

海洋生物对甲基汞富集作用的研究*

修瑞琴 高世荣 李连元

(中国医学科学院卫生研究所)

近年来水生生物对毒物的富集作用的研究受到了世界各国的重视。为了查明我国渤海中金属毒物污染对人体健康的影响,本实验室在 1980 年做了海洋硅藻对甲基汞富集能力的研究,并对青岛红岛渔民食用海产品中甲基汞的含量进行了测定,以判断我国黄渤海污染状况及其对人体健康的影响。

一、海洋硅藻对甲基汞吸附富集作用的实验室研究

自然水域中海洋硅藻是鱼贝类的主要饵料,它是海洋中水生食物链的第一环生物。实验证明,第一环生物富集的甲基汞能迅速地转移到作为人类食品的食物链末端生物中来,从而危害人体健康。因此,关于海洋硅藻对毒物富集作用的研究具有重要意义。我们选用我国沿海常见的硅藻种类进行人工控制条件下甲基汞富集作用的实验。

实验材料和方法

实验用藻种是牟勒氏角毛藻(*Chaetoceros muelleri*)及三角褐指藻(*Phaeodactylum tricornutum* Bohlino),取自中国科学院海洋所及农牧渔业部黄海水产研究所,实验用水是按美国标准法中人工海水配方填加无机培养剂而人工培养的纯种藻。实验按设计要求得出甲基汞的富集曲线及最高浓缩系数,用以判断毒物的富集能力与富集速度,并进行了重复实验。

实验结果与讨论

1. 两种海洋硅藻对甲基汞富集实验结果表明,海洋硅藻对甲基汞有较强的富集能力,富集速度很快。从三角褐指藻对甲基汞的吸附富集实验结果看出(见表 1、图 1),在实验的前 6 小时藻体中甲基汞含量急剧增加,在 0.001 毫克/升的甲基汞溶液中两小时可达 0.509 毫克/公斤,24 小时为最高,达 0.916 毫克/公斤,浓缩系数为 916 倍,24 小时后趋于平衡。

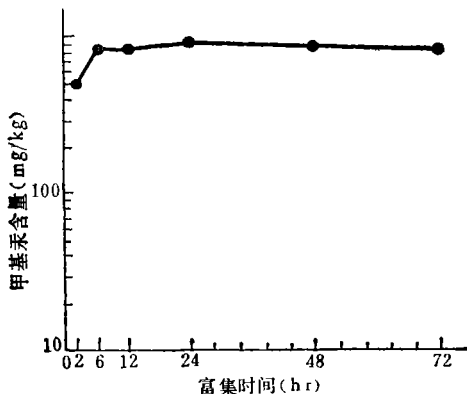


图 1 三角褐指藻自来水中对甲基汞吸附富集曲线

2. 由表 1、图 2 看出,牟勒氏角毛藻在两种不同水温下对甲基汞富集作用也不同。在 $27 \pm 1^\circ\text{C}$ 情况下两小时甲基汞浓度为 3.11 毫克/公斤,6 小时为 3.264 毫克/公斤,吸附富集了水体中甲基汞 3809 倍。同一种藻在低温下其富集能力明显降低,温度高 5°C 以上

* 青岛市卫生防疫站张建武、刘晓颖同志参加了部份工作。

表 1 两种海洋硅藻对甲基汞吸附富集结果 (毫克/公斤)

富集时间 (小时)	三角褐指藻		牟勒氏角毛藻			
	水温 $17.5 \pm 1^\circ\text{C}$		水温 $21 \pm 0.15^\circ\text{C}$		水温 $27 \pm 1^\circ\text{C}$	
	藻中甲基汞含量	浓缩系数	藻中甲基汞含量	浓缩系数	藻中甲基汞含量	浓缩系数
2	0.509	509	0.537	537	3.11	3110
6	0.869	869	0.591	591	3.26	3260
12	0.838	838	0.616	616	3.81	3809
24	0.916	916	0.596	596	3.80	3800
48	0.876	876	0.451	451	2.79	2793
72	0.804	804	0.547	547	2.58	2581

表 2 青岛红岛海洋生物甲基汞含量分析结果 (单位: $\mu\text{g}/\text{kg}$)

生物名称	样数	含甲基汞范围	平均值	95% 可信限	标准误 SX
鳓鱼 (<i>Ilisha elongata</i> Bennett)	51	2.00—23.60	10.94	9.24—12.64	0.846
小黄鱼 (<i>Pseudosciaena polyactis</i> Beeker)	30	12.50—91.90	41.07	35.11—47.03	2.92
牙鲆 (<i>Paralichthys olivaceus</i> Temminch et Schlegel)	7	22.07—141.60	55.49	18.49—92.49	15.12
蛤仔 (<i>Venerupis philippinarum</i> Adams et Reere)	30	1.30—13.80	4.92	4.00—5.84	0.45
杂色蛤仔 (<i>Venerupis variegata</i> Sowerly)	33	3.20—27.60	8.67	6.75—10.59	0.94
红螺 (<i>Rapana thomesiana</i> Crosse)	34	2.70—22.80	6.50	5.19—7.81	0.64
乌贼 (<i>Sepia esculenta</i> Hoyle)	33	3.20—67.70	11.31	7.01—15.61	2.11
绒毛近方蟹 (<i>Hemigrapsus penicillatus</i> Pe Haan)	20	1.72—2.16	1.89	0.81—2.97	0.52
梭鱼 (<i>Mugil so-iuy</i> Basilewsky)	3	12.0—14.60	13.53	11.03—16.03	0.79
鳉鱼 (<i>Clupanodon punctatus</i> Schlegel)	2	19.4—20.20	19.80	31.02—70.62	4.00

注: 后两种因获得样品数量少, 仅供参考。

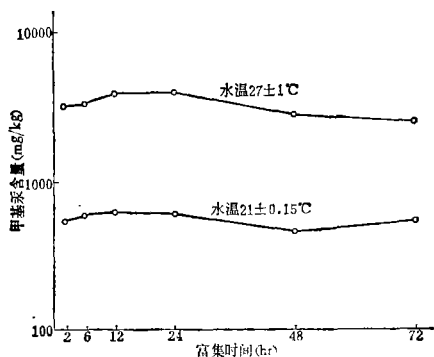


图 2 牟勒氏角毛藻对甲基汞吸附富集曲线

富集能力明显高。以上结果看出同是海洋硅藻, 不同种藻富集能力就不同, 三角褐指藻对甲基汞的富集能力比牟勒氏角毛藻强, 表明海洋硅藻对甲基汞有较强的富集能力。

二、青岛红岛海产品甲基汞含量调查结果

由表 2 可见, 在所测 10 种当地人们食用的海产品 243 个样品中, 各种海产品的检出率为 100%。甲基汞的总平均值为 17.41 微克/公斤, 含甲基汞范围为 1.30—91.90 微克/公斤。日本水俣湾内外 1972—1973 年所测海产品中甲基汞含量为 0.062—0.440 ppm, 平均含量为 0.25 ppm。青岛红岛海产品比日本水俣湾鱼类含量低 10 倍以上。在青岛所测海产品中五种鱼类的甲基汞平均含量为 28.17 微克/公斤, 含甲基汞范围为 10.90—55.50 微克/公斤。所测瓣鳃纲生物(两种蛤)

的甲基汞范围为 1.30—27.60 微克/公斤, 平均值为 6.80 微克/公斤, 腹足纲生物(红螺)含 2.71—22.8 微克/公斤, 平均值为 6.50 微克/公斤. 头足纲生物(乌贼)含 3.20—67.70 微克/公斤, 平均值为 11.31 微克/公斤, 蟹类 1.72—2.61 微克/公斤, 平均值为 1.89 微克/公斤. 各种生物的甲基汞含量详见表 2. 表中可见不同海产品甲基汞含量有很大差别, 小黄鱼与牙鲆的甲基汞含量明显高, 而相对鳎鱼含量低, 蛤、螺含量都比其它生物低, 10 种海产品所含甲基汞的顺序如下:

牙鲆>小黄鱼>鳎鱼>梭鱼>乌贼>鳎鱼>杂色蛤仔>蛤仔>红螺>方蟹

实际调查表明, 不同水层的鱼类其甲基汞含量不同, 鳎鱼是上层鱼, 甲基汞含量平均只有 10.94 微克/公斤, 而生活在底泥层的牙鲆, 其甲基汞含量为 55.49 微克/公斤, 浓缩系数为 2246—2265 倍. 底层鱼明显比中上层鱼高. 这是由于水体被汞污染后, 大量沉积到水底中的缘故.

测定结果表明, 红岛的鱼类普遍比瓣鳃纲(如蛤仔)、腹足纲(如螺)、头足纲(如乌贼)含量高. 这可能是由于有的鱼是迴游性鱼类(例如小黄鱼)体内的甲基汞由红岛以外水体中获得的. 蛤螺类因其运动范围小, 其含量能较客观反映当地水质的污染状况. 本次测定蛤螺甲基汞含量都不高, 在 1.30—27.60 微克/公斤之间, 平均为 6.70 微克/公斤, 均低于卫生标准.

经过生物统计处理结果表明, 同一种生物所采不同批次间所含甲基汞无明显差异; 同一种生物个体大小间的差异因生物种不同而不同. 通过实验室及现场调查表明, 我国渤海黄海海洋生物对甲基汞的富集系数为 10^3 数量级上.

小 结

1. 实验室实验研究结果表明, 海洋硅藻在 0.001 毫克/升甲基汞溶液中, 12 小时甲基

汞的富集浓度可达 3.809 毫克/公斤, 浓缩系数可达 3809 倍. 不同硅藻对甲基汞的富集能力不同, 水温升高, 硅藻对甲基汞的富集能力及富集速度都迅速提高.

2. 青岛红岛现场所测 10 种可食海产品的甲基汞含量结果表明, 甲基汞的总平均值为 17.41 微克/公斤, 含量范围为 1.30—91.90 微克/公斤, 比日本水俣湾 1972—1973 年结果低 10 倍以上. 各种海产品的检出率为 100%. 不同的生物, 富集的能力也不同, 同一类生物不同种间富集能力也有差异. 底层鱼体中甲基汞含量比上层鱼含量高, 同一类生物不同采样批次, 甲基汞含量近似.

3. 现场与实验室工作都表明, 海洋生物对水中甲基汞的富集速度很快, 富集能力很强, 浓缩系数都为 10^3 数量级. 如果水体中有甲基汞的微量污染就会被迅速富集到生物体中, 通过食物链迅速转移到海产品中, 直接危害人体健康, 因此严格控制和监测水环境中的污染还是极为重要的.

由于水生生物对甲基汞等毒物有较强的富集能力, 在环境监测及环境调查中采集、测定水环境中生物体内毒物的含量是个很好的方法, 可以解决测定方法灵敏度低而导致对水体有否污染的错误判断.

参 考 文 献

- [1] Rolf Hartung et al., *Environmental Mercury Contamination* pp. 172—176, Ann ARBOR Science Publishers, 1972.
- [2] 修瑞琴等, 环境科学, **1** (1), 77(1980).
- [3] 修瑞琴等, 卫生研究, **2**, 27(1980).
- [4] 藤田昌彦等, 卫生学杂志(日), **21**(1), 461(1972).
- [5] 金德祥等, 中国海洋浮游硅藻类, 上海科学出版社, 1965 年.
- [6] 武内忠男, 科学, **43**(11), 664(1973).