

# 三角褐指藻细胞密度对累积和排出<sup>65</sup>Zn的影响

肖余生 滕文法 相振峻

(中国科学院海洋研究所)

本所在渤海湾污染调查中发现河口区沉积物已受到不同程度的重金属污染,如Zn在大沽河口外表层底质中的浓度已达131.5ppm<sup>1)</sup>远高于本底值(70ppm)。渤海湾由于水质肥沃、饵料丰富,因而是我国北方海区的重要渔场之一。为研究近海河口区饵料细胞密度与污染物间的关系,我们以渤海湾海区的浮游硅藻——三角褐指藻 *Phaedactylum tricorutum* 为研究对象,以<sup>65</sup>Zn为示踪剂,探讨了褐指藻不同细胞密度对累积和排出<sup>65</sup>Zn的影响,从而为研究海洋藻类对渤海湾海水中Zn的转移代谢规律和Zn由单细胞藻类向食物链较高营养级生物传递提供基础科学资料。

有关海洋浮游硅藻细胞密度对累积和排出污染物影响规律的研究,在国外虽有人对Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>进行过研究<sup>(3)</sup>,但对<sup>65</sup>Zn的研究在国内尚未见报道。

## 材料与方 法

1. 材料 褐指藻由本所饵料生物实验室提供,藻经接种后加营养盐置于窗前自然光下培养。正式实验中不加营养盐。放射性核素<sup>65</sup>Zn为中国科学院原子能研究所提供的<sup>65</sup>ZnCl<sub>2</sub>,比放射性为100—200mCi/gZn,海水采自青岛汇泉湾沿海。

2. 吸收实验 将备用藻液加青霉素200单位/ml、链霉素15单位/ml灭菌消毒后离心浓缩,弃去原培养液,将沉淀藻在过滤消毒海水中制备成200,500,800万个细胞/ml各1200ml,分别装在3000ml的三角烧瓶中,并同时向

三组藻液中加入<sup>65</sup>Zn,使浓度均为1μCi/l。实验是在褐指藻最适生长条件下进行的。温度为15±1℃。在整个实验期间采用连续光照,光强为2800Lux左右,光源为6支40W日光灯,海水pH值约为8,盐度为30‰左右。定期取样。每次取<sup>65</sup>Zn标记藻液50ml,取其中的10ml测藻液的放射性;取30ml藻液离心10分钟,分离藻和介质,取上清液10ml作水样,测放射性。将沉淀藻用30ml海水洗两次后,制成两个生物样(10ml×2),测放射性。上述样品均用国产FH-408B定标器测量。藻生长和生物样重量均用72型分光光度计测光密度值求得,有关藻液的光密度值与重量、个体计数之间的关系,实验前制得关系表。藻干、湿重之比约为1:6。

3. 排出实验 将上述累积<sup>65</sup>Zn达到动态平衡的三组褐指藻离心浓缩,弃去原<sup>65</sup>Zn示踪海水,将沉淀藻悬浮于1200ml干净海水中。分别稀释成70,200,600万个细胞/ml三个细胞密度组,使其由藻体向外界排出<sup>65</sup>Zn。定期测量藻液、生物样和水样的放射性,生物对<sup>65</sup>Zn的排出用保留率或排出率(%)<sup>(1)</sup>表示。藻种群生长和生物样重量的测量方法同上。

吸收和排出实验各进行了三天,并做了重复实验。

## 结 果

### 1. 褐指藻对<sup>65</sup>Zn的吸收速度随细胞密

1) 中国科学院海洋研究所二室环境地球化学小组,1980。渤海湾底质环境质量评价。

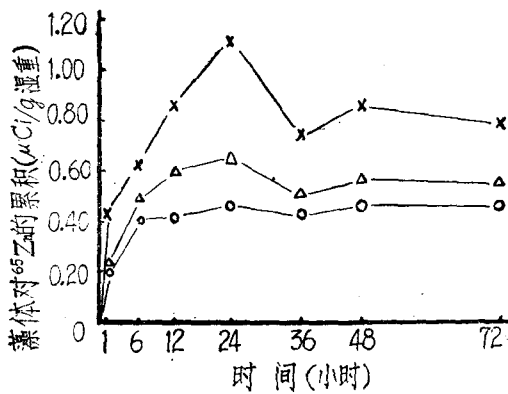


图1 藻细胞密度对累积<sup>65</sup>Zn的影响  
 ×为200万个细胞/ml, Δ为500万个细胞/ml,  
 ○为800万个细胞/ml。

度减小而加快(见图1)。

藻类细胞密度对其累积<sup>65</sup>Zn的速度是有着显著影响的,即200万个细胞/ml组对<sup>65</sup>Zn的吸收速度快于500万个细胞/ml组,而500万个细胞/ml组又快于800万个细胞/ml组。同样,也是细胞密度小的组藻体内累积<sup>65</sup>Zn的量最高,其值为1.1590μCi/g湿重;细胞密度中等者次之,其值为0.6541μCi/g湿重;细胞密度大的组最低,其值为0.4751μCi/g湿重。三组藻在72小时,对<sup>65</sup>Zn的累积均已出现了动态平衡。其中以200万个细胞/ml组在24小时时的吸收值为最高。

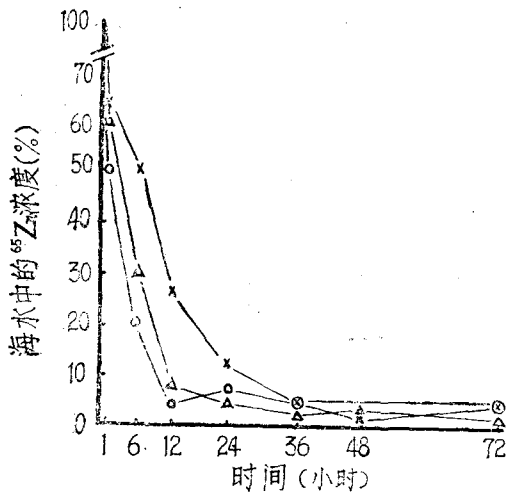


图2 藻细胞密度对海水中<sup>65</sup>Zn浓度的影响  
 ×-×为200万个细胞/ml, Δ-Δ为500万个细胞/ml, O-O为800万个细胞/ml。

2. <sup>65</sup>Zn浓度在海水中的下降速度随细胞密度增大而加快(见图2)。

(1) 由于褐指藻对海水中<sup>65</sup>Zn有着很高的累积能力,以致使海水中<sup>65</sup>Zn浓度在实验开始的12小时内成直线下降;在36小时,海水中的<sup>65</sup>Zn几乎被三组不同细胞密度的藻全部吸收掉,而仅剩下原加入<sup>65</sup>Zn浓度的2-5%;此后,直至实验结束(72小时)无大变化。(2) 海水中<sup>65</sup>Zn浓度的下降速度是细胞密度大的组下降快;细胞密度小的组下降慢;细胞密度中等者介于两者之间。800, 500, 200万个细胞/ml三个组吸收掉海水中95%<sup>65</sup>Zn的时间,分别为12, 24和36小时。

3. 200, 500, 800万个细胞/ml的三组藻对<sup>65</sup>Zn的浓缩系数均达10<sup>4</sup>以上(以湿重计),其中以200万个细胞/ml组浓缩系数最高,其值为44000。

4. 褐指藻对<sup>65</sup>Zn的排出率随细胞密度减小而加快(见图3)。

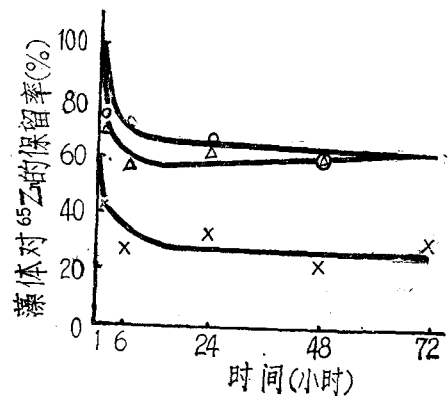


图3 藻细胞密度对排出<sup>65</sup>Zn的影响  
 ○为600万个细胞/ml, Δ为200万个细胞/ml,  
 ×为70万个细胞/ml。

在本排出实验时间内,70, 200, 600万个细胞/ml的三组褐指藻自藻体向外界水环境排出<sup>65</sup>Zn的规律如下:(1) 三组藻在实验开始的6小时内对<sup>65</sup>Zn的排出都是很快的,但在12小时后对<sup>65</sup>Zn的排出是相当缓慢的。(2) 三组藻对<sup>65</sup>Zn的排出率70万个细胞/ml组最高,为72%;200万个细胞/ml组为40%;600万个

细胞/ml组最低,为38%。从而可以看出,细胞密度较小的组是较易向外界排出 $^{65}\text{Zn}$ 的,而细胞密度较大的两组则较难向外界排出。

## 讨 论

1. 海洋浮游硅藻对海水中的 $^{65}\text{Zn}$ 有着很高的累积能力。实验海水中的Zn含量比正常海水高一倍多,三组不同细胞密度的褐指藻仅在几小时到36小时内竟几乎全部将 $^{65}\text{Zn}$ 吸收掉,其最高浓缩系数达 $4.4 \times 10^4$ ,这与苏联学者<sup>[6]</sup>所报道的硅藻类的*Nitzschia closterium*吸收 $^{65}\text{Zn}$ 的浓缩系数为 $5 \times 10^4$ 的结果相似。可见,海洋浮游植物对海水中 $^{65}\text{Zn}$ 的累积能力是很高的。这对污染物较集中而又利于浮游植物生长的渤海湾河口区来说,显然是重要的,因为浮游植物的生命周期短、繁殖快,能在比较短的时间内迅速更替。现在已经清楚,海洋低营养级生物不仅能大量地吸收 $^{65}\text{Zn}$ , $^{32}\text{P}$ , $^{55}\text{Fe}$ , $^{59}\text{Fe}$ ,而且还能吸收 $^{51}\text{Cr}$ , $^{54}\text{Mn}$ , $^{60}\text{Co}$ , $^{58}\text{Co}$ , $^{95}\text{Zr}$ , $^{95}\text{Nb}$ , $^{106}\text{Ru}$ , $^{110}\text{Ag}$ , $^{131}\text{I}$ , $^{239}\text{Pu}$ <sup>[2]</sup>等。有些作者认为,基本上任何元素都能被浮游生物从海水中选择地吸收,从这个意义上说,海洋浮游生物是浓集化学元素的天然富集体,所以在研究海水中污染物的含量和分布时,生物学作用的重要影响是不可忽视的。

2. 标记和制备单细胞饵料,这是研究污染物由海藻向食物链较高营养级生物传递的基础工作之一。在标记饵料时,除必须考虑污染物的理化性质、浓缩和被污染的环境条件等因素影响外,饵料生物密度大小的影响也是重要的。因为,海洋有机体对饵料的消耗量与饵料密度有关,而饵料生物密度不同,对其累积和排出污染物的影响也会不同,这就影响了污染物由单细胞向食物链较高营养级生物的传递。

3. 关于单细胞藻类对 $^{65}\text{Zn}$ 的累积机制,通常包括吸附和吸收两个过程。Davies (1973)<sup>[4]</sup>根据生物代谢抑制剂以及缺氧条件

下对淡水小球藻*Chlorella vulgaris*吸收Zn影响很小的实验结果,认为小球藻对Zn的吸收是被动累积。但后来根据进一步实验,他又提出小球藻*Chlorella fusca*对Zn的吸收大致可分为两个过程:开始是与细胞壁结合,很快地与培养基的Zn达到动态平衡;接着Zn由细胞壁进入细胞膜,而且比较牢固地束缚在细胞内,后一过程有部分是取决于能量的支持。Parry (1973)<sup>[5]</sup>认为对 $^{65}\text{Zn}$ 的吸收至少有一部分是与细胞代谢活动有关的过程。

在本实验中,当褐指藻累积 $^{65}\text{Zn}$ 达到动态平衡时,海水中的 $^{65}\text{Zn}$ 只剩下2%左右,而藻液的 $^{65}\text{Zn}$ 浓度仍基本保持不变,可见,海水中 $^{65}\text{Zn}$ 急剧减少,主要是由藻类大量累积的结果。我们取当时的藻液离心浓缩,并将沉淀藻水洗,第一次约洗去了20%的 $^{65}\text{Zn}$ ,第二次又洗去了10%左右,可见,尽管海藻能大量地累积 $^{65}\text{Zn}$ ,但 $^{65}\text{Zn}$ 被藻细胞壁吸附后,有相当一部分结合得并不牢,易被水洗掉,而吸附后与细胞壁结合得较牢的那一部分是不易洗去的、也是不易与主动吸收的那部分 $^{65}\text{Zn}$ 区别开的。从而可以看出,被动吸附在藻累积 $^{65}\text{Zn}$ 的过程中起了一定作用。这是因为,单细胞藻类个体小且都具有发达的表面积,有利于吸附污染物,同时,藻类表面具有像离子交换树脂一样的粘胶质,很易吸附元素。

## 参 考 文 献

- [1] 中国科学院海洋研究所放射生态组, 1976. 环境科学1:51.
- [2] 李永祺, 1978. 海洋的放射性. 科学出版社, 第86页.
- [3] 早津彦哉, 1975. 生物浓缩——微量有害物质の生体内运命. 讲谈社サイエンテイフイク. 第12—13页.
- [4] Davies, A. G., 1973. In: Radioactive Contamination of the Marine Environment, pp. 403—420. Vienna: "IAEA-SM-158/24".
- [5] Parry, G. D. R. et al., 1973. J. Mar. Biol. Ass. U. K. 53 (4): 915—922.
- [6] Поликапов, Г. Г., 1964. Радиоэкология Морских Организмов. Атомиздат. стр. 97.

## The relationship between cell density of *Phaedactylum tricorutum* and bio-accumulation and excretion of zinc-65 in the algae

Xiao Yusheng Teng Wenfa and Xiang Zhenjun

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

### Abstract

The effects of different cell densities of *Phaedactylum tricorutum* on bio-accumulation and excretion of  $^{65}\text{Zn}$  in the algae have been studied. The experimental results show that concentration of  $^{65}\text{Zn}$  in low density group of the algae from sea water is greater than that in high density group.

Concentration factors of three groups are above  $10^4$ , and the C. F. of the lowest density group is the greatest,  $4.4 \times 10^4$ . The mechanism of accumulating  $^{65}\text{Zn}$  by unicellular algae is discussed.



## 梭鱼与对虾混养

梭鱼与对虾属于两个不同的纲目和属科。梭鱼为鱼纲，鲛科；对虾为甲壳纲，对虾科。它们都具有繁殖力强、生长快和广盐广食性等共同特点。基于这些特点，江苏省赣榆县水产养殖场在有关科研单位协助下，进行了梭鱼与对虾混养。

### 一、试验与结果

利用3.3亩长方形对虾池塘作试验池，池内有进水、排水闸。用含鱼藤酮75%的鱼藤精（0.8ppm浓度）清池。清池时，先将药物用淡水稀释，然后均匀地泼洒全池并搅动水体，以提高药效。清池后，为防止有害生物进入池内，将进水闸安装尼龙筛作过滤网，然后放入新鲜海水。

1980年7月1日（清池后第10天），将捕获的天然对虾苗2万尾放入池内（虾苗体长为2厘米以上）。15天后再放入池内590尾梭鱼苗，其中一龄鱼种240尾（体长为7.3厘米），二龄鱼种350尾（体长为20厘米）。

根据鱼虾生长的各个时期投饵量要有所不同。对前期对虾一般日投饵料三次，当虾长至8厘米以上时，日投饵量改为两次，饵料也可粗些，如花生饼粉成颗粒状，用水浸泡一小时即可投喂。

养殖期间要经常换水。鱼虾在新鲜海水中生长较快，经常换水能促使对虾脱壳生长。一般每隔7天对

池内加10—18厘米深的新鲜海水。8—9月高温季节，还要加深水位来降低水温，以防止水温升高缺氧而使鱼虾浮头。

1980年10月25日，经江苏省淡水水产研究所、南京大学、南开大学等科研单位验收，这3.3亩试验池收获对虾562斤，梭鱼420斤；另收白虾35斤，杂鱼7斤，产值达2000元。除去试验费等成本外，利润是可观的。

### 二、讨 论

1. 试验池养的对虾与其他纯养对虾池在投饵和管理方面都是一样的，但单产却比纯养对虾产量高70.58%。试验池内梭鱼的收益也是在不增加饵料和管理成本的情况下获得的。这说明对虾未能完全食用而沉在池底的饵料被梭鱼食用了。这不仅提高饵料利用率，而且减少沉入池底饵料腐变而影响水质，有利于鱼虾生长。

2. 从整个养殖期间观察，对虾从未有过浮头现象，除经常换水等原因外，可能是由于梭鱼性活泼，经常搅动水体而起到清洁池底、增加水中溶解氧的缘故。

3. 梭鱼与对虾混养，能提高水域生产力，降低成本。

(高立保、于德生、阮修春)