

3-7.4
養殖新知

關於歐洲鮑 *Haliotis tuberculata* Linnaeus 繁殖生態學特徵及其養殖的綜述

陸忠康

中國水產科學研究院東海水產研究所

摘要

歐洲鮑 (*Haliotis tuberculata* Linnaeus) 是歐洲商業性捕撈的唯一一種重要經濟貝類，它也是鮑養殖的重要對象。坦桑尼亞一位學者 Yunus D. Mgaya 對歐洲鮑的生物學資料進行全面的收彙、整理和概述。爲了讓大家全面了解歐洲鮑的繁殖生態學的特徵，作者將歐洲鮑生態學特徵及其養殖作一扼要的綜述。

關鍵詞：歐洲鮑 *Haliotis tuberculata* Linnaeus
繁殖生態學 特徵 養殖

1. 前言

歐洲鮑 *Haliotis tuberculata* Linnaeus 是歐洲商業性捕撈的唯一一種經濟貝類，也是鮑魚養殖的重要對象。Graham (1988) 曾對歐洲鮑的形態特徵進行過詳細的描述。最近坦桑尼亞 Dar es Salaam 大學動物與海洋生物系一位學者 Yunus D. Mgaya 搜集了歐洲鮑的大量生物學資料

(Biological data)，涉及分類地位、形態特徵、細胞學研究、地理分布、仔、幼、成鮑生態環境、繁殖生物學特徵及其養殖，其內容豐富、翔實，對研究鮑魚生態學及繁殖具有重要的參考價值。作者現將其歐洲鮑繁殖生態學特徵及其養殖作扼要的綜述，供養鮑工作者參閱。

2. 歐洲鮑繁殖生態學特徵

2-1 形態特徵 (Morphological character)

關於歐洲鮑的形態特徵，Graham(1988)曾詳細描述過，其形態主要特徵：殼呈耳狀，螺紋少，殼表層具有 5~7 個小孔，殼口大，足部無，螺層 3~4 層，殼口呈卵形。外唇具有一個明顯的邊緣，內唇向內形成一條獨狹長的極狀物。鮑澤色主褐色，或具有黑也、綠色或白色小斑點，黑色通常集中在足乳突、上足和唇之間，在鮑殼末端和吻部，常常出現交替黑色和淡色帶，在上足部其色澤形成條狀，觸角呈

綠色，足底部呈桃紅色。

2-2 仔、幼鮑、成鮑的生態環境

歐洲鮑地理分布範圍很廣，以法國沿海、地中海、非洲北部沿海、西非沿海、非洲南部的大西洋南部海域均有分布。

歐洲鮑性腺成熟後，產的卵都是靠卵黃營養的，它的比重重於水，體外受精後，很快下沉附著於卵石基質上。受精卵孵化、變態的擔輪幼蟲 (*Trochophore larvae*) 開始營游泳生活，作為幼蟲浮游期的一部份，但浮游期很短，只有 4~5 天時間 (Koike, 1978)，擔輪幼蟲進一步發育為面盤幼蟲 (*veliger larvae*)，發育到底樣階段早期面盤幼蟲時，它已有足夠能力附著，開始停止游泳，進入底棲階段 (*Benthic phase*)，有人試驗其分析研究認為，由其成鮑產生的一種物理的、化學的或生化引誘物質，使其幼蟲很快附著 (*Larval settlement*)。Forster 等人 (1982) 研究認為，在夏季低溫水域 (16~18°C)，鮑幼蟲浮游期可延至 5~6 天。有些人研究發現幼蟲附著基質與深度有關，附著於潮間帶岩石生境，通常附著於水深基準點以下 8m 岩石處。

成鮑與幼鮑一樣，棲息於同棲的生境。這種共棲 (*coexistence*) 現象，與實際移動能力差有關。據有人研究記載，一個成鮑從附著區，移動到其它生境，移動距離最長為幾百 m，它有能力橫穿砂地或礫石。移動時，通常需要一種堅硬的基質 (*firm substrate*)。

2-3 分布變化的環境因子

2-3-1 溫度 (Temperature)

鮑 (*ormer*) 的地理分布明顯與溫度有關，同樣幼蟲期 (*Larval period*) 也與溫度影響有關。Koike (1978) 研究發現，從產卵 (*Spawning*) 到附著 (*Settlement*)，水溫 20°C 時，持續 3.5~5 天。Hayashi (1980.2) 發現，水溫 17.2~19.2°C，持續 60~70h；海水溫度 16~18°C，幼蟲浮游期 (*planktonic larval stage*) 持續延長，特別是夏季水溫較低時，常出現這種情況。

樣擔 Peck (1989) 報導，水溫 8.5~9.0°C，歐洲鮑處於較長低致死極限。低溫時，常影響鮑的攝食和生長。經實驗室研究表明，鮑生長的溫度最少為 20°C (Emberton, 1982, Peck, 1989)。

2-3-2 鹽度 (Salinity)

鮑一般分布於大洋性高鹽度水域，據 Fretter 和 Graham (1962) 陳述，它不能忍耐半鹹水水域。Beudant (1816)，Jeffreys (1865) 和 Stephenson (1924) 引證表明，歐洲鮑對低鹽度水域忍耐比較脆弱。經實驗室研究證實，把鮑浸沒在鹽度 14‰ 以下，短期內能存活，在鹽度 24‰ 以下，鮑仍能生長。

2-3-3 波浪 (Wave surge)

幼鮑喜棲息於岩石隱蔽處，當幼鮑生長，個體逐漸增大時，發現幼鮑很少棲息於隱蔽處。海洋波浪運動常沒有規律的，有的受波浪的作用，當影響鮑個體的運動範圍。當生境受

到干擾或個體受到波浪猛烈敲擊時，它會散開基質。經有人研究表明，波浪也可導致鮑自然死亡率增高的一個因素。特別是風暴期間，易被岩石壓碎而死亡，這種情況常會出現。

2-3-4 飼料 (Food)

歐洲鮑的分布，大地取決於周圍海域中藻類群落 (algal community) 的多寡。通常鮑生境靠有規律的潮汐運動帶來漂流藻 (drifting algae)，漂流藻的致量，間接決定了鮑生長的密度。換句話說，這樣的生境，適宜於鮑的生長。

2-3-5 棲息生境 (Habitat)

鮑喜棲息於淺海潮下帶岩石生境，因為這些岩床底中通常有許多裂縫和縫隙；同樣也喜歡棲息於岩石暗礁，常棲息石岩床或砂底上的卵石側面，這樣的生境為鮑提供一個堅硬的附著基質，有助於鮑足最佳的附著，抵禦掠食動物。據鮑資源量和生物量研究表明，凡石枝藻

(*Lithothamnium sp.*) 生長在岩石表面多的海區，通常為變態幼蟲附著提供最佳基質。

3. 繁殖生態學特徵

3-1 繁殖生物學

鮑 雌 雄 異 體
(gonochorism)，但雌雄同體
(hermaphroditism) 較少見
(Girard, 1972; Cochard,

1980)。成熟鮑性別鑒定，一般採用目檢 (Visual inspection)。雄性生殖腺呈奶油色或帶淡綠或油色，雌性生殖腺通常呈黑綠色。產過卵的卵巢呈奶油色，從外形測定貝殼，貝殼構造無雌雄異型，沒有明顯差異。

從性腺成熟度測定來看，雄鮑性腺成熟早於雌鮑，但雄性個體小於雌鮑 (Girard, 1972; Hayashi, 1980 a)。據 Brittany, Girard (1972 報導，發現雄鮑 2 齡性腺成熟，殼長 25~40mm；雌鮑性腺 3 齡成熟，殼長 38~54mm。在 Guernsey 水域，發現最小雄性個體性腺成熟時，殼長為 40mm，雌性殼長為 49mm (Hayashi, 1980 a)。在法國的 Saint-Malo 海區，發現 3 齡鮑不能完全成熟，通常達到 4 齡，殼長為 65mm。

Mottet (1975) 研究認為，鮑是一種繁殖能力很強的一種軟體動物。卵巢中或熟卵的量與體重呈線性關係。懷卵量 (fecundity) 表示卵巢中卵母細胞的總數，隨著個體大小增大而增加，表 1 表示殼長懷卵量之間的關係。

表 1. 不同水域採集的歐洲鮑懷卵量測定結果

懷卵量	大小	位置	參考文獻
6.2×10^5	80mm	Breat Bay	Koike (1978)
5.0×10^5	70mm	Glenan Archipelago	Girard (1972)
5.0×10^5	110mm	Glenan Archipelago	Girard (1972)
3.8×10^4	49mm	Guernsey	Hayashi (1980 a)
5.1×10^6	115mm	Guernsey	Hayashi (1980 a)
3.8×10^5	61mm	Guernsey	Hayashi (1982)
3.4×10^6	101mm	Guernsey	Hayashi (1982)
4.0×10^5	20g	St. Malo	Clavier (1992 a)
3.8×10^6	160g	St. Malo	Clavier (1992 a)

不同水域，歐洲鮑產卵期 (spawning time) 不同的。Stephenson (1924) 和 Hayashi (1980a) 研究指出，歐洲鮑群體產卵不同步的，通常在夏末開始產卵，產卵期很短 (8~9 月)。根據性腺成熟度指數研究表明，Girard (1972) 研究認為，從 6 月中旬到 11 月中旬，鮑種群生殖腺其活力增強。在 Brittany 海區，Crofts (1929, 1957) 研究認為，歐洲鮑產卵可能開始於春季，持續到秋末。Hayashi (1980 a) 觀察 Guernsey 海區鮑種群不同的產卵期，間隔時間很短。由於年度溫度波動，影響精子和卵子的成熟，續示了性腺發育與水溫呈十分重要的相關性 (Girard, 1972)、(Hayashi, 1980 a)。Cochard (1980) 研究表明，性腺的差異和成熟，主要取決於光通期 (photoperiod) 的季節變化 (seasonal variation)。Hayashi (1980 a) 研究認為，產卵大約有三個因素：成熟度 (the degree of maturation)、刺激強度 (the intensity of stimuli) 及刺激時暴露的環境條件。

Tomita (1967) 研究表明，根據皺紋鮑 *Haliotis discus hannai* Ino 卵母細胞受育期觀分為七期，同時適用於歐洲鮑卵母細胞發育。

- a. 卵子發生期 (oogonium stage)，卵經 3~5 μ 。
- b. 染色質核仁期 (chromatin-nucleolus stage)，卵徑 10 μ 。
- c. 無卵黃期 (yolkless stage)，卵徑 50 μ 。
- d. 油滴期 (oil drop stage)，油滴約 7 μ ，卵徑為 50~90 μ 。
- e. 初級卵黃期 (Primary yolk globule stage)，卵

黃徑 150 μ 。

- f. 次級卵黃期 (secondary yolk globule stage)，卵徑 150~180 μ 。
- g. 成熟期 (mature stage)，卵經 150~200 μ 。

3-2 成鮑前期 (Pre-adult phase) 發育特徵

成鮑前期發育階段，Crofts (1937) 和 Kike (1978) 已作了詳細概述。

胚胎期 (embryonic phase)

歐洲鮑實驗室胚胎發育觀察，已由 Koike (1978) 描述過。他報導，在 20°C，受精後幾分出現第一極體 (first polar body)，接著出現第二極體 (second polar body)，常常不易觀察到。

第一次卵裂 (first cleavage)

卵受精後，從 1 時 20 分到 1 時 50 分開始第一次卵裂。細胞分裂主螺旋形不等分裂。

第二次卵裂 (second cleavage)

受精後，1 時 40 分到 2 時 10 分進行第二次卵裂。

第三次卵裂 (third cleavage)

2 時 20 分鐘後，受精卵從水平軸開始順時針方向卵裂。

第四次卵裂 (fourth cleavage)

3 時 15 分鐘後，按逆時鐘方向開始第四次卵裂。

桑椹胚期 (morula stage)

5 小時之後發育到桑椹期。

原腸期 (gastrula stage)

8 時 30 分到 9 時，發育成原腸期。

擔輪幼蟲期 (trochophore stage)

到 10 時，發育成擔輪幼蟲期，出現纖毛，在卵膜內出現間歇旋轉運動，原口形成，口前纖毛帶也完全形成 (Boutan, 1899; Fretter 和 Graham, 1962)。

幼蟲和幼體早期 (larval and early juvenile phase)

根據 Crofts (1937, 1955) 和 Koike (1978) 描述：

浮游期 (pelagic phase)

第 1 天，幼蟲在卵膜內開始粒繁運動，此時卵膜變薄，最後衝破卵膜。13 小時後，擔輪幼蟲 (trochophore larvae) 脫離卵膜後，直接向水表層。剛孵化的擔輪幼蟲大小為 $155\mu \times 200\mu$ ，其中有一些幼蟲從殼腺 (shell gland) 已分泌了透明殼，它具有趨光性。擔輪幼蟲觸發育成面盤幼蟲 (veliger larvae)。18~20 小時後達到面盤幼蟲早期 (early veliger stage)。這時幼蟲殼生長很快，從背部到腹部，覆蓋面盤以下整個身體。

第 2 天，經過 29~35 小時，面盤幼蟲 (veliger) 開始第一次扭轉 90 度，光後經過 3~6 小時完成。扭轉期間頭一足圍扭轉 90° 從幼蟲殼頂端、外套膜頂端戳破。面盤和頭一足圍在被幼蟲殼覆蓋身體腰部之間旋轉，這一區域將變態成嘴和足，繼續旋轉直到頭一足觸從原來位置旋轉 180 度。足和腳的發育，這時幼體能夠把身體蜷在殼內。纖膜收足肌的發育，面盤分離成二部分：頭上觸手退化器官和每一部分中心出現眼。這時幼體殼長為

0.26mm，面盤幼蟲呈旋轉式游泳，頭觸手逐漸發育成乳突。上足觸手退化器官明顯出現在足的兩側。這時開始從浮游期移向底棲生活 (benthic life)。

第 3 天，發育到第三天後期，足底上開始發育纖毛，這是觀察到幼蟲附著習性的第一個信號，附著於適合的基質面。這時，幼體未開始攝食，靠卵黃營養，利用貯存的卵黃作營養，有利於發育變態。

底棲階段 (benthic phase)

第 4~5 天，約 4~5 天後，進入底棲間盤幼蟲期，可觀察到底棲面盤幼蟲頭在周膜蠕動，探索附著基，每個底棲面盤幼蟲角觸手的乳突變的越來越多，緣膜縮小，在緣膜的前端吻開始伸出，在頭和足之間觀察到平衡石，其中央擁有 5~6 個顆粒集中在一起形成平衡石 (statolith)。一般受精後 3.5~5 天內開始附著。第五天後，面盤幼蟲出現第二次 90 度旋轉，這時利用齒舌 (toothed redula) 銼食底棲生物群落 (benthic biota)，附著後，直接開始擔食。

第 6 天，間盤上纖毛消失，幼體殼的口右側殼口部開始分泌，口鼻部已形成。足底發育良好，幼鮑可在周圍區域進行爬行活動，心臟開始搏動。

第 9 天，鮑苗殼長為 0.37mm，長出新殼 0.18mm，頭觸手乳突數量增加，第一次觀察到齒舌的運動。

第 12 天，其幼蟲體態最後階段開始到結束，受精後約 2 個月。

第 16 天，鮑苗殼長為 0.47mm，其身體逐漸扁平，殼口殼逐漸生長，覆蓋身體的右側，左側櫛狀齒首先發育，在鰓腔中能辨見。

第 25 天，鮑苗殼長為 0.98mm，殼寬為 0.89mm，殼形略呈圓形。殼表面斑內出現褐色，頭觸手生長較長，並含有許多乳突，足上觸手發育 4 對，透過幼殼能見腸子呈黑線狀，鰓腔內左側櫛狀齒發育更多。這一階段幼鮑攝食行為加強，其攝食硅藻，塑料板表面的硅藻被幼鮑攝食後，常呈一個白斑。

第 30 天，頭形右側殼邊緣內出現裂縫。

第 38~40 天，裂縫早期形或殼的一個洞，因此首先形成呼吸孔，其鮑苗殼長為 2.0~2.2mm，通邊殼可見到一個紫斑狀的內臟隆起，這時可頭察到上足觸手 14 或 15 對。

第 50 天，鮑苗殼長為 2.5~2.6mm，上足觸手已達 20~22 對，已出現第 2 個呼吸孔，殼內側為珍珠層。

第 85~90 天，鮑苗殼長已達 3.1~3.3mm，上足觸手 26~27 對，4 個呼吸孔形成，但第一個呼吸孔已閉合，這時已觀察到鮑苗攝食綠藻石莖 *Ulva spp.*（生長在塑料板上的石莖）。

稚鮑期 (Juvenil phase)

Koike (1978) 觀察受精後 160 天的幼鮑，幼鮑其殼長為 6.2mm，呼吸孔 (respiratory pore) 數增加到 9~10 個，其中 4 或 5 個孔是開啓的。頭觸手等長，殼和上足觸手生長越來越多，呼吸孔的數隨殼生長繼續增加，除了近殼邊緣 3~6 個功能性呼吸孔以外，逐漸關閉，

殼的色澤取決於攝食不同的海藻而變化。據 Koike (1978) 記載，當幼鮑攝食硅藻或石莖 (*Ulva spp.*) 和海帶 (*Laminaria spp.*)，其殼的色澤呈紅褐色；當攝食 *palmaria palmata* 時，其殼色澤變成紅色。其受精後第 435 天，幼鮑平均殼長可達 21.15 ± 2.25 mm 殼寬可達 12.7 ± 2.25 mm (Koike, 1978)。

3-3 成鮑階段 (Adult phase)

歐洲鮑最大規格可達 12.3cm, (Stephenson, 1924)，它是一種壽命較長的經濟貝類，一發能生存 12 年，最長壽命也可能達到 15 齡以上。歐洲鮑另外一個特點，對自然環境適應力很強。根據岩石生境的變化和餌料源，會隨時改變適應環境的能力。只要提供適宜的生境，種內競爭受到抑制。

據養殖者調查表明，歐洲鮑的主要敵害是：章魚 (*Octopus sp.*)、海盤車 (*Asterias rubens*)、*Marthasterias glacialis*、海星 (Starfish)，其中最為厲害的是章魚，經常掠食鮑魚。另外，許多中型腹足類軟體動物也是歐洲鮑的掠食者，變頭，為 *Necora puber* 和 *carcinus sp.* 是幼鮑時最重要的掠食者。魚類掠食者，主要是隆頭科魚類，較大的魚類為鰻和小型鯊魚、康吉鰱；其次是鰈鰻 (*Haemotopus sp.*) 和海鷗 (*Larus*)。

關於歐洲鮑的寄生物和病害的報導的文獻甚少。Crofts (1929) 被查了 400 多個標本 (野生鮑)，其發現一枚雌性標本，被吸蟲嚴重感染；另外在一枚雄性標本中，在性腺和消化腺

之間發現孢囊。

Crofts (1929) 也發現鮑殼常被石蛭
(*Lithophaga sp.*) 和海笋 (*Pholadidea*) 鑽
孔。Clavier (1992, b) 報導, *Cliona celata* 和

多毛類的 *polydora* 均是歐洲鮑的寄生物

Forster (1967) 發現 *Cliona lobata* 感染最嚴重
在成熟鮑中高達 95%。◆ (下期待續)

中國淡水魚類原色圖集 (I) (II) (III)

中國科學院海洋研究主編

內容介紹各種魚類生活時的原色；

各圖併有中文說明和英文摘要，

扼要介紹魚類特徵、生活習性和地理分布

全三冊 3,000 元 購書請利用郵政劃撥 01010320 號 鄭煥生帳戶

峰海林

活性酵母粉

醱酵飼料

峰海林活性酵母粉主要功能：

1. 維持消化道中微生物相之均衡，抑制動物細菌性下痢發生。
2. 舒解動物的緊張情緒，減輕“緊迫”產生之傷害。
3. 減少動物糞便中，阿摩尼亞、硫化氫及胺氮化合物之濃度，降低臭味，減輕毒性。
4. 提供動物豐富的氨基酸，維生素 B 群，微量元素，及各種生理代謝之活性物質 (UGF)
，促進動物的生長與發育，提高動物的飼料進食量，加速成長。
5. 具有獨特的酵母發酵香味，嗜口性佳。

主要組成份：

粗蛋白質.....	不低於 44.0%
粗纖維.....	不高於 6.0%
粗脂肪.....	不高於 3.0%
粗灰份.....	不高於 7.5%
水份.....	不高於 9.5%
鹽酸不溶物.....	不高於 1.0%

溢興興業有限公司

雲林縣二崙鄉三和村三塊厝 81 號
TEL : 05-5980805-6 FAX : 05-5980080

關於歐洲鮑 *Haliotis tuberculata* Linnaeus 繁殖生態學特徵及其養殖的綜述（下）

陸忠康

中國水產科學研究院東海水產研究所

4. 營養與生長

4-1 化學組成

Altman 和 Dittmer (1965) 曾報導鮑肌肉組織的化學組成：

a. 一般成份和解恆：

每 100g 食用部分，水份 75.8%、灰分 1.6g、脂肪 0.5g、碳水化合物 3.4g、蛋白質 18.7g、食品熱能 98 大卡。

b. 礦物質：Ca 37mg、P 191mg、Fe 2.4mg；

c. 維生素：維生素 B₁ 0.18mg，維生素 B₂

0.14mg。

這些組織不是恆定不變的，因為鮑肌肉的化學組成，特別是碳水化合物常持續變化的，取決於餌料種類、生殖期和生殖週期的變化而變化。鮑魚殼內二層 CaCO₃ 組成，由外套膜上皮組織同時分泌的。Kessel (1935) 和 Mutvei 等人 (1985) 研究發現，方解石存在於外殼層內部含量非常豐富（靠近珍珠層），形成大的棱晶；而霏石存在於外殼層的表面。

Bryan 等人 (1977) 報導，歐洲鮑的軟體部組織、足、內臟因和個體組織中的重金屬的

表 2. 歐洲鮑組織中重金屬含量

ppm (於組織)					
金屬	血液	肌肉	鰓	左腎	右腎
Ag	0.28	0.35	0.87	6.9	5.5
Cd	0.29	0.24	1.9	4.1	4.3
Co	0.02	0.12	0.09	4.0	1.1
Cr	0.71	0.38	0.87	n.d	6.4
Cu	560	12.1	103	374	24.2
Fe	47	30.3	436	1021	1200
Mn	3.6	0.49	7.2	5.0	16.6
Ni	0.93	0.29	9.7	27.9	6.8
Pb	1.7	0.68	0.9	6.7	21.1
Zn	19.9	38.0	63.4	124	298
於組織 (%)	5.2	28.0	16.9	17.9	25

含量(見表 2)測定結果表明,發現足食用部分,隨著個體增加,大多數金屬濃度增加。但在非食用內臟中鎘(Cadmium)、銀(Silver)和銅(Copper)濃度增加,內臟金屬濃度約為軟體部乾重的 26%,超過所有金屬含量的 50%。除了鎳外,鎘、鐵和鈷含量約 90%。發現血液和左腎中銅含量最高,而鎳含量高與表面組織為外套膜及足表皮層有關。

4-2 食性與餌料

鮑是一種草食性的軟體動物,它是攝食海藻為主的經濟貝類。隨著運動而攝食的,是一種夜行性動物。與其他貝類相比,它是相對不太活動的。據 Mottet (1978) 報導,鮑採用特殊的攝食方式,等待捕獲漂流藻(drift algae)。攝食強度隨溫度降低而減少,Peck (1989) 觀察表明,溫度在 8.5~9.0°C 之間,攝食強度迅速下降,幼鮑停止攝食,在度卵期,親鮑也可能停止攝食。

幼鮑的餌料是珊瑚藻和育苗棲所有關的底棲表生生物。幼鮑的攝食方式與成鮑相似,喜食嬌嫩的海藻,特別是紅藻為 *Palmaria palmata* (L.)、紅葉藻屬(*Delesseria*)、*Griffithsia*,但也攝食其它藻類如海帶(*Laminaria* sp.)、石莖(*Ulva lactuca* L.)、皺波角叉藻 *Chondrus crispus* (Lyngb.)、腸蕈苔 *Enteromorpha intestinalis* (L.)。Jeffreys (1865) 第一次報導,在鮑胃裡發現不同的硅藻和海線動物的針狀體。Tanner (1926) 認為,鮑生長在岩石底下,攝食分支的苔蘚蟲和水螅蟲,鮑每天消耗海藻

量占其體重的 39%,好的餌料值,一般為 1~20%。幼鮑除了攝食大型藻類外,還攝食其它餌料。一齡以下的幼鮑主要攝食底棲硅藻和珊瑚藻。

從生長率測定來看,鮑生長速度比較慢。飼養 3 年,殼長只長到中等規格約 45mm 大小。Hayashi (1980, b) 利用年輪來估算鮑的年齡和生長。Forster (1967) 研究鮑生長率,發現成年鮑殼長增長 15mm。當測定殼長達到 50mm 時,估測年齡約為 3 齡。同時 Forster (1967) 發現成熟鮑在 8 月和 12 月或 1 月,其達到最大生長,這階段生殖活動停止。Forster (1967) 又認為,未成熟的鮑在整個夏季,其生長速度比較快的。Clavier 和 Richard (1986.2) 研究鮑生長率指出,在冬季,鮑生長率下降。年增長率約 70%,發生在 5 月和 11 月。表 3 總結了野生歐洲鮑生長率研究情況。按照 Von Bertalanffy 生長函數研究表明,由於空間和時間的可變性,因此,區域性對鮑生長甚感重要。季節性廣泛地變化;導致溫度和藻類群落條件的變化,制約了鮑魚的生長,Forster (1967) 和 Hayashi (1980, b) 研究結果揭示這樣一個趨勢:潮間帶鮑種群生長快於潮下帶種群。Hayashi (1977) 認為,這種結果差異,在於潮間帶鮑能充分利用餌料,同時也有波浪的作用,為鮑提供漂流藻的生境條件。Forster (1967) 計算了鮑體長和體重之間的關係: $W=0.00002009L^{4.46}$,式中,W 表示重量(g),L 表示殼長(mm)。孵化場飼養雄鮑和雌鮑,其它們的體長--體重之間關係沒有重要差異,

表 3. 野生歐鮑生長率研究情況 (引自 Day and Fleming, 1992)

採樣序號	方法	模型	參數	度分	參數
2	GMI, T	線性 (<55mm) VB	15-16mm/Y 潮下帶 K=0.39, Loo=99 K=0.27, Loo=108 潮下帶 K=0.29, Loo=119	HSY	Forster (1967)
1	GMI T (CF)	線性 (<55mm) VB	(潮下帶) >20mm/Y K=0.45, Loo=115	H	Hayashi (1980 b)
1	GMI	VB	K=0.25 Loo=105	HLS	Cochard (1982)
2	CF GMAT	VB	K=0.37 Loo=108	LY	Clavier and Richard (1985)
2	CF	Gomp Inc	a=0.53, Loo=105 35mm (2 年內)		Clavier and Richard (1986 a)

按照 Marquardt 的算法進行計算：

$$\delta W = 0.0001006L^{1.105} \quad (n=205, r^2=0.96)$$

$$\delta W = 0.0001634L^{1.090} \quad (n=255, r^2=0.96)$$

$$\text{總 } W = 0.0001326L^{1.078} \quad (n=500, r^2=0.99)$$

同樣大小鮑，其鮑肉量和質也有差異的，這取決於季節和環境的條件。Hayaohi (1983) 報導，鮑產卵後，肥滿度下降。他研究也發現，為其性腺生長需要，糖原貯存於足組織中。季節變化與生殖週期有關。

關於群體密度影響的研究，隨著放養密度增加，生長率下降。適宜的放養規格和密度 7 ~ 10mm, 2500~3750 個 /m²。

4-3 代謝作用

Mottet (1978) 觀察鮑攝食餌料後的代謝過程，研究發現，在 16°C 情況下，氧張力下降，鮑調節耗氧率能力減弱；飢餓的小型鮑，耗氧率最高；大型鮑投餵餌料後，耗氧率最低。其標準耗氧率、組織重和適應溫度之間呈指數關係，14 天適應期。採用 Gaty 和 Wilson (1986) 的方法計算耗氧率： $VO_2 = 0.06228 \times W^{0.569} \times T^{0.618}$

式中 VO_2 為耗氧率 (mlO₂·h⁻¹)，W 為乾組織重 (g)，T 為溫度 (°C)。Gaty 和 Wilson (1986) 研究表明，較大個體的鮑能忍耐短時期環境缺氧比小個體鮑依賴更多的需氧量。實驗室研究表明，發現鮑耗氧率呈周日節律，從黃昏到午

夜，鮑耗氧率增加，從午夜到正午，耗氧量下降。研究結果指出，鮑最活動期和攝食期主要在黑暗初期。

鮑與其它生物一樣，攝食的能量按不同的比例和速率的途徑分配到全身，Peck (1983) 和 Peck 等人 (1987) 均用能量收支方程進行計算：

$$I=E+G+R+U+M$$

式中，I=攝食的餌料，E=排便量，G=總生長（軀體和生殖生長），R=呼吸量，U=鉍排泄量，M=粘液量。在 15℃，12 小時光照，12 小時黑暗，投餵孔石莖，測定 0.01~50g 不同規格鮑能量收支的每一組成。能量收支的主要成份，發現 0.01g，乾重鮑軀體生長，其 I 佔 37.5%；50g 乾重鮑；其呼吸，它的 I 佔 31.1%。產生粘液量佔能量支出的較大部份，0.01g~50g 乾重分泌粘液量支出值(I)分別為 23.3%，29.1%。

5. 養殖

5-1 親鮑來源

成熟親鮑，通常均從自然海區採集來的，採集的親鮑暫養於水池中待作在卵用。

5-2 誘導產卵與受精

產卵前，每 4 天將水溫增加 1℃，持續增加到 18℃，這期間要定期觀察親鮑性腺成熟度。飼養在 18℃情況下，暫養 89 天後，性腺達到充分成熟，測定有效累積溫度 1500℃一天。

進行誘導產卵，首先選擇健壯性腺成熟度

好的親鮑，具有成熟的卵和精子。誘導產卵的方法很多，Koike (1978)；Flassch 和 Aveline (1984) 等人採用熱刺激 (thermal shock) 法進行催產，能使性腺完全成熟。首先將親鮑進行空氣乾燥 0.30min~1.0h，然後將單個或同性別的親鮑放在網袋裡吊養在水槽中進到產卵，水槽中水溫度增溫 4℃以上，控溫 18℃，約 2~24 小時內產卵。Hayashi (1982) 採用誘導產卵方法，把親鮑放置於經過紫外光殺菌處理過的海水進行誘導產卵。實驗證明，把成熟親鮑放置於 5 微摩爾過氧化氫 (H_2O_2 和 2M3) 甲鉍液海水中，控制水溫 18℃。每升海水容器中加入 6.6ml 2M3 甲鉍緩沖液，把 pH 調節到 9.1，加 3 甲鉍 15min 後，每升海水容器中加入 6% 雙氧水 (H_2O_2) 3ml，2h 後，用新鮮海水將容器中 H_2O_2 3 甲鉍置換了。通常把 H_2O_2 3 甲鉍置換後 30min 內，親鮑開始產卵，通常雄鮑首先排精。Flassch 和 Aveline (1980) 估算雌鮑產卵量，用自動移液管採集 3 份 1ml 樣品，用計測定精子濃度，要有足夠的精子，確保 100% 受精。但精子不能太多，引起卵膜溶解。按照 Kikuch 和 Uk；(1974) 估算精子適宜範圍為 100,000~1,730,000 個/ml，剛排放的精子最佳濃度為 200,000 個/ml，然後迅速把精子加到已知產卵數的池子中，通常受精卵要洗幾次，維持最低的多精入卵，放在產卵池中形成均一單層的池底。

5-3 幼體培育

受精卵胚胎發育，轉移到不同的育苗池中

進行培育。受精卵必須經過抗生素消毒處理，培育 1 升經過過濾海水的受精卵，使用消毒濃度：鏈霉素 50mg/L、青霉素 G 30mg/L、氯霉素 8mg/L。在水溫 20℃，受精後 13 小時發生孵化，這期間幼體保持在靜水中，孵出的擔輪幼蟲 (trochophore larvae)，具有趨光性，游到表層，一部份未受精卵和空卵沉於水底，換水時，用虹吸管把它吸去，並換新鮮海水。幼體在水池中保持 20~30h，直到 (operculum) 形成，面盤幼蟲 (Veliger) 有能力卷縮入殼內。這一階段，幼體較脆弱，易沈集。每天沖洗幼體時，把幼體移到於乾容器中進行。Flassch 和 Aveline (1984) 報導，每天在早晨換水，為全天換水量的 75%。孵化後第 4 天，把幼體放置於聚酯沉澱池 (2×0.5×0.35m) 中，用一塊白色膠膜覆蓋，有利於幼體變態 (metamorphosis)，幼體在聚酯水池中培育長達 8 個月之久。當面盤幼蟲爬行時，可投放波紋透明塑料板開始採苗。採苗器先放在充氣流動海水中約 10 天，附著一薄層的底棲硅藻，作剛附苗的餌料。

培育採苗器的鮑苗，殼長 4mm，至少培育 3~4 個月，Koike (1978) 發現 *Tetraselmis suecica* 非常有效地作為貝苗的補充餌。當貝苗培育到 4mm 大小時，可移到網箱 (53×53×22cm) 中培育，網目為 3mm，投餵各種海藻 *Palmaria palmata*、*Ulva lactuca* 和 *Laminaria digitata*，投餵前，先將藻體切成小片，其中以 *Palmaria palmata* 投餵，獲得最佳生長率。

5-4 養成 (growout)

孵化場培育的鮑苗飼養到銷售規格 (market size)，一般採用三種方法，即：a. 水池養殖法；b. 海水網箱離底養殖法；c. 沉式海水網箱養殖法。通常根據海域環境適宜的位置是非常重要的。選擇海域位置要考慮的 4 個重要因子：1. 良好水質；2. 相對快的水流；3. 提供足夠的可利用的餌料；4. 避風暴天氣條件。鮑魚養殖的流程圖見圖 1。

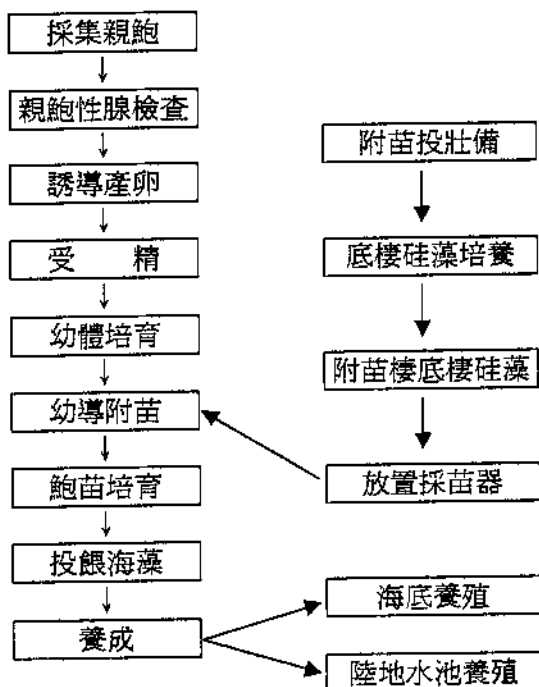


圖 1. 歐洲鮑養殖流程圖

參考文獻

- (1) Yunus D. Mgaya, 1995. Synopsis of Biological Data on the European Abalone (ORMER), *Haliotis tuberculata* Linnaeus, 1758 (Gastropoda: Haliotidae), FAG Fisheries Synopsis, No. 156, P1~P28. ◆ (全文完)