

臺灣近海重要經濟魚類稚仔魚之研究 (一)

人工飼育飛魚仔魚的形態變化

陳世欽

The Development of Reared Larvae of a Flying Fish, *Hirundichthys oxycephalus*, in the Laboratory

Shih-Chin Chen

1. *Hirundichthys oxycephalus* (Bleeker) is a migratory flying fish distributed in warm seas of Pacific and Indian Ocean, and often caught in waters east of Taiwan in April to July.

2. The spawning season around Taiwan seems to extend from May to October, according to the occurrence of the eggs and collection of larvae in the area northeast and east off Taiwan.

3. The egg is pelagic spherical in shape, light yellow in color and transparent, measuring 1.50 to 2.05 mm in diameter with a mode at 1.37 mm lacking oil globule. The eggs are sticking to each other to form egg mass (Fig. 1).

4. The hatching took place within 12 to 24 hrs of collection in water temperature approximately 30°C and specific gravity of 1.023. The newly hatched larvae were about 3.1 to 3.8 mm with a mean of 3.39 mm in total length.

5. Rearing was carried out in plastic tank. The water was aerated and its temperature ranged between 27 and 30°C during the period of experiment. The larvae absorbed their yolk sac 2 days after hatching and began to feed on brine shrimp nauplii.

6. The longest-lived larvae were reared for 18 days after hatching and were 16 mm in total length, in any of our experiment. Growth of the first 16 days after hatching is shown in Fig. 4.

7. The relation between body length and body weight in larval stage is expressed as follows, where Y is body weight, X is body length. (Fig. 5).
 $\text{Log } Y = 3.019 \text{ Log } X - 2.085$ or $Y = 8.228 \cdot 10^{-3} X^{3.0198}$

8. Development of the larvae is shown in figs 6 to 12. In prelarval stage, the body is slender and the color is white with melanophores scattered over the trunk, head and opercle. In post larval stage, pectoral and ventral fins are well developed, roundish with margin black. The pectoral fin have two black cross-bands extend from upper to lower part, in the advanced postlarval stage, ray counts Dorsal 10-11, Anal 11-12, Pectoral 14-15, Vertebrae are 45-46 resembled the character of the juvenile.

前 言

飛魚係一種洄游性魚類，分佈於太平洋及印度洋之溫暖水域，為本省重要經濟魚類之一。飛魚能成羣在海表層追逐並躍出水面滑行，通常利用流刺網捕獲，近年來逐漸為追逐網所取代，其主要漁期在4~7月，以天亮及陰天時漁獲較多。一般認為本省飛魚是在春季由巴士海峽向北作生殖洄游，自鵝鑾鼻外海至蘭嶼、綠島、小琉球及淡水基隆蘇澳等地時，適值產卵期，性喜產卵於流動之海藻內及漂浮海面之樹枝。

本省所產之飛魚種類繁多，依據陳(1970)之記載有12種，而根據最近的調查發現可能有23種之多(陳, 1978)，有關本省產飛魚之研究很少，對於其洄游，產卵習性等瞭解不多，對其早期生活史更是所知有限。為瞭解飛魚之早期發育情形，本試驗以採集飛魚的受精卵，在實驗室中以人工孵化培育的方法，觀察仔魚成長之形態變化，做為飛魚仔魚種類鑑定之依據，並配合現場仔魚的採集，為判別其產卵期及產卵場之參考。

材料與飼育經過

本試驗所使用之材料是5至8月間採自八斗子漁港，係漁民在臺灣北部海域彭佳嶼附近，大量撈捕漂浮海面附着於海藻及樹枝上之卵塊(Egg mass)，帶回實驗室進行孵化試驗，孵化槽是採用圓形透明5升之塑膠桶，裝置氣泡石維持打氣，水溫為室溫在27~30°C，海水比重在1.023左右，飼育水隔日換一次。

飛魚受精卵呈圓形透明略帶黃色，不具油球，卵膜有細長卵絲，卵粒聚集成塊狀，是為凝集浮性卵(如圖1)。卵徑在1.50~2.05mm之間，平均為1.728mm(如圖2)。卵塊通常包含各個不同發育期之卵粒，受精後不久的卵粒呈乳白色較不透明，發育較完全之卵粒則為透明，魚體略見成形，口未形成，眼尚未出現，體上已有色素胞排列，卵囊明顯。孵化前的卵粒略呈棕色不透明，眼出現但不見有色素胞，體側黑色素胞成縱向排列。由於受精卵發育程度不一，孵化成仔魚的時間亦不相同，仔魚孵化時間在12~24小時之間，依此判斷飛魚卵受精後大約在48~72小時內即可孵化出仔魚。仔魚孵化後將仔魚分別移至水族箱中飼育，第二天起開始投給豐年蝦幼虫。

飼育中仔魚之成長與習性

孵化後的仔魚，體長約在3.1~3.8mm之間，平均為3.39mm(如圖3)，比日本產同種卵徑1.48~1.66mm所孵化者略大(今井, 1954)，可能與產卵環境不同有關。剛孵化的仔魚具有一個大卵囊，體呈淡黃色透明，尚無運動能力，漂浮水中，魚體幾呈垂直向上隨氣泡漂動，雖在培養槽中加入已孵化的豐年蝦無節幼虫為其餌料，但不攝食。卵囊大致在24小時後完全消失。孵化後第二天體色由淡黃色變成黑色，能在水面游動，並攝取豐年蝦幼虫，攝餌時沿培養槽四週不停運動，很少停留在豐年蝦聚集的地方，對微光有趨光性，對強光則有逃避的現象。至第三天時體長達5.0mm，體色略白，胸鰭發育良好，腹鰭存在但無色素胞，運動能力較強。第四天仔魚體長為6.5mm，胸鰭外緣有明顯黑色素胞，腹鰭開始形成，游泳能力增加，運動迅速，游泳時其尾鰭左右擺動使魚體向前游行，而後張開胸鰭在水中滑行。其攝餌量平均每五分鐘攝食17隻豐年蝦幼虫，由仔魚腹部呈現紅色及胃內有未經消化的豐年蝦卵殼清晰可見的情形，顯示仔魚攝食及發育均極正常。第7天時仔魚體長達9.0mm，能在水中活動自如，可使魚體停止運動自水面沉降至某一深度後，再做上游運動，此時期游泳姿態通常是頭部斜向上方，一般在水表面游動的時間較長。仔魚在培養皿中，不投餌不打氣經24小時仍可活存，其生存力甚強。

飼育中發現到第10天體長達10mm以後，行動顯出不正常情形，活動力減小，並開始有死亡現象，可能與餌料有關，或因活動範圍受到限制影響其攝餌，有待進一步試驗，投餌過多或仔魚因攝食豐

年蝦卵殼，無法消化而致死，亦為死亡原因之一，本試驗中飼育仔魚最長達18天，體長為16mm，由圖4仔魚的成長情形，可見飛魚仔魚成長快速，然受試驗環境因素之限制，其在自然環境下之成長顯然較此略快。從仔魚成長的大小，可大致推算其產卵或孵化的時間。飛魚仔魚體長與體重關係可以下式表示，式中Y為體重(mg)X為體長(mm)，如圖5

$$\log y = 3.019 \log x - 2.085 \quad \text{或} \quad Y = 8.228 \cdot 10^{-3} X^{2.0198}$$

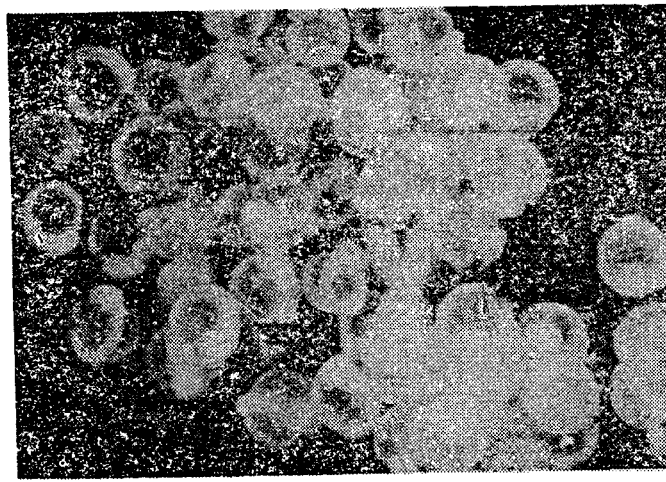


Fig. 1. Eggs of *Hirundichthys oxycephalus*.

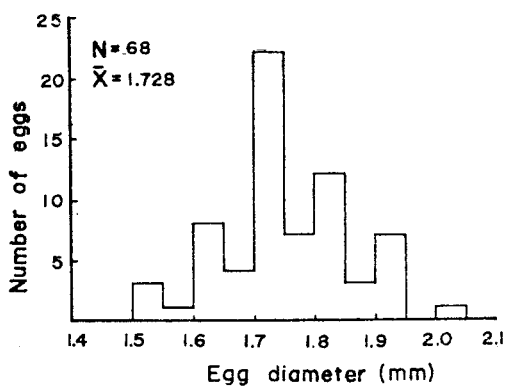


Fig. 2. Size frequency distribution of egg diameter of *H. oxycephalus*.

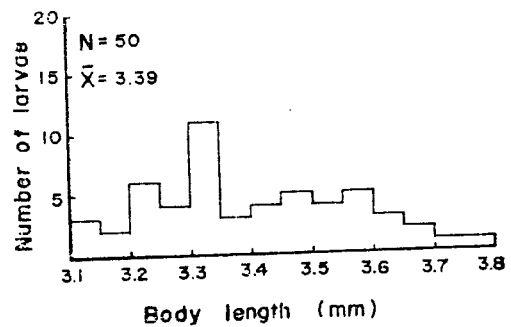


Fig. 3. Size frequency distribution of newly hatched larvae, *H. oxycephalus*.

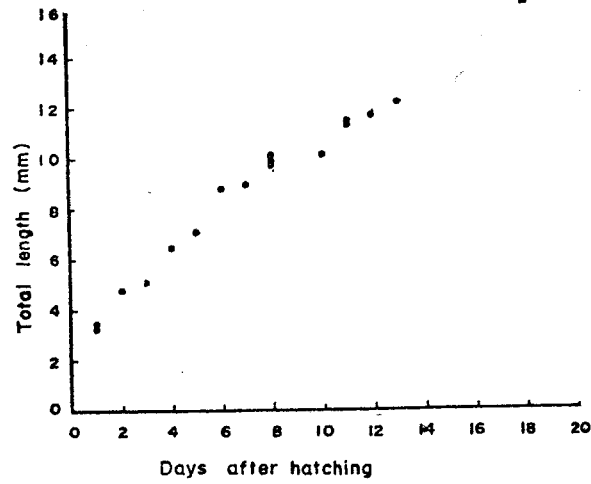


Fig. 4. Growth in length of flying fish larvae *H. oxycephalus* reared in laboratory.

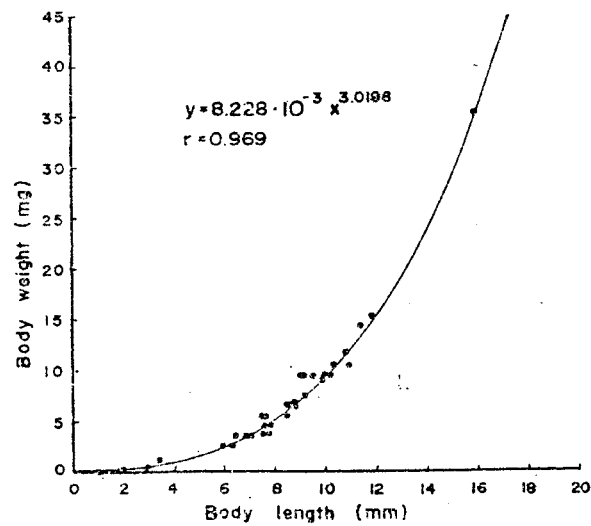


Fig. 5. Relation between body length and body weight of flying fish larvae *H. oxycephalus*.

仔魚的形態

孵化後的仔魚 (Fig.6) 全長3.50mm, 卵黃徑1.22mm, 體細長呈白色, 頭小約為體長21%, 眼發育未完全, 口部未開, 肛門在卵囊後方位於體中央, 胸鰭呈膜狀存在, 背部鰭膜在體後方, 尾後端上下對稱, 體側有五縱列細小黑色素胞, 由頭部後方延伸至尾柄部、頭部及腹部亦有黑色素胞散在。

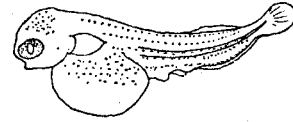


Fig. 6. Newly hatched larva, 3.50 mm in total length.

孵化後一日, 卵黃吸收卵囊變小, 體長為 4.8 mm (Fig.7), 體延長, 口已開, 眼有色素胞出現, 背腹側膜鰭仍存在, 胸鰭較大, 尾鰭有 8 個明顯的鰭條出現, 體側排列之色素胞明顯, 頭上部、眼上方、鰓蓋、腹部、下顎均有黑色素胞散在, 經用 Alizarin 染色結果, 尾椎骨及脊椎骨均尚未有骨化現象。



Fig. 7. 24 hours larva, 4.80 mm in total length.

孵化後2日, 標本體長為5.95mm (Fig.8), 卵囊已完全消失, 腹部與軀幹部分明, 肛門延後至體中點後方, 頭頂部、前顎部、吻部、眼後方有色素胞羣存在, 體側及腹面之黑色素胞增加, 自背鰭基底下方, 延背脊中線至尾鰭基部出現一列黑色素胞, 靠近尾鰭外緣亦形成黑色素胞, 胸鰭十分發達, 其外緣有色斑出現, 具有10個鰭條, 背鰭及臀鰭膜基部開始有鰭條出現, 尾鰭軟條數增加, 尾鰭後緣為圓形, 且上下對稱, 腹鰭則未有明顯的鰭條, 此時期尾軸骨已經骨化。

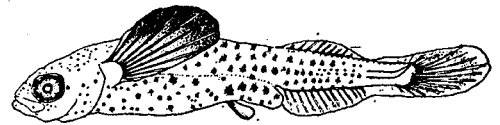


Fig. 8. 2 days larva, 5.95 mm in total length.

孵化後4日仔魚全長 6.7mm (Fig.9), 體呈白色, 體上黑色素胞之分佈大致與前述相同, 胸鰭11鰭條, 腹鰭5鰭條背鰭10軟條, 臀鰭11軟條, 尾鰭15軟條, 尾鰭開始呈現不對稱, 下葉略長, 尾部脊椎骨開始骨化。

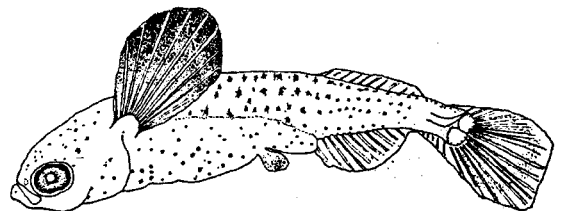


Fig. 9. 4 days larva, 6.70 mm in total length.

孵化後5日仔魚標本體長 7.7mm (Fig.10), 各鰭發育較完全, 胸鰭有11軟條, 腹鰭5軟條, 背鰭10軟條, 臀鰭11軟條、鰓條6, 胸鰭黑色素胞由外緣向內擴展, 腹鰭位於腹側體中央略前方位置, 腹鰭長度接近臀鰭前方肛門位置, 與背鰭對在, 經染色顯示脊椎骨有46個, 鰓弓完全骨化, 鰓絲則發育不全, 黑色素胞在體側有 4~5 列, 由背脊中線觀之有 4 列自後頭部延伸至尾部, 腹鰭亦同時出現黑色素胞。

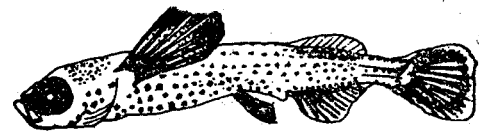


Fig. 10. Lateral view of 5 days larva, 7.80 mm in total length.

孵化後7日仔魚體長 8.8mm (Fig.11), 胸鰭軟條增至14, 鰓條7、背鰭11、臀鰭12、腹鰭6、尾鰭16、脊椎骨46 (30+16) 胸鰭前上緣及腹鰭下緣黑色素胞發達, 背、臀鰭基部色素胞略為增加, 胸鰭長度超過腹鰭基底, 腹鰭達臀鰭前端, 尾鰭下葉延伸。



Fig. 11. 6 days larva, 8.80 mm in total length.

孵化後8日後期仔魚標本體長9.6mm(Fig. 12)，胸、腹、背、臀鰭各鰭發育良好，但鰭條數尚未發育完全，胸鰭軟條14，呈現兩條色斑，其他各部特徵無明顯變化。

孵化後10~11日仔魚體長達12mm，胸鰭軟條數仍為14，腹鰭軟條6，其中第一條不分枝，背鰭軟條11，吻部、頭頂部、軀幹部均可見黑色素胞排列，胸鰭、腹鰭、尾鰭色素胞都很發達，此階段仔魚外部特徵與本種稚魚極為相似，惟各鰭軟條均未達定數。

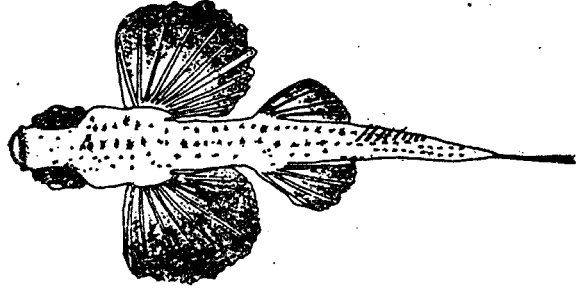


Fig. 12. Dorsal view of 8 days larva, 9.06 mm in total length.

討 論

根據漁業年報飛魚漁獲的資料顯示，飛魚的主要產區在臺灣南部及東部一帶，一般認為本省飛魚是在臺灣東部海域產卵，產卵期為5~8月。由於本飛魚種類繁多，各種間的產卵期可能略有不同，有進一步探討的必要。

利用仔魚的出現情形來判斷產卵場及產卵期，是一種可靠的辦法，然飛魚種類多達23種，種間仔魚的形態特徵很難區別。雖然有關飛魚稚仔魚的研究不少(內田、今井, 1958; 今井, 1954; Ueno, 1955; Tsukahara, 1959; Imai, 1959)，對於飛魚前期仔魚的鑑定仍有很大的困難。

由於飛魚卵有成羣漂浮於流藻的特性，採集容易方便，若能鑑定魚卵的種類，則可推斷魚種的產卵情形。雖然飛魚卵的卵絲在卵粒的位置因種類略有不同(今井, 1954)，但此種特徵尚無法用來做為種的分類依據，因此將魚卵孵化繼續培育至後期仔魚或稚魚的階段，以鑑定魚卵種類，是最可靠的一種方法。

經人工孵化培育結果證實，漁民每年在5~6月間於東北海域由蘇澳外海至彭佳嶼一帶，所撈獲的大量飛魚卵，主要是屬於*H. oxycephalus*。本所海慶號試驗船於澎湖海面在7~8月間捕獲大量本種飛魚稚魚，又於11月間在基隆港附近捕獲飛魚稚魚，經鑑定為*H. oxycephalus*。胡(1973)亦曾於7~8月間在臺灣東部黑潮流域發現*H. oxycephalus*的後期仔魚。

從魚卵的採集人工孵化飼育的結果，以及調查稚仔魚的出現情形，可知*H. oxycephalus*在本省近海產卵期是自5月延伸至10月，主產卵期在6~8月，產卵場在臺灣東部黑潮流域，隨着月別變化由南逐漸向北推移，主要產卵場可能在本省東北海域。臺灣海峽發現的稚魚可能係受黑潮支流的影響，有關其產卵生態有待進一步調查。

從本試驗孵化仔魚的飼育過程中，觀察*H. oxycephalus*前期仔魚，後期仔魚的發育情形，與採自天然環境的仔魚相較之下，其形態特徵並無不同，但體上色素胞的出現情形似略有差異。

摘 要

1. *Hirundichthys oxycephalus* (Bleeker) 是分佈於太平洋及印度洋溫暖海域的一種洄游性魚類，為本省重要經濟飛魚類之一，其主要漁期在4~7月。

2. 根據魚卵人工孵化培育的結果，與仔魚的出現情形，*H. oxycephalus*的產卵期自5月延至10月，主要產卵期是6~8月，產卵場在台灣東部，以東北海域為主要產卵場所。

3. 本種飛魚卵呈圓形為浮游性，淡黃色透明，卵徑在1.50~2.05mm之間，平均為1.37mm，卵粒不具油球，有卵絲彼此形成卵塊。

4. 魚卵在水溫30°C左右及比重1.023之下，於12~24小時孵化成仔魚。剛孵化的仔魚全長在3.1

~3.8mm之間，平均體長為3.39mm。

5.仔魚的培育是在塑膠桶中進行，試驗期間保持打氣，水溫維持在27~30°C，仔魚孵化後第二天，卵囊消失，並開始攝食豐年蝦幼蟲。

6.仔魚的飼育試驗最長達18天，仔魚體長達16mm，其成長情形如圖4所示。

7.仔魚期體長與體重關係，可以下式表示，式中Y為體重，X為體長，r為相關係數。

$$\log Y = 3.019 \log X - 2.085 \text{ 或}$$

$$Y = 8.228 \cdot 10^{-8} X^{3.0198}, r = 0.969$$

8.仔魚的發育過程如圖6~12所示，仔魚前期體細長，體呈白色，軀幹部有色素胞排列。仔魚後期胸鰭及腹鰭發育良好，邊緣具有色斑，背鰭軟條10~11，臀鰭軟條11~12，胸鰭14~15軟條，腹鰭5~6軟條，脊椎骨45~46，尾鰭下葉延長。

謝 辭

本試驗承陳春暉兄之協助魚卵採集與孵化，得以完成，特表謝意，本系同仁黃四字、陳淑珍幫忙繪圖在此一併致謝。

參 考 文 獻

1. 內田惠太郎，今井貞彥 (1958)：日本產魚類の稚魚の研究。第1集。九州大學農學部水產學校第二教室。Viii+89 PP. 86pls.
2. 今井貞彥 (1954)：トビウオ類の研究Ⅲ。日本產 *Hirundichthys* 屬のトビウオとその幼期，鹿大水產學校紀要 3 (2)，67—72。
3. 陳兼善 (1970)：台灣脊椎動物誌下冊，台灣商務印書館、台北。
4. 陳春暉 (1978)：台灣近海產飛魚類之研究。碩士論文、未發表。
5. 胡興華 (1973)：台灣東部的飛魚稚魚，水產生物系報告，No. 22，1~15。
6. Ueno, M & K. Nakahara (1955)：On the development of eggs and rearing of larvae of a flying fish, *Cypselurus starksi*. Sci. Bull. of the Fac. Agr. Kyushu Uni. Vol. 15, No. 1, 89-94.
7. Tsukahara, H. (1959)：Studies on the flying fishes of the Smakusa Island s. Part 1. Faunal discussion with the life historical notes. Journal of the Fac. of Agr. Kyushu Univ. Vol. 11. No. 2, 165-189.
8. Imai, S. (1959)：Studies on the life histories of the flying fishes found in the adjacent waters of Japan-II.