

紅色吳郭魚育種改良研究

紅色吳郭魚什交種性狀變異之探討

郭河·蔡添財

Study on the Genetic Improvement of Red Tilapia—The Characteristic Variation of Red Tilapia Hybrids

Ho Kuo and Tian-Tsair Tsay

The morphometric meristic and serum electrophoretic characteristics of red tilapia hybrids are measured and compared with their parental species.

The morphometric and meristic measurements revealed the hybrids of two pure strains lay intermediate between their parental species, but the offspring of two hybrids displayed more or less similar body type to those parental species.

The F_1 hybrids of pure *S. nilotica* with *S. hornorum* or *S. aurea* all appear the same serum esterase E_1 and E_2 bands as pure *S. nilotica*.

The serum protein of red tilapia hybrids and their parental species displayed a high polymorphism, there were no patterns similar to other species.

It was found the number of major bands of hybrids was less than their parental species.

前 言

由於吳郭魚類飼養容易不需特別技術，且可利用人類的廢棄物高密度的養殖，足為將來人類動物性蛋白質最容易得到的來源，其發展潛力非常好。紅色吳郭魚由於其外表美觀，蛋白質成份高，可成為將來發展之新魚種（郭 1983）。故已為今日業界主要研究探討之魚類對象。在本省吳郭魚養殖開發成功的奇蹟過程中什交育種佔著很重要的地位，福壽魚、單雄性吳郭魚等（郭 1983），故探討紅色吳郭魚類亦需由什交育種著手以求穩定成長快速的優良品系，足供推廣應用。

多數魚類之生殖是將卵產於水中然後受精孵化Karl et al (1977)，故品種間之什交情形較之陸上的動物及鳥類容易。口孵性的吳郭魚類由於生殖習性相近，天然什交之情形非常普遍Giora et al (1981) 品種間的界限逐漸消失，容易混淆。至目前為止對吳郭魚類的許多遺傳特性尚未完全明瞭Lovshin (1982)。Moav et al (1976) 首先利用形質及生化遺傳特徵 (Biochemical genetic markers) 來研究遺傳的特性，Avtalion (1982) 亦利用生化、電泳、免疫等方法來探討純品系以生產單雄性子代。本試驗主要目的在進行紅色吳郭魚人為什交過程中同時探討什交品種及親魚種間形質及生化組成上之差異，藉能提供爾後選種之參考。

材料與方法

本試驗所用之紅色吳郭魚 (Red Tilapia)、尼羅魚 (*S. nilotica*)、歐利亞 (*S. aurea*) 及白色吳郭魚 (White Tilapia) 為經多年選種交配而來。賀諾魯 (*S. hornorum*) 為民國 71 年由哥斯答黎加進口養成之第一子代。

魚體形質之測定依 Lagler et al (1977) 所述之方法進行，測定魚體數為 30 尾。

電泳所用之血清蛋白為自魚體口腔用針筒由心臟球中抽取、採血後利用離心機以 3,000 rpm 離心 30 分鐘，抽取上澄液用蒸餾水稀釋 1 倍，並於樣品中添加 40% 之蔗糖及 0.5% 濃度之 Bromophenol blue 液。

血清脂酶 (serum esterase)、血清蛋白 (serum protein) 之電泳以吳 (1983) 羅 (1982) 為依據，分別以 7.5% 及 5.5% 之 Polyacrylamide gel 以 vertical slab gel apparatus (glass plate 16 × 14 × 0.1 cm) 進行，於冰箱中 (4 ~ 5 °C)、400 V、5 MA 進行 8 小時。血清脂酶在電泳過後以 0.2M phosphate 緩衝液、pH = 6.5 及 N-propanol, 1% α-Naphtyl acetate, 1% β-Naphthyl acetate 之混合液中作用並以 Fast Garnet GBC blue 染色呈棕色帶。血清蛋白於電泳之後以 1% Coomassie brilliant blue 染色呈藍色帶。染色以後均以 7.5% glacial acetic acid 清洗多餘之染料，最後用蒸餾水清洗、照相保存之。

血清蛋白最後以 Gelman Desitometer 分析各呈色帶之濃度及相對比例。Scan length 為 120mm、Light wave length 為 425mm, slit size 為 0.1 × 5mm。

結 果

一、形質：

紅色吳郭魚什交種與親魚種之形質均有差異存在如表 1 所示。各形質與體長之比如表 2，各組之間均有差異存在。BD/BL 之比值介於 0.3796 與 0.3241 之間以紅色吳郭魚，紅色吳郭魚雌 × (尼羅魚雌魚 × 歐利亞雄魚) 之單雄性魚及紅色雌魚 × 歐利亞雄魚之什交種等比值較高。以賀諾魯純種之比值較低，0.3241，歐利亞純種比值亦低僅 0.3326。HL/BL 之比值介於 0.3058 與 0.3375 之間，以賀諾魯純種最高，次為紅色吳郭魚以紅色雌魚 × (尼羅魚雌魚 × 歐利亞雄魚) 雄魚及尼羅魚雌魚 × 歐利亞雄魚 2 組什交種較低。PL/BL、DS/BL、AS/BL 等之比值均顯示紅色吳郭魚及紅色雌魚 × 歐利亞 2 組較高，而以賀諾及紅色雌魚 × 白色雄魚者較低。AS/DS 值以歐利亞最高 0.8758，而以白色種最低 0.7359。各形質與頭長之比如表 3 所示。S/HL 及 M/HL 比值均以賀諾魯純種最高，而以紅色雌魚 × 歐利亞雄魚及紅色雌魚 × 白色雄魚之比值最低。E/HL 以白色最高尼羅魚純種最低。DS/HL 及 AS/HL 之比值以紅色雌魚 × 歐利亞雄魚最高，而以賀諾魯純種最低。其他體色、雌雄比例及紅色比例均見另報郭等 (1983)。

二、電泳型圖：

(一) 血清脂酶 (serum esterase)：

其結果如表 4 及圖 1 所示：

S. nilotica 顯示 E_1 及 E_2

S. aurea 顯示 E_1

S. hornorum 顯示 E_2

R (♀) × R (♂)、R (♀) × White (♂)、*S. nilotica* (♀) × *S. aurea* (♂)、White (♀) × White (♂) 均顯示與尼羅魚相同的基因帶 E_1 及 E_2 。R (♀) × White (♂) 偶而僅出現 E_1 帶。

R (♀) × (*S. nilotica* ♀ × *S. aurea* ♂) 顯示出 E_1 ，偶而 E_1 及 E_2 同時出現，但 R (♀)

表1 紅色吳郭魚什交種及其親魚種各形質之比較

Table 1 Comparison of some meristic characters of red tilapia hybrids and its parental spp.

Species	BL	BD	HL	DF	AF	GR	LS	ALS	BLS
nilotica	26.12	9.62	8.12	XVI-XVIII, 12-14	III-IV, 10-11	27-32	$\frac{20-24}{12-16}$	4-5	6-7
aurea	20.06	6.67	6.43	XV-XVI, 11-13	III, 9-10	27-29	$\frac{19-22}{11-13}$	4-5	6-8
R × R	21.94	8.01	7.06	XVI-XVIII, 11-13	III-V, 10-11	26-30	$\frac{21-23}{12-17}$	5-6	5-8
R × white	20.94	7.48	6.66	XV-XVIII, 12-15	III-IV, 10-12	25-32	$\frac{21-23}{14-17}$	5-6	4-7
R × (nilotica × aurea)	24.55	9.15	7.51	XV-XVII, 12-14	III, 10-11	26-30	$\frac{18-23}{13-17}$	4-5	4-7
hornorum	19.38	6.28	6.54	XV-XVII, 11-14	III, 10-11	25-29	$\frac{20-22}{12-16}$	5-6	4-7
nilotica × aurea	23.00	8.37	7.09	XVI-XVII, 12-13	III, 9-11	26-30	$\frac{19-23}{12-16}$	5-6	7-8
white × white	20.36	7.31	6.67	XV-XVII, 12-14	III-IV, 10-12	26-31	$\frac{20-24}{13-20}$	5-6	4-10
R × hornorum	22.69	7.91	7.46	XVI-XVII, 12-13	III, 10-11	26-30	$\frac{20-22}{13-17}$	5-6	5-8
R × aurea	22.10	8.21	6.94	XVI-XVII, 12-14	III, 9-11	27-31	$\frac{21-24}{15-20}$	5-6	5-8

DF : Number of dorsal fin. ALS : Scales above lateral line.

BL : Standard body length. AF : Number of anal fin. BLS : Scales below lateral line.

BD : Body depth. GR : Gill ranker count.

HL : Head length. LS : Scales in lateral line.

表2 紅色吳郭魚什交種其親魚種各形質測定值與標準體長及臀棘長之比的比較
 Table 2 Comparison of morphometric measurements of red tilapia hybrids and its parental spp. as ratio of standard body length or dorsal spine length.

Species	BD/BL	HL/BL	PL/BL	DS/BL	AS/BL	AS/DS
nilotica	0.3682	0.3109	0.3349	0.1273	0.1094	0.8590
aurea	0.3326	0.3203	0.3436	0.1271	0.1113	0.8758
R × R	0.3796	0.3346	0.3657	0.1516	0.1253	0.8269
R × white	0.3574	0.3181	0.3340	0.1250	0.0999	0.7994
R × (nilotica × aurea)	0.3728	0.3058	0.3464	0.1320	0.1111	0.8420
honorum	0.3241	0.3375	0.3068	0.1288	0.1030	0.7997
nilotica × aurea	0.3639	0.3081	0.3504	0.1375	0.1170	0.8504
white × white	0.3591	0.3274	0.3467	0.1463	0.1077	0.7359
R × honorum	0.3487	0.3286	0.3310	0.1437	0.1147	0.7986
R × aurea	0.3716	0.3140	0.3706	0.1517	0.1206	0.7949

BL : Standard body length.

PL : Length of pectoral fin.

BD : Body depth.

DS : Length of last dorsal spine

HL : Head length.

AS : Length of 3rd anal spine.

表3 紅色吳郭魚什交種及其親魚種各形質測定值與頭長之比的比較
 Table 3 Comparison of morphometric measurements of red tilapia hybrids and its parental spp. as ratio of head length.

Species	S/HL	E/HL	M/HL	DS/HL	AS/HL
nilotica	0.3527	0.1886	0.2130	0.4096	0.3518
aurea	0.3786	0.2085	0.2173	0.3968	0.3475
R × R	0.3850	0.1974	0.2069	0.4530	0.3746
R × white	0.3599	0.2095	0.2062	0.3897	0.1115
R × (nilotica × aurea)	0.3825	0.2019	0.2115	0.4315	0.3634
honorum	0.4455	0.2023	0.3038	0.3818	0.3053
nilotica × aurea	0.3669	0.2117	0.2103	0.4464	0.3796
white × white	0.3798	0.2163	0.2211	0.4469	0.3289
R × honorum	0.4149	0.1924	0.2410	0.4371	0.3491
R × aurea	0.3429	0.2107	0.2158	0.4831	0.3840

HL : Head length

DS : Length of last dorsal spine.

S : Snout length

E : Eye diameter.

M : Mouth width

AS : Length of 3rd anal spine.

表4 什交紅色吳郭魚及其親魚種血清脂酶之比較

Table 4 A comparison of serum esterase pattern in 5.5% polyacrylamide gels of red tilapia hybride and ite parental species.

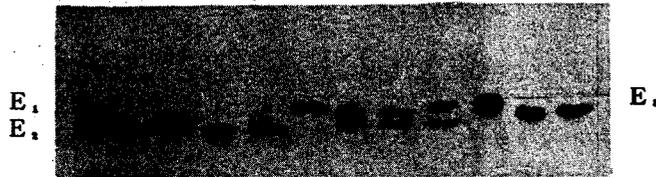
Species	Esterase Bands		
	1	2	3
<i>S. nilotica</i>	-	+	+
<i>S. aurea</i>	-	-	+
R × R	-	+	+
R × white	-	+	+
R × (<i>S. nilotica</i> × <i>S. aurea</i>)	-	p	+
<i>S. hornorum</i>	+	-	-
<i>S. nilotica</i> × <i>S. aurea</i>	-	+	+
white × white	-	+	+
R × <i>S. hornorum</i>	+	p	+
R × <i>S. aurea</i>	-	-	+

(+) appearance in all individual tested.

(-) not present.

p. present in some individuals.

(-)



(+)

圖1 電泳血清脂酶圖。由左至右分別為(1)尼羅魚(2)歐利亞(3)紅色吳郭魚(4)紅色雌×白色雄(5)紅色雌×(尼羅雌×歐利亞雄)單雄性(6)賀諾魯(7)尼羅雌×歐利亞雄(8)白色種(9)紅色雌×賀諾魯雄(黑色)(10)紅色雌×賀諾魯雄(紅色)(11)紅色雌×歐利亞雄(紅色)(12)紅色雌×歐利亞雄(黑色)。

Fig. 1 Electrophoretic patterns of Red Tilapia hybrids and its parental species in 7.5% polyacrylamide gel of serum esterase bands. Individual illustrated (from left to right) are (1) *S. nilotica* (2) *S. aurea* (3) Red Tilapia (4) R♀ × white ♂ (5) R♀ × (*S. nilotica* ♀ × *S. aurea*) ♂ (6) *S. hornorum* (7) *S. nilotica* ♀ × *S. aurea* ♂ (8) white Tilapia (9) R♀ × *S. hornorum* ♂ (black) (10) R♀ × *S. hornorum* ♂ (red) (11) R♀ × *S. aurea* (red) (12) R♀ × *S. aurea* (black)

× *S. aurea* ♂ 僅顯示 E_1 帶。

$R(\text{♀}) \times S. hornorum$ ♂ 主要出現 $E_1 + E_2$ ，偶而顯示出 E_2 及 E_3 。

(二) 血清蛋白質 (Serum protein) :

結果如圖 2 及圖 3 及圖 4 所示。

可以看出血清蛋白各組之間均不相同，其變異性很大。不但各魚種之間不同，什交子魚與親魚之間亦有相當大的差異存在。

各組血清蛋白出現的峰帶由 16 ~ 32 不等如圖 4。

歐利亞純種出現主要峰帶是：1、2、10、11、14、16、18、19。

紅色吳郭魚主要的峰帶為：1、2、5、10、13、16、17、20。

紅色雌 × 白色雄主要峰帶有：1、6、13、14、15、17

紅色雌 × (尼羅魚雌 × 歐利亞雄) 雄主要峰帶有：1、2、3、4、11、12。

賀諾魯純種主峰帶是：1、2、4、10、14、21、22、23、25、26。

尼羅魚雌 × 歐利亞雄主要峰帶是：1、4、8、10、17。

白色種主要峰帶是：1、2、7、23、24、25、27。

紅色雌 × 賀諾魯雄之黑色子代主要峰帶是：1、3、5、8、17、19。

紅色子代主要峰帶是：1、2、3、19、20、21。

紅色雌 × 歐利亞雄之紅色子代主要峰帶是：1、3、11。

黑色子代主要峰帶是：1、2、5、11、13、15。

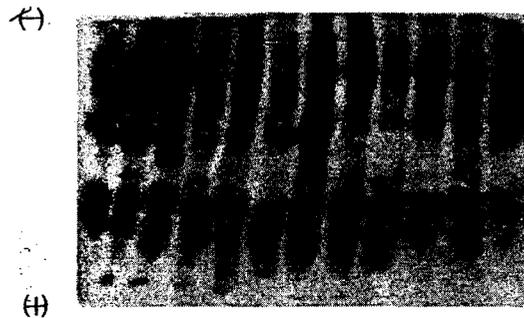


圖 2 電泳血清蛋白。由左至右分別為(1)尼羅魚(2)歐利亞(3)紅色吳郭魚(4)紅色雌 × 白色雄(5)紅色雌 × (尼羅魚雌 × 歐利亞雄) 單雄性(6)賀諾魯(7)尼羅魚雌 × 歐利亞雄(8)白色種(9)紅色雌 × 賀諾魯雄 (黑色) (10)紅色雌 × 賀諾魯雄 (紅色) (11)紅色雌 × 歐利亞雄 (黑色) (12)紅色雌 × 歐利亞雄 (紅色)

Fig. 2 Photogram of serum protein of Red Tilapia hybrids and their parental species in 5.5% polyacrylamide gel. Individual illustrated (From left to right) are (1) *S. nilotica* (2) *S. aurea* (3) Red Tilapia (4) $R \text{♀} \times \text{white } \text{♂}$ (5) $R \text{♀} \times (S. nilotica \text{♀} \times S. aurea) \text{♂}$ (6) *S. hornorum* (7) *S. nilotica* ♀ × *S. aurea* ♂ (8) White Tilapia (9) $R \text{♀} \times S. hornorum$ (black) (10) $R \text{♀} \times S. hornorum$ (red) (11) $R \text{♀} \times S. aurea$ (black) (12) $R \text{♀} \times S. aurea$ ♂ (red).

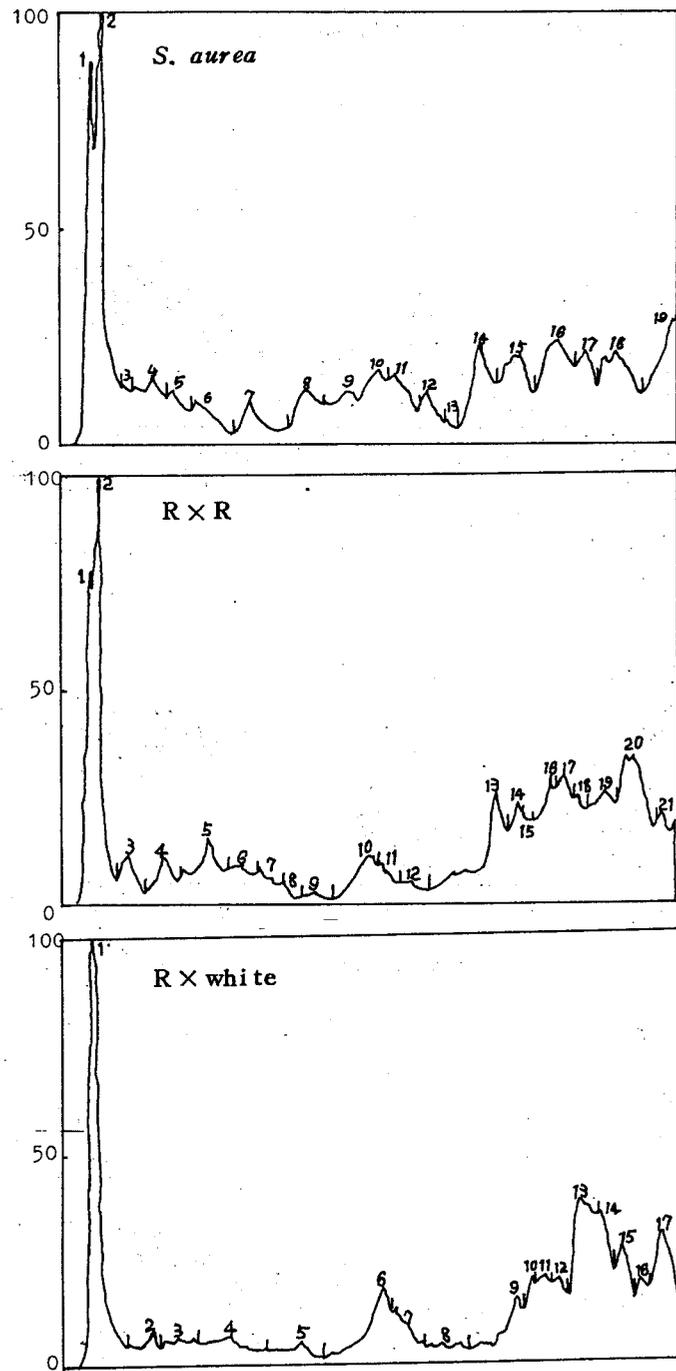


圖3 紅色吳郭魚及其親魚種電泳血清蛋白濃度圖

Fig. 3 The densitometric scan of electrophoretic patterns of serum protein of Red Tilapia hybrids and its parental species

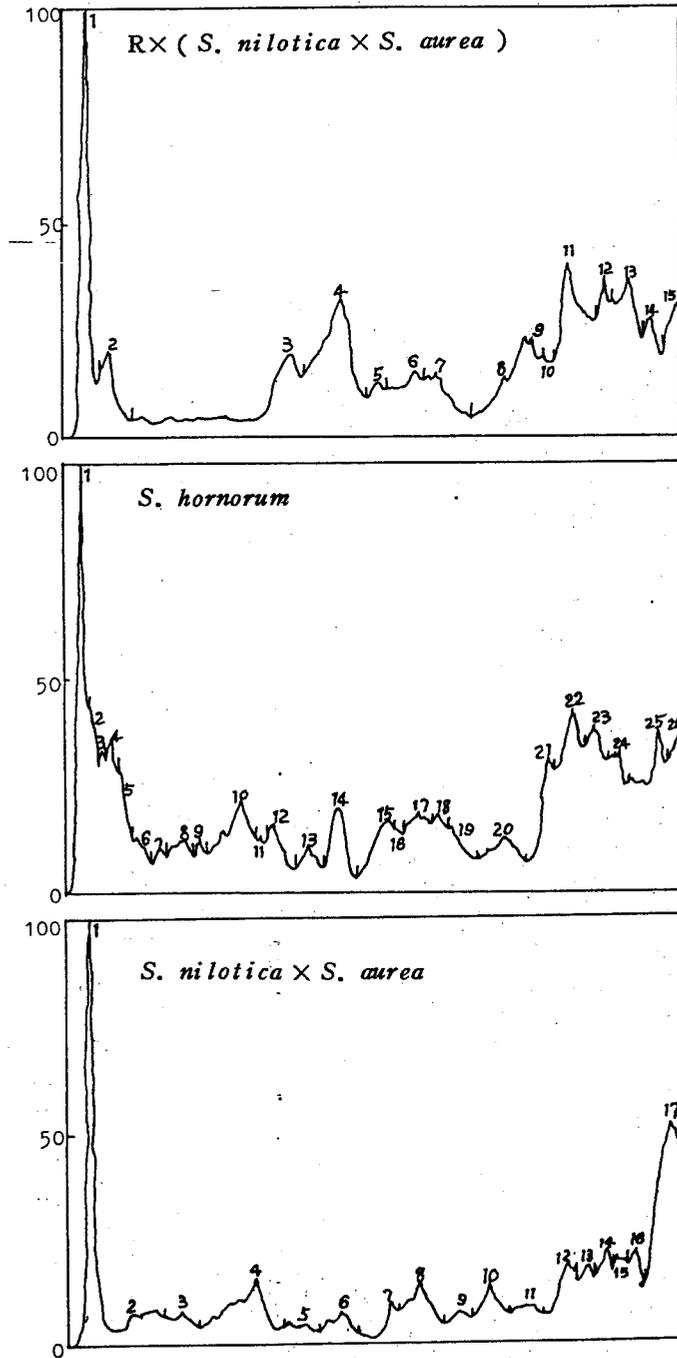


圖 3 續

Fig. 3 continued

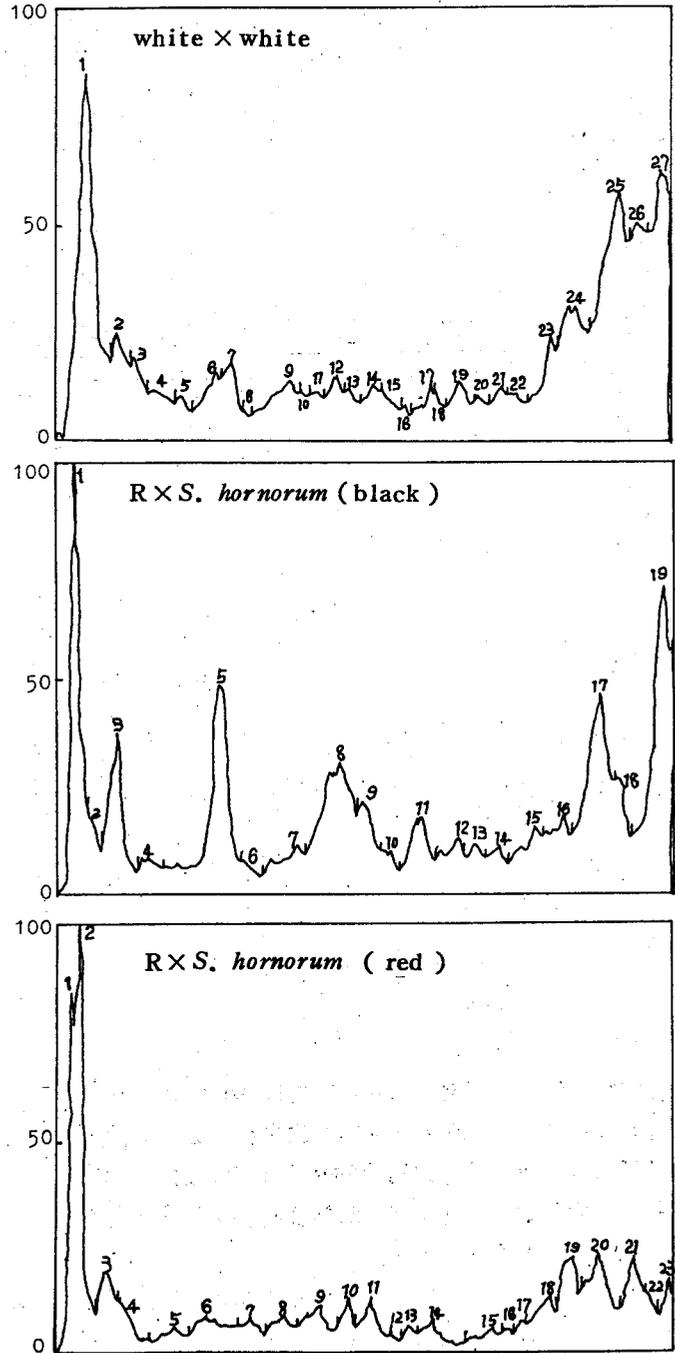


圖3 續
Fig. 3 continued

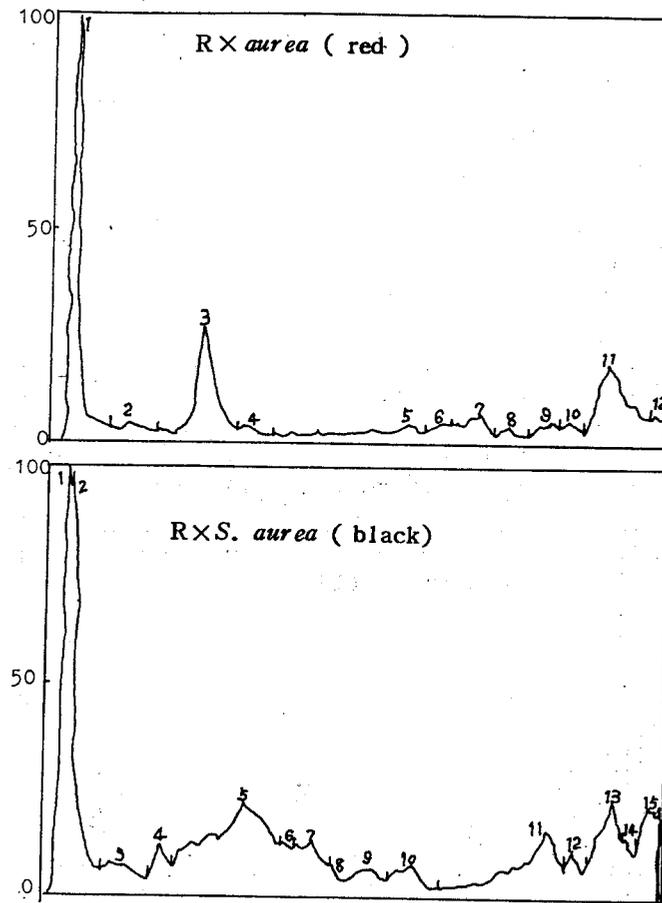


圖 3 續
Fig. 3 continued

討 論

一形質：

一般而言什交種之形質等性狀會趨向於二親魚種之間Keenleyside et al (1973)。什交種之子代遺傳性狀較複雜Karl et al (1977)。本試驗之結果亦是如此，如圖5所示，尼羅魚雌魚×歐利亞雄魚其背鰭及臀鰭軟條以及鰓耙數明顯的介於2純種親魚之間。其他各組什交種則顯示出形質增多之趨向如紅色雌×白色雄其背鰭、臀鰭軟條及鰓耙數均明顯的較親魚為高，紅色雌×賀諾魯雄、紅色雌×歐利亞雄亦同樣有增加之勢。

紅色雌×(尼羅魚雌×歐利亞雄)，其什交子代除臀鰭外，背鰭及鰓耙數增加之勢較不明顯。其他形質之比如BD/BL、HL/BL、S/HL、M/HL、表2及表3可以顯示出賀諾魯及白色種體高較小頭較長之體型，尼羅魚及歐利亞種頭較小，體高較大，紅色吳郭魚則屬於頭平斜體高大，口小之體型，但其什交種如紅色雌×賀諾魯雄則明顯的不論純種間或什交種之子代均趨向於中間性之體型。

二電泳性狀：

由於尼羅魚雌×歐利亞雄，紅色吳郭魚，紅色雌×白色雄以及白色種血清脂酶之電泳帶均出現

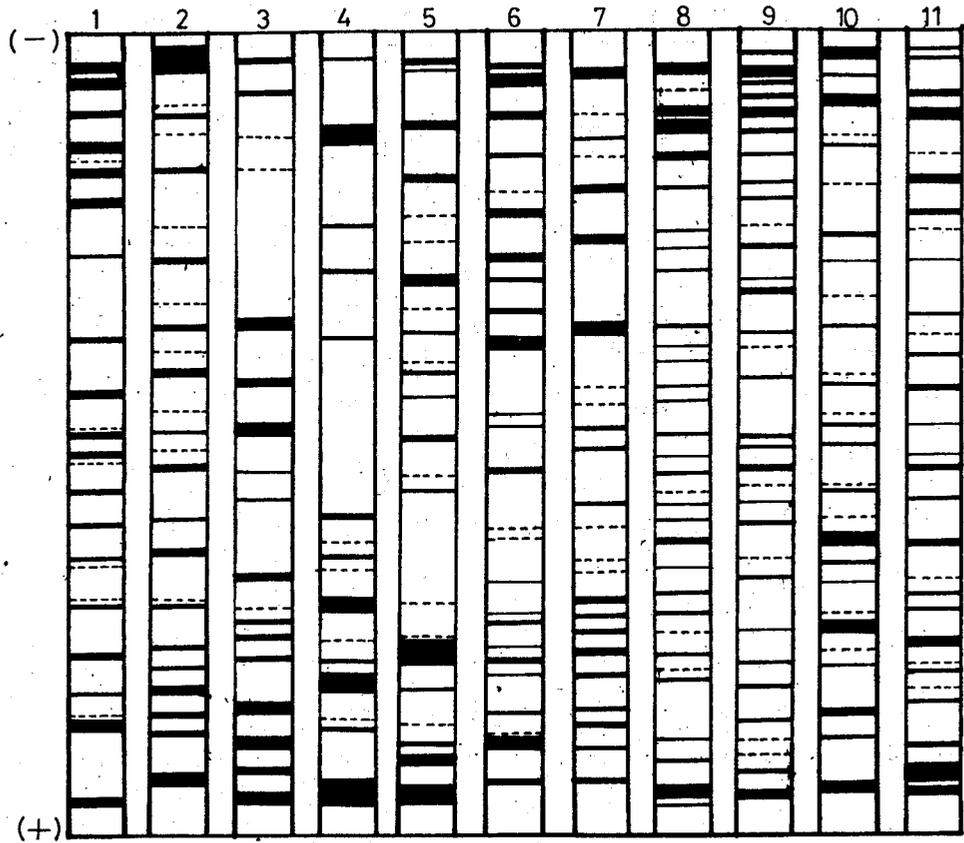


圖 4 血清蛋白描繪圖：(1)歐利亞純種(2)尼羅魚雌×歐利亞雄(3)紅色雌×(尼羅魚雌×歐利亞雄)(4)紅色雌×歐利亞雄(紅色)(5)紅色雌×歐利亞雄(黑色)(6)紅色吳郭魚(7)紅色雌×白色雄(8)白色種吳郭魚(9)賀諾魯純種(10)紅色雌×賀諾魯雄(黑色)(11)紅色雌×賀諾魯雄(紅色)。

Fig. 4 Schematic diagram of electrophoretic patterns of serum protein.

- (1) *S. aurea* (2) *S. nilotica* ♀ × *S. aurea* (3) Red tilapia × (*S. nilotica* × *S. aurea*) ♂ (4) Red tilapia ♀ × *S. aurea* ♂ (red)
 (5) Red tilapia ♀ × *S. aurea* ♂ (black) (6) Red tilapia (7) Red tilapia ♀ × white tilapia ♂ (8) white tilapia (9) *S. hornorum*
 (10) Red tilapia ♀ × *S. hornorum* ♂ (black) (11) Red tilapia ♀ × *S. hornorum* ♂ (red)

E_1 及 E_2 與純種尼羅魚相同。紅色雌×歐利亞雄以及紅色雌×(尼羅魚雌×歐利亞雄)之什交種出現 E_1 ，後者偶而出現 E_1 及 E_2 與歐利亞純種相同，紅色雌×白色雄什交種，如果白色雄為歐利亞純種之 F_1 時亦會出現 E_1 帶。而賀諾魯純種出現 E_2 帶，但紅色雌×賀諾魯雄則出現 E_1 及 E_2 2 帶偶爾出現 E_1 及 E_2 2 帶，可見什交種所呈現之血清脂酶遺傳性狀並不一定介於二親種之間，而是接受遺傳性狀較強之親魚種，本試驗之結果尼羅魚之血清脂酶遺傳性較強次為歐利亞種，賀諾魯純種則較弱。Ofelia 等 (1982) 探討血清脂酶結果各種之間均不相同。又吳等 (1983) 以體表粘液脂酶

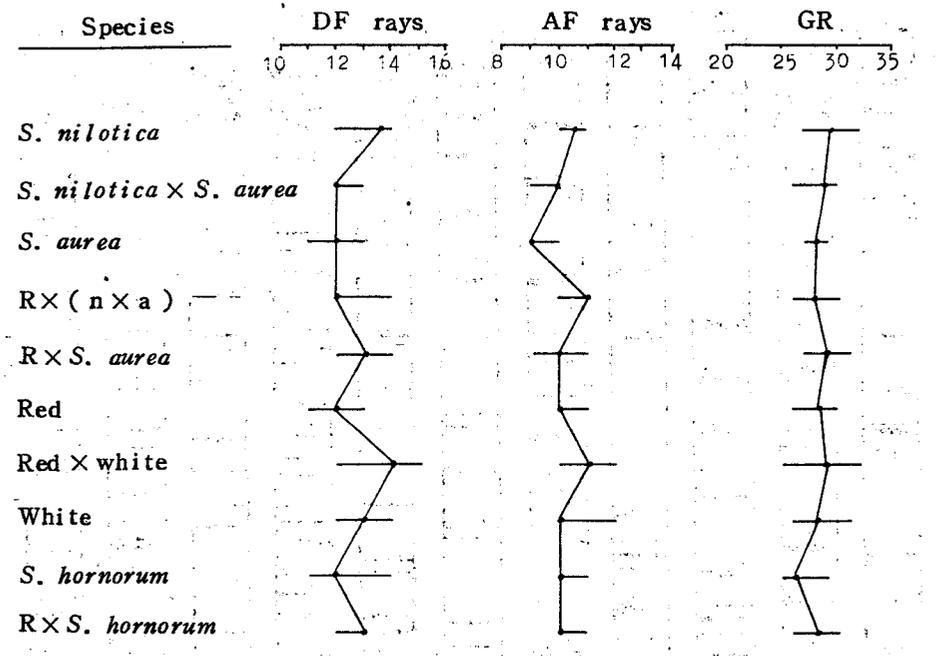


圖 5 紅色吳郭魚及其親魚種之背鰭、臀鰭軟條及鰓耙數

Fig. 5 Renge and mean of dorsal and anal fin ray and gill ranker numbers of Red tilapia hybrids and their parental species

之探討結果紅色吳郭魚與尼羅魚之血緣關係相近。本試驗之結果亦同，這是生化證明郭（1982）謂紅色吳郭魚為莫三鼻卡（*S. mossambica*）白變種（Albino）與尼羅魚什交選種而來之事實。但由本試驗探討之結果，血清脂酶並不能單獨用來判別吳郭魚品系之不同，僅可得知其血緣之關係。

血清蛋白電泳帶顯示各品系及什交種所表現的變異性很大，即使由紅色雌魚 × 賀諾魯雄魚或歐利亞雄所得之子代其黑色和紅色子代之間亦有很大的差異存在。沒有獨特的遺傳變異存在，唯各什交種之主要峰帶較少且表現較明顯突出，而親魚種則相反。橋本（1975）認為一般血清蛋白組成因生理、營養狀態及環境因素等常會有大幅變動，因而血清蛋白各成份之性質及相互關係迄未解明，很少用來作種族之判別。本試驗亦有相同之結果，因各組之間均無相同之分布亦可供爾後品系判別之參考，唯尚需進一步試驗比較。

摘 要

由紅色吳郭魚什交種各種形質，血清脂酶以及血清蛋白的探討得到如下之結果：

- 一、各品系間形質均有差異存在，純種間之什交種其形質趨於中間性，什交種間之子代形質有增加之勢，唯體型近似於親魚之形狀。
- 二、與尼羅魚純種交配的第一子代血清脂酶均顯現出與尼羅魚相同之 E_1 及 E_2 帶，以遺傳性而言尼羅魚最強次為歐利亞，賀諾魯較弱，故血清脂酶可用來表明親緣之關係而無法單獨用作種系之判別。
- 三、紅色吳郭魚其什交種之血清蛋白均有相當大的差異存在，而無遺傳特性基因表現。唯什交種出現的峰帶均較親魚種單純突出，可供品系判別之參考。

謝 辭

本試驗承蒙農發會經費支持得以完成。試驗期間農發會袁組長柏偉及省水產試驗所李所長燦然的支持與鼓勵謹表謝忱。又中央研究院吳金洌博士的指導、羅申光先生提供寶貴意見謹表致謝。司機洪明忠及助理張世仁協助採血，由衷的感謝、周麗珍小姐、王素貞小姐協助製作圖表及其他同仁的協助，因有是成謹表謝意。

參考文獻

- 1 Avtalion, R.R. (1982). Genetic markers in *Sarotherodon* and their use for sex and species identification. In R.S.V. Pullin and R.H. Lowe-McConnell (eds.). *The biology and culture of tilapias*. ICLARM Manila, Philippines, 269 - 277 .
- 2 Giora W. Wohlfarth and Gideon I. Hulata (1981). Applied Genetics of Tilapias *ICLARM Studies and Review*. ICLARM Manila, Philippines, 6 , 26 .
- 3 Karl F. Lagler, John E. Bardach, Robert R. Miller and Dorar. R. May Passino (1977). *Ichthyology*. John Wiley and Sons, Inc., New York, 381 - 396 .
- 4 Keenleyside, M.H.A., R.K.Misra and D.W. Bateson (1973). Extended analysis of hybridization in sunfishes (Centrarchidae) using an adjusted hybrid index method. *J. Fish. Res. Board Can*, 30 , 1901 - 1904 .
- 5 Lovshin, L.L. (1982). Tilapia hybridization. In R.S.V. Pullin and R.H. Lowe-McConnell (eds.). *The biology and culture of tilapias*. ICLARM. Manila, Philippines, 279 - 308 .
- 6 Moav, R., T. Brody, G. Wohlfarth and G. Hulata (1982). Application of electrophoretic genetic markers to fish breeding. 1. Advantages and methods. *Aquaculture*, 9 , 217 - 228 .
- 7 Ofelia R. Galman and R.R. Avtalion (1982). A Preliminary Investigation of the Characteristics of Red Tilapias from the Philippines and Taiwan. Department of Life Sciences, Bar-Ilan University Ramat Gan 52 100. Israel.
- 8 R. S. V. Pullin (1982). General Discussion on the Biology and Culture of *Tilapias* ., 331 - 351. In R. S. V. Pullin and R. H. Lowe - McConnell (eds.). *The Biology and culture of tilapias*. ICLARM Conference Proceedings. ICLARM Manila, Philippines, 7 , 432 .
- 9 橋本周久 (1975). ヘモグロビンなと二、三のタンパクの種特異性。魚類種族の生化學的判別。日本水產學會編，恒星社厚生閣刊，32 - 48 .
- 10 郭 河 (1982). 水產養殖之潛能及今後開發之展望。養魚世界雜誌社，5 (12) ， 24 - 28 .
- 11 郭 河 (1983). 剖吳郭魚 *Tilapia spp* 在台灣開發成功的奇蹟論其展望 (未發表) .
- 12 羅申光 (1982). 生化方法探討台灣地區攀木蜥屬 (*Japalura*) 的分類。東海大學生物研究所碩士論文。
- 13 吳金洌、吳孝芸 (1983). 吳郭魚 (*Sarotherodon*) 品系體表粘液之脂酶類酵素電泳差異性研究。台灣省水產學會論文發表會，1983，5。