

赴南非參加「2017世界水產學會」 發表論文及參訪心得紀要

鄭金華

水產試驗所東港生技研究中心

前言

此次國外論文發表與參訪為執行 2016 年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」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 (World Aquaculture 2017) 會前之產業參訪；(2)參加 2017 世界水產年會論文發表會；(3)發表壁報論文。由於全球之水產養殖急速起飛並有疫病傳播之警訊，本次年會特地以生物安全為題安排連續 2 天的議程，因此筆者之參訪與參加論文發表也著重於此一議題。

2017 世界水產養殖年會於 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。非洲是 2000 年以來全球水產養殖成長最多的地區。2000—2015 年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%。近來因吳郭魚湖泊病毒 (Tilapia Lake Virus, TiLV) 感染問題，聯合國糧食及農業組織 (FAO) 及世界動物衛生組織 (OIE) 已提出預警，目前已有哥倫比亞、厄瓜多、埃及、以色列、泰國、臺灣、

中國等 7 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，疫情不明。全世界吳郭魚 2015 總產量 640 萬公噸，是全球最重要的養殖與貿易水產品之一，也是非洲地區最主要 (2015 佔全部的 55%) 的養殖種類。因此本次大會生物安全即為主軸之一。

筆者發表的論文雖被安排在「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。生物凝絮技術就是取代循環水技術達到零換水或少換水的目的。因此，筆者出席了生物凝絮與生物安全相關的各項發表，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，同時透過參訪活動，進一步了解南非養殖產業相關設施和運作經營。

會議參與過程

一、會前產業參訪行程

會前產業參訪包括弗朗斯胡克

(Franschhoek) 鱒魚繁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，於 1986 年開始養殖鱒魚，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，成魚養殖場及冷凍煙燻加工場。三溪養鱒場的鱒魚繁殖場位於弗朗斯胡克山山腳下之弗朗斯胡克溪旁 (圖 1)，孵化場與育苗場順著溪流由上而下設置 (圖 2)。三溪繁殖場從美國、丹麥、蘇格蘭或挪威進口具認證的無疾病 SPF 鱒魚胚胎卵，現代化的生物安全繁殖場使用舊式孵化技術，但孵化率達最新研發標準的 95% (圖 3)。繁殖場每 2 個月進口胚胎卵一批，每年可產 6 批次，每年生產之幼魚數量超過 100 萬尾。繁殖場除了胚胎卵，每批幼魚運至養殖場前均經兩次病原檢測。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內養殖。位於賴索托高地的卡斯特壩水域符合鱒魚生產需要寒冷、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，非洲南部的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 1 年體重達 1.5 kg 後，採用人道的方法收獲，然後運回三溪煙燻場 (Three Streams Smokehouse) 先經處理後進行冷凍或煙燻等加工並運銷至全世界 (圖 4)。三溪煙燻場的設施比南非的其他加工廠先進，原料除了自產的鱒魚外，其他多種優質的海鮮如鮭魚等均來自可永續經營

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。

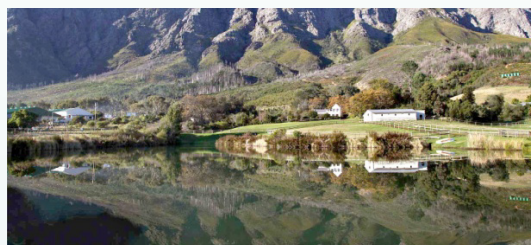


圖 1 位於南非弗朗斯胡克山山腳下的三溪養鱒場



圖 2 孵化場與育苗場順著弗朗斯胡克溪流由上而下設置

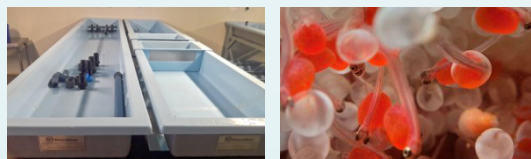


圖 3 孵化場使用舊式孵化技術，鱒魚卵孵化率達 95%



圖 4 飼養一年達 1.5 kg 之鱒魚，收獲後運回三溪冷凍煙燻加工廠進行冷凍或煙燻處理

二、論文發表

筆者發表論文題目為「Larval Rearing of the Pacific White Shrimp in Zero Water

Exchange System」。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 L 的水槽中，每次實驗以 3 種放養密度 (100、200、300 無節幼體/L) 各二重複。實驗結果如下：在 500 L 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 2,000 L 水槽中，3 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)。

三、生物安全議題

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 發

表的題目為：「美國家禽和家畜產業在生物安全的演進」，他提及為對付難纏的禽流感，應採取更嚴謹的生物安全設施與措施，這種生物安全的理念與做法，除了應用於家禽的禽流感，也可應用於家畜的口蹄疫，當然也適用於養殖魚蝦貝類，用以阻斷多種病原入侵養殖池的各種途徑。

2015 年春天，高致病性禽流感 H5N2 影響美國中西部 200 處家禽業者，導致將近 5,000 萬隻雞隻被銷毀。爆發範圍之廣表明了家禽設施的生物安全需要加強，以減少未來再度爆發的風險。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。

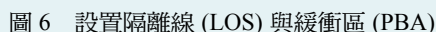
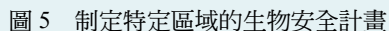
表 1 白蝦苗在 500 L 零換水水槽系統中培育的活存與產量

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	$45.7 \pm 1.0\%$	45.7 ± 1.0
100,000	200	47,700	47.7%	95.4		
100,000	200	46,980	47.0%	94.0	$47.3 \pm 0.5\%$	94.7 ± 1.0
150,000	300	71,640	47.8%	143.3		
150,000	300	72,180	48.1%	144.4	$47.9 \pm 0.3\%$	143.8 ± 0.8

表 2 白蝦苗在 2,000 L 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	$67.7 \pm 3.6\%$	67.7 ± 3.6
400,000	200	242,640	60.7%	121.3		
400,000	200	261,360	65.3%	130.7	$63.0 \pm 3.3\%$	126.0 ± 6.6
600,000	300	304,560	50.8%	152.3		
600,000	300	296,640	49.4%	148.3	$50.1 \pm 0.9\%$	150.3 ± 2.8

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。



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 7 12 項自我評估檢查清單

世界銀行資深水產養殖專家 Randall Brummett 報告傳染性疾病對水產養殖經濟的影響，強調生產區執行生物安全措施的重要性，呼籲政府擬訂政策加以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確保生產區的生物安全。

根據 FAO 報告，疾病是水產養殖產業的

主要風險，每年造成全球損失約 60 億美元。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，每年都有新疾病出現，單單養蝦業每年就損失 100 億美元左右，其中，越南養蝦業之年損失更高達 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 (ISAv) 的爆發，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以水產養殖為主的開發中國家，造成收入減少、工作消失並威脅糧食安全。由於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，對想藉以脫離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 1,000 億美元。很多投資者想要從事水產養殖，但因面對風險而猶豫。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%，即使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、獸醫和政府部門之間充分的溝通與合作來解決。考量魚病爆發的嚴重性和頻率，迫切需要國家層級的政策規範與執行以預防、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，以及符合成本效益的最佳養殖策略，阻礙了國家政策的制定。

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，水產養殖動物活體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，使疾病持續爆發，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簡單且有立即的明顯效果。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，妥善處理與排放水生動物廢棄物。

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，提出實用的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。

所有國家的水產養殖生產都面臨持續增加的疾病風險，IAVBC 所屬的大批水產獸醫師，針對什麼應納入生物安全計畫，過去十年來，已經在眾多的發表會、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。下列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的傳染，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。

四、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、向外與在種群內傳播的風險，並降低病原感染所造成的損失。生物安全雖然需要投入較多的成本而且增加操作時的不便，但是具有成本效益，是產業要永續經營的必要條件。生物安全需要生產區內所有業者都充分了解其重要性，並隨時遵循相關規則才能發揮最大的效果。生產區內各級生物安全措施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，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、區域或國家，審核、認證與執行有效的生物安全計畫。面對難纏的新病原不斷的出現，產業界唯有以更嚴謹的生物安全設施與措施，才能降低病原體入侵的風險。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共同合作，確實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，並加強查緝非法引進之種原。