

# 發展沉下式箱網養殖海鱺的問題剖析

張賜玲<sup>1</sup>、黃材成<sup>2</sup>、鄭明忠<sup>1</sup>、張文清<sup>1</sup>、謝介士<sup>1</sup>、陳紫嫻<sup>1</sup>、蘇茂森<sup>3</sup>

<sup>1</sup>水產試驗所東港生技研究中心、<sup>2</sup>國立中山大學海洋環境及工程學系、<sup>3</sup>水產試驗所

## 前言

台灣陸地面積有限，過度發展陸上魚塭養殖，造成地層下陷，因此發展海上箱網養殖成為提升競爭力、再創產業榮景，進而永續經營的途徑之一。但台灣缺乏具有良好天然屏障之內灣，加上每年常有颱風侵襲，為發展海上箱網養殖產業的關鍵性障礙。然而台灣四面環海，如果能克服相關技術瓶頸，即能利用廣大的海面，發展以『滄海為田』的箱網養殖產業，以因應未來全世界海洋漁產量無法提升之問題。此外，箱網養殖兼具聚魚之效果，對目前沿岸漁業資源枯竭，漁船閒置，漁村經濟蕭條之現象，提供正面之助力，對發展漁村經濟、提高就業率有極大的幫助。

## 台灣發展箱網養殖之障礙

台灣因適合箱網養殖之內灣不多，發展箱網養殖產業之瓶頸首推颱風。颱風來臨會造成洶濤巨浪，直接衝擊海面箱網結構；颱風過後偶會引進西南氣流，帶來豪雨，豪雨如果降在山區，沖刷大量土石，使混濁的污水及因土石流而倒塌的樹木等漂流物（圖 1）流入箱網養殖區，加上強浪的推波助瀾下，會嚴重毀損箱網，造成養殖魚流失。梅雨季

節所發生的豪雨，亦會產生類似的破壞性。近年來全球氣候劇變，此現象的發生比以往更加頻繁且嚴重，在 2005 及 2006 年小琉球箱網養殖產業均曾因上述因素受到重創。



圖 1 水災過後，卡在箱網之漂流物

## 解決之道

具有良好屏障之內灣，雖然可提供箱網較安全的屏障，但內灣之水流交換不良，長時間養殖後，容易優養化，爆發疾病，故全世界的箱網養殖有往外海發展之趨勢。要在開放性海域發展箱網養殖產業，必須面對較強海流及深海錨碇技術的問題，因此需有較特殊的箱網結構及強韌的網具（表 1）。

面對台灣特殊的地理環境條件，在颱風、濁水及浮木等漂流物威脅下，如欲發展箱網養殖產業，建立可沉式箱網或沉下式箱網的技術為必需的選項。有關可沉式的箱網，目前業者已累積不少經驗，但沉下式箱

網因相關技術尚未成熟，且實際操作困難度較高，目前尚未有商業化規模的運作。

表 1 在具庇護的海域或內灣及無庇護的海域設置箱網之優缺點比較

優點	缺點
具庇護的海域	
降低風暴侵襲時對箱網造成的破壞	因沿岸流及海水往岸邊堆高再流出之因素，風暴時，浪或潮流所形成的亂流可能會更大
較易維持或管理箱網的營運，經營成本較低	水質或污染隨季節變動，有時無法預期
相關管理知識已較為明瞭，技術較為確立	由其他活動所引起的污染威脅較多且較直接
較易風險管理	因潮水交換較差，自淨作用不良
	容易和其他行業的就業人員糾纏不清
	自家污染的問題較為嚴重，易爆發疾病的感染
開放海域	
水質較佳、穩定，並可預期	工程技術及潛水操作之難度較高
較平穩且規律的潮流，穩定的循環及交換	較易暴露在風暴或風浪中
由其他活動所帶來的污染較低	操作及後勤支援較差，且成本較高
死亡率低及有較佳的魚肉品質	需要更新的箱網管理及操作方法
疾病及寄生蟲的感染率較低	可能影響行船安全

## 沉下式箱網之優點

### 一、有效避開強風巨浪、污水及浮木

污濁的淡水隨溪流沖入大海，會污染附近海域，因為淡水比重較低，剛入海時會浮於水表面，隨著海水和淡水逐漸混合，才會往下層的水域擴展，因此愈往下層濁度愈低，故箱網如果置於較深的水層下，較不會受到污水的侵襲；且沉下式箱網更不會遭受強浪及浮流木之威脅。

### 二、水溫較為恆定

夏季期間，在強烈的陽光下，水表面水溫較高，常有水溫成層之現象。養殖魚由低水溫的下層突然游至水溫較高的表層攝食，水溫差異大，容易引發疾病。在春季期間將嘉臘魚苗移入海上箱網後，在進入高水溫的5—6月間即會爆發疾病大量死亡，除高水溫外，亦可能因水溫成層所致。

### 三、寄生蟲感染率較低

魚虱 (*Lepeophtheirus salmonis*) 每年會造成箱網養殖魚類極大的損失。魚虱在小橈腳期 (Copepodid) 時具有自由游泳且強趨光的特性，白天集中在水表面附近，又以在下午 (14:30—16:30) 的密度最高。魚虱幼生之習性導致其與養殖在水表層附近之魚類的接觸機會大增，因此光線之強弱及養殖魚在不同的水層，會影響魚虱的寄生率。研究發現，在自然光及人工光線下，大西洋鮭魚 (*Atlantic salmon, Salmo salar*) 養殖在 0—4 m 深，較養殖在 4—8 m 及 8—12 m 深者有較高的魚虱寄生率。故增加箱網的網身，讓養殖魚能棲息在較深的水層，可降低寄生蟲的感染率 (Hevrøy et al., 2003)。

### 四、藻類附著速度較慢

因箱網設置在水面下 5—10 m 之水域，故光線進入水中被折射後強度降低，可減緩藻類在網體上滋生之速度。

### 五、養殖魚較不易被偷竊

沿岸的漁民，在觀念上認為該海域為其傳統的作業漁場，因箱網本身會有良好的聚魚效果，故部分漁民往往會習慣性或誤認此行為之正當性，而侵入箱網養殖區垂釣，垂釣績效不佳時就會順手牽羊。沉下式的箱網

因必須設置在離岸較遠且較深的水域，較遠離其傳統的作業漁場，且欲偷竊水面下箱網內之養殖魚，困難度及麻煩性相對較高。

## 發展沉下式箱網之必備條件

### 一、工作平台及自動化投餌系統

沉下式箱網因平常均置於水面下，故必須設立水上工作平台及自動化投餌系統。工作平台包括管理室、中央控制室、飼料儲存室、電力室及工作人員休息間等，具有動力的工作平台，在海相惡劣時，可駛進避風港。

### 二、影像監控傳輸系統

因箱網平常均置於水面下，故不易觀察魚類攝餌的活動，必須依賴水中鏡頭，透過影像傳輸至管理室或陸上基地，以調控投餌量，平時亦具有觀察魚群活動、監控網具是否破裂及防盜等功能。此系統白天在陽光下可以取得水面上及水面下之影像，但夜晚及水中濁度增加時，紅外線的鏡頭在水裡即不能發揮作用。此外，海風所刮起之鹽分，會使水面上鏡頭之功能大打折扣，水中鏡頭亦會有被附著物快速附著的缺點，保養不易，亦為待解決之問題。

### 三、發電系統

因箱網設於離岸海域，且又必須在工作平台上設立冷藏庫及餌料投餵系統，故需要電力之支援，可以在海上工作平台設立太陽能發電系統或自備發電機提供電力。

### 四、深海錨碇技術

因沉下式箱網沉在水面下，故最佳的養殖海域水深為 30—100 m 間，但 50 m 內為一般潛水的安全深度，愈往深的海域，水下工

作的難度會增加。

## 五、適當的養殖魚種

在離岸的海域以沉下式的箱網養殖魚類，運輸及經營成本相對較高，故必須養殖價格相對較高的魚種，且必須分別設有中間育成場及養成場，於適當時機進行分養後，即能養成至收穫時再浮出水面，以減少操作箱網之成本。

## 沉下式箱網試驗之實例

箱網養殖的海鱸幼魚容易受發光菌 (*Photobacterium damsela* subsp. *piscicida*) 的感染，導致低活存率，故如何提高箱網養殖海鱸幼魚的活存率是攸關海鱸養殖產業發展的關鍵。在陸上設立海鱸中間育成場，待幼魚較大後再移入海上箱網，會面臨活魚運輸及移入海上箱網後適應不良、容易爆發疾病之問題，故直接在海上箱網進行中間育成，為解決方案之一。但海鱸幼魚因體型小，必須使用網目及體積較小的箱網，否則在強勁的海流下，網具會嚴重變形。一般以邊長 3—4 m 的方形框式箱網進行中間育成，但此種框式箱網若置於海面，颱風來襲時，容易被摧毀，如果能將網具繫於水面上具有彈性之強韌浮框，而使網具沉於水面下，即可降低颱風之破壞力。此外，海鱸喜棲息在光線較暗之水層，其體表在強烈陽光下，容易被附著藻寄生，可能衍生皮膚發炎，病害侵入體內之現象，因此以海鱸中間育成進行沉下式箱網之試驗。

試驗之方式以 6 個邊長 3 m 寬的方型箱網 (圖 2) 進行海上箱網海鱸中間育成技術

之探討，四個浮於水表面上，其中兩個僅以一般常用的魚網蓋住箱網上方，防止水鳥掠食；另兩個加設黑色的遮陽網，遮除 70% 以上的光線，另兩個箱網之網袋沉於水面下 3 m，並設一投餌管（圖 3），以四條粗繩繫在水面上之浮框，並以一條長 4.5 m、直徑 4 吋的圓形塑膠管連接於網蓋及水面上之浮框，作為投餌之用，並嘗試利用具有攝影功能的鏡頭，監視水下的魚兒攝食狀態。每一箱網蓄養全長 17 cm、體重 23.8 g 的海鱷各 1,000 尾，合計共 6,000 尾魚苗，每日以配製的濕性飼料投餵 2 次，並定時檢視海鱷苗是否死亡。試驗期間 1 個月，結束時測量其體重及比較體表寄生蟲的種類及數目。



圖 2 6 口試驗箱網之全景，其中兩個箱網會沉於水下



圖 3 沉下式的箱網(3×3m)，海鱷幼魚集中在投餌口攝食的狀況

海鱷幼魚在晨間由陸上池塘移入海上箱網後，雖然當時小琉球地區海流相當強，導致網具歪斜變形，但下午 3 時左右，即有強烈的攝食行為，未發現有任何不適的現象，顯示此種環境的轉變，並未對海鱷造成明顯且立即的緊迫。經養殖 1 個月，沉下式、無

遮陽蓋浮式箱網及有遮陽蓋浮式箱網養殖之幼魚分別成長至平均體重 168.4、203.9 及 195.4 g，以無遮陽的浮式箱網之成長最快速，1 個月內最大增重達 180 g，有遮陽蓋浮式箱網及沉下式箱網，因投餌時，不易觀察是否已經飽食或因僅設單一投餌口，故幼魚成長較慢且體型較為不一致，用水下鏡頭在現場以液晶畫面觀察，陽光照射下會有反光，不易觀察影像畫面，將來若能將水下影像傳輸至中控室及使用自動噴餌機，將可改善此缺點。試驗期間幼魚均無明顯死亡，試驗結束時，經抽樣 30 尾海鱷幼魚浸泡淡水，亦未發現任何魚虱或白肌蟲之寄生。究其原因可能是該海域當時養殖的海鱷數量有限，以及適逢海棠颱風過境後，底部污染物被清除，海域較無污染源所致。故如果海域條件良好，養殖的魚苗數不多，即使抗病力低的海鱷幼魚，亦不會發生大量死亡的情形。

## 結論與建議

根據此次試驗結果獲得以下三點結論：

- (一) 以沉式箱網養殖海鱷，較不易觀察投餌狀況及魚群活動，必須有影像傳輸及自動投餌的配套措施。
- (二) 海域環境如果良好，即使海鱷幼魚養殖在海上箱網中，亦能獲得良好的活存率。
- (三) 如要在海上箱網進行中間育成，應該與污染較嚴重的養成場分開，或能解決目前養殖海鱷在幼魚階段低活存率問題。

註：本次試驗得到南方海洋園區經費之支持及琉球海洋企業負責人蔡茂雄先生之配合，特此致謝。