

臺灣發展離岸大型箱網養殖之經濟可行性研究

藍珣毓、黃振庭*

國立臺灣海洋大學水產養殖學系

Received 19 August 2022; revised 02 December 2022; accepted 07 December 2022; available online 23 December 2022

摘 要

箱網養殖大型化、規模化和智慧化是目前全球水產養殖的發展趨勢之一，除能解決人類糧食問題、降低陸地資源利用，且符合聯合國永續發展目標。台灣擁有廣大的海域，但箱網養殖利用率極低，產業規模小。為此，本研究針對屏東車城的大型可沉式智慧化箱網系統示範場域，以黃鱺與海鱸進行養殖生產試驗，研究過程蒐集資本支出及營業支出，透過財務經濟指標包含毛利率、益本比、獲利能力指數、淨現值、內部報酬率、回收年期，以投資十年期限，分析台灣發展離岸大型箱網是否具有投資之經濟可行性。

研究結果顯示，臺灣發展離岸大型箱網，當箱網口數達十六口時，各項獲利指標表現最好。採用敏感度分析，模擬不同情境下之財務經濟指標，黃鱺與海鱸於可能情境下具備投資經濟效益；於樂觀情境下黃鱺盈利表現，毛利率 31%、益本比 1.45，投資價值表現，獲利能力指數 4.23、淨現值 709,333 千元、內部報酬率 53.21 %及回收年期 1.66 年；海鱸盈利表現，毛利率 32.21 %、益本比 1.48，投資價值表現，獲利能力指數 4.46、淨現值 768,148 千元、內部報酬率 56.59 %及回收年期 1.57 年。

據此，離岸大型箱網在臺灣具有投資可行性，但由於離岸箱網的養殖與經營管理有別於近岸箱網，因此產業投入時仍須循序漸進，先採小規模箱網口數進行試驗，待養殖管理技術成熟再行擴大規模，減低投資風險。

關鍵字：黃鱺、海鱸、箱網養殖、經濟分析。

一、前言

根據 2019 年經濟合作與發展組織 (Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD) 和聯合國糧農組

織 (Food and Agriculture Organization, FAO) 聯合發布「經合組織-糧農組織 2019-2028 年農業展望」報告中指出，由於捕撈漁業的限制，所有魚類和海鮮供應的增長預計都將來自水產養殖業，並且在總產量的占比於 2028 年時會提高至 55% (FAO, 2019a; 2019b)。全球魚類產品產量在 2018 年達到

*通訊作者電子信箱：cthuang@ntou.edu.tw

1.79 億公噸，水產養殖產品占總產量 46%，1990 年至 2018 年全球水產養殖產量更增長 527%，每人每年平均魚類消費量達到了 20.5 公斤，預估在 2030 年時全球總魚類產量將達到 2.04 億公噸，較 2018 年成長 15%。水產養殖生產的持續擴大預計在 2024 年時將超過捕撈漁業，成為全球最重要的魚類來源(FAO, 2019a; 2020)。目前養殖漁業以陸上魚塢為主要生產方式，陸地養殖容易因管理不當引發有機物堆積、水土污染、地層下陷及魚病等問題，海上箱網養殖具有單位水體高生產力及不依賴陸上水土資源特點，對於環境承載能力相較友善，可達到環境可持續性，將養殖場域移至海上將有助於解決許多環境水土保育及產質產量等問題，也符合聯合國永續發展目標 (Sustainable Development Goals, SDGs) 的第 12 項確保永續消費和生產模式目標。

海上箱網養殖被視為紓解陸地養殖有效方法之一，係以網具在海中圍築一立體空間，並以錨碇與纜繩固定於特定海域防止流失，且在所圍築的立體空間內，以人工飼養水產生物。箱網以浮框、網袋和錨碇共組而成，分為重錘式與沉框式兩種配重方式(圖 1)。浮框用於懸掛網袋，上方罩以覆網以防魚隻躍逃，並隨著魚群的成長更換適合其體型之網目或依規格挪至網目較大箱網續養；網底以鋼材或尼龍材質製成之繩線，連結至以混凝土塊或鋼材(依海域地形不同而適用)製成沈墜至海底的錨碇塊，其操作方式及抗風浪性能各有

不同。箱網養殖上可依網袋特性以符合養殖管理之需求，基於成本考量常見網袋材質多採用維尼龍(Polyvinyl alcohol, PVA)、聚醯胺(Polyamide, PA)和 Dyneema 纖維(Ultra-high Molecular Weight Polyethylene, UHMwPE)等三種，尼龍強度高且成本低受業者高度青睞，Dyneema 纖維強韌質輕為其優點，亦有業者基於高度安全之風險考量採用金屬網或複合金屬網，此類網袋亦具有較佳之防附著、抗變形能力。目前常見箱網結構有軟式、半軟式與硬式圓形浮框三種，其操作方式及抗風浪性能各有不同。

國外箱網養殖發展早於臺灣，起源自 19 世紀的柬埔寨，由捕撈天然活魚後將其暫養而開展相關產業。箱網養殖技術的日臻完善和人工飼料的迅速發展，更加速了全球箱網養殖的應用與推廣。全球箱網養殖最為發達的國家為挪威，其次為日本與加拿大，其中挪威於箱網性能、養殖管理、智慧科技居全球之冠，根據挪威海產推廣協會(Norwegian Seafood Council, NSC)調查報告顯示，挪威在 2019 年出口至全球各地水產養殖品總價值為 765 億挪威克朗(約 2,395 億台幣)達 120 萬公噸(Norwegian Seafood Council, 2020)。先進海洋箱網養殖發展目前有三大趨勢(漁業署, 2015)：

- (1) 基於海域環境維護，結合海洋工程開發具有強度抗災能力箱網結構。
- (2) 將海上養殖區域推移至海流較強之深遠海。

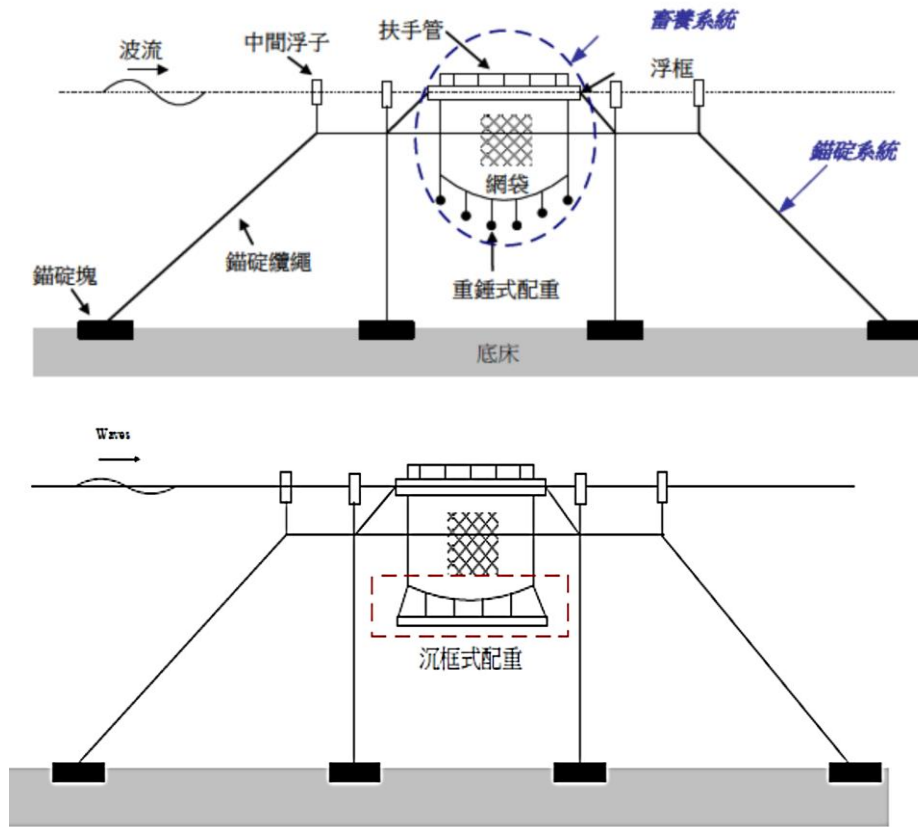


圖1. 箱網結構各部件示意圖：(上圖)重錘式配重，(下圖)沉框式配重。

資料來源：黃與陳(2005)；漁業署(2019)。

(3) 導入自動化與智慧化技術藉以提升箱網於海上操作性。

挪威 Ocean Farm 1 是世界上先進的養殖設施之一，SalMar 耗資 6,000 萬英鎊(約新臺幣 22.4 億)於 2017 年 6 月從中國青島武昌造船工業集團交付，並運至挪威中部海岸約 5 公里處進行安裝。Ocean Farm 1 高度 69 公尺、直徑 110 公尺、養殖水體 250,000 立方公尺(圖 2)，有效養殖水深 40m 以上，總共可容納約 150 萬隻鮭魚，具高度智慧化只需七名員工即可操作。除了保有箱網和岸上監控中心通訊，也搭載

多樣感測裝備的輔助用以監控魚類活動及水質環境；透過聲納探測魚隻分佈與生長狀況；水下攝影機用來觀察魚蝨及魚隻健康，2019 年已完成第一批鮭魚養殖收成，據 Ocean Farm 1 聲明此設施確實提高魚隻質量、活存率及降低魚蝨發生。

臺灣箱網養殖產業發展近五十年，2019 年養殖面積為 307,112 立方公尺，僅占臺灣各項水產養殖面積 19.45% (漁業署, 2015-2020) (圖 3)，箱網養殖總產量為 2,599 公噸，占臺灣漁業生產總產量 0.25%，總產值新臺幣 7 億 5 千 8 百萬元，

占漁業生產總值 0.84% (圖 4) (漁業署, 2015-2020)。由上述資料顯示無論在養殖面積、養殖總產量和總產值占比非常低。2020 年海上箱網養殖戶數為 11 戶(澎湖 8 戶、屏東 3 戶)，主要養殖魚種為石斑類、黃鰺、海鱺、青嘴龍占、嘉鱺、黃錫鯛、金目鱸與厚唇石鱸等，多為小規模企業經營與家族型態經營。

據現行漁業法第十五條規定，海上箱網養殖為區劃漁業權與專用漁業權漁業之漁業種類。箱網養殖生產區主要位於屏東、澎湖地區，小琉球雖有箱網於海面但已無經營之實；屏東地區計有三家業者共 7 張專用漁業權入漁證，為克服季風與颱風期間較強流速與風浪，多採 HDPE 可沉式箱網，經營模式皆為公司型態；澎湖地區因具有內灣庇護，在海流流速平緩的區

域多數以半軟式箱網進行養殖，目前經營業者有八家，至 109 年 10 月 13 日共核發箱網 39 張區劃漁業執照，箱網養殖面積為 167,500 立方公尺，總產量 1,655.76 公噸，2 家為公司型態其餘為個人戶經營模式(陸與古, 2019a; 澎湖縣政府農漁局, 2020)。臺灣養殖漁業發展逾數十年，不論陸上魚塭或海上箱網養殖產業迄今仍屬傳統小農經濟，企業化經營型態甚少。反觀全球養殖漁業發達國家，近年來以規模化逐步導入智慧化養殖設施，藉由自動化監測及管理，將傳統養殖經驗以科學化方式落實，降低天然風險及減少人為管理疏失，並建立高度制度化管理技術來控制各項成本投入，有效提升了國際產業競爭力。

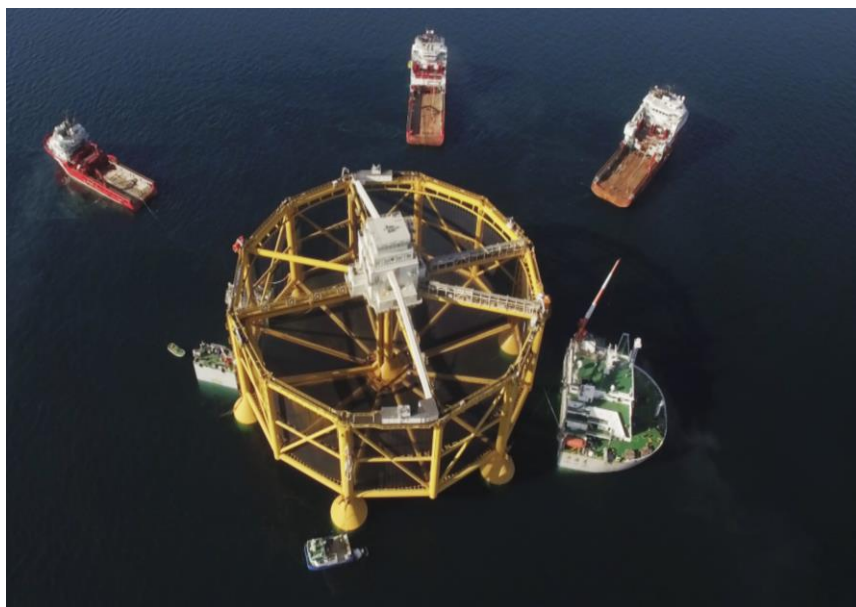


圖2. Ocean Farm 1半潛式箱網。

資料來源：SalMar ASA (2016)。

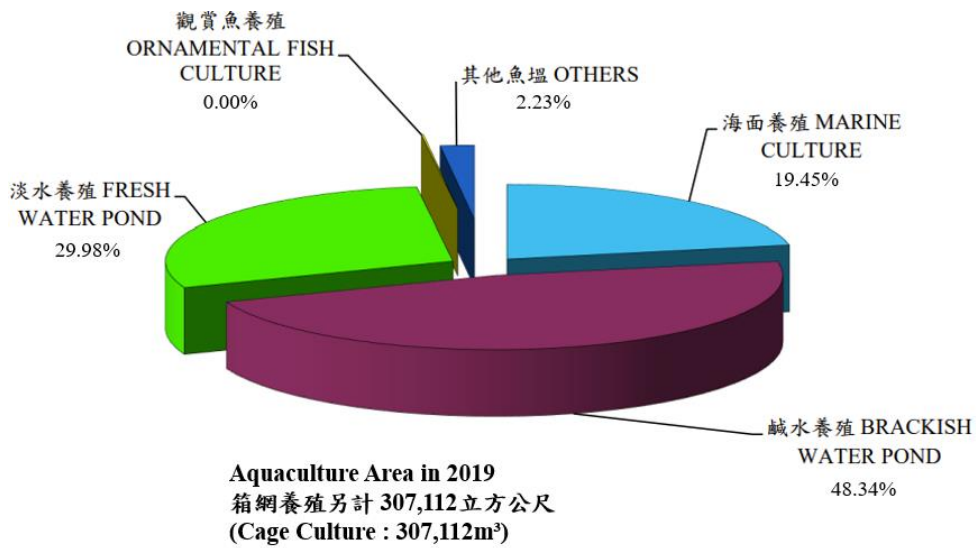


圖3. 2019年臺灣水產養殖面積比例。

資料來源：漁業署(2015-2020)

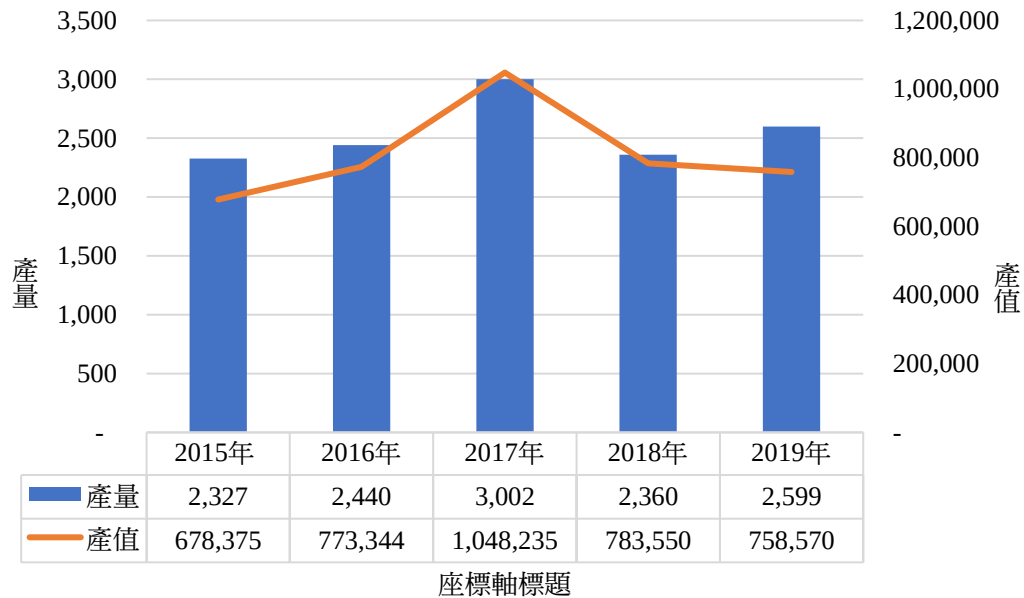


圖 4. 2015 年至 2019 年臺灣海上箱網養殖產值產量。

資料來源：漁業署(2015-2020)/本研究整理

二、材料與方法

行政院農業委員會漁業署農村再生基金計畫：發展臺灣外海養殖建置及提升智慧化箱網養殖系統(以下簡稱農村再生箱網計畫)及臺灣周邊水域養殖之利用研究科技計畫之箱網示範場域設於屏東車城海域，其離岸約 3~6 公里，水深約 50~60 公尺間海域地帶，海域氣候及海況適宜，年均氣溫 25.5℃，年均水溫 24.8℃，日均降雨量 4.3mm，平均風速 1.6m/s，流速介於 0.1~0.2m/s 間，黑潮支流流經，南潮北流日交換 2 次，汙染源少，營養鹽充足，生物相豐富，具生物多樣性之天然海域，於該海域建置四口直徑 31.5 公尺(圓周長 100 公尺)網深 15 公尺之大型可沉式箱網，主要目的為建立適用於臺灣海域之大型自動化與智慧化箱網，擴大養殖面積增加產值產量外，加入 AI 人工智慧建立箱網養殖生產之精準管理系統，藉由智慧化系統之建立，降低營運風險提高生產效率。本研究場域車城箱網示範場為行政院農業委員會漁業署於 2017 年起配合國家政策所投入臺灣第一座四口圓周 30 米之大型可沉式箱網養殖之三年計畫，目的為充份利用國土海域擴大養殖產能、減輕陸上水土資源壓力、導入智慧化養殖與迎合國際發展趨勢，此一項目的研究有別於台灣目前小型化近岸箱網養殖型態，是代表台灣邁入離岸、大型與智慧化養殖重要里程碑，為台灣現有箱網業者提供可行性並有助於政策發展參考。

本研究以農村再生箱網計畫執行報

告書與問卷調查所蒐集之黃鱺鰻生產銷售等資料，試以網袋容積率 80%，平均活存率 80%，並參考業者 2017~2019 年之平均池邊交易價每公斤 183 元；海鱸則為業者提供池邊交易均價每公斤 211 元，平均活存率 30%，進行十年期投資生產之經濟效益估算，求得最適規模箱網口數；以該最適規模箱網口數進行活存率及市場價格之敏感度分析，利用各項投資獲利指標，做為黃鱺鰻與海鱸箱網養殖之經濟可行性分析。

1. 資料來源

分為初級資料與次級資料。初級資料先以專家訪問及挑選影響養殖生產效益之變數，包括經濟類變數、生物類變數、技術類變數三大類，設計問卷表格針對箱網養殖規模、生產管理與公司經營作為調查重點，於 2020 年 5 月經由農村再生箱網計畫之屏東車城海域箱網示範場業者以問卷方式並進行實地訪查，藉以瞭解業者投入箱網養殖產業經營過程、生產考量、風險管理。次級資料來源為 2015 年至 2019 年行政院農業委員會漁業署之漁產品全球資訊網行情統計查詢，以該網站黃鱺鰻及海鱸之近五年市場價格作為本研究評估之銷售價格區間與發生機率。初步整理分為經濟類變數、生物類變數及成本效益與風險評估指標，評估項目及定義如下：

(1) 經濟類變數：包括期初建置成本、養殖生產成本、生產獲利效益。

期初建置成本分為箱網本體、自動化及智

慧化設備、其他設備；養殖生產成本分為魚苗成本、飼料成本、人事成本、電力成本、油料成本與其他成本，如：水產營養劑(藥)費、水產品檢驗費、運輸包裝費、其他漁具費等與養殖生產相關之成本；生產獲利效益為收成量、產品單價與總收益。

(2) 生物類變數：

放養規格(Stocking size, SS) (公斤)：魚苗投放海上箱網養殖之體型(重)。

放養密度(Stocking density, SD) (尾/m³)：每立方水體放養之魚苗數量。

養殖週期(Culture cycle, CC) (月)：魚苗放養箱網至可上市體型之養殖時間。

總收成量(Total harvest, TH) (公斤)：養殖物種於一個養殖週期育成之總重量。

飼料轉換率(Feed conversion ratio, FCR) (%)：每生產一個單位重量產品所耗用的飼料重量。

活存率(Survival rate, SR) (%)：收成魚隻總數量÷初期放養總數量×100%。

(3) 成本效益與風險評估指標：

單位生產成本(Unit input-cost, UC) (元/公斤)：每公斤產出所需投入的成本。

總生產成本(Total Cost, TC) (千元)：一個養殖週期所需支出的總成本。

池邊交易價(Unit Price, UP) (元/公斤)：每公斤的池邊交易價。

生產總收益(Total Revenue, TR) (千元)：依照一定價格出售一定量產品所獲得之總收入。

生產淨收益(Net Revenue, NR) (千元)：生產總收益-總生產成本。

折現率(Discount Rate, DR) (%)用以將未來多筆現金流量轉為現值之報酬率。基於保守原則將折現率訂為 10%並視為同股東預期報酬；依漁家經濟調查折舊年限一覽表之養殖設施最長折舊年限為十年，做為本研究評估年期設定，亦視為股東預期投資回收年限；淨收益、毛利率及益本比主要用於表達黃鱺鰻及海鱺於每個生產週期(年)之產品盈收能力；獲利能力指標、淨現值、內部報酬率及回收年期則代表黃鱺鰻及海鱺於箱網最適生產規模下十年期之投資價值。

2. 箱網養殖參數設定

屏東縣車城海域位處亞熱帶，屬颱風易侵襲區域且西南氣流與典型季風容易造成濁水情況，屏東業者於該海域養殖 20 年所遇颱風侵襲經驗表示，在開放海域大風浪環境採用可沉式箱網能有效減少災損問題。因此計畫選用可沉式箱網，於氣候變化時下沉至水下 15 至 25 公尺，抗浪防低溫；網袋採 Hybrid 複合銅合金網，以抗腐蝕、抗菌及抗附著生物之特殊銅合金線材，合撚方式複合他種傳統箱網材質，用於海水養殖有減少生物附著、增加箱網容積穩定性、結構強度與避免掠食者破壞等好處。根據 Xu *et. al.* (2013)研究指出，將單口、雙口及四口箱網，以同一列方式排列進行研究得知下潛可有效減少體積縮減係數，最大可減少體積縮減達 39%，且四口箱網下潛可減少最大纜繩張力達 56%。故本研究實驗採四口為一組建置金額為 72,000 千元(便於計算於此不考慮扣

除錨碇共用價格)，多組箱網建置造價依此類推(表 1)。

(1) 養殖生產設備

經由各國海洋箱網養殖經驗得知，發展外海大型箱網養殖運用自動化省工設備與建立智慧化養殖模式是降低人為風險、控制生產成本、保障漁獲品質、產量規模化與產值提升的必要手段。針對主要影響養殖生產管理的自動化或智慧化設備納入評估，表 2 所示自動投餌船、自動洗網機、自動吸魚機、固定水下鏡頭、移動式水下鏡頭(ROV)、水下聲納探測系統、水質環境監測系統、無線通訊暨電力系統、工作船、無動力海上平臺、整補基地、初級冷凍加工設備及運輸重機具等(漁業署, 2018; 2019; 2020)。上述設備日後透過大數據分析整合導入 AI 人工智慧，用以建構適用海上箱網養殖智慧化模式。

(2) 人事成本與養殖管理支出

參考示範場業者之生產數據，目前執行大小不等 36 口箱網使用總全職人力 34 名，平均月薪 38 千元。本研究箱網全為直徑 31.5 公尺之大型箱網，人力配置為搭配多項自動化設備以達省工省時之效益，養殖管理支出分為電力支出、油料支出及什項支出等(表 3)。

(3) 生物參數及池邊價格設定

選定臺灣箱網主要養殖之魚種：阿納鯧鰺(黃鰺鰻)(*Trachinotus anak*)及海鰻(*Rachycentron canadum*)，兩者皆為具完全養殖、成長快速及市場需求佳之高潛力物種。採用池邊價格基準有兩種：黃鰺鰻與

海鰻近兩年池邊均價分別為 183 元/公斤和 201 元/公斤，作為評估最適生產規模所採用池邊價格之依據(漁業署, 2018; 2019)；敏感度分析參考示範場域業者所提供養殖最低活存率，求出各魚種可達損益平衡之價格，再依據行政院農業委員會漁產品全球資訊網之單品種多市場多日行情整理出 2015 年~2019 年市場均價區間表，並計算其近五年所發生價格機率；以魚種損益平衡價格-10 元/斤 ~ +20 元/公斤共四個區間值來做為本研究情境模擬之池邊價格(表 4)。

3. 分析方法

經營者於營運過程中對投資生產要素進行必要調整，而得到較佳生產成本與生產效益，視為最適生產。箱網養殖與陸上養殖無論在投資風險與經營管理上有著相當大的不同，投資決策中若因資金門檻高而縮減營運規模，可能無法達到預期效益。為了探討十年期投資箱網養殖產業是否具備經濟可行性，在所有財務參數皆不考慮通貨膨脹率及薪資所得率下，可得每年現金流(淨收益)相等，計算出年均毛利率與年均益本比。再將每年所產生之現金流現值以基年投資成本率之現值因數進行折現得到該項投資之終值，用來計算獲利能力指數、淨現值、內部報酬率與回收年期。

現金流折現模型公式：

$$P_0 = (E_0CF_1) / (1 + i) + (E_0CF_2) / (1 + i)^2 + \dots + (E_0CF_t) / (1 + i)^t$$

P_0 ：當前價值

t：第 t 年

E_0CF_t ：預測未來第 t 年產生的現金流

i：折現率

本研究之資本預算決策僅針對投資海上箱網建設項目並投產之養殖成本支出、收益為主，不考慮企業營運之稅費、利息及管理費用。以毛利率、益本比、獲利能力指數、淨現值、內部報酬率及投資回收期等六項指標進行盈利能力與投資價值評估，作為投資決策之判斷依據。

毛利率(GM，%)： $GM_t = NR_t/TR_t$

GM_t ：第 t 年毛利率

t：第 t 年

NR_t ：第 t 年淨收益

TR_t ：第 t 年總收益

益本比(BCR)： $BCR_t = TR_t/TC_t$

BCR_t ：第 t 年益本比

t：第 t 年

TR_t ：第 t 年總收益

TC_t ：第 t 年總成本

每投入一單位生產成本所能得到的收益；當益本比大於 1，表示投資該方案具經濟可行性；反之，則不具經濟可行性。

獲利能力指數(PI)： $PI =$

$$\frac{\sum_{t=1}^n CF_t(1+i)^{-t}}{C}$$

PI：該投資案 n 年之獲利指標

t：第 t 年

CF：該投資案 n 年現值總額

C：該投資案初始投資額

i：折現率

一項投資未來報酬總現值與投資現值的比率。可反映投資效益。指數大於 1，則方案可行，且指數越大方案越優。

淨現值(NPV，千元)： $NPV =$

$$\sum_{t=1}^n \Delta CF_t$$

NPV：該投資案 n 年之淨現值

t：第 t 年

CF_t ：第 t 年現金流

一項投資所產生的各期淨現金流量之折現值總和減去原始投資額後的剩餘價值。可反映投資效益。若 NPV 大於 0 時，視為可接受之投資方案。

內部報酬率(IRR，%)： $IRR =$

$$\sum_{t=1}^n \frac{\Delta CF_t}{(1+i)^t}$$

IRR：該投資案 n 年之內部報酬率

t：第 t 年

CF_t ：第 t 年現金流

i：折現率

一項投資所產生的各期淨現金流量之折現值總和減去原始投資額後的剩餘價值。可反映投資效益。若 NPV 大於 0 時，視為可接受之投資方案。

回收期間法(PP)： $PP = \frac{IIC}{CF_n}$

PP：該投資案還本時間

IIC：該投資案初期總投資額

CF_n ：該投資 n 年總現金流

一項投資所產生的各期淨現金流量總和用來收回原始投資額所需的時間。

敏感度分析(Sensitivity Analysis)為在其他條件不變前提下，探討資本預算中單一變數的變動對評估結果之影響。情境分析(Scenario Analysis)則是同時設定數個變數發生改變的特定情節，並測試其淨現值改變的程度，通常會設定樂觀與悲觀兩種情節(謝, 2010)，用來評估決策制定風險。影響箱網養殖效益之因素有許多，如：活存率、市場價格、網袋變形、天然災害等，對於海上箱網養殖天然災害是無法預測之風險，也是所有投資者、經營者與融資機構最大隱憂及無法輕易投資的主因。箱網在水流的作用下會造成網袋變形，進而改變魚隻生存所需的空間，並可能進一步影響魚隻在箱網內的活動與攝食行為。海洋工程技術研究指出，現行海上箱網之錨碇系統已經可以克服颱風來臨時的威脅，在錨碇系統容許情況下可以底框系統來改善網袋變形的問題(唐, 2001)。學者曾

以壓力計方式量測網袋變形之研究結果：流速 0.13m/s ~ 0.35m/s 間，網袋變形介於 20% ~ 40%之間，亦為網袋容積率 80% ~ 60% (Lader *et al.*, 2008)；屏東車城海域短期實際量測，其流速平均為 0.1m/s (唐等, 2019)。本研究模擬車城海域年均流速介於 0.1m/s ~ 0.2m/s，參酌學者研究結果設定網袋容積率 80%為本研究可用水體計算基準。

箱網沉降可抗風浪及避低溫，具抗災能力，若搭配具智慧模組之自動化設備可提高勞動能力及減少經濟作物損失。基於上述可知，網袋變形與天然災害已有技術可改善，於本研究中暫不予以列入考慮，選定對經濟指標較具影響的變動因素：活存率與市場價格。黃鱺鰻及海鱸各採三種活存率及四種池邊價格區間，分別代表悲觀、可能及樂觀狀況，作為情境模擬之池邊價格。藉由情境變動所產生各項經濟指標變化作為經濟可行性判斷及風險評估(表 5)。

表 1. 可沉式箱網單口成本及相關系統參數

箱網系統參數	單位	數值
直徑	公尺	31.5
網深	公尺	15
圓周長(內徑)	公尺	100
單口水體積	立方公尺	12,058
項目	金額(千元)	備註
錨碇系統	6,000	嵌入式合金鋼材質錨碇系統，含錨鏈、錨繩和浮球等零件。
上框/底框	3,500	可沉式架構 HDPE 材質，主管直徑 31.5 公尺×厚 2.32 公尺，採用 3 管並排圓周內徑 100 公尺，外徑 102 公尺。
網袋	7,000	Hybrid 複合銅合金網，圓周 100.2 公尺，深度 15+1 公尺(1 公尺為向上延伸)，含底框等配件。
網蓋	1,500	Dynceema 高密度纖維網，規格與網袋相同。
合計	18,000	含施作費用。

資料來源：本研究整理。

表 2. 養殖硬體設施建置項目、數量與成本假設

單位：千元

建置項目/規格	4 口	8 口	12 口	16 口	20 口	24 口	說明
可沉式箱網	72,000	144,000	216,000	288,000	360,000	432,000	單口 1,800 萬，以 4 口一組為單位。
自動投餌船	1 艘	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000	依需求控制速度與方向進行全自動噴料，提高飼料投餵效能。
自動洗網機	1 組	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500	免去人工洗網風險及成本，同時檢查破網。
自動吸魚機	1 組	4,350	4,350	4,350	4,350	4,350	配有分級與計數功能，減低魚體損傷及節省人力成本。
固定式水下鏡頭	1 組	930	930	930	930	930	影像即時傳輸回船上或陸上，除觀測箱網魚隻狀況，透過大數據分析可做為判斷箱網內魚隻體長、體重與數量之依據。
移動式水下鏡頭	1 組	970	970	970	970	970	水文資料供養殖管理與飼料投餵計算參考，大數據分析為建立預警制度之依據。
水下聲納探測系統	1 組	300	300	300	300	300	海上感測器及影像設施用電與訊息回傳。
水質環境監控模組	1 組	800	800	800	800	800	箱網十六口時增補 CT-5，以提高作業效率及船載運輸能力。
電力及無線通訊系統	1 式	700	700	700	700	700	
CT-3 工作船	2 艘	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	
CT-5 工作船	1 艘	0	0	0	20,000	20,000	
大型膠筏工作船	1 艘	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	
無動力海上平臺	1 式	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	
整補基地	1 式	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	
初級加工冷凍設備	1 式	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	
運輸與重機具設備	1 式	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	
合計	159,550	231,550	303,550	395,550	467,550	539,550	

註：設備折舊年限並無一致，且每年所攤提折舊金額對於總體計算影響甚微，故本評估將折舊費用剔除不予認列。

表 3. 養殖成本假設

單位：千元/年

箱網口數	4 口	8 口	12 口	16 口	20 口	24 口	說明
薪資	3,120	4,160	5,200	6,240	7,280	8,320	四口箱網配置 6 名人力，每名人力平均月薪 40 千元，搭配多項自動化設備，於每增加四口箱網時增補人力 2 名。
電力	600	630	660	690	720	750	供整補基地與冷凍庫使用。每增加 4 口箱網，每年支出金額增加 5%。
油料	3,600	4,680	5,760	6,840	7,920	9,000	每增加 4 口箱網，每年支出金額增加 30%；油料支出供船隻與船上發電機使用；什
什項	3,000	3,900	4,800	5,700	6,600	7,500	項包含魚用營養劑、員工保險、銷售費用、設備維護及其他。
合計	10,320	13,370	16,420	19,470	22,520	25,570	

(資料來源：本研究整理)

註：人力支出與養殖管理支出之評估無考慮薪資成長率、電費與油料價格變動因素。

表 4. 黃鱺鰻、海鱷之生物性參數及池邊價格

魚種	放養密度 (尾/ m ³)	放養規格 (公斤)	魚苗價格 (尾/元)	飼料轉換率	飼料單價 (元/公斤)	養殖週期 (月)	收成規格 (公斤)	最適口數 池邊價格 (元/公斤)	敏感度分析 池邊價格(元/公斤)
黃鱺鰻	50	0.03	20	2	55	12	0.6	183	181、191、201、211
海鱷	10	0.2	50	2.6	55	12	5	201	201、211、221、231

資料來源：漁產品全球資訊網(漁業署, 2015-2019)

表 5. 黃鱺鰻及海鱷之敏感度及情節分析參數設定

魚種	敏感度及情節分析參考值					
	存活率(%)		池邊價(元/公斤)			
	悲觀	可能	樂觀	悲觀	可能	樂觀
黃鱺鰻	70	80	90	181	191	211
海鱷	30	40	50	201	211	231

註：存活率為各魚種訪查平均存活率-10%~+10%；池邊價為各魚種訪查平均池邊價-10%~20%。

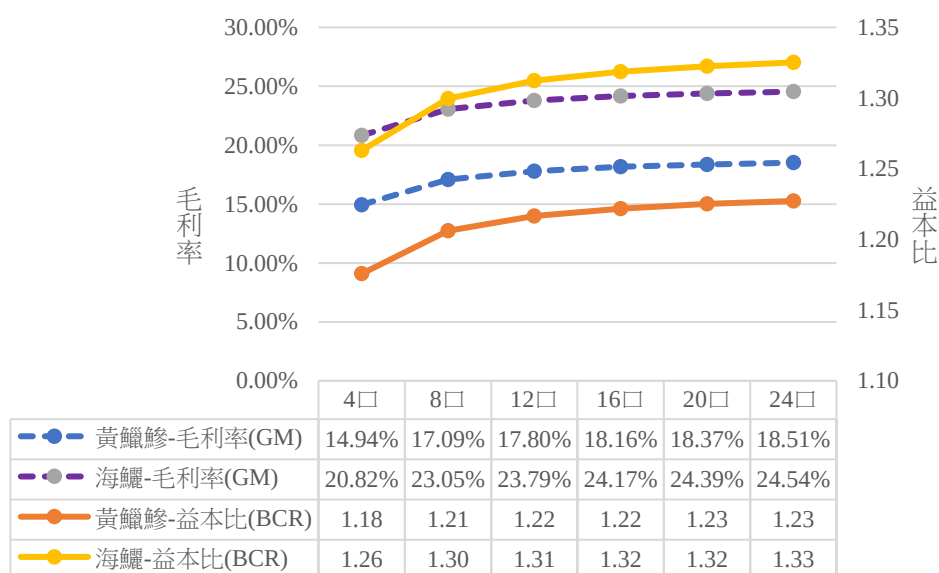
三、結果與討論

箱網建置規模以每四口遞增下，黃鱺和海鱺之魚苗及飼料支出隨口數增加而增加，其他支出則隨口數增加而減少，並且原箱網口數由每四口遞增至二十四口，黃鱺單位生產成本自 155 元/公斤(四口)降至 149 元/公斤(二十四口)(表 6)；海鱺單位生產成本自 167 元/公斤(四口)降至 159 元/公斤(二十四口)(表 7)。計算建置大型箱網之養殖生產效益及十年投資成效指標，毛利率與益本比代表每個養殖週期之獲利能力，建置四口箱網黃鱺於每個養殖週期雖具生產獲利能力，但若以長期投資十年之淨現值小於 0、內部報酬率小於 10%和回收年期大於 10 年而言，無法達到投資方案應有的獲利標準及股東預期報酬(表 8、表 9)。

為了增加生產報酬，擴充箱網口數八口、十二口、十六口、二十口和二十四口等生產規模，計算各箱網規模配置方案之毛利率、益本比、獲利能力指數、淨現值、內部報酬率及回收年期，來驗證擴大生產規模後的投資經濟可行性。表 8 顯示當箱網建置規模達八口箱網之產出及效益得知其養殖規模呈現反應，各項財務經濟指標顯示於建置八口箱網時，具備了投資經濟可行性。續以建置十二口、十六口、二十口和二十四口進行試算，得到生產獲利相關指標：箱網養殖產業進入資金門檻較陸上養殖高，基於保守原則，逕將所有試算結果之毛利率及益本比的第一個趨緩

點來找到本研究箱網最適規模，如圖 5 可得箱網最適口數為十六口，並視為建置效益的最佳化。

續以活存率與市場售價以單一因素之敏感度分析及雙因素情節分析來擴大評估，以十六口周長百米抗災型可沉式箱網來養殖黃鱺和海鱺之經濟可行性。表 10 及表 11 以常用評估指標淨現值為例：黃鱺於最悲觀情境之淨現值為-67,061 千元，最樂觀情境之淨現值為 709,333 千元，上下限差異 776,394 千元；海鱺於最悲觀情境之淨現值為-64,027 千元，最樂觀情境之淨現值為 768,148 千元，上下限差異 832,175 千元；此上下限巨大差異正說明箱網產業無疑是高報酬高風險的投資項目。雖然黃鱺與海鱺於悲觀情境之淨現值皆小於 0，內部報酬率 5.21 %和 5.44 %亦不及股東預期報酬率 10 %，但兩者益本比及獲利能力指數皆大於 1，由於益本比用於表達養殖生產週期的年均盈利能力，獲利能力指標則是投資能力的表現，加上回收年期分別為 7.03 年及 6.94 年也優於投資評估期十年，因此該案仍具備可被投資的潛在能力。在黃鱺與海鱺經濟指標之綜合評估中，該淨現值為負，內部報酬率小於 10%，即使其他經濟效益指標達投資可行性，對投資人而言存在著不可避免的風險，是一項無法被接受的投資方案。因此，需找出可調整本方案獲利能力的關鍵核心，才有可能說服投資者接受該項目。基於敏感性分析可知，池邊交易價及活存率對黃鱺之淨現值影響不具差



註：網袋容積率 80%。

黃鱸鰻活存率 80%、市場價格 183 元/公斤。

海鱸活存率 40%、市場價格 211 元/公斤。

圖 5. 箱網之最適口數分析。

異，而活存率對海鱸之淨現值影響最大，若要避開本方案之悲觀情境產生的風險可採以下方法：

1. 據行政院主計總處統計 2021 年名目國民所得毛額(Gross National Income, GNI)為 33,004 美元，隨著國民所得增加及環境變化，消費者對於水產品的選擇不再以價格為必要條件，新鮮、天然、有機、無毒、便利性及認證制度作為選擇水產品的依據(主計總處, 2022)，為達到上述目的，強化日常養殖管理策略變顯得格外重要包括，疾病防治、安全用藥與落實水產驗證制度等，對消費者做出品質的承諾來滿足消費者對產品的價值期望，當產品價值被滿足，產品價格就願意被付出，

對業者而言才能達到有效養殖獲得利益。因此黃鱸鰻養殖週期短相對益於降低養殖風險，可加強日常養殖管理來得到更穩定的活存率，並透過業者自有品牌和聯盟通路(例：天和鮮物或漁會)等具良好形象之行銷通路，其最大限度的避開悲觀池邊價格，保障養殖經濟效益。

2. 海鱸雖投入成本及風險高，但具有成長快速及飼料轉換率低的特性，肉質鮮美呈現白色，可做為紅魷青魷缺貨時的替代品(古等, 2001)。唯易受寄生蟲感染及不耐低溫，業者於養殖過程中需耗費高度勞力和人工觀察，加上近親繁殖基因窄化，其活存率呈現不穩定狀態。可透過產官學科研積極投

入的種源管理、分子育種技術來強化魚苗及引入智慧養殖管理，透過數位管理制度來精準化流程、自動化設備減輕勞動負荷、解決缺工與智慧監控預測系統以非侵入性方式得到準確測量的水文或魚隻資訊、管理預警與避免人為誤判等，科學化的養殖管理手段可有效協助降低海上管理難度及養殖風險，不僅穩定及提高活存率更可提升質量。

造成市場價格波動因素有許多，非透過改善內部經營管就可得到預期，而活存率則相反之；若黃鱮池邊價格處於悲觀情境 181 元/公斤，及海鱸池邊價格處於悲觀情境 201 元/公斤中，但兩者活存率若能由悲觀活存率向上提升，可避免淨現值為負之情境，達到經濟可行性而投資方案便可接受。淨現值為正的獲利基礎下，各項經濟指標就能滿足被投資者接受的標準。另，參考 2015 年~2019 年漁業署全球資訊網市場行情查詢統計表資訊，黃鱮之池邊價格高於 181 元/公斤發生機率達「43.33%」；海鱸之池邊價格高於 201 元/公斤，發生機率達「50.00%」。雖然影響池邊價格的因素有很多，但藉由 2015 年~2019 年間的統計資料可知，本研究黃鱮及海鱸池邊價格超過「悲觀池邊價格(黃鱮 181 元/公斤；海鱸 201 元/公斤)」的發生機率，已占 2015 年~2019 年來市場行情價格之「43.33%~50.00%」機率水準。

按綜合情節分析，本投資方案於執行時，縱然池邊價格取決於外在環境其受控

度低，但可藉由對生產過程進行養殖管理的風險調控來改善獲利效益，縱然池邊價格表現低於預期，透過活存率的提高及妥善精準投餵管理可降低生產成本，並使產量增加，進而保有獲利空間。活存率與單位生產成本呈反比，當活存率越高時，單位生產成本降低。更深層面來看，當單位成本降低時，養殖業者獲利能力勢必提升(黃, 2011; Huang *et al.*, 2011; Huang *et al.*, 2016)。養殖總成本中飼料成本占 55% ~ 60% (Charatchakool *et al.*, 1994; Lovell, 1998)，良好的飼料投餵管理可有效降低養殖成本而產生較高的收益(Alam, 2011; Vassdal and Holst, 2011; Alam *et al.*, 2012)，與本研究方向一致。海鱸飼料技術於產業和學術單位努力下已得到改善，降低了飼料成本投入密度比重(楊, 2002; 沈, 2003; 沈, 2007)。

屏東車城海上箱網示範場放養黃鱮 34 萬尾魚苗，魚苗平均規格 12g，放養至清池結算為期 12 個月，飼料轉換率 1.67，活存率 85.4%，銷售單價 170 元/公斤，毛利率 25.3%(漁業署, 2019)；業者實際運作是 400 公克左右便開始進行販售，並分批收成直到清池，該出售期間魚隻規格為 400 公克~800 公克不等，而 170 元/公斤亦為養殖期間平均池邊交易價，以業者實際收成效益與本研究估算相比兩者獲利結果應為接近。

本研究模擬之情境無論是活存率或是池邊價格皆採取最保守的估計，臺灣海上箱網養殖海域為屏東與澎湖，澎湖海鱸

表 6. 黃鰺鰻於不同箱網規模之生產成本比重與單位生產成本

箱網口數	魚苗支出 (千元)	成本比重 %	飼料支出 (千元)	成本比重 %	人事支出 (千元)	成本比重 %	水電支出 (千元)	成本比重 %	油料支出 (千元)	成本比重 %	其他雜項支出 (千元)	成本比重 %	總生產成本 (千元)	單位生產成本 (元/公斤)
4	38,584	26.72	95,496	66.13	3,120	2.16	600	0.42	3,600	2.49	3,000	2.08	144,400	155
8	77,168	27.41	190,992	67.84	4,160	1.48	630	0.22	4,680	1.66	3,900	1.39	281,531	152
12	115,752	27.65	286,488	68.43	5,200	1.24	660	0.16	5,760	1.38	4,800	1.15	418,661	150
16	154,337	27.77	381,984	68.73	6,240	1.12	690	0.12	6,840	1.23	5,700	1.03	555,792	150
20	192,921	27.84	477,480	68.91	7,280	1.05	720	0.10	7,920	1.14	6,600	0.95	692,922	149
24	231,505	27.89	572,977	69.03	8,320	1.00	750	0.09	9,000	1.08	7,500	0.90	830,053	149

資料來源：本研究整理

表 7. 海鰺於不同箱網規模之生產成本比重與單位生產成本

箱網口數	魚苗支出 (千元)	成本比重 %	飼料支出 (千元)	成本比重 %	人事支出 (千元)	成本比重 %	水電支出 (千元)	成本比重 %	油料支出 (千元)	成本比重 %	其他雜項支出 (千元)	成本比重 %	總生產成本 (千元)	單位生產成本 (元/公斤)
4	19,292	14.96	99,316	77.03	3,120	2.42	600	0.47	3,600	2.79	3,000	2.33	128,928	167
8	38,584	15.40	198,632	79.27	4,160	1.66	630	0.25	4,680	1.87	3,900	1.56	250,586	162
12	57,876	15.55	297,948	80.04	5,200	1.40	660	0.18	5,760	1.55	4,800	1.29	372,244	161
16	77,168	15.62	397,264	80.43	6,240	1.26	690	0.14	6,840	1.38	5,700	1.15	493,902	160
20	96,460	15.67	496,580	80.67	7,280	1.18	720	0.12	7,920	1.29	6,600	1.07	615,560	160
24	115,752	15.70	595,896	80.83	8,320	1.13	750	0.10	9,000	1.22	7,500	1.02	737,219	159

資料來源：本研究整理

表 8. 黃鰭鯔於不同箱網規模下養殖之經濟效益

箱網口數	期初投入 (千元)	生產總成本 (千元)	銷售總收益 (千元)	銷售毛利 (千元)	毛利率 (GM,%)	益本比 (BCR)	獲利能力指數 (PI)	淨現值 (NPV,千元)	內部報酬率 (IRR,%)	回收年期 (PP,年)
4 □	159,550	144,401	169,771	25,370	14.94	1.18	0.98	-56,696	-0.49	10.04
8 □	231,550	281,531	339,542	58,011	17.09	1.21	1.54	3,631	10.43	5.36
12 □	303,550	418,662	509,313	90,651	17.80	1.22	1.83	63,958	15.60	4.29
16 □	395,550	555,792	679,084	123,292	18.16	1.22	1.92	104,285	16.97	4.06
20 □	467,550	692,923	848,855	155,932	18.37	1.23	2.05	164,612	19.21	3.75
24 □	539,550	830,053	1,018,626	188,573	18.51	1.23	2.15	224,940	20.84	3.55

註：本計算基礎-網袋容積率 80%、存活率 80%及池邊價格 183 元/公斤。

(資料來源：本研究整理)

表 9. 海鱸於不同箱網規模下養殖之經濟效益

箱網口數	期初投入 (千元)	生產總成本 (千元)	銷售總收益 (千元)	銷售毛利 (千元)	毛利率 (GM,%)	益本比 (BCR)	獲利能力指數 (PI)	淨現值 (NPV,千元)	內部報酬率 (IRR,%)	回收年期 (PP,年)
4 □	159,550	128,928	162,825	33,897	20.82	1.26	1.31	-22,126	6.11	6.69
8 □	231,550	250,586	325,651	75,065	23.05	1.30	1.99	72,770	18.26	3.88
12 □	303,550	372,244	488,477	116,232	23.79	1.31	2.35	167,667	24.18	3.18
16 □	395,550	493,902	651,303	157,400	24.17	1.32	2.45	242,563	25.66	3.04
20 □	467,550	615,560	814,129	198,568	24.39	1.32	2.61	337,460	28.29	2.82
24 □	539,550	737,219	976,954	239,735	24.54	1.33	2.73	432,357	30.19	2.69

註：本計算基礎-網袋容積率 80%、存活率 40%及池邊價格 211 元/公斤。

(資料來源：本研究整理)

表 10. 黃鰺鰻於存活率與池邊價之綜合情境十年期投資效益

存活率 (%)	池邊價 (元/公斤)	年均售 價機率 (%)	總生產 成本 (千元)	總銷售 收益 (千元)	淨收益 (千元)	毛利率 (%)	益本比	獲利能力指 數	淨現值 (千元)	內部報酬率 (%)	回收年期 (年)
70(悲觀)	181(悲觀)	16.67	504,861	586,635	81,027	13.81	1.16	1.26	- 67,061	5.21	7.03
	191(可能)	15.00	504,861	619,047	114,186	18.45	1.23	1.77	67,369	14.55	4.47
	201(可能)	8.33	504,861	651,458	146,597	22.50	1.29	2.28	198,765	22.96	3.31
	211(樂觀)	3.33	504,861	683,868	179,008	26.18	1.35	2.78	330,161	30.98	2.63
80(可能)	181(悲觀)	16.67	555,792	670,441	114,827	17.13	1.21	1.78	69,967	14.72	4.44
	191(可能)	15.00	555,792	707,482	151,690	21.44	1.27	2.36	219,413	24.24	3.18
	201(可能)	8.33	555,792	744,523	188,731	25.35	1.34	2.93	369,580	33.34	2.48
	211(樂觀)	3.33	555,792	781,564	225,772	28.89	1.41	3.51	519,747	42.21	2.02
90(樂觀)	181(悲觀)	16.67	606,723	754,246	145,849	19.34	1.24	2.27	195,732	22.77	2.24
	191(可能)	15.00	606,723	795,917	189,194	23.77	1.31	2.94	371,457	33.46	2.47
	201(可能)	8.33	606,723	837,588	230,865	27.56	1.38	3.59	540,395	43.41	1.97
	211(樂觀)	3.33	606,723	879,259	272,536	31.00	1.45	4.23	709,333	53.21	1.66

註：池邊價參考：行政院農業委員會漁業署農村再生箱網計畫 2018 年、2019 年報告書及漁業署 2015 年~2019 年市場行情均價(漁業署, 2015-2019)。

發生機率：漁產品全球資訊網之單品種多市場多日行情(2015- 2019)發生機率統計資料。

(資料來源：本研究整理)

表 11. 海鱸於存活率與池邊價之綜合情境十年期投資效益

存活率 (%)	池邊價 (元/公斤)	年均售 價機率 (%)	總生產 成本 (千元)	總銷售 收益 (千元)	淨收益 (千元)	毛利率 (%)	益本比	獲利能力指 數	淨現值 (千元)	內部報酬率 (%)	回收年期 (年)
30(悲觀)	201(悲觀)	13.33	383,552	465,327	81,775	17.57	1.21	1.27	-64,027	5.44	6.94
	211(可能)	11.67	383,552	488,477	104,926	21.48	1.27	1.63	29,828	12.04	4.97
	221(可能)	13.33	383,552	511,628	128,076	25.03	1.33	1.99	123,682	18.22	3.88
	231(樂觀)	11.67	383,552	534,779	151,227	28.28	1.39	2.35	217,536	24.12	3.19
40(可能)	201(悲觀)	13.33	493,903	620,436	126,533	20.39	1.26	1.97	117,425	17.81	3.94
	211(可能)	11.67	493,903	651,303	157,401	24.17	1.32	2.45	242,564	25.66	3.04
	221(可能)	13.33	493,903	682,171	188,268	27.60	1.38	2.92	367,703	33.23	2.49
	231(樂觀)	11.67	493,903	713,038	219,135	30.73	1.44	3.40	492,842	40.63	3.91
50(樂觀)	201(悲觀)	13.33	604,254	775,545	171,291	22.09	1.28	2.66	298,877	29.10	2.76
	211(可能)	11.67	604,254	814,129	209,875	25.78	1.35	3.26	455,300	38.42	2.20
	221(可能)	13.33	604,254	852,713	248,460	29.14	1.41	3.86	611,724	47.56	1.83
	231(樂觀)	11.67	604,254	891,298	287,044	32.21	1.48	4.46	768,148	56.59	1.57

註：池邊價參考：行政院農業委員會漁業署農村再生箱網計畫 2018 年、2019 年報告書及漁業署 2015 年~2019 年市場行情均價(漁業署, 2015-2019)。

發生機率：漁產品全球資訊網之單品種多市場多日行情(2015- 2019)發生機率統計資料。

(資料來源：本研究整理)

活存率 30%~60%，主為低溫及寒害影響；2020 年 12 月訪查澎湖業者得知池邊交價為 300 元/公斤~340 元/公斤，而屏東海鰻池邊價 260 元/公斤~300 元/公斤左右。本研究採數據皆以最差或是最低標準進行效益計算基礎，若以業者提供資料進行評估，則得到的經濟效益將更高。

四、結論

箱網養殖產業當前遭遇之較大難題主要為政府管理法規、產業結構、融資條件、市場競爭力、人力資源及養殖技術研發。疾病防治方面，海鰻在箱網養殖主要因發光桿菌、鰻弧菌與鏈球菌等造成養殖活存率不佳，養殖活存率並不穩定為 40%~60%不等；黃鰻鰻具有奴卡氏症、鏈球菌等疾病問題，活存率介於 70%~85%；龍虎斑與鯛科魚類如嘉鰻、黃錫鯛等則具有虹彩病毒與箱網養殖常見之貝尼登吸蟲侵擾(陸與古, 2019b)。在澎湖，箱網養殖設施位於水流交換較差的內灣，養殖過程所產生的殘餌及養殖生物所排放大量有機物質沉積於下方海床，加上箱網浮具多以保麗龍為結構主體，造成澎湖內灣海域污染。澎湖縣政府為避免海上養殖用保麗龍浮具碎屑持續汙染環境，110 年起推動「使用非保麗龍養殖浮具」政策，積極協助養殖業者採買非保麗龍之環保材質浮具進行汰換。

箱網養殖具有可觀利潤，前期所投入資金十分龐大，除了高資本外，尋得

適合的養殖海域取得合法經營權也是進入產業另一個重要要件。依漁業法第十五條規定：漁業權分為專用漁業權、定置漁業權和區劃漁業權。海上箱網養殖適用專用漁業權(如：屏東)及區劃漁業權(如：澎湖)，現行相關漁業權法規，因所屬地區不同發放權利證明之所屬機關也不同，專用漁業權為當地漁會，而區劃漁業權則為地方政府。依據各地海上養殖現況各有所限制，例如澎湖因內灣污染日益嚴重，澎湖縣政府於 2019 年已暫停發放漁業權。政府應協助業者於適當海域選址、提供較大營運權利和解決進出港口飽和等問題，透過適當補貼政策來促進產業發展，或仿效科技業萌起時之輔導政策，提供適合箱網產業租稅優惠方案，如：適合箱網產業之研究發展支出投資抵減辦法，鼓勵箱網產業從事軟硬體相關性研發；穩定的產業發展環境，產生足以吸引投資者誘因。

近幾年來政府提倡農業企業化，鼓勵農漁業改變小農經濟轉型企業化經營模式，以策略化與科技化經營來公開上市募資(Initial Public Offerings, IPO)，協助公司進入廣闊的資本市場，為其自身的未來發展、債務償還、運營成本等有效地籌措資金。有此意願企業透過建立內稽內控及良好的審計制度來進行營運風險管理，找出企業優勢調整營運方針及改善財務結構等，期望以農業科技產業之姿順利進入資本市場。無奈養殖漁業在產業演進過程中，資產風險管

控與生產品良率提升上，至今仍面臨著極大挑戰。該產業之生物性資產與非生物性資產(箱網硬體設施)都存於海上，不如陸上養殖業的土地及建物，資產風險控管難度高外，目前更無法取得資產保險(養殖物種或硬體設施)，金融機構在此狀況下不敢也不能對其辦理融資；對外辦理公開募資，除前置作業繁瑣增加營運負擔外，所需支付的成本代價也不低，對於未具經營規模、財報不健全或不穩定獲利企業而言，並不容易。

藉由國際間箱網養殖發展較好國家可見，自動化及智慧化大數據系統是海上養殖產業升級的具體重要方向，而發展規模經濟則是海上養殖業實現獲利結果的必要手段。規模經濟決策是以求最佳經濟效益為目的，需要經由適當的資產配置或是合理生產條件來呈現。管理大師波特提出，企業的優勢和劣勢在於其資產結構和與競爭對手相比的能力，包括財務資源，技術狀態，品牌知名度等(Porter, M., 1980)。擁有良好的養殖海域環境、適當的養殖海域面積及足夠的營運資金是箱網養殖業規模化發展最重要的第一步。當養殖海域推向離岸較遠之無遮蔽深遠海域時，養殖環境更接近自然外，養殖管理技術含量需要更高。因此，國際間海上箱網養殖發展迅速之各國，以規模化、自動化和大數據智慧化為發展導向，其中代表如：美國 AquaPod、挪威 Ocean Farm 1 和中國深藍一號，皆以可抵抗最惡劣海況、

具規模高產量及智慧化精準管理為訴求。

從研究中可知，箱網養殖以規模化經營才能具備良好經濟可行性，惟資金需求相當高。企業運作中穩定且足夠的金流是很重要的因素，有資金才能提升經營相關技術，無論是在生物養殖管理改善或是引入自動化科技化設備、專業團隊、人才培育、品牌經營及行銷通路等，都與企業可被活化和運用的資金有著巨大關係。FAO (2007)在箱網養殖全球概述與區域評論中，曾對亞洲海上箱網養殖發展的看法：亞洲箱網養殖產業具有未來性，同時認為海鱸極有潛力可望成為全球性的產品外，也提出亞洲受文化影響，雖無法複製挪威或智利透過垂直整合來擴大發展的方式，但企業間能以協同模式共同發展，發揮有效的產業力量。有鑑於國際先進箱網系統之科技化應用成效，臺灣在發展具規模化離岸三公里圓周長 100 公尺以上抗災型可沉式箱網時，需考慮利用省時、省工兼具安全性的各項智慧化自動化設備，如：水文及影像自動感測系統、自動投餌系統、自動洗網機、自動吸魚機和自動死魚清理等；採用基於人工智慧物聯網的養殖決策系統，才能提高養殖效率、降低養殖成本，有效保護海上生物性與非生物性資產。

臺灣水產養殖及種苗技術全球知名，海上箱網養殖產業應儘快從勞動密集型轉向資金與技術密集型產業，臺灣

箱網養殖產業仍有非常大的發展空間，箱網業者應建立彼此互信互助關係，使市場信息流通，以共助或合作模式，發展企業規模才得以擴張產業規模，進而建立產業聚落，形成完整產業鏈。期盼政府能帶頭為產業找到成長的出口，給予一個適合發展及穩定的商業經濟環境，讓有志發展或願意投入者能擁有基本保障，致力生產經營逐步站穩國內，進而有能力來擴展全球市場，並且提升海上箱網養殖的生產效率，創造穩健收益來壯大企業體制，擠身進入先進箱網養殖國家之列。

五、參考文獻

- 古鎮鈞、陸知慧、陳秀男 (2001) 台灣海鱸繁殖現況與評析。第十六屆全國技術及教育研討會。海事、水產類：水產組論文集，77-88。
- 沈士新 (2007) 海鱸飼料配方與營養。出自：海鱸：Handbook of Cobia，冉繁華編製，臺灣漁業經濟發展協會、行政院農業委員會出版，基隆，130-144。
- 沈亮廷 (2003) 飼料中不同蛋白質量與蛋白質與能量比對海鱸成長與體組成之影響。國立臺灣海洋大學水產養殖學系研究所碩士論文，基隆，96pp。
- 唐宏結 (2001) 箱網容積變形改善研究。國立中山大學海洋環境及工程學系研究所碩士論文，台南，130pp。
- 唐宏結、程嘉彥、楊瑞源、葉博弘、黃材成 (2019) 箱網網袋變形量測新方法。第 41 屆海洋工程研討會論文集，國立成功大學水工試驗所出版。台南，286-291。
- 主計總處 (2022) 國民所得及經濟成長。新聞稿。行政院主計總處。
https://www.stat.gov.tw/News_Content.aspx?n=3703&s=207896
- 陸知慧、古鎮鈞 (2019a) 澎湖海水箱網養殖現況及建議(上)。水產種苗 258：22-25。
- 陸知慧、古鎮鈞 (2019b) 澎湖海水箱網養殖現況及建議(下)。水產種苗 259：23-27。
- 黃材成、陳陽益 (2005) 海上箱網養殖天然災害風險及對策。漁業推廣工作專刊 23：43-51。
- 黃振庭 (2011) 臺灣海鱸養殖生產競爭力分析。國立臺灣海洋大學水產養殖學系研究所博士論文，基隆，220pp。
- 楊文福 (2002) 飼料中不同油脂含量與來源對海鱸成長與體組成之影響。碩士學位論文。國立臺灣海洋大學水產養殖學系研究所碩士論文，基隆，110pp。
- 澎湖縣政府農漁局 (2020) 統計應用分析報告-澎湖縣農漁業趨勢及未來重點發展。澎湖縣政府農漁局，13pp。
- 漁業署 (2015) 行政院農業委員會 105 年度科技計畫：Aquapod 運用於臺灣海域養殖利用可行性研究期末研究報告。行政院農委會漁業署，台北，143pp。
- 漁業署 (2018) 行政院農業委員會農村再生基金計畫：107 年度發展臺灣外海養殖建置及提升智能化箱網養殖系統(第一年)(展延計畫)結案報告書。行政院農委會漁業署，台北，424pp。
- 漁業署 (2019) 行政院農業委員會農村再生基金計畫：108 年度發展臺灣外海養殖建置及提升智能化箱網養殖系統(第二年)結案報告書。行政院農委會漁業署，台北，106pp。
- 漁業署 (2020) 行政院農業委員會科技計畫：109 年度臺灣周邊水域養殖之利用研究期中報告書。行政院農委會漁業署，台北，

- 193pp.
- 漁業署 (2015-2019) 漁產品行情統計。漁產品全球資訊網。
<https://efish.fa.gov.tw/efish/statistics/reportmap.htm>
- 漁業署 (2015-2020) 漁業統計年報。行政院農業委員會漁業署。
https://www.fa.gov.tw/list.php?theme=FS_AR&subtheme=
- 謝劍平 (2010) 財務管理：新觀念與本土化，智勝文化，臺北，332-333。
- Alam, M.F. (2011) Measuring technical, allocative and cost efficiency of pangas (*Pangasius hypophthalmus*: Sauvage 1878) fish farmers of Bangladesh. *Aquaculture Research* 42: 1487-1500.
- Alam, M.F., M.A. Khan, A.A. Huq (2012) Technical efficiency in tilapia farming of Bangladesh: a stochastic frontier production approach. *Aquaculture International* 20: 619-634.
- Charatchakool, P., J.F. Turnbull, S. Funge-Smith, C. Limsuwan (1994) Health management in shrimp ponds. Department of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok, Thailand: Aquatic animal health research institute Publisher.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2007) Cage aquaculture Regional reviews and global overview. FAO Fisheries and Aquaculture Department. Rome, Italy.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2019a) The State of World Fisheries and Aquaculture. FAO Fisheries and Aquaculture Department.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2019b) Agricultural Outlook 2019-2028. Retrieved from.
https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2019-en
 (Cited November 2020)
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2020) Agricultural Outlook 2020-2029. Retrieved from.
<https://doi.org/10.1787/1112c23b-en>
 (Cited November 2020)
- Huang, C.T., S. Miao, F.H. Nan, S.M. Jung (2011) Study on regional production and economy of cobia *Rachycentron canadum* commercial cage culture. *Aquaculture International* 19: 649-664.
- Huang, C.T., J.T. Chiou, T.K. Hieu, Y.J. Hsiao, S.C. Chen (2016) Improving the management of commercial giant mottled eel *Anguilla marmorata* aquaculture in Taiwan for improved productivity: a bioeconomic analysis. *Fisheries. Science* 82: 95-111.
- Lovell, T. (1998) Nutrition and feeding of fish. Norwell, Massachusetts, USA: Kluwer Academic Publishers.
- Lader, P., T. Dempster, A. Fredheim, Ø. Jensen (2008) Current induced net deformations in full-scale sea-cages for Atlantic salmon (*Salmo salar*), *Aquacultural Engineering* 38(1): 52-65.
- Norwegian Seafood Council (2020) Norwegian seafood exports top NOK 107 billion in 2019. Retrieved from.
<https://en.seafood.no/news-and-media/news-archive/norwegian-seafood-exports-top-nok-107-billion-in-2019/>
 (Cited November 2020)

Porter, M.E. (1980) Competitive Strategy. Academy of Management 10(4): 873-875.

SalMar ASA (2016) Halvårsrapport driftsfasen - Ocean Farm 1. Retrieved from.

https://www.salmar.no/wp-content/uploads/2016/06/Fdir_HR_16082019.pdf

(Cited November 2020)

Vassdal, T., H.M.S. Holst (2011) Technical progress and regress in Norwegian Salmon farming: a Malmquist index approach. Marine Resource Economics 26 (4): 329-341.

Xu, T.J., Y.P. Zhao, G.H. Dong, Y.C. Li, F.K. Gui (2013) Analysis of hydro dynamic behaviors of multiple net cages in combined wave-current flow. Journal of Fluids and Structures 39: 222-236.

Economic Feasibility for Developing Large Offshore Cage Culture in Taiwan

Hsun-Yu Lan, Cheng-Ting Huang*

Department of Aquaculture, National Taiwan Ocean University

Received 19 August 2022; revised 02 December 2022; accepted 07 December 2022; available online 23 December 2022

Abstract

Large, scaled, and intelligent cage culture, now a development trend of global aquaculture, not only can help solve the food supply problem and reduce the use of land resources, but also can meet the United Nations' sustainable development goals. Taiwan has vast sea areas, but the cage culture has a very low usage rate on a small industrial scale. Therefore, this study conducted a snubnose pompano and cobia culture experiment in the demonstration area with a large intelligent submersible cage system in Checheng Township of Pingtung County. During the process, capital expenditure and revenue expenditure were collected. Financial and economic indicators, including gross margin, benefit-cost ratio, profitability index, net present value, internal rate of return, and payback period, were used to analyze the economic feasibility of developing a large offshore cage culture in Taiwan over a ten-year investment period.

The results show that profitability indices performed the best when there were 16 cages for developing large offshore cage culture in Taiwan. A sensitivity analysis was used to simulate financial and economic indicators in different situations, and the results show that snubnose pompano and cobia have economic benefits under possible circumstances. In optimistic situations, the profitability performances of snubnose pompano included a gross margin of 31% and a benefit-cost ratio of 1.45. Its investment value performances presented a profitability index of 4.23, a net present value of NT\$709.333 million, an internal rate of return of 53.21%, and a payback period of 1.66 years. The profitability performances of cobia included a gross margin of 32.21% and a benefit-cost ratio of 1.48. Its investment value performances exhibited a profitability index of 4.46, a net present value of NT\$768.148 million, an internal rate of return of 56.59%, and a payback period of 1.57 years.

Large offshore cage culture, therefore, has investment feasibility in Taiwan. However, as offshore cage culture is different from near shore cage culture in management, industrial investment should be made cautiously. A small number of cages should be used for testing at

first, and the scale can be expanded when the aquaculture management technology is mature in order to reduce investment risks.

Keywords: *Trachinotus anak*, *Cobia*, *Rachycentron canadum*, Cage Culture, Economic Analysis.

*Corresponding Author's E-mail: cthuang@ntou.edu.tw