

僧帽牡蠣的繁殖和生长的研究*

張璽 樓子康

(中国科学院海洋生物研究所)

I. 引 言

牡蠣是一种很有經濟价值的养殖貝类,它的肉含有極为丰富的营养物質,除可以供鮮食外,又可以加工做成干制品(蠔豉),蠔油和罐頭。它的貝壳含有大量的碳酸鈣和許多磷酸鈣的成分以及碘的痕迹,粉碎后加入家禽飼料內,大大有利于家禽的产卵;在沿海地区可以用做燒石灰的原料。現在世界上牡蠣的年产量已經达到1,600,000公担。我国的牡蠣养殖业有着悠久的历史,經過长时期的生产实践,累积了許多丰富的經驗,这些經驗过去沒有及时分析和总结,使我国牡蠣的产量和养殖方法历久停頓不前。若要进一步扩大生产或者改进生产方法,首先必須科学地、系統地了解牡蠣的生活規律,进一步控制它們和利用它們。解放后,我們曾經对于僧帽牡蠣(*Ostrea cucullata* Born)的繁殖和生长做了一些研究工作,这些研究的結果,对于今后扩大养殖和改进生产方法提供了一些有利的条件。

II. 材料和方法

一、材料

我們取材于青島的僧帽牡蠣,它的貝壳小而薄脆,普通长仅4—6厘米,体型大部呈三角形。它們的分布面很广,在我国沿海各省都有,在日本和印度也有它們的分布。大量固着在中低潮綫附近,生活在正常的海水盐度中。因为本种分布面广,生活力强,生长率速,肉味美,已成为广东、福建和浙江等省的优良养殖种类之一。

二、方法

1. 繁殖季节和發生的观察方法

僧帽牡蠣用人工受精方法非常容易成功,如果給以适当的环境,人工受精率几达100%。因此一般采用人工受精方法了解生殖細胞成熟的季节和观察卵子的發生过程。在繁殖季节中,将新鮮的僧帽牡蠣去壳,用干净的吸管从生殖腺中吸出生殖細胞,加入少量的海水在显微镜下观察。成熟的精子运动非常活潑,不成熟的精子不活动,不能应

* 中国科学院海洋生物研究所調查研究报告第43号。

用。成熟的卵子近似圓形，細胞質与核之間界限分明。取卵子一份和卵子容量的 1/5 份的精子，投放在用 25 号篩絹过滤的新鮮海水中充分攪拌，作連續观察，并經常更換新鮮海水。在幼虫后期，培养比較困难，我們在僧帽牡蠣繁殖的海区，用 25 号篩絹拖网的办法，补充后期幼虫不足的材料。

2. 采苗和幼虫固着習性的观察方法

在青島僧帽牡蠣繁殖極多的棧桥和小港的桥墩上，固定几个竹筐，竹筐的垂直位置在低潮綫附近。在竹筐內以水平方向布置了一定面积的拱形黑瓦 (1955)、玻璃板 (1955)、石板 (1954、1956) 等固着器，每隔七天取出材料，用解剖鏡檢查单位時間內幼虫的附着数量。为了了解光滑和粗糙采苗器对于幼虫固着的多少，又采用同样方法，投放了毛玻璃和光玻璃，并統計采苗器陰、陽面对幼虫固着的关系。

3. 生长的观察方法

在上述的竹筐中，将数組石板 (长 4 吋，寬 2 吋) 用粗鉛絲固定好，待幼虫附着后，每隔一定時間用精密度 1/10 毫米的卡尺測量貝壳的长度和高度。为了使实验正确起見，我們將預备作为試驗的牡蠣的周圍，尽量去除其他的个体和附着物，留出一定的空隙面积，这样不致阻碍試驗品的正常發展。应用这种方法，可以測量固定的个体，便于保存試驗材料，測量时手續也非常簡便。实验从 1952 年开始至 1956 年止共計三次。

測量方法：壳頂称前方，因为口靠近这个部位，向对的方向称后方。前方至后方最大的距离为壳长；背腹二側最大的距离为壳高。

III. 繁 殖

一、繁殖方式和季节

牡蠣因种类的不同，它們繁殖的方式可以分成二种类型：(一) 卵生型，(二) 幼生型。根据我們的試驗，証明青島的僧帽牡蠣是卵生型牡蠣。而密鳞牡蠣 (*Ostrea denselamellosa* Lischke) 为幼生型。

繁殖季节一般自 6 月初至 9 月底，在这个季节中，生殖腺相当肥滿，行人工受精很容易成功 (关于繁殖季节的詳細情况将在采苗和固着習性一节中詳細討論)。

二、生殖細胞

用吸管从生殖腺中吸出的卵子，由于在生殖腺中挤压的結果，大部分呈多面形，具长柄，也有近似圓形的 (圖 1; 1、2)。圓形的卵直徑自 50—52 微米，这与过去許多学者測定的卵生型种类的卵子的大小相似；多面形的卵子，长徑可达 75 微米或更多。过去有一部分学者認為这是未成熟的卵，但是在我們的实验中証明，它們中間有很大的一部分具有充分的受精的能力。卵中央有圓而透明的核一个，直徑約 30 微米。精子非常透明，分头尾二部，头部呈卵圓形，长徑在 1.8 微米以上。

三、受精卵的分裂

把成熟的精子和卵子投入新鮮的海水中，不久卵子逐漸變圓與精子受精。受精卵的外圍出現受精膜（圖 1; 3），受精後在溫度 80—82°F 的海水中約 20—30 分鐘後，在動物極上出現第一極體；接着第二極體也相繼出現（圖 1; 4）。而阿瓦第（Awati）和雷頤（Rai）1931¹⁾ 在海水溫度 20°C 所做的僧帽牡蠣受精卵出現第一極體時為受精後 35—40 分鐘，出現第二極體時為 40—45 分鐘；極體出現時間稍遲。不久植物極逐漸延伸出色澤較淡的極葉（lobe polaire），當極葉停止延伸時，動物極中央漸凹，有分裂的趨勢，以後凹陷漸深縱裂成二個細胞。二個細胞和一個極葉的形狀好似三個細胞，以後極葉逐漸縮回，第一次分裂完畢（圖 1; 5—7），自卵受精至第一次分裂完畢需要時間約 47 至 63 分鐘。在 70 至 82 分鐘之間，又以同樣方式完成了第二次分裂（圖 1; 8—9）。再經過第三次和第四次分裂以後，生活胚體觀察比較困難，分裂球的數目不易看出。3 小時後受精卵發育成類似桑實的形狀（圖 1; 10）。4 小時左右，胚胎發育成囊胚（圖 1; 11），周身生有極短小的纖毛，略能自轉。以後胚體的植物極內陷形成原腸胚（圖 1; 12），在胚口的對方壳腺出現。

四、游泳期

胚體進入担輪幼蟲期時（圖 1; 13），壳基的對端結集了許多較長而密的纖毛，形成纖毛環。此時口和食道也開始形成，幼蟲由迴旋運動逐步過渡到游泳運動。15 小時後口及食道更較前完整，貝壳由馬鞍狀在胚體兩側逐漸增大，在壳頂的相對方向出現面盤，幼蟲已長達 60 微米左右，進入了面盤幼蟲期（圖 1; 14）。面盤幼蟲的面盤上只有纖毛，沒有鞭毛，這是與楸孔扇貝不同的。兩天以後，口、食道、胃、腸、面盤曳引肌、閉壳肌都逐漸形成，並在壳頂的鉸合部出現六枚小齒；此時因壳頂平直叫做直綫鉸合幼蟲（圖 1; 15）。幼蟲隨着時間而增長，壳頂逐漸向上隆起，以後左壳頂向前方發展的較快，左右兩壳頂生長的情況有了分歧，呈不對稱狀態。在這個時期之後，牡蠣幼蟲的形態很容易與其他的雙壳類幼蟲區分。在幼蟲的游泳末期，它們的游泳器官——面盤有退縮的趨勢，並且出現了用以爬行的足（圖 1; 16）。在這個時期，它們可以利用兩種運動器官進行活動，並將固着變成幼蠣。

五、幼蟲的固着

當幼蟲即將固着時，依靠足的伸縮運動在附着物上匍匐而行，一旦遇到適合的環境，便放出分泌物，擴散在貝壳的周圍，使自己固着在附着物上。此時幼蟲壳長 350—400 微米，壳高 300—350 微米。幼蟲一旦固着後便迅速形成近似成體的貝壳（圖 1; 17—18）。

1) Awati, P.R. 和 Rai H. S. 1931, *Ostrea cucullata*. Ind. Zool. Mem. III Lucknow 根據高槻俊一，牡蠣。

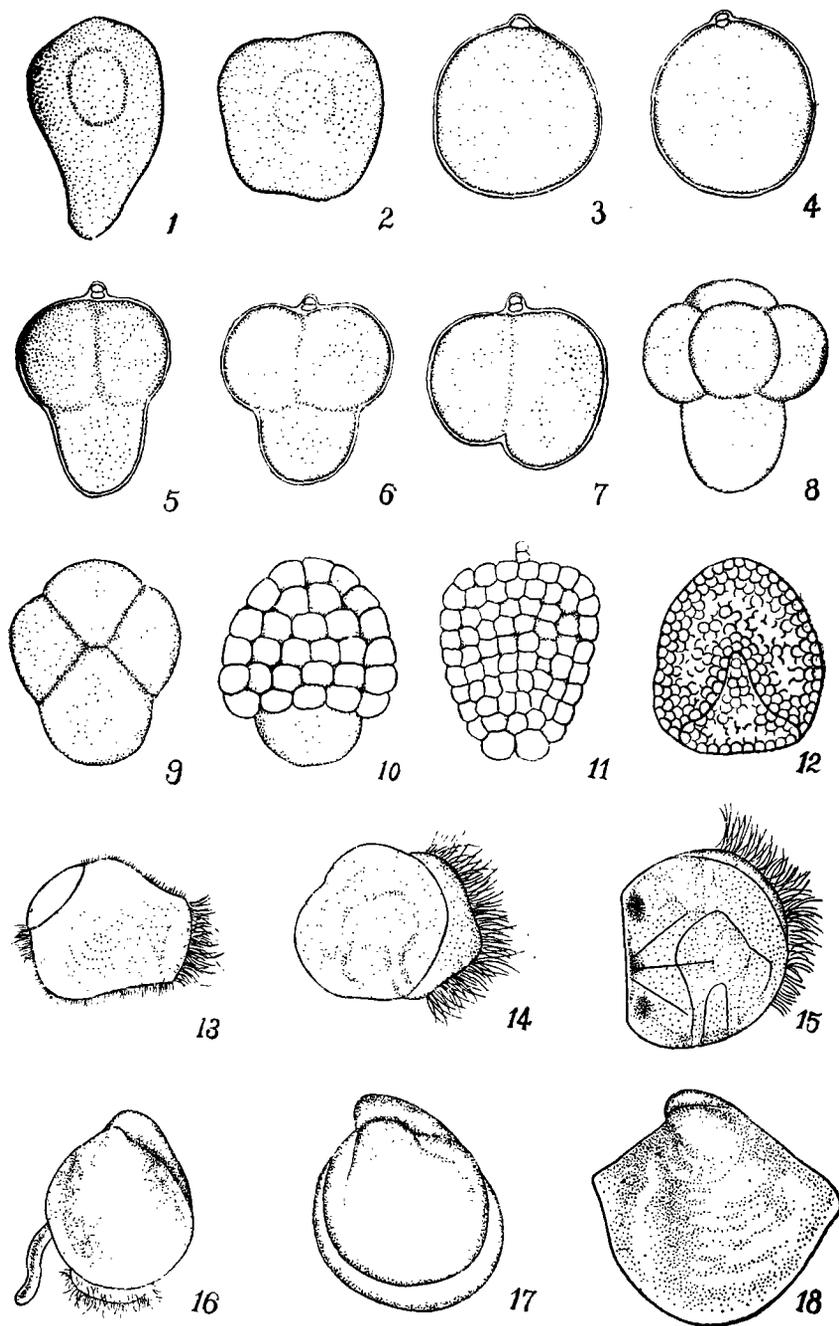


圖 1 僧帽牡蠣的發生: 1—2, 尚未受精的卵子; 3—4, 受精卵出現第一和第二極體; 5—7, 第一次分裂過程, 並示極葉的伸縮; 8—9, 第二次分裂; 10, 桑塔胚; 11, 囊胚; 12, 原腸胚; 13, 担輪幼虫進入面盤幼虫初期(以上實物大小為 50 微米); 14, 面盤幼虫(實物大小 60 微米); 15, 直綫絞合幼虫(80 微米); 16, 即將固着的幼虫, 足已出現(實物壳長 300 微米); 17, 剛固着的幼虫(實物壳長 400 微米); 18, 固着數日的幼虫(實物壳長 1 毫米)

IV. 采苗和固着習性

一、采苗季节

在牡蠣的养殖上对于产卵季节的了解是一項重要的問題，如果采苗季节不掌握好，便会發生对于采苗時間有过早或过迟的偏差。若采苗器投放过早，那么它們表面的固着面积将被其他附着物所占滿(如藤壶、苔蘚虫等)，若采苗器投放过迟，就会大大影响采苗的数量。因此我們利用牡蠣幼虫的固着試驗以了解牡蠣的采苗季节及其盛衰情况。

牡蠣的受精卵經孵化变态成为幼蠣，中間需要經過一段浮游期。这个时期根据过去許多学者的研究約需 13—20 天。時間的长短主要取决于当时水温的高低和营养的条件。如果我們能了解牡蠣的产卵季节，那就可以推算其幼虫固着的时期，并可利用人工受精試驗作对比。

根据 1955、1956 年在青島所做的試驗，分析的結果(表 1, 2, 3, 4)，認為青島僧帽牡蠣的采苗季节基本上可以分为二个时期——一般采苗季节和采苗盛期。

(一)一般采苗季节：在青島的僧帽牡蠣一般采苗季节非常长，自 6、7 月开始直至 11 月間均可以采到苗(表 1—4)，蠣苗出現后，产苗数字很快地逐漸增加，經過采苗盛期后，固着幼虫的数量又逐漸減少。在采苗季节的后期，它們并不是突然停止，而是緩慢地逐漸減少。根据四次試驗的結果，在青島僧帽牡蠣的采苗季节是呈漫长的連綿状态。

表 1 1955 年用玻璃在棧桥采苗的結果

日期(月—日)	每 500 平方厘米玻璃板采苗数(个)
7/12—19	244.75
19—26	*
26—8/2	191.25
8/2—9	224.5
9—16	68.75
16—23	89.25
23—30	4541.5
30—9/6	512.5
9/6—13	612.0
13—20	28.0
20—28	58.75**
28—10/4	83.75
10/4—11	7.75
11—17	0
17—24	0
24—31	0
31—11/7	0

* 采苗器損坏。 **8天附着的幼苗总数

表 2 1955 年用黑瓦在棧桥采苗的結果
(每 7 天檢查一次)

日期(月—日)	每 500 平方厘米瓦片采苗数(个)
7/12—19	2451.2
19—26	654.3
26—8/2	1450.1
8/2—9	223.8
9—16	66.7
16—23	269.0
23—30	2446.8
30—9/6	377.9
9/6—13	185.3
13—20	143.0
20—27	44.5
27—10/4	21.5
10/4—11	2.2
11—18	0
18—25	3.7
25—11/1	2.2
11/1—8	0
8—15	0

在 1955 年,自 6 月下旬开始直到 11 月初,均有幼虫固着,而在 1956 年幼虫固着期更长。在整个一年中采苗的季节总计约有四个月至五个月。

表 3 1956 年用黑石板在小港采苗的结果

日期(月-日)	每 1000 平方厘米石板采苗数(个)
6/7-14	0
14-21	0
21-28	2.6
28-7/5	253.5
7/5-12	41.1
12-19	39.3
19-26	7.0
26-8/3	40.2
8/3-10	350.5
10-17	105.8
17-24	25.3
24-31	5.2
31-9/7	7.0
9/7-14	6.1
14-21	11.7
21-28	5.2
28-10/5	10.5
10/5-12	5.2
12-19	8.7
19-26	6.1
26-11/2	4.4
11/2-9	3.5
9-16	12.9
16-22	4
22-29	2

表 4 1956 年用黑石板在棧桥采苗的结果

日期(月-日)	每 1000 平方厘米石板采苗数(个)
6/5-12	0
12-19	0
19-26	5.2
26-7/3	550.6
7/3-10	713.2
10-17	130.2
17-24	462.3
24-8/1	1224.5
8/1-8	4755.4
8-15	5665.3
15-22	3112.3
22-29	493.7
29-9/6	163.8
9/6-13	36.7
13-20	11.4
20-27	50.7
27-10/4	27.1
10/4-11	2.6
11-18	8.7
18-25	6.1
25-11/1	13.1
11/1-9	8.7
9-16	10.5
16-23	2
23-30	0

(二)采苗盛期:在一般采苗季节中可以出现采苗盛期。在这个时期固着的幼苗比平时多许多倍。在 1955 和 56 二年四次的试验中,采苗盛期在出现的时间和采得苗的总量上虽然有些差异,但基本上还是一致的。在 1955 年采苗盛期有二次,第一次在 7 月中旬,这在瓦固着器上(表 2)非常明显。第二次的盛期在 8 月下旬,这在玻璃和瓦固着器上都出现了大量的幼苗(表 1、表 2)。1956 年的采苗盛期也有二次,虽然在二个不同的地点——小港和棧桥进行试验,但结果完全吻合(表 3、表 4)。第一次采苗盛期出现在 7 月初,采得苗比较少,出现的时间也相当短;第二次采苗的盛期在 8 月初,时间相当长,采得苗也相当多。特别是在前海棧桥,自 8 月 1 日起一直到 8 月 22 日,经过三周之久,产量也比小港多十几倍。

根据采苗季节以推算出牡蛎的产卵季节,应该在 6 月上旬开始,6 月上旬十天的平均水温为 17.95°C。产卵盛期自 6 月下旬开始至 8 月中旬止,其间的海水温度变化甚

大，自 20.7—27.0°C，平均數為 24.04°C。產卵期的尾聲在 10 月下旬，其間十天的平均水溫為 17.48°C。因此僧帽牡蠣的產卵季節的開始和結束可能在水溫 17—18°之間，而產卵盛期則在水溫較高的季節。

二、固着習性

無論在國內和國外的牡蠣養殖場中，經常可以發現採苗器的陰面固着的幼蟲總比陽面的較多。過去曾有一些學者做了種種試驗，研究了固着器投放的角度和固着器表面的粗糙度對於牡蠣幼蟲固着習性的關係，但是根據他們試驗的結果，意見很不一致。例如納爾遜 (Nelson 1924)*認為牡蠣幼蟲選擇表面比較光滑的固着物固着；皮瑞特奇 (Prytherch)*認為牡蠣幼蟲並沒有什麼選擇固着物的習性，幼蟲固着的數量完全根據機會來決定的；赫普欽斯 (Hopkins 1936) 在他的試驗中證明，採苗器的陰面固着的蠔苗較多，他解說造成這個結果很可能由於牡蠣幼蟲游泳的時候以面盤和足向上，這些運動器官的位置使它們易于固着在固着器的陰面。斯卡福爾 (Schaefer 1937) 雖然沒有討論到幼蟲浮游的習性和運動器官的位置對於幼蟲固着在陰面數量較多的問題，但是他實驗的結果無形中支持了赫普欽斯的理論，當固着器在 0° (陰面) 時，固着的幼蟲數量最多，角度逐漸增大，特別在 180° (陽面) 時，固着幼蟲的數量也就減少了。苟樂和艾提姜司 (Cole 和 Knight-Jones 1939) 二氏曾有一個時期同意赫普欽斯的看法，但發現他的理論無法解說斜面固着器的試驗結果，因此假定牡蠣幼蟲喜歡選擇面較低處固着。鄭重 (1953) 指出對牡蠣幼蟲的固着，粗糙的表面要比光滑的表面有利。美迪柯夫 (Medcof 1955) 在他的試驗中支持了赫普欽斯的理論。綜合上述各家的意見對牡蠣幼蟲固着的習性有下列四點：

(一) 牡蠣的幼蟲喜歡固着在表面較光滑的固着物上——納爾遜 (Nelson)。

(二) 牡蠣的幼蟲喜歡固着在表面較粗糙的固着物上——鄭重。

(三) 固着物陰面固着的幼蟲比陽面的多，這主要由於牡蠣幼蟲運動器官位置的關係——赫普欽斯和美迪柯夫。

(四) 牡蠣幼蟲在固着時沒有選擇性——皮瑞特奇。

我們自 1955—1956 年對青島棧橋和小港的僧帽牡蠣用不同的固着物：瓦 (1955)，石板 (1956)，光玻璃和毛玻璃 (1955)，在全部的採苗季節中，分別做了牡蠣幼蟲固着的習性對於固着物的粗糙度和角度關係的試驗。我們鑒於過去對於固着物的粗糙度和角度這二名詞沒有給以正確的定義，所以常常會發生一些不應有的誤會。例如目前所謂角度是指附着器投放的位置，或是水平的或是垂直的；而粗糙度則指附着器表面的凸起和凹陷的多寡和大小。由於牡蠣的幼蟲非常微小，如果固着器表面的凸起和凹陷過於粗大，那麼對牡蠣幼蟲固着的要求來說已不再是粗糙度，而是單位面積比較小的一個傾斜角度。因此我們建議凡在固着物表面的凸起或凹陷其單位面積大於 400 × 400 微米

* 高槻俊一：1949，牡蠣，p. 206。

(幼蛎固着时所需的面积)时,应算作牡蛎幼虫固着角度。在我們的实验中,我們利用了光玻璃和細金鋼砂磨成的毛玻璃(单位最大面积不超过 60×60 微米)作为牡蛎幼虫固着对于粗糙度要求的試驗。另外利用石板和瓦片以水平状放置,作了固着器 0° (陰面)和 180° (陽面)对牡蛎幼虫固着关系的研究。在采苗季节中每 7 天換取固着器一次,用解剖鏡檢查幼虫的固着数量,所得結果如下:

表 5 1955 年青島棧桥的僧帽牡蛎,利用光玻璃与毛玻璃采苗的数量比較

采苗日期(月一日)	每 100 平方厘米光玻璃附着的牡蛎(个)	每 100 平方厘米毛玻璃附着的牡蛎(个)	差 額	比 例
7-12至 7-19	18.0	31.0	13.0	1:1.72
7-19至 7-27	*	*	*	*
7-27至 8-3	11.3	29.0	17.7	1:2.57
8-3 至 8-10	21.0	32.0	11.0	1:1.52
8-10至 8-17	4.0	10.0	6.0	1:2.5
8-17至 8-24	8.0	10.8	2.8	1:1.35
8-24至 8-31	413.0	549.0	136.0	1:1.33
8-31至 9-7	39.0	70.0	31.0	1:1.79
9-7 至 9-14	44.0	86.0	42.0	1:1.95
9-14至 9-21	0.5	5.0	4.5	1:10.0
9-21至 9-27	2.5	8.5	6.0	1:3.40
9-27至10-4	5.0	11.0	6.0	1:2.20
10-4 至10-11	0	1.0	1.0	0:1.00
总 計	566.3	843.3	277.0	1:1.49

* 采苗器被風浪打坏。

表 6 1955 年青島棧桥僧帽牡蛎用瓦作陰面及陽面采苗的結果

采苗日期(月一日)	牡蛎在陽面的附着数(个)	牡蛎在陰面的附着数(个)	差 額
7-12至 7-19	2116	761	1355
7-19至 7-26	288	536	-248
7-26至 8-2	721	1090	-369
8-2 至 8-9	140	134	6
8-9 至 8-16	27	58	-31
8-16至 8-23	212	107	105
8-23至 8-30	2107	766	1341
8-30至 9-6	251	208	43
9-6 至 9-13	125	86	39
9-13至 9-20	81	95	-14
9-20至 9-27	26	29	-3
9-27至10-4	7	21	-14
10-4 至10-11	1	2	-1
10-11至10-18	0	0	0
10-18至10-25	0	5	-5
10-25至11-1	2	1	1
总 計	6104	3899	2205

表 8 1956 年青島小港標帽牡蠣用石板作陰面及陽面採苗的結果

採苗日期(月一日)	陽面牡蠣附苗數 (个)	陰面牡蠣附苗數 (个)	差	額
6-21至 6-28	1	3	-2	-2
6-28至 7-5	10	19	-9	-9
7-5 至 7-12	6	41	-35	-35
7-12至 7-19	10	35	-25	-25
7-19至 7-26	2	6	-4	-4
7-26至 8-3	7	39	-32	-32
8-3 至 8-10	185	216	-31	-31
8-10至 8-17	48	73	-25	-25
8-17至 8-24	15	15	0	0
8-24至 8-31	5	1	4	4
8-31至 9-7	3	5	-2	-2
9-7 至 9-14	4	3	1	1
9-14至 9-21	5*	5*	0	0
9-21至 9-28	2	4	-2	-2
9-28至10-5	5	7	-2	-2
10-5 至10-12	2	4	-2	-2
10-12至10-19	6	4	2	2
10-19至10-26	3	4	-1	-1
11-26至11-2	0	5	-5	-5
11-2 至11-9	1*	2*	-1	-1
11-9 至11-16	7*	4*	3	3
11-16至11-23	1	1	0	0
11-23至11-30	0	0	0	0
總 計	328	496	-168	-168

* 有四分之一附苗器被風浪損壞。

表 7 1956 年青島崑崙標帽牡蠣用石板作陰面及陽面採苗的結果

採苗日期(月一日)	牡蠣在陽面的附 苗數(个)	牡蠣在陰面的附 苗數(个)	差	額
6-19至 6-26	4	2	2	2
6-26至 7-3	28	35	-7	-7
7-3 至 7-10	430	386	44	44
7-10至 7-17	68	81	-13	-13
7-17至 7-24	329	200	129	129
7-24至 8-1	601	800	-199	-199
8-1 至 8-8	3694	1747	1947	1947
8-8 至 8-15	2812	3670	-858	-858
8-15至 8-22	1613	1948	-335	-335
8-22至 8-29	273*	149*	124	124
8-29至 9-6	78*	62*	16	16
9-6 至 9-13	17	25	-8	-8
9-13至 9-20	4	9	-5	-5
9-20至 9-27	20	38	-18	-18
9-27至10-4	17	14	3	3
10-4 至10-11	1	2	-1	-1
10-11至10-18	4	6	-2	-2
10-18至10-25	3	4	-1	-1
10-25至11-1	2	13	-11	-11
11-1 至11-9	3	7	-4	-4
11-9 至11-16	4	8	-4	-4
11-16至11-22	3	1	2	2
11-22至11-29	1	1	0	0
總 計	10009	9208	-801	-801

* 有四分之一附苗器被風浪損壞。

(1) 固着習性与固着物表面粗糙度的关系: 表 5 中指出, 僧帽牡蠣的幼虫在采苗的任何月份中, 表面比較粗糙的毛玻璃比較光滑玻璃固着数量都較多。在各次的試驗中, 毛玻璃上面固着幼虫的数量均比光玻璃多(參看表 5, 自 1.33 倍至 3.40 倍; 全年平均数为 1.49 倍), 这个試驗的結果与郑重 (1953) 的結果相符合。我們認為产生这种結果主要由于粗糙的表面对于牡蠣幼虫固着的習性更有利。当观察一个充分成长的幼虫在即将固着时候的动作, 看到它首先放出的綫状的足絲把自己抛錨在固着器的表面上, 然后停止面盘的运动, 用足在固着物上爬行, 并将足絲弃之于后, 当爬行一段路程后, 便站住, 射出一种粘胶状的物質使自己的左壳固着在固着物上。比較粗糙的固着物对于牡蠣幼虫的足絲的沾粘, 足的爬行运动和用粘胶物質把自己粘住的各种动作都是有利的, 而且可以利用凹凸不平的隙縫把自己固着更牢固一些。因此我們推論这可能是粗糙面幼虫固着較多的原因。

(2) 固着習性与固着物放置角度的关系: 根据 1955 和 1956 年我們在棧桥所作的試驗結果(表 6, 7), 固着物的陰(0°)陽(180°)面, 对幼虫固着的習性似乎沒有明显的关系。全部二年中, 总共做了 39 次試驗, 其中陰面采苗占多数的有 22 次, 陽面占多数的为 15 次, 有二次相等。若从每年采苗的总数計算, 1955 年陽面固着的苗数为陰面的 1.6 倍, 1956 年为 1.1 倍。这次試驗的結果很难用赫普欽斯的理論来解釋它。

分析 1956 年小港的材料(表 8), 总共做了 23 次試驗, 其中陽面采苗的数量超过陰面的仅有四次, 在極大多數的情況下, 特別自 6 月 28 日至 8 月 24 日在僧帽牡蠣繁殖盛期中, 陰面采得的苗比陽面采得要多得多。統計全年采苗的总計陰面采得的苗为陽面的 1.51 倍, 这种情况与赫普欽斯等人試驗的結果是一致的。

为什么棧桥和小港的測驗結果有所不同呢? 仔細研究了这样相近的二个試驗地点的情况, 它們之間的海况条件的細微差异很难以解說这种巨大的变化。惟一值得注意的为二个試驗地区基質的不同。在棧桥海底底質为岩石或泥沙; 而小港的底質軟泥較多, 因此小港的海水比較混浊, 每当取材檢查的时候, 在固着器的陽面可以看到一層薄薄的軟泥复盖在表面, 这种情况使牡蠣幼虫固着加重了困难, 在有一些养殖场中由于过多軟泥的复盖甚至使牡蠣幼虫很难有机会与固着器表面直接接触。这正像过去有不少养殖学家曾經推論为陽面采苗較少的原因。我們考虑到在我們的实验結果用这种原因来解說比較更合理一些¹⁾。

綜合上述的这些实验, 我們認為有以下三項結論:

一、根据牡蠣幼虫固着的習性, 用比較粗糙的固着器采苗比較有利。

1) 最近我們看到在广东、福建和浙江沿海的养殖场, 他們都在夏季中潮区采苗, 剛固着的幼蠣暴露在空气中的時間相当长, 在这炎热的气候和日光直接照射下, 必然会增加他們的死亡率, 因此在实践上固着器陽面牡蠣生长較少, 此也为主要原因之一。

二、牡蠣幼虫在固着时对固着器投放的角度沒有明显的選擇性。

三、軟泥复盖采苗器的上面，可能造成使采苗器陽面采苗較少的原因。

V. 生 长

根据实验的記錄——牡蠣貝壳的生长曲綫(圖 2)和生长表(表 9)，我們認為僧帽牡蠣貝壳的生长可以分为二个时期：(一)生长期(二)成年期。

(一)生长期：从僧帽牡蠣幼虫固着日开始需要經過将近一年的生长時間完成它們的貝壳生长期。在貝壳生长期中又可以分为二个阶段：貝壳生长初期和后期。完成貝壳生长初期約需三个半月，在这个时期的特点：貝壳生长速度快，尤其是在附着后自一个月至一个半月之間，在这短短的半个月中，生长速度达到最高峰，半个月中长度增长了 14.4 毫米，高度增长了 13.2 毫米。在整个三个半月的貝壳生长初期中总计增长 50.85 毫米(减去附着时的原长 0.35 毫米)，增高 40.9 毫米(表 9)，平均每月增长 14.6 毫米，增高 10.9 毫米。随着貝壳生长初期的結束，牡蠣轉入了貝壳生长后期，完成这个生长后期阶段約需 8—9 个月。这个时期的特点：(1)牡蠣体内开始貯藏能量，体重逐漸增加，准备渡过即将到来的冬季，并准备明春性成熟的条件。(2)貝壳生长速度减低，从三个半月的生长初期以后，一直至次年 8 月初，貝壳共增长了 7.1 毫米；平均每月仅增长 0.79 毫米，增高 0.23 毫米左右。在貝壳生长初期平均每月的生长速度为后期增长速度的 18 倍以上，增高速度的 47 倍以上。这是一个非常显著的区别。

(二)成年期：僧帽牡蠣自附着开始約經一年的時間进入了成年期，在这个时期，由于貝壳的生长已达極限，虽然外界的环境条件还是非常优越，但貝壳的生长几乎陷于全部停頓的状态。从整个貝类的生长情况来看，貝壳的生长基本上可以分成二种类型，第一种类型它們在年幼的时候生长速度相当快，而在年老的时候还可以保持着一定速度的生长率，因此在它們整个生活史中都是在生长着，像橈孔扇貝就是屬於这一类型的。另一种类型，貝壳的生长仅仅局限于生活史的初期一个阶段，达到成年期以后，几乎很难繼續生长，这个时候的长度，就是它的临界长度，僧帽牡蠣便屬於这一类型的。根据我們 1954 年 7 月 10 日至 1956 年 8 月 5 日測驗的結果，可以說僧帽牡蠣的最大长度平均为 58.3 毫米，最大高度为 43.9 毫米(表 9)。但是它們个体之間生长大小的差异也是很大。其中最大的个体有达壳长 68 毫米，壳高 55 毫米；較小的个体长度仅 53.8 毫米，高度只有 43.2 毫米。

(三)生长和季节的关系：从 1952—1956 年三次实验的結果我們認為僧帽牡蠣貝壳的生长有一个临界长度，达到貝壳临界长度所需的生长時間，生长速度和水温等环境条件保持着密切的关系。

1953 年的实验从 9 月 1 日开始，自 9 月 1 日至 10 月 1 日是僧帽牡蠣第一个月的生

长时间。在这个时间中的生长速度与1954年7月10日附着的同年龄同样生长时间的牡蛎比较；前者的速度比较快（表10）。9月至10月间的平均水温比7月10日至8月

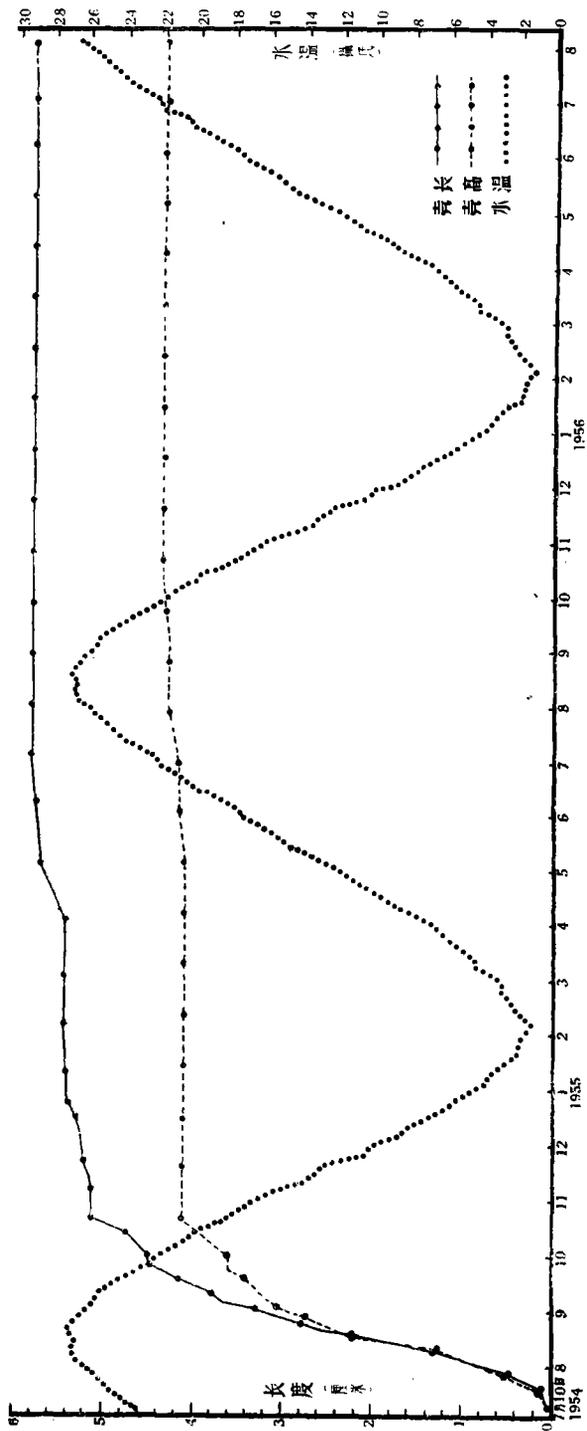


图2 僧帽牡蛎贝壳的生长曲线

表 9 僧帽牡蠣在各时期的生长长度和高度

年一月一日	生长年龄 (从幼虫 固着后算 起)	长 度 (毫米)	比前一次 增长的长 度(毫米)	高 度 (毫 米)	比前一次 增长的高 度(毫米)	时期	测量 个数	测量个 数减少 原因	养殖 地点	
1954— 7—10	刚 附 着	0.35	—	0.30	—	生 长 初 期	34	—	钱	
7—25	壹月	3.8	3.45	3.9	3.6		34	—		
8—10	1月	13.0	9.2	12.6	8.7		34	—		
8—25	1壹月	27.4	14.4	25.8	13.2		33	死 亡		
9—10	2月	37.8	10.4	32.4	6.6		33	—		
9—25	2壹月	44.4	6.6	36.0	3.6		33	—		
10—10	3月	46.6	2.2	38.2	2.2		32	死 亡		
10—25	3壹月	51.2	4.6	41.2	3.0		30	死 亡		
11—10	4月	51.3	0.1	没有生长	0		27	死 亡		
12—15	4月25日	52.8	1.5	没有生长	0		27	—		桥
1955— 1—5	5月25日	54.0	1.2	没有生长	0		27	—		
2—5	6月25日	54.4	0.4	没有生长	0		生 长 后 期	27		—
3—5	7月25日	54.4	0	没有生长	0	27		—		
4—5	8月25日	54.4	0	没有生长	0	27		—		
5—5	9月25日	57.0	2.6	没有生长	0	27		—		
6—5	10月25日	57.6	0.6	42.0	0.8	27		—		
7—5	11月25日	58.2	0.6	没有生长	0	24		死 亡		
8—5	12月25日	58.3	0.1	43.3	1.3	22		死 亡		
9—5	13月25日	没有生长	0	没有生长	0	11		死 亡		
10—5	14月25日	没有生长	0	没有生长	0	10		死 亡		
11—5	15月25日	没有生长	0	43.8	0.5	成 年		8	死 亡	
12—5	16月25日	没有生长	0	43.9	0.1			8	—	
1956— 1—5	17月25日	没有生长	0	没有生长	0	年 期		8	—	港
2—5	18月25日	没有生长	0	没有生长	0		8	—		
3—5	19月25日	没有生长	0	没有生长	0		8	—		
4—5	20月25日	没有生长	0	没有生长	0		8	—		
5—5	21月25日	没有生长	0	没有生长	0		8	—		
6—5	22月25日	没有生长	0	没有生长	0		4	遺 失		
7—5	23月25日	没有生长	0	没有生长	0		4	—		
8—5	24月25日	没有生长	0	没有生长	0		3	死 亡		

表 10 1953 和 1954 年同年龄的僧帽牡蠣在不同的季节中生长速度的比较

实 驗 开 始 时 间	一个月以后的长 度和高度(毫米)	二个月以后的长 度和高度(毫米)	三个月以后的长 度和高度(毫米)	四个月以后的长 度和高度(毫米)
1953 年 9 月 1 日	16.4×16.5	27.0×25.9	32.0×32.2	39.5×38.5
1954 年 7 月 10 日	13.0×12.6	37.8×32.4	46.6×38.2	51.2×41.2
差 額	3.4×3.9	-10.8×-6.5	-14.6×-6	-11.7×-2.3

10 日间的平均水温高,而且餌料的数量也有变化。在同种同一生长年龄下,由于环境的优良可以促使生长速度加快。自第二个月开始,1953 年的材料的生长速度远远落后于 1954 年的材料,这也同样说明了 10 月份以后的温度条件已不能完全满足贝壳迅速生

长的要求。所以 1953 年 9 月份附着的牡蛎虽然与 1954 年的牡蛎是同一种，经过了四个月的生长时间并没有达到应有的长度和高度(表 10)。

表 11 1953 和 1954 年不同年龄的牡蛎在同样季节中增长速度的比较

时 间	7月份(20天) 贝壳增长数长 ×高(毫米)	8月份贝壳增 长数长×高 (毫米)	9月份贝壳增 长数长×高 (毫米)	10月份贝壳增 长数长×高 (毫米)	11月份贝壳增 长数长×高 (毫米)	12月份贝壳增 长数长×高 (毫米)
1953年	—	—	16.05 × 16.2	10.6 × 9.4	5.0 × 6.3	7.5 × 6.3
1954年	7.05 × 7.05	24.8 × 22.6	12.6 × 6.0	6.4 × 5.2	1.2 × 0	1.6 × 0
差 额	—	—	3.35 × 10.2	4.1 × 4.2	3.8 × 6.3	5.9 × 6.3

注：增长数 = 当月测量数减去非当月生长数字外，还需扣除幼虫固着时的长度。

根据表 11, 1954 年的材料到达 11 月份以后贝壳差不多到停止生长, 停止生长的原因并非全受到当时温度等条件的抑制, 而主要的它已经完成了贝壳生长初期的生长而进入了生长后期。虽然环境条件还允许它有一定程度的生长, 但因达到了生长初期的长度以后即使有优良的生长环境(例如: 次年的夏季和秋季到来)再也不能迅速生长了。1953 年的材料说明 10 月至 12 月正处在这批僧帽牡蛎生长初期阶段, 当时的海水温度虽然不能满足它们的生长要求, 降低了它们的生长速度, 但也不能完全抑制它们的生长。所以 1954 年和 1953 年的材料它们虽然在同样的季节(9—12 月), 但因生长年龄的不同, 两组间的生长的速度就有了显著的区别(表 11)。当然 1953 年的这组的僧帽牡蛎它们可以等待第二年优良环境条件的重临再继续生长, 但是它们的生长期因环境的不适宜而延长了。

为了重新证实这一实验, 我们在 1956 年又做了 84 个材料的补充试验。它们是在 8 月 1 日采苗的, 经过三个月的生长年龄后, 它们的长度和高度为 40.9×33.4 毫米。这个测量的数字恰好介在 1953 和 1954 年测量长度和高度的中间, 因此这一推论又重新被证实了。

(四) 僧帽牡蛎与其他牡蛎生长速度的比较: 我国最有经济价值的牡蛎除僧帽牡蛎外还有数种: 各地水产实验场曾经做了它们的生长试验, 例如近江牡蛎(*Ostrea rivularis* Gould), 长牡蛎¹⁾(*O. gigas* Thunberg)和密鳞牡蛎(*O. denselamellosa* Lischke), 根据以上各种牡蛎的生长曲线加以比较后, 我们明显地看出僧帽牡蛎在开始的半年的生长年龄中, 它们的生长速度, 无论那一种牡蛎都没有这样迅速。但由于僧帽牡蛎的临界长度比较小, 所以在以后几个月中其他种类个体的长度很快的都超过了它。因此我们认为虽然僧帽牡蛎的临界长度小(长不大), 但生长迅速, 收获期早, 适宜于短时期的养殖, 对于养殖资金的周转率也快, 而且肉味鲜美, 特别为一般鲜食者所欣赏, 它在牡蛎的养殖事业上具有独特的优点。

1) 根据我们的了解可能是大连湾牡蛎(*Ostrea talienuhanensis* Crosse)。

VI. 結 論

總結以上各方面的試驗和觀察，初步地我們可以得出以下几点認識：

1. 僧帽牡蠣在青島的产卵季节相当长，自 6 月初开始至 10 月底止，中間經過四、五个月。产卵季节开始的海水温度在 17° — 18°C 之間。

2. 僧帽牡蠣用人工受精方法很容易成功，受精率几达 100%；我們用这种方法研究了它的發生，它屬卵生型，在卵裂初期出現極叶，在面盘幼虫期沒有鞭毛，这与其他卵生型牡蠣的發生相类似。

3. 幼虫固着季节自 6 月下旬开始直至 10 月底，甚至延长到 11 月下旬，一般自 7 月初至 8 月底为最盛季节，并在其間出現两次幼虫固着高峰(表 1—4)。

4. 根据 1955 年和 1956 年在青島棧桥采苗的試驗，在固着器陽面采得蠣苗比陰面的較多(表 6,7)。这和赫普欽斯用 *Ostrea lurida* 試驗幼虫固着的結果相反。根据 1956 年在青島小港采苗試驗(表 8)，僧帽牡蠣固着在采苗器陰面的数量比陽面多。因此我們認為幼虫的附着对于采苗器的陰面或陽面並沒有显著的选择性。只是它們需要一个堅潔帶有石灰質的附着器，若表面被复細泥那就会大大的妨碍幼虫的附着。在小港采苗器陽面采苗較少之原因，系因陽面被复一層細泥之故。

5. 粗糙面的采苗器在任何采苗季节中，比光滑面的采苗器采得蠣苗都多(表 5)。这主要由于粗糙的表面对于牡蠣幼虫固着的習性：如用足爬行，用足絲附着，放出粘液使自己固着等动作，都是比較有利的。

6. 在僧帽牡蠣貝壳的生长整个过程中，我們發現它的生长有显明的二个时期：(一)生长期(仅一年)，(二)成年期。生长期又可分为二个阶段：貝壳生长初期和后期，完成貝壳生长初期約需三个半月，在这个时期貝壳生长迅速；完成貝壳生长后期需要 8—9 个月，在这个时期貝壳生长緩慢。在成年期，貝壳的生长几乎陷于停頓状态(表 9)，这与楸孔扇貝終生繼續生长的情况完全不同。

7. 环境的不适宜，可以延长僧帽牡蠣的生长期。

8. 僧帽牡蠣貝壳的临界长度極小，一般平均为 58.3×43.9 毫米(表 9)，但其中最大的也能达到 68×55 毫米。达到临界长度以后貝壳很难繼續生长。但是它的初期生长速度确超过了我国其他經濟牡蠣的种类。

9. 通过僧帽牡蠣繁殖及生长的数年觀察和試驗，証明了僧帽牡蠣为一个早熟种，一年即达成熟期。

参 考 文 献

- 郑 重等 : 1953. 厦門海洋固着生物生态的初步研究, 动物学报, 5(1): 47—57.
- 張 颢, 楼子康: 1956. 牡蠣, 生物学通报, 1956(2): 27—32.
- 張 颢, 齐鐘彦, 李潔民: 1956. 筒孔扇貝的繁殖和生长, 动物学报, 8(2): 235—253.
- 关东厅水产試驗場: 1934. 昭和八年事業報告, 208—222.
- 高槻俊一: 1949. 牡蠣, 技報堂.
- Cole, H. A. and Knight Jones, E. W.: 1939. Some observations and experiments on the settling behaviour of larvae of *Ostrea edulis*. Extr. Jour. Cons. Int. Explor. Mer. XIV(1): 86—105.
- Hopkins, A. E.: 1935. Attachment of larvae of the Olympia Oyster *Ostrea lurida*, to plane surfaces. Ecol., 16: 82.
- Hopkins, A. E.: 1937. Experimental observation on spawning, larval development, and setting in the Olympia oyster *Ostrea lurida*. Bull. Bureau. Fish. No. 23.
- John G. Mackin, 1946. A study of oyster strike on the seaside of Virginia. Contribution No. 25. Virginia Fish. Lab. College of William and Mary and Comm. Fish. Virginia.
- Medcof, J. C.: 1955. Day and night characteristics of spatfall and of behaviour of oyster larvae. Jour. Fish. Research Board of Canada, 12(2): 270—286.
- Orton, J. H.: 1935. Laws of shell-growth in English oyster (*O. edulis*). Nature, 135.
- Prytherch, H. F.: 1929. Investigation of the physical conditions controlling spawning of oysters and the occurrence, distribution, and setting of oyster larvae in Milford Harbour, Connecticut. Bull. Bureau Fish. XLIV: 429—503.
- Schaefer, M. B.: 1937. Attachment of the larvae of *Ostrea gigas*, the Japanese oyster to plane surfaces. Ecol., 18: 523.