

汞在双齿围沙蚕体内的累积和结合的实验研究

李世效 王仁美 刘发义

(中国科学院海洋研究所)

在环境污染研究中,底栖生物占有重要地位。底栖生物对重金属,尤其是汞的累积和排出的研究,国内外很多人做了大量的工作,其中以软体动物(贝类)为多,环节动物多毛类研究较少^[1,7,8]。多毛类沙蚕分布广,数量大,活动范围较贝类广,易采集、易养殖,对环境因子适应性强,是理想的实验动物。它作为底栖生物应该与贝类同样受到重视。

近年来,人们在重金属污染及其代谢机制研究方面,发现累积在生物体内的某些重金属,能与硫蛋白(thionein)结合为金属硫蛋白(Metallothionein),并有诱导合成该蛋白的作用^[9,10,13-15]。但是,国内尚未见这方面的研究报道。另外,也有人提出,可以生物体内结合的金属硫蛋白做环境污染的指标^[14]。在本实验中,用²⁰³HgCl₂示踪,以Sephadex G-75凝胶层析,从双齿围沙蚕(*Perinereis aibu-*

hitensis Grube)中分析出汞类金属硫蛋白(Metallothionein-like),并测定了双齿围沙蚕对²⁰³Hg的累积及生态环境对汞累积的影响。

材 料 与 方 法

1. 海水和海泥的采集与处理:海水取自青岛汇泉湾沿岸,实验所用海水均经煮沸。海泥采于胶州湾青岛市自来水公司附近海滩,取表面层20cm深左右,过滤、煮沸。

2. 生物采集与示踪:双齿围沙蚕采自青岛市李村河北岸海滩,在室内预养一周,用清洁海水洗净,加入I、II组的养殖容器内,每组50条。各组的实验条件列入表1。2—7天换一次海水,同样消毒灭菌,加²⁰³HgCl₂,保持原来的放射性浓度。在实验期间,双齿围沙蚕不喂饵。

表 1 双齿围沙蚕示踪实际条件

组 别	环 境 因 子				
	主要介质构成	体 积 ($\times 10^3 \text{cm}^3$)	青霉素 (国际单位/ cm^3)	链霉素 (国际单位/ cm^3)	²⁰³ HgCl ₂ 浓度 ($\mu\text{Ci/l}$)
I 组	海泥+海水	4.0+3.0	200	20	3.0
II 组	海水	5.0	200	20	3.0

3. 取样:按计划的时间间隔,取生物、海泥和海水样。

(1) 生物取样与处理:每次取沙蚕5条,清水冲洗,吸干表面水。分三段(前、中、后段)分别称重、测量放射性。然后,做²⁰³Hg在不同组分中的分布分析,具体方法见参考文献2、4。

(2) 海泥取样与测量:每次取样三个,

由表层至底部采3—5毫升,测其放射性,以干重计算海泥的放射性浓度。

(3) 海水取样:每组每次取三个样品,每个5毫升,测其放射性。

4. 示踪放射性汞:系中国科学院原子能研究所产品。化学状态为²⁰³HgCl₂,出厂的比放射性为200—400毫居里/克·汞。

结果与讨论

1. ^{203}Hg 在双齿围沙蚕体内的累积: 各次取样测得双齿围沙蚕的放射性计数、浓缩系数与累积时间关系见图 1 和图 2。从图 1 中可以看出, 双齿围沙蚕对汞的积累能力较强, 在 35 天的实验期间, 双齿围沙蚕浓缩系数达 182, 而且还在增长, 尚未达到累积平衡。但是, 同紫贻贝和毛蚶比较, 双齿围沙蚕的累积能力较弱^[2]。图 2 为沙蚕前、中、后段测得的浓缩系数曲线, 其累积能力: 后段 > 前段 > 中段, 但差异不大。

2. ^{203}Hg 在双齿围沙蚕体内的结合与分

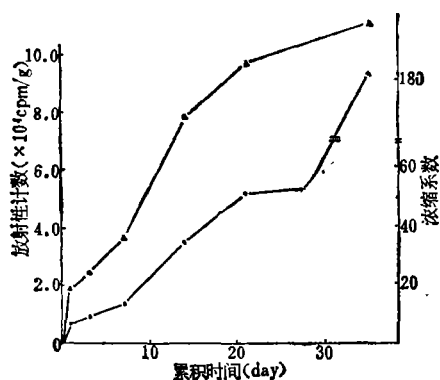


图 1 II 组沙蚕对海水中 ^{203}Hg 的累积

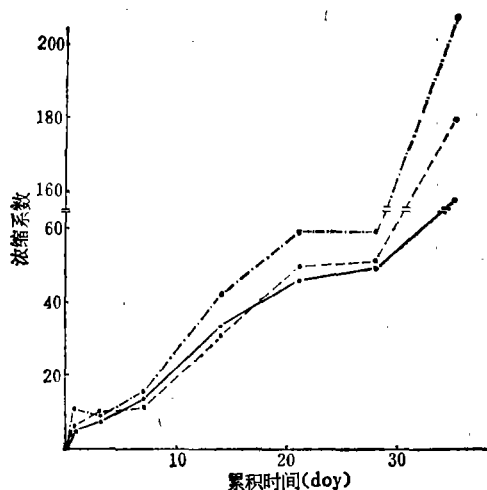


图 2 沙蚕 (II 组) 各段的浓缩系数

○—○ 前段 ●—● 中段 ○—·—○ 后段

配: ^{203}Hg 在双齿围沙蚕组织匀浆中可溶部分与沉淀部分的分配列于表 2。从表 2 可见, 可溶部分约占 60% 左右, 随时间变化有增加的趋势。

可溶部分的 Sephadex G-75 凝胶层析实验结果见图 3。图中有两个 ^{203}Hg 的峰, 前者是 ^{203}Hg 和生物大分子结合, 其分子量大于 70,000; 后者与 ^{203}Hg 结合的物质, 分子量小于细胞色素 C(11,700) 而大于 3,000。该物质可能是结合 ^{203}Hg 的类金属硫蛋白 (Metal-

表 2 ^{203}Hg 在可溶部分和沉淀部分中的分配

实验次数	1	2	3	4	5	6	7
间隔时间 (day)	2/3	3	7	14	21	28	35
可溶部分 (%)	47.1	65.2	64.3	56.1	64.2	58.6	68.8
不可溶部分 (%)	52.9	34.8	35.7	44.9	35.8	41.4	31.2

lothionein-like), 约占可溶部分 ^{203}Hg 的 40% 左右, 占双齿围沙蚕累积总 ^{203}Hg 的 23—28%。以紫外吸收分析, 测得 ^{203}Hg 与蛋白吸收曲线有相关性。

自 Margoshes 等人^[12] 1957 年发现金属硫蛋白以来, 人们对金属硫蛋白有不少研究和评述^[3,11]。金属硫蛋白是一种半胱氨酸含量高(30—35%)、可与重金属结合、对热稳定

的可溶性低分子量蛋白质, 分子量为 6,000—10,000。在某些生物体内, 镉、锌、铜、汞等重金属能诱导合成该蛋白质。它能贮存重金属, 使重金属毒性得以解除, 其他生物功能尚不清楚。在本实验中双齿围沙蚕组织中类金属硫蛋白结合的 ^{203}Hg 约占其总 ^{203}Hg 的 23—28%, 可见金属硫蛋白在双齿围沙蚕体内与金属贮存有关。

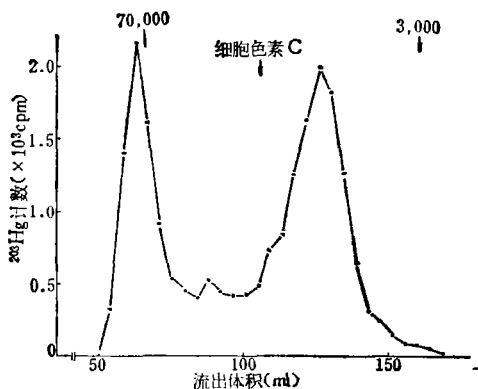


图3 可溶部分 Sephadex G-75 凝胶层析曲线
(II组沙蚕)

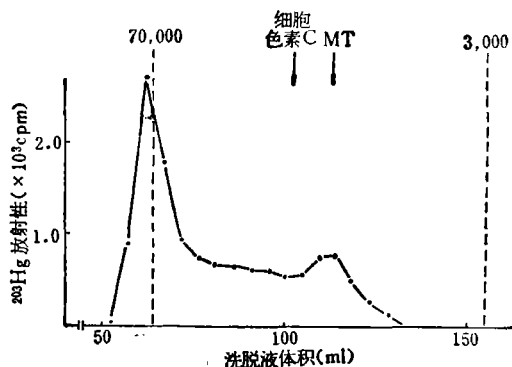


图4 对照实验可溶部分 Sephadex G-75 凝胶
层析曲线

图4为对照实验凝胶层析图。对照实验是将未经示踪的双齿围沙蚕，在组织匀浆中加 ^{203}Hg ，其余步骤与实验样品同样操作。从图4看出，也有结合 ^{203}Hg 的金属硫蛋白这个峰，只是量比实验组少。这说明双齿围沙蚕在示踪实验前体内就有金属硫蛋白。A. Viarengo^[14]等人提出以生物体内结合的金属硫蛋白作为海洋铜污染的指标。本实验所用双齿围沙蚕采集的海域，据周家义^[6]等人报告，已被汞污染。对照组双齿围沙蚕分析出类金属硫蛋白。这说明双齿围沙蚕可能已被污染。因此，本实验结果支持了A. Viarengo等人的上述论点。然而我们在其他研究工作中^[2,4,5]则与此不同。汞在紫贻贝体内几乎全部与沉淀部分及可溶部分的生物大分子物质(M. W. > 70,000)结合，在实验的35天期间没有检出金属硫蛋白。又如钴在紫贻贝体内可溶部分中，大部分以小分子及离子(M. W. < 3,000)存在，同样没有检出金属硫蛋白。因此，我们认为，若仅以金属硫蛋白作为污染指标，对某些重金属元素和生物可能是适用的，但是它对更多的重金属元素与生物是否适用，还有待深入研究。

表3 暴露在示踪海泥、海水中双齿围沙蚕对汞的累积

实验次数		1	2	3	4	5	6
取样时间(day)		2/3	3	7	14	21	28
I 组	海泥汞浓度 ($\times 10^{-3}\text{ppm}$)	12.8	11.5	19.1	15.1	13.7	6.3
	沙蚕汞含量 ($\times 10^{-3}\text{ppm}$)	1.3	1.8	5.0	3.1	5.8	12.8
II 组	海水汞浓度 ($\times 10^{-3}\text{ppm}$)	9.4	10.0	10.5	9.7	9.0	6.6
	沙蚕汞含量 (ppm)	0.63	0.86	1.37	3.34	4.57	3.48

3. 生态环境对沙蚕累积汞的影响：表3所列数据是生活在不同的生态环境(I组：海泥；II组：海水)中，双齿围沙蚕对汞的累积结果。从表3可以看出，海泥中的放射性浓度平均高出海水的1/3左右。但是，海水中的沙蚕累积 ^{203}Hg (及 Hg)却远远高出海泥中

的沙蚕，平均高出 10^3 倍。本实验I组，汞加入海泥(沉积物)中，经搅拌混合均匀后，绝大部分存在于固相中，水相(表面水、间隙水)中含量极少。沉积物中含有腐植质，具有大量的活性官能团，对阳离子具有强亲和力，尤其是对汞，有90%以上是以腐植酸汞的络合态

存在。可能汞在水中、泥沙中的化学状态不同,致使其被生物吸收的难易程度相差很大,从而影响了双齿围沙蚕的吸收和累积。

本文承吴宝铃教授审阅和指导,谨致谢意。

参 考 文 献

- [1] Lobel, P. B., 吴宝铃,环境科学学报, 2(2), 177 (1982).
- [2] 刘发义 王仁美 李世效,环境科学学报, 1(1), 51 (1981).
- [3] 刘发义,中国环境科学, 3, 72(1982).
- [4] 李世效 王仁美 刘发义,环境科学学报, 1(2), 193 (1981).
- [5] 李世效 王仁美,海洋科学, 3, 26(1982).
- [6] 周家义等,山东海洋学院学报, 10(4), (1980).
- [7] Jennings, C. D. and S. W. Fowler, *Marine Biology*, 56 (4), 277 (1980).
- [8] Pesch, C. E., *Marine Biology*, 52, 237 (1979).
- [9] George, G. et al., *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 60, 575 (1980).
- [10] George, G., et al., *Biochem. Biophys. Acta*, 580, 225 (1979).
- [11] Kagi, J. H. R. and M. Nordberg, Metallothionein, *Proceedings of The First Meeting on Metallothionein and Other Low Molecular Weight Metal Binding Proteins*, Birkhauser Verlag, Basel, p. 378, 1979.
- [12] Margoshes, M. and B. L. Vallee, *J. Am. Chem. Soc.*, 79, 4813 (1957).
- [13] Noel-Lambot, F., *Experientia*, 32, 324 (1976).
- [14] Viarengo, A. et al., *Mar. Pollut. Bull.*, 12, 347 (1981).
- [15] Viarengo, A. et al., *Comp. Biochem. Physiol.*, 67c, 215 (1980).

紫露草微核技术对青岛几个工厂污水监测的初步实验

陈登勤 项 东*

(山东海洋学院生物系)

近年来,紫露草微核技术用来监测环境污染,国外已有不少这方面的研究报道^[1-3]。1980年,该项技术的创立者,美国西伊里诺大学马德修教授来我院合作,在国内首次开展了这方面的研究工作,并取得一些初步结果^[4-6]。为了比较紫露草微核技术与化学测定方法对工业废水的污染监测,我们对几个工厂排放的污水,做了两种监测方法的比较实验。

材 料 和 方 法

实验分三部分进行:(1)几个工厂污水紫露草微核测定;(2)模拟污染水样的微核测定;(3)水质的 COD 测定。

污水样采自青岛的钢厂、制革厂、油漆厂、化肥厂、电镀厂、造纸厂和染织厂。水样在低温下保存,经过沉淀过滤,主要是监测溶

于水的诱变污染物质。

模拟污染实验是用 HgCl_2 试剂,用清洁自来水配成 30、150 和 300ppm 浓度的人工污染水,作为对比实验。

化学监测是采用常规方法测定 COD 值。

实验所用的紫露草,是 1979 年从美国引进的一个种 (*Tradescantia paludosa*)。

实验方法是:紫露草污水处理用花序枝条水插法。水样盛于 500 毫升的烧杯中,每个工厂的水样为一个处理组,每组插花序枝条 15 个,在 1500 米烛光左右日光灯下培养 6 小时,再换清洁自来水恢复培养 24 小时,然后摘下花序用卡诺固定液固定 24 小时,最后移入 70% 酒精中低温保存待用。

制片观察时,从花序中选取适当的花蕾,

* 项 东同志现在国家水产总局东海水产研究所工作