

龙门山主要水系中铀含量分布特征

侯赟¹⁾, 施泽明^{1,2)}

1) 成都理工大学地球科学学院, 成都, 610059; 2) 地学核技术四川省重点实验室, 成都, 610059

天然放射性元素广泛存在于自然界中。稀土矿、铅锌矿、煤矿、磷矿等伴生放射性矿在开采、冶炼、加工和利用过程中, 伴生矿中的天然放射性物质也将迁移进入环境, 将对环境造成一定程度的放射性污染。

沱江、岷江、嘉陵江流域均发源于龙门山地区, 水体深受其地区自然环境和人类活动影响。三江流域各水系沿岸有多处正在开采的磷矿矿山, 并有多家磷矿石加工厂、磷肥制造厂和其他化工厂。由于磷矿石中存在高含量的重金属元素, 包括放射性铀元素, 不论是矿山开采、矿石加工, 还是磷肥等副产品的生产使用, 都会对附近河流造成污染(张利成等, 2001; 帅震清等, 2001)。水环境污染使水质恶化, 饮用水源质量普遍下降, 放射性环境质量降低, 人们所受照射剂量增加, 均会威胁人体健康(苗德志等, 2007; 郑美扬等, 2010)。天然水源中铀含量是水源是否受天然放射性核素污染的一个信号(吴锦海等, 1999)。监测水源中铀含量变化, 是评估污染源对环境造成的影响、保护环境、了解人为因素改变环境的重要手段。

针对龙门山主要水系采集了大量的水样样品, 分析结果显示了龙门山地区主要水系的铀元素分布特征及其影响因素。

1 研究区概况

整个龙门山地区地质构造复杂, 成矿条件有利, 区内矿产资源丰富, 有 30 个矿种, 其中金属矿 7 种, 共有矿产地 326 处, 其中大型矿 52 处, 中型矿 94 处, 小型矿 73 处, 矿点 105 处, 主要包含的矿种有磷矿、煤矿、金矿、铜矿、铅锌矿、铝土矿、硫铁矿、石灰岩和白云岩等, 其中以磷矿、煤矿和金矿规模大, 分布广(王磊等,

2007; 孙洁等, 2009)。

磷矿石作为铀的重要潜在来源, 除富含 P 元素外, 还存在高含量的 Cd、Pb、As、Hg、Th、U、Fe、S。随着磷矿的开采, 堆积的废石、尾矿渣遭受雨水的淋溶作用, 其中大部分重金属元素溶入雨水中, 最终进入河流(施泽明等, 2010)。湿法制磷的中间产物磷石膏在我国并没有得到很好的处理和利用, 多数是作为废弃物堆放在一起(王乐亮, 1997)。磷石膏长期的堆放不仅占用空间, 而且随着雨水的淋溶, 有一部分化学物质被淋溶出来, 渗入地下污染地下水。随着磷矿石制成的磷酸、磷肥等产品使用, 放射性核素通过施肥、淋滤、风化等作用进入环境中(夏元初, 1981)。不仅造成土壤环境、水环境中放射性元素含量增加、放射性增强, 还会通过植物根系吸收从而进入生物圈, 通过食物链在各种生物间积累转移, 甚至进入人体内。

2 样品采集与结果分析

沿龙门山地区主要水系并结合当地的生产生活情况, 选取合适位置在其上、中、下游分别布点, 采取河水样品, 通过 ICP-MS 测试分析所得数据, 将岷江、沱江、嘉陵江水中的铀元素含量作统计, 得出表 1。

由表 1 可见, 对于水中铀元素而言, 各流域其铀含量平均值大小比较则是嘉陵江>沱江>岷江, 且均大于天然河水中铀元素含量平均值 0.6 $\mu\text{g/L}$ (A.H. 托卡列夫, 1960); 各流域中的主要水系铀元素含量平均值对比, 沱江流域中则是绵远河>石亭江>湔江, 岷江流域中则是大渡河>文锦江>岷江, 嘉陵江流域中则是涪江>嘉陵江。

表 1 三大流域水中放射性元素含量统计

水系名称	样品数	U ($\mu\text{g/L}$)
------	-----	-----------------------

注: 本文为国家自然科学基金资助项目(编号 41373120)的成果。

收稿日期: 2015-02-13; 改回日期: 2015-03-02; 责任编辑: 章雨旭。

作者简介: 侯赟, 女, 1990 年生, 硕士研究生, 从事环境地球化学方向研究。Email: 303321020@qq.com。通讯作者: 施泽明, Email: shizm@cdu.edu.cn。

		最小	最大	平均
绵远河	n=13	1.135	2.356	1.905
石亭江	n=15	0.403	1.308	0.788
湔江	n=10	0.239	1.184	0.514
沱江流域	n=38	0.239	2.356	1.098
文锦江	n=11	0.393	1.109	0.602
岷江	n=10	0.487	0.852	0.546
大渡河	n=22	0.550	1.840	1.261
岷江流域	n=43	0.393	1.840	0.926
涪江	n=43	0.950	2.620	1.689
嘉陵江	n=18	0.911	2.728	1.502
嘉陵江流域	n=61	0.911	2.728	1.634

据前人研究所得,世界平均河流铀浓度为 $0.51\mu\text{g/L}$ (Chabaux F, et al, 2001),世界平均海水 U 浓度 $3.3\mu\text{g/L}$ (Palmer M R, 1993),密西西比河 U 含量范围为 $0.4\text{--}1.3\mu\text{g/L}$,红河中 U 含量变化范围为 $0.6\text{--}1.2\mu\text{g/L}$ (M. R. Scott, et al, 1987)。因此,岷江、沱江、嘉陵江水中的铀元素含量均高于世界平均河流铀浓度,低于世界平均海水 U 浓度。

3 龙门山主要水系铀元素物源探讨

沱江流域所在区域有什邡市红白镇金河磷矿,绵竹市金花、天池、清平等重点磷矿开采区,多家磷矿及磷化工企业。采集该地区磷矿石、围岩及磷肥等副产品样品,测试分析发现其中放射性元素 U 含量很高。矿山开发、化工企业生产及磷肥的施用,均会导致大量的有毒有害物质进入周边环境。在矿山开发区、磷矿副产品生产化工厂等地附近,沱江流域流经的各水系中铀元素含量均出现不同程度的富集,说明了该区域人为活动对水系的影响。

岷江流域矿山分布众多,且矿种不一,很难从单一矿种分析出是否导致其流域水系中放射性元素含量增多。但根据岷江流域各水系中铀元素的含量分布特征不难发现,在矿山、尾矿附近,水系中铀含量出现高值,则还是可以认为岷江流域多家矿山的开发是岷江流域各水系中铀元素的来源之一。

嘉陵江流域域内矿产分布有三叠系须家河组煤矿、水泥灰岩、金矿。涪江沿岸的小型铁锰矿及多个小型砂金矿,使得涪江中铀元素含量增多。

4 结语

结果显示,磷矿、煤矿区附近水系中 U 元素含

量出现异常高值,且龙门山地区主要水系铀含量平均值均大于天然河水中铀元素含量平均值。通过龙门山地区矿产分布与主要水系放射性元素含量分布特征对比发现,煤矿、磷矿开发区是水系中铀元素的主要来源,其中影响最大的流域分别是嘉陵江流域和沱江流域。

参 考 文 献 / References

- 苗德志,李松梧. 2007. 谈淡化肥对水体的污染及其防治. 农业环境与发展, 2:58-60.
- 施泽明,倪师军,张成江,郑林,裴云倩. 2010. 龙门山地区磷矿开采和加工过程中放射性环境问题. 矿床地质, 29(S1): 809-810.
- 帅震清,温维辉,赵亚民,赵永明,张利成. 2001. 伴生放射性矿物资源开发利用中放射性污染现状与对策研究. 辐射防护通讯, 21(1):3-7.
- 孙洁,倪师军,施泽明,张成江,徐进勇,郑林. 2009. 岷江中游水系沉积物重金属的潜在生态风险评价. 中国水运, 9(11):154-156.
- 王乐亮. 1997. 磷石膏与磷石膏制得的水泥放射性问题. 中国建材科技, 6(1):42-45.
- 王磊,唐文春,秦兵,任利民,龚敏,闭向阳,马振东. 2007. 四川龙门山地区磷矿、煤矿开采对水系沉积物 Cd 等元素影响调查. 地质科技情报, 26(6):36-41.
- 吴锦海,汪铭侠,王力,王凤仙. 1999. 1986-1997 年上海天然水源中铀含量检测分析. 中华放射医学与防护杂志, 19(5):361-362.
- 夏元初,查永如,刘国范. 1981. 磷矿石中天然放射性核素对环境的污染及其卫生学评价. 国外医学(放射医学分册), 4:197-202.
- 张利成,白丽娜,王灵秀. 2001. 白云鄂博矿开发利用中放射性废渣对环境的污染及防治. 污染治理, 13(1):39-43.
- 郑美扬,樊军芳,闻伟峰. 2010. 磷矿和磷肥中放射性核素迁移及其防护. 核电子学与探测技术, 30(12):1641-1644.
- A.H.托卡列夫, A.B.谢尔巴科夫. 1960. 放射性水文地质学. 沈照理, 等. 译. 北京:地质出版社.
- Chabaux F, Riotta J, Clauer N, Lanord C H. 2001. Isotopic tracing of the dissolved U fluxes of Himalayan river: Implications for present and past U budgets of the Ganges- Brahmaputra system. Geochimica et Cosmochimica Acta, 65(19):3201-3217.
- M R Scott, P F Salter. 1987. 河流沉积物和河水中的铀钍系核素. 陈国梁. 译. 国外铀矿地质, 3:40-45.
- Palmer M R, Edmond J M. 1993. Uranium in river water. Geochimica et Cosmochimica Acta, 57(20):4947-4955.