

青點石斑與瑪拉巴石斑之雜交繁殖試驗 — 胚胎之發育

葉信利 · 丁雲源 · 郭欽明 · 朱永桐

Studies on the Embryonic Development of Hybrid Grouper (*E. fario* THUNBERG X ~~*E. malabaricus*~~ BLOCH & SCHNEIDER)

Shinn-Lih Yeh, Yun-Yuan Ting, Ching-Ming Kuo and Yeong-Torng Chu

This paper shows the results of preliminary trials of artificial propagation obtained from female (*E. fario*) and sex reversal treated male (*E. malabaricus*). The results are summarized as follows:

1. Spawners (*E. fario*) were induced to mature and ovulate, and injecting them with HCG at a dosage of 500-1000 IU/Kg body weight. Two or three injections at an interval of 24 hours, were found to be adequate.
2. Eggs obtained from grouper (*E. fario*) which were stripped for artificial reproduction, and the highest fertilization eggs reached 205,000, and the lowest only 5,600. Number of hatched larvae ranged from 290 to 68500.
3. The time of hatching were 20.4 hours at 28.5 °C water temperature, and 24.86 hours at 27 °C.
4. The embryonic development processes of hybrid grouper (*E. fario* x *E. malabaricus*) include cleavage (Which is the division of the egg into successively smaller cells.), morula (Which consists of a single layer of cells arranged as the rim of a sphere containing a central cavity and the blastocoel.), blastula (Some areas of cells are already destined to form certain organs.), gastrula (Gastrulation converts the embryo to a two layeral stage.), embryonic formation (Early embryonic development continues until a primitive vertebrate body form is established.), organogenesis (Five fundamental organ forming tubes have appear and have consistent relation to the axial notochord.), embryonic movement (Muscular contractions come at about twenty five somites.), and hatching (Yolk is still present.).

關鍵字：青點石斑、瑪拉巴石斑、性轉變、人工繁殖、雜交

Key words: *Epinephelus fario*, *Epinephelus malabaricus*, Sex reversal, Artificial propagation, Hybrid.

前 言

青點石斑 (*Epinephelus fario*) 及瑪拉巴石斑 (*E. malabaricus*) 為臺灣目前石斑魚養殖的主要兩種高經濟價值魚種。由於深受消費者喜愛，加上天然魚苗供應匱乏，使得魚苗之售價昂貴，占養殖成本很重之比例。

因此，對於此兩種石斑魚之人工繁殖，大量生產所需的魚苗，對臺灣未來石斑魚養殖之成敗有很大的關係。而石斑魚繁殖之研究國內外亦積極進行⁽¹⁾，Ukawa et al. (1966)⁽²⁾ 就觀察到紅斑在養殖池中之自然產卵及早期稚苗生活史，Chen (1977)⁽³⁾ 亦成功繁殖出鱸滑石斑 (*Epinephelus tauvina*)，Tseng & Ho (1979)⁽⁴⁾ 用人工方法亦繁殖及培育出紅斑苗，Tseng & Poon (1983)⁽⁵⁾ 則繁殖出雜交種石斑 (*Epinephelus amblycephalus* × *Epinephelus akaara*)，另瑪拉巴石斑 (以往在臺灣被稱為鑲點石斑或鮭形石斑)⁽⁶⁾ 之繁殖亦成功 (湯等, 1979; 黃等, 1986; 林等, 1986; 黃等, 1987; 林等, 1988)⁽⁷⁾⁽⁸⁾⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾。

由於大多數 *Epinephelus* 屬之石斑魚為兩性魚類 (Hermaphrodites)，在 3 或 4 齡時為雌魚 (Tan, 1974; Chen et al., 1980)⁽¹²⁾⁽¹³⁾，而在較大以後開始性轉變，成熟之雄魚是屬於高齡魚 (8~11 齡) (Smith, 1965)⁽¹⁴⁾ 且在外觀上並無明顯雌雄性徵區別，使得在做人工繁殖更顯困難。所以培育小型之雄性種魚或促進雌魚提早性轉變，為解決雄魚來源及人工繁殖之關鍵 (Chen, 1977; 葉等, 1986; 1987; 1988)⁽³⁾⁽¹⁵⁾⁽¹⁶⁾⁽¹⁷⁾。

本試驗就是在培育雄性種魚，利用埋植法促進性轉變後，將培育出之雄魚的精子與石斑魚之成熟卵行人工授精，以驗證人工促進性轉變之石斑魚的精子可用，及觀察石斑魚受精卵之發育及孵化，做為石斑魚育種之基礎研究參考。

因只得到青點石斑之成熟卵，在與瑪拉巴石斑精子授精後，雜交種之石斑魚受精卵最快經 20.4 小時後魚苗孵出，現本報告就是將雜交種之石斑魚胚胎發育做一說明。

材料與方法

雌青點石斑魚 5 尾，體重由 5.0 kg 至 6.4 kg，魚齡為 4~5+ 齡；雄魚 5 尾為瑪拉巴石斑，體重 1.50 kg 至 2.40 kg，魚齡全為 2+。

雌親魚乃從魚塢內選捕歷年來所培育成或試驗後所留下之魚，於生殖季節 (4 月至 7 月) 時，以 PE 軟管抽取卵鏡檢，挑出適合之成熟魚，進行荷爾蒙處理以促進最後成熟與排卵。雄親魚則完全來自人工誘導性轉變之魚。該批魚係 1988 年購自養殖漁民養成魚齡 1+ 之石斑魚，經購回後於 1989 年元月以雄性素荷爾蒙處理 (葉 & 丁, 1989)，並蓄養後於繁殖期時捕撈，再施以荷爾蒙注射以加強精子量及活化力，通常在雌魚注射完第二針時，雄魚才打第一針，所用之荷爾蒙為日製的補力朗源 (Puberogen)，係胎盤性腺激素之一種 (表 1)。

人工授精採乾導法，將卵與精子仔細攪勻混合後，以過濾之海水洗卵，之後置於 290 升及 500 升之塑膠桶內採止水打氣方式孵化，鹽度為 34 ppt，pH 值 7.8，水溫約 28 °C，受精卵之計數係以洗卵後之浮性卵計數。

結 果

繁殖試驗共施行 5 次 (表 1)，每次均將試驗魚由田間試驗池運回實驗室之塑膠桶中，以 500 至

表1 石斑魚之荷爾蒙注射次數與結果

Table 1 The injection frequency dose and results in 1989.

Trial No	Sp.	Sex	Body weight (kg)	Injection						No. of fertilized eggs (× 1000)	Larvae of hatched
				First		Second		Third			
				Dosage (IU/kg BW)	date	Dosage (IU/kg BW)	date	Dosage (IU/kg BW)	date		
1	Ef	♀	6.00	500	5/09	1000	5/10			99.9	8700
	Em	♂	1.95	—		1026		1026	5/11		
2	Ef	♀	6.40	938	5/22	1016	5/23			7.8	290
	Em	♂	1.50	—		1000		1000	5/24		
3	Ef	♀	5.00	600	5/22	1000	5/23			23.0	14700
	Em	♂	2.40	—		—		833	5/24		
4	Ef	♀	5.10	588	5/30	980	5/31	980	6/01	205.0	68500
	Em	♂	1.60	—		—		1250			
5	Ef	♀	5.50	545	5/30	909	5/31	909	6/01	5.6	0
	Em	♂	1.60	—		—		1250			

Ef : *Epinephelus fario*Em : *Epinephelus malabaricus*

1000 IU之HCG間隔24小時行背部肌肉注射，注射次數為2~3針。人工授精乃在雌魚打完最後一針後間隔24小時實施。成熟卵為球形，透明並含有1個油球，受精卵則為浮性卵，每次約有5,600個至205,000粒。魚苗之孵化有1次不成功，另4次約有290尾至68,500尾孵出不等。

受精卵之孵化及胚胎發育期間，受水溫高低影響很大，最快在水溫28.5℃左右時20.4小時孵化出；最慢約在水溫27℃左右時24.86小時才開始孵化。綜合4次孵化過程及時間，其胚胎發育如表2所示。受精卵在受精後之56至60分鐘時2細胞期（相片1），此次分裂為垂直分裂即從動物極延伸到植物極分為兩個裂球。70至82分鐘第二次分裂為4細胞期（相片2）；第三次分裂在99至103分鐘時為8細胞期（相片3）；16細胞期則在約112至117分時進行（相片4）；32細胞期則約於135分鐘時觀察到（相片5）；144分鐘至168分鐘為64細胞至128細胞期（相片6, 7），至此細胞分裂已進入複細胞期（相片8）；桑實期（Morula stage）則於185分至280分鐘間進行（相片9, 10, 11），因卵之分裂漸次進展，細胞已開始變小，成為一團之細胞群，外表略似桑椹。從胚盤形成（相片12，約312分至317分間）至胚盤約覆蓋卵黃三分之一時（相片13，約337分至392分）為胚囊期（Blastula stage），此期因分裂增加，細胞之數量亦漸增，細胞與細胞互相擠壓，由其表面看，細胞雖略成多角形，但之後細胞則無法分辨出，此時之胚體稱為囊胚（Blastula）。由胚盤覆蓋卵黃二分之一（402分鐘，相片14），經覆蓋達三分之二（相片15，約482分鐘），至覆蓋達四分之三時（相片16，約受精後542分鐘），稱為原腸期（Gastrula）。此時卵已分裂成胚盤（blastoderm）及外胚（Periblast）兩類細胞，胚盤細胞以後形成胚胎（embryo），外胚（Periblast）或稱滋養層細胞（trophoblast）則位於胚盤細胞及卵黃（yolk）之間，胚盤（blastoderm）因外形似盤，所以稱之。胚腔（blastocoele）或分裂腔（Segmentation cavity）則位於胚盤之

表2 石斑魚受精卵之分裂與胚胎發育

Table 2 Cleavage and embryonic development of the fertilized eggs.

Development stages	Time after fertilization (minutes)	Appearance characteristics
Fertilized eggs	10-40	The egg absorbs water and expands, transparent, pelagic
2-cell	56-60	1st cleavage
4-cell	70-82	2nd cleavage
8-cell	99-103	3rd cleavage
16-cell	112-117	4th cleavage
32-cell	135	5th cleavage
64-128 cell	144-168	6th cleavage
128-cell	168	cells getting small
Morula	185-280	cells small, numerous
Blastula	312-317	Blastodisc formation
Gastrula	337-392	Blastodisc expands, about 1/3 yolk
	402	Blastodisc expands, about 1/2 yolk
	482	Blastodisc expands, about 2/3 yolk
	542	Blastodisc expands, about 3/4 yolk, the periblast is being established
Embryonic formation	602-617	Germ ring, embryonic shield formed and blastopore just opening
	662	Embryonic formation
Organogenesis	726	blastopore closed eye and kuppfer's vesicle visible
	817	4 somites
	892	9 somites
	978-1039	Tail free from yolk sac
	1082-1155	19 somites, optical lens distinct, obvious heart beat
	1155-1218	25 somites, auditory vesicle formation, pigmentation rich
Embryonic movement	1170-1367	Motility, muscular contraction
Hatching	1225-1492	Embryonic movements increase, larva emerges

下，處於外胚及胚盤之間覆蓋卵黃，係卵分裂時中央之空隙，其後因細胞繼續分裂，數量漸次增加，因之而加大，於是乃成爲一胚腔。原腸過程 (Gastrulation) 中形成三層的胚胎，在早期原腸期外胚 (epiblast) 在三層之胚胎中之外層稱爲外胚層 (ectoderm)，又原腸過程之胚盤緣會變厚而形成 randwulst 或邊脊 (ridge)，並具有一內層之增生環 (Germ ring)，最後由此環 (ring) 形成胚胎原形。另於原腸期開始，胚形尾端會出現一胚孔 (blastopore)，胚孔的背唇 (Dorsal lip) 向內移動，原索板 (Prechordal plate) 及脊索 (Notochord) 等細胞則組成胚中軸 (embryonic axis)。下胚細胞 (hypoblast) 亦爲內轉的細胞，於增生及退滯作用下，內胚層及中胚層會形成原始的內部器官系統，當一些中胚層組織沿著脊索兩側開始器官化時，又從外觀能分辨出胚體及卵黃囊的分界時即原腸期完成。在胚體形成期 (Embryonic formation)，602 分至 617 分爲原胚漸形成 (相片 17 18)，於 662 分時胚體形成 (相片 19)。胚體形成後在 726 分左右時胚孔閉鎖 (Blastopore closed) (相片 20)，眼胞及庫氏胞出現 (Eye & Kuppfer's vesicle) (相片 21)，在 817 分左右體節 (somite) 出現 4 節 (相片 22)，於 892 分時體節分爲 9 節以上 (相片 23)，在 978 分至 1039 分時，尾部漸脫離卵黃囊 (相片 24.25)，在 1082 分至 1155 分左右，眼胞形成，腦出現三個初期胞 (相片

26.)，19 體節明顯 (相片 27.) 心跳可視，胸髓位置之細胞開始密集 (相片 28.)，於 1155 分至 1218 分鐘則 25 體節分化形成 (相片 29.)，耳胞亦形成 (相片 30.31.)，且肌肉收縮胚體開始顫動，於 1170 分至 1367 分胚體蠕動加劇 (相片 32.) 為孵化前期。由原腸期至孵化前，胚胎發育在進行中，形成脊椎體後成為兩側對生之圓柱狀，頭及咽部為於卵黃之前部，樞幹在卵黃上，尾部在後面。又五個與脊索密切之組織形成，外胚層 (覆蓋身體)、神經、內胚層 (原始腸管) 及兩個中胚層 (體腔及體節)，加上中胚層組織未特化主要之 Mesenchymal 細胞構成形成器官作用之主要角色。在外胚層形成體表或皮膚 (包括其衍生在外的齒、聽覺表皮細胞及神經、眼球及內耳)，而神經構成神經脊 (Neural keel)，腦、神經索及一部分的眼。中胚層主要為樞幹 (trunk)，並快速分成背區、中區及後區三部分。背區中胚層分化成似塊 (block-like) 之體節 (somite)，每體節再分成鞏膜 (sclerotome)、肌膈 (myotome) 及皮膜膈 (dermatome)，鞏膜為構成中軸骨骼，肌膈形成肌肉化的樞體及附屬骨骼 (appendicular) 及所附屬之肌肉；皮膜膈衍化成皮膚之表皮結締組織包括鱗片。中胚層則形成腎、生殖腺及其管道。後中胚層分裂成內外層封閉之體腔 (Coelomic cavity)，有心臟、血管，及所有的腸道，但並不包括由內胚層構成腸內之襯裡皮細胞。Mesenchymal 在頭部則構成眼之外層、頭部骨骼、頭肌肉及牙齒之象牙層。內胚層則構成整個消化道及腺體，並供給生殖腺之原始的性細胞，也衍化成內分泌腺，如由原始腸道而來的甲狀腺及後鰓體 (Ultimobranchial bodies)。石斑魚苗則於 1225 分至 1492 分鐘時開始孵化 (相片 34.35.36.37.38.)，並魚苗由頭部先鑽出卵殼，再藉著身體劇烈蠕動，緩慢脫離卵殼，最後由尾部一抖而整個躍出卵殼，此時魚體全長約 1.60 mm。由魚苗在卵殼內激烈蠕動至破殼而出至整尾魚離開卵殼整個所花時間，大部分魚苗約在 10 分鐘內完成，孵化後 2 個小時之石斑苗則已魚形明顯 (相片 39.)。

討 論

孕卵數 (fecundity) 及產卵型態對於魚類繁殖成敗有很大的影響，石斑魚之孕卵數因體型而異，尤其是個體間之體型大小。通常一尾雌魚的孕卵數超過百萬粒以上，又屬於多次產卵型的，整季下來，有的甚至超過千萬粒以上⁽¹⁾。青點石斑一般自然產卵大概可排出 17 萬至 170 萬粒間 (葉, 1989; 1990)⁽¹⁸⁾⁽¹⁹⁾，又自然排卵之總數往往也較人工採卵之卵數多⁽¹⁸⁾，本次實驗亦有此現象，人工採卵數只在 5 萬至 82 萬左右，自然排卵却較多，高者約 102 萬粒 (葉, 1990)⁽¹⁹⁾。且受精卵之數量最多也只有 20 萬粒左右，其餘皆在 10 萬粒以下，相較下偏低，這其中除因魚體孕卵數量之因素外，亦可能是由於青點石斑之多次產卵特性，其卵巢內之卵並非一次完全成熟，以人工採卵方式取卵，所得之卵數量就有限，加上使用荷爾蒙人工催熟及採卵方法形成無效卵增多，致使受精卵數量變少，所以人工採卵對石斑魚繁殖言並非良策。

利用瑪拉巴石斑在成長速率之優點，而加上青點石斑雌魚比瑪拉巴石斑雌魚較早成熟 (葉, 1989)⁽¹⁸⁾，並且在管理之容易各方面並不遜於瑪拉巴石斑，使用雌青點石斑及經性轉變處理後之瑪拉巴石斑，藉著雜交不僅可解決種魚來源匱乏之問題，也許能產生出一種較具發展性之石斑魚，從胚胎發育之時間，則雜交種皆比單種所需時間短，青點石斑魚孵化約需 21 小時左右 (葉, 1990)⁽²⁰⁾，瑪拉巴石斑魚苗約需 27.2 小時，而雜交種之石斑魚 (青點石斑×瑪拉巴石斑) 只需 20 小時左右，曾 (1979)⁽⁴⁾ 亦指出紅斑 (*E. akaara*) 魚苗孵化需 21~24 小時，但雜交種 (*E. amblycephalus* × *E. akaara*) 卻只需約 20 小時⁽⁶⁾。

水溫高低亦會影響或決定孵化所需時間，據黃 (1986)⁽⁶⁾ 孵化鮭形石斑 (瑪拉巴石斑) 時，指出在高溫雖孵化快，然而胚胎發育大都呈畸形，活存率甚低，孵出仔魚瘦弱。曾 (1979)⁽⁴⁾ 對紅斑研究在水溫 25℃ 經 24 小時孵化，而在 29℃ 時 21 小時即可孵化，但孵化率卻下降甚多，且若超過 37

℃則胚胎停止發育，另湯（1972）⁽²¹⁾之老鼠斑在28.4至27.0℃的水溫要22小時才孵化；鱸滑石斑在27℃水溫時需23至25小時（Chen, 1977）⁽³⁾，*E. akaara*在25.1至27℃水溫亦需23至27小時（Ukawa et al., 1966）⁽²⁾而本試驗最快及最慢孵化時間亦受水溫影響，在水溫只差1.5℃左右，孵化時間就差了將近4小時，但並未發現畸形因溫度增加而提高。所以究竟在何種條件時石斑苗孵化較適，則需視魚種及所定溫度而定。

在孵化出之石斑仔魚體長上，青點石斑約1.65至1.70 mm（葉，1990）⁽²⁰⁾，瑪拉巴石斑魚約1.64 mm（黃，1986）⁽⁸⁾，都較雜交石斑苗（*E. fario* × *E. malabaricus*）之1.60 mm要長；又同樣是雜交石斑苗（*E. amblycephalus* × *E. akaara*）其體長在1.7至1.8 mm⁽⁶⁾，也比本次所孵出之魚苗體長稍大，且其他種之石斑苗如赤點石斑（*E. fasciatus* FORSSKAL）⁽²²⁾仔魚平均全長2.1 mm亦比本試驗之魚苗大。至於此原因是否魚種特性，或與使用之種魚為人工培育所成之較小型種魚造成魚苗較小有關？則需進一步探討。

欲大量生產石斑魚苗，除大量培育種魚外，如何獲得多量且質優的受精卵也是重要關鍵，而且石斑魚類其浮性卵率與孵化率都比其他海水魚類低許多（呂，1990）⁽¹⁾，所以提高浮性卵的比例有從種魚飼育之營養加以控制（Morizane, 1985）⁽²³⁾，也有從種魚飼育密度及雌雄均衡比例著手（Wattandbe et al., 1985）⁽²⁴⁾，另減少環境因子中，不適宜之溶氧、鹽度、水溫、水壓、水流及光週期等限制因子⁽¹⁾，皆有助於壓迫（stress）之避免，及阻礙卵之正常發育將能提昇卵質，對以採卵方式之人工繁殖或讓其自然產卵來繁殖皆深具意義。

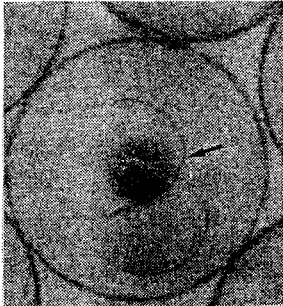
胚胎發育的研究在魚類分類學及生活史之探討是不可或缺的，常需要針對不同魚種比較其胚胎及幼生特徵，特別是在近親的雜交上。由青點石斑與瑪拉巴石斑雜交之胚胎發育與青點石斑單種之胚胎發育（葉等，1990）⁽²⁰⁾比較，雖使用同樣一尾雌魚之成熟卵，而使用不同雄魚精子，則在胚胎發育過程就有差異。然而在利用此種比較需先建立一個相同大小、年齡或發育期的基礎上。尤其是發育期之特性描述，要避免胚胎發育期之定位太主觀，期與期間之分級要確定，若由外觀判辨發育期時，更需注意種間之差異，往往在不同魚種之發育期的外貌是很難辨認的，需有一定的標準做為發育級之參考，所以本次試驗之胚胎發育描述就是在此情況下冀能對以後石斑魚相關研究有所助益。

摘 要

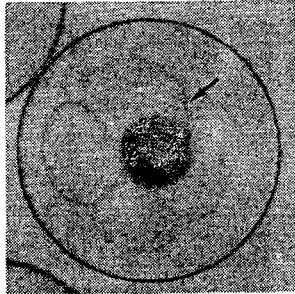
以青點石斑及人工埋植荷爾蒙促進性轉變之雄瑪拉巴石斑施行雜交繁殖試驗，人工授精共施行了5次，雌魚以劑量500至1000 IU之HCG間隔24小時行背部肌肉注射，注射次數為2至3針，人工授精乃在雌魚打完最後一針後隔24小時實施，成熟卵為球形，透明並含有1個油球，受精卵則為浮性卵，每次約有5,600個至205,000粒。魚苗之孵化有1次不成功，另4次約有290尾至68,500尾孵出不等。受精卵之孵化及胚胎發育時間受水溫高低影響很大，最快在水溫約28.5℃，20.4小時孵化出，最慢約在水溫為27℃時需24.86小時才開始孵化。胚胎發育主要可分成細胞分裂期（卵之前幾次分裂）、桑椹期（分裂形成一層類似桑椹之細胞）、囊胚期（一些預定形成器官的細胞出現）、原腸期（已成兩層細胞之胚體）、胚胎形成期（原始脊椎開始形成）、器官形成期（中軸脊索相關組織形成），及胚胎蠕動（肌節明顯收縮）與孵化（卵黃仍然存在）等階段。

謝 辭

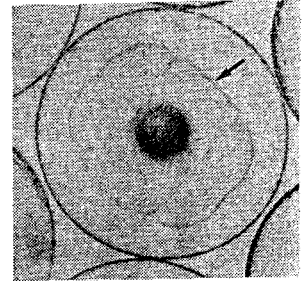
本試驗工作得以完成，非常感謝分所同仁慨借器材提供意見，及王村籐先生之鼎力協助，謹此致以最深的謝忱。



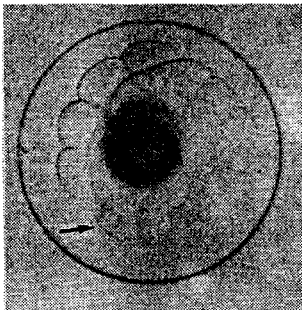
相片 1. 2 細胞
Plate 1. 2-cell



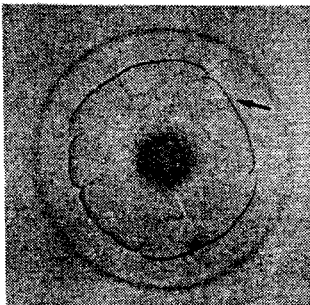
相片 2. 4 細胞
Plate 2. 4-cell



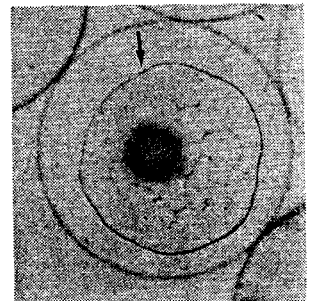
相片 3. 8 細胞
Plate 3. 8-cell



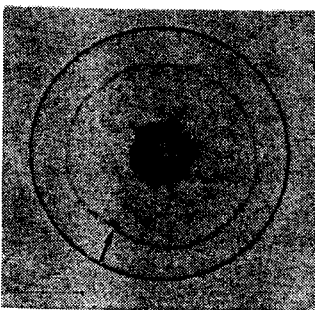
相片 4. 16 細胞
Plate 4. 16-cell



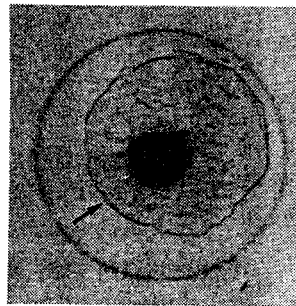
相片 5. 32 細胞
Plate 5. 32-cell



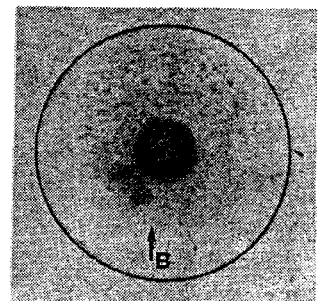
相片 6. 32-64 細胞
Plate 6. 32-64 cell



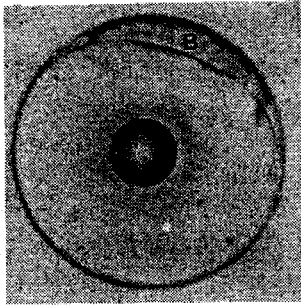
相片 7. 64-128 細胞
Plate 7. 64-128 cell



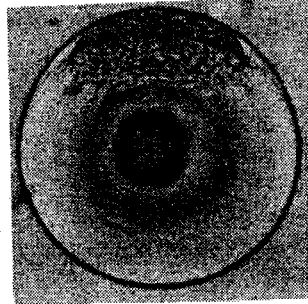
相片 8. 複細胞
Plate 8. Multi-cell



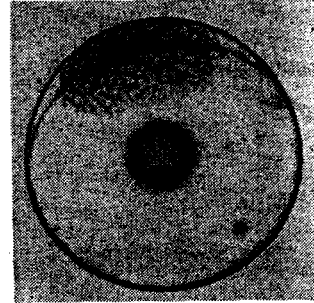
相片 9. 桑椹期
Plate 9. Morula B :
Blastoderm



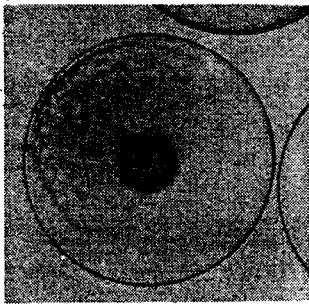
相片10. 桑椹期
Plate 10. Morula
B : Blastoderm



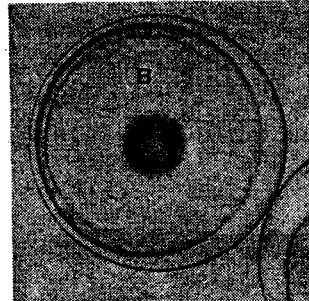
相片11. 桑椹期
Plate 11. Morula
B : Blastoderm



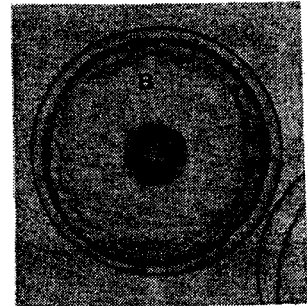
相片12. 囊胚期
Plate 12. Blastula
B : Blastoderm



相片13. 胚囊覆盖卵黄 $\frac{1}{3}$
Plate 13. Blastodisc
expand about $\frac{1}{3}$ yolk
B : Blastoderm



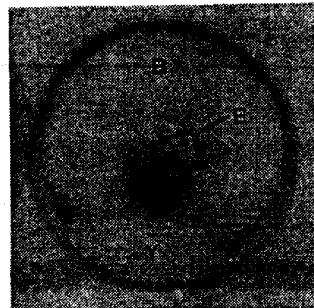
相片14. 胚囊覆盖卵黄 $\frac{1}{2}$
Plate 14. Blastodisc
expand about $\frac{1}{2}$ yolk
B : Blastoderm



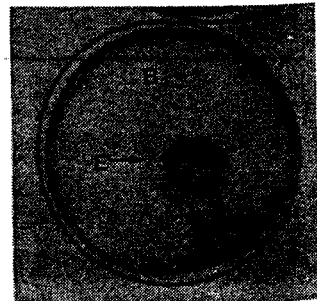
相片15. 胚囊覆盖卵黄 $\frac{2}{3}$
Plate 15. Blastodisc
expands about $\frac{2}{3}$ yolk
B : Blastoderm



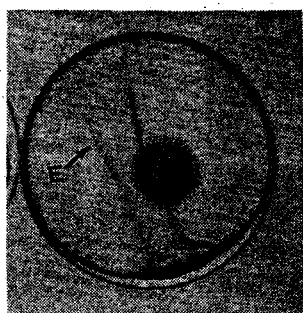
相片16. 胚囊覆盖卵黄 $\frac{3}{4}$
Plate 16. Blastodisc
expand about $\frac{3}{4}$ yolk
B : Blastoderm P : Periblast
BC : Blastocoele Y : Yolk



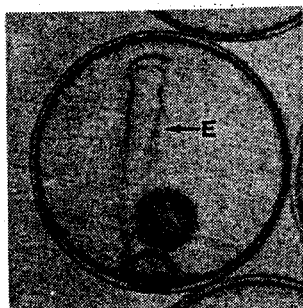
相片17. 原胚渐形成
Plate 17. Embryonic
shield formed begin
B : Blastoderm G : Germ ring
E : Embryonic shield



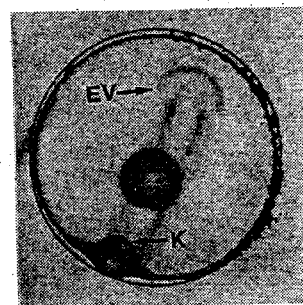
相片18. 原胚形成
Plate 18. Embryonic
shield formed
B : Blastoderm
E : Embryonic shield



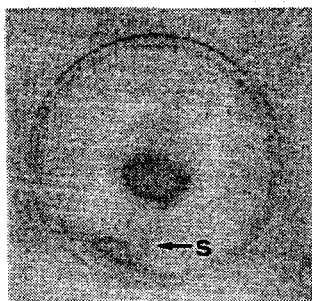
相片19. 胚胎形成
Plate 19. Embryonic formation
E : Embryo



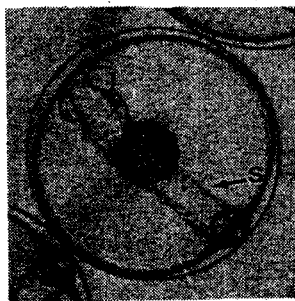
相片20. 原口閉鎖
Plate 20. Blastopore closed
E : Embryo



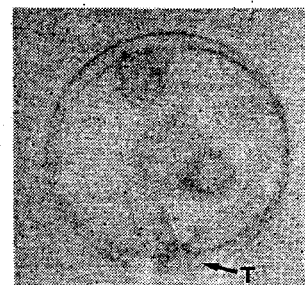
相片21. 眼及庫氏胞形成
Plate 21. Eye and kuppfer's vesicle visible
EV : Eye vesicle
K : Kupfer's vesicle



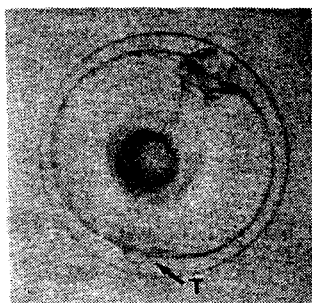
相片22. 體節分4節
Plate 22. 4 segment body divided
S : Somite



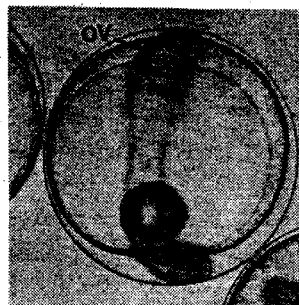
相片23. 體節分9節以上
Plate 23. 9 Somites
S : Somite



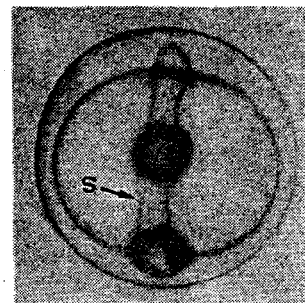
相片24. 尾部漸脫離卵黃囊
Plate 24. Tail free from yolk sac begin.
T : Tail



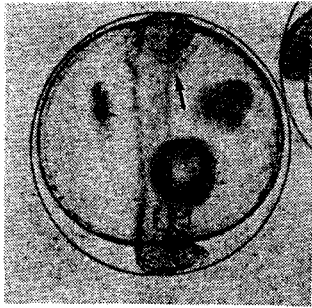
相片25. 尾部漸脫離卵黃囊
Plate 25. Tail free from yolk sac
T : Tail



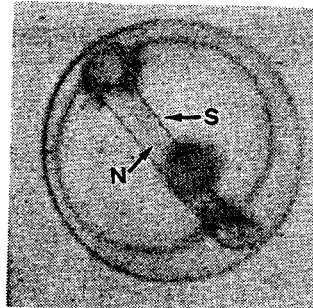
相片26. 眼胞形成
Plate 26. Optical vesicle distinct
OV : Optical vesicle



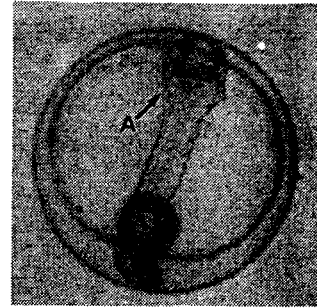
相片27. 19體節形成
Plate 27. 19 somites formation
S : Somite



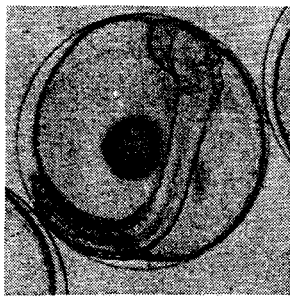
相片28. 心跳明顯
Plate 28. Obvious heart beat



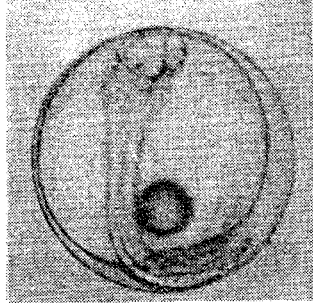
相片29. 25 體節形成
Plate 29. 25 somites
S : Somite
N : Notochord



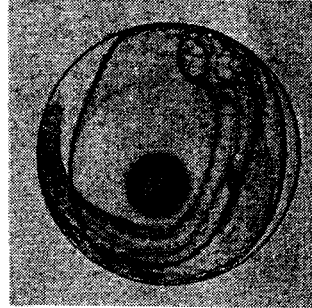
相片30. 耳胞漸形成
Plate 30. Auditory vesicle formation begin
A : Auditory vesicle



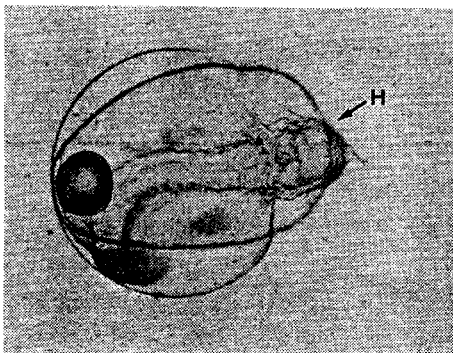
相片31. 耳胞形成，胚體開始動
Plate 31. Auditory vesicle formation, embryonic movement begin



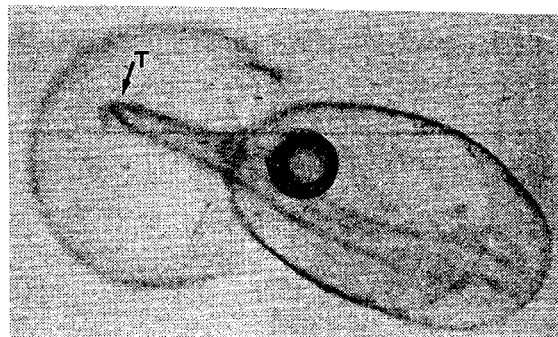
相片32. 胚體移動
Plate 32. Embryonic movements



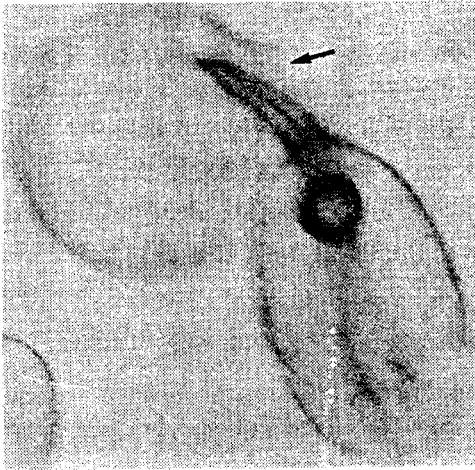
相片33. 胚體移動加速
Plate 33. Embryonic movements



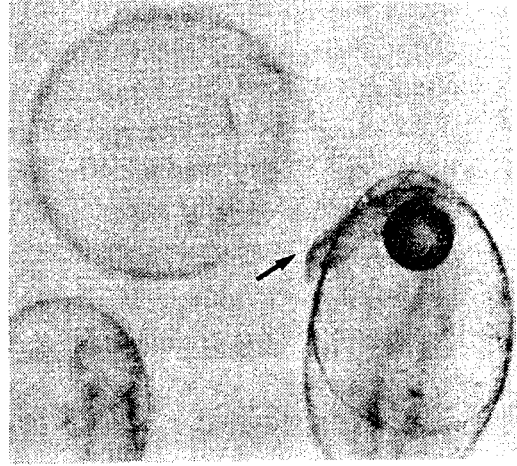
相片34. 魚苗由頭部先鑽出卵殼
Plate 34. Hatching
H : Head



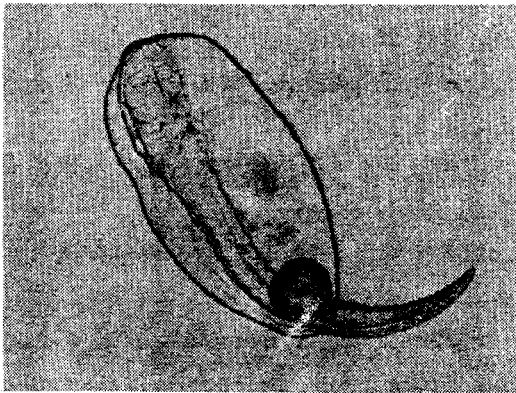
相片35. 只剩魚苗尾部在卵殼內
Plate 35. Hatching
T : Tail



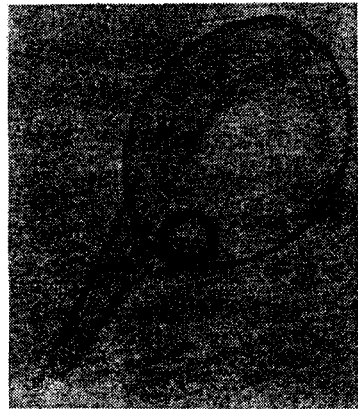
相片36. 魚苗正鑽出卵殼
Plate 36. Hatching



相片37. 魚苗鑽離卵殼
Plate 37. Hatching



相片38. 剛孵出之魚苗
Plate 38. Hatching



相片39. 孵化後2小時之苗
Plate 39. 2 hours after hatched

參考文獻

1. 呂明毅 (1990). 石斑魚種苗生產研究現況之簡介, 中國水產月刊, 449, 17-27.
2. Ukawa, M., M. Higuchi, and S. Mito (1966). Spawning habits and early life history of a serranid fish, *Epinephelus akaara* (Temminch et Schligel). Jap. J. Ichthyol. 13:156-161.
3. Chen, F.Y.M. Chow, T.M. Chao and R. Lim (1977). Artificial spawning and larval rearing of the grouper, *Epinephelus tauvina* in Singapore J. Pre. Ind. 5(1), 1-21.
4. 曾文陽、何錫光 (1979). 香港紅斑之人工繁殖 (胚胎及魚花期之發育), 漁牧科學雜誌, 6, 9-20.
5. Tseng, W.Y. and Poon, C.T. (1983). Hybridization of *Epinephelus* species. *Aquaculture*, 34:177-182.
6. 益田一、尼岡邦夫、荒賀中一、上野輝彌、吉野哲夫 (1985). 日本產魚類大圖鑑, 東海大學出版社, 114.
7. 湯弘吉、涂嘉猷、蘇偉成 (1979). 鑲點石斑人工繁殖報告, 臺灣省水產試驗所試驗報告, 31, 511-517.
8. 黃丁士、林金榮、顏枝麟、劉繼源、陳其林 (1986). 鮭形石斑之人工繁殖一 I, 種魚的催熟, 採卵及胚胎的發育, 臺灣省水產試驗所試驗報告, 40, 241-258.
9. 林金榮、顏枝麟、黃丁士、劉繼源、陳其林 (1986). 鮭形石斑之人工繁殖一 II, 仔魚培育試驗及形態變化, 臺灣省水產試驗所試驗報告, 40, 219-240.
10. 黃丁士、顏枝麟、劉繼源 (1987). 鮭形石斑之人工繁殖一 III, 種魚的培育、催熟、產卵, 臺灣省水產試驗所試驗報告, 42, 317-335.
11. 林金榮、張仁謀、劉繼源、陳其林、方玉昆、莊成意、徐明星 (1988). 鮭形石斑繁殖及育苗試驗, 臺灣省水產試驗所試驗報告, 44, 253-266.
12. Tan, S.M. and K.S. Tan (1974). Biology of tropical grouper *Epinephelus tauvina* A. Preliminary study on hermaphroditism in *E. tauvina*, Singapore J. pri., Ind. 2(2), 123-133.
13. Chen, C.P., Hwey-Lian Hsien, Kun-Hsiung Chang (1980). Some aspects of the sex change and reproductive biology of the grouper *Epinephelus diacanthus* (CUVIERET VALENCIENSIS), Bull., Inst., Zool., Academia Sinica. 19(1), 11-17.
14. Smith, C.L. (1965). The patterns of sexuality and the classification of Serranid fishes, Amer., Mus., Nov. (2207), 1-20.
15. 葉信利、羅武雄、丁雲源 (1986). 人工促進石斑魚性轉變研究, 臺灣省水產試驗所試驗報告, 41, 241-258.
16. 葉信利、丁雲源、郭欽明 (1987). 促進石斑魚性轉變及產卵之研究, 臺灣省水產試驗所試驗報告, 41, 43, 143-152.
17. 葉信利、丁雲源、郭欽明 (1988). 雄性素埋植法促進石斑魚性轉變之研究, 臺灣省水產試驗所試驗報告, 45, 103-114.
18. 葉信利、丁雲源、郭欽明 (1989). 荷爾蒙促進石斑魚成熟及排卵之研究, 臺灣省水產試驗所試驗報告, 47, 221-242.
19. 葉信利、丁雲源 (1990). 人工培育石斑種魚生殖力之研究, 臺灣省水產試驗所試驗報告, 49, 167-181.

20. 葉信利、朱永桐、丁雲源 (1990). 人工培育石斑種魚繁殖之研究—青點石斑胚胎之發育及其與雄瑪拉巴石斑雜交之比較, 臺灣省水產試驗所試驗報告, 投稿中。
21. 湯弘吉、涂嘉猷、蘇偉成 (1972). 老鼠斑人工繁殖試驗, 中國水產, 324, 19-24.
22. Murai, M., Y. Aoki and K. Nishimura (1984). On the egg collection of *Epinephelus fasciatus*. Tech. Rep. Farm. Fish. 13 : 63-67.
23. Morizane, T., H. Uchimura, A. Takechi and Y. Koizumi (198). III. Artificial propagation of grouper. Bull. Ehime Fish. expl. Stn., 1984 : 102-107.
24. Watanabe, K., S. Araki, M. Tenshin, T. Narita and T. Akizuki (1985). Rearing experiment of larval grouper. Bull. Tokushima Fish. expl. Stn., 1982, 1983 : 18-19.