

# 营养条件对海蜇螅状体形成足囊 及足囊萌发的影响\*

郭 平

(辽宁省海洋水产研究所, 大连)

**提 要** 用卤虫(*Artemia*)无节幼体作为海蜇(*Rhopilema esculenta*)螅状幼体的饵料,按不同投饵频次划分为7个营养水平,考察不同营养水平对海蜇螅状体形成足囊及足囊萌发的影响。结果表明,营养条件不仅对螅状体形成足囊的数量有直接影响,而且对足囊萌发也有明显的间接影响。在具备丰富的营养条件下,螅状体形成足囊活跃,个体大,易于萌发;缺乏营养则抑制足囊形成,即使形成足囊,个体也小,不萌发或萌发率很低。

**关键词** 根口水母、海蜇、足囊、营养

形成足囊是一些旗口水母(*Semacostoma*)和根口水母(*Rhizostoma*)螅状幼体无性繁殖的一种方式,呈被囊状,在螅状幼体的固着基处形成。Hyde(1894)首次对足囊进行了描述,Friedemann(1902)再次提到了足囊的结构。然而,Hérouard(1907)描述 *Chrysaora* 的足囊在钵水母纲的生活史中的重要性被意识到以前,足囊一直被认为是非遗传的胶囊包<sup>[8]</sup>。Hérouard(1912)又对 *Chrysaora* 足囊的细胞学,足囊形成以及自然和人工萌发(germinating)进行了研究;Hadži(1912)在 Hérouard 研究的空白中,描述了形成足囊及萌发;这两个研究的主要区别是:前者认为足囊萌发成一个小的螅状体,后者发现足囊可萌发成一个具纤毛的类似浮浪幼虫的结构<sup>[9]</sup>。多年后,Tchéou-Tai-Chuim(1930)对 *Chrysaora* 的足囊重新进行了研究<sup>[12]</sup>。Paspaleff(1938)报道了 *Rhizostoma pulmo* 的螅状体形成足囊<sup>[11]</sup>。Littleford(1939)和 Caryo and Schultz(1966)描述了 *Chrysaora quinquecirrha* 的足囊<sup>[6,10]</sup>。Verwey(1969)记述了 *Cyanea capillata* 的足囊<sup>[18]</sup>。Davia M. Chapman(1966, 1968)研究了 *Aurelia aurita* 的足囊的形成过程、组织结构及组织化学<sup>[9]</sup>。Calder(1973)记述了 *Rhopilema verrilla* 形成足囊及萌发<sup>[6]</sup>。丁耕芜、陈介康(1981)在研究海蜇生活史中,对海蜇螅状体形成足囊及萌发进行了描述<sup>[1]</sup>。Calder(1982)记述了 *Stomolopus meleagrís* 的螅状体形成足囊<sup>[7]</sup>。本文在实验室条件下,考察了营养对海蜇螅状体形成足囊及足囊萌发的影响。

## 材 料 与 方 法

1. 实验材料 1936年9月自辽东湾南部的金洲湾捕获性成熟海蜇作亲体,用人工方法获得受精卵、浮浪幼虫和螅状体。以同一批受精卵发育成的螅状体为实验材料,全部个体均具16触手,平均体长

\* 本文蒙陈介康所长指导、审阅,特此致谢。

收稿年月:1989年5月;1990年3月修改。

1.2毫米,附着于玻璃片上,分别置于玻璃皿中培养。

2. 培养管理 培养用水系取自大连市黑石礁近岸的天然海水,经黑暗沉淀并沙滤后使用。盐度为30—32‰,pH为8—8.3。试验在实验室内遮光进行。水温随自然水温变化,22°C—18.0°C。

3. 实验分组 以卤虫(*Artemia*)无节幼体为饵料,按投饵频次不同,分为7个营养水平组。每组标本至少10个。细吸管瞄准投喂,喂后换水;投饵间隔两日以上的各组为每两日换水一次。

4. 观察记录 每日在双筒显微解剖镜下观察,计数形成足囊及萌发个数。

## 结 果

### (一) 形成足囊

投饵间隔期为1、2、4、7、14、21和28日7个组,经过35日的培养,结果见表1。用于试验的螈状体均数量不等地形成了足囊。形成足囊最多的组,平均每个螈状体形成7.4个;最少的组,平均形成1.1个。不同营养水平所形成的足囊数有较明显的差异,见图1(图中曲线上点数代表试验组别,下同)。随着投饵频次的递减,足囊直径锐减;最大直径达500毫米左右,最小150微米左右。试验开始时螈状体较瘦弱,形成的足囊较小,随着培养时间的延长,螈状体肥壮,形成的足囊也增大。

表1 螈状体形成足囊及足囊萌发

Table 1 Podocyst formation and germination from scyphistomae

实验组 编 号	一		二		三		四		五		六		七	
	足囊	萌发	足囊	萌发	足囊	萌发	足囊	萌发	足囊	萌发	足囊	萌发	足囊	萌发
1	9	4	7	0	7	0	4	0	5	0	1	0	2	0
2	6	0	7	1	7	1	4	1	1	0	1	0	2	1
3	9	1	8	0	6	0	3	1	1	0	1	0	2	0
4	5	1	7	2	8	0	1	0	2	0	2	0	1	0
5	7	1	9	0	6	0	6	1	4	0	3	0	1	0
6	8	2	8	3	5	0	2	0	4	0	1	0	1	0
7	9	1	8	0	4	0	5	0	1	0	3	0	1	0
8	5	1	9	1	8	1	3	0	2	0	1	0	0	0
9	7	1	5	2	8	0	4	0	3	0	2	0	0	0
10	9	4	3	0	8	0	2	0	1	0	1	0	1	0
11					3	0			1	0				
12					5	0								
Σ	74	16	71	9	75	2	34	3	25	0	16	0	11	1
$\bar{x}$	7.4	1.6	7.1	0.9	6.25	0.17	3.4	0.3	2.27	0	1.6	0	1.1	0.1
$\sigma_n$	1.56	1.28	1.76	1.04	1.64	0.37	1.43	0.46	1.42	0	0.8	0	0.7	0.3

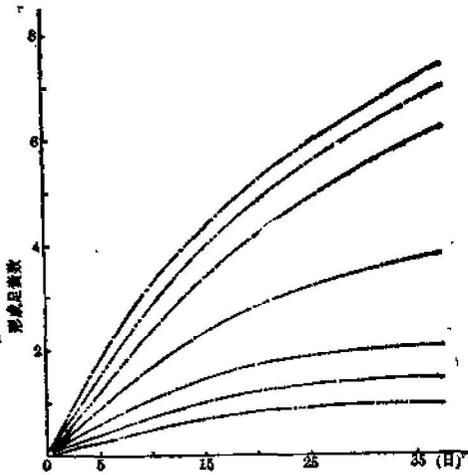


图1 形成足囊累计数

Fig. 1 Cumulative numbers of podocyst formation

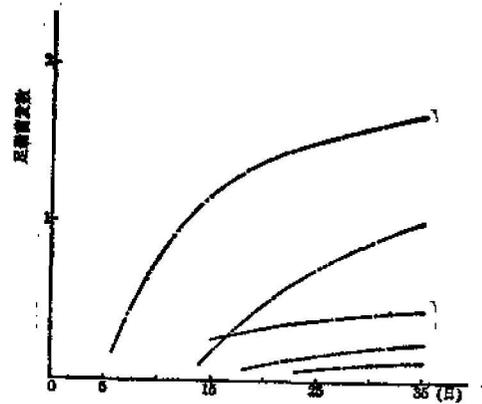


图2 通过足囊萌发产生的钵状体

Fig. 2 The scyphistomae produced through podocyst germination

## (二) 足囊萌发

不用任何刺激,使足囊自然萌发,1、2、3、4和7组都不同程度地萌发了新钵状体,5、6组无足囊萌发。最早有萌发的试验组,试验开始7日即有足囊萌发;最迟组18日才有萌发。平均每个钵状体通过足囊萌发形成钵状体数如图2。早者形成足囊后2日即开始萌发,迟者7日也可萌发;时间过长,足囊表层变黄,失去萌发能力。偶有超过7日仍萌发。萌发的足囊,直径一般200—500微米,小于200微米基本上不萌发。萌发前,首先是足囊角质膜内的白色组织团突起呈柱状,如图3,头部近似方形;接着生长出触手,触手多少随着足囊直径的大小而异,一般较大的足囊形成触手6条左右,很快就发育至8触手;小的一般发育出4条触手。发现呈柱状突起后24小时左右就可发育至钵状体。萌发的钵状体一般比卵生钵状体大些,口盘直径150—250微米。一般不用摄食就可发育成8触手钵状体。直接摄食卤虫无节幼体。

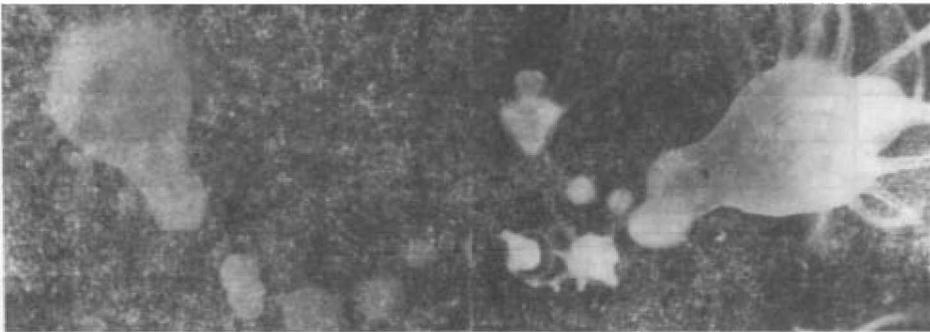


图3 足囊萌发

Fig. 3 Germination of the podocyst

### (三) 足囊萌发率

随着饵料频次的降低, 足囊萌发率递减。逐日足囊萌发率如图4, 最高时萌发率为28.6%。各实验组萌发率均出现一个峰值。

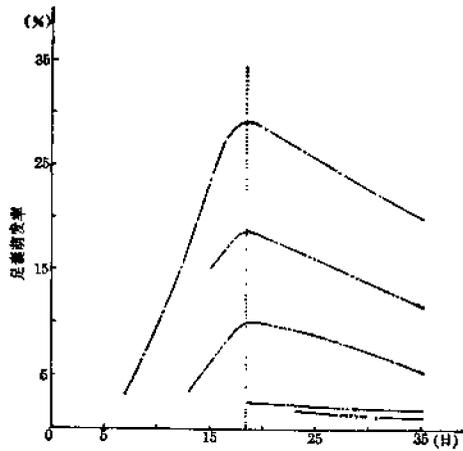


图4 足囊萌发率

Fig. 4 Germinating rates of the podocyst

### (四) 足囊萌发螅状体与原螅状体之比

经过35日的培养, 通过足囊萌发获得的螅状体与原螅状体之比见表2。以第一试验组为例, 足囊萌发螅状体是原螅状体的1.6倍, 也就是说, 现有螅状体是原螅状体的2.6倍。

表2 足囊萌发螅状体与原螅状体之比

Table 2 Ratio of the number of scyphistomae via podocyst germination to that of the original scyphistomae

实验组	一	二	三	四	五	六	七
原螅状体数	10	10	12	10	11	10	10
萌发螅状体数	16	9	2	3	0	0	1
螅状体总数	26	19	14	13	11	10	11
萌发螅状体/原螅状体	1.6	0.9	0.17	0.3	0	0	0.1

### (五) 横裂生殖

除第一试验组螅状体发生横裂外, 其余各组, 在试验期间均未发生横裂。培养25日后螅状体开始形成裂节, 并且形成足囊明显变慢, 几乎停止。出现裂节后4日释放出第一批碟状体。裂节最多18节, 最少8节, 平均可达12节以上。有释放碟状体的同时仍在形成裂节。本试验组的10个螅状体全部发生了横裂生殖, 并且全部释放了碟状体。足囊萌发的螅

状体在实验期间内无一发生横裂生殖。

## 讨 论

海蜇螅状体产生新螅状体的唯一无性生殖方式是形成足囊,足囊则萌发新螅状体<sup>[1]</sup>。本研究结果表明,营养条件不仅对螅状体形成足囊的数量及质量有直接影响,而且对足囊的萌发也有明显的间接影响。缺乏营养会抑制或促使螅状体长时间不能形成足囊;即使形成,个体也小,不能萌发或萌发率很低。而具备丰富的营养,则形成足囊活跃,个体大,易于萌发。

1、2和3试验组螅状体形成足囊的数量比较接近(图1),但直径确存在很大差距,萌发率差异也非常显著(图2)。5、6和7试验组形成足囊量少,直径比较小,一般小于200微米,萌发率极低。投饵间隔时间较长的各试验组,螅状体不但不生长,反而缩小了(表3,试验进行28日后测得)。小个体螅状体,形成足囊小,数量少。本文认为,就本种而言,种群所具有的这种通过足囊繁殖的方式增加种群数量的生物学特性,需要适宜的环境条件方能在该种上反映出来。在自然海区,螅状体可以通过足囊萌发方式增加自身数量。因此,从某种意义上讲,它可能比仅依靠有性生殖繁殖后代的种类更易受到环境因素的制约。这也许是该种类资源数量波动很大的原因之一。

表3 螅状体体长

Table 3 Body length of the scyphistomae

实验组	1	2	3	4	5	6	7
体长(mm)	2.5—3.0	1.5—2.5	1.0—1.5	0.8—1.1	0.6—0.9	0.5—0.7	0.5—0.6

随着投饵频次的减少,足囊萌发的百分率锐减。5、6组所形成的足囊无一萌发,7组仅有一个萌发;可见,饵料的丰衰,对足囊萌发有显著的影响。足囊萌发百分率全部呈现出一个峰值,而且峰值点基本上在一条直线上(图4)。究其原因,可能是由于试验水温随着自然水温下降而下降,足囊萌发受着温度的制约。通常认为,不良的环境条件是形成足囊的起始条件,被囊提供了保护作用,使其在恶劣的环境中得以幸存下来。当条件改善时,足囊中的组织团经萌发形成小的螅状幼体,是其物种抵御外界环境突变的反映<sup>[9]</sup>。但本文认为,就本种而言,螅状体形成足囊是一种正常的无性繁殖方式,并非需不良条件的诱导,恰恰相反,形成足囊及萌发,需要适宜的条件及足够的营养作为基础。

就目前所知,海蜇自身所具备的无性繁殖方式,仅为螅状体形成足囊,足囊萌发新螅状体和螅状体横裂生殖产生碟状体两种形式。有关横裂生殖的研究,陈介康等作了许多工作,曾报道了横裂生殖的形态特征、季节规律、温度对横裂生殖的诱导和抑制作用以及营养条件对横裂生殖的影响等<sup>[1-6]</sup>。有关形成足囊及足囊萌发的报道很少。应当认为每一个足囊都具备同样的萌发机制,可能是萌发受着某种或几种因素的制约,或者需要某种化学因子的刺激方能诱导萌发。有关这些问题,有待于进一步的研究。

## 参 考 文 献

- [1] 丁耕芜、陈介康, 1981. 海蜇的生活史. 水产学报, 5(5): 93-102.
- [2] 陈介康、丁耕芜, 1983. 温度对海蜇横裂生殖的影响. 动物学报, 29(3): 195-207.
- [3] —, 1984. 海蜇横裂生殖的季节规律. 水产学报, 8(1): 55-68.
- [4] 陈介康等, 1984. 光对海蜇横裂生殖的影响. 海洋与湖沼, 15(4): 310-316.
- [5] —, 1985. 营养条件对海蜇横裂生殖的影响. 水产学报, 9(4): 321-329.
- [6] Calder, D. R., 1973. Laboratory observation on the life history of *Rhopilema verrilli* (Scyphza, Rhizostomeae). *Mar. Biol., Berl.* 21(2): 109-114.
- [7] —, 1932. Life history of the cannonball jelly fish, *Stomolophus meleagris* L. Agassiz, 1860 (Scyphozoa, Rhizostomida). *Biol. Bull. Mar. Biol. Lab. Woods Hole*, 162(2): 149-162.
- [8] Cargo, D. and Schultz, L. P., 1966. Notes on the biology of the sea nettle, *Chrysaora quinquecirrha*, in Chesapeake Bay. *Chesapeake Sci.*, 7: 95-100.
- [9] Chapman, D. M., 1968. Structure, Histochemistry and formation of the podocyst and cuticle of *Aurelia aurita*. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* 48: 187-208.
- [10] Littleford, R. A., 1939. The life cycle of *Dactyloctenra quinquecirrha*. L. Agassiz in Chesapeake Bay. *Biol. Bull. mar. Biol. Lab. Woods Hole*, 77: 368-381.
- [11] Paspaleff, G. W., 1938. Über die Entwicklung von *Rhizostomapulmo* Agass. *Trud. chernomorsk. biol. Sta., Varna*, 1: 1-25.
- [12] Teheou-Tai-Chuin., 1930. Le cycle évolutif du scyphistome de *Chrysaora*. *Trav. sta. biol. Roscoff*, 8: 179.
- [13] Verwey, J., 1960. Annual report of the zoological station of the Netherlands Zoological Society for the year 1958. *Archs neerl. Zool.*, 13: 559.

**EFFECT OF NUTRITIONAL CONDITION ON THE FORMATION  
AND GERMINATION OF THE PODOCYST OF SCYPHISTOMAE  
OF *RHOPILEMA ESCULENTA* KISHINOUE**

Guo Ping

(Marine Fisheries Research Institute of Liaoning Province, Dalian)

**ABSTRACT** The scyphistomae of *Rhopilema esculenta* were cultivated under different nutritional conditions in laboratory. Seven groups were divided, and fed with freshly hatched naupill of *Artemia* sp. Feeding intervals were 1, 2, 4, 7, 14, 21 and 28 days for each group respectively. The effect of nutrition on the formation and germination of the podocyst were observed. The scyphistomae produce 7.4 podocysts on the average under feeding each day, and germinating rate can reach 28.6%. In lack of nutriment, the formation of podocyst is inhibited or very few. The scyphistomae would produce only 1.1 podocysts on the average under malnutrition, and germinating rate is scarce or unable to germinate. It indicates that the number of podocyst formed and germinating rate are closely related to nutrient level of scyphistomae.

**KEYWORDS** Rhizostoma, *Rhopilema esculenta*, podocyst, nutrition