

海藻对锝-99 的吸收*

UPTAKE OF TECHNETIUM-99 BY MARINE ALGAE

秦学祥

(国家海洋局第一海洋研究所 青岛 266003)

关键词 海藻, 锝-99, 吸收

海洋环境中的放射性锝-99(^{99}Tc), 主要来自核武器试验; 核燃料加工厂的排放物以及核事故引起的种种放射性物质释放而进入海洋, 由 ^{235}U 裂变产生, ^{99}Tc 半衰期 $2.1 \times 10^5 \text{a}$ ^[1]。从英国、法国的早期研究指出, ^{99}Tc 进入海洋后虽被海流稀释, 但明显地与悬浮物、沉积物和海洋生物相结合, 目前对 Tc 的生物地球化学循环仍了解甚少。从海洋生物对 ^{99}Tc 的吸收研究中, 博诺托^[2]发现不同藻类对 ^{99}Tc 浓集能力差异很大, 如蕨藻(*Caulerpa prolifera*)对 ^{99}Tc 的浓集系数不超过 1, 而齿缘墨角藻(*Fucus serratus*)对 ^{99}Tc 的浓集系数超过 10^4 。在海藻中褐藻对 ^{99}Tc 的累积能力高于绿藻和红藻, 褐藻中的齿缘墨角藻被认为是海洋环境中放射性 ^{99}Tc 污染的理想生物指示物。

1 研究方法

海藻样品分别采自比利时沿岸, 荷兰南部和法国拉哈圭核燃料处理厂排污口附近海区。研究方法^[2-4]如下:

1.1 样品洗净风干, 粉碎, 以氢氧化物双重纯化, 阴离子交换树脂色层分离、电镀, 最后探测器 β -计数测定 ^{99}Tc 活度。

1.2 样品洗净, 保存在含 $^{95m}\text{TcKO}_4$ (37 Bq/ml 或 740 Bq/ml) 充气的水槽中, 在 $18 \sim 21^\circ\text{C}$, 弱光(350~400Lux)和 $10\mu\text{g/ml}$ 氯霉素存在下(避免细菌生长), 24h 后冲洗干燥, 自动射线照相。

2 海藻对 Tc 的吸收

2.1 海藻对 ^{99}Tc 的浓集系数

Bonotto 等从比利时沿岸和荷兰南部采集 33 份海藻, 测得对 ^{99}Tc 的浓集系数^[2], 从中可以看出, 不同种类

海藻对 ^{99}Tc 的吸收浓集能力差异很大, 海藻对 ^{99}Tc 的浓集能力依次为褐藻>绿藻~红藻, 褐藻中尤以齿缘墨角藻, 螺旋墨角藻, 墨角藻等对 ^{99}Tc 的吸收累积能力最强, 其浓集系数 $>10^4$, 绿藻、红藻对 ^{99}Tc 的浓集系数则很小。

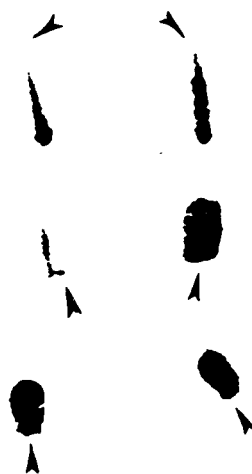


图1 结节囊叶藻的切割侧枝(A)、墨角藻(B)和齿缘墨角藻(C)顶端碎片的自动射线图

2.2 ^{95m}Tc 在海藻中的分布

用自动射线照相研究海藻对 ^{95m}Tc 的吸收时发现采自比利时沿岸海域的褐藻中囊叶藻、螺旋墨角藻、齿缘墨角藻、墨角藻和红藻中的脐形紫菜的自动射线照相图(见图1~5), 图1表明齿缘墨角藻等的切割边缘(箭头指向)比其它区域对 ^{95m}Tc 的吸收较弱。从图2可见囊叶藻侧枝的顶端部分比其他部分 ^{95m}Tc 活度高(箭头指

收稿日期: 1994年7月4日

向)。图 3 为螺旋墨角藻在 $^{95m}\text{TcKO}_4$ (37 Bq ml^{-1})下保持 24h, 然后转移到非放射性介质中放置 3d, 取出后照像,

上可以看出 ^{95m}Tc 在海藻体内较易累积, 但其分布极不均匀。



图 2 囊叶藻(*Ascophyllum nodosum*)中 ^{95m}Tc 的分布



图 3 螺旋墨角藻(*Fucus spiralis*)中 ^{95m}Tc 的分布

从图中可见 ^{95m}Tc 多累积在顶端肥实囊托部分。图 4 显示墨角藻的空气气囊(A)和中部主脉(M)及顶端部分空气胞(A1)等处对 ^{95m}Tc 的吸收较弱, 而顶端含再生细胞部分对 ^{95m}Tc 的累积是强的(箭头指向)。图 5 是脐形紫菜在高活度 ^{95m}Tc 溶液中呈现低吸收和不平衡的分布, 叶片棱边处(箭头指向)比内部对 ^{95m}Tc 的累积较多。从

1996 年第 1 期



图 4 墨角藻(*Fucus vesiculosus*)中 ^{95m}Tc 的分布

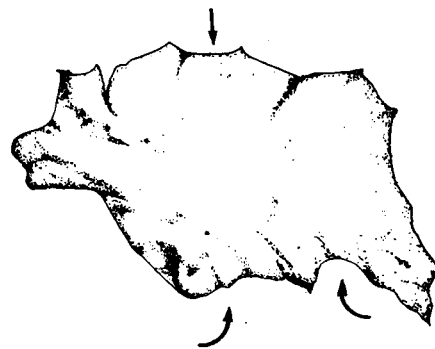


图 5 脐形紫菜(*Porphyra umbilicatus*)中 ^{95m}Tc 的分布
($^{95m}\text{TcKO}_4$ 740Bq/ml)

2.3 海藻对 ^{95m}Tc 吸收的影响因素

海藻对 ^{95m}Tc 的吸收、浓集和排除, 因外界环境条件和藻类本身的生理、遗传等因素的不同而呈现相当大的差异。不少实验指出光照、黑暗、温度、受热失活以及 ^{95m}Tc 在海水中的理化特性对海藻吸收 ^{95m}Tc 有很大影响。

2.3.1 光、暗和受热的影响

范德本等^[3,6]从齿缘墨角藻顶端的碎片中观测到对 ^{95m}Tc 的吸收, 在光照下比黑暗处 ^{95m}Tc 的放射性活度高(图略)。此结果表明光照对海藻吸收 ^{95m}Tc 有促进作用。实验对介质(海水含 $^{95m}\text{TcKO}_4$ 59.2 Bq ml^{-1})加热到 50°C , 2min 海藻便失去生理活性, 对 ^{95m}Tc 的累积能力几乎丧失。

2.3.2 温度的影响

齿缘墨角藻在光照下分别于不同时间保存在 4°C 和 20°C 介质中(海水含 $^{95m}\text{TcKO}_4$ 37.0 Bq ml^{-1}), 测得 ^{95m}Tc

的活度(图略),从中可以看出海藻在 4℃时对^{95m}Tc 的吸收能力比 20℃低,说明齿缘墨角藻在光照和一定温度下对^{95m}Tc 的累积有明显的促进作用。

3 海藻中⁹⁹Tc 的活度

吉恩梅雷^[4]报道,1974~1979 年间,在法国拉哈圭(La Hague)核燃料加工厂排污口附近古里(Goury)港海域,采集的样品中(除 12 号样品是采自法国西北部不列塔尼(Brittany)南部)。⁹⁹Tc 活度分析结果表明,15 种海藻中⁹⁹Tc 活度范围为<0.74~125.8 Bq/kg·湿,其中绿藻和红藻⁹⁹Tc 活度均低,反之⁹⁹Tc 较易被褐藻吸收,⁹⁹Tc 活度范围在 16.5~125.8 Bq/kg·湿(12 号除外),海藻中⁹⁹Tc 活度呈以下趋势,掌状海带<齿缘墨角藻<节结囊叶藻。

综上所述可以看出,不同藻类对⁹⁹Tc 的浓集能力有相当大的差异,同种藻类不同部位^{95m}Tc 的分布是不均匀的。另外环境条件、光照、黑暗、温度变化以及元素在海水中的理化特性等均对海藻吸收⁹⁹Tc 有很大影响。

参考文献

- [1] 秦学祥,1993。黄渤海海洋 11(1):58~62。
- [2] S. Bonotto, *et al.*, 1988. *Mar. Pollut. Bull.* 19(2):61-65.
- [3] D. Vanderben, M. Cognau *et al.*, 1990. *Mar. Pollut. Bull.* 21(2): 84-86.
- [4] L. Jeanmaire, M. Masson *et al.*, 1981. *France, Mar. Pollut. Bull.* 12(1):29-32.
- [5] S. Topcuoglu & S. W. Fowler, 1984. *Mar. Env. Res.* 12: 25-43.