

DOI:10.3724/SP.J.1008.2008.00737

汶川映秀镇地震后各种临时水源水的有机物污染调查

阮芳铭[△], 朱诗应[△], 常文军[△], 张 迁, 曹广文*

第二军医大学抗震救灾防疫二队, 上海 200433

[摘要] 目的:明确汶川映秀地震后各种生活用水水源有机物污染状况,为选择安全、永久性饮用水水源提供科学依据。方法:收集映秀镇地震后32~37 d各灾民居住点附近山泉水(6处)、山涧水(4处)、地面水(岷江、皮条河、岷江与皮条河汇合)、降水(雨水18处)、军车净化水(7处)水源为研究对象,以瓶装饮用矿泉水作为对照,利用85-型检水箱对上述水源中的氨氮、亚硝酸盐氮、pH值、浑浊度(肉眼观察)、异臭味和余氯等指标进行快速检测,通过各类水样均数和 χ^2 检验分析。结果:有2/4处山涧水和全部江河水的氨氮含量在0.10~0.18 mg/L之间。其他山泉水、山涧水、地面水、军车净化水与饮用矿泉水相比,氨氮、亚硝酸盐氮含量间均无显著区别。但是下雨12 h后暴露雨水和帐篷落下雨水的平均氨氮含量分别为0.625 mg/L和0.913 mg/L,显著高于瓶装矿泉水(0 mg/ml)和安全标准(<0.05 mg/L)。部分帐篷落下雨水中可检出亚硝酸盐氮。暴露雨水pH值(平均6.07)显著低于泉水(平均6.55)、山涧水(平均6.60)和地面水(平均6.63)。消毒饮用水余氯4/7个点未检出。结论:映秀镇震后所有居民点的山泉水无有机物的新、旧污染。山涧水以及岷江或皮条河水经过净化、消毒处理后同样可以作为生活饮用水水源。雨水氨氮超标说明空气生物污染严重,主要是新近污染。目前军民饮用水氯化消毒不规范。

[关键词] 水;雨;水污染;地震

[中图分类号] R 123.1 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2008)07-0737-04

Investigation on organism pollution of various water resources after devastating earthquake in Yingxiu Town of Wenchuan County

RUAN Fang-ming[△], ZHU Shi-ying[△], CHANG Wen-jun[△], ZHANG Qian, CAO Guang-wen*

No. 2 Epidemic Prevention Team for Earthquake Rescue, Second Military Medical University, Shanghai 200433, China

[ABSTRACT] **Objective:** To investigate the organism pollution of various water resources in Yingxiu Town after earthquake, so as to provide evidence for safe and permanent drinking water resources. **Methods:** From the 32nd to the 37th day after Wenchuan Earthquake, the water samples were collected from different water resources around the camping areas of the disaster refugees and military rescuers in Yingxiu Town; the resources included the mountain spring (6 sites), valley water (4 sites), surface water (Min river, Pitiao river and the junction of the former 2 rivers), rain water (18 sites), water purified by military vehicles (7 sites) and chlorine-disinfected water (7 sites). The 85-type water examination kits were used to examine ammonia nitrogen and nitrite nitrogen contents, pH value, turbidity (observation with naked eye), smelling, and residual chlorine of the water samples. Bottled drinking water served as control. Average values and chi-square test were used for analysis of difference. **Results:** Two of the 4 valley water samples and all the surface water samples had a ammonia nitrogen content of 0.10-0.18 mg/L; the contents of ammonia nitrogen and nitrite nitrogen were similar between other water resources except for the above mentioned 2 valley water samples and the surface water samples. However, the average ammonia nitrogen contents in the directly harvested rain samples and rain samples dropped from the tents were 0.625 mg/L and 0.913 mg/L, respectively, both significantly higher than that in the control (0 mg/mL) and exceeding the safe standard (<0.05 mg/L). Nitrite nitrogen was detectable in some water samples dropped from the tents. The average pH value in direct rain water samples (6.07) was significantly lower than those in the springs (6.55), the valley water (6.60) and the surface water (6.63). Residual chlorine was not found in 4 of the 7 disinfected water sites. **Conclusion:** No recent or past organism pollution is found in the spring. The valley water and river water can be used as sources of drinking water after purification and disinfection. High ammonia nitrogen content

[收稿日期] 2008-06-28 **[接受日期]** 2008-07-10

[作者简介] 阮芳铭, 副教授. E-mail: fmingr@sina.com; 朱诗应, 讲师. E-mail: shiyingzhu1@yahoo.com.cn; 常文军, 博士生, 讲师. E-mail: cwjcwj1976@yahoo.com.cn

[△]共同第一作者(Co-first authors).

* 通讯作者(Corresponding author). Tel:021-25070420, E-mail:gcao@smmu.edu.cn

in the direct rain samples suggests serious air pollution, mainly recent pollution. It is also indicated that the disinfection of drinking water is not up to the standard.

[KEY WORDS] water; rain; water pollution; earthquakes

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2008, 29(7): 737-740]

四川省汶川县映秀镇位于五一二汶川大地震的中心地带,山体和建筑物毁坏严重。震前位于张家坪村观音庙山的山泉水水库、位于二台山深层地下水及位于枫香树村后山南侧引入红村沟山泉水蓄水池的3个供水源全部被毁。遍布各村队(组)的山泉水和山涧水水源也因山体崩塌而遭到不同程度的毁坏。灾区群众在地震发生后有饮用雨水的情况。寻找新的水源是抗震救灾和灾后防疫的首要任务。

水中氨氮主要是由有机物分解而成,水中氨氮增多表示水被有机物,尤其是动物性有机物所污染,反映水被污染不久,也可能有病原微生物污染;亚硝酸盐氮的存在则代表陈旧性生物污染,其含量增多说明水中微生物的活动很强烈,是重要的有机物污染指标^[1]。本研究检测分析了震后映秀镇所有灾民集中居住区自然水源和救灾部队净化水的有机物污

染状况,这对保障抗震救灾军民生活饮用水的卫生安全,对灾后重建的水源合理选择具有指导价值。

1 材料和方法

1.1 水样采集 以采集岷江、皮条河、映秀周围村庄灾民定居点附近的山泉水、山涧水为自然水源;以驻渝某红军师炮兵团(简称红军)、武警雅安支队与成都支队及武警指挥学院(简称武警)和济南军区叶挺独立团(简称铁军)等抗震救灾部队氯消毒后生活饮用水为净化消毒处理水源;以地震废墟、抗震救灾军民住地、直升机场周围的露天雨水和帐篷顶部落下水为降水。水样采集点的地理位置如图1所示。用清洁纯净水塑料瓶采集。大部分每个采样点采样2次和2次以上,个别难以到达的采样点采样1次。

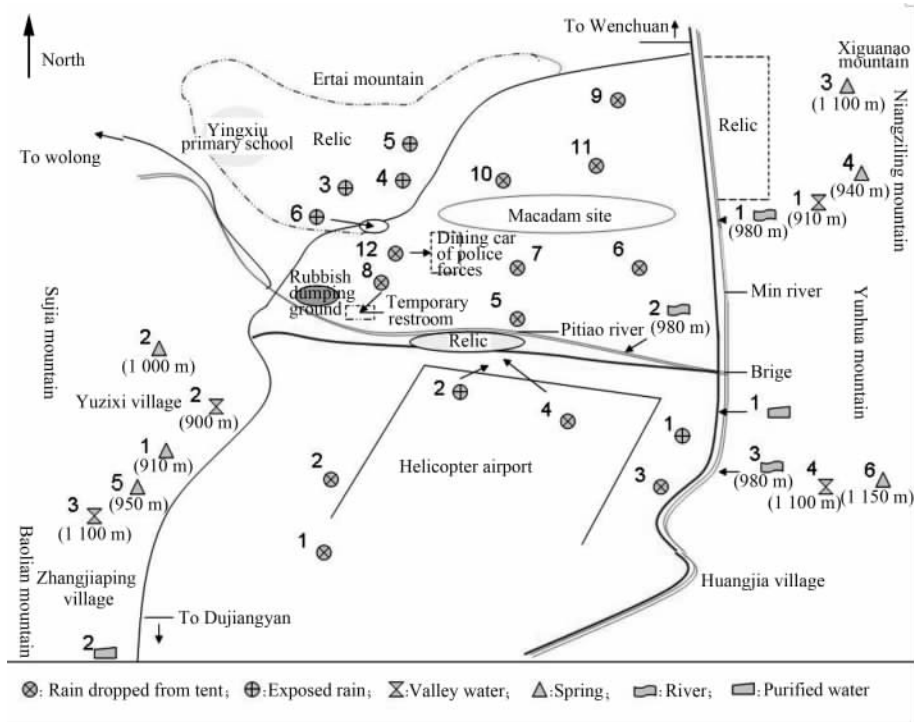


图1 映秀镇各种水源采集点位置分布

Fig 1 Geographic locations of various water resources in Yingxiu Town of Wenchuan County

1.2 测定方法 采用85-型检水箱(军事医学科学院,上海市青浦白鹤净水设备厂制造),测定各种水源中氨氮、亚硝酸盐氮、pH值和相水样的余氯含量等指标。以化学比色法测定各水样中的含氮有机

物及相关样品余氯含量,试纸法测定pH值,用肉眼观察法判断水样的浑浊度,人工感觉水源臭和味。1.3 统计学处理 通过各类水样均数和 χ^2 检验分析。检验显著性水平为 $P < 0.05$ 。

2 结果

2.1 自然水源水质状况 映秀镇及其周围村组山泉水、山涧水、地面江河水与饮用矿泉水间的比较,除了飞水岩下侧水沟和张家坪村观音庙山南侧山脚水流的山涧水,以及江河水的氨氮含量在 0.10~0.18 mg/L 之间(正常应 <0.05 mg/L)^[1]、皮条河和

皮条河与岷江混合水亚硝酸盐氮为 0.017 mg/L(正常应 <0.002 mg/L)^[1]外,其他各水样氨氮、亚硝酸盐氮以及各水样的 pH 值均无显著性差异;各种水源均无肉眼可见物和异臭异味,肉眼观察浑浊度,除了岷江水和皮条河水浑浊外,其他水源均在较清澈以上。自然水源(地面水、地下水)水质状况比较见表 1。

表 1 地面水、地下水水源水质状况比较

Tab 1 Comparison of qualities of surface and underground water resources

Index	Ammonia nitrogen $\rho_B/(mg \cdot L^{-1})$	Nitrite nitrogen $\rho_B/(mg \cdot L^{-1})$	pH	Turbidity (naked eye)	Smelling/taste	Visible residue
Spring water[N=2, average(range)]						
1	0(0-0.2)	0(0-0.01)	6.4(6-7)	Clear	No	No
2	0(0-0.2)	0(0-0.01)	6.4(6-7)	Clear	No	No
3	0(0-0.2)	0(0-0.01)	6.5(6-7)	Clear	No	No
4	0.03(0-0.2)	0(0-0.01)	6.6(6-7)	Clear	No	No
5	0(0-0.2)	0(0-0.01)	6.7(6-7)	Clear	No	No
6	0(0-0.2)	0(0-0.01)	6.7(6-7)	Clear	No	No
Valley water[N=2, average(range)]						
1	0.15 (0-0.2)	0(0-0.01)	6.6(6-7)	Relatively clear	No	No
2	0(0-0.2)	0(0-0.01)	6.5(6-7)	Relatively clear	No	No
3	0.1(0-0.2)	0(0-0.01)	6.8(6-7)	Relatively clear	No	No
4	0(0-0.2)	0(0-0.01)	6.5(6-7)	Relatively clear	No	No
River water[N=1,2, average(range)]						
1	0.16(0-0.2)	0(0-0.01)	6.7(6-7)	Turbidness	No	No
2	0.14(0-0.2)	0.017(0.01-0.03)	6.6(6-7)	Turbidness	No	No
3	0.18(0-0.2)	0.017(0.01-0.03)	6.6(6-7)	Turbidness	No	No

Sites of the sampling: as shown in Fig 1

2.2 人工处理水源的水质状况 人工净化、消毒处理后的水样与饮用矿泉水间的比较,除军用车净化的岷江水及其对该水进行氯化消毒后的岷江水(主要供洗澡用)、武警引入红村沟经氯化消毒的山泉水氨氮含量均为 0.03 mg/L,以及武警引入红村沟经氯化消毒的山泉水和军用车净化的岷江水,其亚硝酸盐氮的含量均为 0.02 mg/L 外,其他人工处理的水源中的氨氮、亚硝酸盐氮以及各水样的 pH 值均无显著性差异;各种水源均无肉眼可见物和异臭异味,肉眼观察浑浊度,均在较清澈以上。但氯化消毒后的水样中,铁军和武警指挥学院及成都支队以及武警雅安支队的游离余氯分别为 1.4、1.2 和 1.5 mg/L,总余氯分别为 1.8、1.9 和 1.9 mg/L(通常氯消毒后游离余氯一般在 0.5 mg/L);而 2 处军车净化处理的水样、警察及炮兵团经自行氯化消毒后的生活饮用水,其余氯均为 0。

2.3 各种雨水水质状况比较 通过对映秀所在地的东、南、西、北、中各方向布点放置洁净塑料盆,收集在地域和空间上尽可能具有相对代表性的雨水(已下过 12 h 之后的雨水),其中布点位置主要包括抗震救灾各驻军营地、灾民安置点、直升机场、露天

厕所(围帘落下雨水)、地震废墟、餐车等区域的露天雨水和帐篷顶部落下雨水。通过对直升机场、部队营地、废墟等露天和帐篷顶部等落下雨水比较显示,所有水样中氨氮含量均超过 0.05 mg/L 的正常值。雨水样本的氨氮含量显著高于所有泉水、山涧水、地表水($P<0.05$),雨水 pH 值显著低于所有山泉水、山涧水、地表水($P<0.01$)。餐车帐篷顶部及厕所围帘落下雨水亚硝酸盐氮含量更高,且存在陈旧性有机物污染,其氨氮含量与其他帐篷顶部落下水及各点露天雨水相比较又有显著性差异($P<0.05$)。其他各雨水水样间除直升机场露天雨水肉眼观察较浑浊外,其氨氮、亚硝酸盐氮、pH 值及肉眼观察浑浊度均无显著性差异,各水样均无肉眼可见物。各帐篷顶部落下雨水水质状况比较见表 2。露天雨水水质状况比较见表 3。

3 讨论

本研究采集了映秀镇地震后 32~37 d 的各种水源水样,经测定分析显示,飞水岩下侧水沟和张家坪村观音庙山南侧山脚水流的山涧水可能存在有机物的新鲜污染。其他山泉水、山涧水没有受到有机

表 2 帐篷顶部落雨水水质状况比较

Tab 2 Comparison of qualities of rain dropped from the tents

Index	Ammonia nitrogen $\rho_B/(mg \cdot L^{-1})$	Nitrite nitrogen $\rho_B/(mg \cdot L^{-1})$	pH	Turbidity (naked eye)	Smelling/taste	Visible residue
Around helicopter airport						
1	0.7(0.5-1.0)	0.027(0.01-0.03)	6.0(6-7)	Relatively clear	No	No
2	0.65(0.5-1.0)	0.005(0-0.01)	6.5(6-7)	Relatively clear	No	No
3	0.8(0.5-1.0)	0(0-0.01)	6.2(6-7)	Relatively clear	No	No
4	0.7(0.5-1.0)	0(0-0.01)	6.2(6-7)	Relatively clear	No	No
Around army and police camps						
5	0.9(0.5-1.0)	0(0-0.01)	5.9(5-6)	Relatively clear	No	No
6	0.95(0.5-1.0)	0(0-0.01)	6.0(6-7)	Relatively clear	No	No
7	0.7(0.5-1.0)	0(0-0.01)	6.0(6-7)	Relatively clear	No	No
8	>2.0	0.04(0.03-0.05)	7.5(6-7)	Turbidness	No	No
9	0.6(0.5-1.0)	0(0-0.01)	6.0(6-7)	Relatively clear	No	No
10	0.65(0.5-1.0)	0(0-0.01)	6.0(6-7)	Relatively clear	No	No
11	0.5(0.5-1.0)	0(0-0.01)	6.0(6-7)	Relatively clear	No	No
12	1.8(1.5-2.0)	0.18(0.10-0.20)	5.9(6-7)	Relatively clear	No	No

Sites of the dropped rain from the tents(Fig 1): 1;South airport;2;Southwest airport;3;East airport;4;Northeast airport;5;North Army H camps;6;South Army H camps;7;SMMU camps;8;Temporary restroom;9;Army T camps;10;County police camps;11;Army police camps;12;State police camps

表 3 露天雨水水质状况比较

Tab 3 Comparison of qualities of direct rain samples

Index	Ammonia nitrogen $\rho_B/(mg \cdot L^{-1})$	Nitrite nitrogen $\rho_B/(mg \cdot L^{-1})$	pH	Turbidity (naked eye)	Smelling/taste	Visible residue
Around helicopter airport						
1	0.45(0-0.5)	0(0-0.01)	6.2(6-7)	Turbidness	No	No
2	0.6(0.5-1.0)	0(0-0.01)	6.0(6-7)	Turbidness	No	No
Around relics						
3	0.75(0-0.2)	0(0-0.01)	6.0(6-7)	Relatively clear	No	No
4	0.65(0.5-1.0)	0(0-0.01)	6.0(6-7)	Relatively clear	No	No
5	0.6(0.5-1.0)	0(0-0.01)	6.2(6-7)	Relatively clear	No	No
6	0.7(0.5-1.0)	0(0-0.01)	6.0(6-7)	Relatively clear	No	No

Sites of the directly harvested rain(Fig 1)

物的陈旧性和新鲜污染,这些水源通过消毒后即可作为生活饮用水。岷江水和皮条河水尽管存在一定的有机物新鲜性或陈旧性污染,但在没有合适水源的前提下,经过净化、消毒处理后同样可以作为生活饮用水水源。但从本研究测定结果显示,目前军民饮用水氯化消毒存在不规范现象,如不少单位选择好合适的水源后,对水的氯化消毒用药不足,以致于无足够的余氯而保证不了饮用水的卫生安全,还有些单位则氯化消毒加药量过大又不经脱氯处理就直接作为饮用水,可能对健康产生不利影响。

测定分析显示,所有雨水中氨氮含量显著增高,部分雨水还测出亚硝酸盐氮,说明映秀空气可能存在动物有机物或微生物的新鲜性污染和陈旧性污染。原因可能是:(1)映秀镇地处大山之间,空气流动性较差,经常有大雾,微生物含量可能较高。(2)挖掘遇难者尸体时经常采用爆破方式,有机物、腐烂遗体、微生物在爆破过程中飞扬;直升机起降频繁,扬起不洁的尘土,加重了整个映秀的空气污染程度;

(3)人员多,食堂多,露天厕所多,生活垃圾多,白天气温高,而各种污物得不到及时处理;(4)周围山体裸露,起风时,使整个映秀上空风沙弥漫,形成尘埃状有机物附着,空气中可吸入颗粒含量较高,可形成尘埃核便于有机物附着,使空气中有有机物污染可能加重;(5)在周围环境大量使用各种杀虫剂,可能也是空气污染的原因之一。

本研究的不足之处是由于我们携带的检测试剂量的限制,无法对各种水源进行连续监测,因为水源污染有动态过程。但是我们尽量在稳定的条件下采集水样,具有一定的代表性,能在一个时间段内反映各水源的污染情况。本研究结果可作为映秀抗震救灾水源选择和灾后重建选择量足质优的合适水源提供科学依据,对类似抢险救灾活动有参考和借鉴意义。

[参考文献]

[1] 郭俊生. 军队卫生学[M]. 北京:人民卫生出版社,2007:30-70.