

# 山东省黄河下游流域地方病 与生态地球化学环境相关性研究

庞绪贵<sup>1</sup> 高宗军<sup>2</sup> 边建朝<sup>3</sup> 王红晋<sup>1</sup> 王 敏<sup>2</sup>

(1. 山东省地质调查院, 山东 济南 250013; 2. 山东科技大学地质科学与工程学院, 山东 青岛 266510;

3. 山东省地方病防治研究所, 山东 济南 250014)

**摘要:**山东省黄河下游流域地氟病、地甲病等地方病严重影响了当地广大居民的身体健康和经济发展。本文通过 4 个县区的地氟病、地甲病以及砷中毒病的调查, 结合相应的生态地球化学环境调查结果, 重点分析了 I、F 和 As 三种致病元素在土壤、饮用水和农作物等介质中的分布状况以及变化规律, 并开展了地方病与生态地球化学环境相关性的综合研究。研究表明地氟病与土壤中氟含量、饮水氟含量具有正相关关系; 饮水碘含量高是导致区内地甲病流行的主要原因; 砷中毒病尚不明确。根据相关性分析结果, 提出了高碘区取消碘盐供应的建议。

**关键词:**地方病调查; 生态地球化学特征; 黄河下游流域; 相关分析

中图分类号: X141; R599

文献标志码: A

文章编号: 1000-3657(2010)03-0824-07

山东省黄河下游流域是山东省地方病种类较多、流行较广泛的地区之一, 如地方性甲状腺肿、地方性氟中毒、克山病、大骨节病等<sup>[1]</sup>。这些地方病的流行, 严重危害着人体的健康。多年来研究结果表明, 地方病的出现主要是由于人体中某些化学元素的缺乏或过剩造成的, 而人体中这些化学元素的缺乏或过剩与地质地球化学环境有着极为密切的关系<sup>[2]</sup>。山东省黄河下游流域生态地球化学调查结果显示, 区内浅层地下水环境污染状况严重, 重金属污染土地集中分布在城市的周边地区, 区内土壤中存在大范围的氟元素轻污染区<sup>[3]</sup>。通过研究区内氟、碘、砷等元素异常的地球化学特征及其与地方病分布的相关性, 可以为保护生态地球化学环境和进行地方病预防和治理提供依据。

## 1 地方病分布特征

为了全面了解和掌握黄河下游流域内的地方病病情现状和危害程度, 2006—2007 年山东省地方病

防治研究所在该区域内进行了一次地方病病情抽样调查。调查以山东省黄河下游流域 1:25 万多目标区域地球化学调查、区域评价成果为基础, 选择菏泽市、济宁市、聊城市和滨州市等地区土壤地球化学调查结果呈现氟、砷大面积异常的县(区)为调查重点, 采用流行病学调查方法, 重点研究区内地方性氟中毒、地甲病、地方性砷中毒的分布及防治状况。

### 1.1 地氟病

山东省属饮水型地方性氟中毒重病区之一<sup>[4]</sup>。选择菏泽市的鄄城县和牡丹区、济宁市的嘉祥县和梁山县、聊城市的莘县和阳谷县、滨州市的博兴县和滨城区、东营市的广饶县为调查点, 对调查范围内地氟病村的饮水氟浓度进行筛查。调查区内地氟病村饮水为浅层地下水, 埋深一般在 8~15 m; 在调查的地氟病村中, 多为分散式供水。对黄河下游流域饮水氟浓度筛查的 9 个县中, 饮水的水氟均值 >1.00 mg/L 的村有 1155 个, 占 65.59%, 说明目前尚有近 2/3 的村饮水水氟超过生活饮用水卫生标准(GB 5749-2006)。

收稿日期: 2010-03-05; 改回日期: 2010-04-10

基金项目: 中国地质调查局“山东省黄河下游流域生态地球化学调查”项目(1212010310306)资助。

作者简介: 庞绪贵, 男, 1962 年生, 研究员, 从事地球物理地球化学勘查与研究; E-mail: pangxugui@sohu.com。

凡进行了改水降氟工程建设的村均为小型集中式供水。本次对 682 处改水工程进行了饮水氟含量检测,发现水氟均值 $>1.00\text{ mg/L}$ 的工程 180 处,占 26.39%。根据新的生活饮用水卫生标准(GB 5749-2006),“农村小型集中式供水和分散式供水部分水质指标及限值”氟为  $1.2\text{ mg/L}$ ,据此分散式供水的水氟超标率大于 50%,集中式供水的改水工程的水氟超标率近 20%,水氟超标率现象仍较严重,表明其地方性氟中毒的流行尚未得到有效控制。

对郓城、嘉祥和博兴 3 县部分病村 8~12 岁儿童进行氟斑牙检查,郓城和嘉祥儿童氟斑牙检出率均大于 65%,氟斑牙指数大于 1.00,博兴县的儿童氟斑牙检出率高达 90.70%,氟斑牙指数为 2.15。氟斑牙指数是定量反映一个地区氟斑牙流行强度的指标,指数在 0.6~1.0 为轻度流行,1.0~2.0 为中等流行,2.0~3.0 为较显著流行。调查结果表明郓城和嘉祥属于中等流行病区,而博兴已达较显著流行病区。随机抽取了 401 名儿童进行尿氟检测,结果显示,有 90% 以上的儿童尿氟在  $1.50\text{ mg/L}$  以上,最高值达  $14.60\text{ mg/L}$ ,表明 3 个县的儿童仍在遭受高氟的危害。

对郓城、嘉祥和博兴 3 县部分病村 30 岁以上成人进行了临床和 X 线摄片氟骨症检查,氟骨症临床检出率近 40%。同时,按年龄分层随机抽取 579 名 30 岁以上成人进行的尿氟检测,结果显示 92% 以上的成人尿氟在  $1.50\text{ mg/L}$  以上,最高值达  $17.99\text{ mg/L}$ 。人体尿氟含量高、低是地方性氟中毒强、弱的重要指标之一<sup>[5]</sup>,调查结果表明 3 个县的地方性氟中毒病情比较严重。

## 1.2 地甲病

对郓城、嘉祥、东昌府、博兴 4 县(区)所有 66 个乡镇(镇)进行高碘水源调查,结果有 32 个乡镇(镇)属高碘区,占乡(镇)总数的 48.5%,其中水碘含量 $>300\text{ }\mu\text{g/L}$ 的乡(镇)占 19.7%。对 4 县(区)15 个饮水含碘量均值介于  $150\sim 300\text{ }\mu\text{g/L}$  的乡、镇中 8~10 岁儿童进行了尿碘和体征检查,结果所有被调查乡(镇)儿童甲肿率都大于 5%。以《水源性高碘地区和地方性高碘甲状腺肿病区的划定》(GB/T 19380-2003)为高碘地区(病区)的划定依据,同时参照“三项指标不一致时以 8~10 岁儿童甲肿率为主”的判定原则,4 县(区)共有 28 个乡镇被划为地方性高碘甲状腺肿病区,高碘地甲病危害严重。

## 1.3 地方性砷中毒

在郓城、嘉祥、东昌府、博兴 4 个县(区)筛查水样 4765 份,其中 23 份水样含砷量大于  $0.01\text{ mg/L}$ ,分布在东昌府、郓城、嘉祥 3 个县(区);山东省地方病防治研究所进一步调查居民 13032 名,检查出可疑地砷病患者 11 人。表明上述县(区)存在水砷超标地区和疑似砷中毒患者,需对该地区进行进一步的水砷筛查和流行病学调查。

# 2 调查区生态地球化学特征

## 2.1 表层土壤中元素含量特征

土壤是元素在地理环境中循环的一个重要的中间介质。土壤中微量元素的含量直接制约着各种地方病的发生和发展<sup>[6]</sup>。黄河下游地方病的流行病学调查涉及的郓城县、嘉祥县和博兴县等地区表层土壤元素含量特征可以利用山东省黄河下游流域内 1:25 万多目标区域地球化学调查结果进行分析。该区内的多目标区域地球化学调查开始于 2003 年,表层土壤采样密度为 1 个点/ $\text{km}^2$ ,以网格化采样方式进行。采样时去除表层杂物,垂直采集地表至 20 cm 深的土壤。所有土壤样品测试依据中国地质调查局地质调查技术标准《多目标区域地球化学调查规范(1:250000)》(DD2005-01)分析 54 项元素指标。所有测试严格按照国家行业标准进行检验分析,其分析质量和精度均符合要求。

利用 1:250000 多目标区域地球化学调查结果,对地方病调查区内表层土壤中进行地球化学参数统计,结果如表 1 所示。从表中可以看出,调查区表层土壤中氟含量均高于山东省黄河下游流域氟的背景值和山东省氟的背景值,说明调查区表层土壤中氟的地质背景偏高;碘含量略高于山东省黄河下游流域碘的背景值,低于山东省碘的背景值;砷含量普遍较低,基本与山东省黄河下游流域砷的背景值相当,略高于山东省砷的背景值,但均低于土壤质量标准中 I 类土壤的上限( $15\times 10^{-6}$ ),说明表层土壤中砷的地质背景较低,整体土壤质量状况良好,仅局部地段达到 II 类土壤。

## 2.2 饮用水元素含量特征

区内饮用水中 F、I 元素的含量统计结果如表 2 所示。如前所述,调查显示区内饮用水氟含量远高于山东省黄河下游流域水氟背景值<sup>①</sup>,大部分地区饮用

①山东省地质调查院.山东省黄河下游流域多目标区域地球化学调查报告(1:250000),2006 年。

表 1 调查区表层土壤氟、碘、砷含量统计表  
Table 1 Statistics of F, I and As content of topsoil in the investigation area

地方病	地区	实测数据				山东省黄河下游流域背景值	山东省背景值
		变化范围	变异系数	标准离差	平均值		
地方性氟中毒病	郓城	356~958	0.17	98.5	589.5	554	506
	嘉祥	391~958	0.19	102	622.7		
	博兴	412~868	0.16	1.52	626.8		
地甲病	郓城	0.56~6.44	0.42	0.86	2.05	1.77	3.04
	嘉祥	0.89~5.71	0.41	0.94	2.30		
	东昌府	0.89~4.38	0.30	0.63	2.12		
	博兴	0.63~3.57	0.25	0.47	1.92		
地方性砷中毒病	郓城	5.40~20.5	0.22	2.57	11.7	10.3	9.30
	嘉祥	2.50~22.6	0.28	3.56	12.9		
	东昌府	1.90~42.0	0.23	2.61	11.0		
	博兴	4.30~22.3	0.31	3.73	12.2		

注:表层土壤氟、碘、砷含量单位为 10<sup>-6</sup>,土壤样品件数:郓城 411 件,嘉祥 242 件,东昌府 310 件,博兴 229 件。

表 2 调查区饮用水中氟、碘含量统计表  
Table 2 Statistics of F and I content of potable water in the investigation area

元素	地区	实测数据				背景值 <sup>①</sup>
		变化范围	变异系数	标准离差	平均值	
F	郓城	0.18~2.75	0.60	0.99	1.65	0.45
	嘉祥	0.21~7.03	0.60	1.04	1.73	
	博兴	0.24~5.85	0.74	1.52	2.05	
I	郓城	38.1~1848	0.65	228	353	129
	嘉祥	1.59~616	1.56	115	73.4	
	东昌府	5.47~349	0.66	86	130	
	博兴	2.18~336	0.96	103	108	

注:饮用水 F 含量单位为 mg/L,I 含量单位为  $\mu$ g/L。

水氟含量大于 1 mg/L,仅局部地段符合生活饮用水卫生标准(GB 5749-2006)。

4 县区水碘含量检测结果有所差异,其中郓城县饮用水碘含量远高于 4 县区水碘背景值,也高于被认为高碘水含量的临界值 150  $\mu$ g/L。其余 3 县(区)饮用水碘含量低于高碘水含量的临界值 150  $\mu$ g/L。

郓城、嘉祥、东昌府、博兴 4 县(区)各地饮用水砷检出率低,一般不超过 30%,而且检出数据一般也小于 0.01 mg/L,符合生活饮用水卫生标准(GB

5749-2006)对饮用水安全性的要求。

3 地方病与生态地球化学环境相关性

生态地球化学是在全国多目标区域地球化学调查构建的平台上,基于地球系统观点研究物质循环规律及其生态效应的科学<sup>[7]</sup>。生态地球化学依据元素地球化学循环原理,研究土壤圈元素分布特征、赋存状态及在地球系统中的迁移转化规律和生态环境之间的关系。本次研究重点放在土壤-水-农作物之间的元素含量关系的分析上。

3.1 地方性氟中毒病

通过对黄河下游流域的郓城县、嘉祥县和博兴县表层土壤中氟含量分布特征、饮用水氟含量分布特征的对比分析发现,郓城、嘉祥和博兴 3 县均表现为博兴县氟含量最高,嘉祥县次之,郓城县最低的规律。与其对应,郓城、嘉祥和博兴 3 县 8~12 岁儿童氟斑牙总检出率、氟斑牙指数、尿氟平均值和成人氟骨症临床检出率、X 线检出率、尿氟平均值等地氟病指标也表现为博兴县最严重,嘉祥县次之,郓城县最轻,上述特征说明表层土壤中高氟含量、饮水氟含量与地方性氟中毒关系密切。

为了进一步分析其相关程度,本次研究进一步选择其中的病区乡镇对表层土壤、深层土壤、饮用

①山东省地质调查院.山东省黄河下游流域多目标区域地球化学调查报告(1:250000),2006 年.

表 3 环境与尿氟相关系数  
Table 3 Correlation coefficients between environment and uric fluorine

	儿童尿氟	成人尿氟
表层土壤	0.816	0.921
深层土壤	0.884	0.758
饮用水	0.624	0.346
根系土	0.950	0.995
麦粒	-0.682	-0.823
玉米粒	-0.452	-0.633

水、农作物及根系土中氟含量与人体尿氟含量的相关系数进行计算,结果(表 3)显示,在 0.01 显著性检验水平上,人体尿氟含量与表层土壤中氟含量及农作物根系土呈显著正相关,深层土壤中氟的含量也具有很好的相关性,只是相关系数略低一些;儿童尿氟含量与饮用水氟含量呈显著相关,成人尿氟与饮用水氟相关性相对较弱,成人尿氟和儿童尿氟含量与麦粒和玉米粒中的氟含量呈负相关。总体而言调查区土壤氟含量、饮用水氟含量与地方性氟中毒病具有很好的正相关关系。

对研究区村儿童尿氟含量与饮用水氟含量进行拟合(图 1),可以得到如下关系式:

Y=0.37X+2.32

(1)

尿氟水平是评估氟摄入量的常用替代指标,也

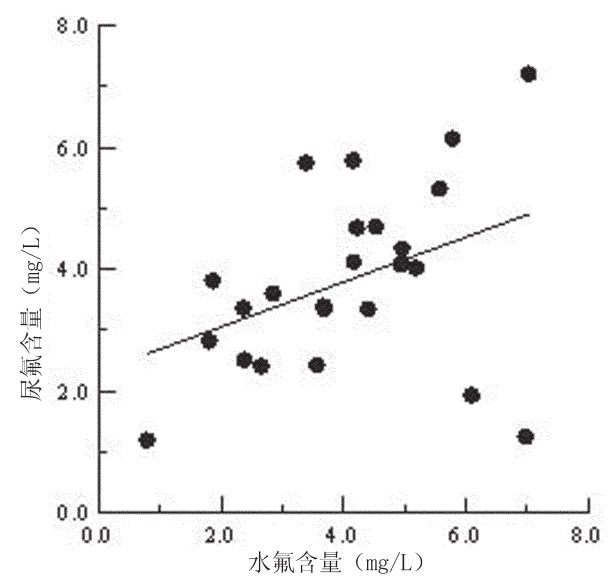


图 1 儿童尿氟与饮用水氟含量的关系  
Fig.1 Scatter plot between the content of fluoride in drinking water and that in children's urine

是评价地方性氟中毒病轻重的主要指标之一,尿氟与氟的相关性从侧面证明了饮水氟含量与地方性氟中毒相关。而成人尿氟与氟相关性较低,说明成人氟的摄入来源更具多样性,饮用水只是其主要因素而已。成人尿氟和儿童尿氟含量与麦粒和玉米粒中的氟含量呈负相关,一方面由于食物来源的多样性,另一方面说明人体中的氟也不是通过饮食作为唯一途径进入的,水、食物、空气等均是人类摄入氟的途径。

3.2 地甲病

通过对黄河下游流域的郓城、嘉祥、东昌府、博兴 4 县(区)表层土壤中碘含量分布特征对比分析,4 县(区)中嘉祥县表层土壤中碘含量最高,东昌府区和郓城县次之,博兴县最低,但相差不是很大。而人体尿碘平均值与表层土壤中碘含量平均值的高、低变化对应较差,说明表层土壤中碘含量与人体尿碘含量相关性较差。而饮用水碘含量高低与人体尿碘含量高低、甲状腺容积大小对应较好,饮用水碘含量高,人体尿碘含量则高,甲状腺容积增大;反之相反,说明随着饮用水碘含量的增加,地甲病症逐步加重,两者具有非常好的相关性。

通过表层土壤、深层土壤、饮用水与人体尿中碘含量的相关性进行分析(表 4)。可以看出,人体尿碘含量与表层土壤、深层土壤中碘的含量基本没有相关性,而与水碘存在较好的正相关关系,进一步证明了碘摄入主要来自饮用水。综合分析,土壤中的碘含量高低与地甲病基本关系不大,但饮水碘含量与地甲病具有较强的相关关系。

通过博兴、嘉祥、郓城和东昌府 4 县的 15 个乡镇水碘与尿碘散点图(图 2)进行拟合可以得到如下相关关系:

Y=4.96X+294.17

(2)

3.3 地方性砷中毒病

国内外资料研究表明,高砷环境会造成人群砷中毒流行,特别是饮用砷含量高的水会导致砷中毒<sup>[8]</sup>。黄河下游流域郓城、嘉祥、东昌府、博兴 4 县(区)表

表 4 土壤碘、水碘与尿碘相关系数  
Table 4 Correlation coefficients between environment and uric iodine

	表层土壤	深层土壤	水碘
人体尿碘	-0.10	0.18	0.656



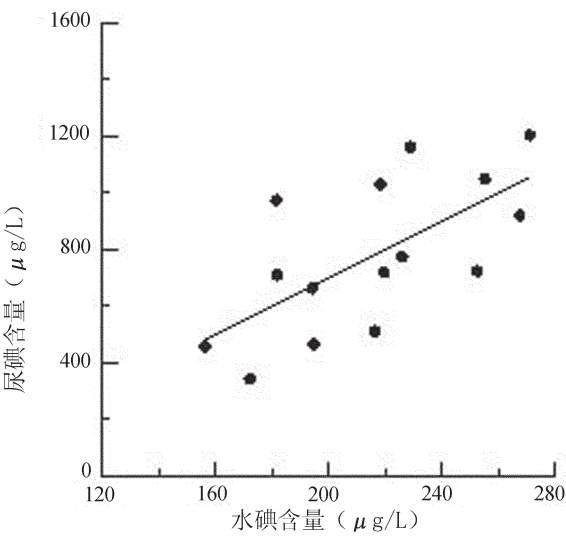


图 2 尿碘含量与饮用水碘含量散点图  
Fig.2 Scatter plot between the content of iodine in drinking water and that in urine

层土壤、饮用水碘含量和高碘水源筛查及受威胁人口碘中毒流行病学调查结果表明，黄河下游流域表层土壤中碘含量在大部分地区低于  $15.0\times10^{-6}$ ，按国家土壤质量标准评价大部分地区土壤为Ⅰ类土壤；研究区多数地区井水碘含量符合《生活饮用水卫生标准》的限制性规定，仅局部地段超标。因此笔者认

为，基本不存在地方性碘中毒病情，饮用水碘的安全性较高。

4 讨 论

如前所述，土壤氟含量与农作物之间的相关性较好，但是与饮用水的相关性较差，应该与地下水的形成及其水化学组分的形成、演化有关。饮水氟浓度调查的病村主要饮用水源为埋深在 8~15 m 以下的地下水。由于黄河下游地区以平原地貌为主，沉积了大范围的黄河沉积物，成分以细砂和粗粉粒为主，浅层地下水通常属于入渗-蒸发动态类型，地下水运动以垂向交替为主。在这样的水文地质条件下，地下水通过淋溶、解吸、蒸发浓缩、盐分积累等作用逐渐形成了高氟地下水。其中关键的水文地球化学作用有 3 种，即水-岩系统氟元素的相互转换作用、氟在地下水中运输作用以及氟以阴离子和复杂络合物在地下水中的聚集作用。相关研究认为浅层地下水以吸附性氟为物源，在地形、蒸发力、分散系沉积物、地下水埋深等贡献性要素搭配下，通过蒸发浓缩作用形成<sup>[9]</sup>。定量分析表明氟的富集主要与 pH 值、矿化度、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  含量有关<sup>[10]</sup>。

图 3 及图 4 分别给出了地氟病最为严重的博兴县和碘含量最高的郓城县土壤及饮用水氟含量、碘

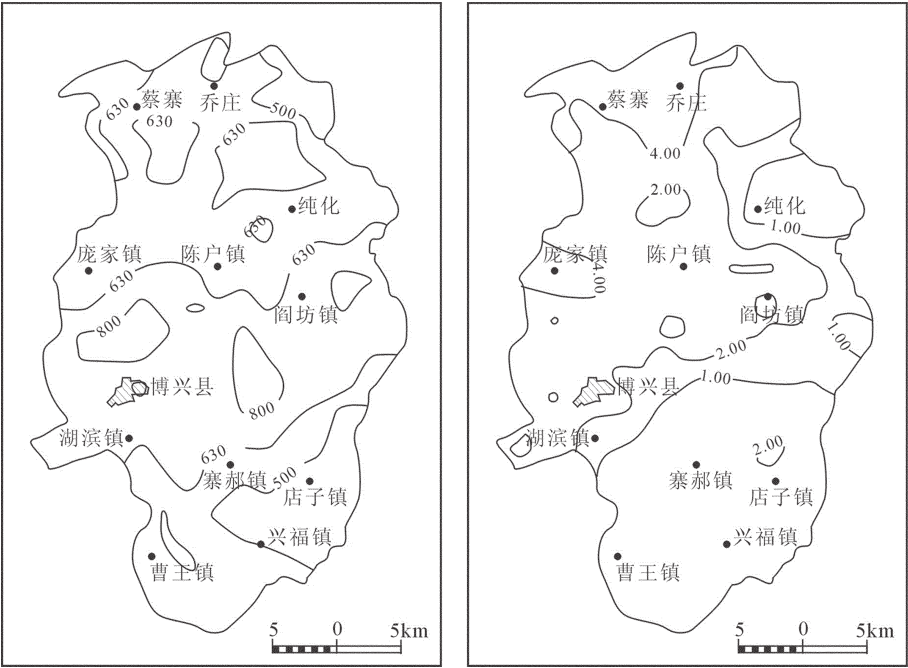


图 3 博兴县土壤(左)及饮用水(右)氟分布图  
Fig.3 Fluorine distribution of topsoil (left) and potable water (right) in Boxing County

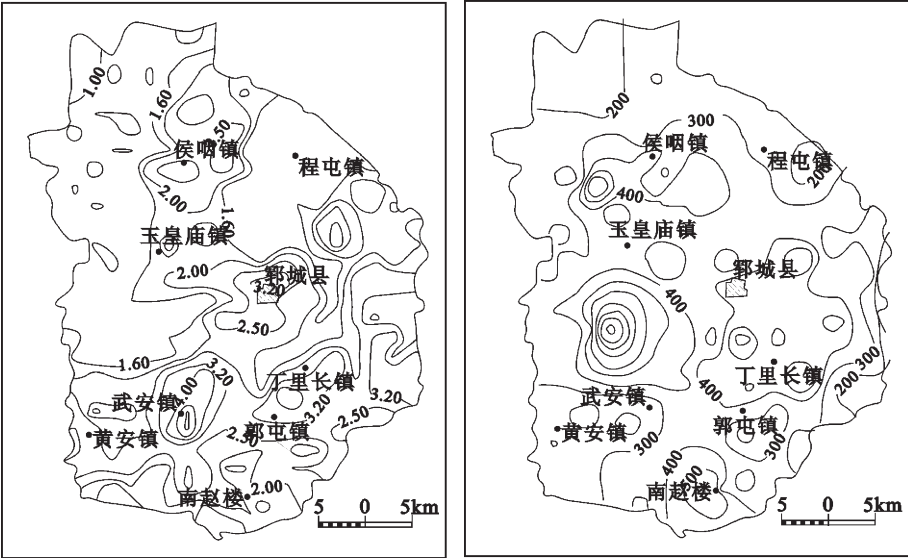


图 4 郓城县土壤(左)及饮用水(右)碘分布图

Fig.4 Iodine distribution of topsoil (left) and potable water (right) in Yuncheng County

含量分布情况，可以看出它们空间分布上存在显著差异。

调查显示,博兴县的地氟病在北部强于南部,郓城县地甲病的发病情况是在北部较轻,即地方病发病情况与饮用水中的含量的关系较与土壤及农作物中的含量的关系更为密切。这种差异性,进一步说明了饮用水对两种地方病的控制作用大于土壤、农作物的事实。所以今后的防治工作仍然要以饮用水改良为主要措施,兼顾其他相应的措施。

5 建 议

通过对山东省黄河下游流域典型区域的地方病调查,表明这些地区环境中存在较严重的高氟、高碘现象,局部也显现出存在高砷地段,由此造成地方性氟中毒(氟斑牙、氟骨症)和高碘甲状腺肿的流行,同时也可能有地方性砷中毒的流行。这对控制地方病的蔓延,最终控制和消灭地方病,为该地区人民健康和社会经济发展做出重要贡献。因此,应扩大调查研究范围,更好地服务于全省地方病的控制研究。

本次研究表明研究区内地方病与饮用水关系密切,因此实施改水工程十分必要。改水工程要以现代水文地质理论为指导,开展详细的水文地质勘查,找准开采含水层,确保饮水质量,同时应加强对于改水工程的规划、管理与监督,避免盲目改水或改水工程

的质量问题导致新的病村产生。

高碘水源调查和土壤中碘含量、饮水碘含量、儿童尿碘含量、儿童甲状腺容积、儿童甲肿率等指标的对比分析研究表明,这些地区地质环境中碘含量高,已被划为地方性高碘甲状腺肿病区。因此,至少在这些地区不应再推广食用加碘盐,这一点应引起有关部门的高度重视。

参考文献(References):

[1] 孙殿军. 中国地方病病情与防治进展 [J]. 疾病控制杂志, 2002, 6 (2):97-99.  
Sun Dianjun. The progress on the state and prevention of endemic disease in China [J]. Chinese Journal of Disease Control & Prevention, 2002, 6(2):97-99(in Chinese with English abstract).

[2] 曲蛟, 丛俏, 蔡艳荣, 等. 地球化学环境与地方病 [J]. 锦州医学院学报(社会科学版), 2004, 2(2):28-31.  
Qu Jiao, Cong Qiao, Cai Yanrong, et al. About geochemistry environment and endemic disease [J]. Journal of Jinzhou Medical College (Social Science Editio), 2004, 2(2):28-31(in Chinese with English abstract).

[3] 王世进, 庞绪贵, 战金城. 山东省黄河下游流域生态地球化学调查主要成果[J]. 山东国土资源, 2008, 24(11):21-25.  
Wang Shijin, Pang Xugui, Zhan Jincheng. Major achievements gained in ecological and geochemical survey in the Lower Reach of the Yellow River in Shandong Province [J]. Land and Resources in Shandong Province, 2008, 24 (11):21-25 (in Chinese with English abstract).

- [4] 陈培忠, 云中杰, 边建朝, 等. 山东省 2007 年地方性氟中毒流行现状调查[J]. 中国地方病防治杂志, 2009, 24(2):126-128.  
Chen Peizhong, Yun Zhongjie, Bian Jianchao, et al. Investigation on prevalent status of endemic fluorosis of Shandong Province in 2007 [J]. Chinese Journal of Control of Endemic Diseases, 2009, 24 (2):126-128(in Chinese with English abstract).
- [5] 陈华英, 詹玉亭. 安溪县光德村地氟病区生态地球化学特征[J]. 物探与化探, 2009, 33(1):77-79.  
Chen Huaying, Zhan Yuting. Ecogeochemical features of epidemic fluorosis areas in Guangde Village of Anxi County[J]. Geophysical & Geochemical Exploration, 2009, 33 (1):77-79 (in Chinese with English abstract).
- [6] 罗卫, 黄满湘. 地质环境与地方病[J]. 地质灾害与环境保护, 2004, 15(4):1-4.  
Luo Wei, Huang Manxiang. Geological environment and endemic diseases [J]. Journal of Geological Hazards and Environment Preservation, 2004, 15(4):1-4(in Chinese with English abstract).
- [7] 奚小环. 生态地球化学:从调查实践到应用理论的系统工程[J]. 地学前缘, 2008, 15(5):1-8.  
Xi Xiaohuan. Ecological geochemistry: from a geochemical survey to an applied theory[J]. Earth Science Frontiers, 2008,15(5):1-8(in Chinese with English abstract).
- [8] 赵伦山, 武胜, 周继华, 等. 大同盆地砷、氟中毒地方病生态地球化学研究[J]. 地学前缘, 2007, 14(2):225-235.  
Zhao Lunshan, Wu Sheng, Zhou Jihua, et al. Eco-geochemical investigation on the endemic As and F poisoning in Datong Basin[J]. Earth Science Frontiers, 2007,14 (2):225-235 (in Chinese with English abstract).
- [9] 任福弘, 曾溅辉, 刘文生, 等. 高氟地下水的水文地球化学环境及氟的赋存形式与地氟病患病率的关系——以华北平原为例[J]. 地球学报——中国地质科学院院报, 1996, 17(1):85-97.  
Ren Fuhong, Zeng Jianhui, Liu Wensheng, et al. Hydrogeochemical Environment of High Fluorine Groundwater and the Relation between the Speciation of Fluorine and the Diseased Ratio of Endemic Fluorosis—A Case Study of the North China Plain [J]. Acta Geoscientia Sinica; Bulletin of the Chinese Academy of Geological Sciences, 1996, 17(1):85-97(in Chinese with English abstract).
- [10] 鲁孟胜, 吴恩江, 李明建. 鲁西南浅层高氟地下水成因的水文地球化学研究[J]. 煤田地质与勘探, 2001, 29(5):76-80.  
Lu Mengsheng, Wu Enjiang, Li Mingjian. Study on the hydrogeochemistry genesis of high fluorine shallow -bed groundwater in southwestern Shandong Province[J]. Coal Geology & Exploration, 2001, 29 (5):76-80 (in Chinese with English abstract).

## The correlation between endemic diseases and eco-geochemical environment in the lower Yellow River basin, Shandong Province

PANG Xu-Gui<sup>1</sup>, BIAN Jian-Chao<sup>2</sup>, GAO Zong-Jun<sup>3</sup>, WANG Hong-Jin<sup>1</sup>, WANG Min<sup>3</sup>

(1. Shandong Institute of Geological Survey, Jinan 250013, Shandong, China; 2. Shandong Institute of Prevention and Treatment of Endemic Disease, Jinan 250014, Shandong, China; 3. College of Geosciences and Engineering, Shandong University of Science and Technology, Qingdao 266510, Shandong, China)

**Abstract:** Endemic diseases in the lower Yellow River basin of Shandong Province, such as epidemic fluorine disease and endemic goiter, have impaired human health and economic development. Based on an investigation of the epidemic fluorine disease, endemic goiter and endemic arseniasis in four counties, in combination with the result of the eco-geochemical environment investigation, the authors studied the distribution and transformation of fluorine, iodine and arsenic in soils, potable water and crops. A comprehensive analysis of the relationship between eco-geochemical characteristics and endemic diseases was carried out. The results suggest that the epidemic fluorine disease has high positive correlation with fluorine content in soil and water. High content of iodine in water is the main cause of endemic goiter. The cause of endemic arseniasis remains unclear. According to the result of correlation analysis, this paper suggests canceling the supply of iodized salt in the high iodine area.  
**Key words:** endemic disease investigation; eco-geochemical characteristics; lower Yellow River basin; correlation analysis

**About the first author:** PANG Xu-gui, male, born in 1962, senior researcher, engages in geophysical and geochemical exploration and study; E-mail: pangxugui@sohu.com.