

有關鰻魚的成熟生殖

胡舜智* 余廷基*

Study on the Maturation Induction of Eel

Shun-Chih Hu* & Ting-Chi Yu*

(Received April, 1976)

- I-1. Over-sized cultured eels (*Anguilla japonica*) were subjected to various treatments of chemical and physical factors to induce maturation.
2. The sex ratio is 11 females to 15 males, or female among to 42.3%.
3. Male eels are easy to reach maturation and discharge active sperms.
4. To induce maturation in female eels, at least in the present half-completed result, pituitary gland is most effective, although the injection of Synaphorin has good result, and addition of Vitamin E is better. Under the same chemical treatment, the illumination has negative influence, while the effect of darkness remains for future test.
5. The relationship among egg diameter (Y), fecundity (Z), and C.S.I. (X) are:
$$Y = 0.17 + 0.025X$$
$$Z = 0.943 + 0.113X$$
- II-1. Significant difference between sexes exists only in the proportion of eye diameter to total length but not in those of snout, pectoral fin, distance between eyes and head length, as described by other authors.
2. The average body length and body weight of both sex differ significantly, the female is larger than the male. The relationship between body length (X) and weight (Y) are:
female: $Y = -0.6719 + 0.1896X$
male: $Y = -1.468 + 0.0227X$
3. The condition factor of both sex also differ significantly. The following confidence limits of condition factor can be used to separate one sex from the other, with an accuracy of 86%.
female: $1.488 \leq \mu \leq 1.826$

* 台灣省水產試驗所鹿港分所

Taiwan Fishery Research Institute, Lukang Branch Station

male: $1.147 \leq \mu \leq 1.452$ (p=0.01)

4. The mean scale readings also have significant difference, the female always has larger body size but less scale readings, a case just contrary to that of male.

前 言

本省鰻魚養殖事業發達，目前養鰻面積估計在 1,200 公頃以上⁽¹⁾，每年需要鰻線約在 2 億尾左右。唯以自然界產鰻線資源甚不穩定，時或發生供應不足現象，或價格大幅波動，影響產鰻至大，因此對於鰻魚人工催熟之研究有其必要性；雖然由於鰻魚獨特的生活史及漫長的生殖運游及變態，此等工作距離實際成功及應用仍遙遙無期。本試驗乃在初步嘗試探討鰻魚的生殖催熟行為，擬以不同的處理方法，謀求一最適當的催熟途徑，供今後同類試驗採行，並同時觀察成鰻的各種生物學資料。

有關鰻魚的人工催熟已有許多報告。如岡，元信⁽²⁾；日比谷⁽³⁾；石井；石田⁽⁴⁾；及山本等⁽⁵⁾、⁽⁶⁾等。本分所近年來亦曾進行多次類似工作。由於鰻魚對生殖環境條件的要求至今尚曖昧不明，此一試驗要比較一般魚類的催熟繁殖來得困難。本試驗使用自行養成的淡水成鰻為對象，是為和上述某些作者使用成熟下海大鰻之不同處。

材 料 及 方 法

1975年初自本分所養殖多年的日本種大鰻 (*Anguila japonica*) 任取二十數尾，先置半海水中使適應 3 天，繼分為 6 組，各置於 1 噸海水塑膠筒中，每組四尾，均加編號測量，每組的體長體重總和力求相同，以去偏差。處理分組如下：

I：對照組；II：シナホリン**；III：シナホリン+Vit. E；IV：シナホリン+Vit. E+24小時光照；V：シナホリン+Vit. E+黑暗；VI：シナホリン+Vit. E+腦下腺。注射量每尾每次為シナホリン 50RU；Vit. E 除第一次為 100mg，餘均為 50mg；腦下腺為丙酮保存之鯉魚腦下腺兩個。

自 1 月 8 日開始注射，至 3 月 5 日因藥品來源不繼而於稍後結束：初為每隔 7 天注射一次，至第 5 次起則改為 10 天，各組均注射 8 次，除部份供試鰻因中途死亡，補充及逃逸者，其注射情形及效果如表 1。實驗期間水溫為 16~22°C，塩度為 24~29‰，海水 pH 值為 8.3—8.5；所有鰻魚均不攝餌。試驗結束後，鰻體即經測量解剖，量取各種資料。其中肥滿度由試驗前之體重體長計算；生殖腺指數則由試驗後的體重及生殖腺求得。孕卵數則以兩份 1 克卵巢求平均卵數，再換算總卵巢重量而求出，卵徑為任取 10 個卵粒求平均值。年輪則取魚體肛門上方體側鱗片 10 片讀出。

結 果 與 討 論

1. 本試驗乃欲尋求各種不同藥劑及環境因素之處理效果，從而建立最佳的催熟方法。因受材料魚類珍貴難求的限制，故不能大量進行，已是美中不足；後又因少數藥品不能供應，致各組處理的效果在達到可明確分辨之前即告結束，我有功虧一簣，前功盡棄之憾，殊為痛心。
2. 根據各方文獻記載⁽⁷⁾，一般認為大型鰻體多數居於雌性，尤其 50 公分長以上者雄鰻比例極少。本試驗後的解剖結果十分出人意料之外。事實上本試驗原先主要為欲探求諸不同催熟方法對雌性種鰻的效果，因為雄鰻已知可以容易得到成功的採精。故在選取供試鰻魚時多以超大型者為對象，期能獲得大量的雌鰻。唯經此次多次注射後，各鰻體的性別由顯著的生殖腺觀察結果，竟然出現雄鰻多於雌鰻。雌雄比例為 11:15，或雌鰻性比為 42.3%。

** シナホリン：哺乳類腦下腺前葉性腺激素及胎盤性腺激素混合製劑。

表1：鰻魚人工催熟處理資料。

表 1

編號 No.	體長 B. L.	前體重 B.W.1	肥滿度 COND. F.	後體重 B.W.2	生殖腺重 G.W.	生殖腺指數 G.S.I.	年輪 S. R.	孕卵數 (10 ⁶) FECUN.	卵徑 (E) E. D.	處理法及次數 TREAT- MENT
I-1	85	0.92	1.498	1.04	21.72	2.09	IV	1.144	0.21	0 對照後
II-1	84.5	0.84	1.392	0.94	41.11	4.37	V	1.745	0.28	8 シナホリン
II-2	82	1.00	1.184	0.99	68.11	6.88	IV	2.153	0.35	8 "
III-1	81.5	0.80	1.478	0.85	15.8	1.86	IV	0.556	0.26	3 シナホリン + Vit. E
III-2	81	0.95	1.788	0.98	14.7	1.50	V	0.617	0.19	3 "
III-1	83	0.87	1.522	0.86	28.8	3.35	V	0.962	—	5 "
III-2	78	0.82	1.726	0.84	49.4	5.58	VI	1.461	0.26	5 "
IV-4	70	0.68	1.983	0.65	20.6	3.18	V	1.089	0.25	8 シナホリン + Vit. E + 光照
V-2	84	1.02	1.721	1.10	25.5	2.32	VI	—	—	4 シナホリン + Vit. E + 黑暗
IV-1	79	0.85	1.724	0.82	51.54	6.28	III	0.989	0.36	8 シナホリン + Vit. E + 腦下腺
IV-2	78	0.75	1.580	0.84	111.07	13.22	III	1.987	0.50	8 "
總和	886	9.30	18.288				50			
平均	80.55	0.855	1.6571				4.34			

↑

編號 No.	體長 B. L.	前體重 B.W.1	肥滿度 COND. F.	後體重 B.W.2	生殖腺重 G.W.	生殖腺指數 G.S.I.	年輪 S. R.	精液有無 SPERM	處理法及次數 TREATMENT
I-2	80	0.60	1.172	0.60	4.2	0.70	IV	×	0 對照後
I-3	77	0.56	1.227	0.59	1.6	0.27	VI	×	0 "
I-4	70.5	0.41	1.170	0.46	1.4	0.30	V	×	0 "
II-3	69	0.37	1.126	0.43	33.9	7.88	VI	○	6 シナホリン
II-4	62.5	0.33	1.352	0.36	18.7	5.19	VII	○	6 "
III-3	67	0.44	1.463	0.47	2.5	0.53	VII	×	3 シナホリン + Vit. E
III-4	68.5	0.55	1.711	0.56	3.0	0.54	V	×	3 "
III-3	77	0.55	1.205	0.62	34.7	5.59	VII	○	5 "
III-4	71	0.44	1.229	0.50	19.8	3.96	VI	○	5 "
IV-2	73.5	0.50	1.259	0.51	38.1	7.47	VI	○	8 シナホリン + Vit. E + 光照
IV-3	72.5	0.47	1.233	0.50	38.0	7.60	VI	○	8 "
V-1	79	0.80	1.623	0.84	74.1	8.82	VI	○	8 シナホリン + Vit. E + 黑暗
V-4	71.5	0.45	1.231	0.49	33.1	6.76	VI	○	8 "
VI-3	79	0.73	1.481	0.79	52.6	6.66	VI	○	8 シナホリン + Vit. E + 腦下腺
VI-4	71	0.36	1.006	0.40	37.4	9.35	IV	○	8 "
總和	1015.5	6.96	19.488				86		
平均	72.54	0.497	1.2992				5.80		

3. 不同的處理方法對種鰻的催熟效果，在雄鰻組，除了第一組對照組完全無發青及第三組有兩尾注射三次シナホリン+Vit. E者無精外，相信處理劑量尚不足，其它各組各鰻均發現有白色精液，精巢重量也有顯著增加，呈乳白色澤。精液置顯微鏡下觀察則精虫活潑衆多，其頭長約 10μ 。一般雄鰻在第四或第五次注射後即漸成熟，以シナホリン即足以催熟產精，並無處理上的重大差異。

4. 在雌鰻方面，因為各組樣品數量大小，且催熟程度尚嫌不足，很難就目前結果下一定論。唯就生殖腺指數及卵徑大小看來，大致第二組只注射シナホリン者即已有某程度的效果，若再加上Vit. E，相信會有更好的結果出現，可惜第三組先後四尾均因注射次數不足（3次及5次），並未能提供相同八次下更確切的證據。第四組光照組似乎反應不良，同樣注射八次，其成熟度比第二組不加Vit. E者遜色不少，亦比第三組同藥物而僅注射五次者為差，則全日光照對於催熟行為乃一逆效果是為可以確認。第五組黑暗組因唯一的卵巢遺失，無法計算孕卵數及卵徑，至為遺憾。唯自其生殖腺指數觀察，並不甚理想。因樣品數只有一尾，且只注射四次，雖然比第三組兩尾注射三次者為佳，然其效果尚難下論。按鰻魚的產卵場一般認為係在深達3—400公尺的海中，故若施以黑暗處理，理應更能模擬其天然生殖生態環境，其催熟效果理應更佳才是。最後第六組的添加腦下腺組，顯然成熟度最佳。其中之一尾卵徑已達0.5mm，約為已知的成熟卵徑一半程度，與前數組比較，則吾人可下此結論，即促進鰻魚成熟的外來力量，仍以腦下腺（鯉魚）最有效。

5. 卵徑(Y)與生殖腺指數(X)之間有絕對正相關存在：其關係式為 $Y = 0.17 + 0.025X$, $r = 95.79\%$; (圖1)

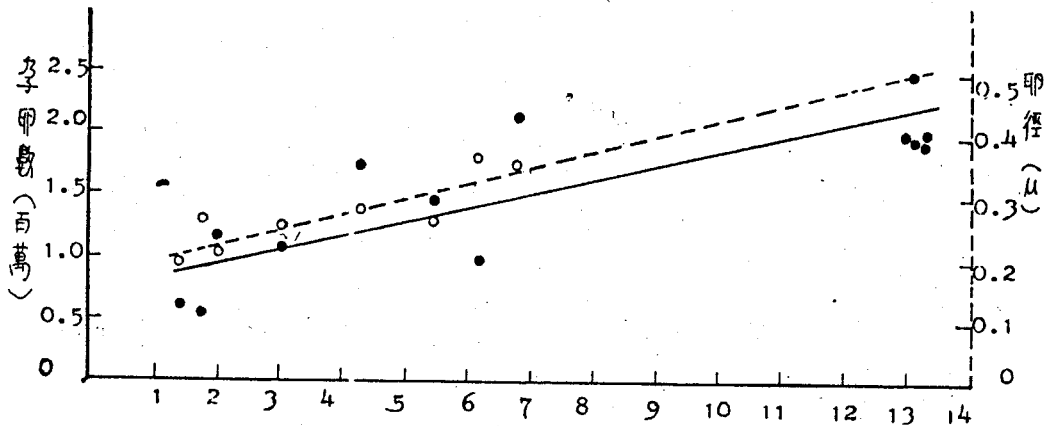


圖1 雄鰻卵徑、孕卵數及生殖腺指數關係圖

孕卵數(Z)又與生殖腺指數有正相關： $Z = 0.743 + 0.113X$, $r = 72.4\%$ ；孕卵數和卵徑的關係為 $Y = 0.157 + 0.106Z$ ，唯 $r = 63.67\%$ 尚未達到顯著相關水準。一般判斷鰻魚的成熟度應由卵徑大小或生殖腺指數來作指標，孕卵數的多少並非良好判斷因素。

6. 其它資料分析將在第二部份比較。

II. 種鰻的比較

根據另一部份人工催熟所用的種鰻得到資料，吾人發現一問題。即大型種鰻的性別在未加催熟處理之前甚難加以判別，如此將在今後的催熟取樣上造成極大的困擾。本部份即將利用已經完全證實性別的大鰻，作形態測定來反求種鰻的二型性，以為今後取樣判別的參考。

據松井(6)所作的鰻魚外部形態測定結果，雌雄團體在下列諸形質是體長之比例上有較顯著的性別

差異，其顯著性t值依次為：吻長 = 19.93；胸鰭 = 15.22；眼隔 = 9.65；眼徑 = 5.16；頭長 = 4.58。
 • 本文即據以上述形質作同樣測定，其結果如表 2：

表 2：鰻魚雌雄形態測定比較

	平均值 Average	範圍 Range	總平方和 X^2	均方 S^2	顯著性測驗 t
頭長/體長 Head length/Body length %					
雄 Male:	11.552	10.09—12.62	5.8330	0.4861	0.0302
雌 Female:	11.545	10.66—11.98	1.8004	0.1800	
胸鰭長/體長 Pectoral fin/Body length %					
雄 Male:	5.899	4.58— 6.75	4.8961	0.3913	0.8564
雌 Female:	5.686	4.86— 6.64	3.4936	0.3494	
眼隔/體長 Distance between eyes/Body length %					
雄 Male:	2.568	2.05— 3.21	1.4433	0.1203	1.4735
雌 Female:	2.376	1.68— 2.71	0.8487	0.0849	
眼徑/體長 Diameter of eye/Body length %					
雄 Male:	1.350	1.15— 1.57	0.3272	0.0273	2.708*
雌 Female:	1.191	1.03— 1.39	0.1216	0.0135	
吻長/體長 Snout length/Body length %					
雄 Male:	1.325	0.94— 1.69	0.6754	0.0563	1.232
雌 Female:	1.485	0.89— 1.63	1.1284	0.1253	

由上表，吾人發現除了眼徑 $t = 2.708$ 為顯著差異外，其餘四種形質與體長比的未例均達顯著水準。亦即在本文的60—85公分長種鰻樣品中，雌雄之間只有眼徑對體長的比例有顯著不同，可作為性別判定。其原因有二：一為本文取樣樣品高嫌不足，難免發生偏差。二為松井氏所取樣品並未註明體型大小及樣品數，並且其用以判別樣品個體性別的標準亦未說明。按本所曾另取與本文大小範圍相同的或鰻20尾，未加任何催熟處理，經由他人解剖作目視觀察，結果認為完全雌性。

無論如何，在本文雌雄成鰻在未處理前體長體重上則有顯著差別。兩者的平均值均為雌鰻大於雄鰻，體重Y與體長X的關係為：

$$\text{♀: } Y = -0.6719 + 0.1896 X, r = 78.12\% \text{ (表 3)}$$

$$\text{♂: } Y = -1.1465 + 0.0217 X, r = 85.47\% \text{ (圖 2)}$$

表 3：成鰻重要測定資料

	平均值 Average	範圍 Range	總平方和 X^2	均方 S^2	顯著性測驗 t
體長 (公分) Body length (cm)					
雄 Male:	72.54	62.5—80	350.1544	25.011	4.3874**
雌 Female:	80.55	70—85	183.2275	18.3228	

體重 (公斤) Body weight(kg)	
雄 Male:	0.497 0.33—0.80 0.1078 0.0108
雌 Female:	0.855 0.68—1.02 0.2461 0.0176
7.7157**	
肥滿度 Condition factor(B.W./B.L. ×10 ⁶)	
雄 Male:	1.2992 1.006—1.711 0.5157 0.0368
雌 Female:	1.6571 1.392—1.983 0.3134 0.0313
4.914**	
年輪數 Scale readings	
雄 Male:	5.80 IV—VII 12.404 0.886
雌 Female:	4.54 III—VI 10.730 1.073
3.186**	

X=D.S.I. (%) : 生殖腺指數 Y=Diameter of egg (μ)

卵徑 Z=Fecundity(10⁶)孕卵數

$$Y=0.17+0.025X \quad (n=10), \quad r=95.79\%$$

$$Z=0.743+0.113X \quad (n=10)$$

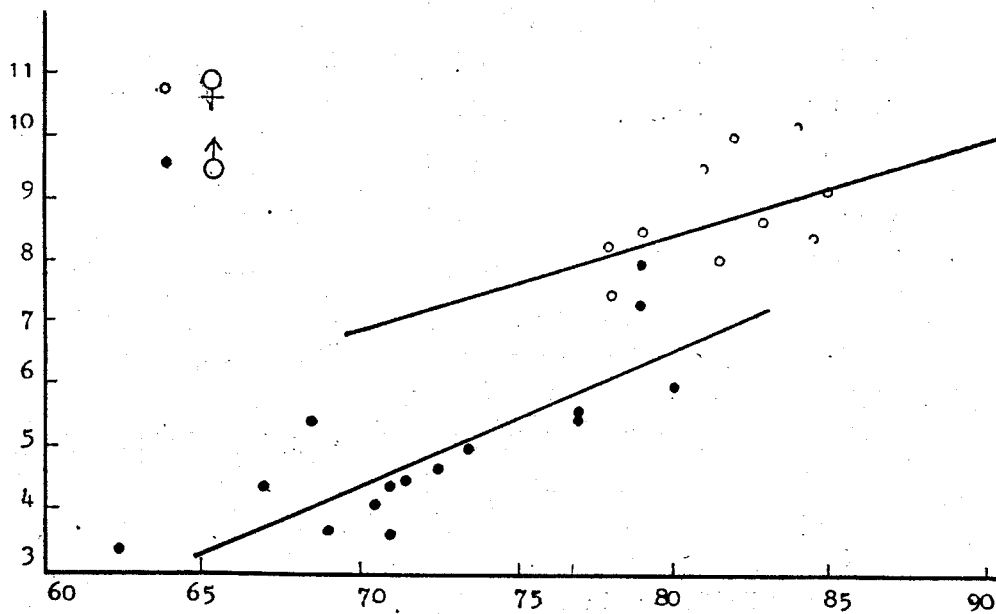


圖2 雌雄成鰻體長體重關係

以肥滿度而言，松井氏所作觀察為雄鰻在同一體長時要比雌鰻為重，唯其所用鰻魚的大小只有本文樣品的一半體長。本試驗的資料則和上述結論相反。雌鰻的平均肥滿度要大於雄鰻，且兩者有顯著的差異，足以作性別上的區分比較，在 P = 0.01 信賴度之下，兩者的肥滿度範圍各為：

$$\text{♀} : 1.488 \leq \mu \leq 1.826$$

$$\text{♂} : 1.147 \leq \mu \leq 1.452$$

唯在此範圍標準下，雌鰻仍有 1 尾超過上限，然無礙於判別，另有 1 尾低於下限，且進入雄鰻範圍內

，故此雌鰻範圍的應用可靠率為 $(11-2)/11=82\%$ 。雄鰻方面有2尾低於下限，唯亦無礙於判別：3尾高於上限，且其中2尾進入雌鰻領域內，其應用率只達 $(15-5)/15=67\%$ ，即雄鰻的肥滿度變化較雌性者為大。

在此二範圍的兩端，若將肥滿度極小者歸於雄性，極大者歸於雌性，則在此二範圍之中間地帶只有4尾或落於中間值或進入對方值，故此方法的性別選別率只達 $(26-4)/26=86\%$ ，將來正種鰻選別上值得採行。

另外在年輪讀數上亦發現一有趣事實，即雌鰻雖然在體型上大於雄鰻，然其年輪平均讀數則小於後者。按鰻魚鱗片之出現為在體長15—20公分左右(7)，且最初鰻線在卵化後尚必須在經一段長時間的狹首型幼虫 (*Leptocephalus*) 的變態浮游期。若年輪數加上一常數可以代表鰻魚的真正年齡，則此將表示雌鰻的成長速快於雄鰻，或者此一常數在雌雄個體並不相同。

摘 要

I—1. 大型養成種鰻 (*Anguilla japonica*) 以不同藥劑及物理因素組合作人工催熟處理。

2. 雌雄性比為11:15，或雌鰻僅占42.3%。

3. 雄性種鰻均容易達到成熟採精。

4. 雌性種鰻之催熟以腦下腺最具效果，添加シナホリン或Vit. E均有某程度的效果，同樣的藥劑處理若施以光照則效果反差，以黑暗處理者其效尚待更進一步證實。

5. 生殖腺指數 (X)、卵徑 (Y) 與孕卵數 (Z) 有相關存在 $Y=0.17+0.025X$ ， $Z=0.943+0.113X$

II—1. 雌雄間的差異，下列形質與體長之比例只有眼徑有顯著不同，而吻長、胸鰭、眼隔、頭長均不顯著。

2. 雌雄間的體長、體重有顯著差異，雌鰻大於雄鰻。體重 (Y) 與體長 (X) 之關係為

$$\text{♀} : Y = -0.6719 + 0.1896X$$

$$\text{♂} : Y = -1.1468 + 0.0227X$$

3. 雌雄間的肥滿度有顯著差異。下列之肥滿度顯著信賴範圍可用以雌雄判別： $P=0.01$

$$\text{♀} : 1.448 \leq \mu \leq 1.826$$

$$\text{♂} : 1.147 \leq \mu \leq 1.452$$

其應用可靠性為86%。

4. 平均年輪讀數在雌雄之間有顯著差別。雌鰻體型較大而年輪數却較少，雄鰻則相反。

參 考 文 獻

1. 台灣省農林廳漁業局，1975：台灣省農業年報，第三輯，漁業統計。
2. 岡英夫、元信堯1970：ウナギ種苗の安定的供給に關する試驗研究 靜岡水試事業報告。
3. 日比谷京，1967：ウナギの完熟採卵に成功，養殖3(7)。
4. 石田修、石井俊雄，1967：ウナギの成熟促進試驗水產増殖17(5/6)。
5. 山本善一郎等，1974：サケ、マス類腦下垂體投與による雌ウナギの催熟 日水誌40(1)。
6. 山本善一郎等，1974：日本産ウナギ (*A. japonica*) の卵形成について 日水誌40(2)。
7. 松井魁，1972：鰻學—生物學的研究篇 恒星社厚生閣