

鱮魚自交及分別與武昌魚、草魚雜交之子代 經冷擊處理誘導產生三倍體魚與正常 二倍體魚形態上之比較

余廷基·賴仲義

Morphological comparisons of diploids to triploids
occurred by cold shock on progeny of *Hypophthalmichthys
nobilis* self cross and on hybrids of *Hypophthalmichthys
nobilis* × *megalobrama amblycephala* and *Hypophthalmichthys
nobilis* × *Ctenopharyngodon idella*

Ting-Chi Yu and Jong-Yih Lay

In *Hypophthalmichthys nobilis* X *megalobrama amblycephala* cross, when the eggs were cold-shocked by being held at 4°C water for 15 minutes, beginning at 5 minutes after artificial fertilization, the number of triploids was 3.4 times comparing to that of control group. The morphological or numerical characters of pharyngeal teeth and gill rakers in cross progeny were different from those in parents.

The progenies were very sensitive to shock and even jumped out the pond to death, leading the low survival rates.

In *Hypophthalmichthys nobilis* X *ctenopharyngodon idella* cross, the rate of abnormal fertilized eggs was above 40% and hatching abnormal fry successively died after one week. But, when the fertilized eggs were cold-shocked by being held at 4°C for 15 minutes, the hatching rate increasing 1.625 times, the rate of abnormal fry decreasing 40 times and 76% of fry were triploids.

The morphological characters of progeny were mostly like those of maternal Fish and differences in gill rakers were used for the identification of progeny from parents.

Comparing to diploids, the body weight of triploids was heavier and the intestine of triploids was longer. Identification of triploids from diploids was by the difference in volume of red blood cells.

前 言

本省養殖用魚苗以往概取自同品系之自交或不同品系之什交所育成者，結果發現育成之魚體，其體型有愈來愈小及成長速率較緩之趨勢，究其原因可能係近親自交或什交時所產生之劣勢魚苗所致。為提高單位面積生產量、個體商品價值、縮短養殖期間、增加餌料轉換率及降低養殖成本起見，曾於去年度實施冷擊處理試驗，結果證實紅色鯪魚經冷擊處理後會有三倍體之出現，且其形體與成長率均較未處理者為優之趨勢，然鯪魚之習性特殊，為作更深入探討，故改以鱮魚、草魚、武昌魚等實施什交及冷擊處理，探討其個體成長差異與三倍體之效果。

材料與方法

- 一、種魚：取自池中育成并已成熟之鱮魚、草魚、武昌魚等。
- 二、冷擊處理設備：冷卻器 1 組。
- 三、實驗池：3 m × 6 m × 0.8 m 水泥池六口。
- 四、地點：鹿港分所（彰化縣鹿港鎮海埔里 106 號）。
- 五、處理方法：選取性成熟雌性鱮魚實施人工催熟、採卵，再分別採取雌性鱮魚、草魚、武昌魚等精液予以受精，探討其什交效果。
- 六、冷擊處理：將各組之受精卵分別以清水洗滌後置放 5 分鐘後，再分別以 4℃ 水域處理 15 分、20 分、30 分等，移出放入孵化網內，以常溫（26℃）之地下水孵化，探討其孵化情形。
- 七、仔魚培育：仔魚臍囊消失後，移出室外水泥池中，每池放養 85 尾仔魚，分別飼育至試驗結束後，清池測定分析其成長之差異。
- 八、三倍體之測定：捕取部份試驗魚，實施魚體外觀差異之判別做成記錄後，再自心臟抽血以 wright stain 染色後，以顯微鏡之測微尺量測其長、短軸，按長軸 × 短軸² ÷ 1.91 公式計算其體積（ μm^3 ）判定其是否三倍體。抽血後之魚體則解剖，取出鰓耙、咽喉齒、腸、內臟、脊椎骨等，分別測定做成記錄，供作組織結構差異之分析。

結 果

- 一、雄性鱮魚與雌性鱮魚自交所採之受精卵，以常溫（26℃）地下水孵化之對照組，其孵化率為 98%，畸形率為 0.1%。4℃ 處理 15 分鐘之試驗組，其孵化率為 94%，畸形率為 1%，致於處理 20 分及 30 分者則未能孵化。稚魚經 10 個月室外培育後清池測定結果：對照組平均增加體長 14.18 公分，體重 191.37 公克，生存率 69.4%。試驗組：平均增加體長 15.15 公分，體重 198.4 公克，生存率 68.23（如表 1）。
- 二、雄性武昌魚與雌性鱮魚什交所採之受精卵，以常溫（26℃）地下水孵化之對照組，其孵化率 75%，畸形率 2%。4℃ 處理 15 分鐘之試驗組，其孵化率為 84%，畸形率 0.5%，致於處理 20 分及 30 分者皆未能孵化。稚魚經 10 個月室外培育後清池測定結果，對照組：平均增加體長 17.44 公分，體重 203.4 公克，生存率 56.5%，試驗組：平均增加體長 20.65 公分，體重 281.75 公克，生存率 58.62%（如表 1）。
- 三、雄性草魚與雌性鱮魚什交所採之受精卵，以常溫（26℃）地下水孵化之對照組，其孵化率為 40%，畸形率 40%，生存率 70.58%，4℃ 處理 15 分鐘之試驗組，其孵化率為 65%，畸形率 1%，生存率 71.76%。致於處理 20 分鐘者，其孵化率為 46%，畸形率 15%，然因其他 2 組處理 20 分鐘者皆未孵化，故未列入養殖試驗，處理 30 分鐘者其受精卵逐日壞死而沒有孵化。稚魚經 10 個月室外培育後清池測定結果，對照組：平均增加體長 17.67 公分，體重 264 公克，生存率 70.58

表 1 冷擊處理對受精卵與成長之影響
 Table 1 The influence of cold shock on fertilized eggs and growth of fry.

Item	A		B		C	
	Experiment	Control	Experiment	Control	Experiment	Control
Hatching rate (%)	94	98	84	75	65	40
abnormal fry (%)	1	0.1	0.5	2	1	40
No. of fish stocked	85	85	85	85	85	85
Mean body length (initial) (cm)	7.8	6.32	5.8	4.86	9.25	7.93
mean body weight (initial) (g)	8.9	6.23	4.1	3.8	14.56	10.3
No. of fish harvested	58	59	50	48	61	60
Mean body length (final) (cm)	22.95	20.5	264.5	22.3	27.43	25.6
Mean body weight (final) (g)	207.3	107.6	285.85	207.2	325.7	274.3
Mean body length increased (cm)	15.15	14.18	20.65	17.44	18.18	17.67
Mean body weight increased (g)	198.4	191.37	281.75	203.4	311.14	264
Survival rate (%)	68.23	69.4	58.82	56.5	71.76	70.58

*experiment : 4°C for 15 minutes

A : Hypophthalmichthys nobilis x Hypophthalmichthys nobilis

B : Hypophthalmichthys nobilis x megalobrama amblycephala

C : Hypophthalmichthys nobilis x Ctenopharyngodon idella

%，試驗組：平均增加體長 18.18 公分、體重 311.4 公克、生存率 71.76 % (如表 1)。

四、雄性武昌魚與雌性鱮魚什交育成之子代，依外部形態及內部組織結構來分析，則介於武昌魚與鱮魚之間，然如以肉眼來觀察，外部形態像武昌魚者約佔 97.7 % 像鱮魚者只有 2.3 % 而已 (如表 2)。
 五、雄性草魚與雌性鱮魚什交育成之子代，其外部形態以肉眼判別則全像鱮魚，但如按表 2 所示，則頭寬、鰓耙等則介於草魚、鱮魚之間，其他如頭長、眼徑、體高、腸長、側線鱗、脊椎骨等則較雌親代為長且多，致於咽喉齒則與鱮魚相似為 4, 0。

五、依表 3 所示，經冷擊處理後育成之試驗魚經解剖分析結果有較未處理者為優之現象，如鱮魚自交者，體重與體長比者增加 1.4 倍，腸長與體長比增加 1.03 倍。雄性武昌魚與雌性鱮魚什交者，體重與體長比增加 1.85 倍，腸長與體長比增加 1.03 倍。雄性草魚與雌性鱮魚什交育成者，體重與體長比增加 1.74 倍，腸長與體長比增加 1.07 倍。

六、試驗魚經抽血染色後之紅血球以顯微鏡 1,000 倍觀察其細胞及細胞核之大小，發現三倍體之細胞或細胞核均較二倍體為大，如表 4 所示：鱮魚自交組：冷擊處理之試驗組其細胞體積為 $501.465 \mu\text{m}^3$ ，未處理之對照組為 $318.45 \mu\text{m}^3$ 。細胞核之試驗組為 $11.3 \mu\text{m}^3$ ，對照組為 $7.5 \mu\text{m}^3$ ，二者差異在 1.5 倍以上，惟處理組之三倍體出現率只有 68 % 而已。雄性武昌魚與雌性鱮魚什交組：冷擊處理之試驗組其細胞體積為 $504.334 \mu\text{m}^3$ ，未處理之對照組為 $336.684 / \mu\text{m}^3$ ，細胞核之試驗組為 $1.51 \mu\text{m}^3$ ，對照組為 $10.4 \mu\text{m}^3$ ，二者差異為 1.5 倍，三倍體之出現率試驗組為 85 %，對照組為 25 %。雄性草魚與雌性鱮魚什交組：冷擊處理之試驗組其細胞體積為 $550.43 \mu\text{m}^3$ ，對照組為 $335.76 \mu\text{m}^3$ ，細胞核之試驗組為 $12.3 \mu\text{m}^3$ ，對照組為 $8.4 \mu\text{m}^3$ ，二者差異在 1.5 倍以上，三倍體之出現率只有試驗組 76 % 而已，對照組則未發現有三倍體出現之現象。

討 論

一、以雄性武昌魚、草魚與雌性鱮魚什交，結果證實均能完全受精，但其受精卵隨孵化時間增長而有逐漸壞死之現象，倘若在受精後實施冷擊處理，則孵化率較未處理者為佳，以表 1 之雄性草魚與雌性鱮魚什交組最明顯，不但孵化率增高且畸形率亦有降低之現象。冷擊處理的溫度與時間依魚種不同而稍有差異，例如 Plaice-flounder 什交在 8°C 受精、受精後 15 分鐘以 $0^\circ\text{C} - 0.5^\circ\text{C}$ 冷擊，鯉魚在 20°C 受精，受精後 5 分鐘以 $0 - 2^\circ\text{C}$ 冷擊，河魴與 bitterling 均為受精後 5 分鐘冷擊，泥鰍在 26°C 受精，受精後 4 至 5 分鐘以 1°C 冷擊 1 小時可達 84 % 之倍體。而本實驗所採用之鱮魚、武昌魚、草魚等所什交之受精溫度為 26°C ，受精後 5 分鐘以 4°C 冷擊處理，結果冷擊 10 分鐘與對照組並無多大差異，處理 15 分鐘者，其孵化率有較對照組為佳之趨勢，但處理時間為 20 分鐘者，除雌性草魚與雌性鱮魚什交組雖有 46 % 孵化率及 15 % 畸形率，而其他 2 組均未孵化，故處理 20 分鐘組放棄未採用。致於處理時間在 25 分鐘以上者，各組均未有孵化現象，依本試驗結果得知雌性草魚、武昌魚與雌性鱮魚什交之受精卵其冷擊處理溫度為 4°C 處理 15 分鐘為最理想。

二、養殖期間 (75 年 8 月至 76 年 6 月) 池魚因受驚嚇即會四處亂跳，甚而跳出池外死亡，尤其是雄性武昌魚與雌性鱮魚什交組為最，其生存率只有 56 - 58 %，其次為鱮魚自交組之生存率為 68 - 69 %，雄性草魚與鱮魚什交組之生存率最佳為 70 - 71 % (如表 1)。本養殖池構造係採用循環過濾方式設計，將使用後之廢水經沉澱淨化後再抽取過濾爾後與地下水混合使用，倘若整系列之養殖池中任何一口魚池之養殖魚類罹病即會感染其他養殖魚類，然而在本養殖期間 (冬季) 只有鱮魚自交組罹患白點病，其他各組均未受其感染，依此看來，什交魚類較自交魚類有較強之抗病力，另什交組之體長、體重亦有較自交組為優之趨勢，符合什交強勢之理論。

三、雄性武昌魚與雌性鱮魚什交育成之子代，其外部形態以肉眼觀察有 97.7 % 像武昌魚，只有 2.3 % 像鱮魚。但如將此什交魚與親魚混合則不易以肉眼來判定，惟如以咽喉齒來判定，則明顯而易於區

表 2 鱸魚、草魚、武昌魚、武昌魚♂×鱸魚♀、草魚♂×鱸魚♀等形態之區別
 Table 2 Morphological characters of five different kinds of fish.

Item	Kinds of fish				
	A	B	C	D	E
	Mean* Value	Mean* Value	Mean* Value	Mean* Value	Mean* Value
	ratio to body length	ratio to body length	ratio to body length	ratio to body length	ratio to body length
Body length (cm)	49	48	26	24.5	24
Head length (cm)	14	11.5	5.3	6.5	7
Head width (cm)	7.5	6.1	2.3	2.5	3.3
eye diameter (cm)	1.6	1.5	1.2	1.1	1.2
Snout length (cm)	3.5	3.6	1.6	1.7	1.5
Body height (cm)	12.5	12.1	10.4	7.5	7.2
Body weight (g)	1,086.5	2,148	141.5	215	277
Guts weight (g)	127.5	196	30.5	18	27
Intestine length (cm)	224	102	86	95	176
Scales in lateral line	114	38	55	68	100
No. of vertebrae	35	41	43	42	37
No. of pharyngeal teeth	4,0	5,2	5,4,2	5,3	4,0
No. of gill rakers	右-406 左-450	右-20 左-21	右-13 左-15	右-119 左-118	右-180 左-180

$K = \frac{\text{guttred fish weight}}{\text{length}^3} \times 100$

* : calculated from ten fish

- A: Hypophthalmichthys nobilis
- B: Crenopharyngodon idella
- C: Megalobrama amblycephala
- D: Hypophthalmichthys nobilis x megalobrama amblycephala
- E: Hypophthalmichthys nobilis x ctenopharyngodon idella

表 3 冷擊處理對什交魚形態上之差異

Table 3 Results of cold shock on the morphological characters of three different kinds of fish.

Kind of fish	A			B			C		
	Experiment Mean* Value	control Mean* Value	ratio of body leng.	Experiment Mean* Value	control Mean* Value	ratio of body leng.	Experiment Mean* Value	control Mean* Value	ratio of body leng.
Body length (cm)	19.8	17.8		24.2	24.5		34	24	
head length (cm)	6.0	5.4	0.303	6.1	6.5	0.252	9.5	7	0.292
head width (cm)	3.1	2.6	0.1565	3.0	2.5	0.124	4.4	3.3	0.138
eye diameter (cm)	0.9	1.0	0.045	1.1	1.1	0.045	1.3	1.2	0.05
snout length (cm)	1.3	1.1	0.065	1.6	1.7	0.066	2.5	1.5	0.063
body height (cm)	6.2	5.2	0.313	7.8	7.5	0.322	10.6	7.2	0.3
body weight (g)	14.8	98	7.474	392.5	215	16.219	683.5	277	11.542
guts weight (g)	18	12	k0.231	16	18	k0.113	50	27	k0.195
intestinal length (cm)	192	168	9.696	97	95	4.008	268	176	7.333
Scales in lateral line	106	116	5.353	71	68	2.934	103	100	4.166
No. of vertebrae	36	37	1.818	40	42	1.653	38	37	1.542

$$K = \frac{\text{gurted fish weight}}{\text{length}^3} \times 100$$

* : calculated from ten fish

A: Hypophthalmichthys nobilis x Hypophthalmichthys nobilis

B: Hypophthalmichthys nobilis x megalobrama amblycephala

C: Hypophthalmichthys nobilis x ctenopharyngodon idella

表 4 冷擊處理造成魚類紅血球細胞及細胞核體積之變化
 Table 4 The result of cold shock on nuclear and cell volumes of erythrocytes.

Item	A		B		C	
	Experiment	control	experiment	control	experiment	control
Mean cell volume (μm^3)	501.465	318.45	504.334	336.684	550.43	335.76
difference (times)		1.6		1.5		1.6
Mean nucleus volume (μm^3)	11.3	7.5	15.1	10.4	12.3	8.4
difference (times)		1.5		1.5		1.5
rate of triploidy (%)	68		85	25	76	

A: Hypophthalmichthys nobilis x hypophthalmichthys nobilis

B: Hypophthalmichthys nobilis x megalobrama amblycephala

C: Hypophthalmichthys nobilis x ctenopharyngodon idella

別，因鱸魚咽喉齒只一列四顆牙齒，武昌魚成三列分別為 5，4，2，什交魚成二列為 5，3，三者顯然不同。另鰓耙亦有不同，如鱸魚之鰓耙呈細長條狀且密（右-406 左-450），武昌魚鰓耙短且疏呈三角葉狀（右-13 左-15），什交魚則短密呈三角葉狀（右-119 左-118）。雄性草魚與雌性鱸魚什交育成子代外部形態全像鱸魚，與親代鱸魚之差異不很明顯，尤其是咽喉齒更與鱸魚相同一列四顆，但其鰓耙數則有顯著性差異，因鱸魚鰓耙是長且密而草魚則短且疏（右-20 左-21），什交魚則呈長條狀且密（右-180 左-180），為此咽喉齒及鰓耙可供作分類之依據。

四依據 M. L. Beck 所敘以雄性鱸魚與雌性草魚什交，即可產生三倍體與二倍體之子代，而本試驗以雌性草魚與雌性鱸魚什交育成之子代全為二倍體，但以雄性武昌魚與雌性鱸魚什交所育成之子代却有 25% 之三倍體出現，是否因子代外部形態趨向雄性所致，或是其他因素則有待再行研究探討。

五本冷擊處理試驗所獲得三倍體之成效不明顯，如鱸魚自交組只有 68%，雄性草魚與雌性鱸魚什交組 76%，雄性武昌魚與雌性鱸魚什交組 85%，依據往年經驗鱸魚卵在採卵受精後必須先使其吸水膨脹後再放入孵化吊網內以地下水沖注孵化，而本試驗是受精後 5 分鐘即行移入 4℃ 水域內實施冷擊處理，導致受精卵停止吸水膨脹且有粘聚成塊之現象，俟移入常溫（26℃）孵化時始發現受精卵有部份開始吸水膨脹，但尚有部份吸水膨脹未完全，是否因而影響其三倍體之出現或是冷擊溫度與時間不協調所致，尚須再行探討。

摘 要

一雄性武昌魚與雌性鱸魚什交者可育成健康之子代，且成熟卵在受精後 5 分鐘以 4℃ 冷擊處理 15 分鐘，可提高孵化率 1.12 倍，並可降低畸形率 4 倍，其之倍體出現率較對照組增加 3.4 倍，其子代表外部形態 97.7% 像武昌魚，2.3% 像鱸魚，以咽喉齒及鰓耙可作為與親代鑑別之依據，子代之跳躍能力强，稍受驚嚇即四處亂跳，甚而躍出池外死亡，為引起育成率偏低之最大主因。

二雌性草魚與雌性鱸魚什交之受精卵畸形率高達 40% 以上，孵化之仔魚亦同，且畸形魚飼育一個星期後即相繼死亡，然受精卵以 4℃ 冷擊處理 15 分鐘後，可提高孵化率 1.625 倍，並可降低畸形率 40 倍，三倍體出現率達 76%，子代之外部形態全像鱸魚，以鰓耙之差異可作為與親代鑑別之參考。

三三倍體之魚體，其體重較對照組為重，腸亦較長，對三倍體之鑑別方式可以由紅血球之細胞或細胞核之體積加以判別，亦可依據外部形態之差異區別。

謝 辭

本試驗得以順利進行皆承蒙所長李博士燦然的指導，暨本分所全體同仁齊力協助，尤其是張技師湧泉及李志昌先生之資料提供，整理與討論，謹此致謝。

參考文獻

1. 余廷基、賴仲義 (1987). 冷擊處理誘導紅色鯉魚之倍體之研究。台灣省水產試驗所試驗報告, 43, 165 - 169.
2. J. R. Lassan, W. E. Laton (1984). Morphological comparisons of diploid grass carp, *Ctenopharyngodon idella* x *Hypophthalmichthys nobilis* J. Fish Bio, 25, 269 - 278.
3. M. L. Beck and L. J. Biggers (1983). Erythrocyte measurements of diploid and

- triploid *Ctenopharyngodon idella* x *Hypophthalmichthys nobilis* hybrids *J. Fish Biol.* **22**, 497 - 502.
4. P. Y. Berry and M. P. Low (1970). Comparative studies on Some Aspects of the Morphology and Histology of *Ctenopharyngodon idella*, *Aristichthys nobilis* and their Hybrid (cyprinidae) *Copeia*, **4**.
 5. J. R. Cassani and W. E. Caton (1986). Growth Comparisons of Diploid and Triploid Grass Carp under varying conditions. *The progressive Fish-culturist*, **48**, 184 - 187.
 6. R. F. Lincoln and A. P. Scott (1984). Sexual maturation in triploid rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *J. Fish, Biol*, **25**, 385 - 392.
 7. Y. D. Lou and C. E. Purdom (1984). Diploid gynogenesis induced by hydrostatic pressure in rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *J. Fish, Biol*, **24**, 665 - 670.
 8. B. Truscott, D. R. Idler, R. J. Hoyle and H. C. Freeman (1986). Sub-Zero Preservation of Atlantic Salmon sperm, *J. Fish Res. Bd. Canada*, **26(2)**, 363 - 372.
 9. J. Gervai, T. Marian, Z. Krasznai, A. Nagy and V. Csanyi (1980). Occurrence of aneuploidy in radiation gynogenesis of carp, *Cyprinus carpio*. *L. Fish, Biol* • **16**, 435 - 439.