

# 贻贝作为海区 $^{90}\text{Sr}$ 污染指示 生物的研究\*\*

蔡福龙 陈 英 黄凌毅\*

(国家海洋局第三海洋研究所, 厦门)

利用海洋生物积累放射性核素的含量监测海洋环境的放射性水平, 能克服利用海水进行监测需要大量水样的缺点, 达到快速、简便、节约人力、财力的优点。因此, 生物监测在国际上普遍受到重视, 是当前监测方法研究中的一个重点。众所周知, 贻贝已越来越多地用于监测海洋污染<sup>[1, 2]</sup>, 而在放射性监测方面也有过一些报道<sup>[3, 4]</sup>, 多数集中于监测活化产物的研究。监测裂变产物的报道所见甚少。在Rice的研究中<sup>[5]</sup>, 曾报到过浮游藻类对 $^{90}\text{Sr}$ 的浓集, 其缺点是流动性大, 尚难反映特定海区的放射性水平。因此, 本文利用生活范围比较固定的贻贝来探讨它用于监测重要裂变产物 $^{90}\text{Sr}$ 的可能性, 以便为进一步开展生物监测提供科学依据。

## 一、实 验

取体长为3.5—5.1cm, 毛重为6—10g的翡翠贻贝 (*Mytilus viridis* Linnaeus), 洗净外壳, 去掉体表上的附着物。养于含有不同浓度 $^{90}\text{SrCl}_2$ 的海水中, 每天喂以扁藻。进行28天浓集实验, 然后, 再把部分贻贝养在不含 $^{90}\text{Sr}$ 的海水中, 进行28天排泄实验, 每周换水一次。

整个实验系统, 生物的水体密度为2个/L, 不断通气, 水温 $20\text{C} \pm 2$ , 海水盐度为28。按需要取出海水培养液和3个贻贝; 取出的贻贝先放于干净的海水中, 静置20分钟, 待外壳开启, 排出壳内的外循环海水后, 用自来水彻底洗净外壳, 并用0.5% EDTA二钠水溶液和自来水轮番冲洗三次, 然后解剖出各组织器官, 制成均匀薄样。用FH-408自动定标器和FH-367探头的塑料晶体测量样品中 $^{90}\text{Sr}$ 的 $\beta$ 放射性。结果用浓集系数表示, 仪器计数率为47.5%。

本文于1988年10月11日收到, 修改稿于1989年5月6日收到。

\*林世泳、赖招才参加部分实验工作。

\*\*科学基金项目。

## 二、结果和讨论

### (一) 贻贝对<sup>90</sup>Sr的浓集

我们取整体贻贝对<sup>90</sup>Sr浓度为 $3.8 \times 10^{-8} \text{Ci l}^{-1}$ 的浓集系数制成图1。由此图可看出整个浓集过程是时间的指数函数。在24天以后，就趋于动态平衡，其浓集系数为 $3.6 \times 10^1$ 。

### (二) <sup>90</sup>Sr在贻贝体内的分布

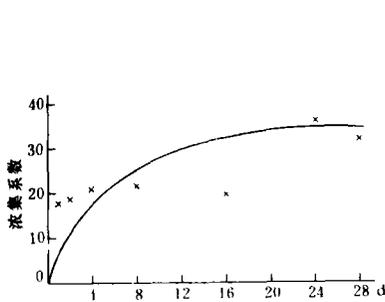


图1 翡翠贻贝对<sup>90</sup>Sr的浓集

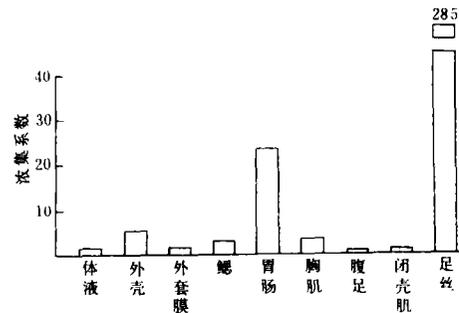


图2 <sup>90</sup>Sr在翡翠贻贝体内的分布

图2的结果显示当贻贝浓集<sup>90</sup>Sr达到动态平衡时，<sup>90</sup>Sr在其体内各组织器官的分布十分悬殊。其中浓集量最大的是足丝，其次是胃肠，再次是外壳。它们的浓集系数分别为 $2.85 \times 10^2$ ， $2.4 \times 10^1$ ， $6.0 \times 10^0$ 。其他各组织器官对<sup>90</sup>Sr的浓集甚低，其浓集系数处于 $1.3 - 3.5 \times 10^0$ 之间。其中胃肠的浓集系数高于富含钙的外壳，主要是贻贝摄食了对<sup>90</sup>Sr浓集能力强的扁藻所致。我们曾在另一个实验中测得扁藻对<sup>90</sup>Sr的浓集系数为 $2.2 \times 10^2$ 。这一部分的扁藻被贻贝摄食之后，在排出体外之前仍留在胃肠里，从而提高了胃肠样品的放射性含量，它并不代表胃肠对<sup>90</sup>Sr的真正吸收。

### (三) <sup>90</sup>Sr进入贻贝体内的通道

表1 <sup>90</sup>Sr进入贻贝各组织器官的时间进程(dpm)

时 间	器 官								
	体液	外壳	外套膜	鳃	胃肠	胸肌	腹足	闭壳肌	足丝
6 h	60	60	20	23	111	31	58	31	114
12 h	45	59	36	11	169	71	139	21	2289
1 d	66	58	30	121	203	34	—	50	3398
2 d	15	17	39	56	126	12	33	38	3471
4 d	27	117	39	25	186	90	67	37	4239
8 d	20	171	38	27	204	32	42	76	3115
16 d	28	91	39	51	255	103	17	59	2680
24 d	37	133	41	78	562	83	31	36	6744
12h — 24d 平均	38	104	37	75	201	65	54	16	3269

表 1 的数据表明，<sup>90</sup>Sr 进入贻贝体内的通道是多方面的。浓集实验仅进行 6 小时，在每个组织器官均能检出<sup>90</sup>Sr，但其中浓集量最高的是胃肠和足丝，其次是体液、外壳和腹足。因此，可以分析<sup>90</sup>Sr 进入贻贝体内的过程中，胃肠的浓集起着重要的作用；而鳃、外套膜等呼吸器官及体壁的渗透也促使所吸收的<sup>90</sup>Sr 迅速转移到各个组织器官。体液的<sup>90</sup>Sr 含量颇高，就是一个很好的例证。至于足丝和外壳均由直接吸收或吸附所致；足丝的分泌器官腹足的<sup>90</sup>Sr 含量颇高，二者也是密切相关的。6 小时以后，各组织器官积累量的变化表现如下几个特点：（1）外壳、胃肠和足丝基本上处于持续上升状态；（2）腹足变化不大；（3）体液有所下降；（4）外套膜、胸肌、鳃、闭壳肌有所积累。

（四）贻贝各指示物浓集<sup>90</sup>Sr 的变化

我们取贻贝的体液、外壳、软组织、足丝作为监测海区<sup>90</sup>Sr 的指示物，考察它们浓集<sup>90</sup>Sr 含量的变化。图 3—6 的结果展示了海水中<sup>90</sup>Sr 的浓度在  $1 \times 10^{-9} - 1.0 \times 10^{-7} \text{Ci/l}$  的范围内时，贻贝体液、外壳、软组织和足丝等指示物对<sup>90</sup>Sr 的浓集量随着浓度的增加而

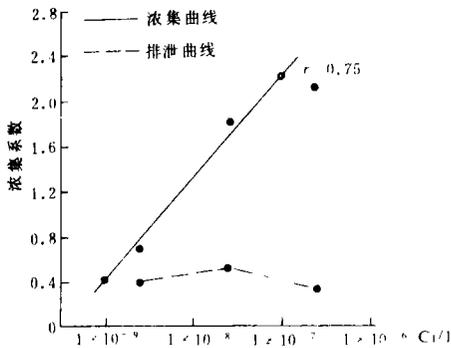


图 3 翡翠贻贝体液对<sup>90</sup>Sr 的浓集能力

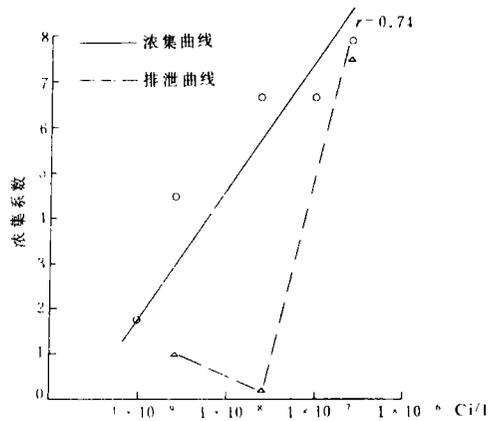


图 4 翡翠贻贝外壳对<sup>90</sup>Sr 的浓集能力

保持一定的线性关系，其相关系数分别为 0.75，0.74，0.80，0.90。这比它对<sup>60</sup>Co 浓集的相关系数稍差<sup>[1]</sup>。经过 28 天的排泄实验之后，其<sup>90</sup>Sr 的含量明显减少，各浓度之间线性关系也不存在了。尤其外壳在排泄实验时，吸附了由贻贝体内排出的<sup>90</sup>Sr，故检测结果，

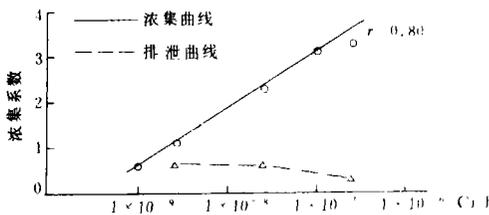


图 5 翡翠贻贝软组织对<sup>90</sup>Sr 的浓集能力

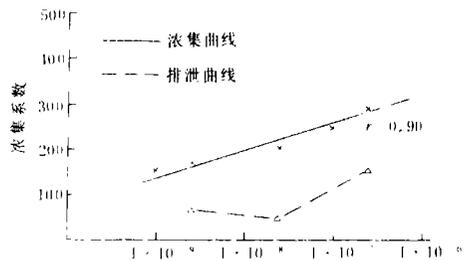


图 6 翡翠贻贝足丝对<sup>90</sup>Sr 的浓集能力

在 $3.8 \times 10^{-7} \text{Ci/l}$ 这一点上外壳的浓集量降低甚微(图4)。

上述结果表明,贻贝的足丝对 $^{90}\text{Sr}$ 的浓集迅速,而且浓集量大,与浓度间线性关系较好,易于检测。通过检测其 $^{90}\text{Sr}$ 的含量,再利用浓集系数的关系式<sup>[6]</sup>,除以由实验得出的浓集系数,就可得知海水 $^{90}\text{Sr}$ 的浓度。

### 三、结 语

1. 翡翠贻贝整体对 $^{90}\text{Sr}$ 的浓集在21天以后就趋于动态平衡,其浓集系数为 $3.6 \times 10^1$ 。
2.  $^{90}\text{Sr}$ 在翡翠贻贝体内的分布,主要浓集在足丝,其次是胃肠和外壳,其浓集系数分别为 $2.85 \times 10^2$ ,  $2.4 \times 10^1$ ,  $6.0 \times 10^0$ 。
3.  $^{90}\text{Sr}$ 进入翡翠贻贝体内的通道是多方面的,其中以胃肠占主要地位。
4. 海水中 $^{90}\text{Sr}$ 浓度在 $1 \times 10^{-9} - 3.8 \times 10^{-7} \text{Ci/l}$ 的范围内,翡翠贻贝的体液、外壳、软组织、足丝对它的浓集呈线性关系,其相关系数分别为0.75, 0.74, 0.80和0.90。
5. 经排泄实验后,上述组织器官里的 $^{90}\text{Sr}$ 含量明显减少,残留量与各浓度之间的线性关系不复存在。
6. 可以考虑利用足丝作为监测海区 $^{90}\text{Sr}$ 的指示物。

### 参 考 文 献

- [1] Kira, S., Detection of dibenzothiophene in mussel *Mytilus edulis* as a marker of pollution by organosulfur compounds in a marine environment, *Bull. Environ. Contam. Toxicol.*, **31** (1983), 5: 518--525.
- [2] Szefer, P., Occurrence of ten metals in *Mytilus edulis* and *Cardium glaucum* from the Gdansk Bay, *Marine Pollution Bulletin*, **16** (1985), 11: 146--150.
- [3] Goldberg, E.D., U.S. mussel Watch: 1977--1978 results on trace metals and radionuclides, *Estuarine Coastal and Shelf Science*, **16** (1983), 1: 69--93.
- [4] 蔡福龙等, 贻贝作为海区 $^{60}\text{Co}$ 污染指示生物的研究, 海洋学报, **7** (1985), 1: 120--128.
- [5] Rice, T.R. and V.M. Willis, The accumulation of strontium by marine planktonic algae, *Limnol. Oceanogr.*, **4** (1959), 277--290.
- [6] 蔡福龙等, 放射性污染, 海洋出版社, 1983, 48--50.