玉亭

(福建省地质调查研究院, 福建 福州 350013)

摘要: 在安溪县光德村地氟病区进行生态地球化学调查发现, 岩石、土壤、饮用水、水稻、蔬菜中 F 含量较高, 而 Cu、Mo、Ca 等人体必需的元素严重缺乏; 饮用水中 F 严重超标, F⁻ 高达 4.18 mg/L, 达地下水Ⅲ类标准的 4 倍之多, 且水质 pH 低于饮用水标准的下限 6.5, 属酸性水质, 不适合饮用, 该地区特殊的生态地球化学环境是导致地氟病的主要原因。

关键词: 地方性氟中毒病; 岩石-土壤-水环境; 生态地球化学特征

中图分类号: R599; P632 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-8918(2009)01-0077-03

我国地方性氟中毒病区大体上分为饮水型、燃煤污染型和饮茶型 3 类, 饮水型地氟病是我国主要的地氟病类型。当前, 研究地氟病的致病因素已由单一的饮水含氟量的研究转为土壤、食品、饮水、茶等多种因素的综合研究^[1-3]。李伯灵等对高氟区潮阳市地氟病的流行因素进行调查, 发现除饮用水(已改水降氟)外, 大米、土壤、灌溉水、茶叶等也是该地区的氟来源^[4]。笔者旨在通过对安溪县光德村地氟病区生态地球化学特征进行研究, 探讨该地区地氟病的主要地球化学致病因素。

1 地质概况

光德地区地层主要为鹅宅组, 岩性主要为流纹质晶屑凝灰岩, 脉岩主要为次石英流纹斑岩、辉绿岩等。流纹质晶屑凝灰岩层中, 局部断裂发育, 岩石破碎。断裂构造主要有破碎带、压扭性断层。断层走向主要为近东西向。次石英流纹斑岩脉, 规模较大, 宽达 8 m, 长度大于 300 m, 走向主要为北西向—近

东西向。

2 岩石、土壤地球化学特征

在光德村和剑斗镇分别采集了 4 件和 5 件岩石样品, 从测试分析结果来看, 该地区广泛分布的流纹质晶屑凝灰岩呈酸性, F 含量较高, 高于剑斗镇煤矿石(一般煤矿石为高氟矿石), 远高于次石英流纹斑岩, Cu、Mo、CaO、Na₂O 的含量明显低于其他岩石(表 1)。

为了解安溪县光德村地氟病区土壤地球化学状况, 在光德村及其周围共采集了 141 件土壤样品, 表 2 为光德村土壤元素含量特征。从结果来看, 光德村土壤总体呈酸性, 元素变异系数较大的元素主要是 Cd(1.65)、Mn(0.85)、Mo(0.85)、Cu(0.82), 与安溪县和福建省沿海经济带土壤中元素平均含量对比可以看出, Cd、CaO、F 含量较高, K₂O 和 Na₂O 比较缺乏。

光德村土壤与剑斗镇和湖头镇比较, Cu、Mo、

表 1 光德村岩石元素含量

样号	pH	F	Mo	Cu	Zn	B	Cd	Pb	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	岩性	采样地
GDY1	6.21	186	22.14	10.2	134.4	6.37	0.674	78	0.11	0.09	2.65	次石英流纹斑岩脉	光德村
GDY2	5.48	660	0.43	1.7	45.4	7.42	0.076	33.7	0.04	0.06	3.75	流纹质晶屑凝灰岩(碎裂岩)	光德村
GDY3	6.50	273	1.70	3.3	70.4	12.26	0.412	96.6	0.07	0.11	4.62	次石英流纹斑岩脉	光德村
GDY5	5.71	265	0.58	1.5	29.9	9.53	0.091	22.3	0.05	0.10	5.42	次石英流纹斑岩脉	光德村
ty1	9.29	336	1.47	10.2	7.2	1.36	0.202	7.6	51.56	0.02	0.11	石灰岩	汤内坂矿山
ty2	8.75	351	0.41	3.3	76.2	9.71	0.079	22.1	0.55	0.78	4.01	石英砂岩	汤内坂矿山
hijy1	8.69	627	0.63	25.1	43.2	103	0.378	24.0	0.30	0.49	3.36	贫煤矿石	后井煤矿
dy1	5.59	440	0.60	18.7	21.7	80.50	0.065	30.2	0.31	0.16	2.02	泥质粉砂岩	大埔村
dy2	6.51	474	0.62	13.5	100.3	98.08	0.715	18.3	0.09	0.14	3.26	含煤质泥岩	大埔村

注: 元素含量单位: 氧化物为%, 其他元素为 mg/kg, 表 2 同。

收稿日期: 2008-04-03

基金项目: 中国地质调查局“福建省沿海经济带生态地球化学调查”项目(1212010310307)

表 2 光德村土壤元素含量

化探指标	最大值	最小值	平均值	标准差	变异系数	光德指标/安溪指标	光德指标/福建沿海指标	剑斗镇	湖头镇
pH	7.75	4.29	5.94	0.81	0.14	1.16	1.07	7.28	6.82
F	808	253	391.96	91	0.23	1.21	1.20	457.35	268.45
B	33.84	2.39	13.76	5.06	0.37	1.16	0.82	20.57	21.99
Cu	110.1	4	12.5	10.2	0.82	1.22	0.92	55.9	15.46
Cd	3.02	0.04	0.15	0.25	1.65	1.07	1.54	1.204	0.25
Pb	163.9	23.9	53.5	17	0.32	0.97	1.28	80.2	46.34
Mo	13.2	0.6	1.97	1.68	0.85	1.08	1.19	5.15	2.83
Zn	399.5	23	76.2	46.4	0.61	1.12	1.09	202	67.51
CaO	1.64	0.05	0.32	0.23	0.72	1.78	1.07	1.89	0.49
Na ₂ O	0.38	0.05	0.15	0.08	0.52	0.79	0.36	0.22	0.19
K ₂ O	4.68	0.7	1.97	0.64	0.32	0.91	0.78	1.71	1.61

CaO、Na₂O 含量比较低;F 含量高于湖头镇而低于剑斗镇,其 pH 值低于两镇。

3 水质地球化学特征

为了解研究区的水质地球化学特征,在光德村及其周围共采集了 33 件水质样品,分析项目 19 项。表 3 为光德村水质元素含量。

表 3 光德村井水中元素含量 (n=30)

化探指标	最大值	最小值	平均值	标准差	变异系数	Ⅲ类标准
pH	10.080	5.275	6.600	0.821	0.124	6.5~8.5
As	1.345	0.030	0.233	0.267	1.148	50
B	0.127	0.004	0.029	0.031	1.047	
Ca	45.122	1.917	17.860	11.855	0.664	180
Cd	0.251	0.011	0.030	0.042	1.400	10
Co	0.005	0.000	0.001	0.001	1.468	0.05
Cr	0.002	0.000	0.001	0.000	0.256	0.05
Cu	0.016	0.000	0.003	0.004	1.445	1.00
F ⁻	4.180	0.010	0.570	0.862	1.513	1.0
Fe	1.745	0.007	0.116	0.312	2.703	0.30
Li	0.035	0.002	0.008	0.008	0.970	
Hg	0.051	0.000	0.005	0.009	1.797	1.00
Mg	7.027	0.105	1.770	1.886	1.066	
Mn	0.295	0.001	0.039	0.071	1.840	0.10
Mo	0.004	0.000	0.001	0.001	0.860	0.10
Ni	0.009	0.000	0.002	0.002	1.087	0.05
Pb	20.900	0.800	2.118	3.735	1.763	50.00
Se	0.015	0.006	0.010	0.003	0.269	10.00
Zn	9.062	0.001	0.393	1.648	4.192	1.00

注:元素含量单位:As、Cd、Hg、Pb、Se 为 μg/L,其他元素为 mg/L。

从结果来看,光德村井水元素含量变异系数较大的元素有 5 种:Zn、Mn、Fe、Cu、F⁻。与符合生活饮用水标准的“地下水质量标准”(GB/T14848-9)的Ⅲ类标准比较来看,水井 GS06 水 pH 达 10.08,超过Ⅲ类标准;GS60 水中 w(Fe)和 w(Zn)超标;GS(13、14、23)水中 w(Mn)超标;GS(15、21、22、24、25、27)中 w(F⁻)超标,GS22 水中 w(F⁻)为 4.18 mg/L,达地下水Ⅲ类标准的 4 倍之多;可见饮用水中 w(F⁻)超标是光德地区流行地氟病的最主要致病因素。水井地势较低,一般位于盆地或凹底地,地形上有利于高氟水的聚集,外围岩石主要为含氟高

的流纹质晶屑凝灰岩(表 4),是引起井水中 w(F⁻)超标的主要地质因素。

另外,该地区井水中有益元素 Cu、Mo、Ca 含量缺乏,w(Ca)最高为 45.122 mg/L,只达Ⅲ类标准的 25%,且在调查的 30 个水井中有 16 个井的水 pH 低于饮用水标准的下限 6.5,属酸性水质,不能饮用。

表 4 水质超标样品情况

化探指标	样号	外围土壤	地貌	外围岩石	说明
pH	GS06	土壤 pH 值相对较高	丘陵(坡地)	流纹质晶屑凝灰岩	GS(15、21、25)中水的 pH 值为 5.83~6.34,较低,呈酸性
F ⁻	GS(15、21、22、24、25、27)	土壤中 w(F ⁻)不高,为 308~432 mg/kg, pH 值较低,呈酸性	盆地(凹地)		
Fe	GS60		丘陵(坡地)		
Mn	GS(13、14、23)	土壤 Mn 含量较低, pH 值较低,呈酸性	盆地(残丘)		
Zn	GS60		丘陵(坡地)		

4 农产品元素含量特征

表 5 为在地氟病区采集的水稻、蔬菜、水果、茶叶等样品的元素含量。与食品中 F 允许量标准(GB4809-84)中各种 F 的限量值相比,红血菜、小白菜、空心菜等蔬菜中 w(F)高于限量值 1.0 mg/kg,水果中 w(F)高于限量值 0.5 mg/kg,水稻中 w(F)高于限量值 1.0 mg/kg。茶叶中的 w(F)最高,达 123 mg/kg。

光德村的主要粮食作物——水稻与湖头镇水稻比较,有益元素 Cu、Mo、Na 含量比较缺乏,可见水土环境中 Cu、Mo、Na 缺乏,可能引起农产品中 Cu、Mo、Na 等元素缺乏。李广生等^[5]研究结果表明,膳食低钙是地氟病(氟骨症)的主要促发和加重因素;膳食 Cu、Mo、Na 等人体必需的生命元素可能影响地氟病的发生,这与孙振杰^[3]等的研究结论一致。

表 5 光德村蔬菜、水稻、茶叶、水果中的元素含量

化探指标	上海青	红血菜	丝瓜	小白菜	牛皮菜	空心菜 (n=6)		水稻			茶叶		水果		湖头镇水稻 (n=5)
						范围	平均值	样品 1	样品 2	样品 3	样品 1	样品 2	样品 1	样品 2	
Cu	0.277	0.934	0.480	0.358	0.785	0.233~0.924	0.486	2.463	2.266	2.697	2.158	1.522	0.752	1.466	2.945
F	0.87	1.97	0.93	1.2	1.0	1.015~1.264	1.108	17.1	16.8	18.1	120	123	2.238	2.370	15.8
K	0.27	0.52	0.12	0.30	0.12	0.242~0.329	0.287	0.339	0.348	0.296	0.378	0.390	0.226	0.198	0.313
Mo	0.047	0.215	0.041	0.139	0.076	0.065~0.119	0.086	1.441	1.138	2.366	0.036	0.041	0.024	0.026	2.670
Na	206.92	89.02	7.81	387.6	923	274~925	530	11.02	12.59	21.43	3.067	6.862	7.747	5.808	27.079
Zn	4.04	5.82	1.67	2.50	5.65	2.026~3.059	2.596	22.14	24.65	23.01	6.08	4.66	1.598	1.571	22.645
Cd	0.010	0.074	0.001	0.023	0.013	0.009~0.023	0.016	0.042	0.062	0.082	0.005	0.010			0.106
Pb	0.051	0.161	0.036	0.10	0.14	0.186~0.272	0.240	0.462	0.337	0.375	0.446	0.337			0.369

注:元素含量单位;Ca、K为%,其他元素为 10^{-6} 。

5 地氟病与环境的关系

对光德村地质背景、土壤质量、饮用水、农产品的系统调查结果,表明了以下几点。

(1)光德地区地层主要为鹅宅组,岩性主要为流纹质晶屑凝灰岩,局部断裂发育,岩石破碎,含氟量高是该地区是引起地氟病的主要地质因素之一。

(2)土壤和水中pH值分别为5.94和6.6,属酸性和强酸性水土环境。酸性环境易于许多有益元素组分的溶离丧失,而环境中Ca、Na、Cu、Mo等重要生命元素的含量极低,有可能导致人体缺乏Ca、Na、Cu、Mo等元素。

(3)长期饮用CaO含量不足的酸性水不利于人体健康。

(4)保持人体健康必需的Ca、Na、Cu、Mo等元素在岩、土、水中严重缺乏,含氟极高的饮用水极易导致人体电解质紊乱和内分泌平衡失调,降低机体免疫功能,长期饮用高氟酸性水,可导致地域性疾病的发生。

(5)农产品中F含量高,长期食用会加剧地氟病的发生。

(6)Ca、Na、Cu、Mo等元素缺乏,酸性和强酸性水土条件,氟严重超量的特殊地质地球环境,这些是导致地氟病的主要因素。

鉴于上述分析,应坚持以人为本,预防为主,防治结合的方针,首先停止高氟酸性软水和缺氟酸性软水的饮用,采取针对性的对策与措施,尽快进行改水或寻找新的水源(接进自来水或开采平原区地下水),同时定期对病区水、土环境、食物和人群病症进行监测。

参考文献:

- [1] 林金城,柯跃进.中国南安市地氟病区饮用水氟调查研究[J].现代预防医学,1997,24(4).
- [2] 朱法华,张景荣.丰沛铜地氟病区大气环境中氟的分布[J].中国环境科学,1996,16(6).
- [3] 孙振杰,张国庆,熊吉奎,等.地氟病区粮食蔬菜中11种元素的测定及分析[J].中国地方病学杂志,1998,17(2).
- [4] 李伯灵,余江,王军义,等.潮阳市地氟病与氟源关系的探讨[J].中国农村卫生事业管理,2004,24(3).
- [5] 李广生,张文岚,华坤,等.地氟病属于“钙矛盾疾病”[J].矿物岩石地球化学通报,2003,22(2).

ECOGEOCHEMICAL FEATURES OF EPIDEMIC FLUOROSIS AREAS IN GUANGDE VILLAGE OF ANXI COUNTY

CHEN Hua-ying, ZHAN Yu-ting

(Fujian Institute of Geological Survey and Research, Fuzhou 350013, China)

Abstract: Ecogeochemical features of epidemic fluorosis areas in Guangde Village of Anxi County were studied, and the results show that the F content of rock, soil, drinking water, paddy field and vegetables is relatively high, but Cu, Mo, Ca are gravely deficient. The content of F^- is excessive, reaching as high as 4.18 mg/L, whereas the pH value of drinking water is below the standard of drinking water (6.5), and hence it is acidic, and not suitable for drinking. It is held that such an ecogeochemical environment is the main cause for endemic fluorosis.

Key words: endemic fluorosis; rock-soil-water environment; eco-geochemical characteristics

作者简介:陈华英(1977-),女,工程师,环境地球化学专业。