

億元為最高，其次為草蝦苗，蟹蟳蟹苗再次之。

由於知識經濟驅動力掀起生物技術的發展熱潮，各先進國家希望透過生物技術的應用，提供農業科技新的契機。另一方面，由於聯合國發佈在 1999 年底世界人口已達到 60 億，國際專家預估在 2050 年時，全球將有 90 億的人口，屆時糧食生產的壓力更甚於先前。再者，開發中國家人口成長以及所得提升，對畜產品之需求增加，致使國際穀物受到人類及畜禽的需求而使價格高漲。國際有識之士憂慮，在二十一世紀，因全球人口持續增加，農業資源分配不均，氣候異常所產生的糧食供應問題將有再度發生「糧食危機」的可能。在世界人口的暴漲與可利用之土地遞減情況下，因自然水體中水生動物較不易與人類競爭糧食與土地，日本專家預測未來膳食蛋白質將以水產為主。因此除了加強海洋資源的開發，並利用基因操作與細胞融合技術創造耐水溫變化及疾病之品種，生產優良穩定特性（耐病性、高成長性）的水產養殖品種，此一策略或許可降低畜產與人類競爭糧食的壓力。台灣為一四面環海的國家，魚群種類繁多，魚類資源相當豐富。在擁有暖水魚種之深厚水產養殖技術基礎下，漁業資源若能再加以好好開發利用，積極地從海洋中尋找新的生質來源，將能促進傳統水產養殖產業的轉型與該產業在國際擴展的發展空間。

因生物技術是大幅提升生產及研發效率最具潛力的工具，農業生技產業被視為一技術導向之新興產業。然而，在各國農生產業急速發展之際，國內目前整體農業生技的發展仍普遍存有整合不足之盲點。由台經院在 2006 年對農業生技產業進行問卷調查顯示，動物水產疫苗與水產養殖之企業大多由民國九十年陸續開始成立，且公司的規模皆不大，員工人數不超過 25 人，其資本額多分布在 5000 萬元以下，可稱為新興的小型生物技術產業。而企業對研發經費之投入，顯示動物水產疫苗與水產養殖生技產業之研發經費在 500

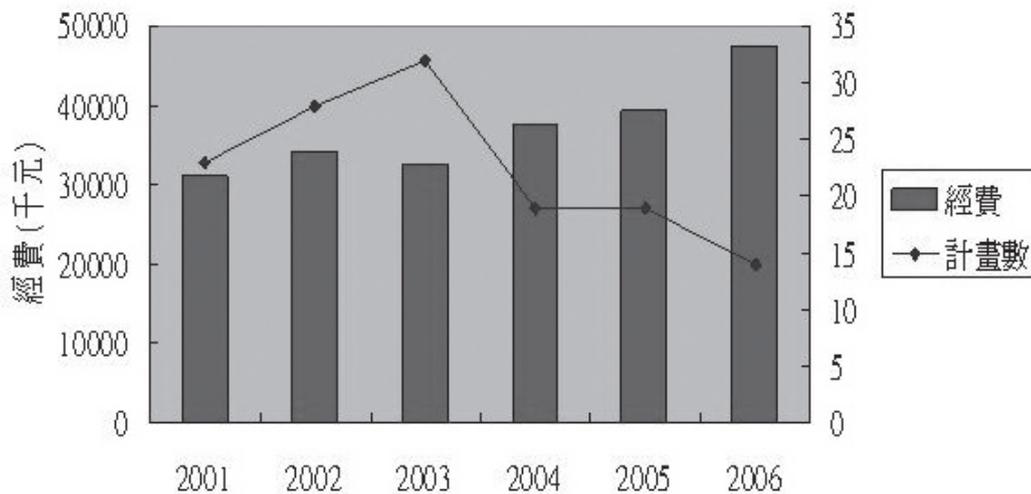
萬元以下，其研發投入占總體營業額 25%。由於一般農企業由技術開發階段至商品化的時程平均約需 3-5 年，而動物疫苗與水產養殖生技產業技術較為成熟，大部分透過自行研發，由技術開發至商品化階段，約 1-3 年間即可完成科研成果的商品化，而其產品的銷售除了內需市場外，中國及東南亞為主要的外銷市場目標。然而，不同類型農企業在研發和商品化階段所遇到的瓶頸有所不同，台經院產業問卷顯示對動物水產疫苗業者而言，取得資金較為困難外，專利權屬於其他單位與技術授權金高為研發階段所面臨的瓶頸，商品化階段則訴求需要建立良好的國際行銷管道。對水產養殖業者而言，除了資金取得以外，人才招募與如何進入國際市場等相關資訊不足，將影響產業研發階段的技術開發。商品化階段由於牽涉到基因轉殖等技術開發，因此多數業者認為公眾態度與對產品的接受度，將為影響商品化成功的主要關鍵之一。

由上述可知，大部分的農企業在商品研發階段，多面臨資金的取得與人才的招募瓶頸。因為農業生技為跨領域的新興科學，目前農學院畢業的學生泰半至學術界求職，而具有生物科學背景的人才卻往往對農業研發過程有所不了解，因此跨領域人才（農業並具有生物科技與資訊管理背景）在農企業供不應求。另外在取得有利之技術資訊亦是各產業界在研發階段面臨的困難之一，因此如何提供產業界在技術或產品方面的資訊，以順利對該產業在國內外進行佈局或取得新技術的開發，亦為未來政府或可著力之處。對於農生產業在商品化階段所面臨的困難，主要以如何順利進入國際市場與建立行銷管道為重要突破瓶頸，其次才為法規制度與技術移轉機制之活絡健全。由此可見，在未來農企業商品化之後，政府應需在國際行銷方面提供暢通、正當的管道，才能使農生產業走向國際化市場。

各部會投入基因轉殖於水產養殖之應用研究、吳郭魚分子育種、蝦類白點症病毒 (WSSV) 即時定量 PCR 檢測試劑組之研發與應用、利用粒線體 DNA 片段序列進行泰國蝦遺傳基因分析與何氏棘魷 (*Spinibarbus hollandi*) 微衛星 DNA 專一性特定列位點 (STS) 之建立等研究相當重視。2005 年水產養殖之研究經費有降低趨勢，共有 37 件研究計畫，其中核定經費約 57,795 千元，而研究方向漸著重於基因轉殖水生生物安全性評估平台技術之研發、淡水魚類種原遺傳育種研究、蝦類病毒檢測技術及優質蝦苗篩選技術平台在產業界應用等整合型研究計畫。水產養殖整體資源投入以農委會的計畫數及經費最多，五年內其經費占總計畫的 52%，五年內共投入 121 件研究計畫，經費約 145,828 千元。而國科會經費約占總計畫的 45%，五年內共投入 87 件研究計畫，經費約 126,753 千元。

由於 2005 年農業生技國家型計畫積極規劃海鱺為台灣可發展之利基產業，欲以生物技術研發技術與產品，解決海鱺養殖之育種、飼育環境、

飼料營養及疾病防治等養殖要件上的瓶頸，除了協助養殖技術升級，並建立科技化之箱網養殖作業以生產優質海鱺產品，期透過整合海鱺箱網養殖技術為國際性之知識經濟。然而，任一產品在產業化發展過程中，背後必須有強大的科研基礎來支撐。若進一步由政府歷年來投入海鱺科研計畫來看技術的發展 (圖三)，顯示海鱺研究是隨著時間增加其相關研究計畫和經費。2001 年政府所投入的海鱺研究經費偏重於養殖技術的開發和飼料添加物技術生產，如魚類種苗生產技術開發改進研究、箱網養殖魚類繁殖及人工飼料開發研究、沉降式軟式箱網設計之研究、在小琉球與澎湖地區進行海鱺分段式養殖相關技術之研發、飼料中添加植物性蛋白源對海鱺成長之影響等研究計畫，而所牽涉的生物技術相關的研究相對較少。2002-2003 年由於養殖開始出現疾病，因此政府著重於病害防治與加工處理等技術開發，如探討重金屬與水生生物之關係、海鱺細菌性疫苗之田間試驗、冷燻海鱺加工技術之研發、海水箱網養殖魚類之魚肉品質及加工利用、海鱺捕獲後處



資料來源：政府資訊研究系統，國科會；本研究整理

圖三 2001-2006年政府投入海鱺科研計畫之研發能量情形

由政府研究資訊系統中，除了顯示海鱸在台灣研發的重要性外，對於其他如石斑、草蝦及台灣鯛亦有相當的研發能量。各部會在 2001 年 -2006 年有關研究石斑魚方面的計畫則有 164 件，其中農委會計畫占整體總計畫數之 67%。另外，隨著年代的增長，各部會所投入的基礎型研究，亦逐漸朝向應用型研究與技術開發之方向來發展。有關石斑魚技術開發方面，政府在石斑魚(魚苗)強化飼料之技術開發投入的經費最多，其次為建立石斑魚疫苗之檢定系統(包括快速檢測試劑)技術的開發。今年政府在水產養殖科技成果之技術包裝與增值運用上相當重視，除了利用生物技術進行魚病病毒株的基因型分析、優質石斑魚苗免疫與發育分子指標開發，與石斑魚細菌性病源防治和多價性疫苗有效研究，希望透過生物技術優勢來進行水產生物科技的產業發展。

而草蝦自從人工育苗成功以來，蝦類養殖在短短幾年中風行台灣、東南亞及全世界，養殖面積達 78,548 公噸，產值占台灣養殖業 32%，使得當時台灣素有「草蝦王國」之稱。然而，1987 年以後，由於施用藥物過量以及大量超抽地下水，造成地層下陷，草蝦養殖受到嚴重的汙染，其年產量曾降至一萬多公噸左右。雖然草蝦產業目前已有外移現象，但因臺灣資訊流通方便，養殖技術相對仍較占優勢，未來仍可運用適當的研發與營運策略展站穩國際市場。近年來政府所投入草蝦的研究計畫，顯示如何預防或改善蝦類的疾病為一大重點，其中包括維生素 C 與幾丁質交互作用對草蝦免疫反應及疾病抵抗力之探討、台灣草蝦分子標記的開發及其在選殖上之應用、草蝦基因晶片之開發、益生菌強化草蝦抵抗弧菌病之研究、與草蝦種蝦飼料研發等計畫。

由上述可知，如何建立基礎平台技術建構，包括草蝦免疫、抗緊迫、促進生長及生殖等相關功能性基因體及其分子指標研究，並整合草蝦養殖產業的關鍵技術，以發展出現代草蝦養殖系

統技術學。此技術學不僅有利本地養蝦產業的經營，更可授權國內企業，以利土地及人力成本較低的東南亞國家經營草蝦養殖產業。在石斑魚苗方面，未來若針對石斑魚苗生產中之問題進行研發解決之道，再整合各環節步驟，建立系統技術平台，由台灣生產高品質石斑種苗，到東南亞及大陸經營石斑養殖產業，將有機會將台灣推向「亞太石斑種苗營運中心」之目標。一旦台灣現代草蝦及石斑養殖系統技術學廣被產業界運用時，相對亦可將關鍵技術留在台灣，其中包括疾病試劑的生產業、分子種源鑑定試劑生產業、水產動物檢疫服務業、無病原餌料生物生產業、飼料添加劑生產業等，將帶動總體經濟的發展。

三、水產養殖科技之未來前瞻

在發展農業生技以推動農業轉型的策略中，面對全球化的趨勢，相關的決策單位應以提升我國傳統農業附加價值為主要的短程策略目標。鑑於國內農業生技產業尚在萌芽階段，各部會共同推動農業生技科技與產業政策發展之相關規劃過程中，所需之背景分析資訊相當重要。再者，科技變化是動態不斷的發生，如何選擇科學領域優先推動之技術，與實施研究開發資源的重點性政策將有利為未來爭取先機。目前許多國家為了使產、官、學、研之科技資源達到整合與互動的效益，不斷地開發新方法來掌握科技發展的趨勢，尤其科技前瞻計畫可作為科技策略之規劃工具，並提供該國未來在特定科技領域之發展情境與方向。

雖然科技前瞻的概念源自於美國，但 1970 年日本即每五年花費大量人力與物力進行大規模的科學技術調查，迄今已進行了八次預測。第一至第四次科技前瞻調查均屬技術預測，第五次至第八次開始將調查結果納入科技與技術基本法，以作為研發目標確立、資源分配的依據，並訂立相配合之行政措施來推動該國的科研活動。由於日

本農業與本國國情相近，因此本文則參照日本科技前瞻議題作為本國研發情境之參考。

進一步探究日本對水產養殖技術之發展願景，在種苗培育方面，日本科技期望在 2010-2015 年，能開發廣泛使用荷爾蒙、費洛蒙等生理活性物質，使親本鮪魚及九孔等漁產能在短期達成有效養殖的技術。在生物技術應用上，藉著基因體技術的應用，即利用基因操作與細胞融合技術，改良魚類對於環境的耐受度與疾病的抵抗力。由於過去人類普遍缺乏資源永續利用的觀念，在沿岸溼地濫墾魚塭，破壞魚蝦貝類棲地環境，造成漁業資源與生態環境的嚴重損傷。因此，日本期望藉由放流魚苗對自然環境適應及生態衝擊之機制解明，開發提高存活率及低生態衝擊放養魚苗之培育技術並加強技術之實用化。在疾病防治方面，日本將進一步開發對魚類免疫機制及其控制因子解明的感染預防技術，並期望普及應用至藥物傳輸系統，即輸送一重組疫苗至免疫細胞，經少量投與即可發揮效果的省力及安全之魚病預防技術。對於疾病檢測方面，將普及化利用聚合酵素連鎖反應（PCR）等技術，以快速診斷魚類的各種疾病。

除了疾病防治外，養殖的設備與環境控制亦為影響魚蝦健康的關鍵因素。日本預計 2008-2015 年能實質利用與開發藉著海水置換及波能等環境改善的技術，使深受污染的內灣與惡化的養殖場之生物生產情況得以恢復。並透過以生物或生化方式濃縮、吸收或移除氮磷鉀或其他物質的技術開發，來預防湖泊、沼澤、內灣、淺海或其他主要水域優養化，或行其他環境控制的可能性。再者，為了提供魚蝦類舒適的生活環境，日本將開發海洋深處尋找適合魚類棲身大面積區域的技術，提供人工魚礁或再造藻場，即利用藻類生理活性物質的技術開發，如以相剋作用防止無用的海藻或食藻生物生長，讓有用的藻類能在石灘繁茂並居優勢，進一步期待改善沿岸地區漁業資源

潛在生產力之藻場創造技術能普及化。以上若能實際利用環境控制技術，將防止魚類及甲殼類的卵或漂浮的仔魚從產卵處減少或散開，並引其至合適生長的水域中，可使魚群能夠有更好的成長與魚卵孵化環境，同時兼顧與生態環境的和諧與平衡。以上描述可推測日本將以水產養殖技術建構“海洋牧場”為未來遠景。

在漁業經營管理方面，日本認為實際應用農場經營模擬系統將可提供最新農業、林業及漁業技術的虛擬經驗，來輔助新農夫並改善傳統農、漁場經營。其中包括開發可控制魚群行為的技術，實際運用選擇性捕魚法捕捉所需大小及種類的魚，以及運用誘導性捕魚法在合適的水域捕魚。另一方面，普及化利用生物分解性材料作為廉價的農林漁業資材或漁具等包裝容器，甚至開發漁民在適當區域捕獲想要體長與大小、甚至不同種類魚群之漁具與漁法。並廣泛使用自動化系列操作設計的超省工漁船，可搜尋魚群、拖網和敷網，依據魚的大小分級貯藏，以作為監測之用。以上的技術開發與普及化在日本的科技預測中於 2008-2015 年將可實現。由於過去以魚肉作為膳食中蛋白質來源的日本，面對世界人口增長問題，更加強海洋資源的開發以試圖解決可能帶來的糧食危機。因此日本科技前瞻預測在 2009-2020 年，

開發魚類生產量估計技術，透過近海與離岸區域生物產量由低到高的模擬，估計各水域適當漁獲（產）量的可能性，以便對於某海域的漁獲量能提早掌握。另外，實際利用衛星與自動觀測浮標，同步進行時空連續及大面積的漁況海訊資料收集、處理及分析，針對資源評估技術開發出以聲納估算魚群之超音波技術，將可正確識別魚種、估計魚類群聚大小以定量魚群的可能性。最後基於對海洋環境變化及魚類繁殖或鮭魚、鮪魚等大型迴游性魚類資源量變動之相關性預測，期望開發魚群誘導及控制技術的超省力漁業生產系

統，實際應用於遠距遷徙魚類資源管理技術，來管理大規模遷移性海洋生物資源的可能性。一旦能預測 10-20 年主要漁業資源的長期變遷，即可朝著資源和漁業管理的方向來開發生產調節系統。由上可知，遙測技術的開發將可定期提供漁產品收穫預測、生物量、即時海洋環境情報、所有氣候帶與地形帶之水產資源等實用情報，以利漁獲收成和危機處理機能，創造安全經營環境。

養殖魚類除了食用外，迄今透過生物技術亦可提供漁產品的附加價值。日本科技前瞻調查提出在未來 2010-2015 年，將開發從深海生物體內萃取出生理活性物質，進而合成生物材料的技術，例如日常生活常用的膠水、纖維等物質，甚者透過尚未利用的深海微生物生理機能的闡明，以生產保健食品和醫藥品，提供人類預防醫學與疾病治療的新契機。

四、結語

從政府投入水產養殖生技之研發情形與國際前瞻來看，國內水產養殖具有完整的研究網絡，

由現場養殖技術、漁產加工、疾病防治、行銷系統至國際貿易等具有研發競爭優勢。我國未來將可以水產養殖多年的優勢為基礎，邁向亞太地區健康水產種苗中心的願景發展。由於台灣集約式養殖環境容易造成疾病的感染與散布，容易導致產量與品質受損。未來解決疾病的問題可參考國外的技術研發方向，加強運用分子生物技術，篩選好的遺傳標誌，以生產優質種苗。另外，亦需利用生物技術研發疫苗和免疫促進劑，或者飼料結合疫苗來克服個體較小的魚蝦苗生長。此外，應加強養殖技術之系統整合，包括優質種苗、添加物、疫苗、水質管理、檢測分析和運銷體系之技術，建立符合不同魚種之標準作業程序和加工的生產制度，將有利於樹立國產本土化品牌形象，穩定並提高水產品附加價值以及拓展國外市場，增強水產養殖業之國際競爭優勢。 **AgBIO**

李宜映 國家實驗研究院 科技政策研究與資訊中心 副研究員
殷正華 國家實驗研究院 科技政策研究與資訊中心 助理研究員

參考文獻

1. 王玳琪、賴志遠(2007)。國研科技，14:54-60。
 2. 鄒箴生、李宜映、高秋芳、林海珍(2007)。台灣農業該何去何從?對我國農業生技產業之看法與期待。科技報導，第12-13期。
 3. 台灣經濟研究院(2004)。農業生物技術國家型計畫-第三期規劃報告，1-100。
 4. 科技政策研究與資訊中心(2006)。台灣農業生技產業發展策略報告書，47-52。
 5. 陳治宇、殷正華(2002)。21世紀科趨勢報告-農林漁牧與食品，23-53。
- (致謝:感謝國科會96年度對本研究之補助)