

引進北歐漁船重要技術，開發新型 近海底拖網漁船

吳全橙 摘譯

水產試驗所海洋漁業組

前言

日本近海底拖網漁船 2007 年許可船數 403 艘，2005 年漁獲量為 391 千噸，佔海洋漁業總產量的 8.3%；產值 567 億日元，佔漁業總產值的 5.5%，為該國的主要漁業之一。作業基地包括全國 27 個縣市，屬於地方性產業。近年來，因魚價便宜，經營環境困難，許可船由 1997 年的 559 艘減少 156 艘，漁船老化，平均船齡 17.4 年，因此在漁業組織改革促進會議中，有改革漁船及漁業結構的提案，希望改變體質，朝向重視收益及改善勞動環境發展，研擬有效率的經營策略，提高附加價值，確保作業安全，提升作業與居住環境，並積極開發省能源，省人力、物力的底拖網漁船等新技術。

開發內容

一、試驗概要及開發項目

(一) 開發漁具位置顯示系統

為掌握作業漁具的動態，利用超音波在海中傳播的時間差，開發水中漁具位置計測器，同時進行水槽試驗等相關基礎性能研究，包括系統計測方法、試作機具製作、模型試驗、作業船試驗等查證工作，掌握超音

波有效的到達距離，達成商業性作業需求。

(二) 開發海水氣泡冰，提高漁獲保鮮技術

將海水氣泡冰應用於近海底拖網漁業，確保漁獲物的保存鮮度。海水氣泡冰溫度為 -2°C ，因有冰及液體部分，可使漁獲物快速且均勻冷卻，對於漁獲商品的保護及作業安全等，皆比過去使用的水冰為佳。

(三) 開發陸上選別機，提高漁獲物附加價值

大量漁獲的遠東多線魚 (*Pleurogrammus azonus*) 及狹鱈 (*Theragra chalcogramma*) 主要作為魚排加工原料，近年來也成為家庭用魚，因此必須進行魚體選別。但遠東多線魚因魚體光滑，一般機型的選別機無法使用，因此開發適合此類魚種的選別機，同時檢討其經濟效益。

(四) 設計新型漁船

為朝向重視收益及改善勞動環境的經營體質，引進省能源，省人力、物力的新技術，規劃設計新型底拖網漁船。

二、設計與試作

(一) 漁具位置顯示系統

進行適應轉動漁法的現況調查，包括各種機具（發信器、受信器、演算器）的設計與試作，檢討發信器、受信器安裝位置與裝卸系統、受信器安裝工具與試作、信號到達距離（目標為 1,500—2,000 m）、發信器簡易

電源等項目，也進行定位系統的精確度測定、耐久性及操作性的查證與改善工作。同時為防止因波形信號重疊產生的變形，提高探測能力，追加鎖相環回路 (Phase-locked loop, PPL)、改良受信器零件組合、追加補正溫度系統、投影露光法 (SSBL)、同步聲訊發射器 (pinger)、以深度感應器改良計測方式，進行作業船現況試驗。

(二) 海水氣泡冰

選定對象魚種進行現況掌控、查證製冰裝置、鮮度品質保存試驗及海水氣泡冰的使用方法。初期以鰈類、日本叉牙魚 (*Arctoscopus japonicus*) 等底棲魚類進行鮮度保存試驗，2007 年則針對雪蟹 (*Chionoecetes opilio*)、門司赤蝦 (*Metapenaeopsis mogiensis*) 等甲殼類，同時也設計船用製冰裝置，估算投資效益。

(三) 陸上選別機

進行選別機改良、輸送帶供魚狀況、選別精確度等查證等工作，也進行經濟效益試驗。

(四) 多用途不同噸級的新型漁船

針對現有漁船改善作業環境，進行 170 噸級、180 噸級新型拖網船及 190 噸級兼營魷釣漁船的基本設計。同時利用決策支援系統進行模擬 (simulation) 190 噸級新型漁船的成本分析，也針對多獲性魚種為目標的漁船，進行提高附加價值及作業的基本設計。

結果

一、漁具位置顯示系統

將本系統超音波發信器安裝於轉動的漁

具上，發信器發射超音波信號，由安裝於船舶兩舷的超音波受波器接收，測得受波信號相位差及時間差計算漁具方位，再由發信器至受信器直線距離算出漁具方位，計測原理為方位、直線距離與水深即時測得漁具位置 (圖 1)。陸上測試顯示，超音波受波距離可達到移動作業時 2,000 m 的需求，近距離可精確的測得方位及水深，但遠距離測定點的測定值變化較大，無法獲得穩定的結果，必須利用演算器處理內部信號，重新修正計測原理。在距離計測方面，係將演算器及發信器改良成同步聲訊發生器 (pinger)，在方位相位差方面，則增加演算器相位差的穩定回路和改良受波器，使相位差穩定。2007 年進行野外試驗，於作業船網具浮子網中央結附發信器，船體上搭配受信器及演算器，結果顯

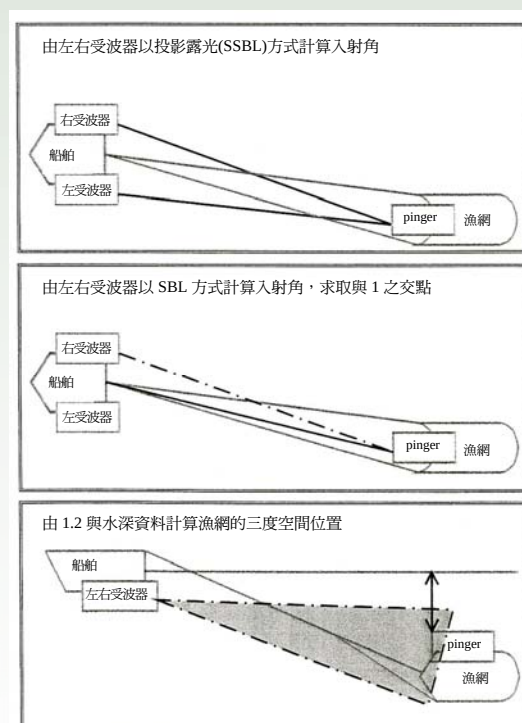


圖 1 漁具位置顯示系統的計測原理(資料來源：日本全國底拖網漁業連合會)

示本系統的裝置操作與一般作業一樣，發信器操作性能良好，也不會影響漁獲。離底拖網作業程序如下：投下桶標(樽)→投放曳網→投放網部→投放曳網→揚起桶標→曳網→捲揚曳網→捲揚網部。試驗結果顯示，自網部投放至曳網開始之後的距離約 1,400 m，可充分計測漁具位置，但其後曳網期間的計測就無法獲取，曳網完畢曳網捲揚時又可穩定計測。探討曳網期間無法計測的原因，認為係車葉噪音遮斷受波信號引起，因試測船吃水較淺，車葉比船底深，故受車葉影響較大，必須改良因車葉產生的噪音，以增加本系統的效果和實用性。

二、海水氣泡冰的保鮮

(一) 拖網漁船漁獲物處理現況

一般沒有冷凍設備的近海底拖網漁船，於出航前會先裝載碎冰，抵達漁場作業所捕撈的漁獲物，先去除漁獲物中混雜的垃圾，放入冷海水中預冷，經選別後，將漁獲放入加冰的發泡容器中，再放置魚艙保藏。

(二) 保鮮及品質試驗

1. 日本叉牙魚與鰈類

漁獲物漁獲後鮮度降低的原因，主要受

酵素的影響，必須使漁獲物快速冷卻，降低酵素活性。圖 2 為魚體中心溫度的變化。鰈類及日本叉牙魚魚體下降 10°C 時，以過去冷海水處理須費時 21—43 分鐘，但以海水氣泡冰處理僅須 13 分鐘，特別是對大型的高眼擬鰈 (Hippoglossoides pinetorum) 的急速冷卻，海水氣泡冰有顯著的效果。

若以浸漬方式處理，當漁獲物捕獲後立即以海水氣泡冰浸漬 10 分鐘，魚體急速冷卻。平常選別處理的日本叉牙魚魚體 4.75 日後，K 值 (生鮮指標值) 介於 64.7—95.6%，平均 82.5%，而漁獲後立即以海水氣泡冰浸漬 10 分鐘的魚體，4.75 日後 K 值介於 79.4—96.1%，平均 91.8%。對犬形擬鰈 (H. dubius) 的魚體 K 值也由 45.4% 提高為 49.5%。顯示日本叉牙魚及犬形擬鰈漁獲後，立即以海水氣泡冰浸漬 10 分鐘，對魚體急速冷卻有良好的效果。

2. 雪蟹與門司赤蝦

雪蟹以海水氣泡冰保冷 5—7 日後，未有黑變現象；以過去的下冰處理方式，在 1—3 日就出現黑變。由體色、品質及腥味的官能評價，認為海水氣泡冰具有效果。對於門司

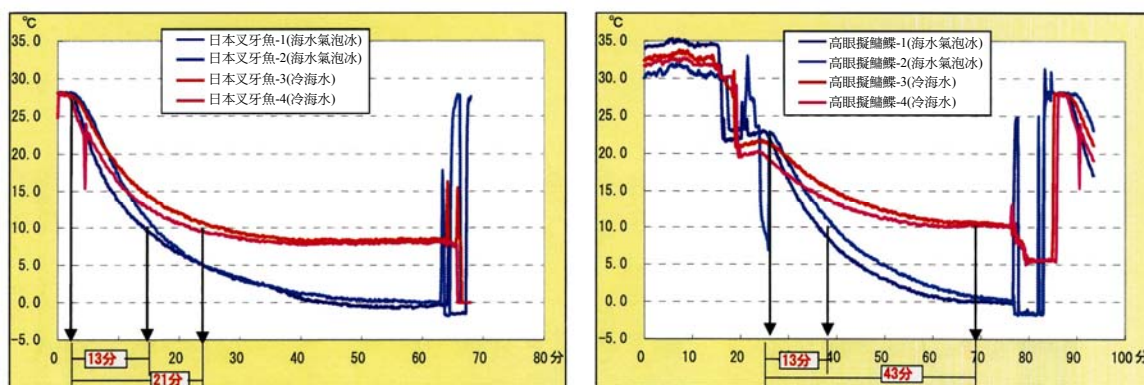


圖 2 比較海水氣泡冰及冷海水處理的魚體中心溫度變化(資料來源：日本全國底拖網漁業連合會)

赤蝦以海水氣泡冰保冷時，3 日後未有任何黑變現象，以下冰方式保存的個體則在 1 日就出現黑變，3 日後幾乎所有個體皆黑變。

3. 船上製冰裝置與效果查證

船上製冰裝置，基本上冷凍機需 3.7 kw 才能確保固定製冰能力，且小型化可提高船體空間的利用，測試的全部裝置大小為長 1150 mm，寬 80 mm，高 1600 mm，重量 350 kg。效果查證結果，顯示若使用本系統，每艘船一年製冰費可節省 75 萬日元支出，對生鮮蟹類的銷售收益每年可增加 270 萬日元。在經費方面，估計系統購置費 1000 萬日元、裝設費等 100 萬日元、維護費每年 10 萬日元、重油經費每年 60 萬日元，當每年利息 2% 時，則投資效率 3 年為 0.77，4 年 0.97，5 年為 1.14，因此約 5 年經費就可回收。

三、陸上選別機的組裝

針對漁撈幫浦將定量供給的雙輸送帶與選別機連接，系統運作良好。輸送帶在低速運轉時，供應選別機的魚良好，但高速運轉時，止滑皮無法充分作用，特別是對肌肉較滑的狹鱈。滾軸間隔的調整，先以小型魚，最後才選別大型魚，顯示對於大型魚的選別良好，但對小型魚的選別精確度較低。因此，將輸送帶改以縱向邊目向上 (Rough mesh top)，傾角設定為 18 度，擴大漏斗 (Hopper) 容積，改良成海水注入吸取方式，可先使魚頭尾筆直，再以略微傾斜的方向送出。選別區段約略可分成 3—4 段，因精確度無法達成，故將 4 段選別改以 2 段選別。以遠東多線魚測試選別機的速度，每分鐘 36 m 及 27 m 的輸送速度，選別精確度幾乎沒有差異；選別所需的時間為無選別卸魚時間 (每小時 35

噸) 的 1.6 倍。滾軸間隔測試，以體重 180 g 的遠東多線魚為選別對象，上部間隔 19 mm，下部間隔 24 mm，結果如圖 3，可達成選別目標。對狹鱈的測試，滾軸上部間隔 24 mm，下部間隔 40 mm，目標選別體重 550 g，同樣成效良好。

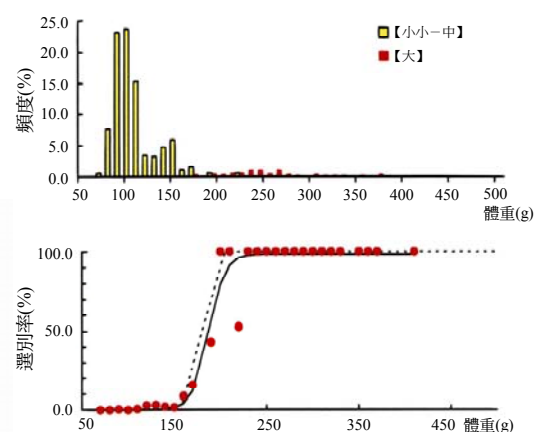


圖 3 遠東多線魚選別的結果。上：體重組成，下：規格「大」的體重級別選別率(資料來源：日本全國底拖網漁業連合會)

至於選別上市的經濟效益，初期測試無法查證，但在北海道小樽機動船協會所屬的近海底拖網船上，測試結果，有選別的魚平均每公斤 48.9 日元，無選別者平均每公斤 36.1 日元，顯示漁獲物經選別上市具有其經濟效益。

四、新型漁船的設計

基本設計是以經營效益、提高附加價值、確保安全、提升作業環境、改善居住環境、省能源、省人力、物力的觀念來進行。本設計包括 170 噸級和 180 噸級的新世代型拖網漁船、兼魷釣漁業的 190 噸級拖網漁船 (圖 4) 及以多獲性魚種為對象的 190 噸級拖網漁船。

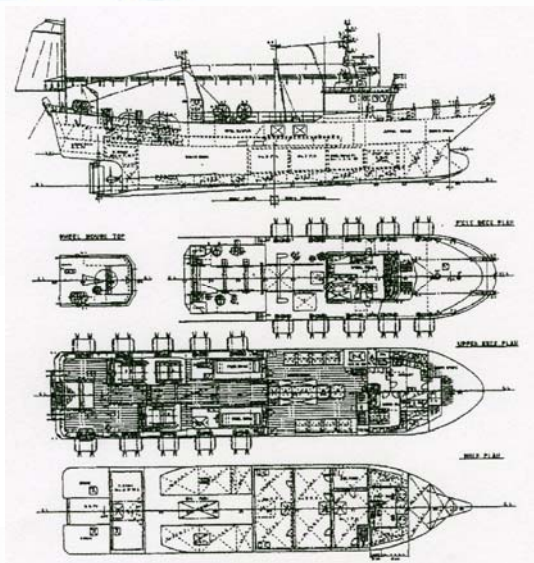


圖 4 兼營魷釣漁業的 190 噸級新世代型近海底拖網船設計圖(資料來源：日本全國底拖網漁業連合會)

討論

一、漁具位置顯示系統

試驗結果顯示，漁具與船舶距離為 1,400 m，由受波水準估計，計測距離可達 2,000 m，符合離底拖網或圍拖網作業的需求，但必須改良降低發信器重量。

二、海水氣泡冰的技術

由鮮度與品質保存試驗，確認海水氣泡冰可使魚體急速冷卻，且由 K 值變動證實其優點。海水氣泡冰對雪蟹、門司赤蝦有防止黑變的優點，對甲殼類的保鮮效果卓著。

三、陸上選別機的開發

輸送帶速度每分鐘 36 m 就可實用化。選別所需時間須考量輸送帶的性能、操作熟悉度才可達成目標時間。滾軸間隔之上部間隔為選別魚體體重組成的最小魚體體寬，下部間隔則為體寬的 86%較適當。分段區分因 2

段式選別可得到實際的精確度，至於 4 段式的選別，可考慮以 2 段式選別機各一台連接就可達成。

四、新型漁船的設計

經決策支援系統模擬現行 95 噸級型及 190 噸級新型漁船的經濟效益，顯示現行 95 噸級型的收支呈現虧損，而 190 噸級新型漁船則有盈餘，對於兼營魷釣作業的漁船更可提高其經濟效益。

結語

漁具位置顯示系統的開發，使過去不可能測定的漁具即時位置變成可能，對於測定方位、距離、水深的精確度及作業的操作性也獲得預期的結果，可應用於離底拖網或圍拖網作業，改變以往貼底掃海的傳統作業方式，有效的降低對底棲魚類資源的捕撈壓力。海水氣泡冰可防止甲殼類的黑變，提高漁獲物的附加價值，節省過去購冰的成本。對於沒有冷凍設備的漁船，過去因考慮甲殼類的黑變導致品質快速降低而不得不縮短作業時間，本系統可提供解決方式，增加其作業航程。由輸送帶至選別機的魚體供給設施，其選別速度、時間、滾軸間隔及選別精確度已達實用標準，可有效的對漁獲物進行選別，以提高選別的經濟效益。新型漁船的設計，提升作業安全性、改善居住環境、省能源，減少作業成本，使漁船漁業重新轉向重視收益及勞動環境的經營，漁政機關也必須逐步調整必要的規範。

註：本文摘譯自「海洋水產エンジニアリング 2008 年 1 月，91-103 頁」。