

科研报告

D 湖水中有机污染物致突变性的研究

王家玲 运珞珈 郑红俭 王 新 关碧玮 汪亚洲 赫 波 蔡宏道

(武 汉 医 学 院)

癌症大多数与环境因素密切相关。饮用水污染与癌症发病率存在着相关性。^[1-3]

以D湖水为水源的自来水厂供应周围七十多万人口的生活用水。自七十年代以来, D湖污染日趋严重,水质恶化,对人民健康带来很大影响。

本文探讨了D湖水对人体健康可能产生的远期危害,并为治理污染,保护水源提供科学依据。

一、材料与方 法

1.水样 于1982年6, 8, 10月及1983年3, 6, 8月先后六次采集D湖水样, 同时采集D湖水厂源水样(离岸边80米)及该厂出厂水样(饮用水)。水厂将源水经加氯、絮凝、沉淀、砂滤, 再次加氯消毒处理后出厂。每个点连续取水4至7天, 总量为300—600升。同次试验的源水与出厂水取量相等便于比较。空白对照为纯水(系去离子水通过大孔树脂吸附后所得)。

2.水中有机质的富集 用国产南开大学H-103型大孔树脂吸附-丙酮二氯甲烷洗脱法在采样现场吸附。洗脱的有机质在充氮条件下于K-D浓缩器中减压浓缩。所获干燥有机质密封低温避光保存, 尽快测定。

3.致突变试验 用Ames试验法, 菌株为TA98及TA100, 在加与不加S-9活化系统条件下进行平皿掺入法试验。样品用二甲亚砜溶解, 新鲜使用。每项处理设三个平行皿。

阳性或可疑阳性结果的样品, 至少重复Ames试验一次。致变结果以致变比值MR表示。凡 $MR \geq 2$ 并可获剂量效应曲线的水样, 即为致变阳性结果。本研究阶段中各菌自发回变数: TA98(-S9)为27—49, TA98(+S9)为26—67; TA100(-S9)为125—170, TA100(+S9)为132—182。

4.纯水空白对照试验 取纯水300升, 纯水样处理及试验操作同检测水样。300升纯水获有机质0.0016毫克/升, 经Ames法测定, MR值均小于1。说明测试系统中可能带入了痕量杂质(约为D湖水样总有机质的3—6‰), 但对于测定结果无明显干扰。

二、结果与讨论

1. D湖水中有机物含量

从表1可见, 本法所获D湖源水中有机物的含量为0.08—0.41毫克/升, 出厂水为0.21—0.97毫克/升。经统计学分析, p值小于0.05, 为显著性差异。

本文所获有机物经非极性树脂吸附, 50℃左右减压浓缩而得, 故主要为非挥发性非极性有机物。此类物质经水厂处理后反而有显著增加的现象, 应引起重视并加以研究。

2. D湖水中有机物的致变性

致变性以MR的平均值表示, 列于表2。由表2可知, 在不同季节六次水样中, D湖出厂水均获阳性结果, 而水源水为四次, 可见

表 1 经 H-103—丙酮二氯甲烷法富集水中有机物的量

时 间	连续天数	水 况	过柱水量 (l)	总有机质 (mg)	每升水中含量 (mg)	平均 (mg/l)
1982年 6 月 1 日	3	水源水	40	12.7	0.32	
		出厂水	40	38.6	0.97	
8月27日	5	水源水	100	25.0	0.25	
		出厂水	100	29.6	0.30	
10月15日	7	水源水	150	12.6	0.08	
		出厂水	150	51.1	0.34	
1983年 3 月26日	7	水源水	200	43.9	0.22	
		出厂水	200	43.0	0.21	
5月30日	7	水源水	200	81.7	0.41	
		出厂水	200	134.1	0.67	
8月22日	7	水源水	200	23.1	0.16	
		出厂水	200	68.8	0.35	
		水源水				0.24
		出厂水				0.47

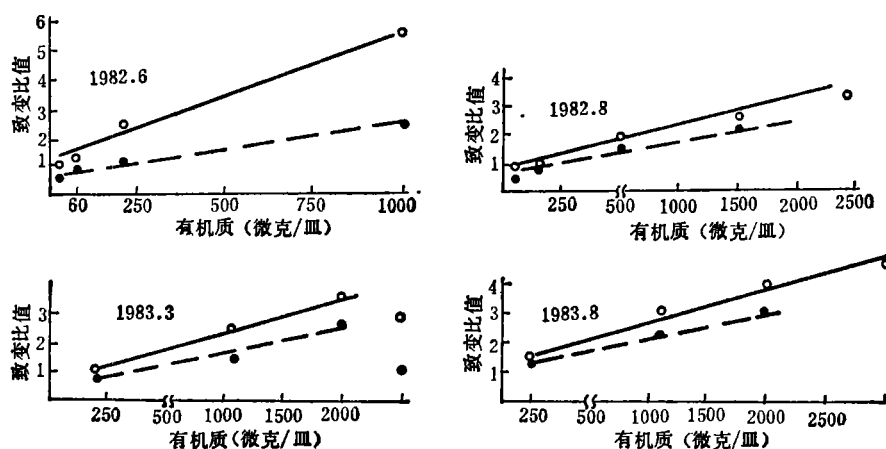


图 1 D湖水厂源水与出厂水之剂量效应曲线 (TA98, -S9)

——出厂水-----水源水

致变频率以出厂水为高。

图 1 系不同时期源水与出厂水之剂量效应曲线, 可以看出各期出厂水的致变活性均高于源水。如果根据其有机质含量换算成所需水量以比较其致变活性 (表 3), 更可见到出厂水强于其源水。

近年来国外也有饮用水致变频率与致变活性均高于其源水的报告, 认为是由于水厂加氯处理的原故^[4-7]。加氯处理不仅未能清

除某些存于源水中的有机物, 而且又生成一些新的致突变物, 除 CHCl_3 等挥发性三卤代烃外, 尚有一些非挥发性卤素有机物。有人指出, 约有 1/3—1/2 的氯以结合态存在于饮水中^[8,9]。看来, 本文所得有机物主要属于此类难以清除的非挥发性有机物。

3. D 湖水中致变物类型

从表 1 可知, 每次测定均可引起 TA98 菌株大量回变 (TA100 菌株于 1983 年开始

表 2 D 湖水中有机物的致变性
(MR 值)

时间	水况	有机质 (微克/ 皿)	TA98		TA100		致 变 性	
			-S9	+S9	-S9	+S9		
1982年 6月	水源水	8	0.68	0.88	0.53	0.62	+	
		40	0.88	1.24	0.68	0.64		
		200	1.14	1.66	0.71	0.90		
		1000	2.38	2.26	0.81	0.71		
	出厂水	8	1.00	0.98	0.61	0.82	+	
		40	1.28	1.20	0.70	0.93		
		200	2.76	1.32	0.82	0.81		
		1000	6.62	6.36	0.83	1.34		
	1982年 8月	水源水	50	0.61	—	0.81	—	+
			150	0.81	—	0.69	—	
500			1.35	—	0.83	—		
1500			2.19	—	1.50	—		
2500			—	—	0.74	—		
出厂水		50	0.92	—	0.40	—	+	
		150	0.89	—	1.22	—		
		500	1.78	—	—	—		
		1500	2.50	—	1.06	—		
		2500	2.95	—	1.92	—		
1982年 10月	水源水	8	0.90	1.20	0.60	0.30	—	
		40	0.80	1.30	0.50	—		
		200	0.70	0.80	0.40	0.60		
		1000	1.00	0.50	0.60	0.60		
	出厂水	8	1.40	1.50	0.80	0.80	+	
		40	1.40	1.30	1.20	0.70		
		200	1.00	1.10	1.80	0.90		
		600	1.30	—	—	—		
		1000	1.90	1.80	1.70	1.20		
		1500	2.20	—	—	—		
1983年 3月	水源水	200	1.03	1.33	0.78	0.44	+	
		650	—	—	—	—		
		1100	1.44	0.85	1.07	1.36		
		1550	2.14	—	—	—		
		2000	2.56	0.77	0.92	1.89		
		2450	0.78	—	—	1.66		
		2900	0.39	—	1.35	1.46		
	出厂水	200	1.10	—	0.80	—	+	
		650	—	—	0.96	0.78		
		1100	2.40	0.68	1.57	1.16		
1550		—	—	—	1.60			
2000		3.51	3.24	1.53	—			
2450		2.84	—	1.91	2.85			

续表 2

时间	水况	有机质 (微克/皿)	TA98		TA100		致 变 性	
			-S9	+S9	-S9	+S9		
1983年 6月	水源水	200	1.12	1.00	0.97	1.29	—	
		1000	1.67	0.82	0.93	0.94		
		2000	1.38	0.85	1.08	0.68		
		2500	—	—	—	—		
	出厂水	200	1.16	1.08	1.48	1.07	+	
		1000	2.37	1.43	1.96	1.14		
		2000	1.82	1.55	2.34	—		
		2500	1.61	—	2.54	—		
	1983年 8月	水源水	200	1.33	—	0.78	—	+
			1100	2.18	—	0.99	—	
2000			2.80	—	1.16	—		
出厂水		200	1.40	—	0.97	—	+	
		1100	2.93	—	1.38	—		
		2000	3.78	—	1.88	—		
		3000	4.37	—	1.70	—		

表 3 获得 MR 为 2 时所需的水量
(TA98, -S9)

水 量 (l)	日期				
	1982.6	1982.8	1983.3	1983.8	平均
水源水	2.50	4.40	6.40	6.30	4.9
出厂水	0.13	2.66	4.00	1.10	1.97

出现阳性结果), 说明 D 湖水中主要存在移码型致变物。加入 S-9 未见致变活性增加, 有时反而降低, 说明水中主要是直接致变物。许多研究报道水体可引起 TA98 或 TA100 阳性结果, 但其中绝大多数水样不需加入 S-9 而回变数更高^[1,4,10,11], 与本文所得结果相似。

4. D 湖出厂水有机质致变性的季节变化

图 2 系获得 MR=2 时所需水量, 以此为基础比较 D 湖出厂水不同时期的致变性 (见图 2)。D 湖水的致变活性在不同季节各不相同, 下一年也不是前一年的简单重复, 因此

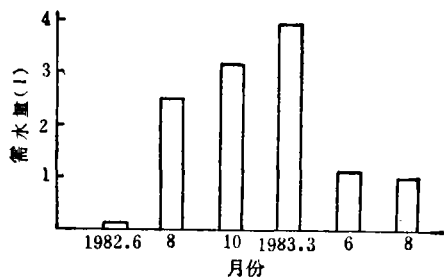


图2 不同时期出厂水 MR=2 时所需水量
(TA98, -S9)

有必要进行较长期监测,以期查明 D 湖水致变活性变化幅度与平均水平,及水体污染度、致变物前体、富营养化、气温、pH、加氯量及余氯量等多种因素的影响。

5. 略评 D 湖出厂水的比活性

文献中常以单位有机物或单位水体所引起的回变菌落数作为比活性, D 湖出厂水比活性列于表 4。

由于各实验室研究对象与方法不同,只能对 D 湖出厂水比活性作一初步比较。

表 4 D 湖出厂水比活性 (TA98)

	1982年			1983年	
	6月	8月	10月	3月	6月
回变菌落数/毫克有机物	138	91	76	72	114
回变菌落数/升水	133	27	26	15	77

(1) 美国五个城市的饮水,经反渗透法浓集,其丙酮洗脱液致变性最高,对 TA98 之比活性为 408/毫克^[1],南非某河经加氯消毒后之饮水用液-液萃取法,中性组分活性最高,对 TA98 之比活性为 750—1050/毫克, D 湖出厂水为 72—138/毫克。

(2) 荷兰莱茵河水经 XAD 4/8 树脂吸附,丙酮洗脱,仅用 50 毫升水即可使 TA98 获阳性结果^[2]。我国学者研究某两厂的出厂水,经 XAD-2 吸附,丙酮-甲醇等洗脱,每皿水量 0.32—1.24 升使 TA98 呈阳性^[3]。D 湖

出厂水需水量为 0.13—4.0 升/皿。

由此看来, D 湖出厂水致变性处于中级偏低。

三、小 结

D 湖出厂水(饮水)有机物含量及致变活性均高于同期源水(湖水);致变频率亦以出厂水为高,六次测定中,出厂水均为阳性,而源水四次为阳性。由于饮用水与人们生活密切相关,有可能带来远期危害(如致癌),因此必须对饮用水经加氯处理后新生成的致变物引起高度重视。

近年来国内外对水加氯后生成的 CHCl_3 等挥发性三卤代烃类物质研究较多,而对饮水中的非挥发性致变物所知尚少(本文所获有机物属此)。非挥发性致变物的存在,对饮水的安全带来严重危害,因此有必要集中力量对我国现行饮水状况进行深入研究,探讨其中致变物(致癌物)的发生发展规律并提出防治措施,以保障人民身体健康。

研究生杨晓萍、朱良金同志及卫生系李刚、陈永德等同学参加部分科研工作,本工作得到 D 水厂的大力协助,在此一并致谢。

参 考 文 献

- [1] Loper, J. C. et al., *Mut. Res.*, 76(3), 241(1980).
- [2] Wilkins III, J. R. et al., *Am. J. Epidemiol.*, 110, 420(1979).
- [3] 苏德隆, 中华预防医学杂志, 14(2), 65(1980).
- [4] Glatz, B. A. et al., *J. Am. Water Works* 70(8), 465(1978).
- [5] Maruoka, S. et al., *Mut. Res.*, 79(6), 381(1980).
- [6] Cheh, A. M. et al., *Science*, 207(4426), 90(1980).
- [7] Grimm-Kibalo, S. M. et al., *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, 26(2), 188(1981).
- [8] Oliver, B. G., *Can. Res.*, 11, 21(1978).
- [9] Glaze, W. H. et al., *Int. J. Environ. Anal. Chem.*, 7(2), 143(1979).
- [10] Pelon, W. et al., *Environ. Sci. Technol.*, 11(6), 619(1977).
- [11] 徐凤丹等, 环境科学, 4(3), 61(1983).