

農漁業健康環境形塑-運用客製化天氣與氣候資訊

Shape the Healthy Environment of Agriculture and Fisheries

- Use customized weather and climate information

主管單位：交通部中央氣象局、行政院農業委員會

林煒閔¹

姚銘輝²

葉信明³

Lin, Shi-Min¹

Yao, Ming-Hwi²

Yeh, Hsin-Ming³

¹交通部中央氣象局

²行政院農業委員會農業試驗所

³行政院農業委員會水產試驗所

摘要

本計畫將以客製化的方式產製符合農漁業界作業所需之短期天氣與長期氣候監測及預報資訊，並建置以天氣與氣候資訊為基礎之動態性農漁業氣候經濟效益評估與決策系統。

首要重點在保障農漁產安全。產製客製化的短期天氣及長期氣候的監測與預報資料，供農漁業權責單位利用短期的天氣預報，採取防護措施而減損；充分運用氣候之雨量與溫度預報資訊，擴大或減少作物面積，換植其他作物，以維持甚至增加產值，提升農業經濟效益。

本計畫第二項重點，乃建立以短期天氣與長期氣候之監測與預報資訊為基礎之動態性「農業氣候經濟效益評估與決策系統」，參酌變動性的天氣與氣候變化資訊，顯示農漁業權責機關所應採取的短與長期作為，並評估其經濟效益。

藉由本計畫之執行，預期將翻轉過往氣象資訊較侷限於防災的概念，而為積極創造氣象資訊促進農漁業經濟產值的新功能，配合實現政府新農業施政理念。

關鍵詞： 客製化、短期天氣與長期氣候、農業經濟效益、新農業施政理念

Abstract

The plan will produce customized short-term weather and long-term climate monitoring and forecasting information that meets the needs of the agricultural and fisheries industries and build a dynamic agricultural and fishery climate economic benefits assessment and decision-making system based on weather and climate information.

The first priority is to ensure the safety of agricultural and fishery products. Production-customized short-term weather and long-term climate monitoring and forecasting data for agricultural and fisheries authorities to use short-term weather forecasts and take protective measures to reduce damage; fully use climate rainfall and temperature forecast information to expand or reduce crop area, replanting other crops to maintain or even increase output value and improve agricultural economic benefits.

The second focus of this plan is to establish a dynamic "agricultural climate economic benefits assessment and decision system" based on short-term weather and long-term climate monitoring and forecasting information. Reference to weather and climate change information shows the short and long-term actions that agricultural and fisheries authorities should take and evaluate their economic benefits.

With the implementation of this plan, it is expected that the concept of meteorological information will be more limited to disaster prevention. In order to actively create new functions of meteorological information to promote the economic output value of agriculture and fisheries, and cooperate with the realization of the government's new agricultural governance concept.

Keywords : customize, short-term weather and long-term climate, agricultural economic benefits, new agricultural governance concept

一、前言

全球天候異常事件頻繁出現，已經開始影響到社會與經濟活動的運作，並逐漸成為國家安全的重要議題之一。103年與104年間的乾旱，造成104年停灌面積4.3萬公頃，補償總金額約27億元；105年1月的霸王級寒流，接續的尼伯特、莫蘭蒂及梅姬颱風合計造成約350億農損；106年及107年也分別因氣象災害造成40億及6億農損。

在不間斷研發能量及推拓氣象資訊的服務應用價值的目標下，爰中央氣象局(以下簡稱氣象局)與農業發展委員會(以簡稱農委會)合作，以保障農漁產安全為首要，並配合提升農漁產值、建立經濟效益評估與決策系統等多重目標，提報獲准執行「農漁業健康環境形塑-運用客製化天氣與氣候資訊」計畫，計畫首要重點在保障農漁產安全，積極創造氣象資訊的新功能，發揮正面影響效益，減少及預先防範我國因天氣災害所造成之損失，以提升社會福祉。

二、執行方法

計畫屬「5+2產業創新計畫」之新農業重點政策，透過與農委會之跨部會合作，進行天氣與氣候資訊在農漁業跨領域應用之技術開發及整合應用，提升氣象科技的應用創新與氣候資訊的服務能力，強化災害預警及增產效能，並建立臺灣長期氣候資料應用平台與農漁業氣候經濟效益評估及決策系統，保障農漁產的安全，推動新農業的永續發展。

由於本整合計畫是一以實務作業應用為導向的跨領域應用計畫，並需要對相關作業的持續應用，做經濟效益的價值分析，並非單純的研究計畫，因而需要計畫內各項上(氣象局)/中(農委會)/下(農經單位)游間工作的產出與輸入緊密配合，將價值鏈充分銜接與整合，讓最終的使用者端，發揮具經濟價值的綜效。此種上/中/下游系統間需求的理解、掌握與配合，是此跨域應用計畫的重要核心精神，因此執行上必須達到下列目標：

一、上游的分項計畫工作應產出中游分項計畫工作所需要的相關資訊或產品，同時，中游的分項計畫工作應充分運用上游分項計畫工作所產出的相關氣象資訊或產品，來產出中游分項計畫工作的應用產品。

二、中游的分項計畫工作應產出下游分項計畫工作所需要的相關資訊或產品，同時，下游的分項計畫工作應充分運用中游分項計畫工作所產出的相關資訊或經實際運用的回饋產品，來產出下游分項計畫工作的經濟效益分析。

氣象局於研擬本計畫前，已和農委會經過多次討論，審慎規劃各工作子項及其執行步驟，並確立計畫執行的合作方式，期間亦曾拜會於防災政策規劃上有豐富經驗的國家防災科技研究中心，虛心就教並邀請其擔任計畫執行顧問。

氣象局積極辦理並透過定期的工作會議，有效控管計畫執行進度，年間邀集所有執行單位召開3場工作會議，包括召開跨部會各執行單位的起始會議，本年度工作於會議後開始進行，其中包含發展專為滿足農漁業需求的客製化技術及氣象經濟效益的評估與決策系統；期中召開計畫執行單位(氣象局、農委會、中華經濟研究院)進行檢討會議，並邀請國家防災科技研究中心與會，進行期中成果檢視；期末召開工作成果討論及來年

度工作規劃會議，除了成果檢視外，並加強執行單位間溝通協調。

除上述定期的工作會議外，為了能使計畫執行期間的各執行單位更能順暢溝通，年中亦依計畫執行過程，偕同委託辦理氣象資訊於農漁業效益分析的經濟研究單位(中華經濟研究院)拜訪農委會轄下之農業及水產試驗所，進行計畫執行的整合及協調、溝通，使各子計畫均依時程規劃，順利執行完成。

三、執行成果

今(108)年為計畫執行的第二年，各項執行成果分述如下：

3.1 氣象資訊在漁業跨領域應用之技術開發

3.1.1 水試所與氣象局攜手合作、鎖管漁況報你知

氣象局高解析度海氣耦合預報模式，進行海洋表面溫度的預報，提供予農委會水產試驗所，針對選定的魚種漁場(劍尖槍鎖管)(圖1)進行漁業資源的預估，除了在預警上供漁政單位進行捕撈政策制定參用外，更有利於國家漁業永續的經營。

農業委員會水產試驗所於2019年12月2日發布「水試所與氣象局攜手合作、鎖管漁況報你知」新聞稿(圖12)指出，“行政院農業委員會水產試驗所與交通部中央氣象局合作，由氣象局提供臺灣北部海面水溫預測值，利用水試所研發的資源變動預測模式，準確預測今(108)年初臺灣北部海域鎖管的全年漁況較去年度為差。水試所與氣象局未來將合作提供國內首度的北部海域鎖管漁況預報，有助於漁民選擇作業漁法及漁場，減少漁場搜尋時間及油料支出、節能減碳，預估可增加漁船10%漁獲量，並減少10%油耗。”

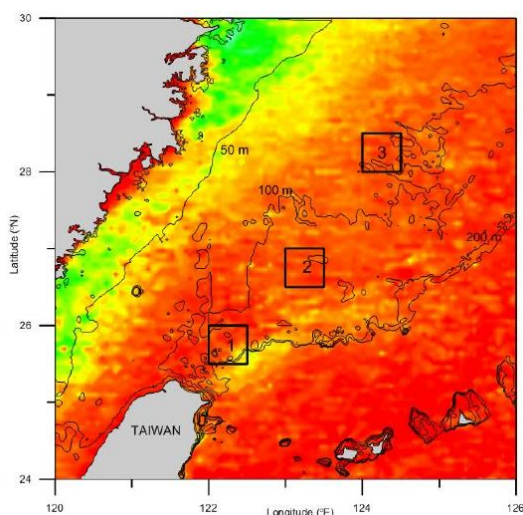


圖1(上)：海面溫度三個參考區位置圖
(24°至30°N, 120°至126°E)。

圖2(右)：水產試驗所2019年12月2日「水試所與氣象局攜手合作、鎖管漁況報你知」新聞稿。

生活 生活焦點 教育 氣象 健康
藝文 / 運勢 / 交通

增加漁船10%漁獲量、減少10%油耗！專家首提供鎖管預報

【獨家】MAMA頒獎典禮 ETtoday精彩重播

104 ETtoday 分享 訂閱

▲農委會水試所與氣象局攜手合作鎖管漁況。(圖/農委會水試所提供)

記者許展溢/台北報導

農委會水產試驗所與氣象局合作，由氣象局提供台灣北部海面水溫預測值，利用水試所研發的資源變動預測模式，準確預測今年初台灣北部海域鎖管的全年漁況

3.1.2 整合多重衛星遙測影像資料於海洋漁場探勘之應用系統

完成整合多重衛星遙測影像資料於海洋漁場探勘之應用系統(圖3)建置，進行多重衛星遙測影像資料庫建置、漁場作業時空分布與水文特徵分析及開發衛星影像資料於海洋漁業商品化應用系統，並規劃建立整合性之漁業氣象資料庫與平台，提供國內主要沿海與遠洋漁業作業漁場基本水文環境特徵及潛在漁場預報與搜尋等加值服務之必要參考資訊。

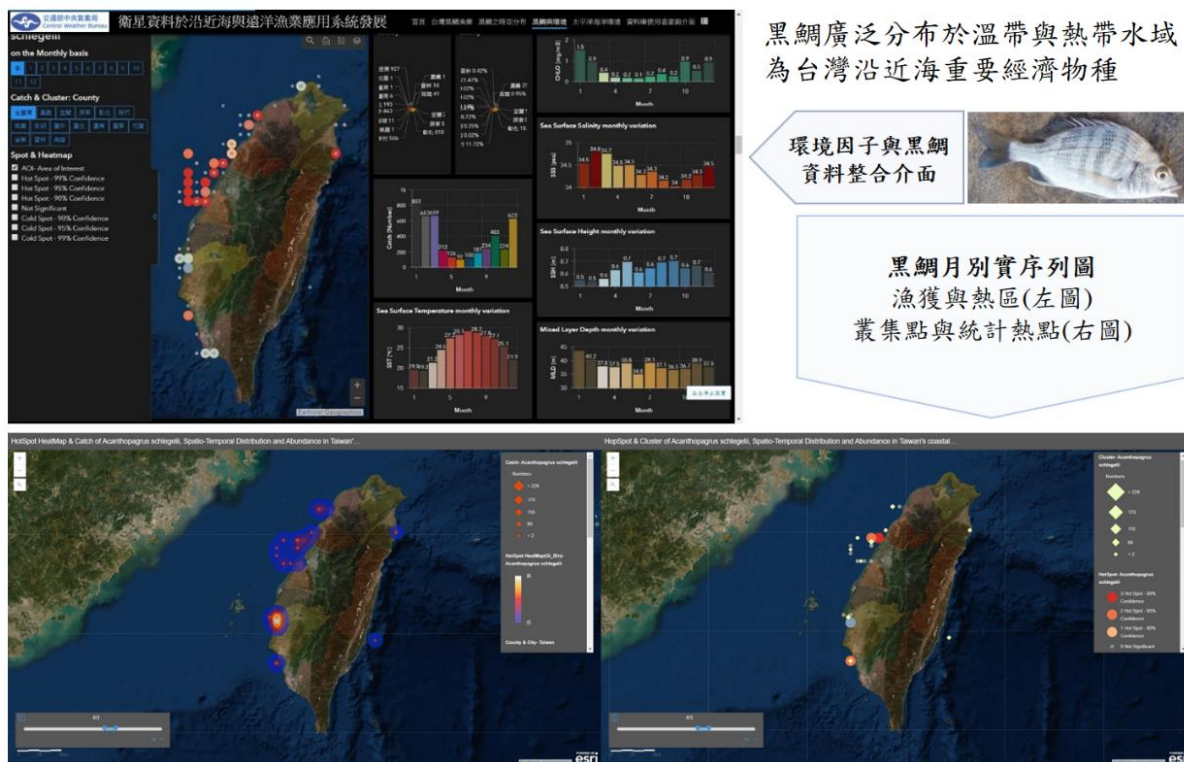


圖3：整合多重衛星遙測影像於海洋漁業作業漁場之探勘與應用系統，利用月別、區域別及熱點分析3個資料篩選器的條件選取，方便使用者篩選出需要的資訊。

3.1.3 臺灣東北部水域火誘網漁場漁海況預測技術方法

藉由整合氣象局海流模式系統、近海浮標水文環境監測儀器與廣海域遙測水溫的觀測資料，進行棲地適合度統計分析研究，完成沿近海燈火漁業-火誘網之棲地適合度模式，提出燈火漁業之火誘網漁況預報的環境資訊(圖4)，機率預報已落實於氣象局日常作業，提供海況及漁產資源的資訊供漁民進行捕撈作業的航路規劃(圖5)。

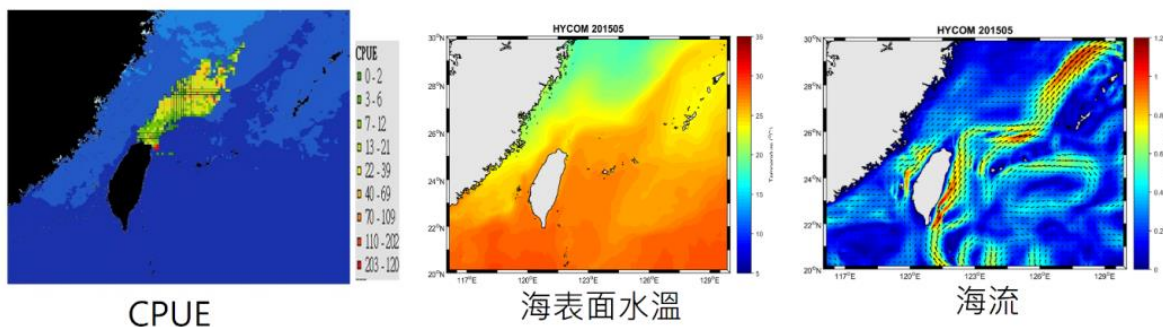


圖4：沿近海燈火漁業-火誘網，將漁況(CPUE)與海況(海表面水溫、海流)資料整合建模。

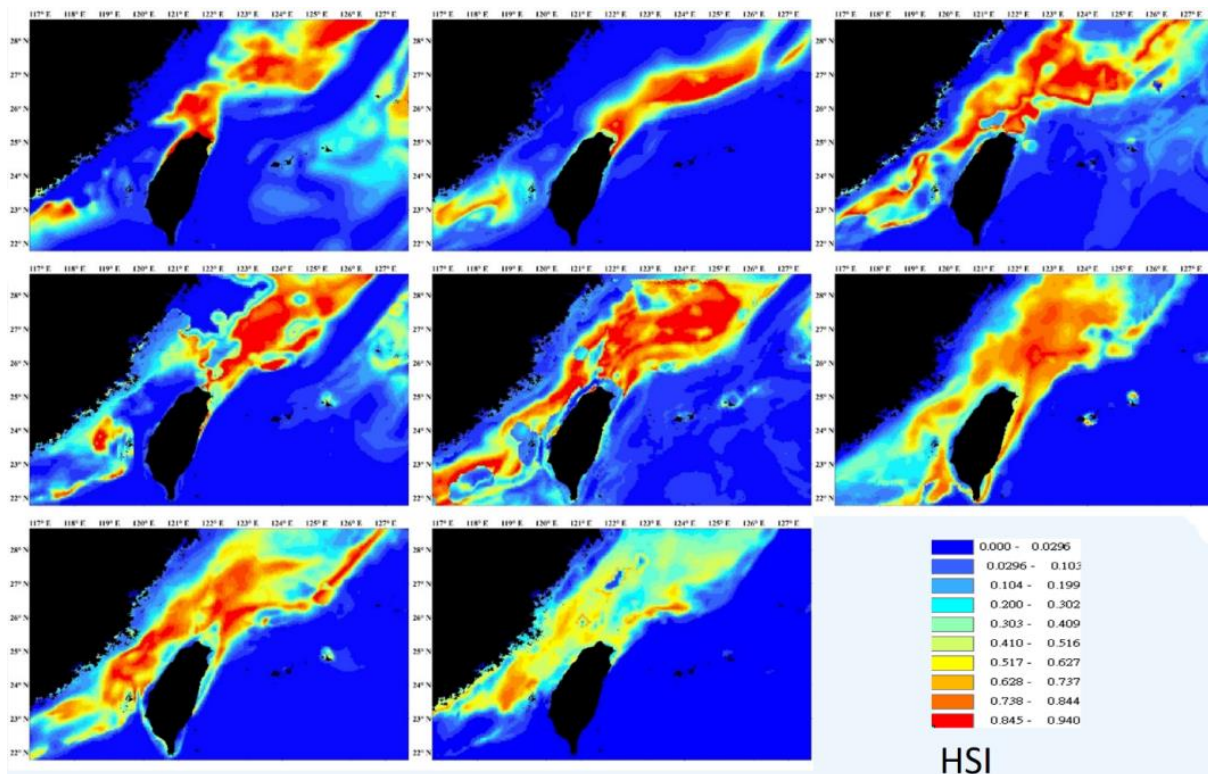


圖5：2017年3至10月燈火漁業火誘網漁業(劍尖槍鎖管)棲地適合度分布示意圖。

葉綠素、海溫、海面高度與海流等因素是影響東北部海域燈火漁業目標物種(劍尖槍鎖管)魚況變動的重要因素之一，針對已初步建構對應的魚況與模式方法，完成臺灣東北部水域火誘網漁場魚況預報模式評估，可驗證環境應對機率指數及做作為劍尖槍鎖管魚場位置指標。(圖6)

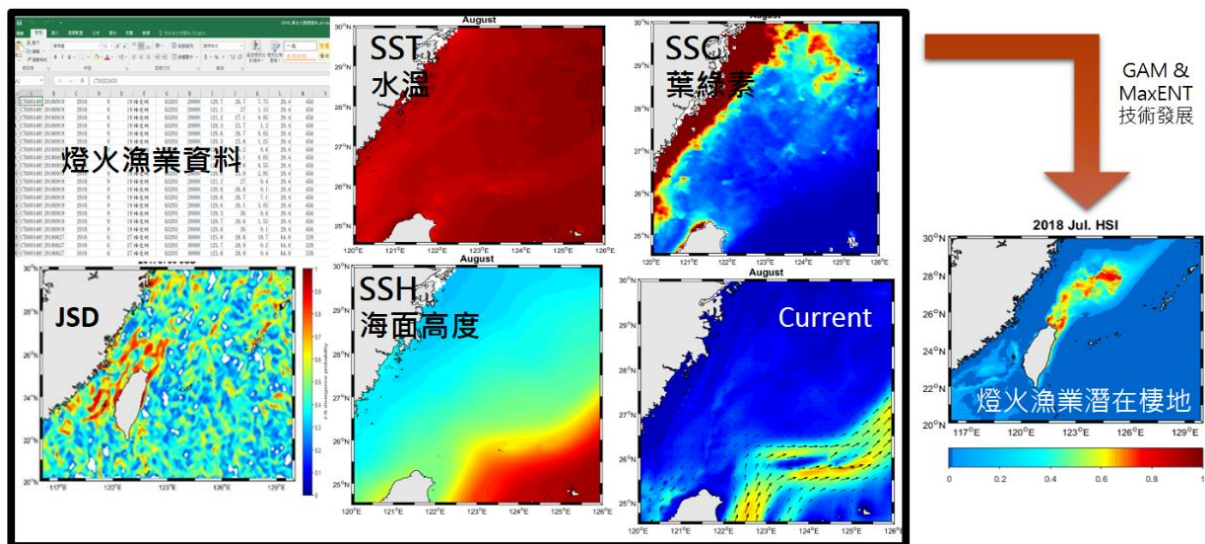


圖6：燈火漁業潛在棲地分布圖。

3.2 氣象資訊在農業跨領域應用之技術開發

3.2.1 斜紋夜蛾年度防治曆

利用長期預報資料建立短期作物之蟲害管理模式，建立蛾類害蟲度監測系統，收集害蟲發生密度消長資訊，結合預警模式，提供早期防治參考，降低防治成本及蟲害損失，而後結合氣象資料、害蟲模式預測及長期監測資料，綜合修訂斜紋夜蛾年度防治曆(圖7)，給予農事建議並協助農民進行防災應變。

斜紋夜蛾防治曆	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
成蟲發生風險	淺橙	橙	深橙	淺橙	橙	深橙	深橙	淺橙	淺橙	深橙	深橙	深橙
幼蟲危害風險	淺黃	黃	深黃	淺黃	黃	深黃	深黃	淺黃	淺黃	深黃	深黃	深黃
成蟲誘殺防治	淺藍	淺藍	淺藍	淺藍	淺藍	淺藍	重點防治期		持續防治期			淺藍
化學防治	淺綠	淺綠	淺綠	淺綠	淺綠	淺綠	淺綠	淺綠	淺綠	淺綠	淺綠	淺綠

圖7：結合氣象資料、害蟲模式預測及長期監測資料，綜合修訂斜紋夜蛾年度防治曆。

3.2.2 觀賞花卉之花期預報

利用長期預報資料進行觀賞花卉之花期預報，完成八重櫻開花時期各物候影像判識圖片建立(圖8)，並建立八重櫻開花之回歸模式，將配合氣象預測資料，提供未來花期預測之參考。






調查日期	2月5日	2月12日	2月19日	2月26日	3月4日
八重櫻					
平均達開花以上之百分比(開花+落花)	0% (累積足夠冷積需求打破休眠)	4.8% (開始開花)	24.6%	70.3% (盛花)	91.9% (花期將結束)

圖8：八重櫻樣株調查。

3.2.3 57個作物專區預報資料提供

完成氣象條件對於農作物(氣溫、雨量、日照及溼度)與養殖水產(溫度、降雨、日照及氣壓)產生的效應整理，以及針對57個作物生產專區與47個精緻養殖漁業區，提供農漁業短期氣候預報資訊的分析規劃，並完成臺灣57個作物專區未來1~14天日均溫、日最高溫&日最低溫預報指引(圖9)、第2週極端高/低溫預報指引及第2週雨量預報產品，包含決定性預報，同時也提供不同降雨類型的機率預報，以傳達預報的不確定性(圖10)，讓農漁民參採。

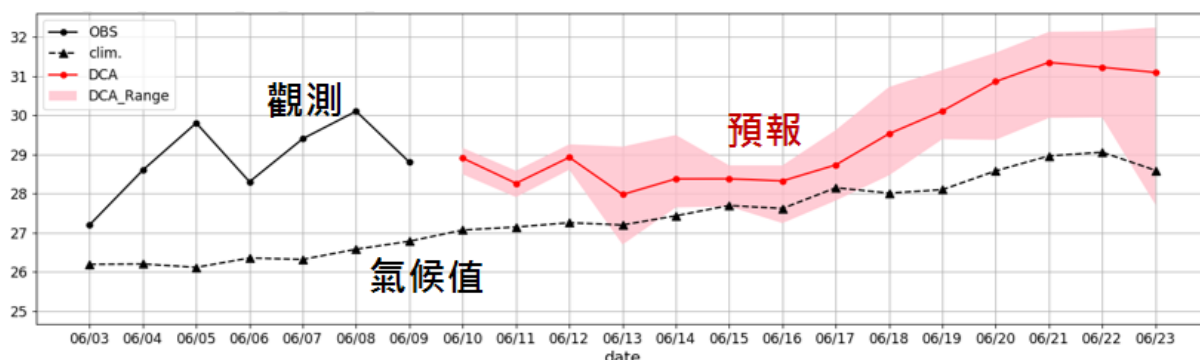


圖9：作物專區未來1~14天的逐日溫度預報(日均溫) 指引，紅色實線是校正後的預報結果，粉紅色陰影區顯示可能的不確定性範圍，黑色虛線是氣候值(1981~2010年)，黑色實線是前7天的測站觀測值。

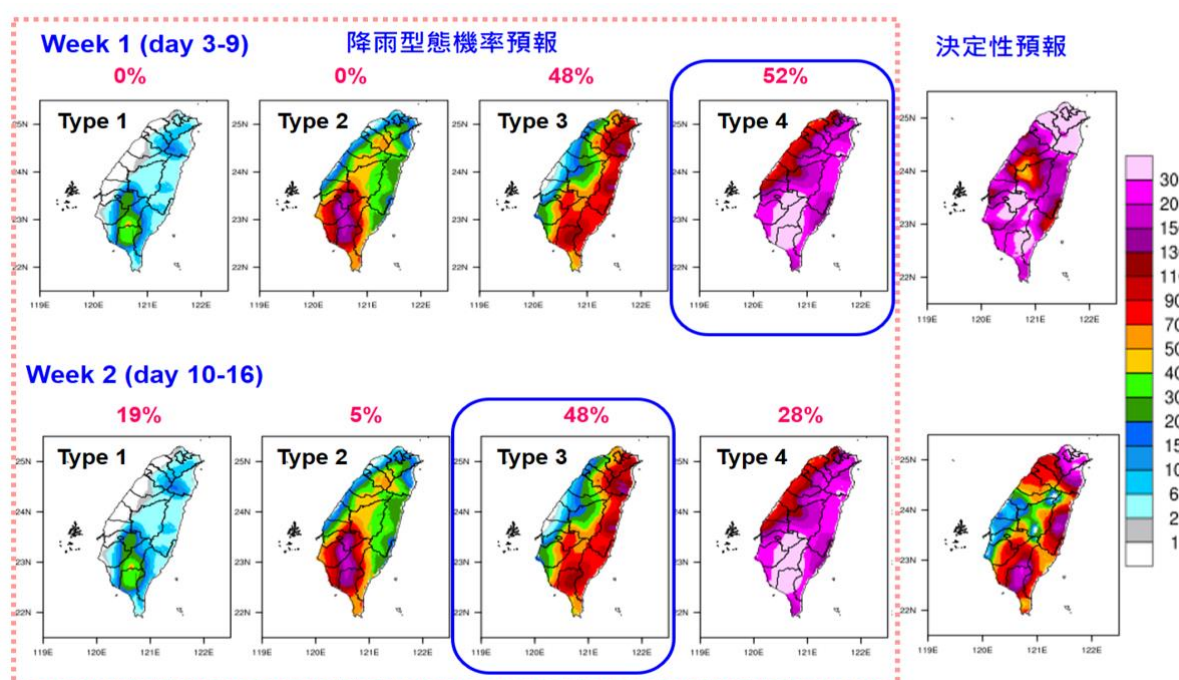


圖10：第2週雨量預報產品：除了最右邊的決定性預報，同時也提供不同降雨類型的機率預報，以傳達預報的不確定性。以此夏季個案(降雨類型分為4類)為例，未來第二週最可能的降雨類型是第3類，機率是48%。

3.3 建立農漁業氣象經濟效益評估與決策系統

3.3.1 氣象資訊經濟價值評估

以全臺養殖漁業為調查對象，使用CVM方法評估，完成臺灣受調查之養殖漁戶應用現有氣象資訊服務所帶來的經濟價值，依據《104年農林普查》資料，養殖戶為22,271戶。採分層隨機抽樣法，依十大養殖魚種(分別為鰻魚類、鱸魚、石斑魚類、虱目魚、吳郭魚類、午仔魚、長腳大蝦(俗稱泰國蝦)、白蝦、牡蠣、文蛤)分層，並依各魚種所佔的比例來抽樣，最後主計總處提供600份正式抽樣樣本。共完成399份有效問卷，男性受訪者約占8成，女性約占2成，以教育程度區分，大多落在國小至高中(職)和高中(職)以上。

漁業經濟團隊進行了詳細的分析，包含檢視抽樣受訪者的氣象資訊取得管道、抽樣

受訪者的氣象資訊產品使用及需求比例、各類型作物受訪養殖戶對氣象準確性之主觀評價、氣象預報需求天數分配、受訪者曾遭遇氣象災害之類型（全部樣本）、不同魚種受訪養殖戶對氣象資訊之每月平均願付價格（扣除抗議性樣本及無法確定樣本），進一步完成了在樂觀及保守情境下全國主力漁家之氣象資訊總價值與潛在經濟效益推估，得出主力養殖戶之不同情境下的氣象資訊總價值，以全國養殖漁戶問卷調查方式，推估養殖漁業氣象資訊價值為209~278百萬元/年。另針對北中南東四家示範農會之農民進行問卷調查，推估農業氣象資訊價值為66~80萬元/年(表1)。

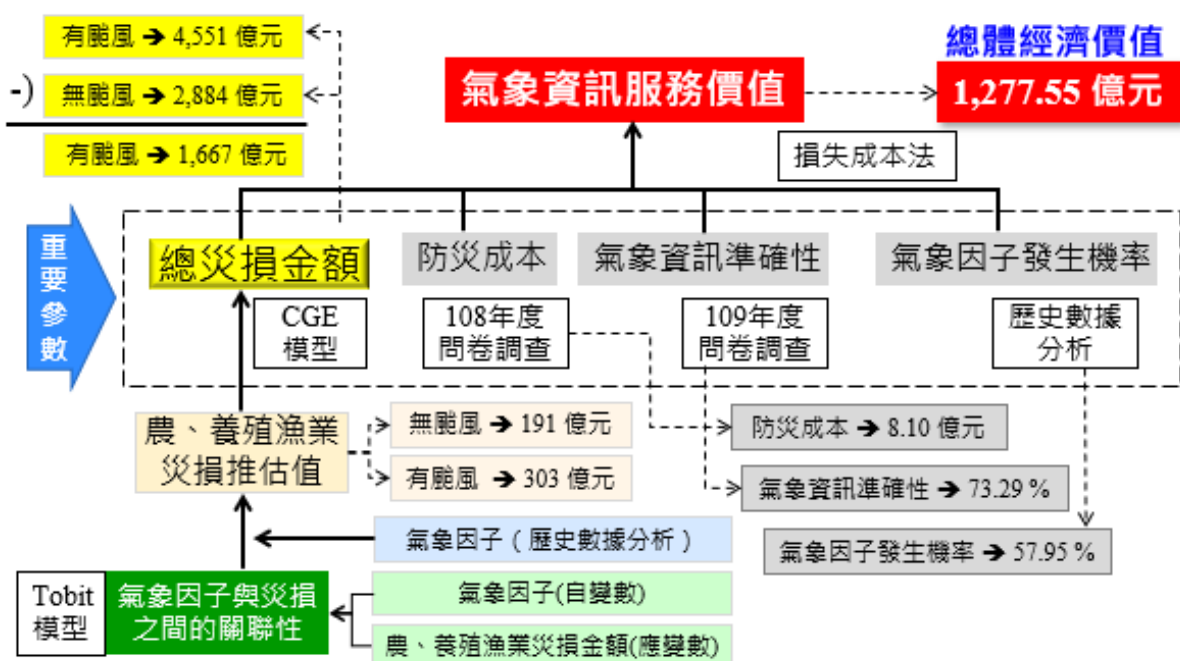
表1：氣象資訊經濟價值問卷調查與分析

氣象資訊經濟價值問卷調查與分析				
類別	漁業氣象價值(養殖)		農業氣象價值(農會)	
受訪對象	針對全國養殖漁戶 399份有效問卷		針對4家示範農會 420份有效問卷	
價值	目前價值	未來待實現	目前價值	未來待實現
	209~278 百萬元/年	2,085~2,772 百萬元/年	66~80 百萬元/年	153~182 百萬元/年

3.3.2 建置農漁業與氣象相關之經濟模型

面對颱風侵台，採用損失成本法，評估農漁民運用氣象服務資訊，進行颱風防災產生之經濟效益，推估氣象資訊服務對總體經濟價值為 1,277.55 億元。氣象資訊準確率每提升 1%，可創造 5.8 億元總體經濟效益。

表2：農漁業與氣象相關之經濟模型



3.3.3 農漁業氣象服務推廣活動

針對漁業研究人員、漁政人員、漁會代表、漁民，完成辦理沿近海捕撈漁業氣象跨域交流工作坊，邀請國內外氣象界與漁業界專家及實務操作者進行海氣象觀測、海上安全預防、氣候服務、人才培育四大主軸討論，會後得出 11 點結論(表 3)及建議，有助於氣象局瞭解實作單位的需求並將建議納入後期的規劃執行。

表3：沿近海捕撈漁業氣象跨域交流工作坊，討論的4大主軸、會後11點結論及建議。

討論主軸	結論建議
主軸一：海氣象觀測 優化氣象資料蒐集應用與服務推廣	<ul style="list-style-type: none"> ★ 因應氣候變遷，掌握漁民氣象需求 ★ 強化資訊系統，精進應用加值服務 ★ 增進互動交流，加強資訊應用服務
主軸二：海上安全預防 提升漁業氣象資訊價值與災害防制措施	<ul style="list-style-type: none"> ★ 提供漁業氣象平台 ★ 提供細緻化的氣象資料
主軸三：氣候服務 強化氣象服務及增進氣象機構與漁民之間的夥伴關係	<ul style="list-style-type: none"> ★ 將氣候資訊融入保險、信貸、魚種監測和產量預測中 ★ 建立有效的溝通機制以提供需求導向的氣候資訊 ★ 建立氣候產品及使用者間之漁業決策支援系統 ★ 建立漁民慣用的漁業氣象平台
主軸四：人才培育 開設漁業氣象學識課程、跨域研究與專才培育	<ul style="list-style-type: none"> ★ 課程規劃與人才培育 ★ 氣象資訊的建立與整合

針對農業研究人員、農政人員，以及在地農會代表、青農、產銷班農民，108年於北中南東農業改良場(農業試驗所、花蓮、台南、苗栗)，持續辦理農業氣象應用服務推廣講習座談會4場，共192人與會。針對基層漁民，分別在基隆區漁會、高雄市永安區漁會，以及臺南市南瀛養殖協會進行推廣座談，蒐集漁民在漁業氣象之實務需求，作為漁業氣象教材精進設計之參考依據，具體內容包含海氣象資訊細緻化、提供即時的海氣象資訊、提供歷年氣象資訊的比較，以及增加漁業氣象推廣講習課程。

3.4 建置農漁業客製化臺灣長期氣候資料整集與應用系統

3.4.1 內插方法優化

2012年後氣象觀測站大幅增加，為避免可能因此導致網格化資料出現落差，今年透過網格化所需之目標測站選定142站，以普通克利金法完成第一版網格化相對濕度資料的系統測試，再以水蒸氣壓代表水氣含量，進行內插方法優化(圖11)，因其空間變化應較為均勻，用較少測站進行，減少計算時間，增加效率。

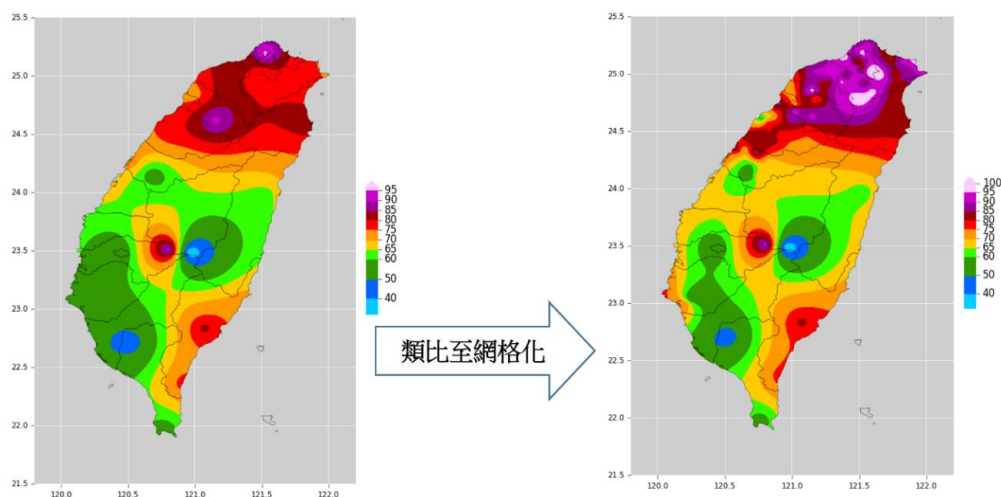


圖11：網格化方法優化(以相對濕度為例)。

3.4.2 網格化方法優化

優化2.5公里解析度的網格資料至1公里，提供日均溫、日高溫、日低溫、日雨量的資料(圖12)，農試所將網格化氣象資料運用於農業部門之研究，已建立接收機制，完成作物模式之參數設定及驗證工作，及繪製、即時產圖，供從業人員參用。

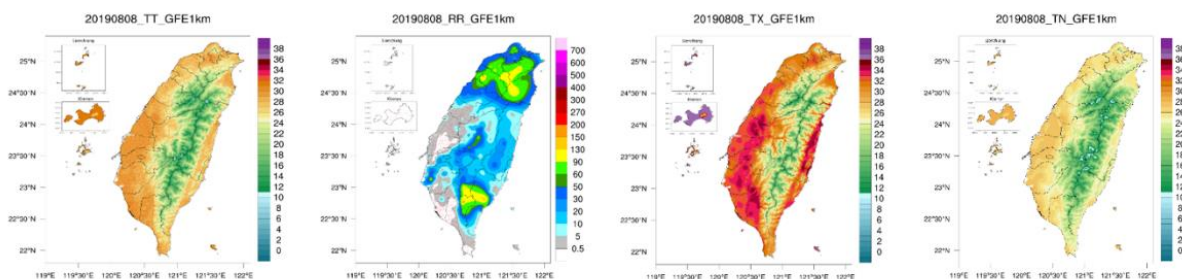


圖12：2019年8月8日1公里網格資料圖，自左至右為日均溫、日雨量、日高溫、日低溫。

四、結論與建議

108年度計畫各項工作均依時程完成，109年度後續仍將積極和相關單位充分溝通、密切聯繫、共同合作以順利執行完成，期能透過計畫的執行，配合實現政府新農業施政理念，創造氣象資訊促進漁業經濟產值，達成政府落實保障漁民基本生活之意旨。

參考文獻

1. 蘇楠傑、徐逸祥，2019，衛星資料於沿近海與遠洋漁業應用系統發展，期末報告，中央氣象局，89頁。
2. 李明安，2019，海流海溫資料在近海漁業應用技術發展，期末報告，中央氣象局，61頁。
3. 陳苡甄、馮志勇，2019：天氣與短期氣候統計後處理技術之研發委外案，期末報告(第肆章、附錄A)，中央氣象局，41頁。

4. 姚銘輝，2019：網格化氣象資料運用於農業部門之研究，計畫編號：108 農科-7.8.5-農-C1，期末報告，農業試驗所，11 頁。
5. 江明耀，2019：利用長期預報資料建立短期作物之蟲害管理模式，計畫編號：108 農科-7.8.5-農-C2，期末報告，農業試驗所，9 頁。
6. 曾馨儀，2019：利用長期預報資料進行觀賞花卉之花期預報，計畫編號：108 農科-7.8.5-農-C3，期末報告，農業試驗所，12 頁。
7. 財團法人中華經濟研究院，2019，108 年度農漁業氣象資訊服務的社會經濟效益評估與決策應用分析案，期末報告，中央氣象局，共 509 頁。
8. 多采科技有限公司，2019：臺灣長期氣候資料的整集和均一化及網格化，，期末報告，中央氣象局，188 頁。