

# 石灰虫石灰质栖管形成的研究\*

童保福

(中国科学院海洋研究所)

环节动物Annelida多毛纲Polychaeta龙介虫科Serpulidae中的几属动物有利用钙质形成石灰质栖管的能力。有关石灰虫类利用钙质形成其栖管的生物学机理问题,国外学者已做了一些研究,探讨了钙质来源、虫体有关分泌腺体的分泌机制以及栖管形成过程等问题,提出了各种见解;但至今尚未定论,一些有关问题尚须进一步研究。

石灰虫类动物是一种海生有害的附着生物,它们在沿海不仅繁殖力强,附着优势大,而其形成的石灰质遗管,成块成批地固着在附着基上,虫体死亡后遗管不易自然脱落,因而就构成了对海水中的设施和航船船底的危害,故又称它们为污损生物。为了防除它们的危害,一般都沿用有毒的防污涂料漆涂在装有可能被石灰虫类附着的附着基表面,这种防污方法虽然行之有效,但涂料中毒料的渗出大量进入海洋,又对海洋水产品及海水造成了一种新的污染,如铜、汞、铅、有机磷、有机锡等,最终又危害了人类本身的健康。因此开展对危害生物本身的生物学研究,开辟新的防除途径也是势在必行。

本文利用产于我国北方沿海的石灰虫类中的优势种——内刺盘管虫*Hydroides exoensis* Okuda的泌钙机理进行了初步的实验研究。

## 一、实验材料及实验方法

1. 实验石灰虫取自青岛港拖轮船底,均采用第二年成虫,其外形为盘曲的蛇形管子,剥去石灰质栖管后的虫体为蠕虫型,虫体前部为触手冠及围口节,较大的长约30—50mm。实验样品取回后首先进行清理、洗净,吊养在流动海水池内静养一周。

2. 准备进行放射性示踪标记的石灰虫饲

养于18℃恒温的实验杯里,4—6天后,白色石灰质栖管物质开始出现在石灰虫的栖管管口,并渐渐形成新的栖管。至此,取出石灰虫,剥去其栖管,并制作常规生物切片,经放射自显影测定后保存。

3. 用放射性同位素 $^{45}\text{Ca}$ 作为生物示踪标记剂,石灰虫水体的标记比度为 $1.35\mu\text{Ci/ml}$ ,石灰虫的石灰质分泌物及其水体样品的放射性测量,用FJ-332 $\beta$ 低本底 $\beta$ 射线测量仪测量。

4. 生物样品的放射自显影测量采用快速放射自显影术(HSARG),使用 $\text{H}_4$ 核子液体乳胶,用重蒸馏水1:1稀释,以涂布法刮涂于切片样品表面。液体闪烁液的配比为300—6mM popop-二氧陆圆的混合液。放射曝光在-30℃低温下进行两小时。用D-19 $\beta$ 显影4分钟,F-5定影液定影10分钟。

## 二、结 果

1. 生活在过滤海水(食物饵料基本上已被滤去)中且已剥去栖管的石灰虫,虽然处于饥饿状态,仍活动如常,但是位于其领部(collar)下方两侧的“钙分泌腺”在体表的开口处,白色石灰质物质仍不断出现,但又远不如生活在未过滤海水或加饵海水中的石灰虫所分泌物质的速度快,且数量也少得多(表1)。

2. 生活在人工无钙海水中(不加饵)的石灰虫,个体活动虽然活跃如常,但新分泌形成的石灰质物质却始终未见出现。更不会形成新管;如将生活在此种人工无钙海水中这一时期的石灰虫,重新移入正常加饵海水中,则

\* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第870号。

表1 石灰虫钙代谢情况观察

实验海水		未剥除栖管	剥除栖管
天然海水	过滤	一天后管口出现白色石灰质物质。	两小时后，虫体头胸部颌下即出现白色石灰质分泌物，呈片状。
	喂饵	管口石灰质物质出现较快，累加量多些。	同上，数量较多。
人工无钙海水	不喂饵	两天后仍不见白色石灰质物质出现。	虫体活跃，活动正常，几天后仍不见有白色石灰质物质出现。
	喂饵	几天后仅见极少量石灰质出现。	同上，两天后才见有很少一点点出现。
<sup>45</sup> Ca标记海水	不喂饵	一天后即见白色石灰质物质出现，新分泌物具有极强放射性。	两小时内，白色石灰质物质即开始大量出现，一天后呈片状，且具极强放射性。
	喂饵	同上，但石灰质累加量更多些。	同上

只需几个小时，即可见到白色石灰质形成物质又重新出现，并逐渐形成新管，在第一小时内吸取钙特别快而多。这充分说明石灰虫在进行正常钙代谢活动所需的钙质，自体是不会分泌出来的，而是从其生活的周围海水中吸取的；海水中钙质的富寡都会直接影响石灰虫吸取、分泌形成其石灰质栖管，甚至停止产生石灰质物质的分泌形成（图1）。

3. 通过对 <sup>45</sup>Ca 示踪标记的石灰虫切片作 HSARG 验测发现，石灰虫从海水中吸取的钙质，大量集中存在其生活时伸出栖管口外活动的体部，即在其触手冠（antennal crown）基部和其头胸部、围口节（peristomium）的颌部。<sup>45</sup>Ca 大都分布在这些体部的上皮组织

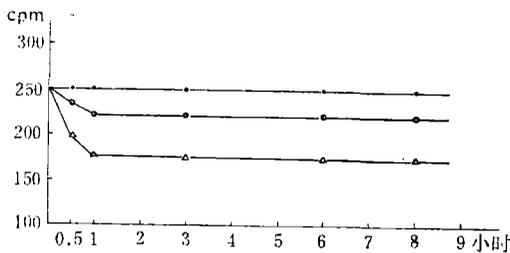


图1 石灰虫吸取海水中钙质的情况  
 · 对照水样；  
 ○ 正常海水中石灰虫吸取钙质情况；  
 △ 从人工无钙海水中移入正常海水中石灰虫吸取钙质的情况。

内，而在虫体其它各部分的器官或组织内几乎没有被检出；在消化道内的食物残渣中有少量被检出，这是因为食物饵料在标记的海水中被 <sup>45</sup>Ca 污染或被饵料吸取之故，并不是石灰虫主动吞食进去的（表2，图2，图3）。

4. 位于石灰虫颌部下方腹面两侧的一对所谓“钙分泌腺”腺体细胞内和其腺体导管内以及此腺体在体表的开口处，均未检出到大量的

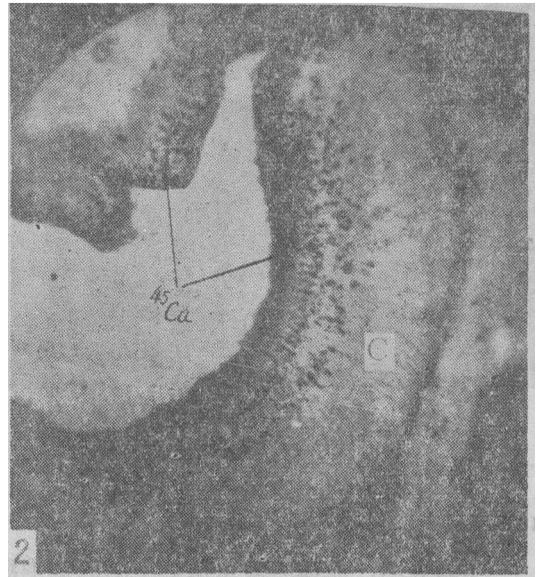


图2 位于石灰虫颌部（纵切面）上皮组织中的<sup>45</sup>Ca（ARG图）



图3 位于石灰虫触手冠基部(纵切面)上皮组织中的<sup>45</sup>Ca (ARG图)

表2 HSARG对石灰虫体内<sup>45</sup>Ca检测的结果

虫体部位	上皮组织	肌肉	结缔组织	消化道	循环系统	钙分泌腺
触手冠	触手枝	+	-	-	-	-
	触手冠基部	+++	-	-	-	-
头胸部	领部、胸膜	++	-	-	⊕	-
	背腹面	+	-	-	⊕	-
腹部	背面	-	-	-	⊕	-
	腹面	-	-	-	⊕	-

⊕ 表示消化道残渣中有少量<sup>45</sup>Ca被检出。

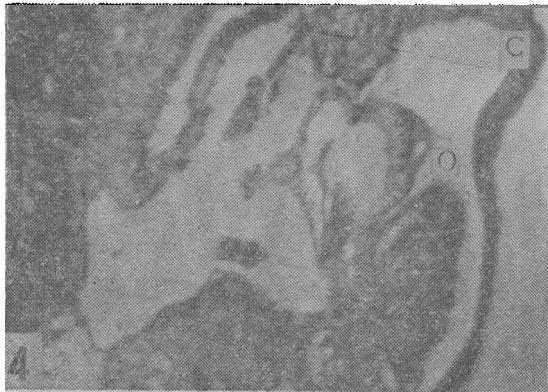


图4 石灰虫管有机物分泌腺体在体表的开口处(O)及领片(C)纵切面

<sup>45</sup>Ca (表2)。

实验表明,成体石灰虫从其生活的周围海水中吸取钙质,积极地进行钙代谢活动的地方是在其体前部。在其正常生活时,体前部的触

手冠及头胸部前部的领区常常伸出管外进行呼吸、捕食等活动的同时也进行钙的代谢活动。在其领部下方两侧位于腹面体内的一对所谓钙分泌腺的分泌物,虽与形成其石灰质栖管有关,而无分泌钙质的功能。从切片染色来看,这是一对有机物质分泌腺,分泌细胞里有嗜碱性的有机分泌物。Hedley认为;这些是一种碱性粘多醣类有机分泌物,它是一种石灰质栖管中有机物质的成分,显然,所谓钙分泌腺是不会分泌钙质或无机的石灰质物质的。

### 三、讨 论

关于石灰虫从海水中吸取钙质后,经过其机体代谢而形成石灰质栖管,栖管形成过程的生物学机理问题,过去有些学者几乎都认为龙介虫科中的石灰虫类如*Spirorbis*, *Pomatocecos*, *Hydroides* 等属,它们的石灰质栖管物质完全是石灰虫体内的一对钙分泌腺分泌出来的;或者,虽然认为钙质是从海水中吸取的,但构成栖管的石灰质物质还是从所谓钙分泌腺中分泌而来的。1975年, Nott和Parkes用电镜观察到,幼虫*Spirorbis*领部下的这一对腺体在体表开口处的皮肤表面有一种绒毛状的微细结构(Microvila),领部的微细结构要比其他各部体表上的微细结构要长且发达,它们在体表特别是在领部的体表起着阳离子泵(Cation pump)的作用,*Spirorbis*在进行钙代谢活动中,海水中的钙离子是通过这一台阳离子泵“泵”入体内的。所谓钙分泌腺是分泌建管所需要的有机物质,钙离子是透过这一对分泌腺的腺细胞间质进入腺体的导管内,Ca在导管里与碳酸根、磷酸根等阴离子相遇而形成石灰质物质的微晶,然后再拌和腺体分泌的有机物一起送到体表形成石灰质物质。阳离子泵论提出了钙质进入虫体内到达腺体的途径,着重强调石灰虫领部在吸取钙质中的作用,并称钙分泌腺为管形成腺(tube-forming glands)。

作者利用放射性同位素<sup>45</sup>Ca对石灰虫进行了示踪标记观察。发现*Hydroides*进行钙



图5 石灰虫生成的眼镜状石灰质形成物  
注：上方为其触手冠，下方为其头胸部及其腹部。

代谢活动的不仅是领部，而虫体的触手冠基部、触手枝也有较强的钙代谢活动，钙质进入体内仅存在于上皮组织内，其他器官组织则很少发现有 $^{45}\text{Ca}$ 的积累；在所谓的钙分泌腺里及其导管内也无 $^{45}\text{Ca}$ 检出，因而钙质是透过分泌腺细胞间质而进入腺体内，且在导管内形成碳酸钙、磷酸钙等的石灰质。微晶粒之解释在 *Hydroides* 成体尚须进一步进行实验研究。从对 *Hydroides* 个体生态活动观察到白色石

灰质物质在这一对腺体里或其导管内确无存在，石灰虫的这一对腺体在体表的开口处是先见到透明的有机分泌物产生，而后在已凝结的有机分泌物内慢慢出现白色微球粒充实在这两块片状的分泌物内，白色点由此渐渐扩大形成片状石灰质物质（图5），进而形成栖管。

所以，*Hydroides* 领部下方的这一对发达的分泌腺体，它并不分泌无机的钙质，而是一对分泌与建管有关的有机物质分泌腺，过去沿用的所谓钙分泌腺 (calcium secreting-glands) 其形态结构与生理功能并不相符。*Hydroides* 的这一对分泌腺称之为栖管的有机物质分泌腺比较合适。另外，石灰虫形成石灰质栖管的生物学过程还是比较复杂的，还须进一步从多方面对其进行实验研究，方能比较客观地解释这一生物学过程的机理，以利于提出有用的防除对策。

### 主要参考文献

- [1] Hedley, R. H., 1956. Studies of serpulid tube formation. 1. The secretion of the calcareous and organic components of the tube by *Pomatosceros triqueter*. *Qurt. J. Micro. Sci.* 87: 411—419.
- [2] Hedley, R. H., 1956. Studies of serpulid tube formation. 2. The calcium-secreting glands in the peristomium of *Spirorbis*, *Hydroides* and *Serpula*. *Qurt. J. Micro. Sci.* 97: 421—427.

## THE FORMATION OF THE CALCAREOUS HABITAT TUBE BY *HYDROIDES EZOENSIS* OKUDA (SERPULIDAE, POLYCHAETA)

Tong Baofu

(Institute of Oceanology, Academia Sinica)

### Abstract

*Hydroides ezoensis* Okuda, a kind of serpulidae, is distributed extensively in North China sea water. The radioactive tracer isotope calcium and High-speed autoradiography (HSARG) with liquid emulsion film of labelled section are being tested, the procedure includes immersion of the emulsion coated specimen slides in a scintillator (PPO-POPOP-dioxane) & exposure for a few hours at  $-30^{\circ}\text{C}$ , followed by development and fixation.

The present experimental data show that  $^{45}\text{Ca}$  is mainly distributed in epithelium tissues situated at head-throax (peristomium), antennal crown and collar, but the radioactive calcium has never been detected by HSARG within the so-called calcium-secreting glands which previous workers named.

A pair of glands secreted only some of organic material under our experiment and observation, radioactive calcium cation was not detected by HSARG procedure. So these secreting glands may be better named as the tube organic secreting-glands rather than the calcium-secreting glands in *Hydroides*.