

DOI :10.3969/j.issn.1004-6933.2010.04.012

塔里木盆地西部地区氟分布规律及成因分析

张 群¹,李同贺²,吕晓红³

(1.新疆石河子水文水资源勘测局,新疆石河子 832000;2.新疆地矿局第三水文工程地质大队,新疆喀什 844002;3.新疆水文水资源局,新疆乌鲁木齐 830000)

摘要 通过对塔里木盆地西部部分地区含氟量超标致病及地表水、地下水及土壤中氟分布进行勘察,找出高氟水的分布规律,并分析出氟离子富集原因,为保护塔里木盆地水资源及防病改水提供可靠依据。

关键词 高氟水;环境地质;塔里木盆地

中图分类号:X503 文献标识码:B 文章编号:1004-6933(2010)04-0043-03

Causes of distribution of fluoride in western region of Tarim Basin

ZHANG Qun¹, LI Tong-he², LV Xiao-hong³

(1. Shihezi Hydrology and Water Resources Survey Bureau of Xinjiang Province, Shihezi 832000, China; 2. Third Hydrogeological Brigade, Xinjiang Geology and Mineral Exploration Bureau, Kashgar 844002, China; 3. Xinjiang Hydrology and Water Resources Bureau, Urumqi 830000, China)

Abstract : Through survey of the fluoride distribution in surface water, groundwater, and soil in the western region of the Tarim Basin, and investigation of the disease caused by high fluoride content, the distribution rule of high-fluoride water was determined. The reasons for fluoride enrichment were also analyzed. This study could provide the basis for preventing disease and protecting water resources in the Tarim Basin.

Key words : high fluoride water; environmental geology; Tarim Basin

氟是地壳中普遍存在的微量元素,也是人体所必需的生命元素,在维持人体正常的新陈代谢过程中起着重要作用,但其浓度过高或过低对人体均有害,而人体所需的氟 80% 来自日常饮用水,因此饮用水中氟浓度的高低将起着决定性的作用。常见的氟中毒即是长期饮用高氟水造成的结果,其病情分布与水中氟浓度呈明显的正相关关系,病情主要显示为氟斑牙和氟骨症。这种现象在塔里木盆地西部部分地区较常见,因此,开展水中含氟量的研究具有重要意义。

1 塔里木盆地西部地区氟病及氟分布规律

1.1 氟病的分布规律

塔里木盆地西部地区氟病主要表现为氟斑牙,其病区呈片状分布,具有分布面积广的特点^[1]。阿

克苏冲积平原、克州地区的阿克陶县、喀什地区的岳普湖县、叶尔羌河中下游区及和田大部分地区,均有不同程度的病情显示。而其中以阿克苏冲积平原区氟中毒最为严重,患病率高达 60% ~ 80%,有些地带甚至达 90% 以上。其他地区则为轻中型,患病率达 30% ~ 50%。各流域具有从山区到平原至沙漠区由非病区到轻病区到中病区至重病区演化的规律和特点。这与水中氟浓度的变化有密切关系。区内地下水及地表水氟浓度在各河上游区普遍较低,愈往下游水中氟浓度逐渐增高。从各流域看,阿克苏冲积平原地下水中氟浓度高低分布与病情轻重分布相吻合,氟离子质量浓度相对最高,一般在 1.5 mg/L 以上,最高达 9.1 mg/L。阿克陶县及岳普湖县潜水中氟离子质量浓度多在 1 ~ 2 mg/L。叶尔羌河中下游区水氟离子质量浓度也多在 1 ~ 2 mg/L,最高达 4.5

mg/L。盖孜河、叶尔羌河、和田河流域水氟离子质量浓度明显较高。这一区域分布特征表明,水氟离子浓度较高是本区主要水文地球化学特征之一。

1.2 水氟离子浓度分布规律

新疆南疆地区(以天山为界)水中氟离子浓度在垂向上的变化与北疆地区截然不同,表现出上部潜水或承压水氟离子浓度超标,下部潜水或承压水则完全符合国家饮用水标准,具有愈往深处,水氟离子浓度越低的特点。从全面收集的资料来看,昆仑山各流域高氟区普遍与此特征相一致,除少数深井水氟离子质量浓度高于1 mg/L 超标外,绝大部分深井水均符合国家饮用水标准。如新疆地矿局第三水文工程地质大队于1987—1989年进行的墨玉县防病改水水文地质调查项目^[2],共凿11眼深井,除一口50 m井取水层位浅,水氟离子质量浓度为2.03 mg/L 以外,其余多在0.28~0.93 mg/L,而最深的160 m井水中水氟离子质量浓度为0.28 mg/L。表现出明显的垂直递减分布规律。但是在阿克苏冲积平原区,水氟离子浓度在垂向上的变化与北疆区相似,除上层潜水略高于中部承压水氟离子浓度外,下部承压水水氟离子浓度也大大超过国家饮用水标准,水中氟离子浓度由上到下表现出上下高,中间低的分布特征。如温宿县黑孜乡200 m勘探井分层取水^[3],在109~140 m段水氟离子质量浓度为1.88 mg/L,而185~199 m段,水氟离子质量浓度达2.6 mg/L。在相距十几千米的农-师六团,井深190 m,水氟离子质量浓度达4.5 mg/L,甚至超过上层潜水水氟离子浓度,愈往深层水氟离子浓度反而有增高的趋势。

总之,塔里木盆地西部地区地下水中含氟现象是普遍存在的,但因流域不同,氟的垂向分布规律又表现出各自的特殊性。

2 氟离子富集成因分析

2.1 溶蚀和溶滤作用

地下水中氟的来源是极其广泛的,但实际上并不是因此而到处是高氟水。氟离子富集的最根本原因是氟离子的本身特征和古自然地理环境。因此,分析研究氟离子富集的控制因素,以及不同地区控制因素的差异性,才能掌握各地区氟的分布规律和适于各区的寻找地下水的措施。

本区地下水主要来源于溶蚀和溶滤作用。天山、昆仑山富氟岩石受到地质营力作用而破坏,被地表水淋滤携带至平原区。另外,雨洪水将大量的富氟碎屑物质从山区搬运到平原河谷地带沉积下来,被地表水充分溶解,因此地表水中氟离子质量浓度随流程而升高(表1)。

表1 区内主要河流地表水氟离子质量浓度

河流名称	(F^-) ($mg \cdot L^{-1}$)		
	上游	中游	下游
盖孜河	0.45	0.65	0.34
叶尔羌河	0.08	0.30	0.46
和田河	0.44	0.58	1.23

2.2 地表水对地下水的补给及古地质沉积作用

地下水中氟离子浓度在区域上也有随流程而增高的变化特征,即山区低、平原高,因此,地表水补给地下水成为地下水中氟的来源之一,但起决定作用的则是古地质时期所沉积下来的沉积物中氟的富集程度。对比低氟区的伽师土样含氟量与阿克苏温宿县黑孜乡土样分析资料(土溶氟 χ 表2),伽师县3组15个样^[4],平均质量比为3.9 mg/kg,阿克苏温宿县4组18个土样,平均质量比为15.9 mg/kg,后者为前者的4倍,即两地区潜水中氟离子浓度与表层土(<3 m)氟离子浓度的差值吻合。因此,研究区内土壤中含氟量高是形成高氟地下水环境的主导因素。

表2 伽师县与温宿县土溶氟^[3-4]

取样地点	伽师县		温宿县			
	深度/m	质量比/ ($mg \cdot kg^{-1}$)	深度/m	质量比/ ($mg \cdot kg^{-1}$)		
和夏瓦提	0~0.1	3.0	0~0.1	15.8		
	0.1~0.2	2.4	0.1~0.3	14.2		
	0.2~0.4	2.3	0.3~0.5	25.0		
	0.4~0.6	3.0	0.5~1.0	20.1		
	1.2	3.2	1.0~1.5	21.2		
	1.7	8.2	1.5~2.0	4.8		
	2.5	5.1	2.0~2.3	9.0		
	10	2.6	0.1~0.3	16.0		
	三角点	0~0.1	8.5	恰奇力克 农科站	0.1~0.3	21.0
		0.1~0.3	1.3	0.5~0.8	18.2	
0.3~0.5		1.0	1.3~1.9	24.7		
0.5~1.0		1.4	0~0.2	11.6		
克孜勒乡	0~0.2	6.2	黑孜乡	0.2~0.5	15.5	
	0.2~0.4	8.0	0.5~1.0	20.2		
	0.4~0.6	1.9	1.0~2.0	14.8		
平均值	3.9		卫星公社	0.5~0.9	25.0	
			1.5	9.3		
				1.3	24.1	
		平均值		15.9		

2.3 温度及埋深的影响

研究区地处内陆干旱盆地,气候炎热,降雨量稀少,强烈的蒸发作用为水中氟的浓缩创造了条件,造成区内大部分地区一定深度范围内氟离子浓度较高,特别在地势低洼、水位埋藏浅的区域,较水位深的地区氟离子浓度为高。分布于戈壁砾石带前缘的地下水,水氟离子浓度很少大于1 mg/L,其含氟量与河水含氟量相近,而细土平原区的地下潜水氟离子浓度普遍浓缩增高。因此氟的分布规律与地质地貌

的分布有着密切的内在联系,而地质地貌的分区可为氟的分带划分提供基础依据。戈壁砾石带沉积物颗粒粗大,含水介质以岩石和矿物的形式组成,加之水交替作用强烈,径流畅通,因而水氟离子浓度较低。而细土平原区沉积物颗粒细小,含水介质多以矿物的形式存在,径流条件差,水氟离子浓度就高。颗粒越细,径流迟缓,则水对介质中氟的溶解就越充分,就越易富集。从收集到的基岩山区热水资料看,水温为20℃的温泉,水氟离子质量浓度为0.5mg/L,而70~76℃的温泉,水氟离子质量浓度达到8~12mg/L,表明随温度及埋深的增加,地下水含氟量增高。

区内水氟富集除上述原因外,还与所处的水文地球化学环境有关。区内地下水多呈碱性,pH值在7.4~8.2之间,易产生含氟的盐类,并促使其趋于稳定,从而有利于氟的富集。

自然界的氟盐中NaF、KF在水中溶解远远大于CaF₂的溶解,在20℃时,前者达41.7mg/L,后者仅为16.5mg/L,地下水中的氟离子必然与钠、钾与钙的关系密切。选择墨玉县及阿克苏温宿县潜水水氟分析资料,作 $\rho(F^-)$ 与 $\rho(Na^+ + K^+) / \rho(Ca^{2+})$ 相关关系散点图(图1),可以看出墨玉县潜水中 $\rho(F^-)$ 低于1mg/L, $\rho(Na^+ + K^+) / \rho(Ca^{2+})$ 多在0.75~2之间,而 $\rho(F^-)$ 大于1mg/L, $\rho(Na^+ + K^+) / \rho(Ca^{2+})$ 多在2~12之间,仅少部分介于1~2。阿克苏温宿县调查所取潜水水样中 $\rho(F^-)$ 全部超标,但 $\rho(Na^+ + K^+) / \rho(Ca^{2+})$ 与 $\rho(Ca^{2+})$ 的比值小于1时, $\rho(F^-)$ 多在1.5~3.5mg/L之间,而其比值大于1时,潜水中 $\rho(F^-)$ 则多在

4.5~8.2mg/L之间,可见当地下水中的 $\rho(Na^+ + K^+)$ 较大时, F^- 从含水介质中释放出来,而 Ca^{2+} 离子浓度较大时,抑制了 F^- 从围岩中释出,即地下水中 $\rho(F^-)$ 与 $\rho(Na^+ + K^+)$ 的离子浓度成正比,与 Ca^{2+} 的离子浓度成反比,地下水中 $\rho(F^-)$ 将随着 $\rho(Na^+ + K^+) / \rho(Ca^{2+})$ 比值增大而地表水中的离子浓度也不断增多。

3 结 语

a. 塔里木盆地西部地区地下水补给源氟离子浓度和含水介质中氟离子浓度高低是客观存在的,只能通过外界条件而起变化。

b. 强烈的蒸发作用是造成细土平原区潜水中氟离子进一步浓缩增高的主导因素,但土壤中含氟是不可忽视的前提条件。

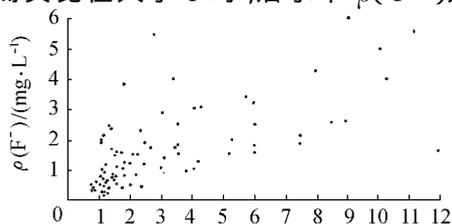
c. 细土平原区的深层水,处于高压及长期的充分溶解的过程中,造成了氟的富集。pH值的增大及 $\rho(Na^+ + K^+) / \rho(Ca^{2+})$ 的增高也是造成地下水氟离子浓度增高的因素之一。综合作用的结果形成区内众多的高氟环境区。

d. 建议长期观测水中含氟量,为合理利用及保护水资源和防病改水提供可靠依据。

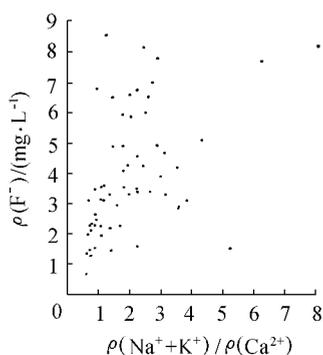
参考文献:

- [1] 新疆地矿局第三水文工程地质大队. 塔里木盆地西部水文地球化学调查研究报告[R]. 喀什: 新疆地矿局第三水文工程地质大队, 1989.
- [2] 新疆地矿局第三水文工程地质大队. 新疆墨玉县防病改水水文地质勘查报告[R]. 喀什: 新疆地矿局第三水文工程地质大队, 1990.
- [3] 新疆地矿局第三水文工程地质大队. 新疆温宿县黑孜乡古勒阿提瓦提乡防病改水水文地质勘查报告[R]. 喀什: 新疆地矿局第三水文工程地质大队, 1994.
- [4] 新疆地矿局第三水文工程地质大队. 新疆伽师县胡夏瓦提乡克孜勒乡防病改水水文地质勘查报告[R]. 喀什: 新疆地矿局第三水文工程地质大队, 1991.

(收稿日期 2009-04-22 编辑 高渭文)



(a) 墨玉县



(b) 阿克苏温宿县

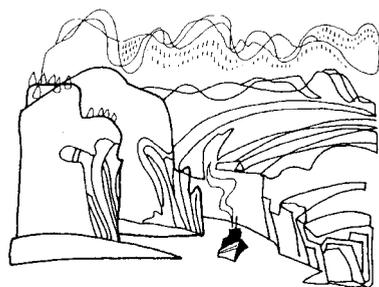


图1 $\rho(F^-)$ 与 $\rho(Na^+ + K^+) / \rho(Ca^{2+})$ 相关分析