

日本鰻 *Anguilla japonica* 生殖腺發育及人工催熟之研究

摘要

日本鰻 *Anguilla japonica* 在淡水池養殖 3 年後，第 4 年分別養在淡水或鹹水池中。第 4 年之養殖期間，按月逢機取樣 6 尾。計採 144 尾標本魚中，性別比例雌鰻為 75.00%，雄鰻 22.22%，未能分辨性別者佔 2.78%。全長 70 ~ 79 cm 或體重大於(含) 800 g 時，雌鰻之出現率最高；全長 50 ~ 59 cm 或體重介於 300 ~ 399 g 時，雄鰻之出現率最高。

雌鰻在鹹水養殖環境中，其肥滿度與水溫呈正相關 ($p < 0.05$)，但在淡水養殖環境中則兩者呈不相關 ($p > 0.05$)。不論是在淡水或鹹水養殖環境，雌鰻之生殖腺成熟指數 (GSI) 與水溫均成負相關 (淡水組: $r = -0.88$, $p < 0.05$; 鹹水組: $r = -0.59$, $p < 0.05$)。12 月份低水溫期，鹹水養殖雌鰻 GSI 之平均值最高，其值為 1.65 ± 0.60 ；而在高水溫期之 8 月，平均 GSI 值最低，僅為 0.72 ± 0.10 。

自 10 及 11 月份起，各取鹹水組之雌鰻 40 尾，在相似之條件下，以同劑量之催熟激素誘導雌鰻成熟結果發現，可使其體重增至初體重之 120% 以上且達成熟體型。自 11 月份開始催熟之雌鰻所需之催熟次數比自 10 月份開始者少，顯示池中養殖之鰻魚在 11 月份時，其生殖腺比 10 月份有更進一步之發育。

關鍵詞：日本鰻，鹽度，性腺發育，人工催熟

在天然及養殖環境中，至今尚未發現有性成熟之雌性日本鰻 *Anguilla japonica*，而必須長期接受人工注射激素，生殖腺才能發育至完熟之階段，其結果往往導致鰻體瘦弱、卵質欠佳及排卵不順等現象。為此，亟需探討養殖鰻生殖腺之月變化情形及在不同月份進行催熟之效果，期能縮短催熟所需時間及獲得良質之成熟卵，以利人工繁殖之進行。本實驗為比較淡水或鹹水池中養殖鰻之生殖腺發育情形及在不同月份之催熟效果。

材料與方法

一、材料

(一) 鰻魚：日本鰻在淡水池育成 3 年後 (200 ~ 800 g，計 300 尾)，再分別移入 1 口淡水池或 2 口鹹水池中各 100 尾，繼續培育 1 年。

(二) 蓄養設施：容量 1.2 噸之塑膠桶 8 只，水深 60 cm，鰻魚放養密度 10 尾/桶。上述 3 口水泥池 (3m × 6m × 1m) 水深 60 cm，鰻魚放養密度 5.5 尾/平方公尺。淡水鹽度範圍 0 ~ 2 ppt；鹹水鹽度範圍 22 ~ 28 ppt。

(三) 藥物：HCG-可助能 (CHORULON)、鮭魚腦下垂體、綜合維他命 B、C、SYNOVET 600 (龍又妊，每劑含 400 IU Serum gonadotropin 與 200 IU HCG) 及生理食鹽水⁽¹⁾。

二、方法

(一) 肥滿度 (Condition factor)、生殖腺成熟指數 (GSI) 及性別之檢測：自 1994 年 12 月至 1995 年 11 月止，每月月底從淡與鹹水池各逢機網捕 6 尾日本鰻，測量體長與體重，以 (體重/體長³) × 1000 之公式計算其肥滿度；將採樣鰻裝袋置於冷凍庫 4 小時後，

再以背開法取出生殖腺秤重，計算其生殖腺成熟指數 (GSI) ((生殖腺重/體重) × 100)，並依其形狀 (雄性呈半圓形小瓣、雌性呈帶狀)⁽²⁾ 判別雌、雄。

(二) 人工催熟：自 1995 年 10 月 16 日或 11 月 27 日起，自鹹水池各選取雌鰻 40 尾，分別移入室內 8 只容量 1.2 噸之塑膠桶內，每桶各放入 10 尾種鰻，每星期每尾注射 1 針催熟液 (500 IU 可助能 + 1 粒鮭魚腦下垂體 + 0.1 ml 綜合維他命 B.C + 1 劑龍又妊及 0.5 ml 生理食鹽水等混合研磨而成)，劑量為 0.6 ml/kg bw。計算雌鰻體重增加至初體重 120% 以上時之尾數，以比較不同月份之催熟效果。

(三) 水溫：以一般水銀溫度計測量。

(四) 以生物統計分析水溫與鰻魚肥滿度或 GSI 之相關性 ($p=0.05$)。

結果

一、性別比

在所採樣之 144 尾鰻魚中，依生殖腺之外觀形狀研判之性別比例：雌鰻佔 75.00% (108 尾)，雄鰻佔 22.22% (32 尾)，未能分辨性別者佔 2.78% (4 尾)。而可分辨性別之 140 尾鰻魚中，不同體長別之性別比例分別

為：體長 50 ~ 59 cm 之雌雄比為 50.00% : 50.00%；60 ~ 69 cm 為 66.67% : 33.33%；70 ~ 79 cm 為 87.67% : 12.33%；80 cm 以上為 75.00% : 25.00% (Fig. 1)。

體重別之性別比之關係為：體重 200 ~ 299 g 之雌雄比為 50% : 50%；300 ~ 399 g 為 36.84% : 63.16%；400 ~ 499 g 為 70.97% : 29.03%；500 ~ 599 g 為 88.89% : 11.11%；600 ~ 699 g 為 85.71% : 14.29%；700 ~ 799 g 為 90.91% : 9.09%；800 g 以上則全部為雌鰻 (Fig. 2)。

二、肥滿度與水溫之關係

試驗期間，水溫以冬季 (1 ~ 3 月) 最低，平均為 $17.5 \pm 1.53^\circ\text{C}$ ，3 月底水溫開始回升，6 ~ 8 月為高水溫期，平均為 $27.3 \pm 0.70^\circ\text{C}$ ，9 月起逐漸下降，養殖雌鰻在冬季低水溫期之肥滿度平均在 1.5 以下，夏季高水溫期則高達 1.8，其變化程度在淡水及鹹水養殖鰻間稍有差異；鹽水雌鰻 (51 尾) 之肥滿度與水溫呈正相關 ($r=0.77, p<0.05$)，淡水雌鰻 (57 尾) 之肥滿度則與水溫呈不相關 ($r=0.39, p>0.05$) (Fig. 3)。雄鰻因數量少且出現月別不規則，故未做進一步的處理分析。

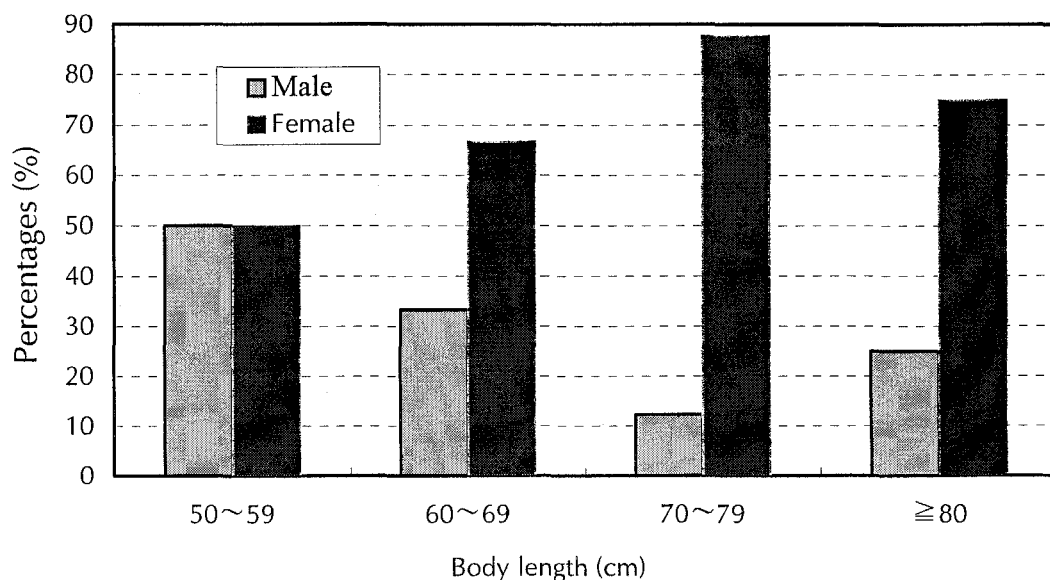


Fig. 1. Distribution of 140 Japanese eels *Anguilla japonica* relating to body length and sex.

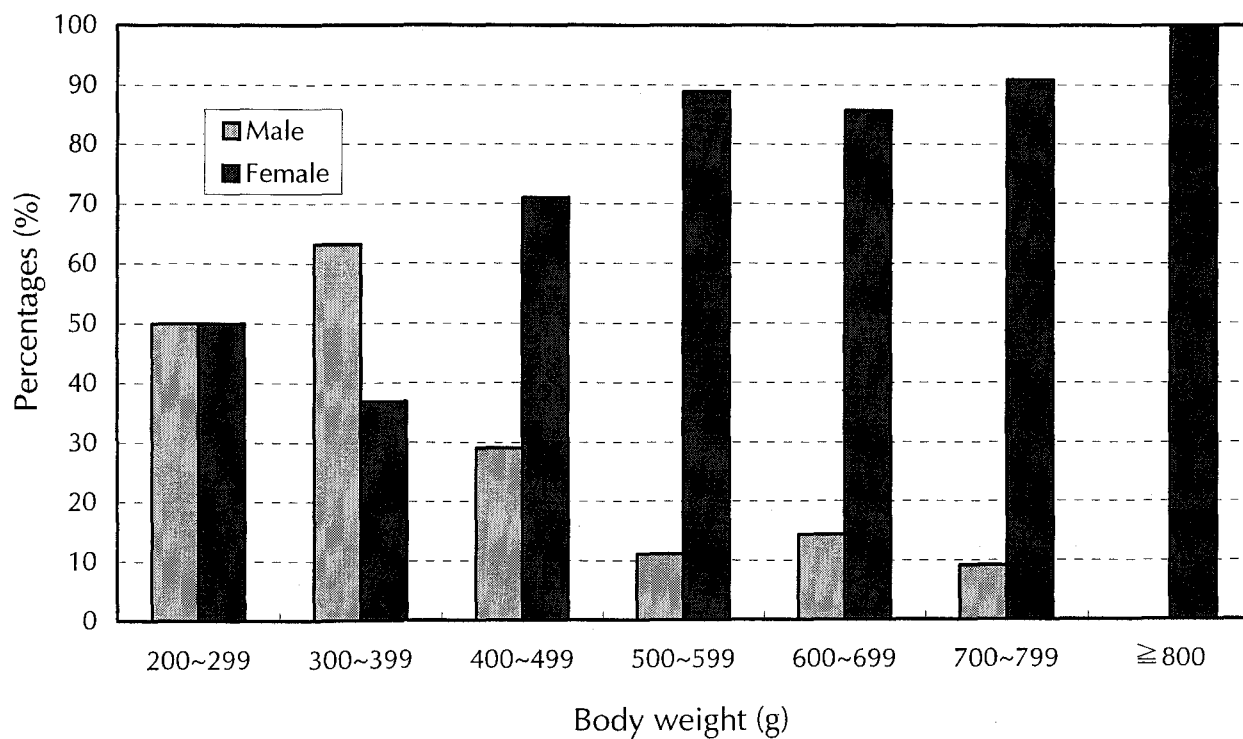


Fig. 2. Distribution of 140 Japanese eels *Anguilla japonica* relating to body weight and sex.

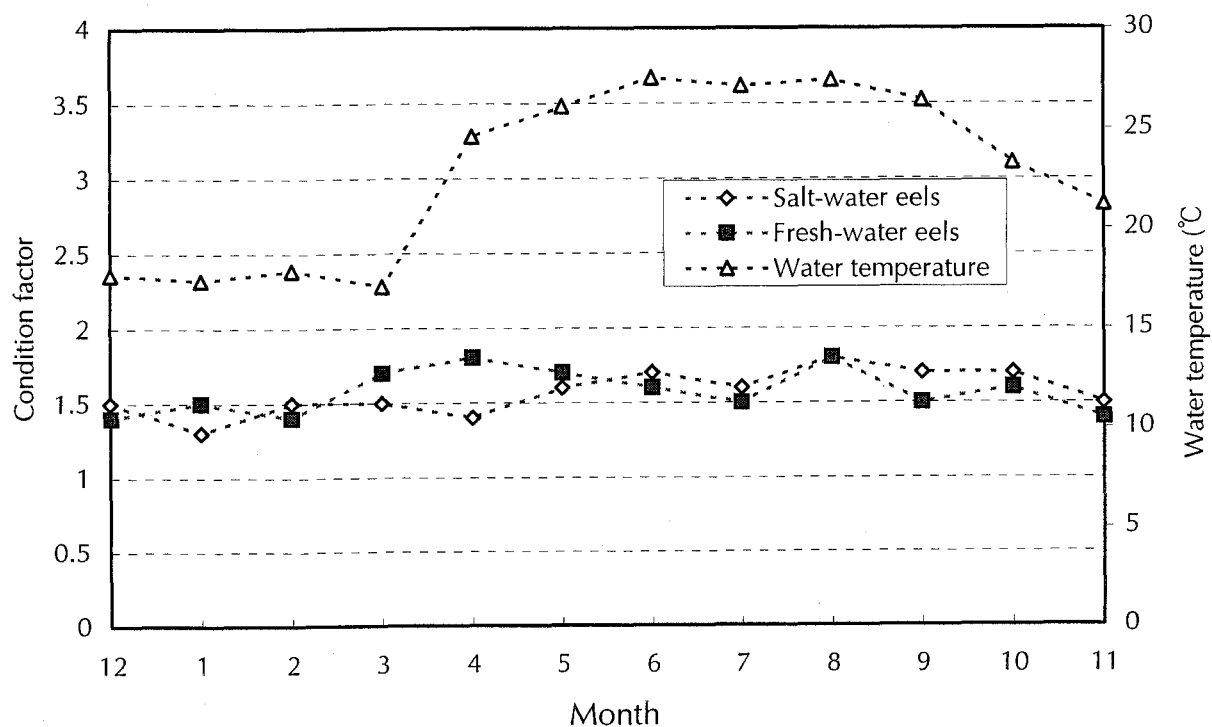


Fig. 3. Relationship of condition factor of female Japanese eels *Anguilla japonica* and water temperature.

三、生殖腺成熟指數 (GSI) 之變化

淡水養殖雌鰻之平均 GSI 在 1 月份最高，為 1.70 ± 0.73 且個體中最高之 GSI 為 2.59，7 月份之平均 GSI 最低，為 0.65 ± 0.16 且個體中最低者為 0.54。海水養殖雌鰻之平均 GSI 在 12 月份最高，為 1.65 ± 0.60 而且個體中最高者為 2.22，8 月最低，平均為 0.72 ± 0.10 而且個體中最低者為 0.54。不論是淡水組或鹹水組之雌鰻，GSI 值之月變化與水溫均呈負相關（淡水組： $r=-0.88$ ， $p<0.05$ ；鹹水組： $r=-0.59$ ， $p<0.05$ ），即水溫愈高 GSI 愈低，反之則高（Fig. 4）。至於 1 年中所採樣養殖雄鰻之 GSI 值，淡水組（14 尾）介於 0.01 ~ 0.23 之間，鹹水組（18 尾）則在 0.04 ~ 0.45 之間。

四、不同月份之催熟效果

在 10 及 11 月所採樣之鹹水組雌鰻，雖然以相同之催熟方法和激素劑量均可促成其成熟，但以 11 月份才開始注射之雌鰻成熟較為迅速，增重達到初體重 120%，所需之注射次數較少（Table 1），這與 GSI 在 12 ~ 1 月呈現高值（Fig. 4）之現象相吻合，顯示此組雌鰻之生殖腺於 11 月份比 10 月份有更進一步之發育。經由 11 月份之平均水溫（21.2 °C）較 10 月份（23.3 °C）低 2.1 °C 看來，可能是造成此一現象的因素之一。

討 論

日本鰻在本分所淡鹹水池之養殖過程中，於 3、6、9 月份時，容易被魚虱 *Caligus* sp. 或指環蟲

Dactylogyrus sp. 等寄生蟲感染；10 月至翌年 3 月之低水溫期，魚虱之感染率特別高，因此，除每 2 週以 0.3 ppm 地特松或 25 ppm 福馬林實施定期藥浴外，尚須禁止網捕、分養作業，以免造成池鰻長期不攝餌。飼育期間如能混養一些魚類如烏魚、黃鰱、黃鰱或吳郭魚等（2 尾\坪），則不但可檢食殘餌且可藉池魚之游動而攪動池底污泥使其隨排水而流出，又可做為罹病之標幟魚（因較鰻魚容易感染寄生蟲而且病症較突顯）。

鰻魚之性別以性腺之形狀極易判斷，雄性為半圓形小瓣，雌性為帶狀^(3,4)。卵巢成熟度與 GSI 之關係方面，據張等⁽³⁾指出，淡水養殖雌性日本鰻之 GSI 在 0.60~2.23 之間，卵巢內可發現周邊仁期、油球期、卵黃泡期兼早期第一卵黃球期等 3 種不同發育期之卵母細胞，最高 GSI (2.23) 在 1 月間出現，上述 3 期卵母細胞所佔之百分比分別為：25.20、1.99 及 70.83%；最低 GSI (0.60) 在 8 月間出現，3 尾雌鰻之平均 GSI 為 0.82，上述 3 期卵母細胞所佔之百分比平均分別為 22.23、71.43 及 6.15%。本試驗於淡水池養殖 3 年，鹹水池繼續養殖 1 年之雌性日本鰻，其 GSI 之平均最高值與個體最高值（1.65、2.22），平均最低值與個體最低值（0.72、0.54）分別在 12 月及 8 月出現；而於淡水池養殖 4 年之雌鰻，其 GSI 之平均最高值與個體最高值（1.70、2.59），平均最低值與個體最低值（0.65、0.54）則分別在 1 月及 7 月出現，此與吉川昌一⁽⁵⁾之試驗結果相仿。事實上，卵形成可分多種期別⁽⁶⁾，卵徑也隨著發育而逐漸增大，此情形在成熟雌鰻腹腔內之卵粒有大小之分可資證明；如 GSI 愈大則大卵粒所佔之比率愈高，但卵巢內均有大、小不同卵徑之卵出現^(2,7)。

Table 1. Accumulated percent of mature female Japanese eels *Anguilla japonica* with different injection times.

Date	Group 1 (40 eels)		Group 2 (40 eels)	
	Injection times	Accumulated mature eels (%)	Injection times	Accumulated mature eels (%)
10/16	1	---	---	---
11/27	7	---	1	---
1/08	13	60	7	60
1/29	16	80	10	80
2/12	18	80	12	100
2/26	20	100	---	---

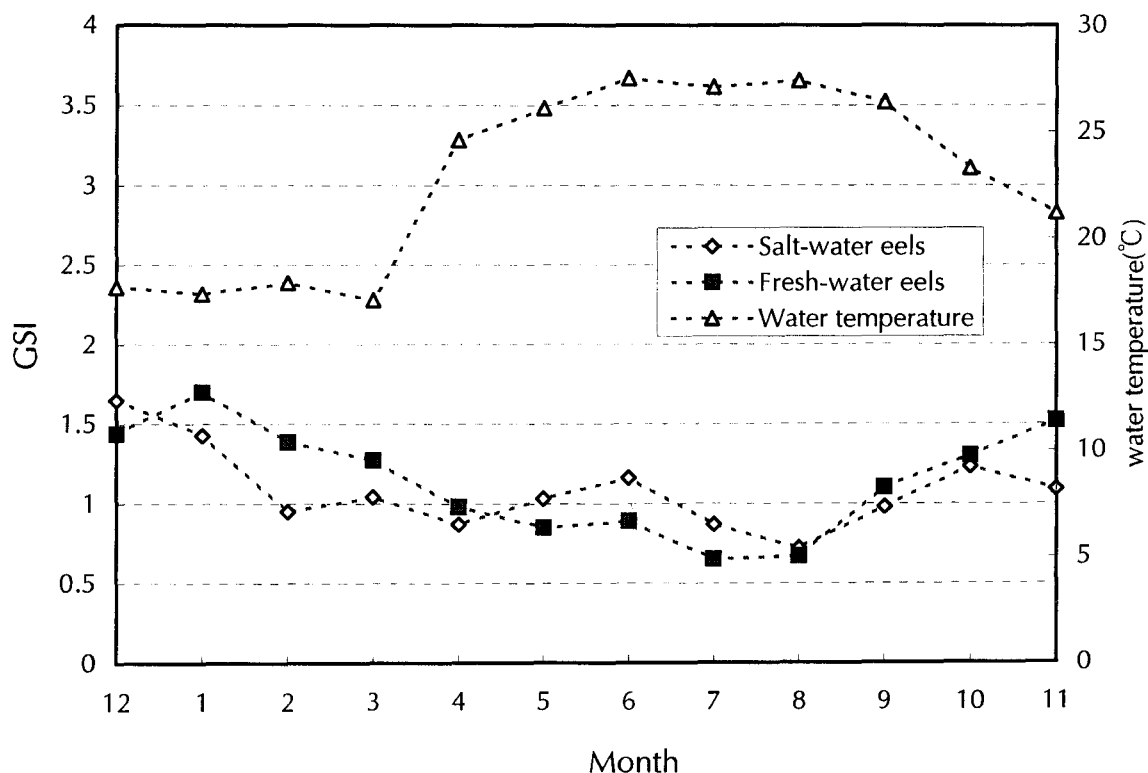


Fig. 4. Relationship of GSI of female Japanese eels *Anguilla japonica* and water temperature.

至於雄鰻精巢之發育情形，本試驗中淡水養殖 4 年後之雄鰻，其 GSI 最高值為 0.23，於 11 月間出現。而在淡水養殖 3 年後移入鹹水養殖 1 年之雄鰻，其 GSI 在 11 月為 0.24，於 4 月出現最高值 (0.45)，然如與用催熟液注射至性成熟 (可擠出精液) 雄鰻之 GSI (20.00) 比較，二者之差異實在太大。據張等⁽³⁾指出，屏東地區淡水養殖日本鰻，有 1 尾雄鰻之 GSI 為 3.50，於 3 月間出現，精子發育情形並非一致，但有些精子之成熟度已達成熟期，且具有高度之活動力。我們在鹿港地區尚未發現養殖鰻魚有性成熟之現象，其生殖腺之發育情形均較屏東地區為差，即使以催熟液注射雄鰻達性成熟期 (精液可擠出)，其精子之活力亦不如屏東地區來得好，大部份之精子沒有活力，此種情形尤以最近 3 年為甚，詳細原因有待作深入的探討。

人工催熟用之種鰻，以肥滿度較高 (1.5 以上) 且體重在 600~800 g 左右為宜，至於超大型雄鰻或超小型雌鰻在人工繁殖上較為不利，因超大型雄鰻經催熟後，雖有精液量多及維持期長之優點，但在自然產

卵時雄鰻纏捲雌鰻之行爲不如小型鰻來得輕巧靈活。至於超小型雌鰻之催熟時間較中、大型雌鰻為緩，約須注射 12 針次以上才有體重增加 20% 之成熟體型，此時背脊顯露，尾柄因表皮皺起而如皮包骨之瘦弱狀，催生 (誘導產卵) 後大部份未能產卵即死亡。因此，鰻魚人工繁殖如以卵質及體力來評估，則以注射 10 針次左右成熟者較為適宜，倘若注射 6 針次後鰻魚體重並未增加且腹部依然結實者應即淘汰，以免徒勞無功。

謝辭

本試驗承蒙所長廖一久博士全力支持暨本分所全體同仁之協助，及其他未具名審查者提供寶貴意見，謹此致謝。

參考文獻

1. 余廷基, 蔡中利, 蔡永順, 賴仲義 (1993) 白鰻誘導繁殖試驗. 水產研究, 1(1): 27-34.

2. 佐藤英雄 (1979) ウナギの完全飼育をめざす. 遺傳, 33(1): 23-30.
3. 張月霞、廖一久 (1977) 台灣之養殖鰻生殖腺之組織學研究初報. 台灣水產學會刊, 5(2):61-67.
4. 立木宏幸 (1992) ウナギ種苗生産研究の現状. 養殖, 29(7): 94-96.
5. 吉川昌之 (1995) ニホンウナギ (*Anguilla japonica*) 養殖魚における體重, 年齢と生殖腺の成熟度の關係, ならびにその季節變化について. 静岡水試研報, 30: 23-27.
6. 山本喜一郎, 大森正明, 山内皓平 (1974) 日本産ウナギ (*Anguilla japonica*) の卵形成について. 日水誌, 40(1): 9-15.
7. 山本喜一郎, 森岡孝朗, 廣井 修, 大森正明 (1974) サケ・マス類腦下垂体投與による雌ウナギの催熟. 日水誌, 40(1): 1-7.

Jong-Yih Lai, Yuon-Chuan Chang, Guan-Ru Chen
and Ting-Chi Yu

Lukang Branch, Taiwan Fisheries Research Institute,
106 Hai-pu, Lukang 505, Taiwan

(Accepted 29 December 1995)



Studies on the Gonadal Development and Induced Maturation of Japanese Eels *Anguilla japonica*

Abstract

Japanese eels *Anguilla japonica*, after cultured in fresh-water ponds for three years, were stocked in fresh-water or salt-water ponds for one more year. During the last year, eels were sampled monthly from each pond to check and analyze their maturity value.

The sex percentages of eels were 75.00% of females and 22.22% of males (3.38:1), 2.78% couldn't be differentiated. Eels with body length of 70 to 79 cm or body weight of more than 800 g were mostly female. Those with body length of 50 to 59 cm or body weight of 300 to 399 g were mostly male.

The condition factor of female eels stocked in salt-water pond was with positive correlation to water temperature ($p < 0.05$), while those stocked in fresh-water ponds showed no correlation ($p > 0.05$). The GSI of female eels, whether stocked in fresh-water or salt-water pond, was with negative correlation to water temperature ($p < 0.05$).

In December, female eels stocked in salt-water pond with low water temperature had the highest average value of GSI (1.65 ± 0.60). The average GSI was lowest (0.70 ± 0.10) in August with high temperature.

Female eels stocked in salt-water pond were sampled (40 for each group) and injected with the same quantity of hormones from October or November, respectively, to induce maturity. The results showed that body weight of both groups could increase to 120% initial weight. Yet injection times needed for female eels induced from November was less than that from October, demonstrated that gonads of female eels in November developed further than in October.

Key words: *Anguilla japonica*, Salinity, Gonadal development, Induced maturation