

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 were measured and polyacrylamide gelelectrophoresis were performed on serum esterase, haemoglobins and transferrins in red tilapia species, white tilapia species and their hybrids for providing basic information on the status of these tilapias in Taiwan. The morphometric data showed that the variation and overlapping are presented at hybrids and lay intermediate between their parents. The fact that the different colour of hybrids has different electrophoretic banding patterns indicated the different genetic alleles in different colour offspring and the parental alleles are not all presented at the hybrids.

前 言

由於吳郭魚類在天然之中什交情形非常普遍 (Giora et al 1981)，品種界限逐漸消失，外表形質重疊，且易受外界環境因素之影響，使得利用形質鑑別品系比較困難 (McAndrew and Majumdar 1983; Basiao and Taniguchi 1984)。一般認為膠質電泳可利用蛋白質在電場中移動分別其帶電性及形狀，已證實對品種鑑別非常有用 (Thorpe 1979; Allendorf and Utter 1979)。而且在品類生活史的各階段均有相同的效果，不受大小、年齡及環境之影響 (Cruz, Thorpe and Pullin 1982)。故利用電泳研究吳郭魚鑑定品類者已逐漸增多。本試驗是繼續去年之研究 (郭、蔡 1984) 以電泳方法配合外部形質之探討，期能瞭解在人工選種交配之時對各品系及什交種的形質及生化組成之差異，供爾後選種之參考。

材料與方法

本試驗所用之魚為本年度什交配對養成之白色，紅色及什交品種共七組。形質測定，採血法、膠體配製，電泳過程及血清脂酶 (serum esterase) 均與前報 (郭、蔡 1984) 同。轉鐵蛋白 (transferrins) 測定及染色法依 Payne (1974)、血色素 (haemoglobin) 依 Beck et al (1983) 之法處理。血色素及轉鐵蛋白以 Gelman Densitometer 分析各呈色帶濃度，scan length 為 110 mm，slit size 為 5×3 mm，wave length 前者為 475μ ，後者為 500μ 。

結果與討論

一、形質：

本試驗各魚種及紅色吳郭魚什交種之形質均有差異存在，如表 1 及圖 7 所示。各形質均呈重疊之現象，高低值之間隔亦小，尤以背鰭、臀鰭為然。背鰭軟條除了賀諾奴雌×歐利亞雄之平均值較親魚種增加外，其餘各什交種之平均值都在兩親魚種之間；臀鰭軟條平均值除了（尼羅魚雌×白色雄） F_1 自交組及紅色雌×白色雄=組有降低外，各什交種亦在兩親魚種之間，顯示什交種趨於兩親魚種間之特性（Keenleyside et al 1973；Karl et al 1977）。鰓耙數之變異範圍較大，以賀諾奴雌×白色雄最大 19 - 35，而以與歐利亞什交種之數值較高，尼羅魚雌×歐利亞雄平均 30，白色品系之什交種平均值反而降低。

二、電泳性狀：

(一)血清脂酶 (serum esterase)：

其結果如表 2 及圖 1 所示。

尼羅魚、歐利亞及賀諾奴出現的基因帶均與去年相同、尼羅魚出現 E_1 及 E_2 帶，歐利亞出現 E_1 帶、賀諾奴出現 E_3 帶，另尼羅魚雌×歐利亞雄，白色雌×白色雄二組均出現與尼羅魚相同的 E_1 及 E_2 二帶。但紅色雌×白色雄之紅色子魚出現 E_1 帶，黑褐色子魚出現 E_1 及 E_2 二帶，紅色×紅色所得子魚白色出現 E_1 而紅色則出現 E_1 及 E_2 二帶，其他各白色品系什交種子魚亦各有其特殊的呈色帶出現。賀諾奴雌×白色雄之黑褐色及紅色子魚均出現 E_1 及 E_3 二帶，（尼羅魚雌×白色雄） F_1 自交組，黑褐色子魚出現 E_2 帶偶而出現 E_1 及 E_2 二帶，而紅色子魚僅出現 E_2 帶，（歐利亞雌×白色雄） F_1 雌×賀諾奴雄、黑褐色及紅色子魚均出現 E_1 及 E_2 二帶。賀諾奴雌×紅色雄之紅色子魚出現 E_1 而黑色子魚則出現 E_1 及 E_3 二帶。

本年度紅色及白色種之什交子魚血清脂酶呈現的基因帶較去年度複雜（郭、蔡 1984），尤其同組不同顏色之子魚出現不同的基因帶，可見紅色及白色品系在遺傳上已呈現混亂之現象。此可能是早先四色品系之白色種大量死亡，致目前所使用之白色種多半來自歐利亞雌×白色雄所得三色種品系選種交配而來，而紅色種亦因成長良好被保留養成，由於水泥池不敷使用已被混淆交配，（郭 1980），是故本年度紅色×紅色所得之子代白色子魚出現同於歐利亞之 E_1 帶，紅色雌×白色雄之紅色子魚亦僅出現 E_1 帶，賀諾奴雌×紅色雄之紅色子魚出現 E_1 帶，而黑褐色子魚出現 E_1 及 E_3 二帶。而賀諾奴雌×白色雄之子魚均出現 E_1 及 E_3 二帶，賀諾奴雌×歐利亞雄之子魚亦出現 E_1 及 E_3 二帶，二品種同時呈現特性，亦顯示紅色及白色種偏向歐利亞品種之趨向。（歐利亞雌×白色雄） F_1 雌×賀諾奴雄，黑褐色及紅色子魚均出現 E_1 及 E_3 二帶，而（尼羅魚雌×白色雄） F_1 自交組子魚則均出現 E_2 帶，黑色子魚偶而出現 E_1 及 E_2 二帶均顯現出不規則的遺傳性，似乎趨向於返祖的現象。

(二)血色素蛋白 (haemoglobin)：

血紅素之電泳結果如圖 2 及圖 4 所示。

各組之呈色之峰帶有 3~6 個不等，同組子魚顏色不同者亦有不同峰帶存在，如圖 4。

（歐利亞雌×白色雄） F_1 雌×賀諾奴雄，黑褐色子魚主要峰帶有 3，以第一峰帶最尖銳，以第 2 峰帶相對濃度最高 38.0%；同組黑色子魚出現 4 個峰帶，以第 1 峰帶最尖銳，相對濃度亦最高 40.5%，第 4 峰帶較弱。（尼羅魚雌×白色雄） F_1 自交組，紅色魚呈現 4 個峰帶，以第 1 峰帶最尖銳，第 2 峰帶相對濃度最高 42.6%，第 4 峰帶最弱；同組黑色魚亦出現 4 個峰帶，同樣以第 1 峰帶最尖銳，第 2 峰帶相對濃度最高 42.7%，而第 4 峰帶較弱。

紅色雌×白色雄，黑褐色魚出現 3 個峰帶，第 1 峰帶最尖，相對濃度則以第 3 峰帶最高

表 1 紅色吳郭魚什交種及其親魚種之各形質
Table 1 Some meristic characters of red tilapia hybrids and its parental species

Species	BWT	BL	BD	DF	AF	GR	LS
(aurea ♀ × white ♂) F ₁ ♀	314.93	21.36	8.66	XVI-XVII, 12-13	III, 9-10	20-27	19-22
hornorum ♂							
(nilotica ♀ × white ♂) F ₁ × F ₁	328.52	20.12	8.85	XV-XVII, 12-13	I-III, 9-11	23-35	17-30
red ♀ × white ♂	272.33	17.87	8.59	XVI-XVII, 12-14	III, 9-11	20-33	22-30
hornorum ♀ × white ♂	254.00	18.56	7.19	XVI-XVII, 12-13	III, 10-11	19-35	21-29
nilotica ♀ × nilotica ♂	421.15	26.41	9.82	XVI-XVII, 12-14	III-IV, 10-11	27-32	20-33
nilotica ♀ × aurea ♂	432.00	23.31	9.56	XV-XVII, 11-13	III, 10-11	29-32	29-32
aurea ♀ × aurea ♂	220.16	17.86	6.74	XV-XVII, 11-13	III, 8-11	25-32	19-32
hornorum ♀ × hornorum ♂	204.67	17.68	7.06	XVI-XVII, 11-12	III, 10-11		27-30
red ♀ × red ♂	302.80	20.10	9.30	XV-XVII, 11-13	III, 10-13		29-32
hornorum ♀ × aurea ♂	332.85	21.87	9.19	XVII, 12-13	III, 10	29-32	30-34
hornorum ♀ × red ♂	286.75	21.54	8.61	XVI-XVII, 11-13	III, 10-11	29-34	27-33
white ♀ × white ♂	268.39	20.51	7.94	XV-XVII, 10-14	III, 10-11		29-33

BL : Standard body length.

BD : Body depth.

BWT : Average body weight.

DF : Number of dorsal fin.

AF : Number of anal fin.

GR : Gill ranker counter.

LS : Scales in lateral line.

表2 紅色吳郭魚什交種血清脂酶之比較
 Table 2 Comparison of serum esterase pattern in 5.5%
 polyacrylamide gels of red tilapia hybrids.

Species		Esterase Bands		
		1	2	3
(aurea ♀ × white ♂) F ₁ ♀	black	+	+	-
×				
hornorum ♂	black brown	+	+	-
(nilotica ♀ × white ♂) F ₁ ♀	black	-	+	-
×				
F ₁ ♂	red	-	+	-
red ♀ × white ♂	red	+	-	-
	brown	+	+	-
hornorum ♀ × white ♂	black brown	+	-	+
	red	+	-	+
nilotica ♀ × nilotica ♂		+	+	-
nilotica ♀ × aurea ♂		+	+	-
aurea ♀ × aurea ♂		+	-	-
aurea ♀ × aurea ♂		+	-	-
hornorum ♀ × hornorum ♂		-	-	+
red ♀ × red ♂	white	+	-	-
	red	+	+	-
hornorum ♀ × aurea ♂		+	-	+
hornorum ♀ × red ♂	red	+	-	-
	black	+	-	+
white ♀ × white ♂		+	+	-

37.3%，同組紅色魚亦呈現3個峰帶，第1峰帶最尖銳，第3峰帶相對濃度最高41.3%。

賀諾奴雌×白色雄，黑褐色魚出現5個峰帶，第1峰帶較尖銳，第4峰帶相對濃度最高32.6%，第2及第5峰帶較弱。同組紅色魚同樣出現5個峰帶，但未出現尖銳的峰帶，並以第3峰帶相對濃度最高45.5%，第1第2第5三峰帶均較弱。

紅色雌×紅色雄，紅色魚出現4個峰帶，第1峰帶未出現尖銳峰形，以第2峰帶相對濃度最高43.2%，第4峰帶較弱，同組白色魚出現5個峰帶，亦未出現尖銳峰形，以第3峰帶相對濃度最高45.4%，第1，第2及第5峰帶均弱。

賀諾奴雌×紅色雄，紅色魚有6個峰帶，未出現尖銳峰形，第3峰帶相對濃度最高48.9

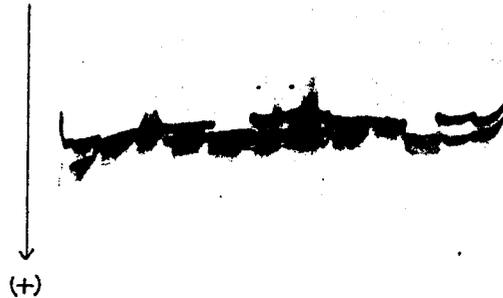


圖 1 電泳血清脂酶圖。由左至右分別為：

- (1) (歐利亞雌×白色雄) F_1 雌×賀諾魯雄 (黑色)
- (2) (尼羅魚雌×白色雄) $F_1 \times F_1$ (紅色)
- (3) (尼羅魚雌×白色雄) $F_1 \times F_1$ (黑色)
- (4) 紅色雌×白色雄 (黑褐色)
- (5) 紅色雌×白色雄 (紅色)
- (6) 賀諾魯雌×白色雄 (黑褐色)
- (7) 賀諾魯雌×白色雄 (紅色)
- (8) 紅色雌×紅色雄 (紅色)
- (9) 紅色雌×紅色雄 (白色)
- (10) 賀諾魯雌×紅色雄 (紅色)
- (11) 賀諾魯雌×紅色雄 (黑色)
- (12) 白色雌×白色雄 (白色)

Fig. 1 Electrophoretic patterns of red tilapia hybrids in 7.5% polyacrylamide gel of serum esterase bands.

Individual illustrated (from left to right are

- (1) (*S. aurea* ♀ × white ♂) F_1 ♀ × *S. hornorum* ♂
(black)
- (2) (*S. nilotica* ♀ × white ♂) $F_1 \times F_1$ (red)
- (3) (*S. nilotica* ♀ × white ♂) $F_1 \times F_1$ (black)
- (4) Red ♀ × white ♂ (black brown)
- (5) Red ♀ × white ♂ (red)
- (6) *S. hornorum* ♀ × white ♂ (black brown)
- (7) *S. hornorum* ♀ × white ♂ (red)
- (8) Red ♀ × Red ♂ (red)
- (9) Red ♀ × Red ♂ (white)
- (10) *S. hornorum* ♀ × Red sp. ♂ (red)
- (11) *S. hornorum* ♀ × Red sp. ♂ (black)
- (12) white ♀ × white ♂ (white)



圖2 電泳血色素蛋白。由左至右。

- (1) (歐利亞雌×白色雄) F₁ 雌×賀諾魯雄 (黑色)
- (2) (歐利亞雌×白色雄) F₁ 雌×賀諾魯雄 (黑褐色)
- (3) (尼羅魚雌×白色雄) F₁ × F₁ (紅色)
- (4) (尼羅魚雌×白色雄) F₁ × F₁ (黑色)
- (5) 紅色雌×白色雄 (黑褐色)
- (6) 紅色雌×白色雄 (紅色)
- (7) 賀諾魯雌×白色雄 (黑褐色)
- (8) 賀諾魯雌×白色雄 (紅色)
- (9) 紅色雌×紅色雄 (紅色)
- (10) 紅色雌×紅色雄 (白色)
- (11) 賀諾魯雌×紅色雄 (紅色)
- (12) 賀諾魯雌×紅色雄 (黑色)
- (13) 白色雌×白色雄 (白色)

Fig. 2 Photogram of haemoglobin of red tilapia hybrids in 5.0% polyacrylamide gel.

Individual illustrated (from left to right) are

- (1) (*S. aurea* ♀ × white ♂) F₁ ♀ × *S. hornorum* ♂
(black brown)
- (2) (*S. aurea* ♀ × white ♂) F₁ ♀ × *S. hornorum* ♂
(black)
- (3) (*S. nilotica* ♀ × white ♂) F₁ × F₁ (red)
- (4) (*S. nilotica* ♀ × white ♂) F₁ × F₁ (black)
- (5) Red ♀ × white ♂ (black brown)
- (6) Red ♀ × white ♂ (red)
- (7) *S. hornorum* ♀ × white ♂ (black brown)
- (8) *S. hornorum* ♀ × white ♂ (red)
- (9) Red ♀ × Red ♂ (red)
- (10) Red ♀ × Red ♂ (white)
- (11) *S. hornorum* ♀ × Red sp. ♂ (red)
- (12) *S. hornorum* ♀ × Red sp. ♂ (black)
- (13) white ♀ × white ♂ (white)



圖3 電泳轉鐵蛋白。由左至右。

- (1) (歐利亞雌×白色雄) F₁ 雌×賀諾魯雄 (黑色)
- (2) (歐利亞雌×白色雄) F₁ 雌×賀諾魯雄 (黑褐色)
- (3) (尼羅魚雌×白色雄) F₁ × F₁ (黑色)
- (4) (尼羅魚雌×白色雄) F₁ × F₁ (紅色)
- (5) 紅色雌×白色雄 (黑褐色)
- (6) 紅色雌×白色雄 (紅色)
- (7) 賀諾魯雌×白色雄 (紅色)
- (8) 賀諾魯雌×白色雄 (黑褐色)
- (9) 紅色雌×紅色雄 (紅色)
- (10) 賀諾魯雌×紅色雄 (紅色)
- (11) 賀諾魯雌×紅色雄 (黑色)
- (12) 白色雌×白色雄 (白色)

Fig. 3 Electrophoretic patterns of red tilapia hybrids in 7.5% polyacrylamide gel of serum transferrins.

Individual illustrated (from left to right) are

- (1) (*S. aurea* ♀ × white ♂) F₁ ♀ × *S. hornorum* ♂
(black brown)
- (2) (*S. aurea* ♀ × white ♂) F₁ ♀ × *S. hornorum* ♂
(black)
- (3) (*S. nilotica* ♀ × white ♂) F₁ ♀ × F₁ ♂ (black)
- (4) (*S. nilotica* ♀ × white ♂) F₁ ♀ × F₁ ♂ (red)
- (5) Red ♀ × white ♂ (black brown)
- (6) Red ♀ × white ♂ (red)
- (7) *S. hornorum* ♀ × white ♂ (red)
- (8) *S. hornorum* ♀ × white ♂ (black brown)
- (9) Red ♀ × Red ♂ (red)
- (10) *S. hornorum* ♀ × Red sp. ♂ (red)
- (11) *S. hornorum* ♀ × Red sp. ♂ (black)
- (12) White ♀ × white ♂ (white)

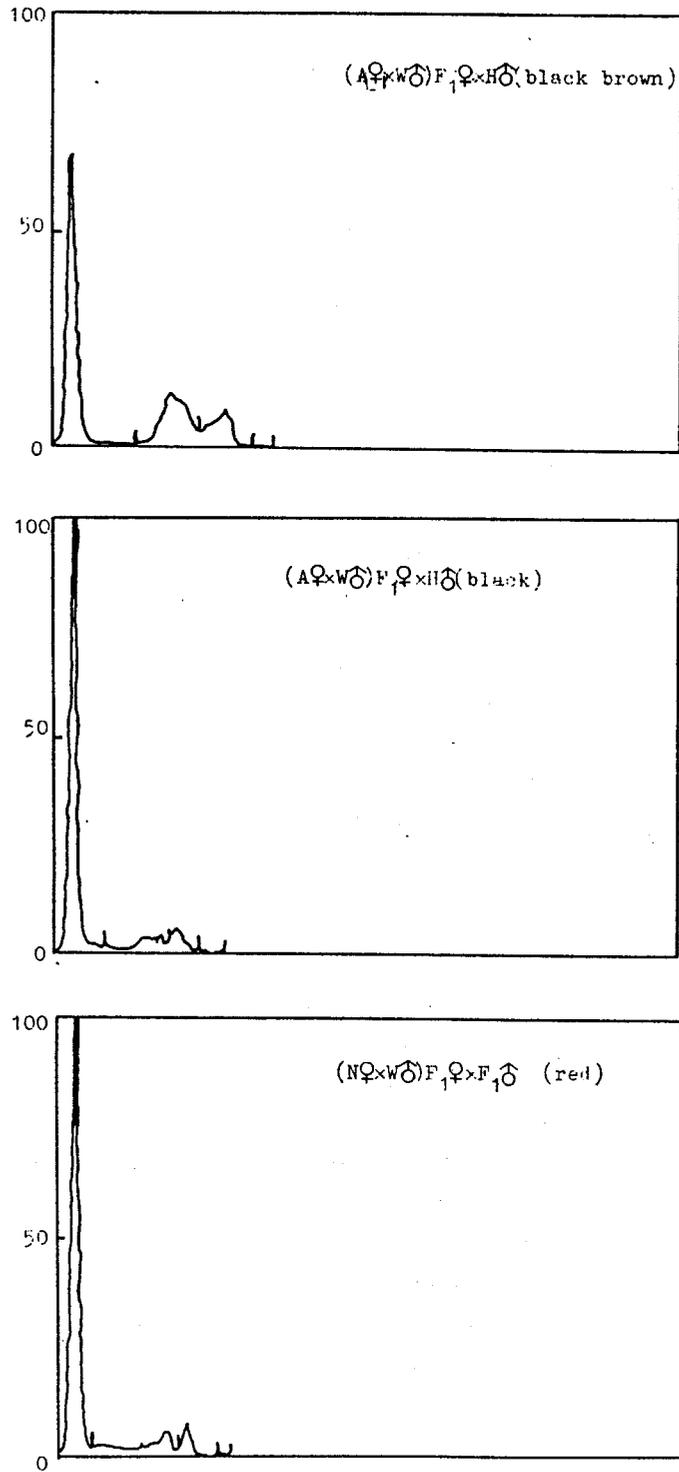


圖4 紅色吳郭魚什交種之電泳血色素蛋白濃度圖

Fig. 4 The densitometric scan of electrophoretic patterns of haemoglobin of red tilapia hybrids

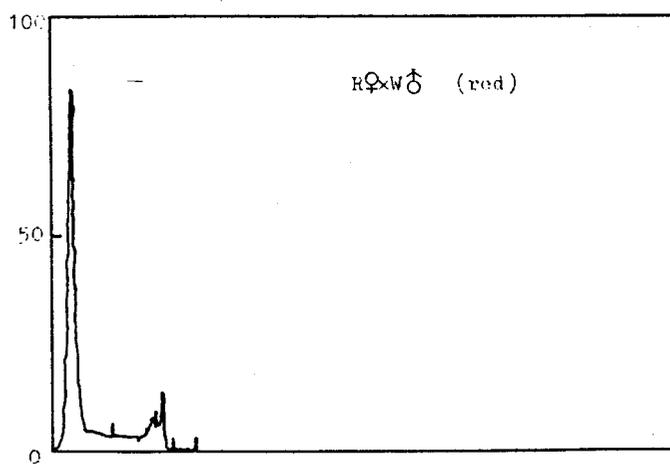
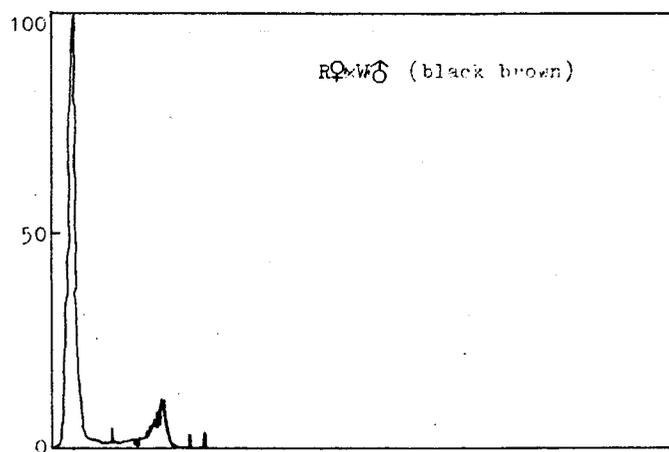
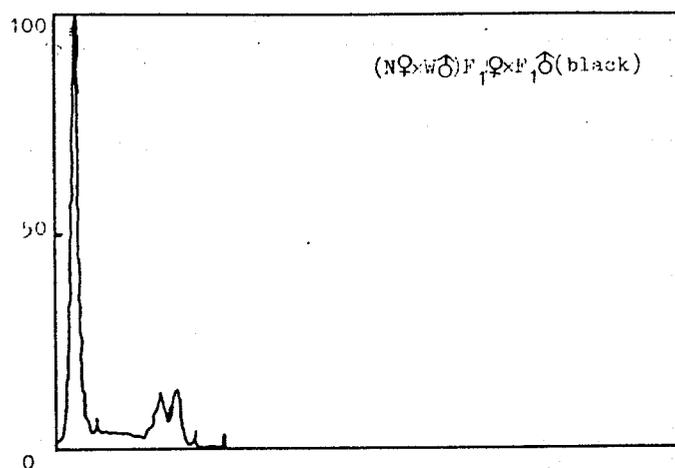


圖4 續

Fig. 4 Continued

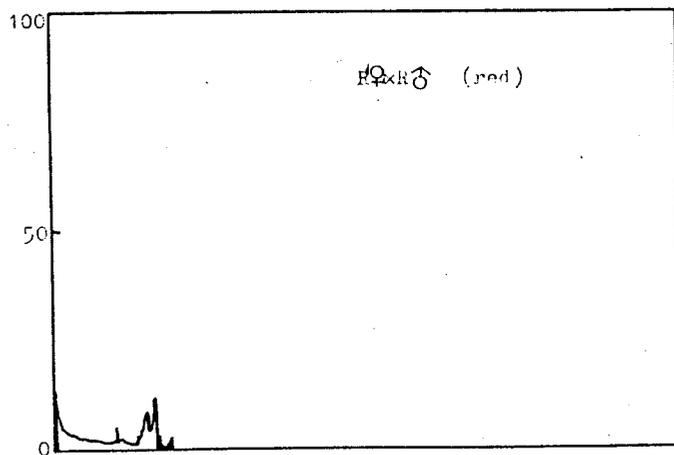
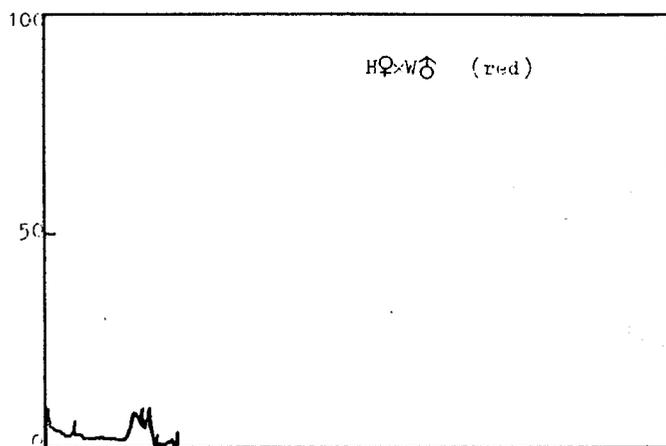
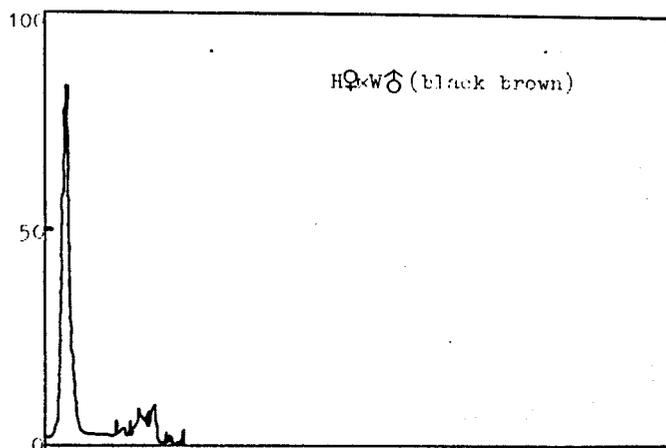


圖 4 續

Fig. 4 Continued

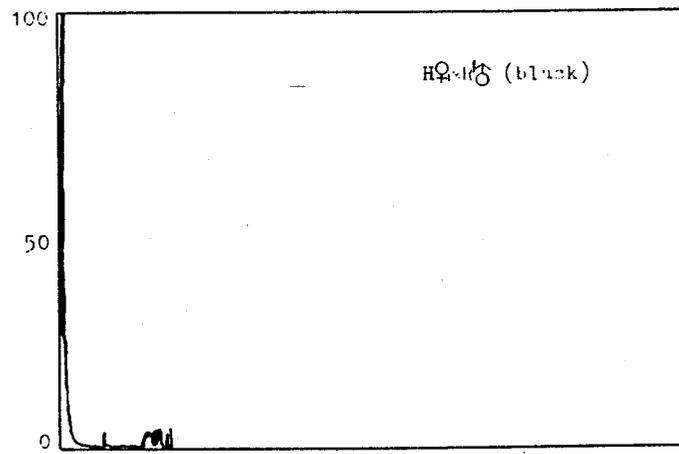
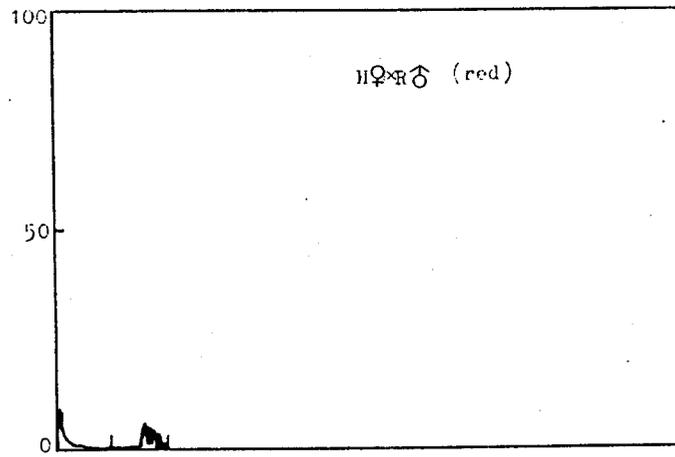
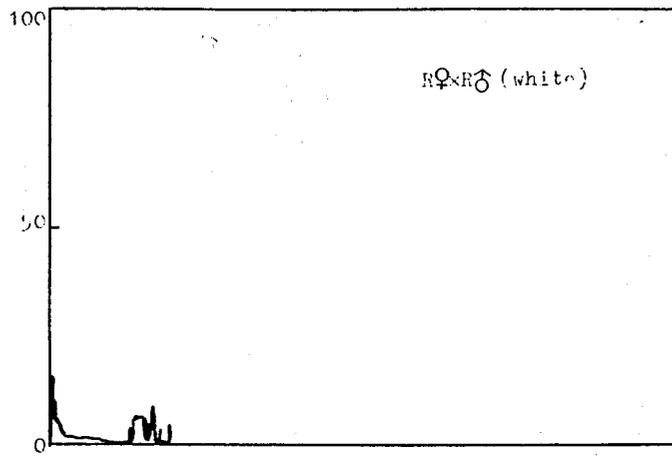


圖 4 續

Fig. 4 Continued

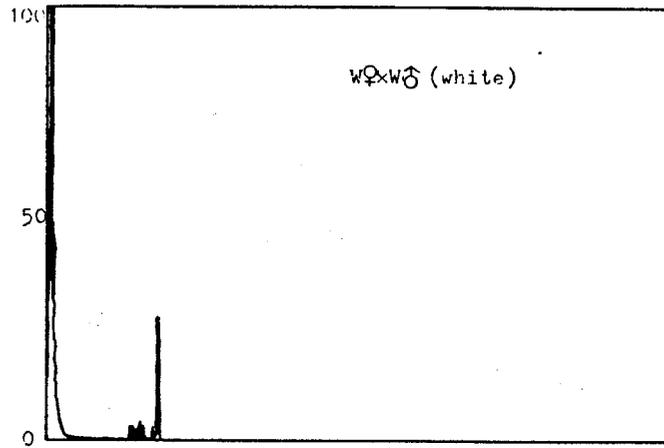


圖 4 續

Fig. 4 Continued

%，次為第 4 峰帶 34.8% 餘各峰帶均弱。同組黑色魚有 5 個峰帶，第 1 峰帶尖銳，相對濃度以第 3 峰帶最高 35.1%，第 5 峰帶較弱，第 2 峰帶稍弱。

白色雌×白色雄，出現 5 個峰帶，第 1 峰帶尖銳，相對濃度以第 5 峰帶最高 29.8%，各峰帶濃度相差較小。

由上可以看出各組主要峰帶約在 2—3 個，賀諾奴雌×紅色雄，雖然呈現 6 個峰帶，但濃度較高之峰帶亦僅 2 個；而相對濃度較高之峰帶主要在第 2 或第 3 峰帶，僅白色種出現在第 5 峰帶，賀諾奴雌×白色雄出現在第 4 峰帶。除（歐利亞雌×白色雄）F₁ 雌×賀諾奴雌之組外與賀諾奴相交之各組峰帶偏多。但各組之型態則與其他魚類相似，橋本（1975）、山口（1975）、Beck et al（1983）。

（三）轉鐵蛋白（transferrins）：

結果如圖 3、圖 5 及圖 6 所示，各組出現 1~7 個峰帶。

（歐利亞雌×白色雄）F₁ × 賀諾奴雌，黑色子代出現主要峰帶為 1、4、5、6、7 以第 5 峰帶濃度較低。黑褐色子代主要峰帶為 1、4、6、7，第 5 峰帶未出現。

（尼羅魚雌×白色雄）F₁ 自交組，黑色子代出現主要峰帶為 1'、1、2、3、4、6、7 而紅色子代主要峰帶為 1、3、4、6、7 第 3 峰帶濃度較低，第 2 峰帶不明顯。

紅色雌×白色雄、黑褐色子魚主要峰帶為 1'、2、3、4、6、7，第 2 及第 6 峰帶濃度較低。紅色子魚主要峰帶為 1'、2、3、4、6、7'、7 但 1'、6、7 三峰帶濃度很低。

賀諾奴雌×白色雄，黑褐色子魚主要峰帶為 1、3、5、6、7'、7 其中 1、6、7 三帶濃度較低。紅色子魚主要峰帶有 1、3、5、6、7'、7 其中 1、7 二峰帶濃度較低。

紅色雌×紅色雄，主要峰帶為 1、2、3 其中第 1 峰帶濃度低，5、6、7 三峰帶不明顯。

賀諾奴雌×紅色雄，紅色子魚主要峰帶為 1、2、3、5、第 6 及第 7 峰帶不明顯。黑色子魚主要有 1、3、5、6 等峰帶，第 2 及第 7 二峰帶不明顯。

白色雌×白色雄之子魚主要峰帶為 1、3、5、7 等，第 1 峰帶濃度較低，第 6 峰帶不明顯。

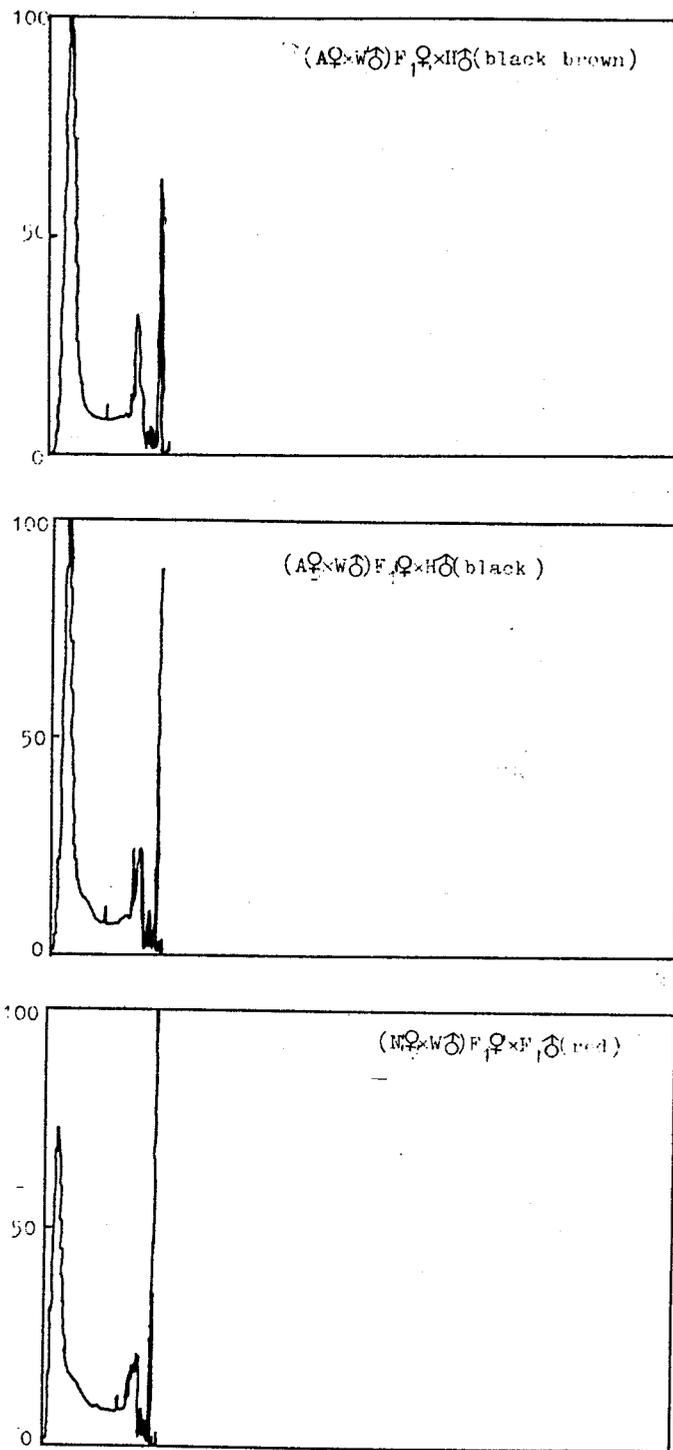


圖 5 紅色吳郭魚什交種電泳轉鐵蛋白濃度圖

Fig. 5 The densitometric scan of electrophoretic patterns of transferrins of red tilapia hybrids

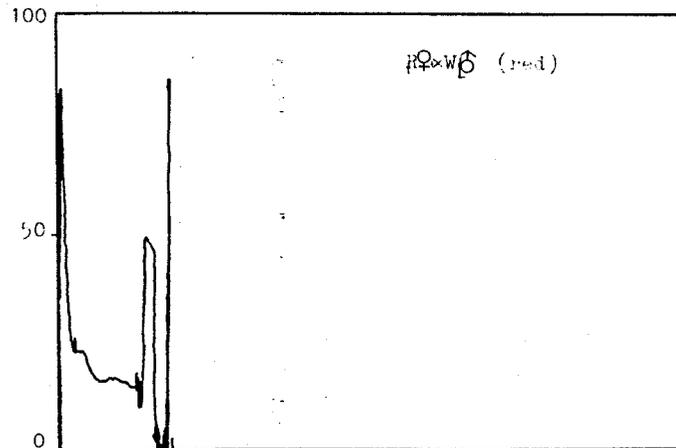
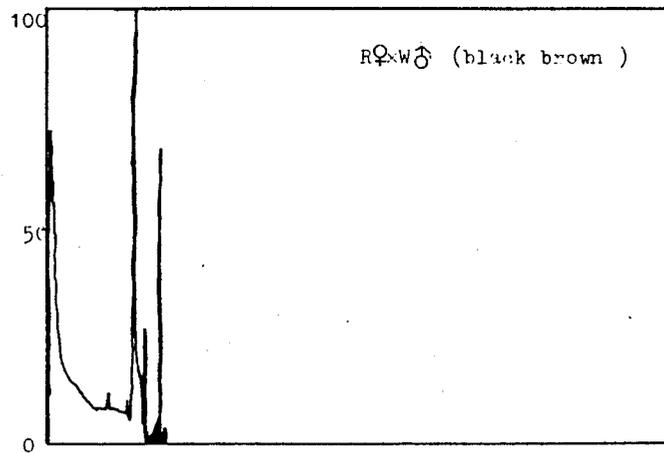
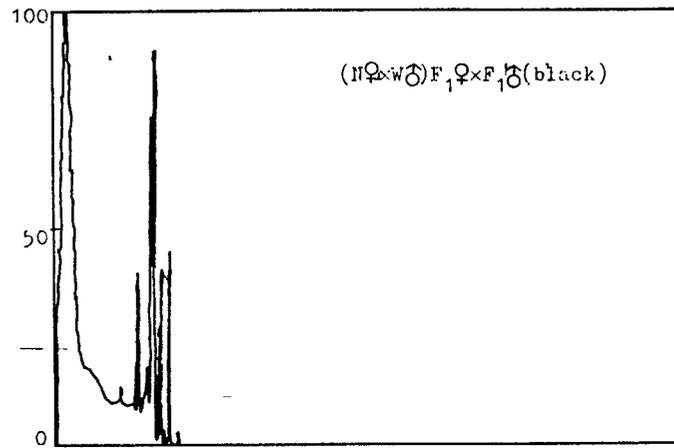


圖 5 續

Fig. 5 Continued

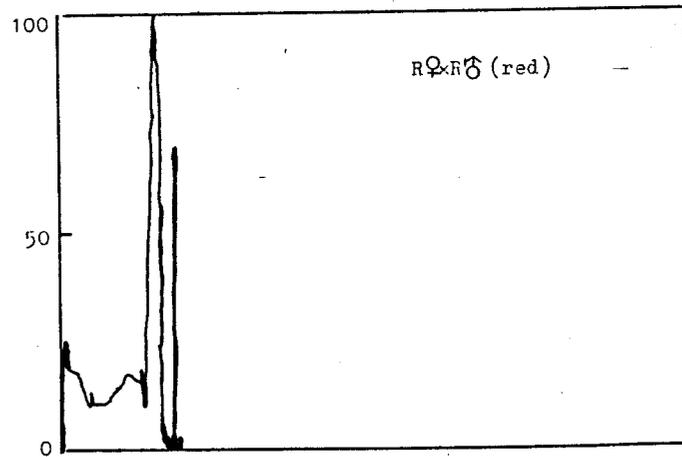
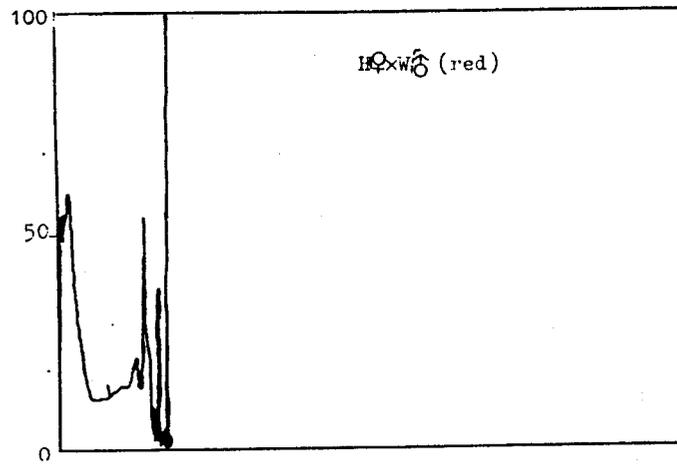
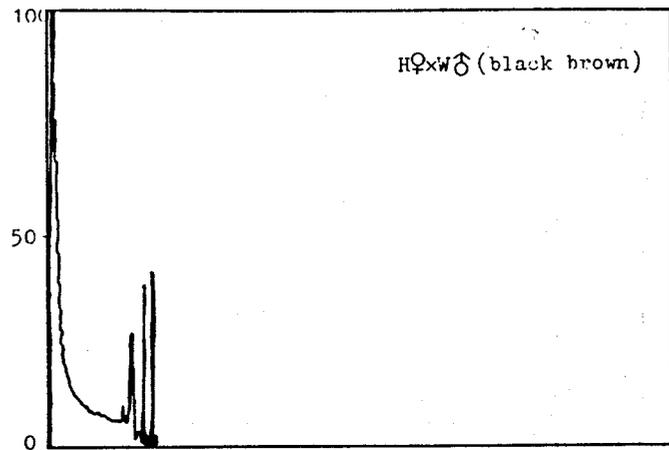


圖 5 續
Fig. 5 Continued

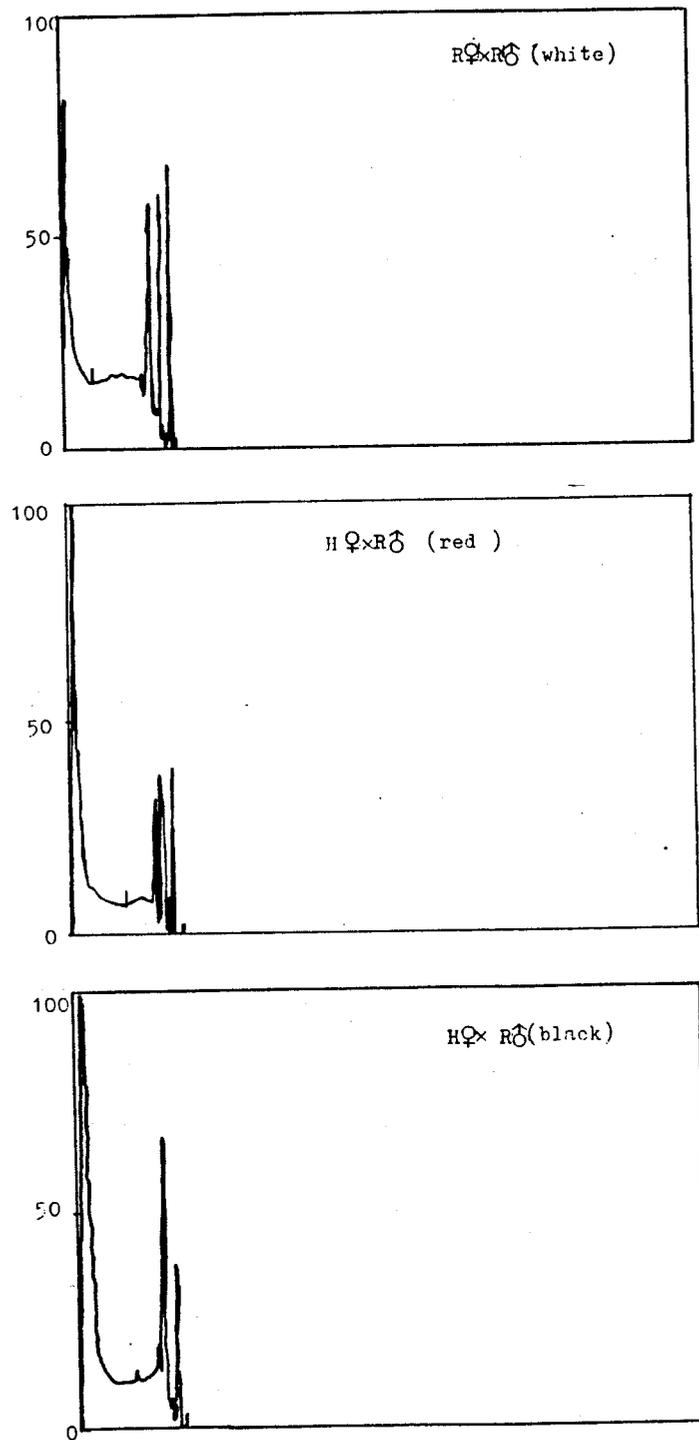


圖 5 續
Fig. 5 Continued

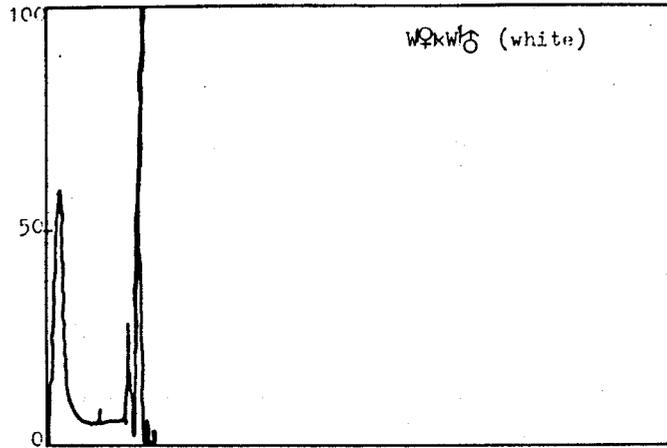


圖5 續
Fig. 5 Continued

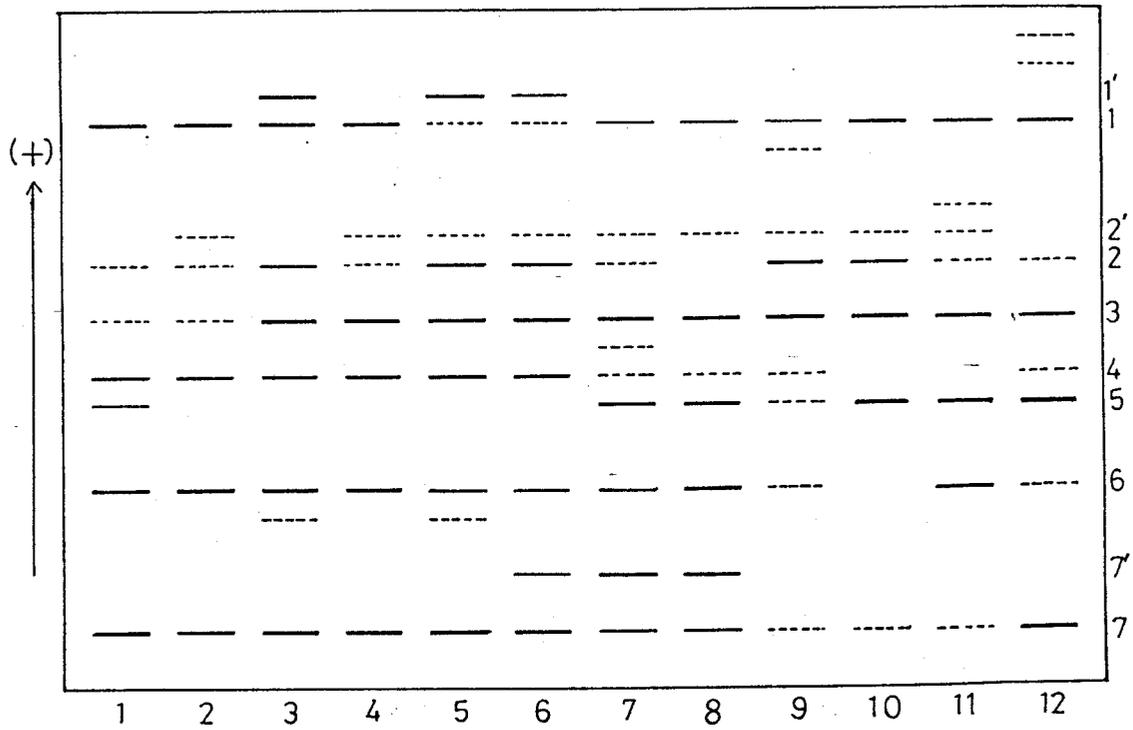


圖6 轉鐵蛋白描繪圖。由左至右與圖3同
Fig. 6 Schematic diagram of electrophoretic patterns of serum transferrins. (from left to right same as fig. 3)

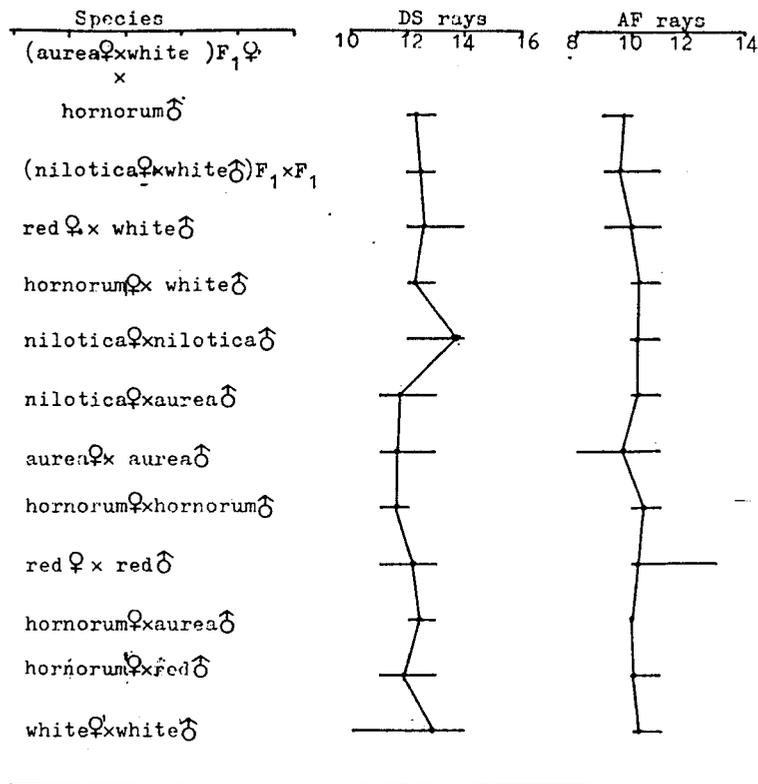


圖 7 紅色吳郭魚什交種及其親魚種之背鱗、臀鰭軟條

Fig. 7 Dorsal and anal fin ray numbers of red tilapia hybrids and its parental species

由上之結果顯示轉鐵蛋白之峰型以紅色種第 2 及第 3 二峰帶較單純白色種則為第 1、3、5、7 四峰型；什交種除了三對什交（歐利亞雌×白色雄）F₁ 雌×賀諾奴雄之子魚為四峰帶外，各組均有增多之現象。但各組主要變異帶在第 2 至第 6 峰帶間較為明顯。各組中雖然不同顏色子魚呈色峰帶不盡相同，但都非常接近，唯賀諾奴雌×紅色雄之黑色子魚與紅色子魚之差異較大，圖 6-10 及 11。而紅色雌×白色雄子魚之呈色帶，圖 6-5 及 6，不是二親魚種之遺傳總合，圖 6-9 及 12。其他各組之情況宜更進一步探討比較各親魚之呈色峰帶。

摘 要

由紅色及白色種吳郭魚什交種之形質測定，血清脂酶、血色素及轉鐵蛋白之電泳分析所探討各什交品系間之差異，得到如下之結果：

- (1) 各組什交種之形質雖有差異存在，但呈重疊之現象，並顯示出什交種之形質趨於兩親魚種間之特性。
- (2) 各組什交種中不同顏色子魚呈現不同的血清脂酶基因帶，顯示不同顏色之子魚有不同的遺傳因子。
- (3) 什交種之轉鐵蛋白峰帶顯示出較純種為多，且純種之遺傳因子並非完全顯示於什交子代之中。

謝 辭

本試驗由農發會經費補助得以完成。試驗期間承蒙農發會漁業組袁組長柏偉、李健全博士及省水產試驗所李所長燦然之支持鼓勵深表謝忱。本分所同仁，尤其是技工吳旻益、曾分林、司機洪明忠等直接協助養成及測定，由衷感激，助理陳榮華及周麗珍、王素貞兩位小姐協助製作圖表亦表致謝。

參考文獻

1. 郭河 (1980). 什交紅色吳郭魚養成比較試驗。未發表。
2. 郭河、蔡添財 (1984). 紅色吳郭魚育種改良研究—紅色吳郭魚什交種狀性變異之探討。台灣省水產試驗所試驗報告, 36, 55 - 67.
3. 橋本周久 (1975). ヘモグロビンなどニ・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.
4. 山口勝己 (1975). ヘモグロビンの泳動像からみたサケ・マス類の分類。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, 80 - 93.
5. Allendorf, F.W. and Utter, F.M. (1979). Population genetics. *Fish Physiology*, Vol. VIII. Academic Press, New York, NY. Chapter 8, 407-454.
6. Basiao, Z.U. and Taniguchi, N. (1984). An Investigation of Enzyme and other Protein polymorphisms in Japanese stocks of the Tilapias *Oreochromis niloticus* and *Tilapia zillii*. *Aquaculture*, 38, 335-345.
7. Beck, M.L., Biggers, C.J. and Dupree, H.K. (1983). Electrophoretic analysis of protein systems of *Ctenpharyngodon idella* (Val.), *Hypophthalmichthys nobillii* (Rich.) and their F. triploid hybrid. *J. Fish Biol.* 22, 603-611.
8. Cruz, T.A. Thorpe, J.P. and Pullin, R.S. (1982). Enzyme Electrophoresis in *Tilapia zillii* : A pattern for Determining Biochemical Genetic Markers for use in Tilapia-stock identification. *Aquaculture*, 29, 311-329.
9. Giora W. Wohlfarth and Gideon I. Hulata (1981). *Applied Genetics of Tilapias*. ICLARM Studies and Review. ICLARM Manila, Philippines, 6, 26.
10. Karl, F. Lagler, John, E. Bardach, Rober R. Miller and Dorar, R. May Passins (1977). *Ichthyology*. John Wiley and Sons. Inc., New York, 381-396.
11. Keenleyside, M.H.A., Misra, R.K. and Baleson, D.W. (1973). Extended analysis of hybridization in sunfishes (Cenrarchidae) using an adjested hybrid index method. *J. Fish Res. Board Can.*, 30, 1901-1904.
12. Mcandrew. B.J. and Majumdar, K.C. (1983). Tilapia stock Identification using Electrophoretic Markers. *Aquaculture*, 30, 249-261.
13. Payne, R.H. (1974). Transferrin variation in North American populations of the Atlantic salmon, *Salmo salar*. *J. Fish. Res. Board Can.* 31, 1037-1041.
14. Thorpe, J.P. (1979). Enzyme variation and taxonomy : the estimation of sampling errors in measurements of interspecific genetic similarity, *J. Linn. Soc.*

Lond. (Biol.). 11 , 369-386.

15. Yoshiyasu Katsuhiko (1979). Starch-gel Electrophoresis of Hemoglobins of Freshwater Salmonid Fishes in Southwest Japan-III, " Ayu " *Plecoglossus altivelis*, a Fish Closely Related to Salmonidae. *Bull. Japan. Soci. Sci. Fish.*, 45 (3), 401-406.