

DOI:10.7524/j.issn.0254-6108.2014.12.025

雅鲁藏布江流域三条典型河流水体中溶解态元素分布特征及其水质评价*

柏建坤^{1,2} 李潮流^{2**} 康世昌³ 王建力¹ 陈鹏飞²

(1. 西南大学地理科学学院, 重庆, 400715; 2. 中国科学院青藏高原研究所青藏高原环境变化与地表过程重点实验室, 北京, 100101; 3. 中国科学院寒区旱区环境与工程研究所冰冻圈科学国家重点实验室, 兰州, 730000)

雅鲁藏布江流域(以下简称雅江)是西藏南部最大的河流系统,流经西藏人口最稠密经济最发达的地区.前人对雅江径流规律以及沉积物元素含量研究的结果都表明该地区的河流几乎没有受到人类活动的影响^[1].但近年来,随着西藏旅游经济的发展,城镇人口的剧增,可能会影响到流经城市的河流水质.

本文选取了该流域 3 条分别流经西藏人口最密集的城市(日喀则、拉萨、八一)的年楚河、拉萨河和尼洋河,测定了河水中溶解态元素的含量,旨在利用水体的元素组成和季节变化规律揭示其地球化学特征.

1 材料与方法

1.1 采样及测定方法

本研究一共采集水样 58 个,其中年楚河 8 对样点,拉萨河 14 对样点,尼洋河 14 个样点,并且在流经城市的上游和下游也采集了样品.采样时,面对水流方向,避免扰动水流和河底沉积物.样品用孔径 0.45 μm 微孔滤膜(PTFE)过滤并注入预先洗过的 25 mL 聚丙烯瓶中,然后用硝酸酸化至 pH 值小于 2,再将样品放置在 4 ℃ 冰箱冷藏至测试,空白处理方法与处理过程和样品相同.样品元素含量由电感耦合等离子体质谱仪(ICP-MS)测定.实验过程中采用国家黄土标准参考物质(GBW07408)对仪器进行校准,并以标准溶液进行质量控制,相对标准偏差(RSD)低于 5%,准确度良好.

1.2 数据处理与分析

数据计算采用 Excel2007 完成,统计分析采用 SPSS18.0 完成,实验结果绘图采用 Origin8.0 完成.其中,相关性分析先对各重金属元素含量进行 Kolmogorov-Smirnov 统计检验,判定是否服从正态分布,再对其进行 Pearson 相关性分析.季节变化特征采用显著性检验(*t* 检验)的方法判定其季节变化是否显著.

2 结果与讨论

2.1 河水非季风期元素含量及其空间特征

拉萨河、年楚河、尼洋河河水中某些元素与雅江沉积物含量和西藏土壤元素含量具有一定的关联性(表 1);位于雅江中游的拉萨河和年楚河元素含量明显高于位于下游的尼洋河元素含量,这主要是因为尼洋河流域植被覆盖率高,特别是森林广布,水土流失较少,因而水体中元素含量较低.另一原因是流域内径流量的东西差异影响其元素含量分布.并且,流经城市上游(河流未流进城区)的元素含量大都低于下游(河流进入及流出城区段)的含量,原因为河流流经城区时受到人类活动一定程度的污染.

表 1 3 条河流非季风期溶解态元素含量与其它地区对比(μg·L⁻¹)

	Li	B	Cr	Ni	Cu	Zn	As	Mo	Cs	Pb	U
拉萨河	99.9	594.49	2.19	0.52	0.6	4.1	12.3	1.37	23.52	0.02	2.47
年楚河	49.23	497.53	7.96	1.1	0.28	3.35	3.53	0.56	7.68	0.03	1.55
尼洋河	4.96	84.01	0.62	0.21	0.17	1.1	0.61	0.87	2.19	—	0.54
雅江沉积物 ^[1]	38.95	50.49	76.05	45.68	25.38	66.45	22.04	—	33.79	28.21	3.16
西藏土壤背景值 ^[2]	42.3	76.8	77.4	32.1	21.9	73.7	18.7	1.14	19.4	28.9	3.38
中国陆壳丰度 ^[3]	44	15	63	57	38	86	1.9	2	11	15	5.6

值得关注的是砷(As)元素,在雅江沉积物和西藏土壤以及拉萨河中的值分别是中国地壳丰度^[3]的 11.6 倍、9.8 倍和 6.5 倍,主要由于西藏广泛分布含砷的页岩^[2].而且,拉萨河 As 元素含量高于年楚河与尼洋河,这主要是因为拉萨河流域

2014 年 6 月 16 日收稿.

* 国家自然科学基金(41171398, 41271015);国家杰出青年科学基金(41225002)资助.

** 通讯联系人, E-mail: lichao Liu@itpcas.ac.cn

内地热作用强烈,地热作用所释放出的气液导致其砷含量偏高^[4].由于砷具有较强的毒性,其含量已经超出 WHO 的人体饮用水安全推荐值(10 μg·L⁻¹),可能会影响该地区居民的饮用水的安全.

2.2 拉萨河与年楚河溶解态元素含量的季节变化

拉萨河与年楚河元素含量的季节变化(图1)表明,大部分元素在非季风期含量都高于季风期的含量.说明季节上的气候差异对青藏高原河水中元素含量有一定的影响.年楚河元素含量也具有与拉萨河一致的季节变化特征,但是拉萨河的多种元素含量无论在季风期还是非季风期都明显高于年楚河,也间接说明拉萨河相对于年楚河受人为活动的影响比较强烈.同时,拉萨河中元素 Ni、Cu、Zn 和 Cd 及年楚河中的 Ni 和 Cu 元素季风期的含量反而高于非季风期的含量,主要原因是季风期间温度升高,导致其化学活性增强,易于溶出.

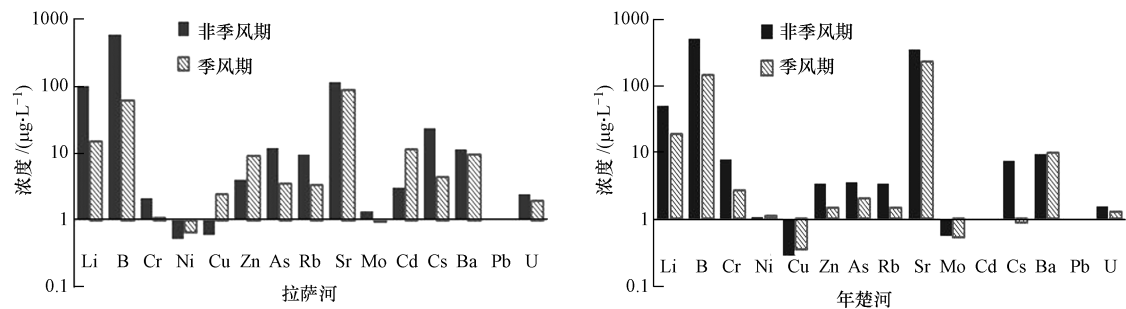


图1 拉萨河与年楚河溶解态元素含量的季节变化

2.3 研究区与其它河流的重金属溶解态元素含量对比

在3条河流中,拉萨河的重金属元素含量普遍比西藏其它河流高.相对于国内其它河流,西藏河流的多种重金属元素含量较低,说明西藏的河流受到人类活动影响较小.3条河流重金属元素平均含量与地表水环境质量标准^[5]对比表明,研究区的3条河流均为Ⅰ类水质,并且其重金属含量均远低于Ⅰ类水质各项指标.综上所述,西藏河流元素分布主要受到当地自然环境和气候的影响,受到人为活动影响较小.

表2 地表水环境质量标准值(mg·L⁻¹)

	Ⅰ类	Ⅱ类	Ⅲ类	Ⅳ类	Ⅴ类	拉萨河	年楚河	尼洋河
pH(无量纲)	6—9	6—9	6—9	6—9	6—9	7—8.5	7—8.5	7—8.5
铜	0.01	1	1	1	1	0.0016	0.0003	0.0002
锌	0.05	1	1	2	2	0.0067	0.0024	0.0011
砷	0.05	0.05	0.05	0.1	0.1	0.0079	0.0028	0.0006
镉	0.001	0.005	0.005	0.005	0.01	<0.0001	—	<0.0001
铬	0.01	0.05	0.05	0.05	0.1	0.0017	0.0053	0.0006
铅	0.01	0.01	0.05	0.05	0.1	0.00003	0.00019	0.0001

3 结论

雅江流域3条河流元素含量空间差异明显,下游的尼洋河明显低于中游的年楚河和拉萨河,流经城市上游的元素含量普遍低于下游河流水体元素含量,说明河流在流经城区时在一定程度受到了人类活动的影响.河流元素含量具有不明显的季节变化规律.研究区河流多种重金属元素含量均低于东部典型污染河流,并且重金属含量均低于Ⅰ类水质各项指标,说明西藏河流水质洁净,河流污染程度较低.但区域内 As 元素含量明显偏高,与西藏广泛分布富含 As 的页岩和地热活动有关,应引起重视.

关键词: 元素组成, 季节变化, 重金属元素, 雅鲁藏布江, 水质评价.

参 考 文 献

[1] 陈鹏飞,李潮流,康世昌,等. 雅鲁藏布江表层沉积物地球化学元素研究[J]. 地球化学,2012,41(4): 387-392

[2] 成延鳌,田均良. 西藏土壤元素背景值及其分布特征[M]. 北京: 科学出版社,1993

[3] 黎彤. 中国陆壳及其沉积层和上陆壳的化学元素丰度[J]. 地球化学,1994,23(2): 140-145

[4] Li C L,Kang S C,Zhang Q G, et al. Rare earth elements in the surface sediments of the Yarlung Tsangpo (Upper Brahmaputra River) sediments, southern Tibetan Plateau[J]. Quaternary International,2009,208(2): 151-157

[5] 国家环境保护总局. GB3838—2002 地表水环境质量标准[S].北京:中国标准出版社,2002