

## 我国部分地区环境水氚的分布规律初探

王伟华 朱国英 陈炳如

(上海市放射医学研究所, 上海 200032)

中图分类号: R145; X591 文献标识码: B 文章编号: 1004-714X(2000)01-035-01

氚是核能开发中向环境排放的主要放射性核素之一。而氚致人体的内照射剂量中, 约 70% 来自饮水<sup>[1]</sup>。因此, 环境水氚尤其是饮水氚对人体剂量的贡献极大。但目前国内有关环境水氚的分布及迁移规律的研究资料极少。本文对我国部分省市的环境水氚(包括地面水和饮用水)进行了采样分析, 并初步探讨了环境水氚的分布规律, 这对于准确估算我国居民摄入氚所致剂量及核电事业的开发及防护设计都有极大的参考价值和社会经济效益。

## 1 实验方法和步骤

1.1 样品采集 在上海市、山东省和江苏省分别设点采样, 分枯水期和丰水期两季进行, 采集样品包括地面水样(江、湖、海、河水)和饮用水样(自来水)。

1.2 样品制备 将采集的水样蒸馏纯化以去除杂质。

1.3 样品测量 用液体闪烁法测量。取水样 10ml 至低钾玻璃闪烁杯中, 加入 PICO-FLUOR LLT 闪烁液(美国 PACKARD 公司生产)10ml 混匀, 暗适应 60min 后进行测量。测量仪器是美国 PACKARD 公司生产的 TRI-CARB 2550TR 低本底液体闪烁分析仪, 测量时间是 1000min。

取最佳能量道是 0.5~3.5KeV。以取自 2400 米的深井水作无氚本底水, 氚标准溶液来自英国放化中心, 最佳能量道的仪器计数效率是 23.45%。

## 1.4 计算公式

$$A = \frac{(cpm_A - cpm_B) \times 1000}{60 \times V_s \times E \times f}$$

式中, A 为样品氚浓度, Bq L<sup>-1</sup>; cpm<sub>A</sub> 为样品在最佳能量道内的每分钟计数; cpm<sub>B</sub> 为最佳能量道内的本底计数; V<sub>s</sub> 为测量所用样品体积, ml; E 为最佳能量道内的计数效率; f 为采样至测量时间的衰变校正系数。

## 1.5 最低可探测限(LLD)

以本底计数率标准误差的 2 倍值来计算探测下限, 即:

$$2\delta = 2 \sqrt{B/T}$$

取 B=3.20cpm, T=1000min, 则 LLD=0.80Bq L<sup>-1</sup>。

## 2 结果和讨论

## 2.1 环境水氚含量的季节变化

对我国部分地区环境水氚含量, 在丰水期和枯水期分别进行了采样分析(结果见表 1)。研究结果发现, 环境水氚含量与日本学者的研究结果相接近<sup>[2~4]</sup>, 说明我国环境水氚放射性水平为一般本底水平。另外, 经 F 检验, 枯水期的水氚含量与丰水期的水氚含量无显著差异(P>0.05, 见表 1)。关于环境水氚含量的季节变化规律, 国内外学者的报道结论并不一致, 1976~1980 年我国长江水系氚浓度的调查结果表明, 枯水期的环境水氚含量略高于丰水期的水氚含量, 而 1984 年的结果则显示枯水期水氚含量低于丰水期水氚含量, 但差异均不显著<sup>[5]</sup>, 而 1984 年对秦山周围河塘水氚调查发现, 丰水期的水氚含量明显低于枯水期<sup>[6]</sup>。因此, 有关环境水氚浓度的季节变化规律, 有待于将来的进一步研究。

表 1 环境水氚浓度(Bq L<sup>-1</sup>)的季节变化比较

	地 表 水 <sup>①</sup>		自 来 水 <sup>②</sup>	
	n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$
丰水期	35	1.68±1.23	38	1.25±0.88
枯水期	28	1.60±1.18	24	1.33±0.90

① F=0.058, P=0.8056; ② F=0.100, P=0.7511。

## 2.2 环境水氚含量的地区差异

对不同地区环境水氚含量的分析发现, 北方地区(山东省各地区)的自来水氚含量明显高于南方地区(上海市和江苏省各地区), 且差异有显著意义(F=4.717, P<0.05, 见表 2)。这一结果进一步证实了由北往南随着纬度的降低, 环境氚浓度也逐渐降低的规律<sup>[5]</sup>。

表 2 不同地区自来水氚浓度(Bq L<sup>-1</sup>)比较

	样本数(n)	$\bar{x} \pm s$
北方地区	13	1.74±0.88
南方地区	49	1.16±0.85

## 2.3 地表水氚与饮水氚的差异

对地表水氚(江、河、湖、海)和饮水氚(自来水)含量分析发现, 自来水氚含量略低于地表水氚含量(见表 3), 这种趋势在丰水期和枯水期中均可见到, 可能是由于水厂的处理对水中的氚含量起了一定的影响, 但这种差异并不显著, 详细结论尚有待于进一步累积资料进行探讨。

表 3 地表水与自来水氚浓度(Bq L<sup>-1</sup>)比较

	丰 水 期 <sup>(1)</sup>		枯 水 期 <sup>(2)</sup>	
	n	$\bar{x} \pm s$	n	$\bar{x} \pm s$
地表水	28	1.60±1.18	35	1.68±1.23
自来水	24	1.33±0.90	38	1.25±0.88

(1) F=0.883, P=0.6457; (2) F=2.878, P=0.0903。

## 参考文献:

- [1] Nishimura R, Morisawa S, Shimada Y. Evaluation of the Japanese health risks induced by global fallout tritium [J]. Health Physics, 1998, 75(3): 259~68
- [2] Hisamatsu S, Takizawa Y. Further study on fallout <sup>3</sup>H ingestion in Akita, Japan [J]. Health Physics, 1989, 57(4): 565~70
- [3] Hisamatsu S, Ohmura T, Takizawa Y, et al. Tritium level in Japanese diet and human tissue [J]. J. Radio, Nuclear Chem. Articles, 1992, 156(1): 89~102
- [4] Momoshima N, et al. Tritium concentrations of river water in northern and southern islands of Japan [J]. J. Radio, Nuclear Chem, Articles, 1991, 150(1): 163~69
- [5] 程荣林, 任天山. 中国水环境中的氚(综述) [J]. 中华放射医学与防护杂志, 1992, 12(2): 129~33
- [6] 刘英, 等. 秦山核电厂运行前周围环境氚卫生学调查 [J]. 中华放射医学与防护杂志, 1990, 10(6): 409~12

收稿日期: 1999-04-10