

各國魚類基因庫發展現況與種原保存方式及其應用

陳建彰、張格銓、白志年、楊順德

水產試驗所淡水繁養殖研究中心

前言

水產種原的維護對其基因多樣性的維持具有高度的重要性，在原生棲地的保護、遺傳育種研究及水產養殖業的發展中也扮演不可或缺的一環。然而，隨著水產養殖產業的快速發展，經濟養殖物種往往也會出現種原退化的現象，例如成長速度下降、死亡率上升、個體變小、性成熟提早、肉質劣化、抗逆境及抗病能力下降等問題。此外，對原生棲地的魚苗或成魚過度撈捕，易造成野生族群數量減少甚至滅絕，再加上環境污染、氣候變遷、外來種的入侵等因素的影響，使得種原保存變得刻不容緩。

本所自 2006 年起，分別於淡水繁養殖研

究中心、澎湖海洋生物研究中心及東部海洋生物研究中心陸續設立「國家水產生物種原庫」，以活體形式保存本土淡、海水物種及具高經濟性水產物種，維持水產生物原生性並選育優良品系，生產優質種苗提供予產業界，以期提升我國水產養殖相關產業競爭力，並確保我國水生生物的永續發展。

國外亦面臨種原流失的問題，也因此紛紛展開對水產物種的保護，進行品種鑑定、種原與族群地理分布的分析、遺傳訊息多樣性研究等，以作為種原保存的參考依據，隨著精卵或胚胎的冷凍技術逐漸成熟，分別設立冷凍基因種原庫及活體種原庫。本文將介紹各國魚類種原庫發展現況及其保存方式與應用。

淡水繁養殖研究中心水產生物種原庫之種原保育館

種原庫發展、保存方式與應用

一、冷凍基因種原庫

冷凍基因種原庫的建立，是將水生生物的組織、細胞、精卵、胚胎或卵母細胞等以超低溫凍存於液態氮中。在尚保有原生基因的階段開始保存，未來有機會完成基因體解密，以期藉由生物工程重新導入特定基因至水生物種。而雄性配子及雌性配子的保存，則可用於養殖物種及野生物種之間基因遺傳物質交換，導入原生物種的基因遺傳物質及補充野生族群數量，此外，也可以不受地理分布、繁殖時間和溫度不同等限制，以體外人工授精的方式繁殖，降低生產成本及維護生物基因多樣性。目前有超過 200 種的水生生物，包括鯉魚 (carp)、鮭魚 (salmonids)、虹鱒魚 (rainbow trout)、鯰魚 (catfish)、慈鯛 (cichlids)、青鱗魚 (medaka)、白鮭魚 (whitefish)、梭魚 (pike)、虱目魚 (milkfish)、石斑魚 (grouper)、鱈魚 (cod) 及斑馬魚 (zebrafish)，其精子冷凍方法已確立，解凍再授精的成功率與新鮮精子相比較已非常接近。然而卵母細胞及胚胎的保存仍是一項挑戰，由於其體積較大，細胞膜的低通透性，對冷凍的高敏感度等限制，僅有少數的水生生物可以順利冷凍保存。目前有多個國家，包括烏克蘭、捷克、法國、美國及巴西等設立水生生物配子冷凍庫，以具經濟價值及瀕臨絕種的物種為優先考量，保存種類彙整如附表。

二、魚體組織細胞的保存

魚體組織細胞的保存，可依研究需求萃取 DNA 或 RNA 以進行基因解碼，由於體細

各國主要水生生物配子冷凍庫保存種類

國 家	主 要 保 存 物 種
烏克蘭	鱒魚(sturgeon)、鯉魚(carp)、鱒魚(trout)、粉紅鮭(pink salmon)、鰱魚(mullet)
捷 克	鱒魚、鯉魚、鱒魚、丁鱥(tench)、歐洲巨鯰(wels)、白鮭魚(whitefishes)
法 國	鱒魚、牡蠣(oyster)
美 國	鱒魚、鱒魚、鮭魚(salmonids)、斑馬魚(zebrafish)
巴 西	鯉魚與鯰魚(catfish)

胞是雙倍體，同時帶有雄性與雌性親代的遺傳基因組，因此能獲得完整基因訊息。目前印度有設立組織冷凍種原庫，已保存 250 種海洋魚類及 117 種淡水魚類的組織細胞；美國方面設立的冷凍基因庫 (Marine Environmental Specimen Bank) 則保存貝類、牡蠣、海洋魚類、海洋哺乳類及海龜等物種的組織；英國的冷凍方舟計畫 (Frozen Ark Project) 已保存 112 種水生生物冷凍組織；德國 (Cryo-Brehm Project) 則保存超過 80 個物種的各式魚體組織。

三、細胞株的保存

細胞株的保存，多用於學術研究，當各式細胞株能順利自魚體上或胚胎分離、培養繼代及冷凍保存，後續研究則可以在控制實驗變因條件下，探討水生生物的細胞生理學、分子生物學、基因遺傳學、生理學、內分泌、營養組成分析及比較生物學，目前已有多个國家設立細胞株冷凍庫，例如美國 American Type Culture Collection、歐洲 European Collections of Cell Cultures、德國 German Collection of Microorganisms and Cell Cultures 及印度 National Repository of Fish Cell Line。

四、活體種原庫

隨著原生棲息地的破壞與海洋資源的枯竭，漁撈有逐漸被養殖漁業取代的趨勢，然而單一物種長時間養殖會造成基因歧異度下降，加上外來種的引入，與本土種的雜交而干擾了原生基因庫，因此為維護原生種的基因庫，而有了水生生物活體種原庫的設立。除保存具經濟價值的水生生物，亦能保育瀕臨絕種及稀有的水生物種，在可控制變因的環境下研究其生長、性成熟條件及習性等。

國家種原庫範例

目前各國的活體種原，主要保存於政府的水產養殖試驗機構、學研機構及有產學合作的民間企業，同時進行育種研究及活體保存，以下分別介紹挪威及中國的國家級活體種原庫。

一、挪威

大西洋鮭魚為挪威的主力經濟魚種，過去 30 年來，鮭魚種群數量持續下降，其中又以人為造成的壓力為主因，包括酸雨、水力發電開發、棲地破壞及寄生蟲等，逃逸的養殖鮭魚與原生種雜交則造成基因紊亂。為確保能維持野生原生鮭魚的基因多樣性，挪威環保署 (Norwegian Environment Agency) 自 1986 年開始進行種原庫計畫，目前已設有一個冷凍基因種原庫及三個活體種原庫，優先保存瀕臨絕種及高經濟價值的品系。

冷凍基因種原庫主要保存野生鮭魚精子及基因遺傳物質，依河流棲息地做區分，每一個族群收集至少 50 尾個體的精液，為期 2 年，採集後冷凍於液態氮中。單尾雄魚產出

的 2 毫升精液，可以使 3,000 顆卵完成受精。精子幾乎可以無限期的超低溫冷凍保存，目前已保存 169 個鮭魚群體的精液。

每個野生鮭魚群體的基因特性已適應其棲地，然而養殖鮭魚逃逸後與原生種雜交，造成原生鮭魚的基因結構被取代，因此，保留多個原生鮭魚族群的基因遺傳物質顯得非常重要。活體種原庫依區域分布，分別設立於北部、中部及西部，各自負責其區域內河川鮭魚的復育。首先，在不同的河流捕捉野生鮭魚，飼養在種原庫中至性成熟後，收集其卵與精液，部分保存於冷凍基因種原庫，其餘則進行授精，每隻雌魚的卵只跟單一雄魚的精子配種。孵化後，每對鮭魚的子代會分別飼養在各自的養殖槽，成長至 7 cm 後進行剪鰭標識，將來自同一群體的后代飼養在一起，直至第 4 年成熟，過程中確保所有的魚皆健康無帶原疾病，開始繁衍子代，每個族群散布約 1—200 萬個發眼卵至河床，追蹤活存率與生長情形。復育一條河川的鮭魚種群約需耗費 5—10 年，每年皆需進行野生鮭魚的捕捉及釋放發眼卵，已有多條河川展現成效，而無法在原生棲地順利活存繁衍的鮭魚則會持續保存在種原庫中，直到棲地狀況改善為止，種原庫的運作確保原生棲地能有生生不息並維持基因多樣性的鮭魚族群。

二、中國

中國的水產養殖產業亦面臨很多問題，包括種原退化、生長速度不符預期、養殖週期過長、抗病力下降、疾病爆發、育成率下降、面臨極端氣候時抗逆境能力不足、養殖成本逐年提高等。魚類遺傳育種研究及品種改良雖持續進行，然而傳統育種技術需耗費

多年時間及難以同時篩選多個遺傳性狀，而分子技術和基因體技術的發展，已解開多種經濟魚種的基因圖譜，相關育種研究也已展開。

多種石斑魚的高密度遺傳連鎖圖譜已完成，從中篩選具目標遺傳性狀的種魚予以保存，配合石斑魚精子冷凍技術及胚胎超低溫冷凍保存技術的突破，解凍後可順利孵育出魚苗。在此基礎上，建立石斑魚活體種原庫和精子冷凍庫，進行群體選育及雜交培育，對石斑魚養殖產業相當有助益。

中國自 1980 年代開始進行淡水魚類種原資源相關研究，於長江流域建設天然生態庫、人工生態庫及精子冷凍庫，同時進行不同流域淡水魚類的數量、種類分析及遺傳結構研究。天然生態庫係因原河川改道或截彎取直而形成的半封閉型湖泊，主要保存團頭魴及青魚、草魚、鱧魚、鱖魚四大家魚，其特殊地形能使天然魚苗自由進出，但是可以避免成魚的外流，計畫性的管理天然生態庫，使漁業資源能永續長存。人工生態庫則是以人工水域營造原生天然環境，引進四大家魚、鯽魚、鯉魚、吳郭魚等 14 種經濟魚類進行繁育，以留存其原始基因性狀，經系統化的管理並長期追蹤分析發現，仍有效維持其基因優良性狀。隨著數種魚類冷凍精液技術的確立，中國水產科學研究院設立了魚類精液冷凍庫，保存四大家魚、興國紅鯉、鏡鯉、銀鯽及團頭魴共 8 種魚的冷凍精液，解凍後再授精，孵化率可達 75% 以上。定期提供穩定種原予養殖業者，業者得以利用不同來源的種魚進行人工繁殖，以保持種苗的優良性狀。

中國在青島於 2017 年底開始興建全國最大的「海洋漁業種質資源庫」，規劃建設基因庫、細胞庫、微生物庫、活體庫及群體庫（標本庫）共 5 個子庫，並同時建設數據處理中心和儀器設備中心，進行種原庫的數據收集處理及儀器設備等研究，以解決環境污染及過漁等問題。另後續將再規劃興建 5—6 個漁業種質資源庫（含海水、淡水），以保存瀕危物種、優良物種及已完全養殖物種。此外，福建省海洋經濟生物種業工程研究中心項下的活體石斑魚種原庫、石斑魚精子庫、對蝦種原庫、活體海馬種原庫及海洋生物種原庫也正在建設中，未來將進行產業化生產。

結語

人類對於原生棲地的干擾與破壞，全球氣候變遷等因素，物種正不斷的消失中，普遍認為物種流失過快甚至會影響人類的生存，物種生物多樣性及種原保育已成為全球性議題，皆認為必須開始計畫性的永續保存。隨著人類基因體定序完成，技術已有所突破，許多物種也開始進行基因組的解碼研究，因此，水生生物的冷凍基因保存庫，可以保存相當多種類及數量的各式體細胞及配子等，在其仍保有基因多樣性的階段進行凍存，以供未來遺傳育種相關研究。活體種原庫的設立，對於原生種的保存、瀕危生物的復育及育種研究的進行有相當大的助益，異地隔離養殖可以維持種的純度，並生產優質種苗提供產業界，由此，更可見設置種原庫的重要與急迫性。