

## 不同孵育方式對吳郭魚繁殖潛力的影響

劉富光·劉嘉剛

### Effect of Different Brooding Methods on Reproductive Potential of *Tilapia Aurea*

Fu-Guang Liu and Chia-Kan Liu

In order to compare the reproductive potential of *T. aurea*, two different hatching conditions, i. e., natural and artificial hatching condition, were conducted for four months. The natural hatching condition is simply to let the eggs be incubated, hatched and the fry released from the mouth of the spawner, whereas the artificial hatching condition is defined as the eggs are removed from the buccal cavity of the female parent soon after each spawning. In this experiment, the optimal sex ratio for reproduction is also determined.

The experimental results are summarized as follows :

1. When the sex ratio of male to female is 1:6, the higher potential fecundity is obtained independently of the brooding condition used.
2. With successive spawnings, the size of the eggs from the same female increases. However, the number of eggs varied greatly.
3. Although the number of eggs has a tendency to increase with the size of female, there is no relation between the size of female and that of eggs.
4. The brooding period of fry is about 13-15 days, and become shorter when the female is shocked by environmental stress.
5. The data show that the spawning intervals of natural hatching is about 32-42 days, and that of artificial hatching is 14-28 days. Therefore, removal of the eggs from the mouth of the female has the effect of reducing the spawning intervals by 16 days.
6. During the 4-month breeding period, the spawning frequency per female of natural hatching and artificial hatching are 2-3 and 2-7 (with the average 4-5), respectively. Thus, the latter could increase at least two spawnings as compared to the former.
7. At the end of this experiment, the total spawnings of natural hatching and artificial hatching are 30 and 47, respectively. It is evident that egg removal has the effect of increasing reproductive potential.

前 言

由於吳郭魚對病害的抵抗力及環境的適應力很強，又屬於雜食性，所以很容易飼養。加以，吳郭魚成長快速，肉質鮮嫩且無暗刺（細骨），較能被一般消費者所接受。因此，有了上述這些優越條件，不但使吳郭魚變成目前本省主要的淡水養殖魚類，也成為世界性的養殖魚種，而被譽為未來世界動物性蛋白質之主要來源<sup>(1)</sup>。

吳郭魚雖然有上述的養殖優點，但是，其早產及多產性，使得池魚放養密度不斷增高，浪費飼料而影響成長，造成養殖上的二大缺點<sup>(1)</sup>。現今世界各國都積極的在研究各種方法，諸如：與掠食性魚混養法；箱網養殖法；人工選別，雜交育成、賀爾蒙處理等之單性養殖法等以抑制吳郭魚的繁殖量，確保吳郭魚的快速成長<sup>(2-10)</sup>。其中較有希望而經濟可行的方法乃係利用賀爾蒙變性種魚以生產全雄性子代的單性養殖法<sup>(1)</sup>。目前雖乃在繼續試驗研究中，然而，在未被實際應用之前，對 *T. Aurea* 的生殖生理應先予瞭解，俾能以人為方式，掌握並控制魚苗的質與量，做為單性養殖研究的先驅，進一步達到大量增產單性魚苗的目的。

本文旨在探究不同孵育方式，對 *T. aurea*，繁殖潛能的影響。希望藉此尋求 *T. Aurea* 最有效的繁殖方法，以提高吳郭魚的質與量，進而提供單性養殖法的研究基礎。

### 材料與方法

選取體長平均在 20 ~ 26 cm 之 *Tilapia aurea*，按 ♂ : ♀ 為 1 : 2, 1 : 4, 1 : 6, 1 : 2, 1 : 4, 1 : 6 之比例，分別放養於本分所 2.5 × 1.5 × 1.0 m 之小型水泥池 6 個，編號依次為 1 ~ 6 號。每天以下雜魚漿及成鰻用配合飼料投餵。編號 4 - 6 之水泥池，為試驗組，每天早晨在投餌前，先觀察母魚口中如有含卵，則將卵取出人工孵化<sup>(11-13)</sup>。編號 1 - 3 之水泥池，為對照組，若發現母魚口中含卵，只記錄，不取出，讓其在口中自然孵化。因魚池不足，故未做重複試驗。

每尾母魚均以不同顏色的圓珠，在背鰭上做標記，以資識別。每次卵取出後，確實記載母魚別。其他卵數，卵徑，產卵日期及魚苗吐出日期等都詳予記錄。

試驗池經常注水以保持清淨水質，水深維持 35 - 60 cm<sup>(11)</sup>，每天注意觀察每池的母魚是否有下顎凹陷，鰓蓋呼吸之開關次數增加，俯視魚之口部加寬變厚，不攝餌等含卵徵兆。撈魚取卵之動作要快而明確，以防魚受驚嚇將卵吐在池底而流失。取卵時，以桶盛水，將魚倒立，用手將其口及鰓蓋打開，以垂直方向上下移動，魚卵即可全部吐出。發現有魚苗，也予捕撈。試驗期間自 5 月 1 日至 9 月 1 日共 4 個月。水溫平均在 25 - 30°C 之間。

### 結 果

5 月 1 日試驗開始，到 5 月 6 日，發現試驗組第 1 次產卵，以後各池也陸續產卵。其情形大致為：1 號池，No. 2 及 No. 2 號母魚，分別產卵 2 次，故 1 號池共有 4 次產卵。2 號池，No. 1 號母魚產 3 次卵，No. 3 號 2 次，No. 4 號 2 次，共有 10 次產卵。3 號池，No. 1 號母魚產 3 次，No. 2 號 2 次，No. 3 號 3 次，No. 4 號 3 次，No. 5 號 2 次，No. 6 號 3 次，一共 16 次產卵。4 號池，No. 1 號母魚產 2 次卵，No. 2 號 3 次，一共 5 次產卵。5 號池，No. 1 號母魚產 3 次卵，No. 2 號 4 次，No. 3 號 4 次，No. 4 號 4 次，共有 15 次產卵。6 號池，No. 1 號母魚產卵 4 次，No. 2 號 3 次，No. 3 號 5 次，No. 4 號 4 次，No. 5 號 4 次，No. 6 號 7 次，一共 27 次產卵。試驗組與對照組的產卵日期、產卵間隔、產卵次數、產卵數及孵育期、吐苗日期等如表 1、2 所示。

自然孵化 3 組試驗中，每尾母魚孵育時間不太一致，最久的為 20 天，最短的 11 天，但大都在 13 - 15 天；亦即二週左右。其產卵間隔差別更大，除了幾尾情形特殊外，一般都在 32 - 42 天範圍內。總產卵次數為 30 次。人工孵化的 3 組試驗中，每尾母魚產卵數目不一，但却顯示較大的魚體有較多的產卵數。如圖 1 所示。同一尾母魚，每次的產卵數目，似乎與產卵次數無關（圖 1）

表 1 自然孵化情況下，吳郭魚不同性比的繁育結果  
 Table 1 Natural hatching results of *Tilapia aurea* at different sex ratio

池別	性別	性比	魚編號	產卵日期 (Spawning date)	(月 month) (日 date)	繁育期	產卵間隔	產卵次數	
Pond No.	(♂:♀)	Sex ratio	fish No.	魚苗吐期 (Fry released date)	(月 month) (日 date)	brooding period (天 days)	Spawning intervals (天 days)	Spawning Frequency	
1	1:2		1	5/18 6/4	7/15 7/31	17. 16.	58.	2	
			2	5/26 6/8	8/13 9/2	18. 15.	79*	2	
2	1:4		1	5/27 6/11	6/30 7/14	8/4 8/15	15. 14. 11.	34. 35.	3
			2	5/20 6/4	7/1 7/13	8/20 9/1	15. 13. 12.	42. 50.	3
			3	6/15 6/18	8/22 9/4	13. 13.	78*	2	
			4	6/29 7/19	8/5 8/19	20. 14.	37.	2	
3	1:6		1	5/10 5/24	6/11 6/20	7/19 8/1	14. 9* 13.	32. 38.	3
			2	5/28 6/12	8/11 8/25	15. 14.	75*	2	
			3	5/18 5/31	6/29 7/13	8/3 8/17	13. 14. 14.	42. 35.	3
			4	5/16 5/31	7/1 7/16	8/28 9/11	15. 15. 14.	46. 58.	3
			5	5/17 5/31	8/6 8/22	14. 16.	81*	2	
			6	5/11 5/24	7/15 7/27	13. 12. 7* 55. 42.		3	

∴ individual Variation. ∴ abnormal conditions, fish was shocked by environmental stress, therefore the fries were released early from the mouth of the parent.



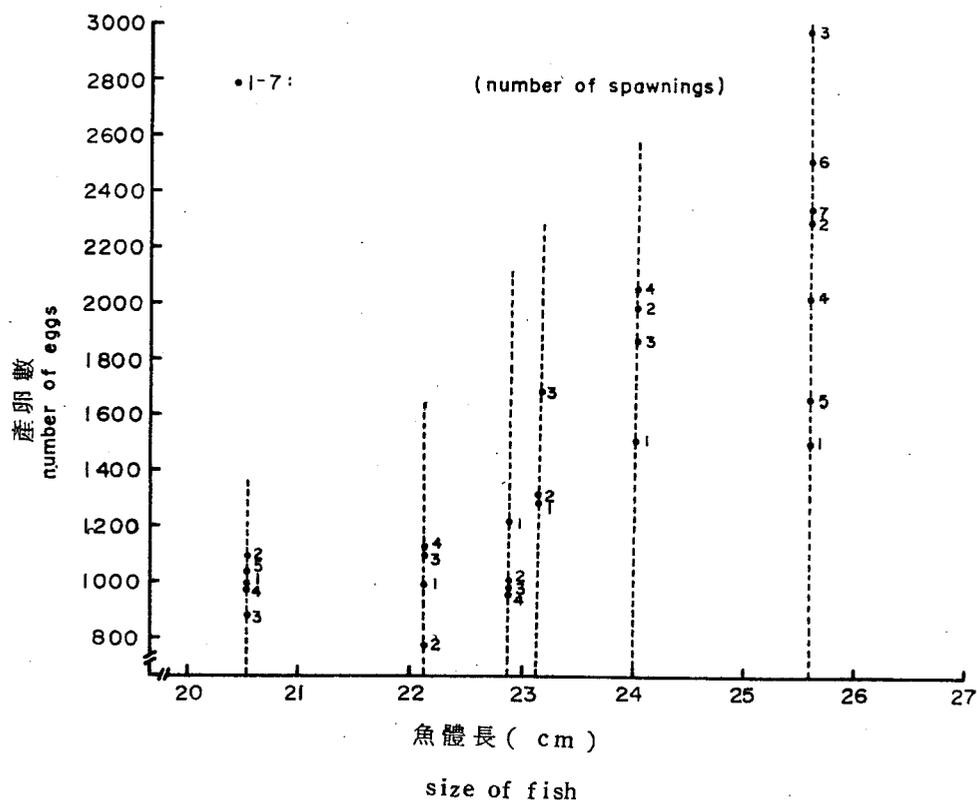


圖 1 吳郭魚體長與產卵數之間的關係 (注意每次產卵, 其卵數之變化情形)  
 Fig. 1 Relationship between number of eggs and size of fish in *T. aurea*  
 (with special notice on the fluctuation of number of eggs in successive spawnings).

，然而，隨產卵次數的增加，其卵徑却有增大的趨勢，惟卵徑大小與魚體大小毫無關係，如表 3 所示。同時，其產卵間隔除幾尾情形特殊外，大體在 14 - 28 天之間，產卵總次數為 47 次。

### 討 論

無論是自然孵化或是人工孵化，產卵總數最多的為雄雌比 1 : 6 的這一組，其餘依次為 1 : 4 及 1 : 2，顯示 1 : 6 有最佳的生殖潛力。此結果與以前本分所做的報告<sup>(14-15)</sup>，稍有出入。可能與試驗期間，是否每天確實觀察母魚含卵有關，若延誤幾天後才發現含卵，則必影響產卵時間，孵育時間，產卵間隔及次數等，因此，要特別小心注意觀察。

同一尾母魚，每次的產卵數都有差異，除了係前報<sup>(16)</sup>所述，受精卵為其他魚所吞食，亦或受到干擾而中斷交配行為等因素影響外，個體差異也是不可忽略的因子。

產卵數與魚體大小有關。一般都有正比關係，即產卵數隨魚體的增大而增加。此結果與 Welcomme<sup>(17)</sup>及 Dadzie<sup>(18)</sup>等之報告相同。此外，吾人發現，產卵次數增加，卵徑也跟着增大，而 Dadzie 在 *Aurea* 之研究報告中，也有同樣的結果<sup>(18)</sup>。卵徑的增大，可能具有傳宗接代的生態意義。

吳郭魚自然孵育的時間，係指自受精卵含入口中至幼苗能自由游動，脫離母體保護並自行覓食為

表3 吳郭魚體長與每次產卵卵徑的大小

Table 3 Size of fish and size of eggs in successive spawnings

魚體長(公分) Size of fish (cm)	魚體長(公克) weight of fish (g.)	卵徑大小(公厘) Size of eggs. (Average in 10 samples) (m.m.)						
		第1次產卵 1st spawning	第2次 2nd	第3次 3rd	第4次 4th	第5次 5th	第6次 6th	第7次 7th
24.0	241.0	2.77 × 2.26	2.91 × 2.25	3.05 × 2.33	3.10 × 2.43			
23.2	177.0	2.50 × 1.97	2.55 × 2.01	2.73 × 2.08				
20.5	138.0	2.22 × 1.81	2.25 × 2.00	2.15 × 1.75	2.42 × 1.95	2.55 × 2.01		
22.1	165.0	2.45 × 1.98	2.58 × 2.00	2.70 × 2.02	2.75 × 2.08			
22.8	155.0	2.79 × 2.12	2.85 × 2.15	2.90 × 2.29	2.94 × 2.35			
25.6	288.0	2.57 × 1.89	2.65 × 1.98	2.70 × 2.05	2.72 × 2.04	2.74 × 2.10	2.87 × 2.21	3.01 × 2.25

止。Lowe<sup>(19)</sup>觀察 *Tilapia leucosticta* 孵育時間為3週左右。而Welcomme<sup>(17)</sup>在相同魚種的觀察中，發現魚苗在孵化後11—15天體長8mm時，開始離開母魚，到體長9.0—11.5mm才全部脫離母體。他認為孵育時間的長短與水溫有關。Baerends等<sup>(20)</sup>指出，*Tilapia natalensis* 之孵育時間為10—12天。本試驗魚孵育時間為13—15天。以上有所孵育時間之所以差異，除了水質、水溫等外在因素外，可能與魚種有關。

自然孵化方式，受精卵在口中孵化後，尚需一段時間在母魚口腔內保育，而在此期間內，其生殖腺成熟度，即GSI值很低，直到仔魚脫離母體，能獨立生活為止，其GSI值，才能回升到“活性成熟期”(Active-ripe stage)<sup>(17)</sup>。因此，到下次產卵時，其間隔時間則較長。反之，人工孵化方式，一發現母魚口中含卵，即予取出人工孵化，對母魚而言，宛如自然孵化時，仔魚脫離母體而獨立營生的情況一樣。如果，此項推論屬實，則人工孵化方式的產卵間隔，就自然縮短了母魚中孵育的時間，亦即縮短約2週左右。由本次試驗結果得悉，人工孵化比自然孵化的產卵間隔平均縮短約16天，顯示與前述推論頗相符合。當然，其他營養，生殖生理的因素也應予考慮。

每尾母魚的產卵次數，也常因魚種的不同而有差別。Aronson<sup>(21)</sup>發現 *Tilapia macrocephala*，每年有1—14次產卵機會；Lowe<sup>(22)</sup>認為東非的5種吳郭魚，在每個繁殖季節裡，產卵3—4次；Cridland<sup>(23)</sup>觀察 *Tilapia esculenta* 每年7次產卵；Fryer<sup>(24)</sup>在 *Tilapia Variabilis*。試驗中，發現8個月內，產卵3—5次；Reidel<sup>(25)</sup>也表示 *Tilapia mossambica* 每季產卵4—5次。本試驗觀察 *T. aurea*，發現在5月初至8月末4個月當中，自然孵化產卵次數為2—3次。9月、10月應還可產卵。所以，與Dadzie<sup>(18)</sup>觀察 *T. aurea* 之結果較相似。

但是，以人工孵化方式，本試驗發現可產卵2—7次，平均4—5次，亦即，在同一季節內，人工孵化比自然孵化平均可增加2次產卵機會。然而，Dadzie<sup>(18)</sup>認為人工孵化雖可縮短產卵間隔至2—3週，但，却不能增加產卵次數，與此次試驗結果有所差別。事實上，有一尾母魚產卵7次，證明人工孵化能增加產卵次數是無可置疑的。可見得，人工取卵時，對母魚而言，能產出一種信號，好像自然孵化時，仔魚離開母體一樣，能促使生殖腺提早發育成熟，如再配合外在因素：適當的水溫，充足的光照，充份的飼料、營養、良好的水質等，相信在這種環境下，在同一繁殖季節內，應該可以增加產卵次數。

此次試驗，自然孵化組，共產卵30次，而人工孵化組，則產47次卵，顯示人工孵化比自然孵化有較高的生殖潛力。

## 摘 要

以自然孵化與發現含卵即取出之人工孵化方式，進行吳郭魚生產力比較試驗。同時，以不同性比，做最佳生殖潛能的探討。試驗期間，自5月1日至9月1日，共4個月。試驗結果如下：

1. 不論是自然孵化或人工孵化，雄：雌為1：6者，有最佳的生殖潛力。
2. 同一尾母魚，每次產卵數差別很大，沒有一定的規律。然而，隨着產卵次數的增加，卵徑跟着增大。
3. 產卵數也隨魚體的增大而增加。但是卵徑大小與魚體大小却無關。
4. 仔魚在母魚口中孵育的時間，約13—15天。但如受驚嚇，可能提早脫離母體。
5. 自然孵化的產卵間隔約32—42天，而人工孵化的產卵間隔則為14—28天。人工孵化較自然孵化、產卵間隔約縮短16天。
6. 自然孵化組，在4個月內，每尾魚產卵次數約為2—3次，而人工孵化則為2—7次，平均4—5次。故而，在同一繁殖季節內，人工孵化比自然孵化，約可增加2次以上機會。
7. 自然孵化組，在4個月內，共產卵30次，而人工孵化組，則產卵47次。顯然人工孵化方式較自然孵化方式，有較高的生殖潛力。

## 謝 辭

本試驗承水試所李所長燦然之鼓勵，行政院農發會袁組長柏偉之支持，以及李博士健全之修正本文，謹此敬申謝忱。又在試驗期間，海洋學院鍾國南同學，屏東農專葉孟然、許文忠同學之協助部份試驗，在此一併致謝。

## 參考文獻

1. 李健全 ( 1979 ) · 吳郭魚單性養殖之理論與實際。中國水產，322，11 - 13。
2. 胡興華譯 ( 1977 ) · 控制吳郭魚過度繁殖的方法。漁牧科學，4，7。
3. 蕭世民 ( 1980 ) · *T. mossambica* , *T. nilotica* , *T. aurea* 及 *T. Eillii* 雜交試驗初報，中國水產，332，3 - 11。
4. 郭河 ( 1970 ) · 吳郭魚雜交育種及飼養試驗。省農林廳「台灣農業季刊」，6 ( 2 )，1 - 10。
5. 劉繼源、邱偉勳、鄧建華 ( 1978 ) · 甲基畢固酮和乙基畢固酮對 *Sarotherodon nilotica* 的性比影響。中國水產，310，15 - 21。
6. Pruginin, Y., S. Rothard, G. wonlfarth, A. Halevy, R-Moav and G. Hulata ( 1975 ) All-male broods of *Tilapia nilotica* × *T. aurea* hybrids. *Aquaculture*, 6, 11 - 21。
7. Guerrero, R.D. III ( 1974 ) . The use of synthetic androgens for production of mono sex male *Tilapia aurea* . Pn. D. Dissertation, Auburn university, Auburn, Alabama. 9799.
8. Clemens, H.P. and T. luslee. ( 1968 ) · The production of unisexual broods of *Tilapia mossambica* sex-reversed with methyltestosterone. *Trans. Am. Fish. Soc* , 97, 18 - 21.
9. Guerrero, R.D. III ( 1975 ) Use of androgens for the production of all-male *Tilapia aurea* . *Trans. Am. Fish Soc.* , 104, 342 - 348。
10. Guerrero, R.D. ( 1976a ) · *Tilapia mossambica* and *P. Zillii* treated With ethyltestosterone for sex reversal. kalikasan, *Philippine J. Biol.* , 5, 187 - 192。
11. Rothbard, S. and pruginin, Y. ( 1975 ) . Induced spawning and Artificial incubation of *Tilapia*. *Aquaculture* , 5, 315 - 321。
12. M. Nussbaum, J. Chervinsky ( 1968 ) · Artificial incubation of *Tilapia nilotica* ., *Bamidgen* 20 ( 4 ) , 120 - 124。
13. 蕭世民 ( 1977 ) · 吳郭魚類受精卵的人工孵化。中國水產，294，14 - 15。
14. 彭鏡州 ( 1980 ) · 不同性比下雌性吳郭魚之生殖力與水旅箱中產卵行為之觀察。水試所69年度工作報告，養3，1 - 6。
15. 陳啓民、劉嘉剛 ( 1981 ) · 吳郭魚生殖力之基礎研究。水試所研究報告，33，523 - 526。
16. 劉富光 ( 1982 ) · 吳郭魚生殖行為的觀察。中國水產，350，21 - 23。
17. R. L. Welcomme ( 1967 ) · The relationship between fecundity and fertility in the mouthbrooding cichlid fish *Tilapia leucosticta*, *T. Zool.*, Lond., 151, 453 - 468.
18. Stephen Dadzie ( 1970 ) · Laboratory experiment on the fecundity and frequency of spawning in *Tilapia aurea*. *Bamidgen*, 22 ( 1 ) . 14 - 18.
19. Lowe, R.H. ( 1957 ) · Observations on the diagnosis and biology of *Tilapia leucosticta* ( Trewavas ) in East Africa. *Revue Zool. Bot. Afr.* 55, 353 - 373.

20. Baerends, G.P. & Baerends - Van Roon, J.M. ( 1950 ) • An introduction to the study of ethology of cichlid fishes. *Behaviour suppl.*, **1**, 1 - 242.
21. Aronson, L.R. ( 1951 ) • Factors influencing the spawning frequency in the female Cichlid fish *Tilapia macrocephala*. *Am. Mus. Novit.*, **1948**, 1 - 26.
22. Lowe, R.H. ( 1955 ) • The fecundity of *Tilapia* species. *E. Afr. agric. J.*, **21**: 45 - 52.
23. Cridland, C.C. ( 1961 ) • Laboratory experiments on the growth of *Tilapia* Spp. The reproduction of *Tilapia esculenta* under artificial conditions. *Hydrobiologia* **18**: 177 - 184.
24. Fryer, G. ( 1961 ) • Observations on the biology of the cichlid fish *Tilapia Variabilis* ( Boulenger ) in the northern waters of Lake Victoria ( East Africa ) . *Revue Zool. Bot. Afr.*, **64**, 1 - 33.
25. Riedel, D. ( 1965 ) • Some remarks on the fecundity of *Tilapia* ( *T. mossambica* , Peters ) and its introduction into Middle Central America ( Wicaragua ) together with a first contribution towards the limnology of Nicaragua. *Hydrobiologia*, **25**, 357 - 388.