

江西某地“癌症高发区”地质环境现状及评价^①

马振兴¹, 唐春花¹, 刘红樱², 刘细元¹, 杨永革¹

(1 江西省地质调查研究院, 江西向塘 330201)

(2 南京地质矿产研究所, 江苏南京 210016)

摘要 江西某地“癌症高发区”的报道引起了社会的广泛关注。通过对该地土壤、水体、降尘地质环境调查评价,认为调查区土壤环境质量较好,为清洁区,仅镍元素达轻度污染级。地下水质量为较差级,外围为优良级。饮用水源地水质综合评价为较差级,有机氯农药检出2项,多环芳烃检出10项,苯达到轻度污染级。区域地质、水文地质背景不具特殊性,土壤、水体地质环境与周边南昌地区无明显异常,是否与癌症发病有直接的关系,尚需作进一步的调查研究工作。降尘污染较为严重,污染因子主要为镉,应引起重视。

关键词 土壤; 水体; 降尘; 污染现状评价; 癌症高发区

中图分类号: X14

文献标识码: A

近年来,重庆合川、河南浚县、无锡市崇安区、北京阿苏卫村等地相继报道了“癌症高发村”的新闻,2004年11月《江南都市报》对江西某地“癌症高发区”进行了连续报道,该区自2000年以来,癌症患者17人,其中肝癌6人,胃癌4人,食道癌2人,其它癌症5人,有6人为家族式癌症患者,癌症患者多集中在320国道附近。引起了社会的广泛关注。对致病原因提出了水质、土壤、化工厂污染等种种假说。

为了查明“癌症高发区”的地质环境背景,我们对该地及周边地区地质环境进行了调查,采集了土壤样品、降尘样品、地下(表)水样品,试图查明土壤和大气降尘及地表水、浅层地下水的污染现状,对可能诱发癌症的地质环境背景进行初步评价。

1 地质环境背景

1.1 区域地质背景

调查区位于鄱阳湖断陷盆地西南部,属南昌红盆地的一部分,地质构造较简单,断裂构造不发育。地貌形态类型属红土岗地,海拔标高为40~60 m,岗面微波起伏,岗缘平坦。地表出露为第四系望城岗组红土层,为一套残坡积相堆积物,厚约2~7.8 m。下部多为棕红色、紫红色岩石碎块,往上渐变为风化成熟度较高的棕红、棕黄色网纹状粘土。下伏地层为

^① 收稿日期: 2005-12-14

基金项目: 江西省主要城市环境地质问题调查评价(200412300005)项目资助。

第一作者简介: 马振兴(1956~),男,江西进贤人,高级工程师,从事基础地质、环境地质调查研究工作。

新近系新余组棕红色泥质粉砂岩及泥岩,岩性风化强烈,呈土状或碎块状,风化裂隙发育,软塑—可塑状,稍湿—湿。据区域资料,其厚度为 200~300 m。

1.2 水文地质背景

饮用水源地主要为小型水库和民井。水库位于构造侵蚀低丘岗地,汇水范围小,植被不发育,主要补给源为大气降水和地表渗滤水。干旱季节水库干枯,水量少,水体浑浊,为黄绿色。地下水含水岩组为第四系残坡积层组成,水量贫乏。地下水的补给主要为大气降水,因含水岩组上部为胶结紧密的亚粘土层,补给及渗入条件较差,民井抽水试验,降深 2.0 m,单井涌水量仅为 1.21~10.37 吨/日。地下水位埋深一般为 4~6 m,水质类型为重碳酸钙型,矿化度 0.089~0.231 g/L,pH 值为 6.0,总硬度 16~202。

2 样品采集与测试

土壤样品采集以“癌症高发区”为中心,呈“十”型测制了 2 条土壤剖面,采样深度 15~20 cm,采取土壤样品 12 个,其中表层土壤样 10 个,水底沉积物样 2 个,分析项目为 21 项,主要为重金属 As、Cd、Cr、Cu、Hg、Ni、Pb、Zn 等 8 个元素。降尘样品 1 个,分析项目 21 项。地表水采集为集中式饮用水源地和化工厂下游溪谷,样品 2 个,地下水采集为居民饮用水井,样品 4 个,分析项目为无机污染 21 项,有机污染样品 2 个,分析项目 44 项。

土壤、降尘样品、水体无机部分由地矿部江西省中心实验室测试,主要分析方法为:发射光谱法、原子荧光法、XRF 法、ICP 法、无火焰原子法等。水体有机污染分析为中国地质大学(北京)地质实验中心,分析方法为气相色谱法或气相色谱—质谱联用法。

3 土壤和水体污染评价

3.1 土壤污染现状评价

土壤污染现状评价,采用国家土壤环境质量标准(GB/18407.1-2001,GB15618-1995)作为评价依据,以国家二级标准作为污染起始值,用标准值的 1 倍、2 倍、4 倍划分为轻度污染、中度污染、重度污染的下限值,评价因子主要为 Hg、As、Pb、Cd、Cr、Cu、Ni、Zn 等 8 个重金属元素(表 1)①。

表 1 土壤污染现状评价分级表
Table 1 Classification of the soil pollution

评价因子	安全区	警戒区	轻污染区	中污染区	重污染区
Hg	<0.21	0.21~0.3	0.3~0.6	0.6~1.2	>1.2
As	<40		40~80	80~160	>160
Pb	<100		100~200	200~400	>400
Cd	<0.21		0.3~0.6	0.6~1.2	>1.2
Cr	<150		150~300	300~600	>600
Cu	<50		50~100	100~200	>200
Ni	<40		40~80	80~160	>160
Zn	<200		200~400	400~800	>800

引用标准 土壤环境质量标准(GB/18407.1-2001,GB15618-1995),含量单位:μg/g

土壤环境质量评价采用综合污染指数法
采用尼梅罗污染指数计算公式：

$$P_{综合} = \sqrt{\frac{(P_{imax})^2 + (\overline{P_i})^2}{2}}$$

式中： $P_{综合}$ - 土壤综合污染指数， P_{imax} - 污染物中最大污染指数， $\overline{P_i}$ - 土壤各污染指数平均值， $\overline{P_i} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i$ 。

根据 $P_{综}$ 值，将土壤环境质量划分为清洁区、尚清洁区、轻污染区、中污染区、重污染区五个级别①。

等级划分	综合污染	指数污染等级
I	$P_{综} \leq 1.4$	清洁区
II	$1.4 < P_{综} \leq 2$	尚清洁区
III	$2 < P_{综} \leq 4$	轻污染区
IV	$4 < P_{综} \leq 8$	中污染区
V	$P_{综} > 8$	重污染区

根据上述评价方法，调查区土壤重金属元素除 Ni 元素外，均未超过国家土壤二级标准限制值，属安全区范围。Xj011 和 Xj012 样品中 Ni 含量分别为 53.6 和 52.4 μg/g，达轻度污染级。

土壤环境质量评价结果如表 2，10 个土壤样品综合污染指数均小于 1，属清洁区，有些元素 Ni、Cr、Cu 含量较高，达警戒级。

表 2 土壤综合污染指数评价表

Table 2 Synthetical pollution index assessment of soils

野外编号	污染综合指数	评价	主要污染因子	备注
XJ-1	0.92	清洁区	Ni、Cr、Cu、As	水底沉积物
XJ-2	0.44	清洁区		
XJ-3	0.57	清洁区	Cu、Ni	水底沉积物
XJ-4	0.76	清洁区		
XJ-5	0.41	清洁区	Ni	
XJ-6	0.64	清洁区		
XJ-7	0.37	清洁区	Cr、Ni	
XJ011	0.73	清洁区		
XJ012	0.99	清洁区	Ni、Cr、Cu	
XJ013	0.75	清洁区		
XJ014	0.63	清洁区	Ni、Cu	
XJ015	0.60	清洁区		
XJC01	6.19	中度污染	Cr、Ni	
			Ni	
			Ni	
			Cd、Pb	降尘

水底沉积物污染现状评价，XJ-1 样品为化工厂下游溪谷沉积物，XJ-6 样品为饮用水

① 万方数据 江西南昌地区多目标区域地球化学调查报告 2004

源水库底沉积物,目前国内还缺乏评价的统一标准,本次暂引用《海洋沉积物质量标准》(GB18668-2002)对水底沉积物进行评价。综合污染指数分别为 0.92 和 0.64,属清洁区,但 Ni、Cr、Cu、As、Cd 元素含量较高,达警戒级。

降尘污染现状评价,XJC01 为调查区降尘样品,暂引土壤环境质量标准进行评价。综合污染指数为 6.19,评价结果达中度污染,主要污染因子为 Cd,含量达 $1.81\mu\text{g/g}$,为国家土壤环境质量二级标准值的 6.03 倍,其次为 Pb,含量为 $94.3\mu\text{g/g}$ 。

3.2 水体污染现状评价

地表水环境质量评价,采用国家地表水环境质量Ⅲ类水标准(GB3838-2002),地下水环境质量评价,采用国家地下水质量Ⅲ类水标准(GB/T14848-93)。评价因子为井有条 Cd、Pb、Cu、Mo、 Cr^{6+} 、 NH_4^{+} 、 NO_3^{-} 、 NO_2^{-} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^{-} 、 F^{-} 、Ni、Ba、Co、Zn、Fe、Mn、 CN^{-} 、酚耗氧量、总硬度、溶解固形物共 21 项。评价方法采用中国地质调查局《地下水污染调查评价规范》,单项指标的污染指数计算公式为: $I = \frac{C}{C_0}$ 。地下水环境质量评价首先进行各单项组

分评价,划分组分所属质量类别,确定单项组分评价分值 F_i ,再计算综合评价分值 F , $F = \sqrt{\frac{\overline{F}^2 + F_{\max}^2}{2}}$, $\overline{F} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F_i$ 。

3.2.1 无机污染评价

地表水包括饮用水源地水库地表水和化工厂下游溪谷地表水,前者单项指标污染指数均小于 1,水质未污染,综合污染指数为 2.14,属良好级。后者单项指标污染指数绝大多数小于 1,仅铁、锰分别为 1.56 和 1.13,属轻微污染,综合污染指数为 4.29,属较差级(表 3)。

地下水单项指标污染指数一般小于 1,水质未污染,仅个别样品中硝酸盐和亚硝酸盐及锰超标,达 1.2~1.5 倍,为轻微污染。综合污染指数 3 个样品为 4.26~4.29,属较差级,1 个样品为 0.72,属优良级(表 3)。

表 3 地下(表)水环境质量评价表
Table 3 Divisions of the environmental quality for groundwater(surface water)

野外编号	Σ	平均值	最大值	污染综合指数	评价	超标因子
Xj 水 01	11	0.44	3	2.14	良好	CN、NH ₄
Xj 水 02	22	0.88	6	4.29	较差	NO ₃ ⁻ 、NH ₄ 、Mn
Xj 水 03	15	0.6	6	4.26	较差	NO ₂ ⁻ 、NO ₃ ⁻
Xj 水 04	4	0.16	1	0.72	优良	
Xj 水 05	22	0.88	6	4.29	较差	Fe、Mn
Xj 水 06	16	0.64	6	4.27	较差	NO ₂ ⁻ 、Ba、CN

地表水 Xj 水 01-饮用水源水库,Xj 水 05-化工厂下游溪谷,其余为地下水

3.2.2 有机污染评价

地下水有机污染主要可分为卤代烃污染、单环芳烃污染、有机农药污染及多环芳烃污染等几类。本次有机污染分析样品为 Xj 水 01(饮用水源水库)和 Xj 水 06(化工厂下游地下水民井)。

3.2.3 有机污染检出情况

卤代烃分析项目 7 项,为 1,1-二氯乙烯、三氯甲烷、1,1,1-三氯乙烷、四氯化碳、三氯乙烯、四氯乙烯、二溴甲烷,检出率为 0。

单环芳烃分析项目 7 项,为苯、甲苯、乙苯、对二甲苯、间二甲苯、异丙苯、邻二甲苯,检出率为 0。

有机氯农药分析项目 14 项,为 α -六六六、六氯苯、 β -六六六、 γ -六六六、 δ -六六六、七氯、艾氏剂、七氯环氧、P,P'-DDE、狄氏剂、异狄氏剂、P,P'-DDD、O,P-DDT、P,P'-DDT。仅 α -六六六、P,P'-DDT 检出。Xj 水 01 样品中 α -六六六 0.71ng/L,略高于检出限(0.60ng/L) P,P'-DDT 为 60.40ng/L,为检出限(19.5ng/L)的 3.1 倍,达警戒线范围。

多环芳烃分析项目 16 项,为萘、亚二氢萘、二氢萘、苊、菲、蒽、荧蒽、芘、苯并(a)蒽、屈、苯并(b)荧蒽、苯并(k)荧蒽、苯并(a)芘、茚并(1,2,3)芘、二苯并蒽、苯并(g,h,i)芘。检出情况如表 4。

表 4 多环芳烃检出情况表(单位 ng/L)

Table 4 Occurrence and detection of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons(PAHs)

样品号	萘	亚二氢萘	二氢萘	苊	菲	蒽	荧蒽	芘	苯并(a)蒽	屈	苯并(b)荧蒽
Xj 水 01	0.45×10^3	1.01×10^3	22.77	58.98	11.82	11.26	58.51	37.07	12.18	19.16	
Xj 水 06	11.82	0.60×10^3	ND	20.71	7.66	17.01	8.13	46.57	ND	66.70	
检出限	4.00	2.50	3.00	3.50	2.00	2.00	3.00	5.00	5.00	2.50	

3.2.4 有机污染初步评价

对于有机污染的评价,由于南昌地区有机污染调查刚刚起步,采集的样品较少,有些有机组分未检出,评价标准的选取较为困难。本次评价暂采用检出限和利用南昌市对照值作为评价标准。未污染指各项有机物均未超过对照值,轻污染指有机物至少有一项是对照值的 1 倍以上至 5 倍^①。

调查区卤代烃、单环芳烃未检出,未发生污染;有机氯农药检出 2 项,但含量较低,P,P'-DDT 达警戒线范围;多环芳烃检出 10 项,占检查总数的 62%,但基本未达到南昌地区有机污染的对照值,仅饮用水源地水库样品中萘超过有机污染对照值(83.74 ng/L),达到轻度污染级。

3.3 “癌症高发区”地质环境评估

癌症对人类生命的威胁很大,患病的死亡率仅次于心脏病,位居第二位^[1]。研究表明,约有 80% 的癌症是由环境因素造成的,癌症的分布具有明显的地区性和地带性,有集中高发的现象,与土壤和水体中某些元素的含量有着一定的联系,因此,查明癌症与地质环境的关系,对于生态环境的保护和癌症的防治具有重要的现实意义。

癌症的发生、发展和流行的原因与条件极为复杂,与患者的饮食、生活习性、遗传都存在密切的关系。绝大多数癌症都是由环境因子和机体的遗传物质 DNA(脱氧核糖核酸)长期相互作用的结果。

调查区土壤环境质量较好,属清洁区,且好于周边南昌市区^[2~4]。仅镍元素达轻度污染级,铬、铜、砷、镉元素为警戒级。镍污染主要来源于矿产工业、有色合金以及燃料燃烧等,长期接受镍污染的危害,可以诱发喉癌、肺癌、直肠癌等。但本区镍平均含量为 32 $\mu\text{g/g}$,最高为 53.6 $\mu\text{g/g}$ 与周边土壤地球化学环境基本相同,是否与癌症发病有关尚需作进一步工作。

① 万方数据

何江涛.地下水有机污染机理及环境质量评价方法 2005

区内降尘镉含量达 $1.81 \mu\text{g/g}$,为国家土壤环境质量二级标准值的 6.03 倍 ,单项因子为严重污染。镉是重金属毒性最大的元素之一 ,仅次于汞。主要的污染源为采矿、冶炼和工业“三废”排放。当镉含量达 $0.41 \mu\text{g/g}$ 时 ,对人体健康就有危害 ,摄入过量的镉 ,易诱发食管癌。调查区降尘镉污染源及与农作物、人体健康的关系尚需进一步研究 ,应引起高度重视。

水体无机污染主要为硝酸盐、亚硝酸盐、铁、锰等因子 ,为国标Ⅲ类水的 1.2 ~ 1.5 倍 ,达轻度污染级 ,与周边地区地下水环境质量基本相同 ,不具特殊性 ,目前尚不能证明与癌症发病有直接的关系。

水体有机污染主要检出物为有机氯农药 2 项 ,多环芳烃 10 项。由于某些多环芳烃是最强的致癌物质 ,近年来已引起人们的广泛关注^[5~6]。许多有机污染物对人体健康有严重影响 ,具有致畸、致突变和致癌作用 ,美国饮用水标准与健康咨询(U. S. EPA - 2002)中将 6 种多环芳烃列入 B2 类 ,即动物致癌证据充足 ,但人类致癌证据很不足或无证据^[7~8]。本区检出的多环芳烃除亚二氢萘外 ,均被列入美国环保局优先控制污染物“黑名单”。但由于多环芳烃检出含量较低 ,基本未超过南昌地区有机污染的对照值 ,仅萘达到轻度污染级。是否诱发癌症 ,尚需作医学、农学等其它学科的研究。

调查区的化工厂为 2001 年开工 ,主要生产氯化石蜡和盐酸 ,经对下游溪谷中水底沉积物和地下水采样分析 ,未发现明显的污染。

4 结论与建议

(1) 调查区土壤环境质量较好 ,为清洁区 ,仅镍元素达轻度污染级。地下水质量为较差级 ,外围为优良级。饮用水源地地表水综合评价为较差级 ,有机氯农药检出 2 项 ,多环芳烃检出 10 项 ,为检查总数的 62% ,萘达到轻度污染级。本区区域地质、水文地质背景不具特殊性 ,土壤、水体地质环境与周边南昌地区无明显异常 ,是否与癌症发病有直接的关系 ,尚需作进一步调查研究工作。

(2) 降尘污染较为严重 ,污染因子主要为镉 ,与工业排放和国道上汽车尾气排放有直接关系 ,应引起高度重视。

(3) 癌症的发生、发展和流行的原因与条件极为复杂 ,该区的土壤、水体、大气环境中某些元素超标是否为癌症诱发因素 ,尚需作医学、农学等其他学科研究。

(4) 饮用水源地主要补给源为大气降水和地表渗滤水 ,水库周边环境较差 ,兼为农用及生活洗涤用水 ,已达轻度污染 ,未经处理直接饮用 ,有害健康 ,建议改用新的合格水源。

(5) 本次土壤样品中重金属元素含量较低 ,但粉尘样品中部分重金属元素镉等达严重污染 ,可能与土壤采样深度(15 ~ 20 cm)有一定的关系 ,建议下次工作采集土壤样品的深度为 0 ~ 15 cm ,以查明粉尘样品和土壤样品中重金属元素含量的相关性。

参考文献

[1] 杨忠芳,朱立,陈岳龙编著.现代环境地球化学[M].北京:地质出版社,1999.

[2] 毛大发,鄢新华,刘小兵,等.试论南昌—莲塘一带土壤地球化学特征及其环境质量[J].地质与勘探,2003(3):72-77.

- [3] 鄢新华、张铁林、毛大发,等. 江西南昌—樟树地区土壤汞污染现状评价[J]. 资源调查与环境 2004 增刊 :169-175.
- [4] 毛大发、鄢新华、朱细创,等. 鄱阳湖赣江、抚河入口处底积物地球化学特征与污染现状[J]. 资源调查与环境 2004 增刊(25) :163-168.
- [5] 焦飞、多克辛、王玲玲,等. 河南省主要城市水源水中微量有毒有害有机污染现状调查与研究[J]. 中国环境监测 , 2004 20(2) :5-9.
- [6] 戚爱萍、侯继梅. 济南地区岩溶地下水有机物污染状况调查[J]. 预防医学文献信息 2001 7(6) :637-638.
- [7] 周文敏、傅德黔、孙宗光. 水中优先控制物黑名单[J]. 中国环境监测 ,1990 6(4) :1-3.
- [8] 日本环境署. 土壤和地下水污染调查与防治指南[M]. 东京 :日本地质环境保护中心 ,1999. 中国地质调查局水文地质工程地质技术方法所译 2005.

Present situation and assessment of geological environment of high cancer incidence area in Jiangxi Province

MA Zheng-xin¹ ,TANG Chun-hua¹ ,LIU Hong-ying² ,Liu Xi-yuan¹ ,Yang Yong-ge¹

(1 *Institute of Geological Survey of Jiangxi Province Nanchang 330201 ,China*)

(2 *Nanjing Institute of Geology and Mineral Resources Nanjing 210016 ,China*)

Abstract

The news report of high cancer incidence area in Jiangxi Province aroused the extensive concern of the public. Based on the comprehensive survey and assessment of geological environment of soil ,water body and dust in the area ,we found the area had the better environmental quality of soils only with light degree Ni pollution ,the worse quality of groundwater by contrast with the excellent quality of that in the periphery. The worse quality of drinking water are determined. Two types Organochlorine Pesticides and ten types Polycyclic Aromatic Hydrocarbons(PAHs) in water are found ,in which Naphthalene concentration is up to the light pollution degree. Whether the indistinctive regional geology and hydrogeology setting , the similar geological environment of soil and water body in comparison with those of the periphery related to the cancer incidence directly , need to be confirmed further by researching. The relatively serious dust pollution in which pollution factor is mainly Cd should be recognized.

Key words soil ; water body ; dust ; present pollution assessment ; high cancer incidence area