

# 本所吳郭魚養殖之研究發展

張凱傑、陳榮華、張格銓、楊順德

水產試驗所淡水繁養殖研究中心

## 前言

吳郭魚是原產於非洲的慈鯛科 (Cichlidae) 魚類，全球共有 100 多種，其中可當作經濟物種約有 20 種左右，多數種類有口孵的習性，如 *Sarotherodon* 屬和 *Oreochromis* 屬，有的種類則是產卵在池塘底床，由親魚共同護卵，如 *Tilapia* 屬。臺灣最早是由吳振輝及郭啓彰先生於 1946 年自新加坡引進莫三比克吳郭魚 (*Oreochromis mossambicus*)，至今已有超過 70 年的養殖歷史，期間所引進的品種及選育改良的種類多達數十種，產量常居所有養殖種類之冠，除了是臺灣重要的養殖魚類之一 (圖 1)，在世界上也佔有一席之地。

## 稻田養殖研究

早期臺灣的吳郭魚養殖並不普及，政府因而鼓勵配合稻作進行放養，因為稻田養殖無需魚池等設施，較為經濟，且不必施予化學肥料，魚隻又具可攝食田中蚊蟲幼生的好處，同時兼可供應交通不便的偏僻農村水產品，遂成為當時臺灣省政府農林廳推廣的目標。本所於 1951 年曾針對屏東及高雄一帶進行稻田養殖調查，但養殖戶以此模式營利或作為副業者甚少。有鑑於此，本所隨後在新竹進行稻田養殖越冬試驗，並以新竹為中心，向鄰近漁民推廣配售萬餘尾魚苗，放養之後，每甲地約增加近萬元的收入，吳郭魚養殖也因此由臺灣中南部拓展至北部。



圖 1 臺灣重要養殖吳郭魚種類  
(由左上至右下分別為莫三比克、歐利亞、尼羅、斯皮路勒、賀諾奴、吉利吳郭魚)

## 吳郭魚之繁養殖研究

臺灣最早養殖的品種為莫三比克吳郭魚，又稱在來種吳郭魚，但因莫三比克吳郭魚體型小且生長較慢，本所陸續自他國引進多種吳郭魚，如耐寒的吉利吳郭魚 (*Tilapia zillii*)、成長快且體型大的尼羅吳郭魚 (*Oreochromis niloticus*) 和歐利亞吳郭魚 (*Oreochromis aureus*) 等。在 1970 年代，鹿港分所 (目前的淡水繁養殖研究中心) 即極力推動吳郭魚的品種改良研究，例如以莫三比克雌魚與尼羅吳郭魚雄魚雜交育成之福壽魚，因體型大且成長快速，很快的就推廣至全臺養殖，成為當時主要的養殖品系。然吳郭魚仍有不耐低溫及多產導致魚群數量過多等兩大問題。為解決不耐寒問題，本所於 1974 年自以色列引進歐利亞吳郭魚，經試驗得知其可耐寒至 6°C，在海水養殖環境 (25 psu) 不易繁殖且生長速度和養殖在淡水環境中差不多，適合推廣。針對吳郭魚易繁殖特性，東港分所 (目前的東港生技研究中心) 曾嘗試以熱擊誘發產生三倍體歐利亞吳郭魚，並進行三倍體及二倍體歐利亞吳郭魚成長及性腺發育比較，結果發現在孵化後 9 週，二倍體的雄魚即出現婚姻色，但三倍體的雄魚在養殖 18 週後仍無明顯生殖突起外，生殖腺指數亦比二倍體低，此方式對於吳郭魚易產子代的特性可加以控制。另外也可藉由箱網養殖的方式控制吳郭魚繁殖，因雌魚無法撿拾掉落出箱網外的受精卵，而無法口孵受精卵繁衍後代，或可於池中混養掠食性魚類捕食吳郭魚苗方法來解決繁殖過量的問題。

另外在養殖吳郭魚越冬及耐鹽度等試驗研究發現，引進之賀諾奴 (*Oreochromis hornorum*) 吳郭魚不耐寒、體型小與莫三比克吳郭魚特性相似，因此不適合推廣。在海水鹽度下養殖試驗中發現，雄性莫三比克吳郭魚與雌性歐利亞吳郭魚雜交之子代，在海水池 (10 psu) 之成長較淡水池好，體長與體重分別高出 1.07 倍與 1.15 倍。另外也發現海水養殖除可消除魚肉的臭土味外，並具肉質較結實，風味較佳等優點，使得海水吳郭魚養殖成為另一股養殖潮流。

## 吳郭魚品系選育研究

淡水繁養殖研究中心 (以下簡稱淡水中心) 於 2002 年開始，展開另一階段的吳郭魚選育研究，比較各國優良品系 (如泰國 GMT 品系及廈門雜交種等) 與臺灣主要養殖品種—單雄性吳郭魚之成長差異，盼能了解臺灣吳郭魚養殖的競爭優勢。研究結果顯示，臺灣單雄性吳郭魚子代的雄性比例居首，高達 95%，GMT 品系則僅 88%。另外，在餌料係數 (1.84)、成長率 (1.25%/天) 及肥滿度方面，臺灣單雄性吳郭魚亦有不錯的表現，可見臺灣在育種方面已有良好的選育方法及穩定的操作技術。

另外，由吳郭魚品種改良的試驗結果發現，雄魚成長較雌魚迅速 (約快 1.5 倍)，因此單雄性養殖顯然較符合經濟效益，且可解決繁殖過量的問題並節省飼料成本，因此時至今日，單雄性吳郭魚養殖一直是最經濟的養殖型態。培育雄性吳郭魚苗的方法之一，係在魚苗性別分化前利用賀爾蒙處理，惟所

養成之池魚恐引發食安疑慮。另一項途徑為透過不同品系之吳郭魚的雜交來達成。試驗結果發現，以雌性尼羅與雄性歐利亞吳郭魚之雜交，可得到高比率之雄性子代（雄性率為 85%），此方式不僅操作管理容易且無食安問題，不過使用之種魚純度可能會影響子代雄性比率，因此較不穩定。

淡水中心有鑑於此，歷經 10 年以上的選育，培育出遺傳性雄性尼羅吳郭魚，其與一般尼羅吳郭魚不同的是，本魚為 YY 基因型，將其作為種魚與雌性吳郭魚 (XX 基因型) 進行繁殖，即可生產雄性吳郭魚苗 (XY 基因型) (圖 2)，由於是自然生產方式，既不是基改產物，亦沒有藥物殘留之問題，故成為近年主要研究方向。

在 90 年代淡水中心即開始投入雄性吳郭魚量產試驗，到 2014 年已開發出 YY 全雄性的種魚，但是與雌魚交配的子代仍有 3% 是雌魚（雄性率 97%），不過目前透過分子選育技術，已找出基因片段中的性別決定區，在費時 10–12 年的培育種魚及子代試驗過程，已於 2017 年建立在實驗室能產出趨近於 100% 雄性吳郭魚苗的育種技術。

## 吳郭魚之分子育種研究

臺灣至今已引進多種吳郭魚品種及育成多樣的品系，因此品種的保存尤為重要，除了外表形質分析，早期即針對主要養殖 5 種吳郭魚及雜交品系之粒線體 DNA 進行限制酶切割圖譜。結果發現，5 種切割所得之圖譜在各種之間皆有不同，可作為個別品種之判斷方法，而雜交種之圖譜均與親代雌魚相

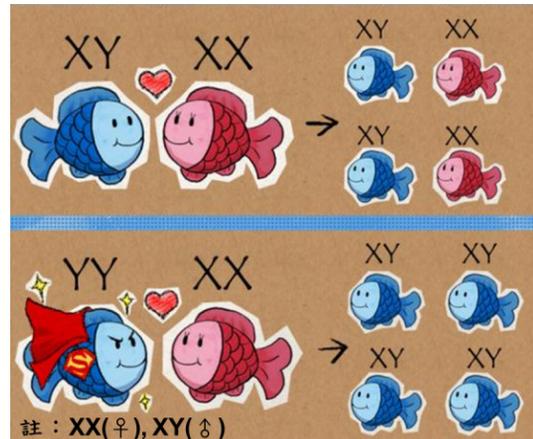


圖 2 培育超雄性 (YY) 尼羅吳郭魚之遺傳示意圖

同，為母系遺傳。

近年淡水中心也利用隨機增幅多型性 (RAPD) 及聚合酶鏈反應—限制酶切割片段多型性 (PCR-RFLP) 技術鑑別吳郭魚品系 (圖 3)。結果顯示，5 種吳郭魚的 DNA 特定片段 (D-loop) 可用演化樹圖區分為三支，其中賀諾奴吳郭魚 (*Oreochromis hornorum*) 與莫三比克吳郭魚為一支，尼羅吳郭魚與斯皮路勒吳郭魚 (*Oreochromis spilurus*) 形成另一支，歐利亞吳郭魚則成獨立一支，隨後也將尼羅、歐利亞及紅色吳郭魚 (*Oreochromis* spp.) 的 D-loop 片段核苷酸序列，登錄於美國 NCBI 網站。

除此之外，水產養殖組亦利用微衛星 (microsatellite) 技術進行遺傳族群研究，並應用 GenBank 發表的序列，找出 8 組引子進行聚合酶鏈反應，其中有 7 組引子可以區別其紅黑品系，進而建立 TsB 及 TsR 兩種品系及其家系圖。TsB 可耐受海水鹽度至 55 psu，TsR 品系 (紅色吳郭魚) 則可純系繁殖，改良商用品系的體色及成長性狀，約經 3–5 代選育可得一新品系。

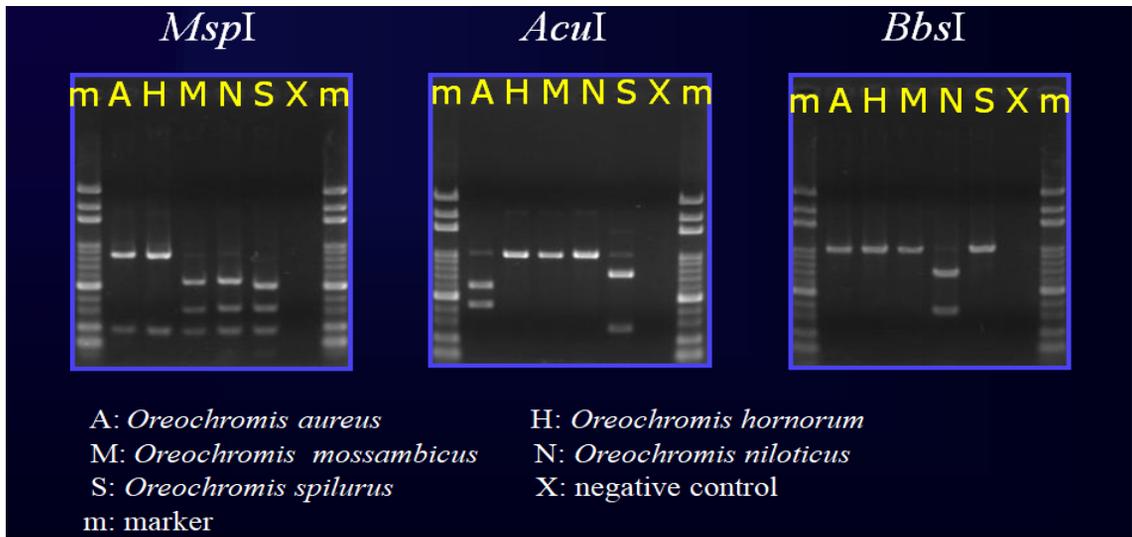


圖 3 PCR-RFLP 方法鑑定吳郭魚品種

在紅色吳郭魚研究方面，淡水中心利用血清脂酶和血清蛋白分析得知，紅色吳郭魚為在來種之白變種與尼羅吳郭魚雜交選種而來，另由血清蛋白電泳帶顯示，各品系及雜交種所表現的變異性很大，沒有獨特遺傳性基因表現。為使紅色吳郭魚品系能夠穩定生產純紅子代，同時又擁有快速的成長特性，淡水中心選出 2—3 種優良品系之紅色吳郭魚，以自交或雜交方式，進一步改良並純化品系，例如將純紅色吳郭魚與成長快速的尼羅吳郭魚配對繁殖，在其子代中，選擇紅色比例較高或體型較好之子代再與純紅吳郭魚親魚回交，此外也應用微衛星技術分析子代之遺傳變異情形，以提高純紅個體在子代中比例。

要達到單性養殖之目的，首要之務為了解吳郭魚調控性別之機制，淡水中心近年應用遺傳連鎖圖譜 (linkage map)，以微衛星技術分析尼羅及歐利亞兩種吳郭魚，結果顯示尼羅吳郭魚性別決定受到 LG23 (基因座

UNH216 和 UNH898) 所影響，歐利亞吳郭魚性別決定則與 LG3 (基因座 GM271、GM354、UNH131、UNH168) 有關連性，此研究不僅可確認不同品種性別決定遺傳標誌，未來更可應用到遺傳育種及改良研究。

### 結語

根據 FAO 最新統計資料顯示，2016 年全球養殖吳郭魚年產量已接近 600 萬公噸，是非常重要的養殖魚種。臺灣吳郭魚的養殖已有相當長的時間，從早期必須經由數代的繁殖、養殖及選拔的傳統育種，至今日的透過生物技術改良，都是長期投入鑽研及不斷的試驗操作才得以完成的綜合技術，未來應利用傳統育種選拔與分子育種技術相互配合下，建立吳郭魚基因圖譜及功能基因的篩選，穩定遺傳標誌且延續選育的品系才是重要的關鍵，找出成長快、抗逆境之優質吳郭魚品系，才能達到產業永續發展之目標。