

## 鰻魚人工注射催熟試驗

白志年·余廷基

### Experiment on the Artificial Induced Maturity of Eel (*Anguilla japonica*)

Jyh-Nain Pai and Ting-Chi Yu

In this experiment, we did artificially induced maturity by weekly injecting synthetic hormone to *Anguilla japonica*. As a result, the ovary development of eels could be fast, the body weight increased distinctly, the belly was getting swollen and much soft. Examining the ova, we found that stuck together and mixed up with different stages of development.

The experiment eels reared in sand-bottom tanks increased in body weight, and the primary weight gain rate were earlier and faster than those in the plain-bottom tanks. We also found that the sooner of the primary weight gain rate was, the worse of the egg development to be. In final period of this experiment, some of the treated eels got tumour on its back and died about one week later.

### 前 言

人類對鰻魚卵巢卵的研究最早可追溯到1777年Mondini開始，其後更有多人從事此項研究。而日本鰻（*A. japonica*）最早則有陶山（1882）之記載，其後兩宮（1921）、浦原（1933）、松井、牧野（1934）等人記載鰻魚卵巢卵在0.15—0.39 mm之間。然鰻魚奇特的生理、生態習性却是決定其成熟的主要因素之一。一般認為未經降海之鰻魚將無法達到成熟的階段。例如1935年8月在日本千曲川捕到的1尾體長129.7 cm、體重5.7 kg的巨大鰻魚，由其耳石可推斷得知其年齡應在溯河後17年左右，經解剖觀察，發現其生殖腺已萎縮而與平常20 cm長的鰻魚一般，且組織已硬化，不過仍可見得其停留在發育的初期狀態，由此更證明未經降海的鰻魚雖經多年的成長亦無法達到成熟、繁殖的階段。

在歐洲早在1934年Boucher即曾以孕婦尿進行歐洲鰻（*A. anguilla*）之催熟試驗，後來Fountain等以鯉魚腦下垂體進行催熟試驗，得到顯著的效果。大上、落合等利用哺乳類的生殖腺刺激荷爾蒙或其與性荷爾蒙及維他命之混合葯劑，試圖對降海型日本鰻進行催熟。其後落合等人亦以各種荷爾蒙得到相當的效果。然雖能得到卵徑在1.0 mm左右之卵粒，却無法得到具排卵能力的成熟雌鰻。直至1974年山本等以鮭魚腦下垂體之磨碎物反覆注射，終於獲得完熟卵，並經人工受精後得到了孵化仔魚。

本省鰻魚催熟試驗始於1968年，郭河以西那荷林（Synahorin）等荷爾蒙針劑對完全池中養殖之鰻魚進行注射催熟試驗。到1979年郭河等在全無人工特別附加設施的環境下，以鯉魚腦下垂體混合針劑進行試驗，並順利的達到採卵、受精，而孵化出第1尾仔魚，創下了不依賴天然降海型河鰻為催熟對象而成功的先例。然而以鮭、鯉類腦下垂體混合荷爾蒙針劑並非穩定而絕對有效的催熟方法。

本分所在多年的試驗結果均僅能得到外表豐滿，而腹部柔軟，卵徑達 1.0 mm 的成熟雌鰻，但由於未知的因素使得到的卵無法確實達完熟、分離、排卵、受精的階段，而始終為本項試驗的癥結所在。因此，解決此些癥結，探索鰻魚卵巢的成熟機制，當是確立鰻魚人工繁殖技術的首途，亦是本次試驗的重點。

## 材料與方法

### 一、種鰻：

本次實驗所用之種鰻係選取自本分所池中養殖兩年以上，體型肥滿度高，健康情況良好之鰻魚。將雌雄鰻魚分組，分別置於室內 1 噸之塑膠桶中，以鹽度 25 ~ 30 ‰ 之海水，在常溫下，採流水打氣蓄養之。

### 二、人工合成荷爾蒙藥劑之配製：

選取 1,000 g. 之成熟鯉魚，摘取其腦下垂體，經研磨後再與 1,000 I. U. 哥娜荷爾蒙 (Chorinic Gonadotrophin) 混合，溶於 0.4 cc 水溶性 vit. E. 及 0.6 cc 生理食鹽水中。

### 三、實施方法：

雌鰻分四組 (A-D) 每組二尾，各組處理情形分別為：

- |          |           |
|----------|-----------|
| A：平底，遮光。 | C：沙底，不遮光。 |
| B：沙底，遮光。 | D：平底，不遮光。 |

雄鰻一組 (E)，不另附加任何處理。

種鰻自 11 月 24 日起，每週實施背部肌肉催熟注射一次，注射劑量為每公克鰻魚體重注射 1 I. U. 人工合成荷爾蒙藥劑。注射之針器均先以高壓滅菌斧殺菌 25 分鐘，注射前後在注射部位亦先以優碘液塗抹之，以防細菌感染，每週注射時並記錄鰻魚體重之變化情形。當雌鰻腹部急速增大時，以吸管抽取卵巢卵在顯微鏡下觀察油球的狀態，並在適當時機實施人工受精試驗。

## 結 果

本次試驗所設置之沙底環境主要係供鰻魚潛藏之用，其厚度從 3 cm ~ 5 cm 不等。設置遮光設備的目的是為了探討暗光下對鰻魚的催熟是否有影響。

試驗之雌鰻在經多次的人工荷爾蒙催熟注射後，相繼出現腹部膨大、體重增加的現象。Table. 1 所示為各組雌鰻之初體重及經 12 週催熟注射體重變化的情形。Fig. 1 所示則為其增重情形。雌鰻在開始進行催熟注射之初體重並無明顯的增加，甚至有減少的現象。由 Fig. 1 可明顯看出各組雌鰻體重回升並開始呈急速增加的週次；B1, B2, C1 均為第四週，C2 為第五週，D2, D1 分別為第六、第七週，A1, A2 為第八週。

當注射進行到第八週時 B1, D2 兩尾鰻魚由於卵巢發育，腹部膨大，而首先出現脫肛現象。於是利用吸管抽取其卵巢卵檢查之，結果發現大部份均未分離，且多為透明度低的未成熟卵。其後隨著催熟注射的進行脫肛現象更形嚴重 (plate 1.)，且 B2, C2 亦相繼出現脫肛的現象。實驗至第十一週時，發現 A2, B1, D1 與 D2 等鰻之背部出現了異常腫瘤 (plate 2.)。D1 於第十二週死亡，死亡時之 G. S. I. 為 49%。此時以吸管抽取各組雌鰻的卵巢卵做顯微觀察；結果發現一般吸水後呈透明的卵粒可達 0.8 ~ 1.0 mm，但普遍有各型卵粒混雜在一起的現象。其中有細胞質凝集而透明度低；顯然是尚未發育的卵母細胞。還有小型油球分佈在細胞質中的未成熟卵，以及大部份油球已融合為大型油球的過熟卵。卵巢中甚至可發現到已破裂的卵膜。其中可發現到 A 組鰻之卵巢卵發育較均勻，其次為 D 組，B、C 兩組鰻之卵巢卵最不均勻。適時解剖 D2 鰻，測得其 G. S. I. 為 53%，且發現其卵巢卵黏結並無分離的現象。於是試圖以海水洗出部份分離且透明度高的卵粒實施人工受精試驗。但並無發現有任何受精卵產生。至第十三週發現 C1 的體重明顯的下降，於是解剖之做同 D2 的處理，結果

表1 催熟期間，各組雌鰻體重變化情形

Table 1 Variation of body weight of the female eels during induced maturation by weekly injections.

SAMPLE INI. WT.	A1 460	A2 390	B1 380	B2 330	C1 400	C2 360	D1 300	D2 340
WEEKS	DATA OF BOOY WEIGHT							
1.	* 480	400	390	335	420	375	300	330
	**4.35	2.56	2.63	1.52	5.00	4.17	0.00	-2.94
2.	465	388	380	330	400	375	300	335
	1.09	-0.51	0.00	0.00	0.00	4.17	0.00	-1.47
3.	460	380	385	325	410	360	300	333
	0.00	-2.56	1.32	-1.52	2.50	0.00	0.00	-2.06
4.	465	385	385	337	407	380	303	340
	1.09	-1.28	1.32	2.12	1.75	5.56	1.00	0.00
5.	465	385	427	347	425	375	297	340
	1.09	-1.28	12.37	5.15	6.25	4.17	-1.00	0.00
6.	440	375	470	350	477	385	308	342
	-4.35	-3.85	23.65	6.06	19.25	6.94	2.67	0.59
7.	455	377	508	357	565	412	305	400
	-1.09	-3.33	33.68	8.18	41.25	14.44	1.67	17.65
8.	457	365	565	397	593	445	318	440
	-0.65	-6.41	48.68	20.30	48.25	23.61	6.00	29.41
9.	485	390	610	438	640	482	347	457
	5.43	0.00	60.53	32.73	60.00	33.89	15.67	34.41
10.	525	425	620	480	620	510	385	478
	14.13	8.97	63.16	45.45	55.00	41.67	28.33	40.59
11.	565	473	565	520	665	557	425	470
	22.83	21.28	48.68	57.58	66.25	57.50	41.67	38.24
12.	570	497	DEAD	534	620	580	DEAD	KILLED
	23.91	27.44	-	61.82	55.00	61.11	-	-

NOTE: \*BODY WEIGHT.

\*\*WEIGHT GAIN RATE. (WT. GAIN/INI. WT.  $\times 100\%$ ).

亦無發現有任何受精現象。

由於除A1外各組雌鰻均出現脫肛或背部腫瘤的現象。於是在第十三週即停止注射，其後除A1外各組鰻則相繼死亡。而A1之體重於第十五週前尚有上升趨勢，到了第十五週則開始明顯下降，至第二十週體重只有400g，比初體重減少了60g。此時解剖之；發現其卵巢卵大都已崩潰，卵巢內充滿油性物質，顯然是卵膜破裂後所散溢出來的油球組織。

E組雄鰻在經過6-7次的催熟注射後，均可採到精子活力強的精液。

將各組雌鰻前十週之平均增重率加以直線迴歸處理；可清楚地比較出各組之初期增重率。由此得

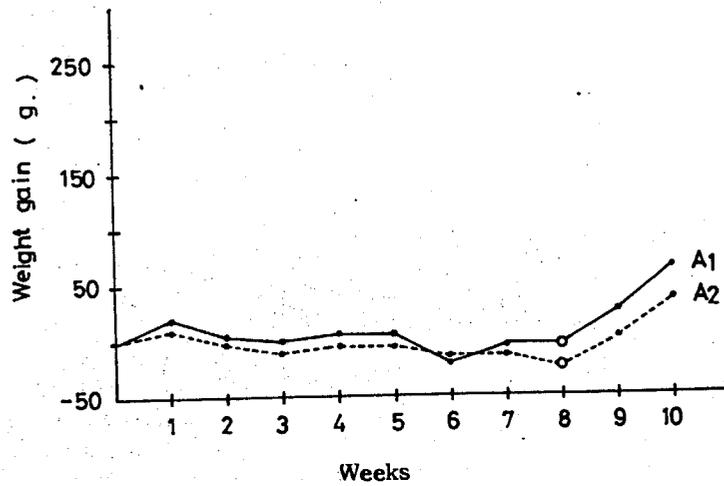


圖 1 - A 催熟初期，A 組雌鰻增重情形

Fig.1-A Variation of weight gain of group A. during the first ten weeks.

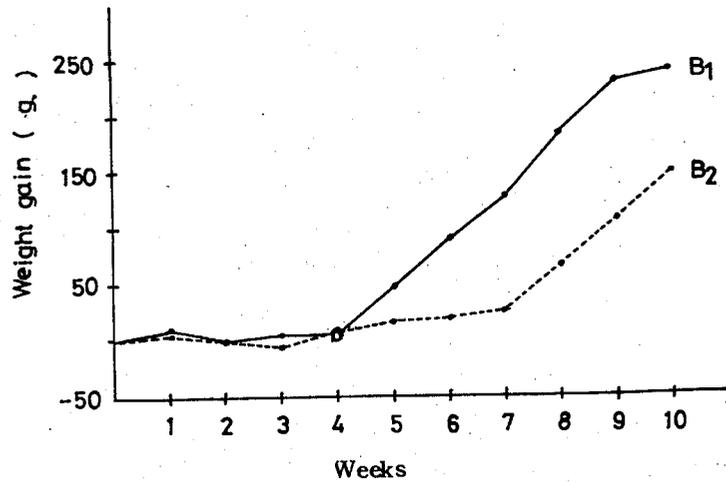


圖 1 - B 催熟初期，B 組雌鰻增重情形

Fig.1-B Variation of weight gain of group B. during the first ten weeks.

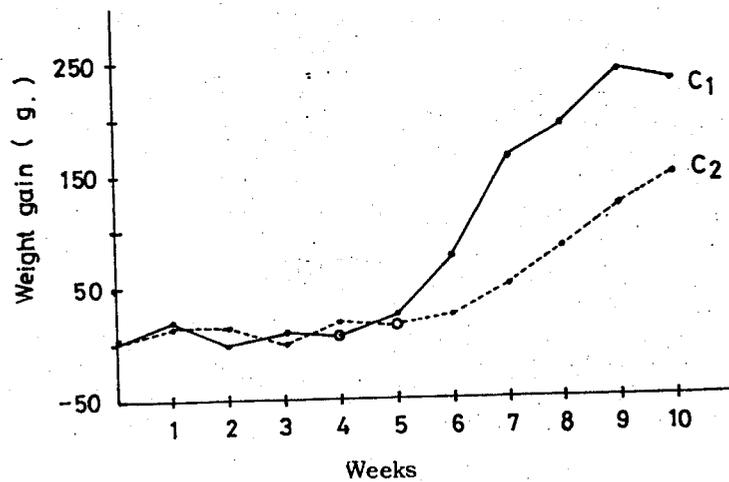


圖 1 - C 催熟初期，C 組雌鰻增重情形

Fig.1-C Variation of weight gain of group C during the first ten weeks.

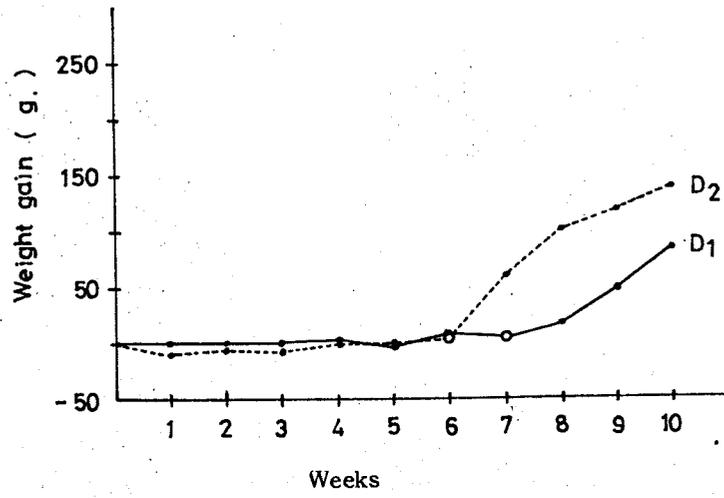
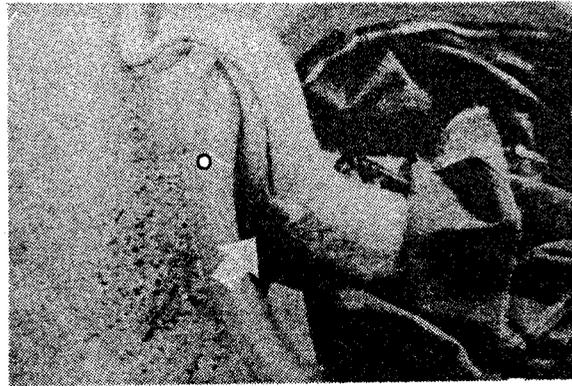


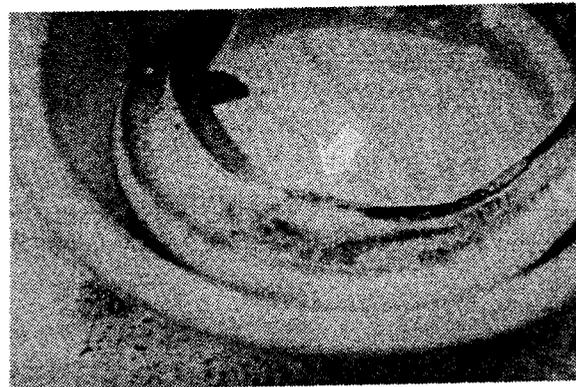
圖 1-D 催熟初期，D 組雌鰻增重情形

Fig.1-D Variation of weight gain of group D during the first ten weeks.



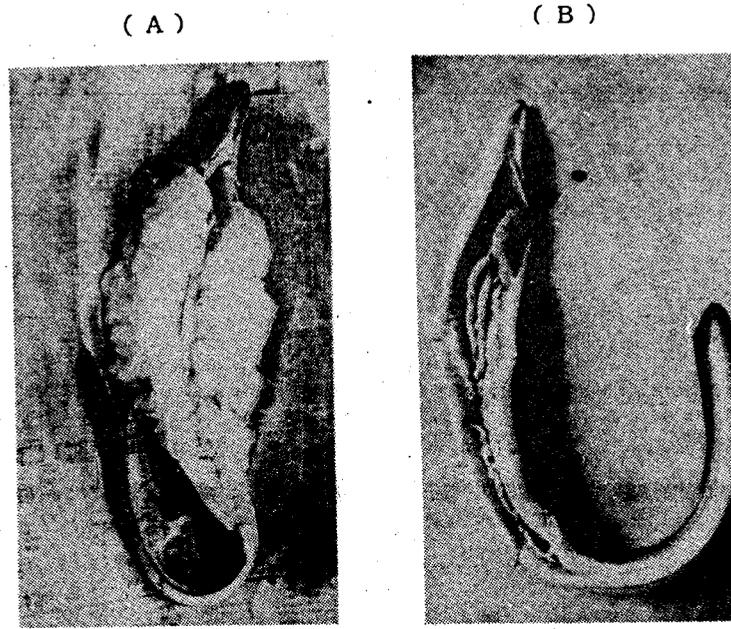
照片 1 雌性種鰻脫肛情形

Plate 1 Anus prolapse of treated female eel.



照片 2 出現於催熟雌鰻背部的腫瘤

Plate 2 Tumour on the back of treated female eel.



照片 3 雌鰻卵巢之比較(A)經過注射催熟(B)未催熟  
 Plate 3 Comparison of the ovary of (A) treated and (B) untreated female eels.

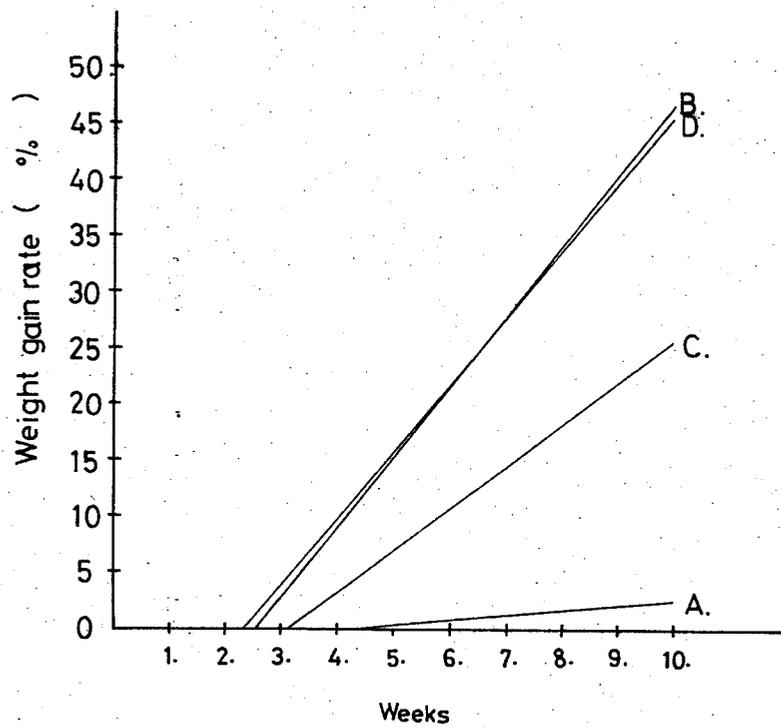


圖 2 各組雌鰻初期增重率之迴歸直線關係  
 Fig.2 Comparison of the four regression lines of primary weight gain rate of female eel.

到A組直線方程式為： $Y_a = 0.41 X_a - 1.6$ ，B組為： $Y_b = 6.26 X_b - 16.07$ ，C組為： $Y_c = 5.92 X_c - 13.85$ ，D組為： $Y_d = 3.71 X_d - 11.68$  (Fig. 2)。比較其斜率 (b)；發現  $B_b > C_b > D_b > A_b$ 。即在前十週各組的平均增重率以B組最為急速，其次C組，再次D組，A組最為緩和。

## 討 論

由實驗結果看來，在催熟過程中含沙底質的B組與C組比在平底的A、D兩組有較早的體重增加及較急速的初期增重率，此或許由於含沙底質可供鰻魚潛藏，避免外界的干擾，又因沙質對鰻體有磨擦刺激的作用，而加速促使其卵巢發育所致。遮光的B組與A組分別有最大及最小的平均增重率，因此判斷暗光下與正常光照下對鰻魚的催熟應無差別。此外；我們發現增重率愈急速者其卵巢的發育愈不均勻，此點與杉本 (1976) 等，郭河 (1979) 等人所發現的相符，其認為在注射初期體重緩和的增加，而在達成排卵前的2~3週體重才顯著增加者，將可採得較佳的成熟卵。正如A組比B組等有較緩和的增重率，而可見到A組有較佳的卵質一樣。

另一方面，杉本 (1976) 等認為卵黃形成終了的成熟卵於細胞質的中心部位有10數個大小類似而彼此分離的油球。而本試驗所採到的不成熟卵即油球之融和尚未達此階段者，而過熟卵即應在排卵後才可見得到的油球融和已達幾個大型油球的階段者。由各項實驗的結果看來，卵巢初期發育呈平穩、緩慢者將有較佳的卵質。可見卵細胞的成熟須要經過一段期間的成熟作用，而後才能達完熟階段。因此試驗之初，鰻魚的成熟度是必須列為考慮的。此外，卵巢的發育可能亦與鰻體的營養狀況有關。蓋於催熟期間鰻魚即行停食，因此在為期十數週的催熟過程中，種鰻生理所須的能量，以及供應卵巢發育所須的養分均靠體內所蓄積者，以至到最後鰻魚顯得非常的衰弱，甚至於卵巢開始崩壞後五週，體重比實驗之初減少了60g。可能由於養分的供應不足而使卵巢發育不良，造成各型卵粒混雜發育的情形。由於一般認為未經降海的鰻魚將無法達到成熟階段，因此如何以有效的方法培育高成熟度的種鰻，並於短期間內達到催熟、催生的目的，將是吾人日後努力的方向。

此次實驗所發現異常的腫瘤，依其發生部位均在背部看來，似乎與注射刺激有關。其發生的原因可能由於長期密集的注射荷爾蒙造成背部肌肉細胞的變性，或是由於注射時引起病菌的感染而造成的。然其真正的原因為何？此亦有待進一步的研究與探討。

## 摘 要

本項試驗乃利用本分所池中所養殖的鰻魚為種鰻進行人工合成荷爾蒙之催熟注射。其結果均能促使各組雌鰻的卵巢發育，而使體重明顯增加，腹部呈豐滿柔軟狀。但如以吸管抽取成熟鰻之卵巢卵檢查之，發現卵粒黏結不易分離，且有各型卵粒混雜發育的情形。大部份雌鰻於腹部充分膨脹後會出現脫肛現象。由實驗的結果看來，在含沙底質的雌鰻比在平底質的雌鰻有較早的體重增加及較急速的初期增重率。此外，我們發現初期增重率愈急速者，其卵粒的發育愈不均勻。本次試驗中部份雌鰻背部出現異常腫瘤，並於發現後一週死亡。

## 謝 辭

本項試驗承蒙李所長燦然博士之鼓勵，本分所各位先進之指導，及全體同仁之協助，謹此一併深致謝忱。

## 參考文獻

1. 余廷基 (1976) · 鰻魚人工繁殖，水試所單行本。
2. 郭河、蔡派財 (1980) · 試驗池中養殖鰻魚人工催熟繁殖，漁友雜誌，3(10)，12-20。
3. 柯榮權、余廷基 (1981) · 池中養殖鰻魚人工催熟試驗，台灣省水產試驗所試驗報告，33，573-579。

4. 賴仲義、余廷基 (1983). 鰻魚人工催熟之試驗研究, 台灣省水產試驗所試驗報告, 35, 139-142.
5. 杉本良郎、武内良雄等 (1976). サケ腦下垂體投與によるウナギ (*A. japonica*), 雌の成熟誘導と成熟卵の油球の状態について。日本北大水産彙報, 27(3,4) 107-120.
6. 松井 魁著 (1972). 鰻學 (生物學的研究篇).