

神农架松柏镇水文地球化学研究

程胜高, 马 腾, 周建兰

中国地质大学 环境学院, 武汉 430074

摘 要: 近年来, 神农架松柏镇居民的结石病时有发生, 并有增长的势头。为了解地质环境尤其是饮用水对病患的影响, 笔者现场对患病情况以及各种水源(包括河水、泉水、自来水)的来源、化学组成和放射性进行了调查, 运用水质常规方法和原子吸收光谱分别测定了离子和微量元素。同时, 与地质环境类似的木鱼镇进行了对比调查。研究结果显示, 两地地表水、地下水的各种指标均未超出“生活饮用水水源水质卫生标准”(CJ3020-93), 且松柏镇水体中的放射性(γ 射线)低于木鱼镇, 而居民的患病率却远高于木鱼镇, 可见松柏镇的水环境与居民的结石病无直接关系。

关 键 词: 结石病; 水环境; 神农架; 湖北省松柏镇

中图分类号: P342 文献标识码: A 文章编号: 1007-2802(2004)02-0140-04

神农架林区首府松柏镇是当地的政治、经济和文化中心, 也是重要的旅游基地。但近年来, 该区居民的结石病时有发生, 并有增长的势头。这不仅在群众中造成了恐慌, 严重影响了人们的正常工作和学习, 也给该地区的旅游业带来一定的负面影响, 制约了当地经济的发展。

为了掌握结石病的病患情况与地质环境的关系, 我们通过两次环境现状监测、发放调查卷和走访等形式调查居民 2000 余人(约占该地居民的 10%)重点调查了各种水源, 包括水体的放射性、微量元素、常规离子和来源的分析。为了对比, 我们还对木鱼镇居民的饮用水也作了同样的分析。

通过研究, 基本把握了两镇居民结石病的病患情况(松柏镇居民胆结石患病率为 4.81%, 木鱼镇的患病率为 2.14%), 阐述了结石病与水环境的关系。

1 区域自然地理-地质概况

神农架林区地处鄂西, 为秦岭山系大巴山脉的东延部分, 岭脊东西走向, 绵延 100 多 km, 主峰神农顶海拔 3105 m, 有“华中屋脊”之称; 最低点海拔 398 m, 平均海拔 1700 m, 是长江与汉水在湖北境内的分水岭, 也是长江支流香溪河、沿渡河和汉江支流堵河、南河的发源地。

松柏镇位于神农架林区的东北部, 气候湿润凉

爽, 四季分明, 年平均气温 11.7℃, 夏季 7 月平均气温 23℃, 极端最高气温 36.4℃, 年降水量 937 mm, 常年主导风向为东南风, 青阳河由西向东从城南流过。

本区大地构造位置属扬子准地台上扬子台坪区, 地跨大巴山-大洪山台缘褶皱带与鄂中褶皱区两个三级构造单元。神农架的大部分地区属神农架断穹(四级构造单元), 该断穹呈穹隆状, 地貌特征十分明显。

第四系孔隙水: 含水介质主要为松散的。冲洪积成因的第四系砾石、砂及砂质粘土, 主要分布于青阳河两岸及河床中。水位埋深一般为 7~8m, 是当地居民主要饮用水。

志留系下统以炭质页岩、粉砂岩、细砂岩为主, 赋水性极低, 属区域隔水层, 在松柏镇北部和东部有大面积出露。

寒武系-奥陶系裂隙岩溶水: 含水介质主要是这两套地层的碳酸盐岩, 主要分布于青阳河南岸。

其它裂隙岩溶水: 主要含水介质是元古界神农架群下亚群硅质泥质条带白云岩、白云岩、泥质白云岩、板岩、细碧岩, 震旦系上统炭质页岩、板岩、硅质岩、白云岩及磷块岩、白云质灰岩、鲕状灰岩及硅质条带灰岩和志留系中统粉砂质页岩、粉砂岩夹透镜状白云质灰岩。主要分布于松柏镇北部和西南部。

2 松柏镇水环境研究

有不少人将结石病病因归结为区域地质环境、特别是饮用水。我们则系统研究了区域的地质环境与病因的关系。

2.1 研究区主要水源

(1) 鱼泉湾水厂: 地下水源为溶洞的岩溶水, 初步判断属中、下奥陶统岩层中的岩溶水。据介绍, 不供水时, 水位无明显变化, 说明水源另有排泄口。2002 年 10 月份, 水位很低, 3 m 深的采水井已见底, 说明汇水范围较小, 受季节降雨变化影响较大, 无大规模开发潜力。

(2) 博物馆后山泉: 泉水来源可能与鱼泉湾水厂不同。2002 年 8 月份泉流量较大, 至 10 月份已断流, 说明汇水范围有限, 泉流量受季节性降雨变化影响显著。

(3) 桐茶沟泉: 泉水属寒武系-奥陶系岩溶裂隙水; 是松柏镇桐茶沟水厂的水源(从 2000 年起停用)。泉水汇入青阳河。2002 年 8 月流量较大, 10 月份流量明显减少, 但尚未断流, 说明其汇水范围较博物馆后山泉大。

(4) 观音沟泉: 亦为寒武系-奥陶系岩溶裂隙水。两次采样(2002 年 8 月与 10 月)时, 该泉均有水排出。泉水沿观音沟(或唐坊沟)排入青阳河。

(5) 高桥村泉: 泉口位于高桥村后山的溶洞口, 属寒武系-奥陶系岩溶裂隙水; 为部分居民的饮用水水源。在两次采样(时间同上)时, 均有泉水排出。

(6) 第四系孔隙水: 为松柏镇部分居民的饮用水水源, 开采方式主要为压水井抽汲, 水位埋深 7m 左右。这种水一部分来源于大气降雨, 另一部分来自于寒武系-奥陶系岩溶水。

(7) 青阳河: 属于南河的支流, 也是鱼泉湾水厂的一部分水源。河水除降雨补给外, 区域岩溶地下水也是重要的补给来源。

2.2 水样采集与分析

为了了解松柏镇周边河水与地下水水化学特征, 分别于 2002 年 8 月和 10 月进行实地考察, 现场测定水和土的放射性(γ 射线强度)、水温、pH、溶解氧与电导率; 采集水样 17 个, 进行室内水的常规离子、硬度和微量元素分析(表 1)。采集的水样基本上覆盖了松柏镇居民的饮用水水源; 另在木鱼镇采集了 2 个地下水水样(16、17 号水样)作为参照水样。

表 1 地表水、地下水常规离子分析结果(mg/L)
Table 1 Major ion concentrations of surface water & ground water (mg/L)

样品	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ + K ⁺	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	pH	矿化度	硬度/德国度 ¹			
									总硬度	永久	暂时	总碱度
1	38.48	17.5	8.75	5.32	32.66	175.74	7.16	278.45	9.42	1.34	8.08	8.08
2	62.52	14.58	17.25	8.86	26.89	256.28	7.15	386.38	1211	0.33	11.78	11.78
3	55.31	20.42	7.5	3.55	21.13	256.28	7.12	364.19	12.45	0.67	11.78	11.78
4	43.93	12.25	15.75	5.32	33.58	180.62	7.53	291.45	8.97	0.67	8.3	8.3
5	51.3	21.88	8.5	3.55	24.98	248.96	7.52	359.17	12.23	0.79	11.44	11.44
7	42.48	17.01	13	3.55	33.58	196.48	7.46	306.1	9.87	0.84	9.03	9.03
8	48.09	14.58	10.75	1.77	26.89	211.13	7.46	313.21	10.09	0.39	9.7	9.7
9	44.89	13.61	23.5	3.55	30.74	217.23	7.63	333.52	9.42	0.56	9.98	9.98
10	43.29	15.56	8.75	5.32	30.74	183.06	7.53	286.72	9.65	1.24	8.41	8.41
11	60.12	19.93	14.5	10.64	33.58	256.28	6.86	395.05	13.01	1.23	11.78	11.78
12	47.29	18.96	13.25	5.32	28.82	225.77	7.38	339.41	10.99	0.62	10.37	10.37
13	53.07	20.32	13.5	3.55	28.82	253.84	7.28	373.1	12.11	0.45	11.66	11.66
14	9.78	5.74	11.25	5.32	26.89	42.71	7.08	101.69	2.69	0.73	1.96	1.96
15	43.77	19.15	11.75	5.32	28.82	212.35	7.26	321.16	10.54	0.78	9.76	9.76
16*	20.84	9.72	10.5	3.55	26.9	97.63	7.31	169.14	5.16	0.67	4.49	4.49
17*	20.04	10.21	20.75	2.48	38.42	109.84	7.4	201.74	516	0.11	5.05	5.05

注: 除 16 与 17 号样为 2002 年 10 月采集外, 其余均为 2002 年 8 月采集; ¹ 1 德国度 = 17.8 mg/L (CaCO₃)

微量元素用日立 180-70 型偏振塞曼原子吸收分光光度计进行了光谱分析。结果显示各微量元素指标均低于“生活饮用水水源水质卫生标准”(CJ3020-93); 除 Fe 外, 其余的微量元素均低于可检

出下限。

2.3 结果分析与讨论

分析结果显示, 地表水、地下水的各种指标均未超出“生活饮用水水源水质卫生标准”(CJ3020-93)

的规定量。在现行国家饮用水标准中未对水的放射性作明确规定,说明地下水中的 γ 射线对人体健康的影响较小,未达非作明确规定不可的地步。值得说明的是,木鱼镇地下水中 γ 射线的放射性水平高于松柏镇,而木鱼镇居民的结石病患病率低于松柏镇,这说明地下水中的 γ 放射性水平与松柏镇居民的结石病无太大关系。

松柏镇和木鱼镇两地的饮用水主要是岩溶水,以 $\text{HCO}_3^- \text{Ca-Mg}$ 型水为主,只有两个水样特殊:博物馆后山泉矿化度偏低,为 $\text{HCO}_3^- \text{SO}_4^- \text{Ca-Mg-Na+K}$ 型水,在Piper图(图1)上独立于其他样而分布,这进一步验证了前文的推断,即该泉水不同于鱼泉湾水厂的岩溶水;其二是木鱼镇水厂水属 HCO_3^-

$\text{SO}_4^- \text{Ca-Mg-Na+K}$ 型水。其主要来源于香溪河源头的 $\text{HCO}_3^- \text{Ca-Mg}$ 型岩溶水。这种“同源异型”可能是水厂对进水进行处理的结果,也可能是由于采样时种种原因采集了水厂的渗出水,而未能直接采集水厂水。在Piper图(图1)上表现为两地水的 Ca, Mg 含量较高,而这正是岩溶水区区别于其它水的一个重要特征。作者曾对山西柳林地区的岩溶水作过类似分析^[2],在Piper三线图中处于与松柏镇、木鱼镇岩溶水位置的水是当地水质最好的水。当地饮用这种水的居民并未出现普遍的结石病。众所周知, Ca, Mg 是人体必需的元素,而水则是其重要的补给来源之一。由此看来,水中 Ca, Mg 含量高并不是导致本地居民结石病的主要原因。

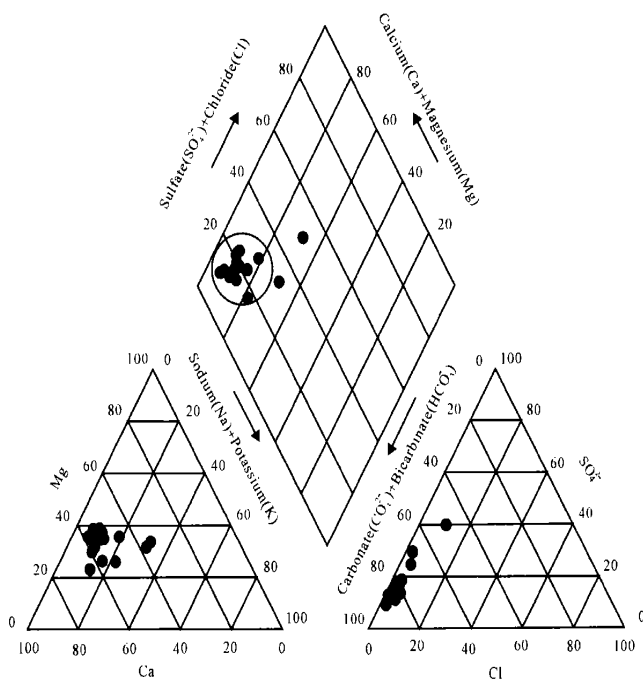


图1 神农架松柏镇、木鱼镇河水、地下水化学特征分析Piper三线图

Fig. 1 Trilinear hydrochemical diagram of river water and groundwater from Songbo and Muyu towns

综上所述,两镇居民的结石病与当地的水质并无直接因果关系。但需要说明的是,一个地区的水质不是固定不变的,需要长时间的观察研究才能对其规律有一个准确客观的认识。

水的化学组成与人体健康的关系是一个非常复杂的问题,对它的认识常常伴随着医学、化学分析手段及水文地球化学的发展而提高的。例如,1993年以前,世界卫生组织将饮用水中 As 的标准值规定为 0.05 mg/L 以下,但随着科学的进步,发现人的

健康不仅与水中总砷有关,而且与其存在的化学形态有关;为此,后来将饮用水中 As 的标准值提高到 0.01 mg/L ^[3]。由此可见,地下水中的微量元素含量虽然很低,甚至没有超出饮用水标准,但同样会对人体造成伤害,这种伤害是一个不易察觉的累积过程。

此外,地貌上松柏镇地处狭窄河谷中,地域窄小,人口密集,信息传播迅速。结石病之所以在该地产生大的反响,一方面与人们对自身健康的关注度提高了,另一方面也与当地信息传播较快有关。

3 结 论

研究表明,松柏镇居民结石病的患病率没有超出世界结石病患病率平均水平: 10%。结石病之所以产生大的反响,与现代社会对健康的关注度、地域大小及信息传播速度和范围有关。我们的研究表明,松柏镇地下水水质良好,未发现有害健康的常量或微量元素与结石病有直接因果关系。

致谢: 本文研究过程中得到神农架林区环境保护局及相关单位的支持,在此表示感谢!

参考文献(Reference):

- [1] 程胜高. 环境统计学[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1988. Cheng Shenggao Environment statistics[M]. Wuhan: China university of geosciences press, 1988. (in Chinese)
- [2] Wang Y X, Ma T, Luo Z H. Geostatistical and geochemical analysis of surface-water leakage into groundwater on a regional-scale - A case study in the Liulin karst system northwestern China[J]. J. Hydrology, 2001, 246(1-4): 223-234.
- [3] 肖唐付, 洪冰, 杨中华, 杨帆. 砷的水地球化学及其环境效应[J]. 地质科技情报, 2001, 20(1): 71-76. Xiao Tangfu, Hong Bing, Yang Zhonghua, Yang Fan. Hydrogeochemistry of arsenic and its environmental effects [J]. Geological Scientific and Technological Information, 2001, 20(1): 71-76. (in Chinese with English abstract)

Hydrogeochemical Characteristics in Shennongjia Forest Region, Songbo Town, Hubei Province

CHENG Sheng-gao, MA Teng, ZHOU Jian-lan

School of Environmental Studies, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

Abstract: In recent years, the calculus happen occasionally in Songbo Town, the capital of Shennongjia forest district, and has a trend to be more and more frequent. In order to find out the relation between geoenvironment (especially drinking water) and the disease, the authors investigated the ill situation and some characters of drinking water at the scene, such as the source, chemical composition and radioactivity of all the drinking water (including river, spring water, and running water). We used routine methods to analyse major ions and atom spectrum to analyse trace elements. Investigation was also made in Muyu Town for comparison. The result shows that all the indexes of surface water & ground water in the two towns have not gone beyond the < *Water Quality Standard for Drinking Water Source* > (CJ3020-93). Water radioactivity (Y ray) in Songbo Town is higher than that in Muyu Town, however, the resident's ill rate in Songbo Town is higher than that in Muyu Town. So, we can conclude that there is no direct relation between the disease and water environment.

Key words: calculus; hydro-environment; Shennongjia forest district; Songbo Town, Hubei Province