

出國報告（出國類別：研習）

赴南非參加「2017 世界水產學會」
發表論文及參訪

服務機關：行政院農業委員會水產試驗所

姓名職稱：鄭金華研究員

派赴國家：南非

出國期間：中華民國 106 年 6 月 22 日至 7 月 2 日

報告日期：中華民國 106 年 9 月 2 日

摘 要

本國外論文發表與參訪為執行 105 年度行政院國家科學技術發展基金補助計畫「零換水生物凝絮 (biofloc) 超高密度白蝦苗量產技術之研發與產業應用」(MOST 105-3111-Y-056-017) 核定之工作項目之一。主要行程包括：1. 參與 2017 世界水產年會會前之產業參訪-南非弗朗斯胡克 (Franschhoek) 鱒魚繁養殖場及其冷凍煙燻加工廠，2. 參加 2017 世界水產年會論文發表會，3. 發表壁報論文，論文題目為 LARVAL REARING OF THE PACIFIC WHITE SHRIMP IN ZERO WATER EXCHANGE SYSTEM。本次大會特地以生物安全為題安排連續 2 天的議程，因此本次參訪、發表與參加論文發表會也配合大會著重於此一議題。

生物安全是有形設施加上一套管理，目的在降低病原入侵、繁衍與傳播的風險，及其可能造成的損失。生物安全花錢，不方便，但具成本效益，更是產業永續發展不可或缺的。生物安全需要生產區內所有業者都充分了解其重要性，並隨時遵循才能發揮效果。生產區內各級的生物安全需要政府擬訂規範，並整合現場業者、推廣與獸醫人員與政府部門共同合作以確實執行。

台灣防疫觀念普遍不足，使對蝦、泰國蝦、石斑、九孔各只維持一個世代約 20 年的榮景就相繼遭受到多種疾病的感染與肆虐，進而造成產業的萎縮與沒落，陷入難以永續發展的困境。希望藉由此次出國所得到的資訊可以用在協助台灣上述養殖產業儘速脫離因疾病的所造成的困境。

建議事項如下：1. 加強 SPF 優良種原之篩檢並進行性狀評估及選育，配合疫苗開發應用與疾病防治策略，穩固水產產業永續發展之基礎。2. 積極建立生物安全規範，設置乾淨水源供應站等有利生物安全維護的公共設施，整合現場業者、推廣與獸醫人員與政府部門以確實共同合作執行生產區內各級的生物安全防疫工作。3. 加強推廣輔導生物防疫養殖模式。4. 積極監測疫情，並加強查緝種原非法引進。

關鍵詞：生物安全，蝦苗生產，生物凝絮。

目 次

摘要	1
目次	2
目的	3
過程	3
心得	8
建議事項	11
附圖	12
附表	23

目 的

本國外發表與參訪為執行 105 年度行政院國家科學技術發展基金補助計畫「零換水生物凝絮(biofloc)超高密度白蝦苗量產技術之研發與產業應用」(MOST 105-3111-Y-056-017) 核定之工作項目之一：「出席國際學術會議、參訪：前往南非開普敦參加 2017 世界水產學會並至附近私人繁養殖參訪與交流。」主要行程如下：1. 參與 2017 世界水產年會會前之產業參訪行程-前往南非弗朗斯胡克(Franschhoek)鱒魚繁養殖場及其冷凍煙燻加工廠，2.參加 2017 世界水產年會論文發表會，3.發表壁報論文，論文題目為“LARVAL REARING OF THE PACIFIC WHITE SHRIMP IN ZERO WATER EXCHANGE SYSTEM”。行程安排著重在水產養殖生物安全之參訪與發表會參與，藉著參加水產養殖國際研討會了解各國之產學研發新進展並與相關學者與業者當面討論，並於南非為展現該國水產養殖進展，開放產業界參訪時了解產業設施和運作經營。希望能得到有用的資訊可以協助台灣之對蝦、泰蝦、石斑、九孔等養殖產業，儘速脫離因各種傳染疾病的肆虐而萎縮的困境。

本科發計畫之計畫內容及工作項目有：1.種蝦催熟產卵：自水試所 SPF 白蝦種原庫中，挑選高成長之種蝦進行催熟、交配、產卵與孵化。2.添加醣類以建立 biofloc 育苗環境：以 0.5 噸 FPR 水槽進行添加葡萄糖與糖蜜之比較試驗。3.添加益生菌以建立 biofloc 益菌育苗環境：以 0.5 噸 FPR 水槽進行添加枯草桿菌(5,10,20mg/L)之比較試驗。4.零換水 biofloc 最適蝦苗放養密度：以 0.5 噸及 10 噸 FPR 水槽進行三種放養密度(10、20、30 萬苗/m³)之比較試驗。5.零換水 biofloc 育苗投餌及水質監測：進行水質、懸浮有機物質、biofloc 量及微生物相之監測及分析，以建立零換水 biofloc 蝦苗培育較適條件。6.病原追蹤：定期進行 WSSV、TSV、IMMNV、YHV/GAV 和 IHNV 等六種病毒及 EMS 副溶血弧菌的 PCR 和 Real-time PCR 檢測，以追蹤白蝦種原的 SPF 狀態。7.蝦苗健康指標與成本效益評估。8. 前往南非開普敦參加 2017 世界水產學會並至附近私人繁養殖參訪與交流。

過 程

2017 世界水產養殖年會(World Aquaculture 2017)於 6 月 26-30 日在南非開普敦國際會議中心舉行，這是世界水產養殖年會首次在非洲地區舉行。事實上，非洲是 2000 年以來全球水產養殖成長最多的地區。2000-2015 全球水產養殖年產量增加 154.1%、其中以非洲增加 336.4%最多、其次依序為亞洲 159.3%、美洲 125.5%、大洋洲 50.3%、歐洲 44.8% (圖 1)。

最近因吳郭魚湖泊病毒 Tilapia Lake Virus, TiLV 聯合國糧食及農業組織(FAO)及世界動物衛生組織(OIE)近期提出預警，目前已有哥倫比亞、厄瓜多爾、埃

及、以色列、泰國、台灣、中國等七國通報疫情及大量死亡案例；其中，中國、埃及、泰國、哥倫比亞分別是 2015 第 1、第 3、第 8、第 9 大吳郭魚生產國。其他國家因未積極監測，疫情尚不明。全世界吳郭魚 2015 總產量 6.4 百萬噸，是世界上最重要的養殖與貿易水產品之一，也是非洲地區最主要(2015 占全部的 55%)的養殖種類。因此本次大會特地以生物安全為題安排連續 2 天的議程。

筆者發表論文題目雖被安排在 生物凝絮系統，但是零換水的原始初衷與核心意義卻是生物安全，因為水源的引進與排放是病原傳播最主要的途徑之一。生物凝絮技術則是取代循環水技術達到零換水或少換水的目的。因此，本行程除了參加世界水產養殖年會所提供關於 生物凝絮的各項發表外，也參加生物安全的各項發表，並配合大會於開幕當天所提供與生物安全相關的參訪活動 -Franschhoek 鱒魚繁養殖場及其冷凍煙燻加工廠。藉著參加水產養殖國際研討會了解各國之產學研發新進展並與相關學者與業者當面討論，並於南非為展現該國水產養殖進展，開放產業界參訪時了解產業設施和運作經營。此次之行程及參訪研習過程如下：

一、出國行程預定表

日期	天數	到達地點	詳細工作內容
6/22 (四)	0.5	東港→小港→香港	啟程、搭車、搭機
6/23 (五)	0.5	香港→約翰尼斯堡→開普敦	搭機、搭車
6/24 (六)	1	開普敦→斯泰倫博斯	會前準備
6/25 (日)	1	開普敦→赫曼努斯	會前準備
6/26 (一)	1	開普敦國際會議中心	註冊、開幕式、會前參訪
6/27 (二)	1	開普敦國際會議中心	第 1 天會議、海報發表
6/28 (三)	1	開普敦國際會議中心	第 2 天會議、海報發表
6/29 (四)	1	開普敦國際會議中心	第 3 天會議、海報發表
6/30 (五)	1	開普敦國際會議中心	第 4 天會議、海報發表
7/1 (六)	0.5	開普敦→約翰尼斯堡→香港	返程、搭機、換日
7/2 (日)	0.5	香港→小港→東港	搭機、搭車
合計	9		

二、會前之產業參訪行程，包括：弗朗斯胡克鱒魚繁養殖場及其冷凍煙燻加工廠：位於弗朗斯胡克的三溪養鱒場 (Three Streams Trout Farm) 屬於斯塔布斯家族，1900 年代初期以捕魚為主業。現任場主感受到海洋資源日益減少的壓力，認為水產養殖將是能滿足未來海鮮需求的唯一解決辦法，於 1986 年開始養殖鱒魚。三溪養鱒場是個兼具研究與發展的垂直整合養殖場，整個價值鏈包括孵化場、中間育成場，成魚養殖場，及冷凍醃燻加工場。三溪養鱒場的鱒魚繁殖場位於弗朗斯胡克

山 (The Franschhoek Mountains) 山腳下 (圖 2)，弗朗斯胡克溪 (The Franschhoek Stream) 旁 (圖 3)，孵化場與育苗場順著溪流由上而下設置 (圖 4)。三溪繁殖場從美國、丹麥、蘇格蘭或挪威進口的具認證的無疾病 SPF 胚體卵。現代化的生物安全繁殖場使用舊式孵化技術 (圖 5)，但孵化率達最新研發標準的 95% (圖 6)。繁殖場每 2 個月進口胚體卵一批，每年可產幼魚 6 批次，每年可生產幼魚超過 100 萬尾。繁殖場除了胚體卵，每批幼魚運至養殖場前 (圖 7) 均經兩次病原檢測。2006 年起每 2 個月 1 次將鱒魚幼魚從繁殖場運到賴索托皇家高地 (Royale Highlands of Lesotho) 卡斯特壩 (Kaste Dam) 的鱒魚養殖場的箱網 (圖 8) 內養殖。位於賴索托高地的卡斯特壩水域符合上鱒魚生產需要寒冷、清潔、流動、溶氧充足的大水體等條件，是全年生產高品質鱒魚的理想水域，非洲南部大部分地區都不適合。養殖過程只用獨特配方的優質飼料，並採用可完全追蹤和可永續經營的操作手法，以確保最高品質的低脂產品。飼養一年體重達 1.5 kg 後，採用人道的方法收穫，然後運回三溪煙燻場 (圖 9) (Three Streams Smokehouse) 先經處理 (圖 10) 後進行冷凍或煙燻 (圖 11) 等加工並運銷至全世界。三溪煙燻場的設施領先南非，加工使用原料除了自產的鱒魚外，其他多種優質的海鮮包括鮭魚均來自可永續經營與可完整追蹤的養殖場的養殖魚，或來自被管控與核准捕撈並可完全追溯來源的野生魚。

三、論文發表：發表論文題目為：“LARVAL REARING OF THE PACIFIC WHITE SHRIMP IN ZERO WATER EXCHANGE SYSTEM”。摘要內容如下：本研究的目的是建立每噸水 PL3 產量超過 10 萬尾的零換水白蝦幼苗培育技術。將剛孵出的無節幼苗飼養在 500 和 2,000 公升的水槽中，每次實驗以三種放養密度 (100, 200, 300 無節幼體/公升) 各 2 重複。實驗結果如下：在 500 公升水槽中，三種密度之平均活存率分別為 $45.7\% \pm 1.0\%$ 、 $47.3\% \pm 0.5\%$ 、 $47.9\% \pm 0.3\%$ ，平均產量分別為 45.7 ± 1.0 、 94.7 ± 1.0 、 143.8 ± 0.8 PL3/L (表 1)。在 2000 公升水槽中，三種密度之平均活存率分別為 $67.7\% \pm 3.6\%$ 、 $63.0\% \pm 3.3\%$ 、 $50.1\% \pm 0.9\%$ ，平均產量分別為 67.7 ± 3.6 、 126.0 ± 6.6 、 150.3 ± 2.8 PL3/L (表 2)。

四、美國愛荷華州立大學，獸醫學院，糧食安全和公共健康研究中心主任 James A. Roth 以「美國家禽和家畜產業在生物安全的演進」為題，為對付難纏的禽流感，他提出更嚴謹的生物安全設施與措施，這種生物安全的理念與作法，除了應用於家禽的禽流感，也可應用於家畜的口蹄疫，當然也適用於魚蝦貝類等水產養殖，用以阻斷多種病原入侵養殖池的各種途徑。

2015 春天高致病性禽流感 H5N2 影響美國中西部超過 200 家禽業者，導致共近 5 千萬隻雞被銷毀。爆發範圍之廣表明了家禽設施的生物安全需要加強，以減少未來爆發的風險。為了協助家禽生產者實施更嚴謹的生物安全計畫，美國農業

部的動植物衛生檢疫局（APHIS）與州政府、學者以及業內專家共同制定生物安全自我評估清單和家禽生物安全官員資訊手冊。

在高致病禽流感爆發之前，生物安全通常以防止疾病傳入的單獨步驟為主，例如鞋類消毒等。新方法確認所有潛在的疾病傳入途徑，並試圖降低病原從這些路線傳入。增強生物安全的方法強調三個新的概念對：1.增設一位生物安全經理，負責制定特定區域的生物安全計畫（圖 12）、培訓所有進入農場的人員並督促他們遵從各項規劃。2.飼養家禽的建築物或圍欄周邊設置緩衝區（圖 13）以降低傳染性病原接近建築物或圍欄。3.設置隔離線（圖 13）作為易感家禽和所有可能的感染源之間的邊界。如果家禽都飼養在建築物內隔離線的設置很容易，但這一概念也有助於保護飼養在建築物外的家禽。

生物安全經理資訊手冊建立了 12 項檢查清單（圖 14），含蓋所有疾病傳入的潛在來源，以協助生物安全經理設置和維護特定區域的生物安全計畫。全國家禽改進計畫(NPIP)通過了修改後的版本，並要求家禽生產者自願主動加入NPIP，並遵循上述 12 項檢查清單，以及接受定期查驗。12 項檢查清單包括：1.增設生物安全經理，2.培訓員工及其他人員，3.設置隔離線，4.設置緩衝區，5.人員，6.野生動物、鳥類、鼠類及昆蟲，7.器具設備，8.死雞丟棄，9.排泄物與墊料管理，10.淘汰雞隻，11.供水，12 飼料與替換墊料。另外，針對員工開發了線上培訓教材，所有教材都可在下列網址 <http://www.poultrybiosecurity.org/>找到。上述強化生物安全的概念已被推薦至為豬肉、牛肉和乳製品等家畜產業以保護生產區在口蹄疫爆發時免於病毒的傳入。

五、世界銀行資深水產養殖專家 Randall Brummett 以傳染性疾病在水產養殖發展的經濟影響為題，認為疾病是水產養殖產業主要的風險，強調生產區級的生物安全的重要性，呼籲以國家政策擬訂規範並加強執行以預防、檢測和管理各種重要水產疾病，並整合推廣人員、獸醫服務和政府部門共同合作解決生產區級的生物安全。

根據 FAO 的報案，疾病是水產養殖產業主要的風險，每年造成全球損失約 60 億美元。會引起養殖水生動物疾病包括數以千計的立克次氏體、病毒、細菌、原生動物和後生動物寄生蟲。自從 1990 年起，每年都有新疾病的出現，單獨養蝦業平均每年損失約 100 億美元，單獨越南養蝦業平均每年損失 10 億美元。自 2007 年起智利鮭魚養殖業因傳染性鮭魚貧血病毒（ISA_v）的暴發，共造成 35- 40 萬噸魚，20 億美元和 2 萬個職缺的損失。幾乎所有這些災難都發生在生產超過 90%水產養殖的開發中國家，造成收入減少，工作消失，並威脅糧食安全。大多數水產養殖業者是開發中國家的鄉下小農，大多數的疾病都未經診斷、處理和記錄，使為擺脫貧窮的社區造成巨大負擔。

全球水產養殖聯盟估計，為滿足全球糧食安全和農村發展，水產養殖約需要再投資 1000 億美元。很多投資者想要從事水產養殖，但面對風險而猶豫。據全球農作物主要承保人瑞士再保險，1992-2012 年水產養殖平均保險損失率達 65%，管理較好的鮭魚養殖業疾病所造成的損失也達全部的 20%。

雖然自家養殖場內可以作到疾病的防堵，但是水產養殖設施之間以及與外部環境之間相互緊鄰相通，只要少數幾個粗心的業者就可以毀掉整個產業。生產區級的生物安全和緊急應變規劃，包括自家養殖場外的問題，需要全體養殖業者、推廣人員、獸醫服務和政府部門之間充分的溝通與合作來解決。考量魚病暴發的嚴重性和頻率，迫切需要國家政策的規範與執行以預防、檢測和管理各種重要水產疾病。因為目前缺乏讓政府和養殖業者計算生物安全成本效益的實際方法，以及缺乏符合成本效益的最佳養殖策略的規範，阻礙了國家政策在規範的擬定。

六、世界動物衛生組織（OIE）標準部資深專家 Stian Johnsen 建議以 OIE 水生動物衛生法典（OIE Aquatic Animal Health Code）作為改進全球水生動物健康的準則。呼籲各國水產養殖主管當局應使用 OIE 準則來制定規範以早期偵測、內部報告、發病通知、病原體在水生動物體內的控制，及其透過水生動物及其製品的國際貿易而蔓延的防範，同時避免不合理的衛生貿易障礙。

全球水產養殖的成長較所有其他食用動物的生產更為迅速，另外，活水產養殖動物及其製品的國際貿易量也持續在增加。水產養殖的發展，特別是在發展中國家，是滿足全球糧食需求日益增長的關鍵。

由於不安全的貿易以及低度生物安全等因素，使疾病持續暴發，造成經濟的負面影響並威脅水產養殖的增長與持續發展。建構有效的生物安全設施與措施才能有效降低病原體的引進、繁衍與傳播的風險。

疾病防制的重點在於預防，亦即預防勝於治療。在水產養殖設施內推行生物安全措施可以很簡單且有立即明顯的效果。生物安全措施包括控制所有進入場內的水源、種苗、餌料、器具、動物與人員車輛等，消毒所有養殖設施和設備，使用品質保證的飼料，處理與排放的水生動物廢物。

七、國際水生獸醫協會、國際水產獸醫生物安全聯合會（IAVBC）與美國農業部動植物衛生檢驗局獸醫服務（NAHERC）資深專家 A. David Scarfe 以執行符合 OIE 標準和法規的實用生物安全計畫，以預防、控制並去除傳染性疾病為題，提出實用生物安全計畫優先事項，並在流行病學單位內進行有效生物安全計畫之執行，審核與認證，以預防、控制並去除單位內任何傳染性疾病。

所有國家水產養殖生產都面臨持續增加的疾病風險，國際水產獸醫生物安全聯合會（IAVBC）所屬的大批水產獸醫師，針對什麼應納入生物安全計畫，已經在超過十年眾多的發表會、研討會和講習班中充分地討論和辯論。一個關鍵結

論是：所有確定的程序必須符合國際標準與國家法規。生物安全的實用方法除了須符合上述要求，也須讓養殖業者可以實施，並讓所有利益攸關者（從生產者到政府監管部門）都覺得有效的。以下被視為所有生物安全計畫的優先事項：1.須兼具實用性和經濟可行性，2.僅專注於媒介感染性和接觸傳染性疾病，3.應包括在可界定流行病學單位（definable epidemiological units）內對疾病的預防、控制與去除的解決方案，4.應建立在成熟、合理並符合科學的獸醫程序，5.須符合國際公認 OIE 法典和手冊中的標準，6.涉及公私夥伴關係，以及生產者、水生獸醫師和準獸醫專家與政府監管員之間的合作。

IAVBC 已經在挪威、南非、智利、和其他地方的多次會議和講習班與利益相關者測試程序，以整合的方法從開發、實施、審核到確認為有效的水產養殖生物安全計畫。生物安全計畫的核心是界定流行病學單位。流行單位（EpiUnit）是指特定範圍內的動物族群，與其他族群有一定程度的分隔，媒介感染性和接觸傳染性疾病可容易地傳染，例如桶槽/池塘、農場、州/省、區、區域或國家。在流行單位內能使有效的生物安全計畫方便執行，審核與認證，以預防、控制並去除任何傳染性疾病。

心 得

生物安全是有形設施加上一套管理，目的在降低致病性病原體的入侵、繁衍以及向內、向外與在種群內的傳播的風險，並降低病原感染所造成的損失。生物安全是需要花錢的，而且是不方便的，但是具有成本效益的，是產業永續經營所必須的。生物安全需要生產區內所有業者都充分了解生物安全的重要性，並隨時遵循相關規則才能發揮最大的效果。生產區內各級的生物安全的有效推動需要國家政策擬訂規範並加強執行，並整合現場業者、推廣人員、獸醫服務與政府部門共同合作來解決。各國水產養殖主管當局應使用 OIE 準則來制定規範以早期偵測、內部報告、發病通知、病原體在水生動物體內的控制，及其透過水生動物及其製品的國際貿易而蔓延的防範，同時避免不合理的衛生貿易障礙。執行符合 OIE 標準和法規的實用生物安全計畫，並在流行病學單位內如：桶槽/池塘、農場、州/省、區、區域或國家，進行有效生物安全計畫之執行，審核與認證。面對新的、難纏的病原不斷地出現，產業界以更嚴謹的生物安全設施與措施，唯有如此，才能降低致病性病原體的入侵的風險。

台灣 1985-2015 年平均年產值超過 5 億新台幣之 12 養殖種類（表 3）的總產值占有所有養殖種類的 85.3%，除了鰻魚與牡蠣使用野生種苗外，其餘 10 種都使用人工種苗，其中虱目魚、吳郭魚、文蛤、鱸魚、蜆等 5 種每台斤單價都低於 100 元，另外 5 種每台斤單價都超過 100 元，包括：草蝦與白蝦、泰國蝦、石斑、九孔，但是都分別在 1988、1992、2000、2001 年開始遭受到病毒性疾病的感染而產生大量死亡，造成產業的困境與萎縮。主要原因是防疫觀念不足，事前沒有防

範，事後也沒有清除，任由病原繁生、漫延。每一個產業僅維持一個世代約 20 年就沒落，而難以世世代代、永續發展。在病毒性疾病缺乏治療方法的情況下，以及在抗病品系與疫苗未開發成功之前，以隔離防疫的 SPF 環境下放養 SPF 優良種苗，在養殖過程進行檢疫及防疫，是目前唯一可行並且是國際已經在發展的趨勢與方向。SPF 繁、養殖的相關技術不但能解決台灣目前的養殖困境，而且可達到高活存、高成長、高產量、高獲利的目標，進一步更可達到不必用藥的境界。相關技術與產品可行銷全世界，其潛在利益極為龐大。在 WTO 全球的強制規範下，以及在追求環保、衛生、永續經營的普世價值的趨勢下，以此生物防疫生產模式所生產的養殖產品，才能夠符合 HACCP 的規範。

台灣於 1968 年草蝦人工繁殖研發成功，於 1976 年草蝦人工飼料開發成功，開啟台灣草蝦養殖 20 年的蓬勃發展，使台灣草蝦養殖產量於 1987 年達到 78,548 公噸，占全球的 44.4%，世界第一。1988 年之前，種苗是在 SPF 狀態，整個環境也都在 SPF 狀態，提供養殖成功的關鍵基礎，當時在台灣養蝦其實很容易，幾乎每個人都賺錢，造成一窩蜂。後來台灣周邊海域捕獲的野生種蝦之數量不足以應付快速成長的需求，只好自泰國等東南亞國家進口，導致引進病源的惡夢，從此各養殖區相繼淪陷為疫區。1988 年草蝦病變之後，種苗失去了 SPF 狀態，整個環境也失去了 SPF 狀態，從此養蝦變得很困難，幾乎每個人都賠錢，造成幾乎沒人敢作專養，30 年快過去了，還是沒有改善的跡象（圖 15）。

1988 年之後，全世界主要養蝦地區也陸續由非疫區變成疫區，即使澳洲草蝦養殖也在 2016 年 11 月暴發白斑症（White Spot Syndrome）。不過，全世界海水蝦的產量卻由 1987 年的 494,120 公噸提高到 2015 年的 4,875,793 公噸，成長了近 10 倍，而台灣由 1987 年的 88,264 公噸降低到 2015 年的 10,498 公噸，僅剩 11.9%；其中草蝦 259 公噸，僅剩 0.3%。1988 之後，全世界除了台灣，大部分主要養蝦國家的產量都持續增加，其中最主要的原因在於：這些國家陸續使用 SPF 白蝦種苗（圖 16），並盡力營造 SPF 環境。最明顯的例子是泰國，泰國自 1995 年起受到白斑病毒的感染而使產量降低，但是泰國立即採取生物安全設施與措施，將白斑病毒隔離在養殖池之外，草蝦產量不降反升，接著 2003 年起引進人工培育的 SPF 白蝦種蝦，取代依賴野生的草蝦種蝦，蝦類產量快速由 2000 年的 30 萬噸增加到 2011 年的 61 萬噸（圖 17）。類似的策略也被中國、印尼、越南、印度等亞洲重要養蝦國家採用。相對地，厄瓜多等中南美洲養蝦國家陸續於 1998 年起遭受到白斑病毒的感染而使產量降低，但是厄瓜多等中南美洲國家因養蝦主要以粗放形態為主，採取與養蝦主要以集約形態為主的東方國家不同的策略，讓白斑病毒與蝦共存於養殖池內，進而培育抗病的 SPT（Specific Pathogen Tolerance，耐特定病原，會感染特定病原，會感染特定病原但不發病或症狀較輕；SPR, Specific Pathogen Resistant，抗特定病原，不會感染特定病原）白蝦種蝦，使得厄瓜多的白蝦產量繼續驟降 2 年後，才緩慢回升，並於 2006 年恢復至 1988 年發病前的記錄。因為 SPT 白蝦產量增加速度緩慢，厄瓜多自 2010 年起開始篩選 SPT+SPF（Specific Pathogen Free）白蝦種原，並採用生物安全設施與措施，不但使活存提

高，也使成長變快，相較於 2010 年，2013 年白蝦養殖期間縮短了 35 天。活存與成長同步提高，使白蝦養殖產量快速由 2009 年的 18 萬噸增加到 2015 年的 40 萬噸（圖 18）。應用厄瓜多 SPT+SPF 白蝦使產量快速增加的最新案例發生在沙烏地阿拉伯。沙國自 1995 年起開始在紅海東岸以粗放形態養殖印度蝦，以取代一直依賴野生種蝦的草蝦，於 2009 年產量達到 21,051 公噸；不過，2011 年白斑與桃拉（Taura）同時暴發，使 2013 年產量只剩 660 公噸，僅為高峰的 3.1%。2014 年開始全面改養厄瓜多 SPT+SPF 白蝦並採用生物安全設施與措施，當年產量立即回升到 12,980 公噸，2016 年估計 23,000 公噸，僅 3 年就超過 2009 年發病前印度蝦的最高產量（圖 19）。

在 2009 年早死症出現前，全世界對蝦病原以白斑等病毒為主。相對於早死症（EMS, Early Mortality Syndrome）之弧菌以及最近盛行導致成長遲緩的真菌類-微孢子蟲（EHP, *Enterocytozoon hepatopenaei* sp），病毒較容易去除，因為病毒須要有寄主才能生存並繁殖。因此以便宜的殺虫劑，就能消滅水源中的寄主-甲殼類，如此就已完成大部分的防疫工作。病毒性疾病的防疫相對容易，此點在台東地區的草蝦-白蝦專養持續盛行至 2013 年早死症入侵之前的事實得到印證。除此之外，台灣養蝦業者在此段時期幾乎完全缺席，沒跟上國際腳步。台灣除了是全世界第一個使用草蝦人工苗與草蝦人工飼料的國家，也是第一個改養 SPF 白蝦的亞洲國家，不過很可惜，台灣並沒有掌握先機，開創新局。倒是中國、泰國、越南、印尼、印度等國家陸續改養 SPF 白蝦而蓬勃發展，使亞洲對蝦養殖產量占全世界的 85%，並使白蝦產量占有對蝦的 80%。白養蝦模式的演進將追隨養雞模式的演進，亦即快速成長的 SPF 種苗在 SPF 環境中飼養，面對難纏的禽流感養雞業者只有加強防疫一途。同樣地，面對更難纏的 EMS 與 EHP，養蝦業者也只有加強防疫一途，生物凝絮技術的盛行則反應了防疫需求的增加。

1970 年林紹文博士自泰國引進了 300 隻泰國蝦幼苗，後來人工繁殖成功，開啟台灣養殖泰國蝦 20 年的蓬勃發展。1991 年台灣養殖泰國蝦總面積為 2,321 公頃，年產量為 16,196 公噸，占全球的 37.6%，世界第一。主要產區在屏東，產量占 90% 以上。不過，隨後爆發酵母菌感染，1992-1993 年產量連續驟減 67%，只剩 5,475 公噸。業者懷疑近親交配是造成酵母菌症蔓延的主因，自 1993 年起進口蝦苗，平均每年進口 30 億尾以上。不過進口蝦苗，不但沒有達到解決酵母菌症的目的，反而在 1995 年起引進肌肉白濁症，2002 年起引進蝦苗驟死症，使得所有繁養殖場面臨更大的困境。因疾病而造成泰國蝦產量下降也發生在中國、印度與泰國（圖 20）。

台灣九孔人工繁殖於 1979 年研發成功，開啟台灣九孔養殖約 20 年的蓬勃發展，使九孔養殖年產量快速成長，並於 2001 年達到 2,496 公噸的歷史新高，占全球鮑魚年產量的 81.3%，世界第一。但後來因量多價跌，利潤縮減，1997 年開始自中國等地區引進黑盤鮑等冷水性鮑魚，2001 年底陸續發生九孔幼苗大量落脫及養殖九孔大規模死亡情形，2003 年產量腰斬到 1,084 公噸，產量世界第一的地

位連續維持了 23 年，從此被中國取代，台灣九孔產業一蹶不振，2012 年產量僅剩 79 公噸，僅為高峰的 3.2%（圖 21）。

台灣自 1982 年開始自野生種魚進行石斑繁殖，1987 年開始利用養殖種魚。經過 12 年的蓬勃發展，石斑魚苗產量在 1999 年達到最高峰約 28,248 萬尾。但是隔年 2000 年，因神經壞死病毒（Nervous Necrosis Virus, NNV）蔓延，使石斑魚苗產量驟降 53.2%，2001 年再減 60.2%，2009 年石斑魚苗產量甚至減為 2,390 萬尾，只有 1999 年最高峰的 8.5%（漁業統計年報，圖 22）。NNV 感染造成魚苗在孵化兩週後大量死亡導致育成率偏低，以 2002 年為例，台灣種魚場年產受精卵約 40 公噸（600 億粒），育苗場育成一寸苗 6,600 萬尾，二寸苗 3,300 萬尾，育成率分別為 0.1% 及 0.05%。使得台灣石斑魚養殖產量世界第一的地位連續維持了將近 20 年，於 2003 年才被中國取代（圖 23）。

石斑屬於脊椎動物具有抗體的特異性免疫系統，幼苗感染病毒而倖存者其體內多已產生抗體而具有抗病能力，使得養殖過程的死亡率不致於太低。但是幼苗育成率偏低，使得魚苗的單價提高了。依據漁業署養殖漁家經濟調查報告，2010 年生產每公斤青斑的魚苗費為 61.4 元，飼料費為 90.9 元，兩者合計 152.3 元，占總成本的 78.4%。若平均收成體重以 750 g 計算，平均活存率為 58.5%，放養魚苗每尾平均單價為 27.0 元。若徹底解決 NNV 與 IV 在青斑的垂直與水平感染途徑，可將青斑魚苗的平均單價由 27.0 元降至 15.0 元以下。若將病毒性疾病以疫苗來預防，可將養殖過程中的活存率由 58.5% 提高至 80% 以上，除了可以進一步節省魚苗費 36.7%，還可以節省飼料費約 20%。如此生產每公斤青斑的魚苗費將降為 25.0 元，飼料費將降為 72.7 元，合計 97.7 元，合計節省 54.6 元，占總成本的 28.1%。以台灣青斑年產量 2 萬公噸計算，每年可節省成本 10 億元以上。

建議事項

1. 加強 SPF 優良種原之篩檢並進行性狀評估及選育，配合疫苗開發應用與疾病防治策略，穩固水產產業永續發展之基礎。
2. 積極建立生物安全規範，設置乾淨水源供應站等有利生物安全維護的公共設施，整合現場業者、推廣與獸醫人員與政府部門以確實共同合作執行生產區內各級的生物安全防疫工作。
3. 加強推廣輔導生物防疫養殖模式。
4. 積極監測疫情，並加強查緝種原非法引進。

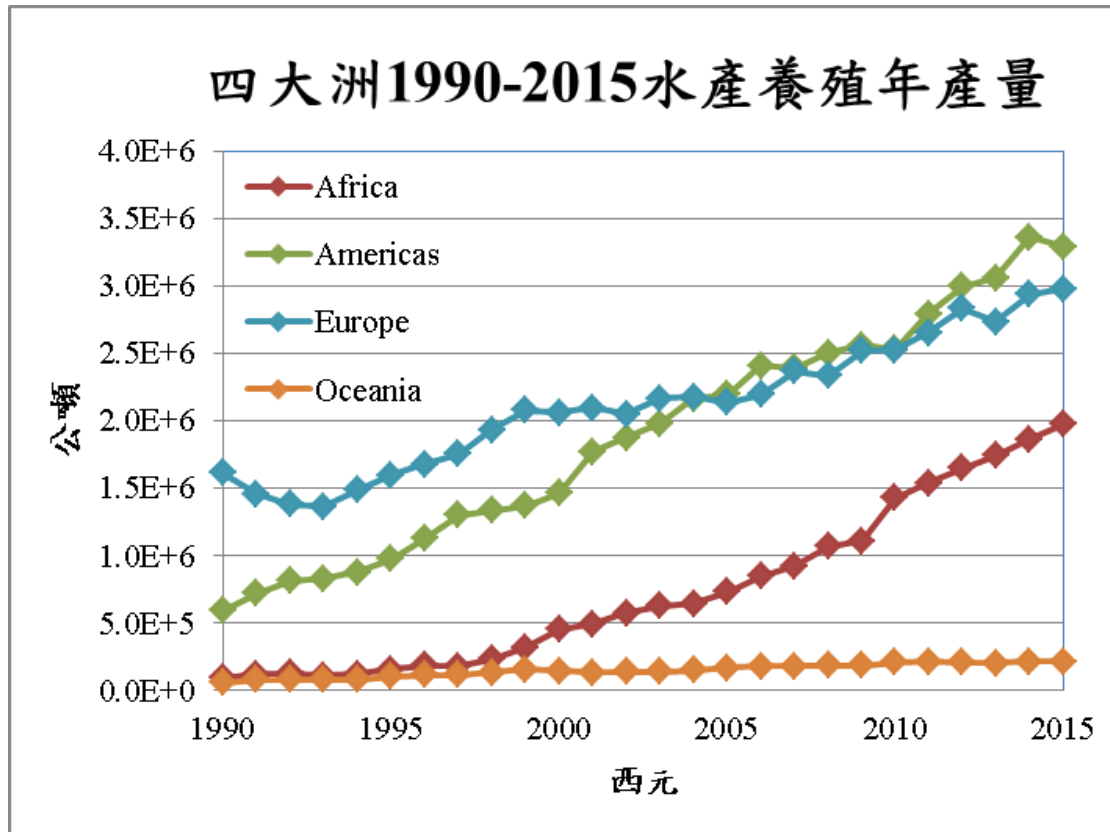


圖 1、亞洲除外，其餘四大洲 1990-2015 年水產養殖年產量。非洲是 2000 年以來全球水產養殖成長 336.4%，是五大洲最多的地區。

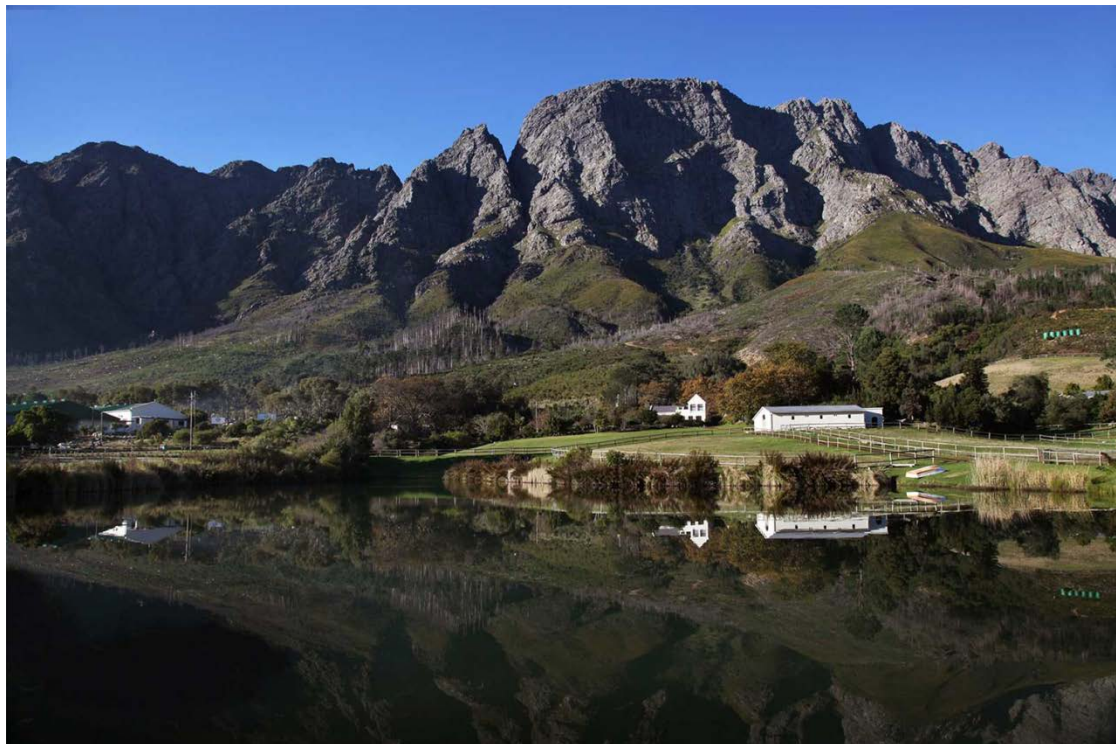


圖 2、位於弗朗斯胡克山（The Franschhoek Mountains）山腳下的三溪養鱒場。



圖 3、三溪養鱒場的鱒魚繁殖場位於弗朗斯胡克溪 (The Franschhoek Stream) 旁。



圖 4、孵化場與育苗場順著溪流由上而下設置。

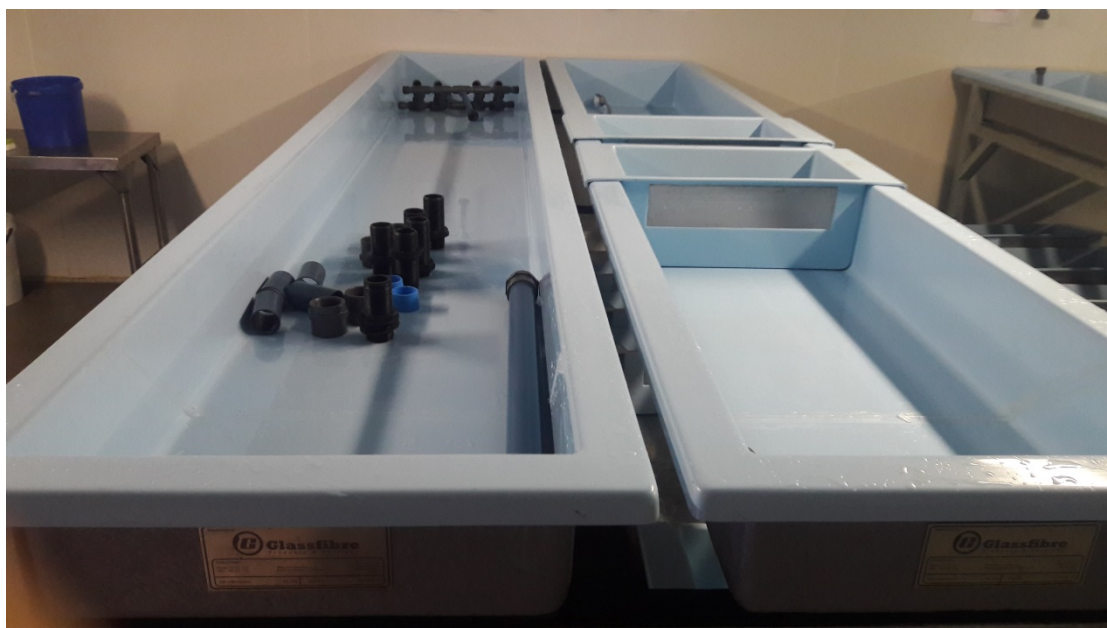


圖 5、孵化場使用舊式孵化技術。

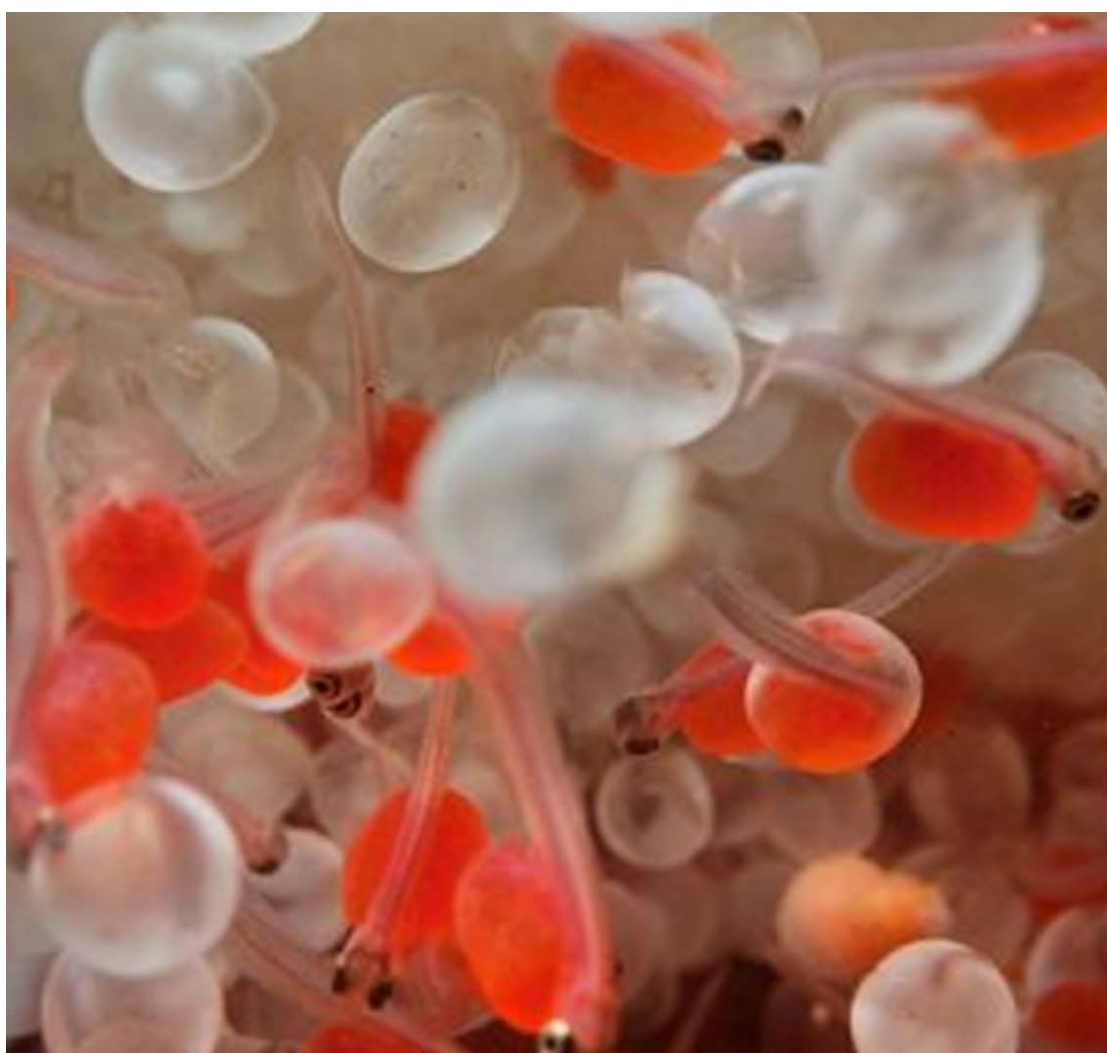


圖 6、孵化率達 95%。



圖 7、運至養殖場前的鱒魚幼魚幼魚。



圖 8、賴索托皇家高地卡斯特壩的養鱒箱網。



圖 9、飼養一年體重達 1.5 kg 之鱒魚，收穫運回三溪冷凍煙燻加工廠。



圖 10、鱒魚進行冷凍或煙燻前之處理。



圖 11、鱒魚進行煙燻。

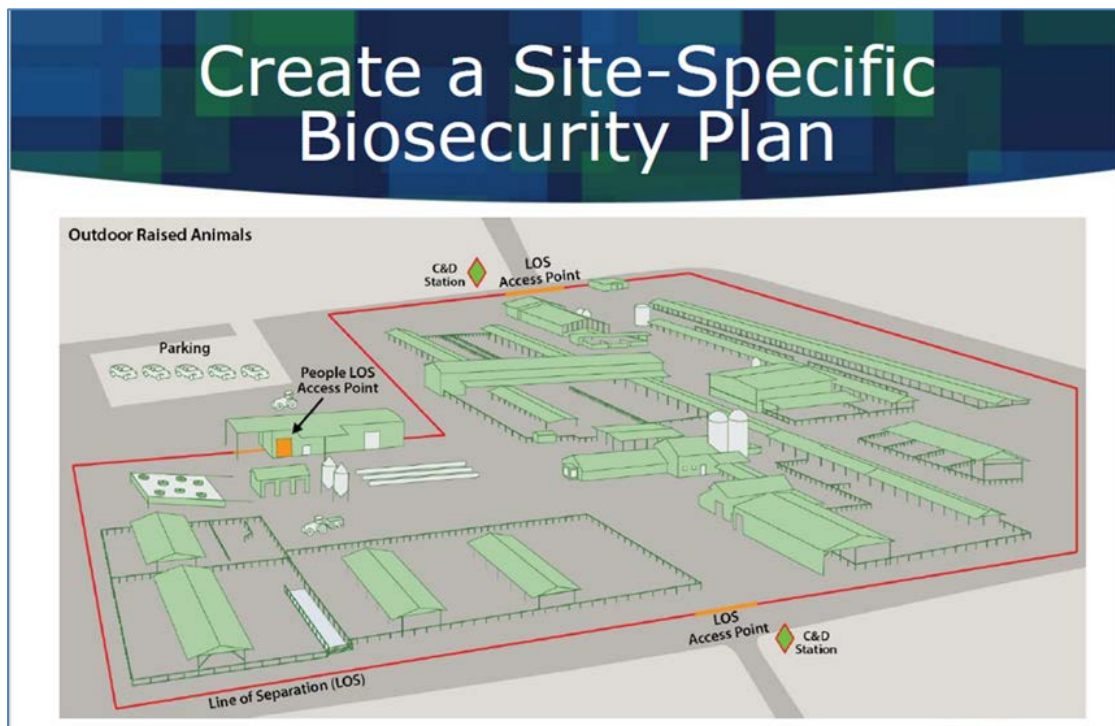


圖 12、制定特定區域的生物安全計畫。

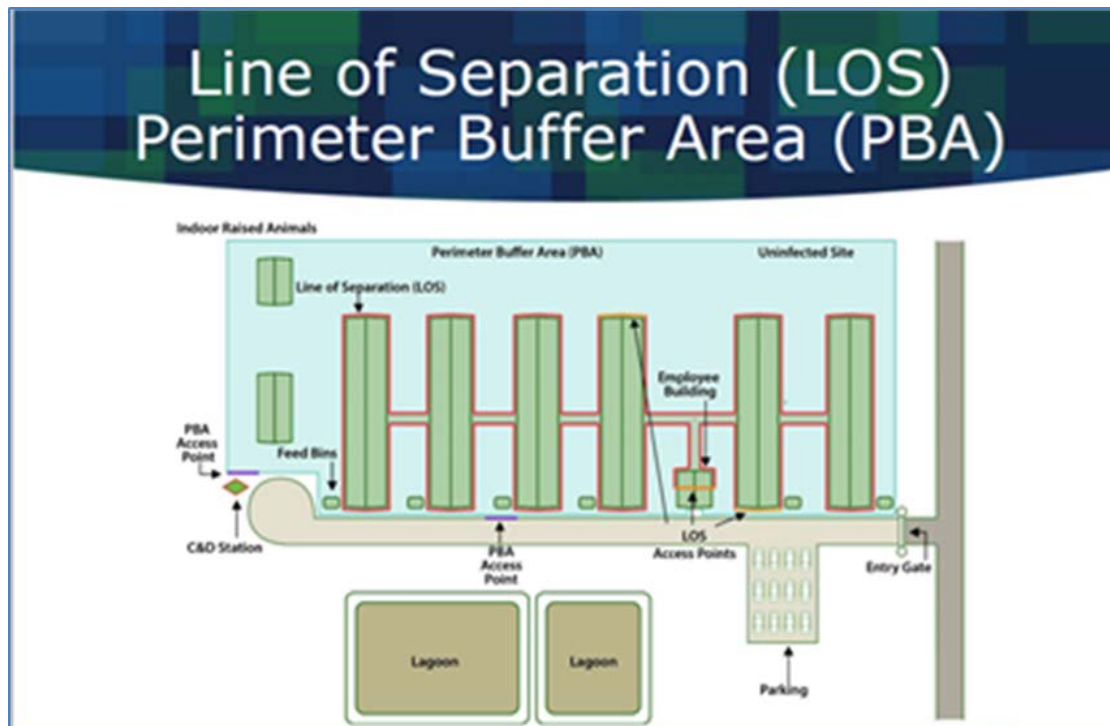


圖 13、設置隔離線（LOS）與緩衝區（PBA）。

Biosecurity Self-Assessment Checklist

- ***Biosecurity Officer***
- ***Training of Employees and Other Personnel***
- ***Line of Separation***
- ***Perimeter Buffer Area***
- ***Personnel***
- ***Wild Birds, Rodents and Insects***
- ***Equipment***
- ***Dead Bird Disposal***
- ***Manure and Litter Management***
- ***Replacement Poultry***
- ***Water Supplies***
- ***Feed and Replacement Litter***

In place In progress Not In place

圖 14、12 項自我評估檢查清單。

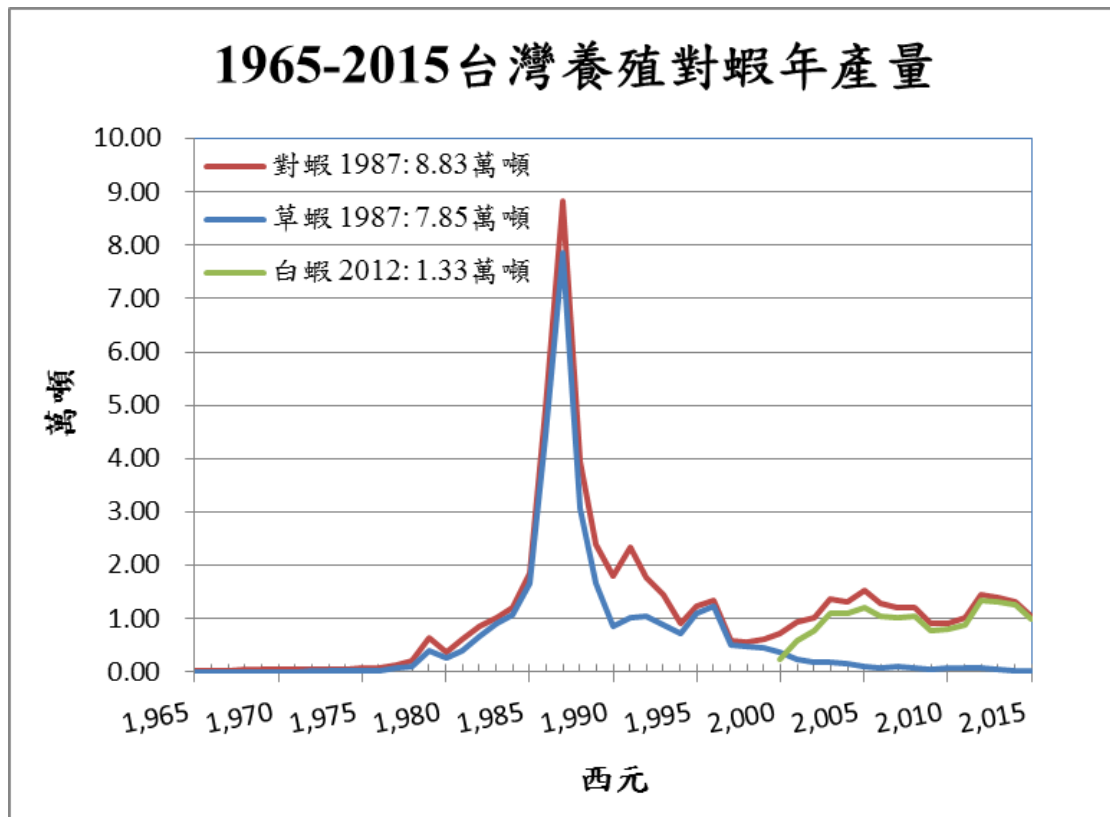


圖 15、台灣 1987 年草蝦產量達 78,548 公噸，隔年病變使產量驟降至今無改善。

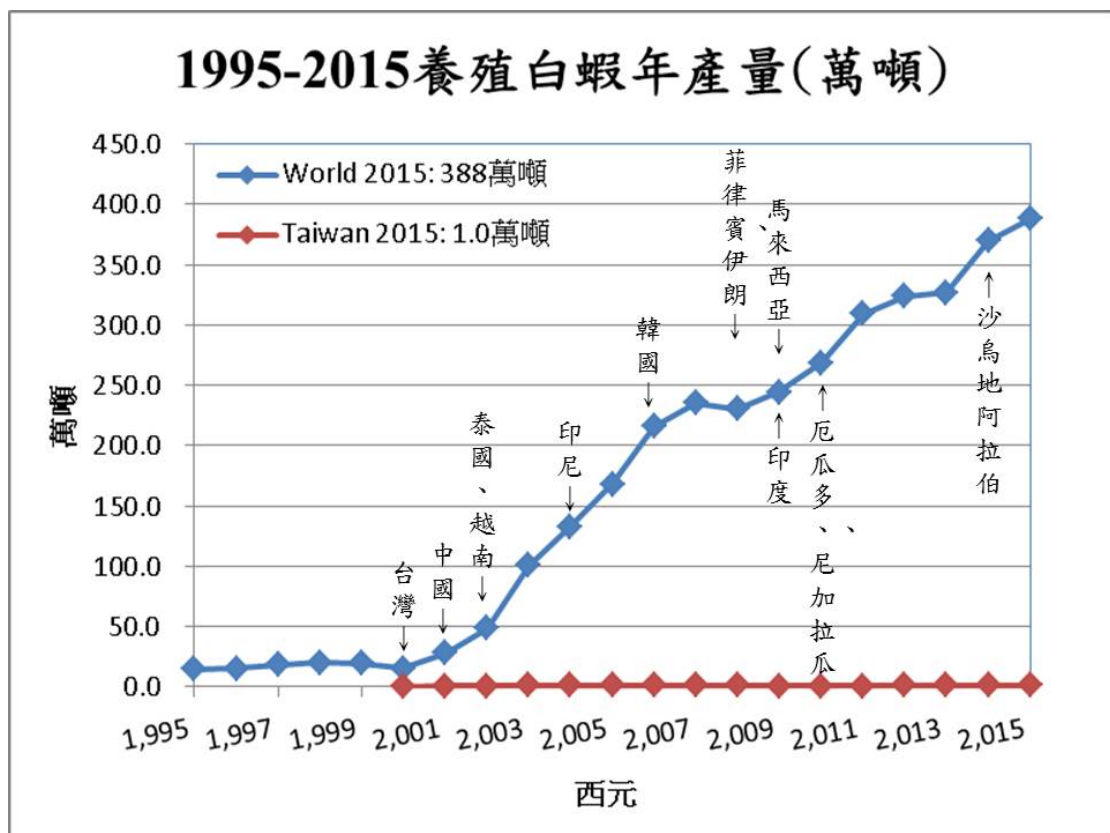


圖 16、全世界主要養蝦國家陸續採用 SPF 白蝦，使 2015 年產量提高到 488 萬噸。

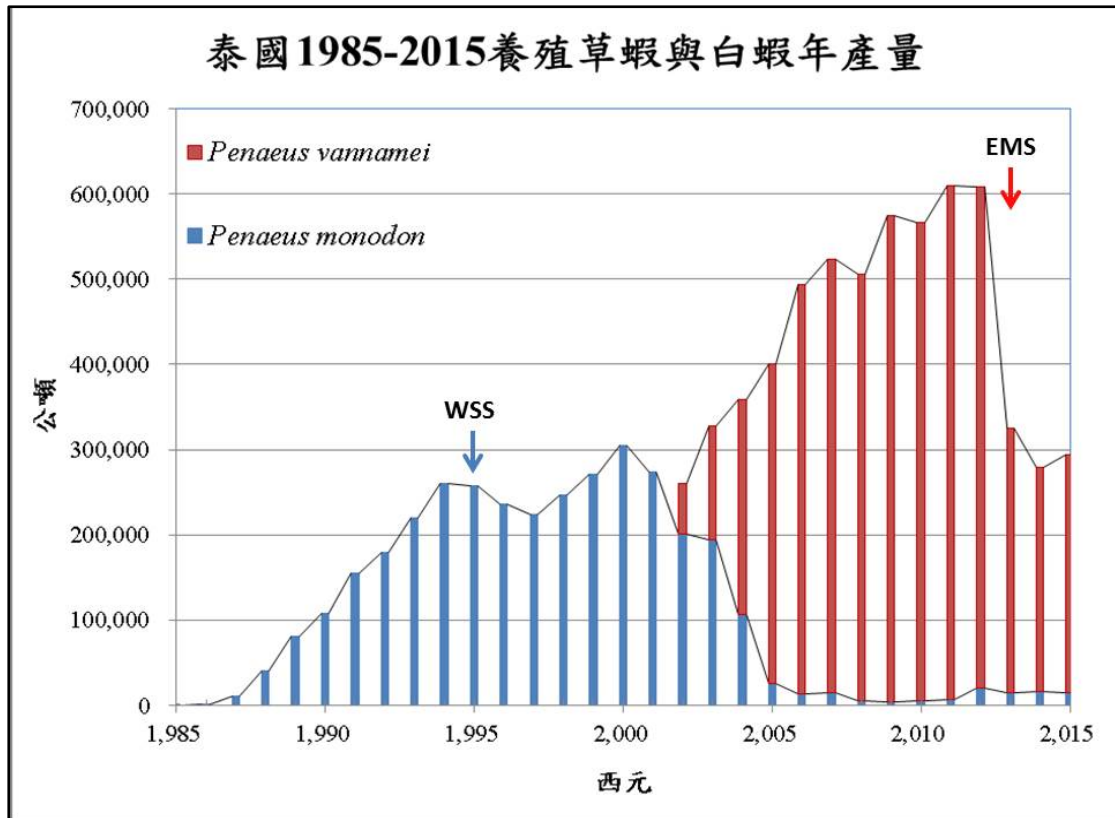


圖 17、泰國 2003 年引進 SPF 白蝦取代草蝦，產量快速增加到 2011 年的 61 萬噸。

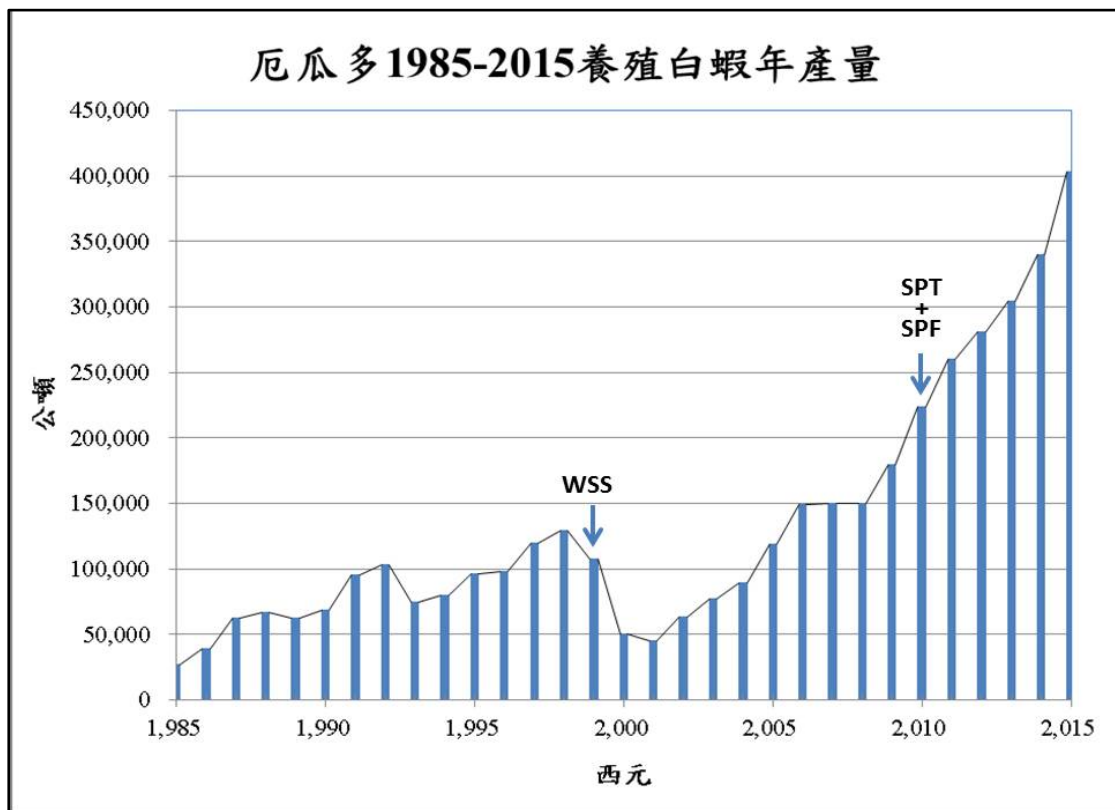


圖 18、厄瓜多 2010 年起開始篩選 SPT+SPF 白蝦，使產量快速增加到 40 萬噸。

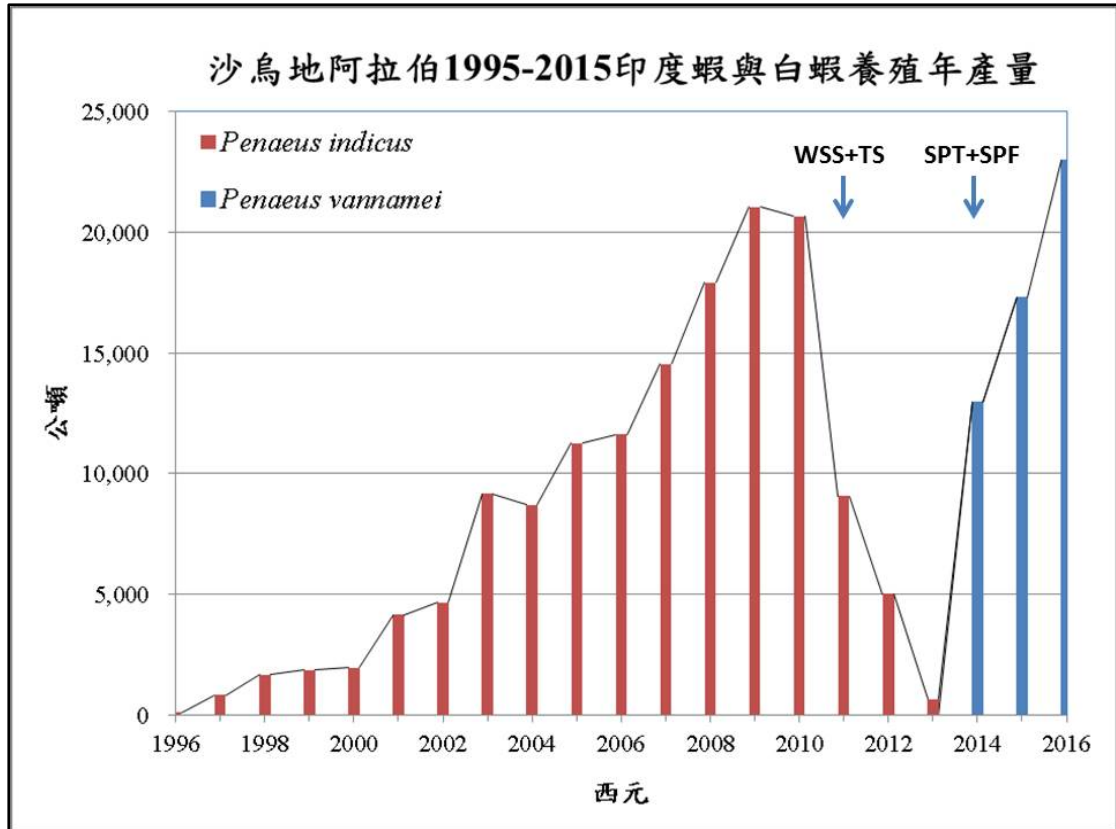


圖 19、沙國 2014 年開始全面改養厄瓜多 SPT+SPF 白蝦，產量立即回升。

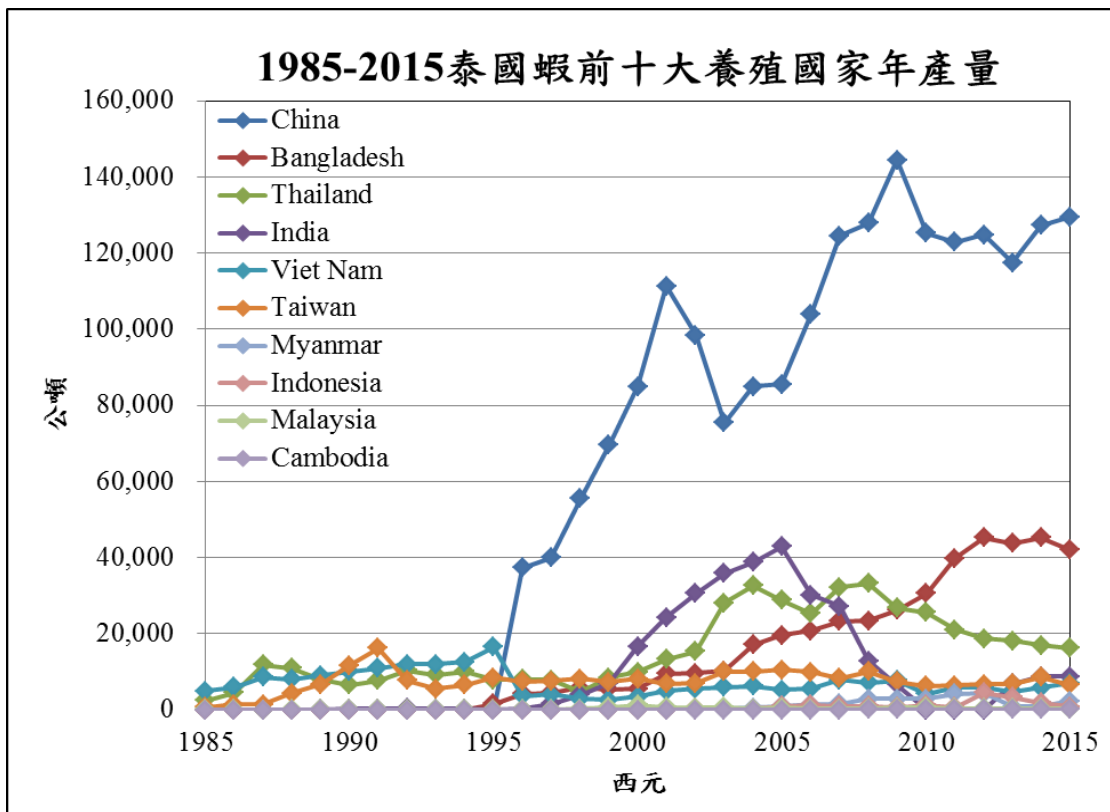


圖 20、台灣 1991 年泰國蝦產量為 16,196 公噸，占全球的 37.6%，世界第一。

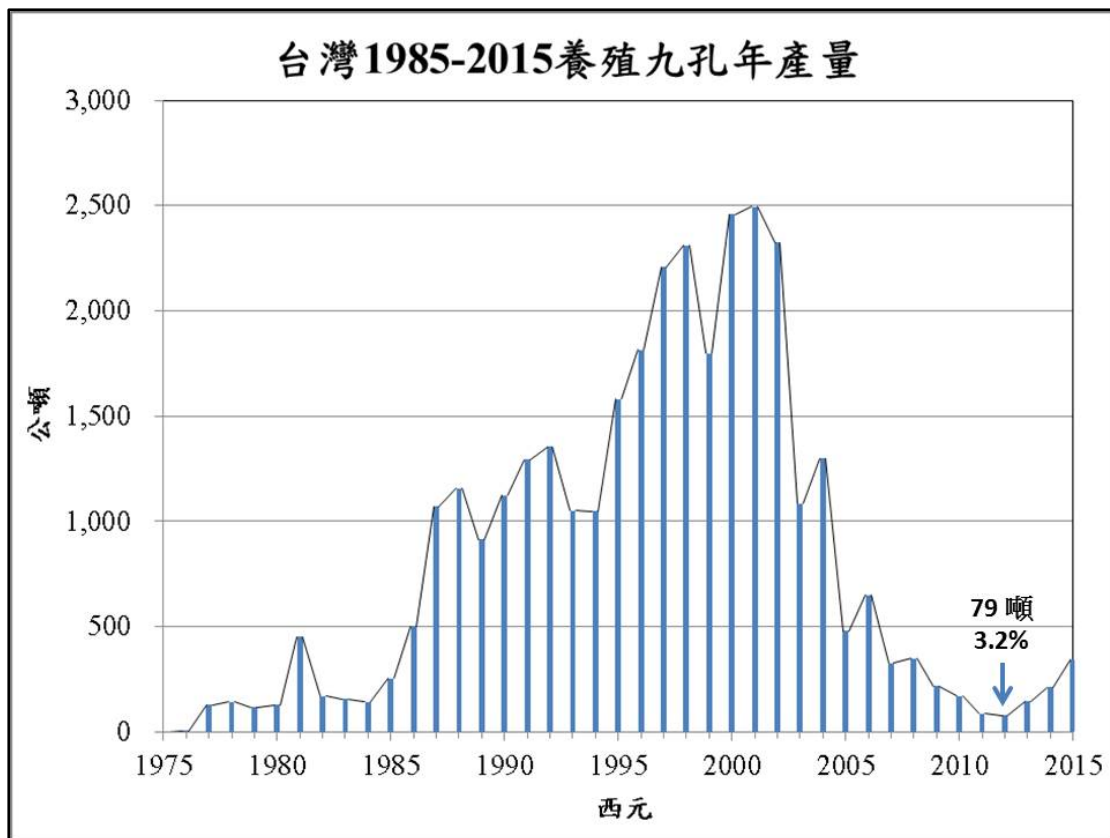


圖 21、台灣九孔於 2001 年起幼苗及成孔大量死亡，使 2012 年產量僅剩 79 公噸。

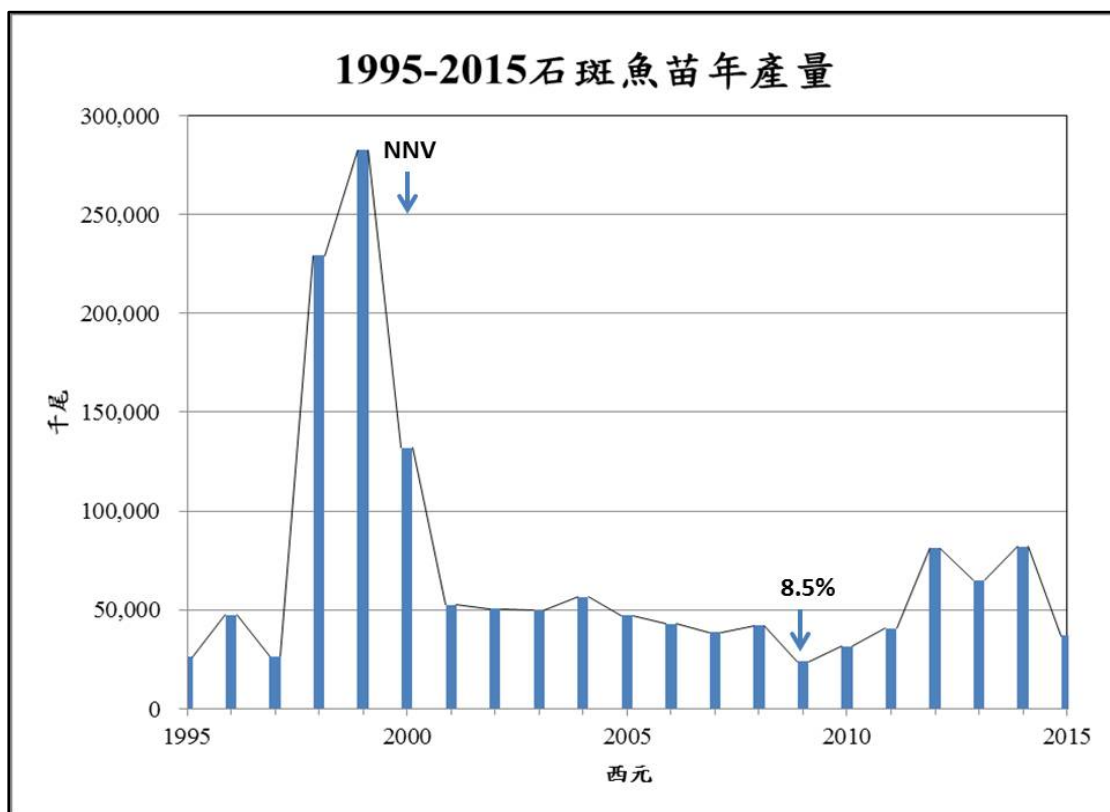


圖 22、台灣 2000 年 NNV 開始蔓延，使 2009 年石斑魚苗產量僅剩最高峰的 8.5%。

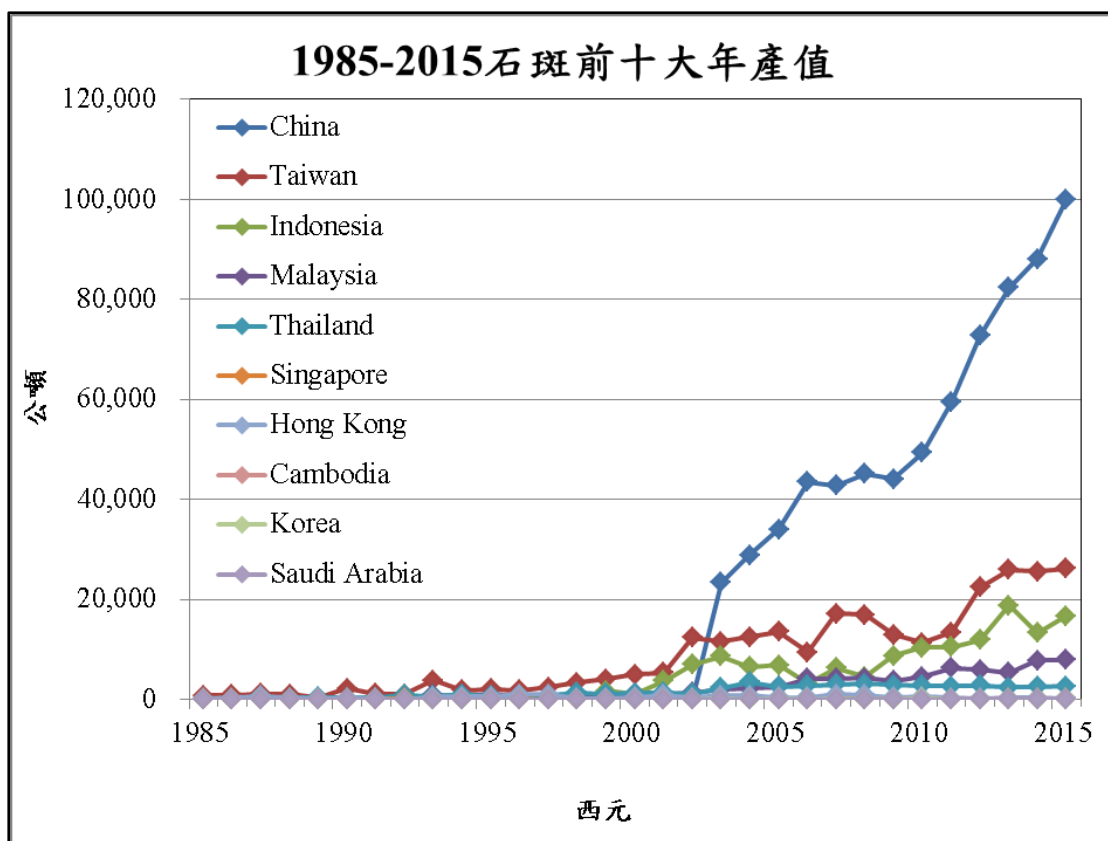


圖 23、台灣石斑魚產量世界第一的地位維持了將近 20 年，2003 年才被中國取代。

表 1、白蝦苗在 500 公升零換水水槽系統中培育的活存與產量。

Nauplius (#)	stocking density (nauplius/L)	PL3 (#)	Survival (%)	Yield (PL3/L)	Average survival (%)	Average Yield (PL3/L)
50,000	100	22,500	45.0%	45.0		
50,000	100	23,200	46.4%	46.4	45.7±1.0%	45.7±1.0
100,000	200	47,700	47.7%	95.4		
100,000	200	46,980	47.0%	94.0	47.3±0.5%	94.7±1.0
150,000	300	71,640	47.8%	143.3		
150,000	300	72,180	48.1%	144.4	47.9±0.3%	143.8±0.8

表 2、白蝦苗在 2,000 公升零換水水槽系統中培育的活存與產量。

Nauplius (#)	stocking density (nauplius/L)	PL3 (#)	Survival (%)	Yield (PL3/L)	Average survival (%)	Average Yield (PL3/L)
200,000	100	140,400	70.2%	70.2		
200,000	100	130,320	65.2%	65.2	67.7±3.6%	67.7±3.6
400,000	200	242,640	60.7%	121.3		
400,000	200	261,360	65.3%	130.7	63.0±3.3%	126.0±6.6
600,000	300	304,560	50.8%	152.3		
600,000	300	296,640	49.4%	148.3	50.1±0.9%	150.3±2.8

表 3、台灣 1985-2015 平均年且每台斤超過 100 元的種類，除了鰻魚與牡蠣外，石斑、泰國蝦、草蝦、白蝦、九孔都遭受病毒性疾病的感染而大量死亡。

種類	1985-2015 均產值 (億元)	2015 產值 (億元)	2015 產量 (噸)	2015 單價 (元/台斤)
鰻魚	84.1	29.70	5,187	344
牡蠣	29.6	50.70	21,866	139
虱目魚	26.3	32.97	53,527	37
吳郭魚	22.5	33.20	70,470	28
石斑	22.0	69.80	26,207	160
泰國蝦	20.8	18.83	6,580	172
草蝦	19.8	1.34	259	311
文蛤	16.1	42.25	64,024	40
白蝦	8.6	18.51	10,020	111
紅目鱸	8.4	12.58	14,015	54
九孔	6.0	2.03	345	353
蜆	5.3	3.31	7,481	27