

國立臺灣大學生物資源暨農學院農業經濟學系



碩士論文

Department of Agricultural Economics

College of Bio-resources and Agriculture

National Taiwan University

Master Thesis

虱目魚養殖寒害熱點分析-以臺南市為例

Hotspot Analysis of Cold Damage in Milkfish Aquaculture

— A Case Study of Tainan City

高偉傑

Wei-Chieh Kao

指導教授：張靜貞 博士

Advisor: Ching-Cheng Chang, Ph.D.

中華民國 109 年 8 月

August, 2020



國立臺灣大學碩士學位論文
口試委員會審定書

虱目魚養殖寒害熱點分析-以臺南市為例

Hotspot Analysis of Cold Damage in Milkfish Aquaculture
— A Case Study of Tainan City

本論文係高偉傑君（學號 P07627026）在國立臺灣大學
生農學院農業經濟學研究所完成之碩士學位論文，於民國 109
年 6 月 5 日承下列考試委員審查通過及口試及格，特此證明

指導教授： 張靜貞 (簽名)

口試委員： 徐世勳 (簽名)

林國榮

誌謝

時光飛逝，不知不覺間已到撰寫誌謝的時候了，感謝恩師張靜貞老師不厭其煩的細心指導與提點，讓學生得以順利完成學業，感謝徐世勳老師在審閱論文時給予學生的寶貴建議，使學生在論文的撰寫上有莫大的幫助，兩位老師豐碩的學識經驗與嚴謹的治學態度，實令學生收益匪淺，深受啟示，在此，衷心地向兩位老師致上最誠摯的謝意與敬意。感謝林國榮老師與陳柏琪老師在百忙之中撥空指導，使這份碩士論文更加充實與完整。

真的很慶幸人生的道路上有許多貴人相助與相伴，感謝朱達仁老師、施君翰老師鼓勵我繼續進修，若沒有兩位老師的鼓勵與教導，學生就沒有機會來到臺大農經所學習，感謝溪南休閒農業區輔導師臺灣大學李英周教授、農業區榮譽主任委員吳仲常先生、主任委員陳文岳先生、總幹事吳勝雄先生、執行秘書呂友銘先生、藍藻蝦鄭俊明博士、七股草莓園黃登柱老闆、禾香牧場阿桂姐、美雲果園陳吳美雲女士、歌珊有機農園李姿慧女士，願意給予年經人創業機會，感謝創業夥伴 karen、好奇在工作上的協助，感謝研究所全體同學這二年一路相陪，大家一起努力準備經濟學考試的畫面至今回想起仍歷歷在目，往後的日子期待再次相會。

最後，我要感謝我最愛的家人，謝謝你們的支持與陪伴，讓我可以無後顧之憂的完成學業，謝謝你們。

高偉傑 謹致
國立臺灣大學農業經濟學系
中華民國 109 年 6 月

中文摘要

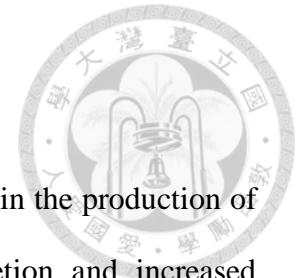


近年來因受到資源枯竭、污染加劇等影響，捕撈漁業已無大幅增產的可能性，養殖漁業逐漸成為漁業發展的重心。虱目魚為臺灣最為重要的養殖魚種之一，適應環境能力強、成長快速且營養價值高，從早期便成功發展虱目魚的人工繁養殖技術，被認為是將來解決糧食問題的最佳魚種之一。虱目魚的養殖產地以南臺灣為主，其中又以臺南市的養殖量最高，但天然災害一直是造成漁民損失的主要原因，其中寒害對虱目魚的影響甚大，因其特性對低於 15 °C 以下氣溫時會逐漸出現損失，低溫發生熱點對虱目魚養殖寒害預防上扮演重要的角色。因此，本研究以虱目魚主要產地臺南市為研究對象，導入各項圖資進行演算，透過空間分析來尋找寒害的熱點，並輔以專家訪談法，瞭解因應寒害對策與產業未來展望。

根據本研究的空間自相關分析之結果，證實虱目魚養殖產業具有群聚性，且透過 LISA 分析可以發現，虱目魚養殖熱點有往南發展的趨勢，因此，本研究進一步套入氣溫資料後發現，15 °C 以下低溫的熱區 (High-High) 分布位置集中在學甲區、下營區、鹽水區、新營區、後壁區、白河區、柳營區、東山區等八處。而當發生 12 °C 以下氣溫時，熱區 (High-High) 之空間分布位置主要集中在下營區、鹽水區、新營區、後壁區、白河區、柳營區、東山區七處；當發生 10 °C 以下氣溫時，空間群聚現象則較不明顯。專家訪談結果顯示，要突破產業目前之困境必須要突破在地化市場，而低溫寒害的問題可透過政府所實施的智慧農業計畫，導入 AI 人工智慧及智慧養殖系統做為輔助工具，有助於穩定產量及品質。

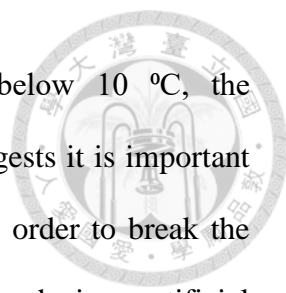
關鍵字：虱目魚、寒害、智慧農業、空間自相關、熱點分析

ABSTRACT



In recent years, there is no possibility of a substantial increase in the production of capture fisheries, due to factors such as marine resource depletion and increased pollution. Aquaculture production has gradually become the focus of fishery development. Milkfish is one of Taiwan's important farmed fish species. It has strong adaptability to the environment, rapid growth rate and high nutritional values. Thus, with successfully developed artificial propagation technologies, milkfish is considered to be one of the best species to solve the food shortage problem in the future. The production of milkfish is highly concentrated in Tainan area in southern Taiwan. Natural disasters have always been the main causes of fishery losses, especially cold damage has a great impact on milkfish. The main reason comes from the ecological characteristics of milkfish. At temperatures below 15 °C, losses will gradually occur. So the hotspot of low temperature plays an important role in preventing the milkfish from cold damage. Therefore, this study aims to conduct a hotspot analysis using geographic information system database and spatial autocorrelation technique. Expert interviews are also conducted to provide countermeasures against cold damage and outlooks on the future prospect of the industry.

The spatial autocorrelation of this research confirms that milkfish farming industry is clustered, and it can be found that milkfish farming hotspots tend to develop southward by LISA analysis. Therefore, by further embedding the temperature data, it is found that the high-high hot areas with low temperature below 15 °C are concentrated in Syuejia, Xiaying, Yanshuei, Xinying, Houbi, Baihe, Liouying, and Dongshan Districts. When the temperature is below 12 °C, the spatial distribution of the hot zone (High-High) is mainly concentrated in the Xiaying, Yanshuei, Xinying, Houbi, Baihe,



Liouying, and Dongshan Districts. When the temperature is below 10 °C, the phenomenon of spatial clustering is no longer obvious. Experts suggests it is important for the milkfish industry to expand beyond the localized market in order to break the current dilemma. The adoption of smart agriculture and introducing artificial intelligence and smart breeding systems could be very beneficial to the industry to overcome the cold damage problem and to stabilize production and quality of milkfish.

Keywords: *Chanos chanos* 、 Chilling injury 、 Intelligent Agriculture 、 Spatial autocorrelation 、 Hot spots analysis

目錄

口試委員會審定書	i
誌謝	ii
中文摘要	iii
ABSTRACT	iv
圖目錄	vii
表目錄	viii
第壹章 緒論	1
第一節 研究背景與動機	1
第二節 研究目的與流程	3
第貳章 文獻整理與回顧	5
第一節 臺灣養殖發展與現況	5
第二節 低溫災害造成的養殖漁業損失概況	8
第三節 空間分析理論	10
第四節 智慧農漁業	13
第參章 研究方法	16
第一節 空間分析	16
第二節 質性研究方法	16
第三節 全域型空間自相關 (Global Spatial Autocorrelation)	17
第四節 區域型空間自相關 (Local Spatial Autocorrelation)	18
第五節 智慧農漁業系統運用	20
第肆章 虱目魚產業概況與訪談分析	21
第一節 虱目魚特性與產業概況	21
第二節 專家訪談結果	30
第三節 發展策略	39
第伍章 結果與討論	44
第一節 氣候測站資料	45
第二節 Moran's I 分析	46
第三節 熱點分析 (Getis-Ord G_i^*)	50
第四節 LISA 空間自相關分析	58
第陸章 結論與建議	69
第一節 結論	69
第二節 建議	70
參考文獻	71

圖目錄



圖 1-1 研究流程圖	4
圖 2-1 建構跨域關鍵技術--智慧生產與數位服務產業應用架構	14
圖 4-1 虱目魚產銷流程	25
圖 4-2 虱目魚養殖流程	25
圖 4-3 臺灣內陸養殖養殖面積比例，2018.....	26
圖 5-1 熱點分析 (Getis-Ord G_i^*) 圖例說明	50
圖 5-2 臺南市虱目魚養殖戶熱點分析，2015-2017.....	51
圖 5-3 臺南市虱目魚養殖戶熱點分析，2018.....	52
圖 5-4 臺南市虱目魚養殖戶熱點分析，2019.....	53
圖 5-5 臺南市發生 15°C以下日數熱點分析	54
圖 5-6 臺南市發生 12°C以下日數熱點分析	55
圖 5-7 臺南市發生 10°C以下日數熱點分析	56
圖 5-8 臺南市寒害事件虱目魚損害熱點分析，2016.....	57
圖 5-9 臺南市虱目魚養殖戶自相關分析，2015.....	59
圖 5-10 臺南市虱目魚養殖戶自相關分析，2016.....	60
圖 5-11 臺南市虱目魚養殖戶自相關分析，2017.....	61
圖 5-12 臺南市虱目魚養殖戶自相關分析，2018.....	62
圖 5-13 臺南市虱目魚養殖戶自相關分析，2019.....	63
圖 5-14 臺南市發生 15°C以下日數自相關分析	65
圖 5-15 臺南市發生 12°C以下日數自相關分析	66
圖 5-16 臺南市發生 10°C以下日數自相關分析	67
圖 5-17 臺南市寒害事件虱目魚損害自相關分析，2016.....	68

表目錄



表 2-1 臺灣內陸養殖生產量，2014-2018.....	7
表 2-2 臺灣內陸養殖產值，2014-2018.....	7
表 2-3 養殖漁業受寒害損失統計表，2007-2018.....	9
表 4-1 臺南市虱目魚損失情況，2016.....	23
表 4-2 臺灣虱目魚產量，2014-2018.....	26
表 4-3 臺灣虱目魚產值，2014-2018.....	27
表 4-4 臺灣虱目魚放養量與平均價格，2014-2019.....	28
表 4-5 臺灣吳郭魚放養量與平均價格，2014-2019.....	28
表 4-6 臺灣青斑（點帶、馬拉巴、紅點、黑點）放養量放養量與平均價格.....	29
表 4-7 臺灣虱目魚（含魚片）主要出口前十大國家，2014-2018.....	29
表 4-8 虱目魚養殖產業 SWOT 矩陣分析.....	41
表 5-1 臺南市近年來虱目魚養殖戶數量.....	44
表 5-2 臺南市 2015 年至 2020 年冬天各測站月均溫及月最低溫平均值.....	45
表 5-3 臺南市養殖虱目魚養殖戶分布 Moran's I 值.....	47
表 5-4 臺南市 2015 年至 2020 年各行政區低溫發生數.....	47
表 5-5 臺南市 2015 年至 2019 年低溫發生數 Moran's I 值.....	49
表 5-6 臺南市 2016 年寒害事件 Moran's I 值.....	49

第壹章 緒論



第一節 研究背景與動機

海洋漁業與水產養殖業為全球各地數億人口提供了營養、糧食、收入與生計等重要功能，各國組織、企業與民間社會團體開始強烈意識到捕撈漁業與養殖漁業的未來潛力，將可以為 2050 年全球預計達到 97 億人口的糧食安全與營養安全危機做出巨大貢獻（侯清賢等，2018；FAO，2016）。然而，肩負供給絕大部分水產品的捕撈漁業，已無大幅度增產的可能，主要原因是漁業資源枯竭和海洋生物多樣性的喪失（Worm et al.，2006；Liao，2009；李安進、吳美錚，2010）。

根據 2018 年聯合國糧食及農業組織（Food and Agriculture Organization of the United Nations，以下簡稱 FAO）所發布的「世界漁業和水產養殖狀況」漁業統計資料顯示，2016 年全球魚類產量來到 1.71 億噸峰值，其中佔總產量的 47% 來自水產養殖，預估在 2020 年養殖漁業產量將會超越捕撈漁業（FAO，2018）。

回顧臺灣的水產養殖歷史，迄今已超過三百年，根據漁業統計年報資料顯示，臺灣內陸養殖業在 2018 年漁業生產量達 31 萬公噸，總產值達 317 億新台幣，臺灣目前養殖產業主要分布地區為雲林縣、嘉義縣、臺南市等地，養殖對象則多以虱目魚、吳郭魚、石斑、文蛤、牡蠣、白蝦、草蝦為主。其中虱目魚為臺灣內陸養殖及混合養殖面積最高的魚種。主要因為虱目魚屬廣鹽度之魚種，能在淡水及高鹽度環境活存，且具有攝食水中藻類的習性，使臺灣漁民常常將虱目魚作為工作魚投入文蛤養殖池中，減少藻類滋生對文蛤造成的損害，也大大節省了清除藻類所要花費的時間與人力。

長大後的虱目魚亦可作為文蛤養殖業者的額外收入，這樣的飼養方式，非常受到漁民青睞。在營養價值方面虱目魚富含優質蛋白質、維生 B 群及 EPA、DHA；在利用方面，幾乎可達全魚利用，除常用的烹調方式外，虱目魚的加工產品也十分多樣化，包括無刺虱目魚、虱目魚丸、一夜干、魚鬆、魚酥、魚香腸等（陳奕




中，2014)。

大量文獻記載了溫度在魚類生命中的重要性。儘管對溫度和魚類的早期研究可以追溯到 1800 年代，但在關於溫度對魚類上的作用之現代知識，可以歸因於被後世稱之“魚環境生理之父”的 F.E.J. Fry 教授。他和他的研究團隊確立了溫度為魚類的非生物主要因素 (Fry, 1947, 1964, 1967, 1971; Brett, 1956, 1970, 1971)。尤其是 Brett (1971) 這項研究，該研究指出魚類生物所處於的外部環境溫度與其自身基本熱量需求的最適調節理論，在學術界被公認為最終確定溫度為魚類的非生物主要因素的科學性證據。1886-1936 年佛羅里達薩尼貝爾島因寒害而導致的魚類死亡事件 (Storey and Gudger, 1936)，1940 年 1 月美國得德克薩斯州海岸因寒冷而導致魚類死亡 (Gunter, 1941)，隔十年後 1951 年寒潮導致美國德克薩斯州南部海岸的魚類和其他生物大量死亡 (Gunter and Hildebrand, 1951)，幾百年來學術界普遍認為溫度對魚類所造成的影響甚大，尤其是近年來受到極端氣候帶來影響而更加明顯。

聯合國政府間氣候變遷專門委員會 (Intergovernmental Panel on Climate Change, 以下簡稱 IPCC) 就曾在 2014 年指出，因受到氣候變遷造成的暖化與降雨模式改變等衝擊，全球糧食生產量已大幅度減產。雖然分析指出低溫發生頻率下降以及冬季平均溫度有上升的趨勢，但往往一次極端事件發生，便會造成重大損失 (陳淡容等, 2017)。臺灣在 2016 年時便發生了數十年來最強的一波寒流，對臺灣養殖漁業造成極大的損失。現階段雖然缺少數據實證漁產糧食安全可能的風險程度，但漁產品提供了臺灣整體糧食應鏈中動物性蛋白質的 37%，其重要程度可見一般 (侯清賢, 2016)。

有鑒於此，若能掌握容易受寒害影響的養殖區域，進行即時監測與預警，將可降低氣候災害對虱目魚養殖業者的影響。因此，行政院農業委員會配合國家政策，推動智慧農業智慧魚塭計畫，透過智慧化生產管理與監控系統，突破農漁民單打獨鬥的困境，並且提升農漁業整體的生產量能與效率；並藉由大數據分析與



物聯網技術應用，建構主動式監控或服務平台，然而在缺乏科學性與客觀性的評估往往導致建置自動監測站流於人為主觀經驗法則，因此本研究研究目標在於在智慧農業的發展策略架構下透過地理資訊系統外掛入智慧農業系統演算最適監測站設置地區，並透過訪問專家提出虱目魚產業策略，以解決產業面實務性問題。

第二節 研究目的與流程

氣候災害對養殖業損失影響重大，世界銀行 2005 年出版的《天然災害熱點：全球風險分析》(Natural Disaster Hotspots: A Global Risk Analysis) 報告就將臺灣列為可能是世界上最容易遭受天然災害影響的國家之一。近年來受到極端氣候的影響，天然災害發生的頻度與強度不斷的增加，使得從事漁業生產的風險不斷提高，2016 年發生的寒害造成臺灣農林漁牧損失達 42.3 億，其中對漁業所造成的損失影響更加劇烈，其損失高達 32.6 億 (王安翔等，2016)。

面對氣候災害不穩定的因素，需有足夠的科學證據作為依據，才能合理制定因地制宜的管理措施，有效減輕與避免氣候災害可能造成的影響與損失。國內目前針對氣候對漁業損失及影響之研究，大多係以沿岸捕撈漁業為研究對象，針對氣候因子對於養殖漁業影響之相關研究寥寥無幾，更欠缺養殖地區氣候災害潛勢分析之相關研究。

而在臺灣水產養殖中，虱目魚為養殖歷史悠久且重要養殖魚類之一，除了可進行完全養殖外，虱目魚能適應各種不同鹽度的棲息環境，惟不利於生活在低溫環境。因此，本研究為瞭解氣候因子對臺灣虱目魚養殖業的影響，以虱目魚主要產地臺南市為研究對象，並選定氣溫為影響因子，進行相關探討，以期該結果能協助中央氣象局與漁業署作為預警及制訂防範低溫策略之參考，因此本研究之目的設定如下：

一、以漁業統計資料進行空間分析，瞭解臺南市虱目魚養殖熱點分布與變遷情形。



- 二、以氣溫資料與低溫累積發生數進行空間分析，瞭解臺南市低溫災害熱點分布，並依據研究結果建議發展智慧漁業的區域。
- 三、透過深度訪談瞭解產業情形，並依據研究結果建議虱目魚該如何因應及調適低溫災害。

本研究之研究架構請參考圖 1-1：

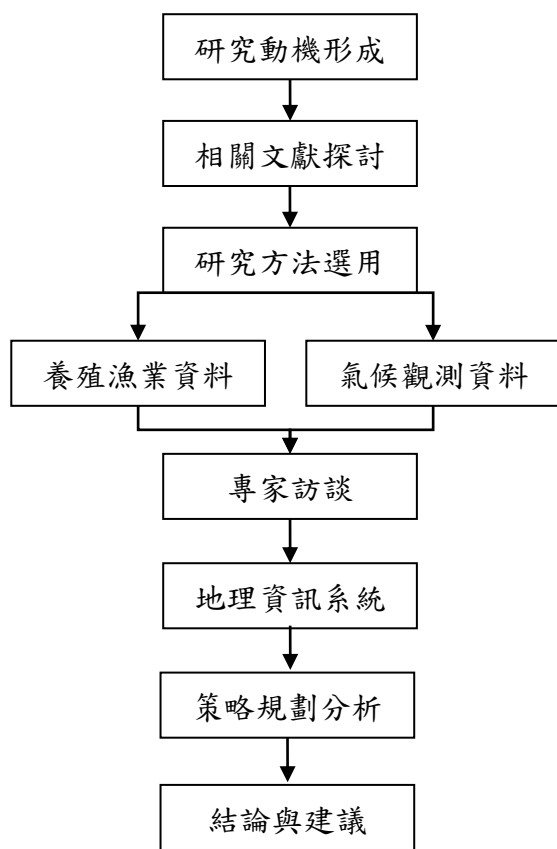


圖 1-1 研究流程圖
資料來源：本研究整理

第貳章 文獻整理與回顧



第一節 臺灣養殖發展與現況

魚類作為人們重要食物資源之一，而水產養殖 (Aquaculture)，則是獲取這項資源的主要方法之一 (曾品滄，2012)。而所謂養殖漁業係指利用自然水域或人造水域放養具經濟性的水產生物，並控管其飼養環境，促進其生長與繁殖，以獲取經濟利益之產業 (胡興華，2004)，FAO 在 1990 年將水產養殖定義為：水產養殖係指利用固定的水域來進行水產生物的蓄養，包括魚類、甲殼類、貝類及水生植物等，其目的為供給人類食用，並且在蓄養的過程中實施有計畫的提升放養密度、投放餌料、施肥、防止掠食者的侵害與驅除病蟲害等行為，達到促進水產生物的生長與繁殖，以獲取經濟之利益為目標的產業。

回顧臺灣的水產養殖歷史，至今已超過三百多年，其發展過程大致上可分為 (蘇偉成、劉富光，2005)：

1. 傳統時期 (1661 年~1962 年)：該階段為臺灣水產養殖產業萌芽期，是採用一種「任養」的方式，只放養天然苗，不投放飼料的粗放養殖方式。
2. 基礎時期 (1963 年~1969 年)：該階段陸續的成功開發出鱧魚、草魚、烏魚以及草蝦的人工繁殖技術，由於養殖技術上有所突破，奠定了日後臺灣在水產養殖產業界上蓬勃發展的基礎。
3. 拓展時期 (1970 年~1979 年)：該階段開發成功了人工飼料，再加上養殖技術的創新以及相關工業的配合發展，如：冷凍加工業、水產機械等，讓臺灣七十年代的水產養殖如雨後春筍般地蓬勃發展起來，臺灣的養殖模式也由原來的粗放式養殖邁入集約化養殖，經營模式亦從以往的家庭式演變為企業化經營。
4. 全盛時期 (1980 年~1987 年)：此一時期可以說是臺灣水產養殖產業的黃金時期，八十年代臺灣的水產養殖業，成功的開拓了國際貿易市場，為臺

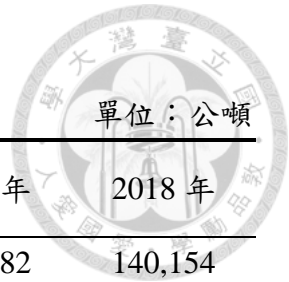


灣賺取到大筆的外匯，單就草蝦這一項目，在 1987 年的產量就高達九萬五千公噸，高居世界之冠。

5. 衰退時期（1988 年～1989 年）：由於養殖管理上的人為疏失，以及整體大環境水質污染的影響，1988 年發生了嚴重的蝦病，造成養殖蝦的大量死亡，養殖蝦的年產量驟減三分之二以上，重創了當時的臺灣養蝦產業。此外，因水產養殖業的過度發展所引起的各種問題也逐漸浮上檯面，例如：濫墾魚塭所造成的自然生態破壞、超抽地下水所引發的地層下陷等，使得水產養殖業在此一時期上更是雪上加霜。
6. 外移時期（1990 年～1999 年）：由於水產養殖業遭逢各項負面影響的不斷打擊，遂開始以獨資、共同投資或技術諮詢的方式將養殖的經驗、技術與成果，積極地向海外發展。而水產養殖業外移的結果，使得產業獲得更加開闊的空間發展。
7. 轉型時期（2000 年～）：現階段的水產養殖業已開始思考到與環境和諧共存共榮以及永續經營的重要性，國內開始發展保護環境的養殖技術，例如：利用海水進行養殖、循環水養殖的開發以減少淡水的使用量，盼解決超抽地下水的問題。另外，有關產銷與經濟分析等水產養殖管理技術，也將全數納進整體發展策略考量。可以說邁入轉型期的水產養殖，發展宗旨企盼是以永續經營利用為目標。

臺灣養殖魚塭多集中在環境較不甚理想的地區，如沿海的沙礫與低窪地帶等，但是憑藉著水產養殖業者的過去經驗的累積與養殖技術的開發研究，再加上臺灣鄰近世界最大的漁產品消費市場之一的日本這項地利之便，使得臺灣養殖漁業的產值及產量不斷提升，更讓臺灣在水產養殖世界上佔有一席重要的位置（李武忠等人，2001）。臺灣的養殖漁業主要可分為內陸養殖以及海面養殖兩類，根據漁業年報統計資料顯示，2018 年臺灣內陸養殖業產量為 31 萬公噸且產值高達 317 億新台幣，如表 2-1、2-2。

表 2-1 臺灣內陸養殖生產量，2014-2018



年別	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年
鹹水魚塢	165,109	155,623	111,128	140,782	140,154
淡水魚塢	144,191	132,571	118,404	114,983	118,604
觀賞魚養殖	60,576	50,471	51,064	50,958	55,913
其他內陸養殖	631	641	504	488	418
內陸養殖合計	370,507	339,306	281,100	307,211	315,088

資料來源：本研究整理自《農委會漁業署漁業統計年報》

表 2-2 臺灣內陸養殖產值，2014-2018

單位：新臺幣仟元

年別	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年
鹹水魚塢	21,182,357	18,325,948	14,459,605	17,241,327	16,837,619
淡水魚塢	13,754,954	13,967,321	12,934,092	12,449,479	13,802,443
觀賞魚養殖	1,090,680	958,105	994,752	1,001,028	1,048,657
其他內陸養殖	86,477	120,210	52,046	73,414	52,625
內陸養殖合計	36,114,468	33,371,585	28,440,494	30,765,248	31,741,345

資料來源：本研究整理自《農委會漁業署漁業統計年報》



第二節 低溫災害造成的養殖漁業損失概況

全球氣候異常事件持續頻繁出現的現象，已經不再被認為是「非正常」情況的偶發事件，人類必須承認氣候變遷導致的氣候異常現象，將是未來全球氣候發展的常態（魯謹萍、林桓億，2017）。氣候變遷對產業與環境帶來許多面向的衝擊，亦造成農業生產及糧食安全上的不確定性與疑慮（Yang，2015）。

養殖漁業是臺灣重要的初級產業，全球氣候變遷對養殖漁業的影響，包括溫度上升使養殖生物的生理需求增加，也增加養殖成本；而且由於蒸發量升高，需水量也隨之上升，但是天然水源卻同時減少，水源不足的問題將更為嚴重（劉富光，2013）。然而，更嚴重的衝擊可能是異常氣候引起的災害；近年來極端氣候或短期氣候變異發生的頻度與幅度均呈現增加，包括冬季更強勁的東北季風與夏季更強的颱風降雨；例如 2008 年的澎湖寒害、2009 年的莫拉克風災及 2016 年 1 月的寒災，都對養殖漁業造成巨額損失；未來極端氣候的發生頻率和強度都可能增加，對於臺灣養殖漁業將是嚴重考驗（戴昌鳳，2017）。

依據中央氣象局天氣預報作業對「寒流」之定義，係指當臺北氣象測站受大陸冷氣團影響下，出現日最低溫達 10°C 以下，則將此大陸冷氣團稱之為「寒流」。寒流所造成之低溫現象，會對農作物、漁業及養殖生物之生理反應產生影響，甚至導致生物死亡及經濟損失，此一由寒流所造成之損失統稱為寒害（陳律祺等，2016）。

當寒流來襲時導致出現低於 10°C 以下的水溫時，對於一般水產養殖的溫水性魚種，長時間處在低溫的狀況下，容易發生魚類活動力下降、免疫力減少所造成的病變。除了因寒流所造成魚類及時性的凍死外，當溫度回升後，也可能會發生因水質惡化而造成的後續死亡（周林毅、戴肇洋，2010；行政院農業委員會漁業署，2004）。近年來對臺灣內陸養殖漁業造成損失規模較大的寒害為 2016 年發生的寒流，最後災損的統計金額為 66 億元新台幣，其次為 2011 年發生的寒害，損失金額達 1 億 2 千萬元新台幣，詳如表 2-3。

表 2-3 養殖漁業受寒害損失統計表，2007-2018



單位：新臺幣千元

縣市別	2007 年寒害	2009 年寒害	2011 年寒害	2016 年寒害	2018 年寒害
新竹縣	-	-	-	3,195	1,647
彰化縣	24	-	1,350	10,110	421
雲林縣	-	482	2,124	300,463	5,703
嘉義縣	100	2145	12,988	536,557	1,603
臺南市	-	8282	82,803	1,851,250	23,040
高雄市	-	7225	29,827	3,878,803	5,318
屏東縣	-	-	-	44,944	-
宜蘭縣	-	-	-	2,609	-
花蓮縣	-	-	-	31	-
臺東縣	-	-	-	330	-
合計	124	18,134	129,092	6,628,292	37,732

資料來源：本研究整理自《農委會農業統計資料查詢》




第三節 空間分析理論

依據瓦爾多·托布勒 (Waldo Tobler) 提出的地理學第一定律：「所有事物都與其他事物相關，但是近處的事物比遠處的事物更相關」。空間資訊互相具有空間相依性 (Spatial Dependence)，在受到空間互動 (Spatial Interaction) 及空間擴散 (Spatial Diffusion) 的影響後，使空間資訊相互產生關連性，而不再是獨立。利用統計方式進行相關性分析 (Correlation Analysis) 同屬性之間的關聯性即為自相關。地理分析通常假設此關聯性隨距離增加而減少，即地理上的距離遞減 (Distance Decay) 效果 (溫在弘，2015；施雅軒，2017)。


全域型自相關 (Global Spatial Autocorrelation) 是探討空間自相關之基礎，對全區域內的整體空間自相關性進行量度。其中 Moran's I 為最具代表性的量度指標，該指標被廣泛應用在研究自然現象的空間群聚上 (Cliff and Ord, 1973、1981；朱健銘，2000；賴進貴等，2004)。Moran's I 其功用在於區分空間資料的中的三種型態：離散 (Dispersed)、隨機分布 (Random)、群聚 (Clustered)。上述全域型空間自相關，其主要目的為瞭解資料在空間上之分布型態，但無法確切指出聚集在哪些區域，若要進一步瞭解聚集分布特徵，就必須仰賴區域空間自相關 (Local Spatial Autocorrelation)。區域空間自相關主要是針對每個單元去做細部空間分析，能彌補全域型自相關所不能判斷之微小範圍，並尋找空間聚集點 (Spatial Hot Spot)。

常用的區域型空間自相關指標有 LISA (Local Indicators of Spatial Association)、Getis-Ord G_i^* 等。LISA 分析可辨識具有高值或低值的要素的空間群聚與空間異常值；而 Getis-Ord G_i^* 分析為辨識在空間上低值或高值要素發生群聚的地點，此分析方式為檢視每一個鄰近環境中的要素，高值要素一般而言容易引發關注，但有可能並非是擁有統計學上顯著意義的熱點，要成為擁有具統計顯著意義的熱點，其要素必須是高值，且被同樣具有高值的其他要素所包圍 (Esri, 2020)。應用空間分析時，通常可將資料的型態區分為兩大類型 (溫在弘等，2010)：

- 
1. 個別資料 (Individual Data)：乃指某個調查資料或新發事件 (Event)，該類型的資料具備座標位置，一般多以可記錄座標位置的點資料 (Point Data) 方式表現，透過分析彼此間的社會關係或地理距離等因素，判斷是否呈現空間群聚。
 2. 加總資料 (Aggregated Data)：多以按照同一區域內，例如：轄區或行政區域等，將個別資料進行加總，匯聚成單筆總數資料或是採用比率 (Proportion) 及面資料 (Polygon Data) 方式呈現與分析；要注意的是該類型的資料容易因為區域加總關係受到影響，特別是會因為研究範圍界定 (Extent) 和空間尺度 (Scale) 的改變而影響趨勢型態 (Pattern)。

上述所提及面資料容易受到尺度和範圍影響，導致趨勢改變而出現不同結果的情況，此一問題被學界稱為「可調整地區單元問題」(Modifiable Areal Unit Problem 以下簡稱 MAUP)，舉例來說，縣市與鄉鎮區為不同空間單元，因此在資料的加總上亦產生不同的結果與判讀，例如：在空間分布上新北市的車禍事故量高於臺北市，係因為受範圍所影響，導致絕大部分資料被加總在新北市，但若以鄉鎮區或是村里作為研究範圍進行資料加總，將會因為涵蓋範圍有所改變，進而出現不同的結果與趨勢；故在進行有加總資料的相關研究時時，要特別注意空間尺度和研究範圍所造成的影響。

空間自相關被廣泛應用在各項領域當中，如：Glick (1979) 對美國癌症死亡率的空間結構進行研究，開創了新的研究方法 (Meade and Earickson, 2000)；Getis 與 Ord (1992) 針對美國北卡羅萊納州 (State of North Carolina) 各郡的嬰兒猝死症，以區域空間自相關偵測出多處聚集核心，提供流行病理學家對該處進行研究與調查；胡立諄與賴進貴 (2006) 分析癌症在不同時期的發生與死亡群聚的空間變化，研究結果發現乳癌的發生率在空間上有明顯的群聚特徵，因此在醫療資源上的分配可進行調整；



張菁芬與黃映翎（2009），以基隆市大陸和外籍配偶為主要的分析對象，對婚姻移民進行空間聚集及分布情形進行分析，探討服務據點與潛在人口群的關聯，以思考服務資源輸送的可近性，其研究結果可作為未來服務資源再配置的考量；溫在弘等人（2010）分析出臺北市顯著性的犯罪地理變遷及群聚現象，其研究結果可作為警政單位制訂改善策略之參考。

除此之外，空間自相關在農業領域亦被廣泛應用，朱健銘（2000）對 1994 年、1988 年及 1982 年雲林縣的水產養殖土地利用進行探討，研究結果發現空間自相關分析對於土地利用現象及其變遷能有效地發掘時空特性，對於土地利用變遷的研究有極大的助益。許禎育與張宏浩（2010）利用全域型空間自相關 Moran's I 指標以及區域型空間自相關 LISA 分析法，探討臺灣農業所得是否存在空間群聚性，研究結果證實臺灣農業所得確實存在空間群聚性，且農業所得會因為不同村里間而相互影響，研究結果可作為府提倡優勢作物生產規劃與農業資源分配利用之參考。沈芝貝等人（2013）運用普查資訊驗證休閒農業分布群聚現象愈趨明顯，其研究結果可作為交通規劃之參考。

蘇怡如等人（2013）以農作物產量最豐富的雲嘉彰地區為例，進行不同年度農作物產量和天然災害損失的空間相關分析，提出擴大不同地區和種類的農作物風險組合來分攤天然災害損失風險。陳郁蕙等人（2016）以地理資訊系統與空間資料庫為基礎，整合農業普查原始資料、淹水潛勢圖等相關資訊，模擬不同降雨情境下對雲林、嘉義及臺南等臺灣農業重要產區淹水後的經濟損失影響，其研究結果對於農業保險等規劃有其貢獻。陳雅惠等人（2018）同樣以雲林、嘉義及臺南等臺灣農業重要產區為研究地區，納入農地栽種區位現況後，重新模擬不同降雨情境淹水後對各區位作物造成的經濟損失，其研究結果除了對農業保險等規劃有其貢獻外，對各類作物生產專區、設施農業規劃上亦有所貢獻。林聖倫（2019）運用空間自相關探討虱目魚養殖產業鏈各部門間的空間分布，發現產業鏈各部門並非所有部門都具有群聚，探討部門設置緣由後提出土地利用規劃上之建議。



第四節 智慧農漁業

因全球氣候變遷，導致近年來的天然災害所造成的災害日趨嚴重，尤其颱風及寒害對養殖漁業損失慘重，加上逐年提高的人力成本，以及環保與食品安全議題越來越受到重視的趨勢下，智慧養殖漁業的重要性逐漸提升（林彥宏、林志遠，2016）。雖然目前「智慧漁業」一詞尚未有公認之定義出現，但是全球許多仰賴漁業資源的重要國家正積極的投入資源進行發展，而我國有關智慧漁業的發展被歸納在農委會所推動的「智慧農業 4.0」之下。

根據行政院農業委員會農業試驗所智慧農業專案推動小組（2020）對智慧農業的定義為：「以現行產業生產模式為基礎，因應消費市場需求進行產銷規劃，生產管理上輔以省工省力機械設備、輔具及感測元件的研發應用，並結合跨領域之資通訊技術（ICT）、大數據（Big Data）分析、物聯網（IoT）、區塊鏈（Block Chain）等前瞻技術導入，減輕農場作業負擔降低勞動力需求，提供農民更有效率的農場經營管理模式並減低環境風險，生產符合消費者需求，安全、安心及可追溯的農漁產品」。

近年來政府大力推動農業發展智慧科技，兩大推動主軸為「數位服務」及「智慧生產」。整合多項前瞻技術及研究領域，例如：「全自動化的動植物育成動態監測網系統」即包括氣候監測、植物生長性狀、昆蟲研究、動物行為、自動化設施、無線通訊、無線感測器網路、雲端運算、網際網路與地理圖資等（王人正、江昭皚，2019）。圖 2-1 為智慧生產與數位服務產業應用架構，其四大區塊可分為產域經營、產銷調配、設施設計及消費服務，形成有系統性的迴圈模式。

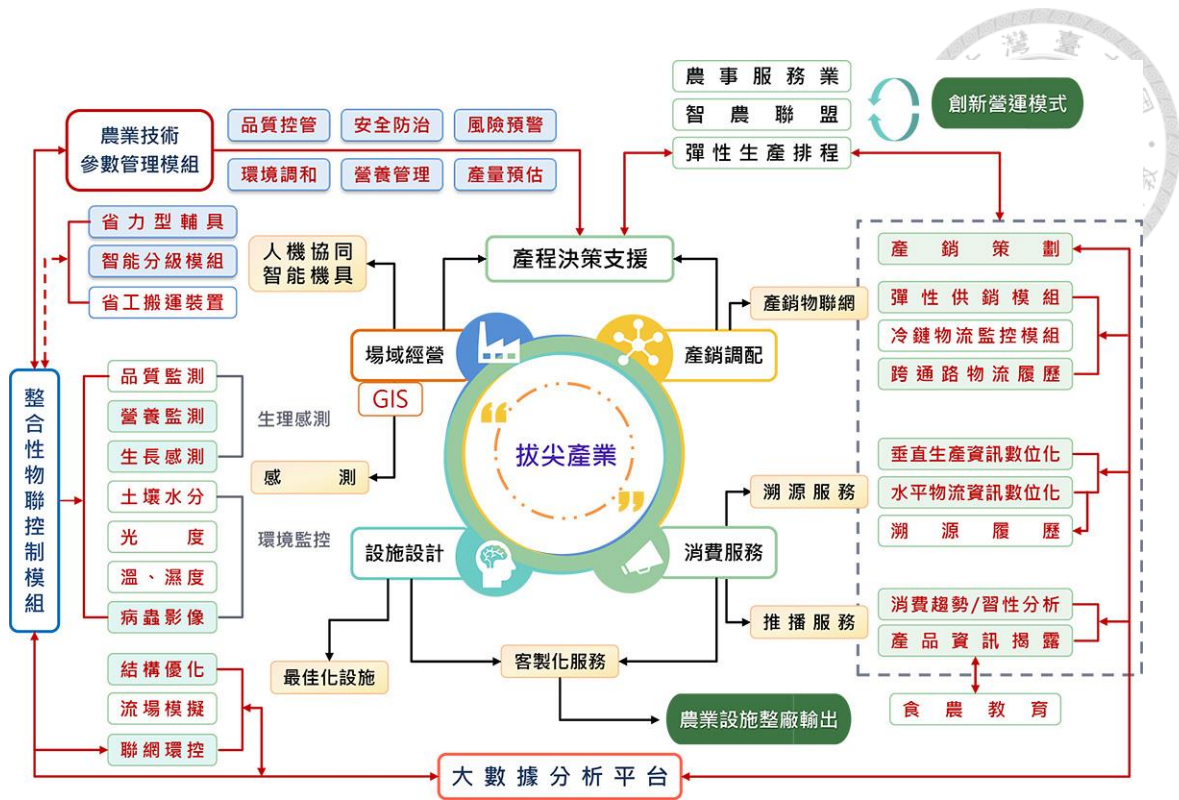


圖 2-1 建構跨域關鍵技術--智慧生產與數位服務產業應用架構

資料來源：農委會農試所智慧農業網站

日本於 2019 年 5 月發起「開創未來智慧漁業研究會」，日本水產廳提出「利用資通信科技 (ICT) 實現永續發展的漁業 (智慧漁業)」建議書，智慧漁業努力方向包括 (經濟部，2020)：

1. 收集大環境與漁獲資訊以掌握資源狀況，提昇資源管理與生產力，並開發商機。
2. 提高搜索漁場效率，帶動收入增加與確保從事漁業人員。
3. 提高水產養殖業生產力。
4. 加強生產與加工與流通業的合作，提高其生產力。

全球智慧養殖漁業產業產品主要可分為硬體設備與網路平台、軟體系統及周邊服務三大領域；硬體設備與網路平台之產品包含 GPS/GNSS 衛星定位系統及網路元件 (Network Elements)、感測裝置 (Sensor Monitoring Systems) 等，而軟體系統之產品則包含區網 (Local/Web-Based) 及雲端 (Cloud-Based) 運算等，周邊

服務之產品包含主機託管 (Hosting Services)、系統整合 (System Integrators)、輔助專家系統 (Assisted Professional Services)、管理服務 (Managed Services) 及連線服務 (Connectivity Services) 等 (林彥宏、林志遠, 2016)。

而臺灣在智慧養殖漁業產業發展目標為, 透過物聯網來將大數據分析技術整合, 串聯領導廠商的產銷需求, 對智慧感測養殖環境元件進行研發、智慧化省電節能等先進自動控制輔助系統、感知預測魚病協助決策, 構築具備隔離防疫功能的智能化繁養殖設施, 養成與培育優質健康的魚苗, 以協助傳統水產養殖業邁向

智能化管理之科技發展, 提升生產效率、自動化生產。同時達到省工、節水與計畫性生產及產能調節效果, 最終推廣至民間業者, 使智能化養殖成為未來臺灣養殖漁業的主流 (楊智凱、施瑩艷, 2016)。

第參章 研究方法



第一節 空間分析

過往的研究中必須考量許多空間因素的因子，例如地點、距離、相鄰與否等等，而地理資訊系統則是人們用來處理空間資料所建立的資訊系統（鄭裕仁，2010；施君翰，2011）。Geography 拆解為 Geo 與 graphy，geo 意指地球上的事物；graphy 則是記錄事物的過程。整合來看即是描述有關地球上的事物。廣義地定義是指地表上下一切可見的特徵，以及解釋空間特徵的現象或事件（Tomlin，1990）。一是地理區位（Geographical Location），指描述地理空間的相對或絕對位置。二是屬性（Attribution），在於描述地理空間的現象特徵，由文字定義與數據組成。而地理資訊會隨著時間而改變，屬於一種動態的空間資訊，有別於傳統的靜態地圖（Liu and Rossini，1996）。GIS（Geographic Information System）並非是一獨立的研究領域，它可以運算空間與各個不同領域間的共同基礎，自從 1970 開始其系統廣被過內外學者應用，並隨著時間的演進，不論是技術、工具或是周邊相關製圖技術及交流設備等的發展而改變。在進行地理統計分析時，一般會先計算樣本的變異數圖形與空間相關性，並且尋找最適當的迴歸曲線，再利用半變異圖推導各函數間的相互關係，探討空間上不同樣點的關聯性（Bacchi et al.，1995；Leeuwen et al.，1996；Nangendo et al.，2002；Rahman et al.，2003；鄭裕仁，2010；施君翰，2011）。

第二節 質性研究方法

本研究所採用的深度訪談法（In-depth Interview），是質性研究中最常被採用的蒐集資料方法之一。深度訪談的主要目的是瞭解個案主觀經驗。訪談者藉著面對面言語的交換，引發對方提供一些資料或表達他對某項事物的意見與想法。被訪談者必須針對訪談者所提出的主題或問題談論（Henderson，1991；范麗娟，



1994)。

使用深入訪談的主要時機為：(1) 研究者無法直接去瞭解或接觸社會活動、事件，必須透過受訪者的角度去瞭解；(2) 個人生活歷史的研究 (Life-history)，又稱之為個案研究 (Case Study)，透過訪談者與受訪者之間的合作來探討生活經驗中的特殊事件等；(3) 提供訪談者得以接觸受訪者，以提供更寬廣的情境，場所或人物的視野；(4) 臨床上的應用，例如病人的疾病史以作為諮詢的依據；以及 (5) 深入訪談可以以多位受訪者同時接受訪問的方式進行，當中可以了解群體互動情形，以了解其共鳴或衝突情形 (Minichiello et al., 1995; 林金定等, 2005)。

本研究質性研究以半結構式面對面訪談，進行漁業產、官、學、研及資深專業漁民等專家的深度口述訪談。問卷操作設計三個開放式的問項，設定主題包括：

1. 極端氣候對養殖漁業的影響。
2. 虱目魚養殖業的發展與未來展望。
3. 虱目魚養殖業的發展與未來展望。

第三節 全域型空間自相關 (Global Spatial Autocorrelation)

Moran's I 最早是由 (Moran, 1950) 提出。是目前最常用被使用的全域型空間自相關指數，其計算公式為：

$$I = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij}} \times \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \quad j \neq i \quad (3-1)$$

式 (3-1) 中， n 表示地區數量； x_i 與 x_j 為地區 i 和地區 j 中的觀察值； \bar{x} 為該變數在所有區塊裡的平均數； W_{ij} 為空間權重的矩陣，為研究範圍中每一個空間單元 i 與 j ($j=1,2,3,4,\dots,n$) 區空間單元的空間近鄰加權矩陣。數值 1 代表 i 與 j 相鄰，數值則代表 i 與 j 不相臨。Moran's I 值結果會介於 -1 與 1 之間，正值表示具有空間

正自相關，負值則表示具有空間負自相關。當數值越趨近於 1 表示正的空間自相關程度越強，表示空間上有群聚分布現象。反之，值越小表示空間分布的相關性越弱，而當值趨於 0 時，即代表此空間分布呈現隨機分布的情況 (Cameron et al., 2005)。Moran's I 亦可以進行顯著性檢定，計算如式 3-2：

$$Z(I) = \frac{[I - E(I)]}{\sqrt{\text{Var}(I)}} \quad (3-2)$$

E (I) 為 Moran's I 之期望值, Var (I) 為 Moran's I 之變異數。

對 I 值進行顯著性檢定時，虛無假設 H_0 為空間隨機，表示空間中沒有自相關性存在，在顯著水準 0.05 下，若 Z (I) 絕對值大於 1.96，則可拒絕虛無假設，表示存在空間自相關；若 Z (I) 數值介於 1.96 至 -1.96 之間，則表示空間單元的相關程度並不明顯；若 Z (I) 數值小於 -1.96 則表示區域內的空間單元數值分布呈現負相關。

因此，本研究在區域空間自相關計算上，利用 ESRI (The Economic and Social Research Institute) 所開發之 ArcGIS Desktop 10.7 版，計算各空間自相關值，檢視虱目魚養殖產業與寒害災損是否存在聚集現象，最後之分析結果以 ArcGIS 做呈現。

第四節 區域型空間自相關 (Local Spatial Autocorrelation)

常用的區域型空間自相關指標有 Local Indicators of Spatial Association (以下簡稱 LISA)、Getis-Ord G_i^* 等。LISA 為 Anselin (1995) 提出，其源自 Moran's I，每一個 I_i 皆為全域 Moran's I 之一部分，公式如下：

$$I_i = \frac{x_i - \bar{X}}{S_i^2} \sum_{j=1, j \neq i}^n w_{i,j} (x_j - \bar{X}) \quad (3-3)$$

當檢定達到顯著水準，有顯著的空間正自相關時，即表示某區域被屬性值相似的區域所包圍，就可稱之為空間聚集 (Spatial Cluster)，當區域與相鄰區域的觀

察數值都很高時(高於平均值),稱之為熱區(Hot Spot),亦可使用 High - High(HH)表示;當區域與鄰區域的觀察數值都很低時,則稱之為冷區(Cold Spot),亦可由 Low - Low(LL)表示;另外,當本身觀察值低周圍高(Low- High)及本身觀察值高周圍低(High - Low),即空間例外(Spatial Outliers),為空間負自相關(Anselin, 1995; 鄧志松, 2005; 胡立諄、賴進貴 2006)。

而 Getis-Ord G_i^* 為 Getis 與 Ord (1992) 提出的統計方法,對每一個空間單元皆會賦予一個指標值,代表該空間單元與鄰近空間單元屬性特徵的空間聚集程度,其公式如下:

$$G_i(d) = \frac{\sum_{j=1}^n w_{ij}(d)x_j}{\sum_{j=1}^n x_j} \quad (3-4)$$

式中, $W_{ij}(d)$ 距離為 d 的範圍內,相鄰單位間的權重大小,相鄰以 1 表示,反之以 0 表示。 x_i 、 x_j 為不同單位內變數之數值大小; n 為空間單元總數。因此,本研究將透過 ArcGIS 對區域型自相關進行細部空間分析,彌補全域型自相關所不能判斷之範圍,尋找空間群聚區域。



第五節 智慧農漁業系統運用

本研究參酌臺南市七股區溪南休閒農業區針對七股區所自行開發的智慧農業系統，並進一步取得後台作業系統授權使用，本研究利用 CESIUM 程式導入各項圖資後，KML 匯入至 CESIUM ION My Assets，更進一步匯入 GOOGLE MAP 並套匯 ArcGIS 作業系統進行演算。

Asset Name	Type	Created	Size
Bing Maps Aerial with Labels	Imagery	2016/10/27	-
Bing Maps Road	Imagery	2016/10/27	-
Cesium OSM Buildings	3D Tiles	2020/5/1	-
Cesium World Terrain	Terrain	2016/10/18	-
CesiumBalloon	3D Tiles	2020/6/25	695.48 KB
dsm_preview	Terrain	2020/7/2	7.01 MB
New York City 3D Buildings	3D Tiles	2020/2/19	-
七股區範圍	KML	2020/6/28	1.18 MB
港31-1綠道	KML	2020/6/28	2.77 KB
台17線	KML	2020/6/28	2.84 KB
台61線濱海公路	KML	2020/6/28	3.07 KB
台南市郵局民權	KML	2020/7/1	205.47 KB
溪南休閒農業區農舍	KML	2020/6/28	2.19 KB
溪南休閒農業區熱門景點	KML	2020/6/28	2.01 KB
溪南休閒農業區範圍	KML	2020/5/29	960 bytes

資料來源：溪南休閒農業區（漁業屬性）提供


第肆章 虱目魚產業概況與訪談分析



第一節 虱目魚特性與產業概況

虱目魚係屬虱目魚亞目 (Chanoidei)，僅 1 科 1 種，學名為 *Chanos chanos*，英文俗名為 Milkfish，俗稱：海草魚、安平魚、國姓魚、遮目魚、狀元魚、牛奶魚等。有關虱目魚名稱來源眾說紛紜，民間最常流傳的版本為鄭成功驅逐荷蘭人後，百姓便獻上的土產魚作為貢品，鄭成功便詢問這是「什麼魚」，百姓誤以為鄭成功賜此魚名為「什麼魚」，進而相傳，而訛音為「虱目魚」；另一說為鄭成功帶領軍隊登陸臺灣時，兵士苦於沒有魚可以食用，鄭成功便將手指向海田，曰：「莫說無，此間舉網可得也。」隨後下網捕撈，果然獲得滿網漁獲，於是將捕撈上來的魚命名為「莫說無」，後來轉成諧音的「麻虱目」，久傳而稱之為「虱目魚」(虱目魚主題館，2007)。又一說認為，虱目魚在西班牙語系中稱為 Sabador，名稱即由此音譯而來，另因虱目魚眼睛上有脂性眼瞼故稱塞目魚，取其諧音稱之。依據連橫《臺灣通史卷二十八·虞衡志》云：「臺南沿海素以畜魚為業，其魚為麻薩末，番語也。」可見「麻薩末」為原始名稱(陳奕中，2014)，麻薩末 (Sasat mata) 是平埔族西拉雅語，Sasat 西拉雅數字「一」，而 mata 為「眼睛」之意，因虱目的魚苗全身是透明的，從遠看宛如是只有一隻眼睛的魚，因此原住民便以其特徵呼之(段洪坤，2015)。其他國家對虱目魚稱呼亦有不同，菲律賓人稱虱目魚為 Bangas、爪哇人稱 Ikan Bandon、夏威夷當地人稱之為 Awa Awa、印尼及馬來西亞人則稱 Babdeng (吳新華、鄭芳靖，2013)。

虱目魚擁有豐富的營養價值，根據 1993 年行政院衛生署公布《每日營養素建議攝取量》，成人對蛋白質的需求量為每日 60~70 g，而養殖虱目魚的蛋白質含量相當高，虱目魚背部含 23.4%，虱目魚腹部含 18.7%，成年人每天攝取 200 g 的虱目魚，即可以獲得蛋白質需求量的一半以上；除此之外，有些含量不足或人體不能自行合成的胺基酸，必需藉由攝取食物來獲得，這些胺基酸被稱之為「必需胺



基酸」(essential amino acid)，成年人所需的必需胺基酸有：色胺酸 (Tryptophan)、離胺酸(Lysine)、白胺酸(Leucine)、甲硫胺酸(Methionine)、異白胺酸(Isoleucine)、纈胺酸 (Valine)、苯丙胺酸 (Phenylalanine)、絲胺酸 (Threonine) 等八種，而虱目魚均含有這八種人體必需的胺基酸；虱目魚的不飽和脂肪酸的含量超過半數，對於預防心血管疾病有正面作用，且每 100 g 的養殖虱目魚肉，就具有 478 mg 的 DHA 及 100 mg 的 EPA (蘇茂生，2007)。虱目魚成長速度快、抗病能力強、單位生產量高，且對環境適應能力強，因此虱目魚被認為是解決將來糧食問題的最佳魚種之一 (臺灣魚類資料庫，2020)。

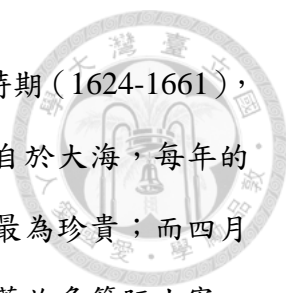
虱目魚主要分布於熱帶及亞熱帶地區，屬狹溫性魚種耐寒性欠佳，因此，在養殖上需做好禦寒準備。2016 年發生的所寒害就對虱目魚主要養殖產地臺南造成重大的損失，總損失金額高達 11 億新台幣，如表 4-1。



表 4-1 臺南市虱目魚損失情況，2016

區別	被害面積 (公頃)	損失程度 (%)	換算面積 (公頃)	單位生產量 (公噸/公頃)	損害重量 (公噸)	生產成本 (千元/公頃)	估計損失金額 (千元)
七股區	1,625.00	80	1,300.00	10.00	13,000.00	400	520,000
北門區	700.00	80	560.00	8.50	4,760.00	553	309,680
將軍區	220.00	60	132.00	15.00	1,980.00	450	59,400
下營區	52.82	50	26.41	24.00	633.84	600	15,846
安南區	200.00	60	120.00	12.00	1,440.00	681	81,720
仁德區	50.00	90	45.00	18.00	810.00	450	20,250
麻豆區	81.52	60	48.91	9.30	454.86	592	28,955
學甲區	358.00	80	286.40	7.00	2,004.80	400	114,560
鹽水區	20.00	10	2.00	6.00	12.00	240	480
佳里區	23.00	25	5.75	15.00	86.25	450	2,588
安定區	6.08	50	3.04	20.00	60.80	700	2,128
中西區	3.20	30	0.96	3.49	3.35	189	181
新市區	9.00	30	2.70	13.00	35.10	1,000	2,700
合計	3,348.62	-	2533.17	-	25,281.00	-	1,158,488

資料來源：臺南市政府漁業科提供



有關虱目魚最早的養殖紀錄最早可回顧於荷蘭人佔領臺灣時期(1624-1661)，早期魚苗來源依賴近岸河口捕撈之天然苗。早期的虱目魚苗源自於大海，每年的清明節前後至農曆九月為魚苗的捕撈期，其中又以「清明苗」最為珍貴；而四月至六月間是虱目魚苗的盛產時段，捕撈魚苗者會在海邊沙洲搭蓋許多簡陋小寮，作為臨時休息處所，為了使魚苗順著水流進入網中，捕魚苗時大部分都使用三角形手叉網並在身前推行，每隔一段距離再將魚苗倒出(七股區公所，2018)。

直到1978年，廖一久博士應邀前往菲律賓主持虱目魚人工繁殖研究工作，首次成功進行人工繁殖，為虱目魚養殖寫下新頁，緊接著1979年屏東新力養殖場，首次利用養殖的種魚以人工的方式繁殖虱目魚苗成功，1984年林烈堂、林蓮祥等人成功建立自然產卵技術後，虱目魚魚苗得以量產(鄭紹謙，2009；吳新華、鄭芳靖，2013)，讓產業可達到完全養殖的程度。

虱目魚屬廣鹽性魚種能適應各種不同鹽度的棲息環境。根據水源的不同，虱目魚養殖可分為海水養殖、半海水養殖、及淡水養殖三種(施貽甄，2005)。圖4-1、圖4-2分別為漁業署建立的虱目魚養殖及產銷流程，部分漁民會採用將虱目魚與其他水產混合養殖，混和養殖對象常為白蝦及文蛤，其原因為虱目魚具有攝食水中藻類的習性，投入文蛤養殖池中可有效減少藻類滋生對文蛤造成的損害，虱目魚的收成亦可作為額外的一筆收入，由於養殖方法與飼料的供應方式皆不同，因此，在不同的養殖條件下所生產的虱目魚其體型、重量及風味皆有所不同。

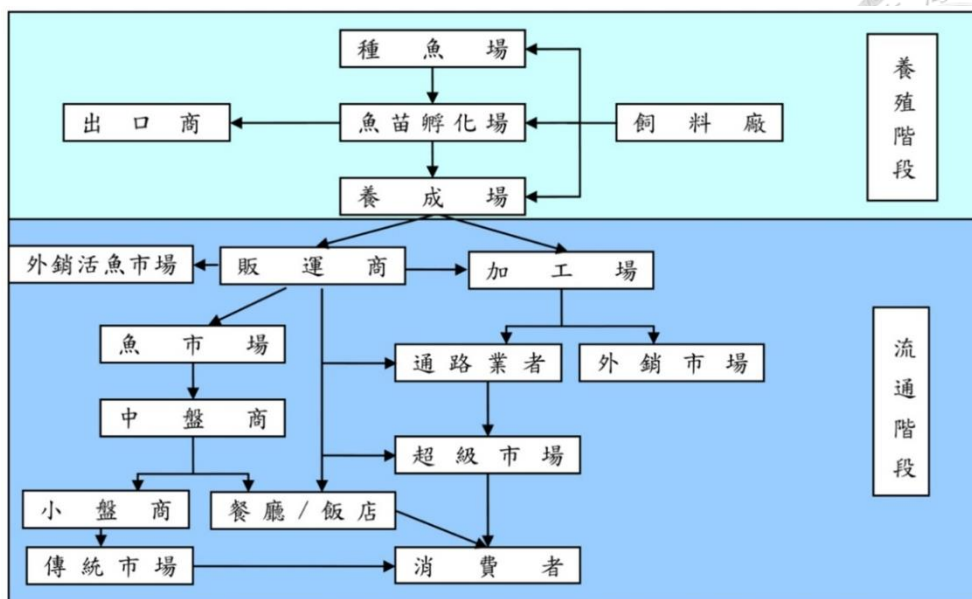


圖 4-1 虱目魚產銷流程

資料來源：產銷履歷農產品資訊網 - 行政院農業委員會

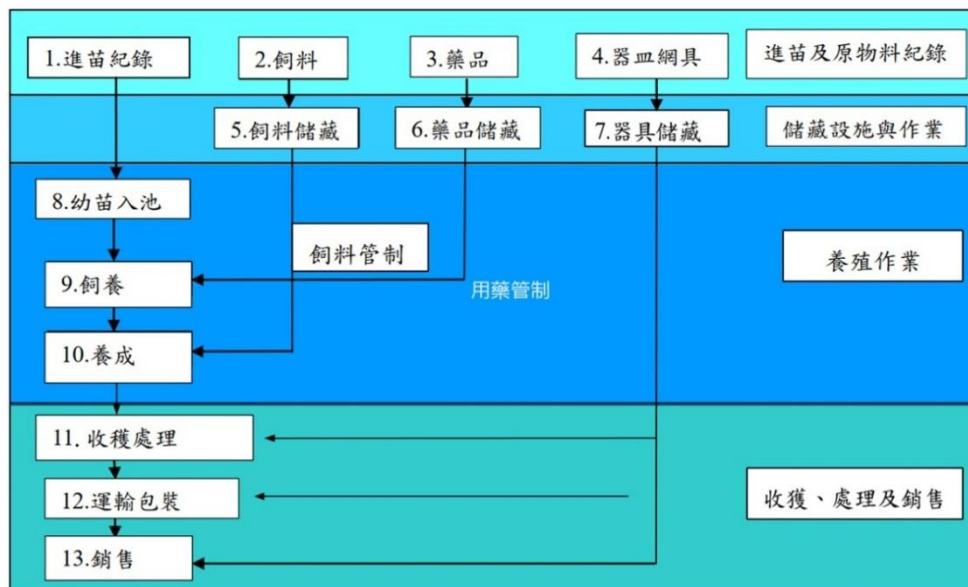


圖 4-2 虱目魚養殖流程

資料來源：產銷履歷農產品資訊網 - 行政院農業委員會

根據漁業年報統計 2018 年臺灣內陸養殖面積放養魚種以虱目魚為最大宗其次為吳郭魚類、石斑魚類，如圖 4-3。而虱目魚產量及產值最高的縣市為臺南市，其

次為高雄市、嘉義縣，2018 年的總產值為 42 億新台幣，如表 4-2、4-3。

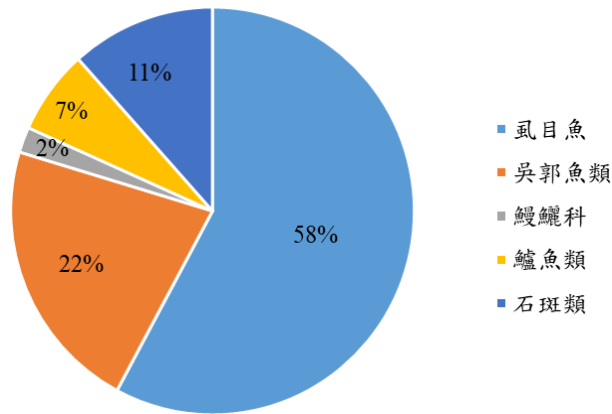


圖 4-3 臺灣內陸養殖養殖面積比例，2018

資料來源：本研究整理自《農委會漁業署漁業統計年報》

表 4-2 臺灣虱目魚產量，2014-2018

年度	單位：公噸				
	2014 產量	2015 產量	2016 產量	2017 產量	2018 產量
臺南市	14,690	26,841	23,980	26,308	27,791
高雄市	86	13,500	9,292	13,949	13,925
嘉義縣	16,839	9,000	7,651	8,500	8,384
雲林縣	3,546	3,434	2,916	2,761	3,140
屏東縣	590	669	662	634	646
彰化縣	120	46	19	37	42
花蓮縣	1	5	1	7	13
新竹縣	-	-	-	-	9
臺東縣	0	2	3	3	3
宜蘭縣	0	51	48	35	3
苗栗縣	0	0	0	1	1
新竹市	15	4	3	-	0
澎湖縣	-	-	-	-	0
臺中市	33,261	0	0	0	0
桃園市	0	0	0	0	0
合計	69,148	53,551	44,576	52,234	53,957

資料來源：本研究整理自《農委會漁業署漁業統計年報》

表 4-3 臺灣虱目魚產值，2014-2018

單位：新臺幣千元

年度	2014	2015	2016	2017	2018
	產值	產值	產值	產值	產值
臺南市	1,079,176	1,902,520	1,729,319	2,188,055	2,346,681
高雄市	7,308	880,924	726,066	1,018,113	932,677
嘉義縣	1,059,125	506,317	575,449	653,890	614,265
雲林縣	280,153	146,694	219,151	206,845	282,570
屏東縣	51,643	61,245	58,416	61,708	67,027
彰化縣	9,968	3,129	1,556	2,911	3,481
花蓮縣	56	470	61	538	936
新竹縣	-	-	-	-	761
臺東縣	23	148	288	171	152
宜蘭縣	1	4,261	4,113	3,500	225
苗栗縣	9	39	14	60	65
新竹市	1,335	369	281	-	71
澎湖縣	-	-	-	-	30
臺中市	2,605,044	3	38	1	3
桃園市	6	7	3	0	0
合計	5,093,844	3,506,125	3,314,755	4,135,791	4,248,945

資料來源：本研究整理自《農委會漁業署漁業統計年報》



由表 4-4~4-6 可得知，飼養青斑、吳郭魚的養殖戶及面積近年來已大幅度縮減，而從事虱目魚養殖的養殖戶及面積，仍維持 8,000 公頃以上，平均價格的波動也比青斑、吳郭魚來的平穩。

表 4-4 臺灣虱目魚放養量與平均價格，2014-2019

縣市別：全國，鄉鎮別：全縣市

年度	魚塭面積 (公頃)	養殖戶數	在池放養量	新放養量	平均價 (元/公斤)
2014 年	8,894	5,432	19,920,390	204,089,300	85.68
2015 年	8,598	5,182	21,815,062	370,949,237	71.26
2016 年	9,694	5,566	23,227,573	292,404,269	85.50
2017 年	9,005	5,336	20,566,315	257,714,935	80.70
2018 年	8,030	4,797	16,512,973	211,225,391	82.71
2019 年	8,157	4,776	5,740,660	196,518,239	82.48

資料來源：養殖漁業放養查詢平臺、漁產品全球資訊網-行情統計

表 4-5 臺灣吳郭魚放養量與平均價格，2014-2019

縣市別：全國，鄉鎮別：全縣市

年度	魚塭面積 (公頃)	養殖戶數	在池放養量	新放養量	平均價 (元/公斤)
2014 年	5,210	3,083	78,138,530	197,195,090	64.88
2015 年	3,832	2,884	77,501,070	211,080,102	60.65
2016 年	4,918	3,166	91,342,558	313,677,715	49.86
2017 年	4,363	2,637	82,701,507	254,638,728	44.86
2018 年	2,861	2,102	49,179,953	227,332,204	56.27
2019 年	2,756	1,957	31,275,370	275,481,111	53.91

資料來源：養殖漁業放養查詢平臺、漁產品全球資訊網-行情統計

表 4-6 臺灣青斑（點帶、馬拉巴、紅點、黑點）放養量放養量與平均價格

縣市別：全國，鄉鎮別：全縣市

年度	魚塭面積（公頃）	養殖戶數	在池放養量	新放養量	平均價（元/公斤）
2014 年	1062	1,257	33,094,322	47,457,884	224.77
2015 年	995	1,212	38,957,825	77,229,458	221.03
2016 年	1196	1,461	39,499,203	92,417,960	170.91
2017 年	1012	1,176	186,973,207	71,434,584	187.92
2018 年	757	959	23,091,645	62,621,738	219.14
2019 年	501	735	19,382,424	38,682,256	169.28

資料來源：養殖漁業放養查詢平臺、漁產品全球資訊網-行情統計

在冷凍虱目魚（含魚片）外銷方面，臺灣虱目魚主要出口國為沙烏地阿拉伯、美國及阿拉伯聯合大公國為最大宗，表 4-7。而在進口冷凍虱目魚（含魚片）方面，近年來則是以印尼進行交易為主，表 4-8。

表 4-7 臺灣虱目魚（含魚片）主要出口前十大國家，2014-2018

單位：新臺幣千元

年度	2014	2015	2016	2017	2018	
	出口值	出口值	出口值	出口值	出口值	合計
沙烏地阿拉伯	275,537	171,277	211,408	158,391	175,115	991,728
美國	136,273	157,036	169,261	137,864	181,406	762,302
阿拉伯聯合大公國	98,336	122,507	130,547	77,018	108,820	537,228
加拿大	79,228	44,458	56,743	60,677	57,314	297,658
科威特	35,899	19,562	29,647	27,597	35,852	148,557
卡達	19,512	21,401	29,131	32,916	32,912	135,872
澳大利亞	32,439	18,930	25,020	23,894	34,861	133,868
中國大陸	62,983	2,429	5,511	2,279	14,224	74,249
巴林	10,697	11,252	9,931	8,059	11,273	51,212
日本	8,497	8,303	7,794	5,027	8,682	38,280

資料來源：本研究整理自《財政部關務署》



表 4-8 臺灣虱目魚（含魚片）主要進口國家，2014-2018

單位：新臺幣千元

年度	2014	2015	2016	2017	2018	
	進口值	進口值	進口值	進口值	進口值	合計
印尼	5,029	-	10,140	13,564	5,306	34,039
馬來西亞	17,012	-	-	-	-	17,012
越南	58	-	-	-	-	58
中國大陸	-	-	-	427	-	427
其他國家	11,108	17,396	5,494	802	5,342	40,142

資料來源：本研究整理自《財政部關務署》

第二節 專家訪談結果

本研究訪談 6 位漁業產、官、學、研，及資深專業漁民等專家的深度口述訪談。問卷操作設計三個開放式的問項，設定主題包括:1.極端氣候對養殖漁業的影響。2.虱目魚養殖業的發展與未來展望。3.虱目魚養殖業的發展與未來展望。

訪談專家設定為曾研究虱目魚或在地深耕的專家，結果成功訪問六位專家，其中學界共計 2 位，政府機關 2 位，資深專業漁民 2 位，經詢問受訪專家均願意提供全名，以利學術探討。訪談結果如下:

中華民國養殖漁業發展協會執行長黃徹源博士	
極端氣候對養殖漁業的影響	極端氣候所造成的對養殖漁業的主要影響為降雨與溫度，尤其是室外養殖的模式，容易發生水中藻相及酸鹼度變化，所以管理上會更加辛苦，這也更凸顯智慧農業裡智慧魚塭系統發展的必要性。
虱目魚養殖業的發展與未來展望	虱目魚養殖在臺灣相當悠久，可以說是臺灣最早養殖魚種，也形成吃虱目魚的文化，在生活中已然不可或缺，虱目魚的未來展望應朝向產銷履歷更透明化，這點相當重要。目前虱目魚幾乎可達到全魚利用，應可在文化層面上多做推廣。而目前產業鏈樣態

	<p>為賣到加工廠，全魚冷凍外銷，我們稱之為條凍，或是進到加工廠全魚分解成魚肚、魚頭等，冷凍儲存後販售，冰先後到魚市場供給中盤商、小盤商使用，產業已相當成熟。目前產業面臨的問題為養殖戶只會養魚不會賣魚，因此價格通常由買方掌握。另外。虱目魚本身算好飼養的魚種，養殖戶若能提升經營管理能力，提高虱目魚附加價值，產業才能改變。</p>
<p>虱目魚禦寒措施建議</p>	<p>虱目魚禦寒在老祖宗傳承的方式是多為越冬溝與防風棚，這些都有照片佐證。而AI及智慧養殖，可做為輔助工具，感測結果可協助提醒與管理，在面臨極端氣候可多做準備，目前發展AI及智慧漁業儼然將成為一種趨勢，數據結果可以幫助養殖戶進行決策，因此我對發展AI及智慧漁業呈正向思考。但魚種本身的價格往往會讓養殖戶考慮是否值得安裝。</p>

<p>學界:海洋大學 施宜佳博士</p>	
<p>極端氣候對養殖漁業的影響</p>	<p>養殖生物有一定的耐受程度，常常因為極端氣候受到影響，例如：短時間的豪大雨、突然間的變冷與變熱都很容易造成水產生物的死亡或活動力的下降，過去就有文蛤因為大暴雨的緣故造成損失，所以極端氣候將是養殖漁業要面臨的很重要的議題。由於養殖地區受限於沿海等地，因此很難避免極端氣候的影響。</p> <p>農業作物採用的基因轉殖跟改良技術，是否能拿來提升養殖生物本身的耐受程度，也可以考慮，但這也有他要面臨的問題，因為基因轉殖或改良，會不會對人體有影響，還需要進一步進行研究，以現階段來講發展智慧漁業來因應極端氣候的可行性比較高。</p>
<p>虱目魚養殖業的發展與未來展望</p>	<p>虱目魚的養殖產業在南臺灣已相當成熟，但是虱目魚也會受到極端氣候的影響</p>

	<p>響，例如：前幾年發生的大陸冷氣團就造成了虱目魚的死亡。虱目魚本身是已經經過馴化的物種，再加上他可以從海水養殖，變成半淡鹹水或淡水的養殖。那虱目魚的養殖有沒有可能進到室內養殖，來避免收到海水水流或氣溫的影響而造成的損失，這點可以思考看看。而虱目魚本身為平價且高營養性的物種，若虱目魚若能克服一些天然性的災害，像是寒害或是病蟲害的部分，未來將是很容易向外界推廣與發展物種，另一方面虱目魚也是相當優質的蛋白質來源，在未來面臨糧食安全的議題上，或許是很適合人類食用的物種。</p>
<p>虱目魚禦寒措施建議</p>	<p>若是能知道寒害的時間點或是寒害及將要來臨的時候，或許可以在魚塭增加增溫設施，讓水溫維持一定的程度，來達到抗寒害效果。如果能移至室內來進行養殖也許是一個可行的策略，但是前期的建置成本就會比較高，因此在數據的收集上就十分重要，建議可以建立示範點來收集數據，對未來的發展應該是有所幫助的，但是在選址上就必須有所考量，究竟哪裡是容易發生寒害的地方就必須要好好思考。</p>

<p>學界:東南科技大學/溪南休閒農業區(漁業屬性) 施君翰博士/輔導老師/在地漁民子弟</p>	
<p>極端氣候對養殖漁業的影響</p>	<p>極端氣候就目前的人類歷史尺度仍需要有更多的科學來佐證，但目前在農漁業上確實有很多實務證據顯示極端氣候對農漁業作物有很顯著的影響，其中影響最大的便是高溫及強降雨，我自己的家族在養魚時都必須加強魚塭的巡守及調節密度，以避免水溫突然升高或急遽下降，也要避免突然的暴雨導致淹水使汙水溢淹進入魚塭，海水養殖魚塭鹽度的調節落差以及藻類突然大量孳生等等，都會造成魚塭水體環境變差，而提高養殖的風險。</p>

虱目魚養殖業的發展與未來展望	<p>虱目魚的養殖產業在南臺灣已相當成熟，未來應該要配合政府智慧農業的政策，發展智慧魚塢自動監測系統，透過大數據評估以及建立經驗法則數據，可以進一步降低虱目魚養殖的風險，另一方面也可以提升虱目魚本身的品質。</p>
虱目魚禦寒措施建議	<p>發展智慧農業智慧魚塢是相當重要的一件事情，若是能知道寒害的時間點或是寒害及將要來臨的時候，或許可以在魚塢增加增溫設施，讓水溫維持一定的程度，來達到抗寒害效果，數據的累計也有助於開發新的禦寒設施或設備來造福漁民。</p>

台南水產試驗所 張秉宏博士	
極端氣候對養殖漁業的影響	<p>溫度的快速變化會對養殖漁業造成影響，而我目前著手研究浮動型的光電，發現浮動型的太陽能板能達冬暖夏涼的效果，實驗組跟對照組溫度可以差到兩度左右，尤其是在面臨 12 度低溫時，而生產的電力能提供漁民額外的收入，且浮動型光電拆卸容易及移動方便，缺點是浮動板上會長出附著生物。但是，在面對極端氣候發生時，是否有幫助還需要進一步研究。</p>
虱目魚養殖業的發展與未來展望	<p>虱目魚在西濱沿海區域多數會兼養文蛤或白蝦，這樣的飼養方式對環境是相對友善的，因此我對虱目魚養殖的看法是很正面的，因為虱目魚養殖對環境的破壞很少，且可以透過較低成本的飼養來獲取高營養價值的食物來源，所以養殖虱目魚是一個很好的產業。現在海洋資源饋乏，捕獲量越來越低，因此養殖業會越來越蓬勃發展，尤其是虱目魚是非常好養殖的魚種，在高溫的環境下成長速度會比較快，肉質方面也是國人普遍也能接受的，且全魚的除刺技術也相當普及，除刺後的虱目魚，攤商及消費者購買回去也相當好處理。我看法是未來漁業資源少了之後，虱</p>

	<p>虱目魚將會受到重視，因為海水飼養的虱目魚味道鮮美，抗病力又強，又相當好飼養。當未來漁業資源饋乏時，市面上的魚罐頭生產，勢必會受到影響，而虱目魚罐頭將會是非常好的選擇，目前市面上也有人開始在推廣虱目魚罐頭。目前虱目魚面臨的主要問題為魚價相對較低，且只有台南灣有虱目魚的食用文化，北臺灣不太食用虱目魚，若能拓展食用虱目魚文化，虱目魚產業還是有很大的前景的。</p>
<p>虱目魚禦寒措施建議</p>	<p>目前漁民多採用越冬溝、防風棚，甚至安裝加溫設備的，其中越冬溝比較多人使用，它可以幫助魚苗越冬，在過年後收成會有比較好的魚價。中央氣象局也有開發漁業 APP 可供漁民使用，目前也不斷在修正與更新，但若整合智慧農業智慧魚塢系統，即時反饋給漁民這樣會更便利，這也是我們目前要努力的目標。</p>

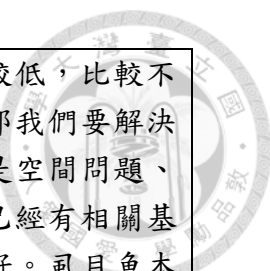
<p>資深漁民養殖戶/臺南七股區溪南休閒農業區陳文岳主任委員</p>	
<p>極端氣候對養殖漁業的影響</p>	<p>近幾年天氣越來越不穩定，節氣都有一點亂掉了，因為清明節前後常常是漁民要放魚苗的時段，這會影響往後的收成。另外，像我的魚塢都是半淡鹹水養殖，如果下雨的機率變少，那我的魚蝦類成長的速率會變緩。但是如果是下太多雨或是海水倒灌，這樣對於我包含附近的漁民損失影響恐怕會很大，畢竟漁民也是靠天吃飯，我們休區就很棒，年輕人返鄉幫忙撰寫智慧農業資訊系統，如果能進一步利用科技事先預測，這樣也許也很好。</p>
<p>虱目魚養殖業的發展與未來展望</p>	<p>虱目魚非常的有營養價值，但是魚價都起不太來，雖然不至於會虧本，但是收入上比較難有提升的空間。所以部份漁民都改養其他魚種或採用混養的方式來增加收入，近年來很多人都已經採用文蛤與虱目魚混養與草蝦、白蝦混養，專養虱目魚</p>

	<p>的養殖戶就有一些減少，記得當年還是臺南市的時候臺南前縣長蘇煥智為了要畫設保護區曾經跟漁民造成對立過，但是虱目魚養殖仍然走過來了，甚至發展出配合黑面琵鷺來臺灣時期休漁期補償的狀況，讓黑面琵鷺能在淺坪式養殖的虱目魚魚塢中覓食，這個也是我們當地相當特殊的養魚文化。目前虱目魚面臨的主要問題為魚價相對較低，但近幾年魚鬆、魚丸好像都賣不錯，甚至還發展出虱目魚冰淇淋呢！而且有的還供不應求，所以我認為虱目魚產業還是有很大的市場。</p>
<p>虱目魚禦寒措施建議</p>	<p>養殖虱目魚比較比較多人採用的禦寒措施為設置防風棚，而淺坪式養殖的漁戶還會多設置越冬溝，但這已經比較少見。目前大部分都是使用深水式養殖，因為放養量可以更多，收成量也會增加。更早期為了顧守虱目魚，避免虱目魚缺氧還會設置探更寮，住在探更寮的人半夜發現異常會立刻採取措施增加魚塢含氧量，但探更寮在外面魚塢幾乎已經看不見了。我們休區裡面還有保留這項設施，但是如果透過智慧農業系統事先能預測更好，你可以先參考我們休區發展出來的智慧農業系統看看對你是否有幫助。</p>

<p>專業資深漁民養殖戶 鄭俊明博士</p>	
<p>極端氣候對養殖漁業的影響</p>	<p>全世界的海洋資源，隨著氣候及洋流改變，他的產量及生產區會有很大的波動，還有海洋汙染問題，根據FAO的報告，養殖漁業占全球漁獲量將超過50%以上，那甚麼樣的養殖物種可以作為臺灣的代表，我認為虱目魚就很具代表性，但目前企業界、食品業界、養殖業界都不太重視虱目魚的發展。</p> <p>從這次新冠肺炎就可以發現，糧食安全危機逐漸浮上檯面，中國又同時面臨早</p>

	<p>災及水災，在龐大的人口需求下，如果漁製品能打入市場，我認為這是可以做的產業。</p>
<p>虱目魚養殖業的發展與未來展望</p>	<p>虱目魚是全世界最早導入養殖的物種之一，在古時候在電力設施、飼料產品尚未發達以前，就能夠變成一個生產產業，基本上這個物種在天擇的條件裡面，他是具有抗壓、耐不營養、環境惡劣可存活的，是人為篩選的養植物種，既然他有這種屬性，那虱目魚產業為何臺灣不是特別重視它。目前虱目魚混養是因為經濟價值演變的，因為它的價格一直沒有提升。而吳郭魚的養殖，優點是耗氧需求低，但為了追求換肉率跟時間，所以採用高密度養殖，可是死亡率太高了，在新場域養殖是很適合，但在老魚池裡飼養就必須好好考慮。</p> <p>另外，這次新冠肺炎的影響下，各地都是交通不便的情況下，甚麼食品是可以大發利市的，那就是罐頭食品。在戰略上除了五穀雜糧以外，也要有肉食的產品，虱目魚本身就具有這樣的特質，因為虱目魚在食物鏈屬於較低端的角色，他吃藻類就可以存活，他吃五穀雜糧的食物也可以存活，而且目前也沒有甚麼疾病，除了在冬天面臨 12 度以下低溫，可能會有寒害問題。</p> <p>目前虱目魚著重於在地市場，主要集中在南臺灣，北臺灣消費族群就相對較少，所以拓展市場受到限制。若從國家戰略思路來看，虱目魚養殖技術對臺灣來講是非常成熟的，如果搭配新南下政策，在東南亞國家建立包含加工的一條龍式生產，除了產品可以回到臺灣以外，還可以行銷到全世界，就目前的產值與虱目魚未來發展，我的觀點是這樣。</p> <p>而目前鮪魚、鯖魚隨著全球氣候變遷，產量趨於不穩，而且產量還再往下降，</p>

	<p>重點是這些物種，他沒辦法人工繁殖，所以這些物種有一天可能會消失，他沒辦法負荷人口的成長需求，但是虱目魚已經可以達到人工繁殖，飼料也可用五穀雜糧作為配方，來進行飼養，換取優質的蛋白質。</p> <p>臺灣目前虱目魚產量約為 5~7 萬噸，是屬於比較本土的市場，但是如果你放眼世界，發展加工產品，市場是非常大的，以臺灣目前的繁殖面積跟產業是沒辦法做到全世界的，如果我們換個思路，從產官學或是民間企業的發想，從繁殖到加工去做規劃，我相信他能成為一個很大的產業，這是我對虱目魚的分析。如果我們虱目魚產業規模夠大，未來才有控盤機會。</p>
<p>虱目魚禦寒措施建議</p>	<p>目前虱目魚在高屏地區可以達全年繁殖，如果要台南以北地區進行冬天繁殖，或許可以採取室內繁殖的模式，虱目魚在 30 度左右的水溫成長速度非常快，換肉率非常高，但是室內繁殖要去考慮水汙染問題。但畢竟虱目魚本身是草食性物種，因此，我還是建議在自然環境下繁殖。而且他是一個符合生態繁殖物種的代表，透過自然生長的藻類就可以生長。</p> <p>另外，如果我們強調的是經銷的問題，就目前臺灣做的策略及設施農業的投資，我認為是不太符合時宜，倒是如果冬季魚苗可以透過室內繁殖，之後回到魚塢內，這也是一個方法，在本土市場中，虱目成魚魚價最好的月份在，四到六月份，七月份就開始下降。就我所知高雄已經有人組成團隊進行市場調節，因為它們有足夠魚池及先天條件的溫度優勢，已有不錯的獲益。我認為臺灣應該往外走，幫年輕人找動力，或許我們可以效仿日本在巴西農業移民模式，可以確保臺灣農糧的商社可以優先供給臺灣市場滿足過國內需求，</p>



而虱目魚本身對飼料的需求較低，比較不跟其他魚種搶魚粉的需求，那我們要解決的就只有幾個重要問題，像是空間問題、淡水養殖的風味問題，這些已經有相關基礎配套可以解決，但可以更好。虱目魚本身是很好的物種，但虱目魚市場是以本土為主，因此很快就達到飽，因為消耗是固定的，所以開拓市場是很重要的，包括製成魚漿、罐頭等加工品。

如果以自動化管理來討論，在養殖過程中，水本身在物理條件及化理條件是比較複雜的。如果要投入這個產業就必須考量市場的需求，如果能拓展國際市場，是否可以在合作國發展這個產業，達成一條龍虱目魚養殖企業，我們現在都放眼本土市場，認為國際上看不起這個魚，這個才是最大的問題。鮭魚都可以成功了，為何虱目魚不行。我舉一個例子，越南在發展鱈魚養殖也經過幾年的掙扎，那為甚麼鱈魚市場會取代吳郭魚市場，因為越南鱈魚是以價格優勢取勝。

虱目魚在我父親那個年代，是老人、兒童、病患、孕婦的補品。以農糧戰略來看他是非常好的物種，當政府把牠視為戰略性物資考量，那麼投入智慧農業、即時微型氣候站、自動化加溫、自動化管理等相關設施的成本，就不會嫌成本過高了，因為數據的分析與累積是十分重要的基礎。



第三節 發展策略

本研究歸納專家訪談意見並以此擬定 SWOT 分析後，運用「交叉思考法」SWOT 矩陣概念，提出在面臨極端氣候下虱目魚養殖產業的發展建議。分析之結果彙整在表 4-1 的 SWOT 矩陣表。

1. 內部優勢：

- (1) 可全年養殖的物種。
- (2) 病蟲害病毒抵抗力強。
- (3) 可全魚利用。
- (4) 文化製產型魚種。
- (5) 優質動物性蛋白來源，營養成分高。
- (6) 生產鏈完整。
- (7) 容易與其他養植物種混養。
- (8) 養殖區已形成養殖技術完整。
- (9) 全生命週期的養殖技術已經驗豐富。
- (10) 已有完整產銷履歷。
- (11) 虱目魚本身是草食性物種對越來越而貴的飼料要求不高，可透過自然產生的藻類作為飼料，降低成本。
- (12) 符合生態養植物種的代表魚種。

2. 內部劣勢：

- (1) 屬狹溫性魚種，不耐低溫。
- (2) 漁民改往其他種類養殖。
- (3) 在臺灣的飲食習慣，只有南臺灣有虱目魚的食用文化，北臺灣不太食用虱目魚。
- (4) 虱目魚養殖漁戶逐年衰老，青年漁民接手出現狀況，養殖經驗無法有效傳承。



3.外部機會：

- (1) 有機會發展成臺灣第一批國際有機認證水產品。
- (2) 發展智慧農業智慧魚塭系統， AI 及智慧養殖，可做為養殖監控輔助工具。
- (3) 為黑面琵鷺等國際重要候鳥度冬重要食物來源之一，臺灣已發展生態保育養殖補償機制。
- (4) 冷鏈技術逐漸成熟，全魚條凍可推廣至更多其他國家來賺取外匯。
- (5) 虱目魚加工品外銷，如：罐頭、魚鬆、魚條、魚輔。
- (6) 移植室內進行養殖。
- (7) 食魚教育的推動，傳承虱目魚文化。

4.外部威脅：

- (1) 極端氣候影響劇烈。
- (2) 東南亞國家發展虱目魚養殖具有氣候優勢。
- (3) 水質汙染日益嚴重造成養殖上的問題。
- (4) 國際與國內其他魚種的競爭，鮭魚、鮪魚（金槍魚）、鱈魚等。

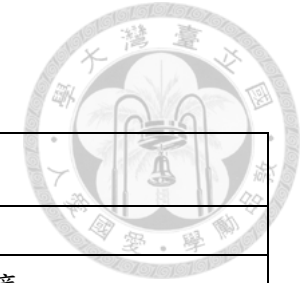


表 4-8 虱目魚養殖產業 SWOT 矩陣分析

	優勢 (S)	劣勢 (W)
機會 (O)	S-O 策略	W-O 策略
	國內虱目魚加工技術純熟，可達全魚利用。 向營養午餐供應非通路市場邁進。 食魚教育推廣，延續及推廣虱目魚文化。 透過漁企業突破在地化市場	飼料成本較其他魚種低廉。 營養價值高，已發展完全人工繁養殖技術。 讓國際認可虱目魚罐頭作為儲備糧食的優點 提升虱目魚的國際地位
威脅 (T)	S-T 策略	W-T 策略
	發展有機認證水產品，增加國際競爭力。 建構臺灣在東南亞虱目魚養殖產業基礎。 推廣生態養殖，建立永續發展機制。 提升虱目魚價值，提升產品競爭力。	改善淡水養殖虱目魚的風味。 投入虱目魚禦寒設備。 以糧食安全為訴求進行產業規劃。 發展智慧漁業穩定產量及品質

資料來源：本研究整理



本章節彙整專家訪談的結果與 SWOT 分析研擬對虱目魚產業提出相關策略，其策略分別為：


1. 極端氣候對養殖漁業的影響與對策

極端氣候所造成的對養殖漁業的主要影響為降雨及溫度，尤其是室外養殖的模式，水中藻相及酸鹼度往往會發生變化，突然間的變冷與變熱都很容易造成水產生物的死亡或活動力的下降，當前實務上所採用的做法為：設置越冬溝、防風棚、利用加溫設備及混養的方式來降低極端氣候對虱目魚養殖的風險，未來建議可以積極發展智慧養殖系統，利用大數據分析評估及即時監控系統對養殖魚塭資料進行分析與預測，其結果可即時反饋給農漁民，讓農漁民提早準備預防。藉由數據的累積對未來改善禦寒措施或設備會有一定的幫助。另外，可以進一步評估基因轉殖跟改良技術是否能提升養殖生物本身的耐受程度，但此策略必須要注意及進一步研究使用基因轉殖或改良技術，是否會對人體有影響。

2. 虱目魚養殖業的發展策略與未來展望

虱目魚為優質的蛋白質來源之一，在臺灣具有相當悠久的養殖歷史，尤其是為海水飼養的虱目魚味道鮮美，廣受大眾喜愛，肉質方面也是國人普遍能接受的，在南臺灣以形成吃虱目魚的文化，成為生活中已然不可或缺一環。在養殖上，虱目魚抗病力又強，是非常好養殖的魚種，在高溫的環境下成長速度會比較快。而目前虱目魚產業面臨的問題為養殖戶著重在生產端，銷售能力較弱勢，因此價格的通常由買方掌握。此外，虱目魚面臨的另一項問題為魚價相對較低，且當前銷售市場，只有南臺灣有形成虱目魚的食用文化，在北臺灣反而去不太食用虱目魚。

未來產業策略在「產銷面」應積極讓虱目魚走出在地化市場，目前產業鏈樣態為賣到加工廠、全魚冷凍外銷、進到魚市場供給中盤商、小盤商使用或是進到加工廠全魚分解成魚肚、魚頭等，冷凍儲存後販售。未來展望應朝向產銷履歷更透明化，並爭取有機水產相關認證、改善淡水養殖風味等，提高虱目魚附加價值。



在加工方面虱目魚目前幾乎可達全魚利用，因此可發展多元的加工產品來突破在地化市場。2019 發生的新冠肺炎 (Covid-19)，凸顯了糧食安全的重要性，而虱目魚具有快速成長及高營價值的特性，應可藉由虱目魚加工品，如：可長時間保存的虱目魚罐頭等，來打入國際市場並行銷虱目魚的優點來爭取國際地位。

在「養殖技術面」虱目魚的養殖，可配合政府目前正在推廣的智慧農業的政策，來發展智慧魚塭自動監測系統，透過大數據評估以及建立經驗法則數據，來達到科學數據與漁民智慧兩者兼備的系統，可進一步降低虱目魚在養殖上的風險及提高虱目魚生產品質。在「文化襲產面」虱目魚可以說是臺灣少數具有文化襲產的魚種，若能拓展食用虱目魚文化，對虱目魚產業有良好的幫助，透過食魚教育打入國中小學市場，來培養年輕人吃虱目魚的習慣以及延續虱目魚文化。

3.虱目魚禦寒措施建議

當前的主要禦寒措施是以防風棚為主，少部分虱目魚塭會設置加溫設施，讓水溫維持一定的程度，來達到抗寒害效果，但由於虱目魚屬於平價魚種，導致養殖戶投入增溫設施的意願較低，若能將虱目魚作為戰略性物資來進行發展，提高虱目魚重要性，突破當前在地化市場的困境，對禦寒措施的整體發展將有所改善，甚至可實現將魚苗移至室內進行短期渡冬、開發室內養殖系統等相關策略。而智慧漁業及 AI 的發展，儼然將成為一種趨勢，智慧漁業可做為養殖的輔助工具，數據結果可以幫助養殖戶進行決策與品質管理，在面臨極端氣候時，可以有更多時間進行準備，而未來若是有機會朝向自動化養殖發展，數據的分析與累積更是重要十分的基礎。

第五章 結果與討論

本研究針對虱目魚養殖主要產地臺南市為研究對象，進行虱目魚養殖與當地氣候相關資料之調查及搜集，氣候相關研究資料主要以交通部中央氣象局紀錄為主；寒害資料來源則由行政院農業委員會天然災害漁業損失統計及臺南市政府漁業科提供；漁業相關研究資料來源為行政院農委會漁業署《養殖漁業放養量查詢平臺》及漁業年報所紀錄資料，臺南市行政區共計 35 區，其中有 18 個行政區有虱目魚養殖的放養紀錄。

表 5-1 臺南市近年來虱目魚養殖戶數量

養殖戶數量					
行政區	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年
南區	46	35	33	23	22
鹽水區	79	79	76	69	83
將軍區	243	288	267	242	178
北門區	1017	1100	1015	860	764
麻豆區	61	68	120	121	80
新市區	10	6	11	10	11
安定區	19	15	13	12	14
北區	0	1	2	3	0
學甲區	418	495	509	497	452
仁德區	87	86	82	91	96
關廟區	1	2	4	1	1
安南區	603	791	816	621	644
中西區	3	2	5	7	3
西港區	14	6	11	10	7
歸仁區	0	2	2	2	2
下營區	14	21	20	27	23
七股區	686	671	671	616	582
佳里區	41	36	39	38	33
合計	3342	3704	3696	3250	2995

資料來源：本研究整理養殖漁業放養量查詢平臺




第一節 氣候測站資料

對於寒流之定義，中央氣象局預報作業上為，當臺北市氣溫測站出現日最低溫度到達 10°C 以下時，稱之為寒流。位於臺南市的氣象站共有 44 個，分別為 2 個地面氣象站及 42 個自動測站；其中 6 個自動測站僅具有紀錄降雨量功能。由於 2015 年起的氣候資料較為完整，因此，本研究彙整 2015 年至 2020 年具有氣象紀錄功能的 38 個測站資料，主要觀測月份為 12 月、1 月、2 月容易發生低溫之月份。進行 GIS 測站繪製時發現，臺南市東區無測站設置，而白河區內則涵蓋了白河、鹿寮、關子嶺三個測站，因此，在空間資料的連結上本研究僅挑選海拔高度最低在白河測站作為代表。所幸上述所提及之東區及白河區並無虱目魚放養紀錄，故該區域低溫所造成的影響並不在探討範圍之內。2015 年至 2020 年冬季的平均氣溫，除關子嶺因海拔較高外呈現 16.8°C 外，其他測站的月均溫為 18°C ~19.9°C 之間，如表 5-2。

表 5-2 臺南市 2015 年至 2020 年冬天各測站月均溫及月最低溫平均值

氣候測站名稱	冬季平均氣溫 (°C)	
	12 月-2 月 月均溫	12 月-2 月 最低均溫
臺南	19.4	10.5
永康	19.1	10.5
七股	18.4	11.1
玉井	18.8	8.4
安南	19.0	10.1
崎頂	18.4	9.1
虎頭埤	18.8	8.7
新市	19.2	9.3
曾文	19.1	9.7
北寮	18.8	9.3
王爺宮	18.2	9.1
大內	19.2	9.6
善化	19.0	9.5
媽廟	19.1	9.5



冬季平均氣溫 (°C)		
氣候測站名稱	12月-2月 月均溫	12月-2月 最低均溫
東河	18.5	9.0
下營	18.2	8.0
佳里	18.5	9.2
臺南市北區	19.4	10.9
臺南市南區	19.9	11.6
麻豆	18.9	10.6
官田	19.3	10.2
西港	18.9	10.2
安定	18.7	10.0
仁德	19.7	11.3
關廟	19.5	10.1
山上	18.9	9.3
安平	19.3	11.1
左鎮	18.4	8.0
白河	18.5	9.7
學甲	18.1	10.2
鹽水	18.0	9.3
關子嶺	16.8	7.8
新營	18.7	10.1
後壁	18.2	9.5
柳營	18.5	9.1
將軍	18.1	10.4
北門	18.2	10.9
鹿寮	18.1	8.7

資料來源：本研究整理自中央氣象局觀測資料查詢系統

第二節 Moran's I 分析

一、虱目魚養殖戶

本研究為瞭解虱目魚養殖戶在臺南市是否存在群聚現象，本研究透過 2015 年至 2019 年《養殖漁業放養量查詢平臺》所紀錄之虱目魚養殖戶資料。進行全域空間自相關分析，發現 2015 年至 2019 年虱目魚養殖戶空間自相關分析 Moran's I 值



皆為正值，表示存在正相關；而 Z 值則為大於 1.96，表示可以拒絕虛無假設。綜合上述，可以將臺南虱目魚養殖戶判定為在研究區中具有空間正相關，在空間分布上並非是隨機性，而是具有空間聚集性。

表 5-3 臺南市養殖虱目魚養殖戶分布 Moran's I 值

	Moran's I 分析表	Z 值 (z-score)
2015 年	0.285325	3.550717
2016 年	0.284639	3.492880
2017 年	0.279395	3.374825
2018 年	0.315226	3.726315
2019 年	0.268997	3.209758

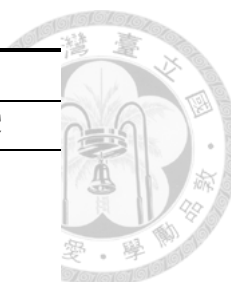
資料來源：本研究整理

二、低溫日數

虱目魚屬狹溫性魚種耐寒性欠佳，在面臨 15°C 低溫壓迫後期以及 12°C 低溫的刺激下，虱目魚血液中血糖濃度會大幅的下降，並出現致死階段（謝淑玲，2002；王俊堯，1995；胡智傑，1997）。因此，本研究將挑選 15°C、12 °C 及寒流定義之 10°C 作為研究指標，並計算研究期間內低於該數值的日數，如表 5-4，發生 15°C 以下低溫的鄉鎮區以鹽水區最高，其次為六甲區。

表 5-4 臺南市 2015 年至 2020 年各行政區低溫發生數

行政區	冬季對虱目魚影響氣溫發生日數		
	≤ 15°C	≤ 12°C	≤ 10°C
臺南區	36	4	3
永康區	39	7	3
七股區	48	6	3
玉井區	47	13	3
安南區	36	4	2
崎頂區	65	18	3
新化區	44	11	3
新市區	40	7	3



冬季對虱目魚影響氣溫發生日數			
行政區	≤ 15°C	≤ 12°C	≤ 10°C
楠西區	37	9	3
南化區	51	15	3
六甲區	69	19	4
大內區	40	9	3
善化區	40	8	3
歸仁區	43	9	3
東山區	61	17	3
下營區	57	16	3
佳里區	48	9	3
北區	38	5	3
南區	27	4	2
麻豆區	42	7	3
官田區	36	6	2
西港區	44	7	3
安定區	52	10	3
仁德區	31	4	2
關廟區	34	5	3
山上區	43	13	3
安平區	32	4	2
左鎮區	48	14	3
白河區	54	16	3
學甲區	58	11	3
鹽水區	75	23	5
新營區	51	15	3
後壁區	63	17	3
柳營區	47	15	3
將軍區	54	8	3
北門區	49	8	3

資料來源：本研究整理



本研究透過空間自相關分析 2015 年至 2019 年低溫發生數，結果發現當發生溫度 $\leq 12^{\circ}\text{C}$ 時，空間自相關中有高度的表現；而在發生溫度 $\leq 10^{\circ}\text{C}$ 時自相關程度則為較不明顯。就整體分析結果而言，Moran's I 值皆為正值，如表 5-5，表示存在正相關；而 Z 值則為大於 1.96，表示可以拒絕虛無假設。

表 5-5 臺南市 2015 年至 2019 年低溫發生數 Moran's I 值

	Moran's I 分析表	Z 值 (z-score)
15°C	0.443061	4.852194
12°C	0.612972	6.305545
10°C	0.170442	2.232895

資料來源：本研究整理

綜合上述，可以將影響臺南市各行政區低溫發生的現象判定為存在空間正相關，在空間分布上並非隨機性，而是具有空間聚集性。

三、2016 年寒害事件

本研究利用臺南市漁業科所提供之 2016 年寒害對虱目魚損失程度進行空間自相關分析，分析結果為 Moran's I 值為正值，如表 5-6，表示臺南市 2016 年寒害事件存在正相關；而 Z 值大於 1.96，表示可以拒絕虛無假設。因此，可將 2016 年寒害對虱目魚損失事件判定為具空間聚集性。

表 5-6 臺南市 2016 年寒害事件 Moran's I 值

	Moran's I 分析表	Z 值 (z-score)
2016 年	0.326389	3.508653

資料來源：本研究整理



第三節 熱點分析 (Getis-Ord G_i^*)

由於全域型空間自相關僅能瞭解研究對象在空間上是否呈現群聚，因此需要透過區域型空間自相關做細部分析，本研究應用 Getis-Ord G_i^{**} (d) 之目的，除了可判別顯著的群聚區域所在外，更可以瞭解其群聚的強度，以下本研究將針對虱目魚養殖戶、對虱目魚具影響之低溫發生日數、2016 年寒害事件進行區域型空間自相關分析，瞭解群聚區域與其群聚的強度，本研究將訂為當 Hot Spot 值越高，紅色就越鮮明，表示其群聚的強度越高；Cold Spot 值越高表示其群聚的強度越弱，藍色就越深，如圖 5-1。

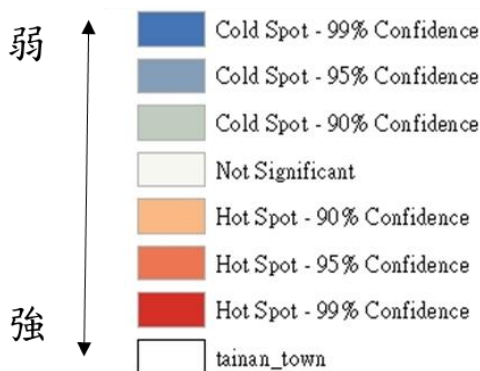


圖 5-1 熱點分析 (Getis-Ord G_i^*) 圖例說明

資料來源：本研究整理

一、虱目魚養殖戶

本研究透過熱點分析虱目魚養殖戶在空間上的群聚情形，2015 年至 2017 年虱目魚養殖戶群聚強度位置皆一致，為北門區與將軍區最高，其次為學甲區與七股區，如圖 5-2；2018 年主要群聚為北門區與將軍區最高，其次為學甲區、佳里區與七股區，如圖 5-3；2019 年主要群聚為北門區與將軍區最高，其次為學甲區、七股區與西港區，如圖 5-4。2015 年至 2019 年虱目魚養殖戶在熱點變化的上，西港區與佳里區有興起的趨勢，惟需要長期的關注才能證實。整體而言，虱目魚養殖戶的群聚位置並沒有太大的變化與變遷。

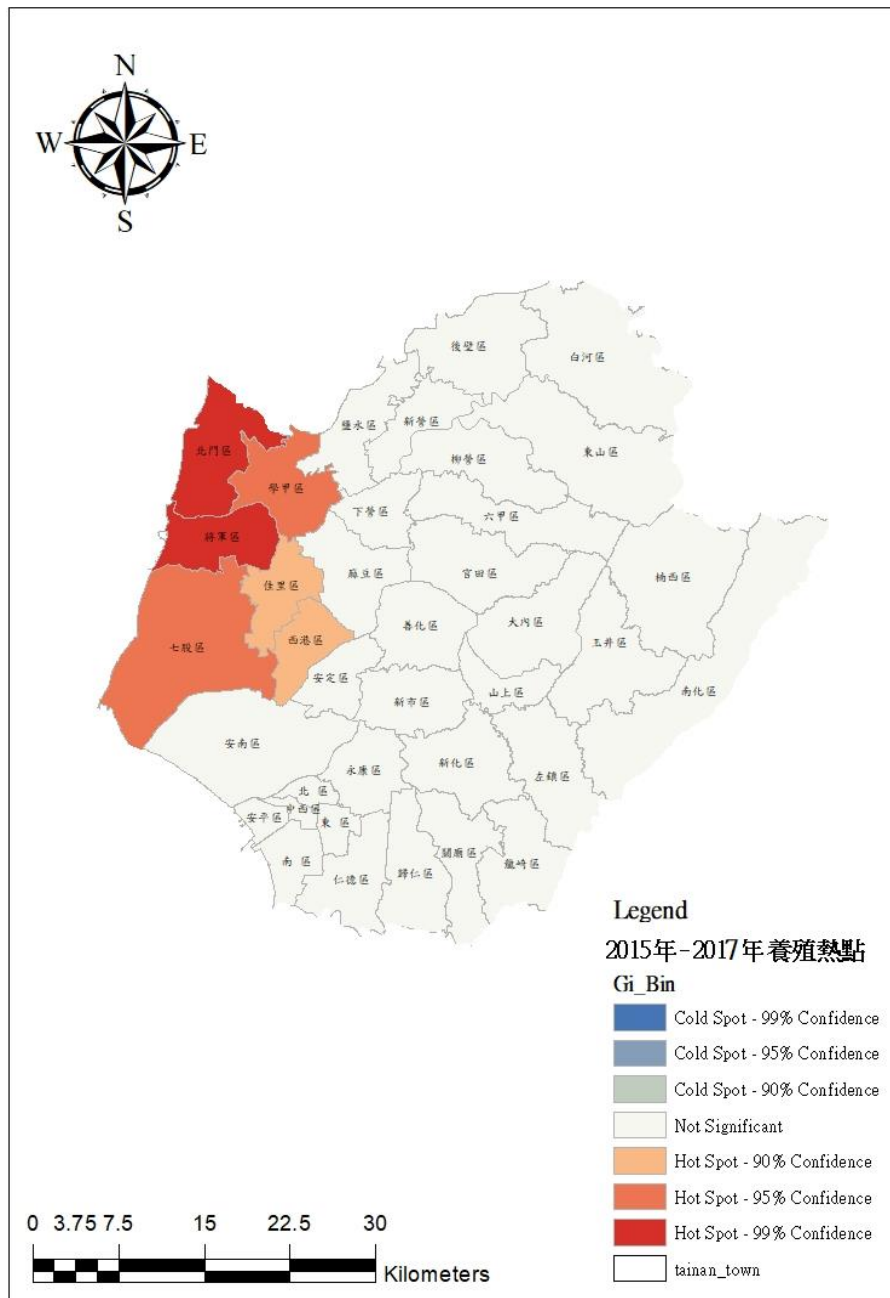


圖 5-2 臺南市虱目魚養殖戶熱點分析，2015-2017

資料來源：本研究整理

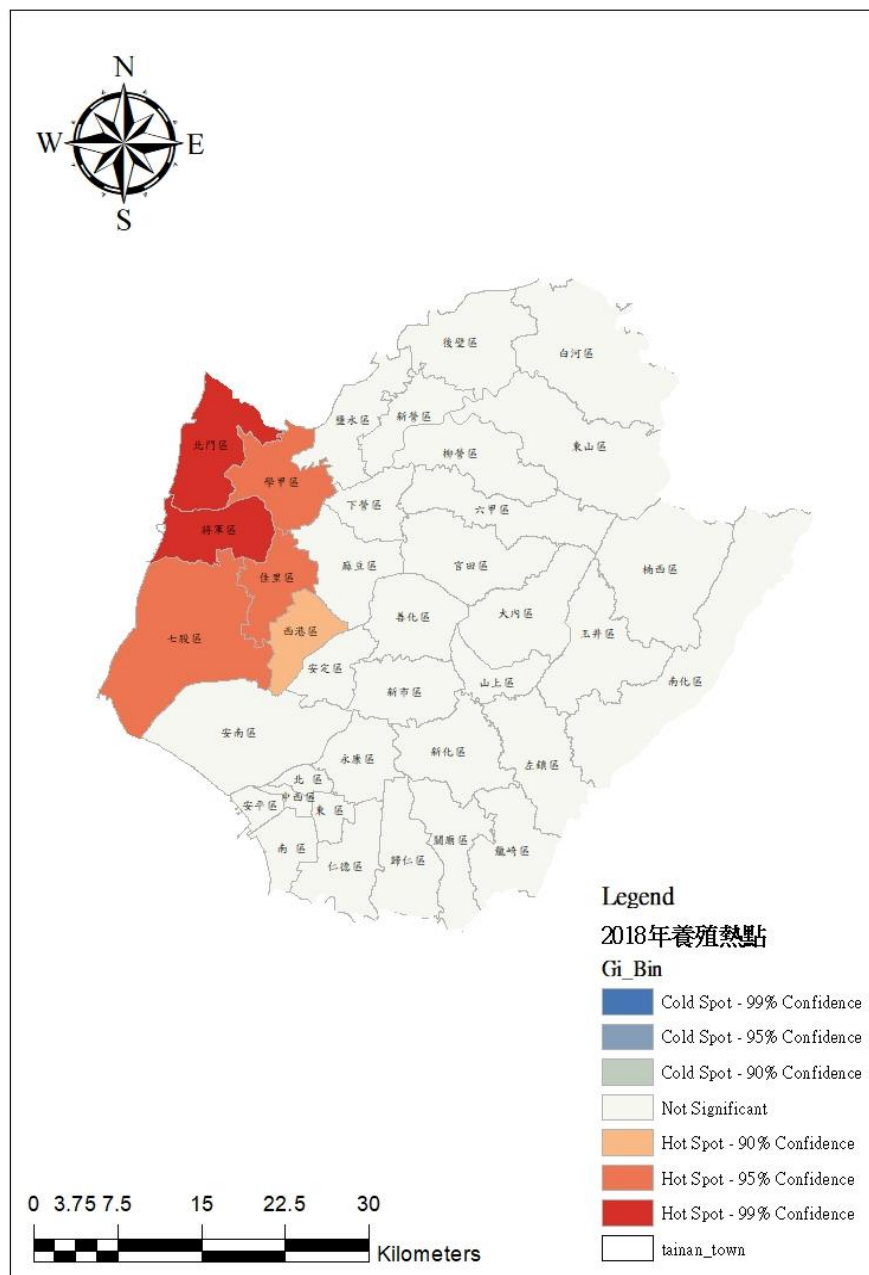


圖 5-3 臺南市虱目魚養殖戶熱點分析，2018

資料來源：本研究整理

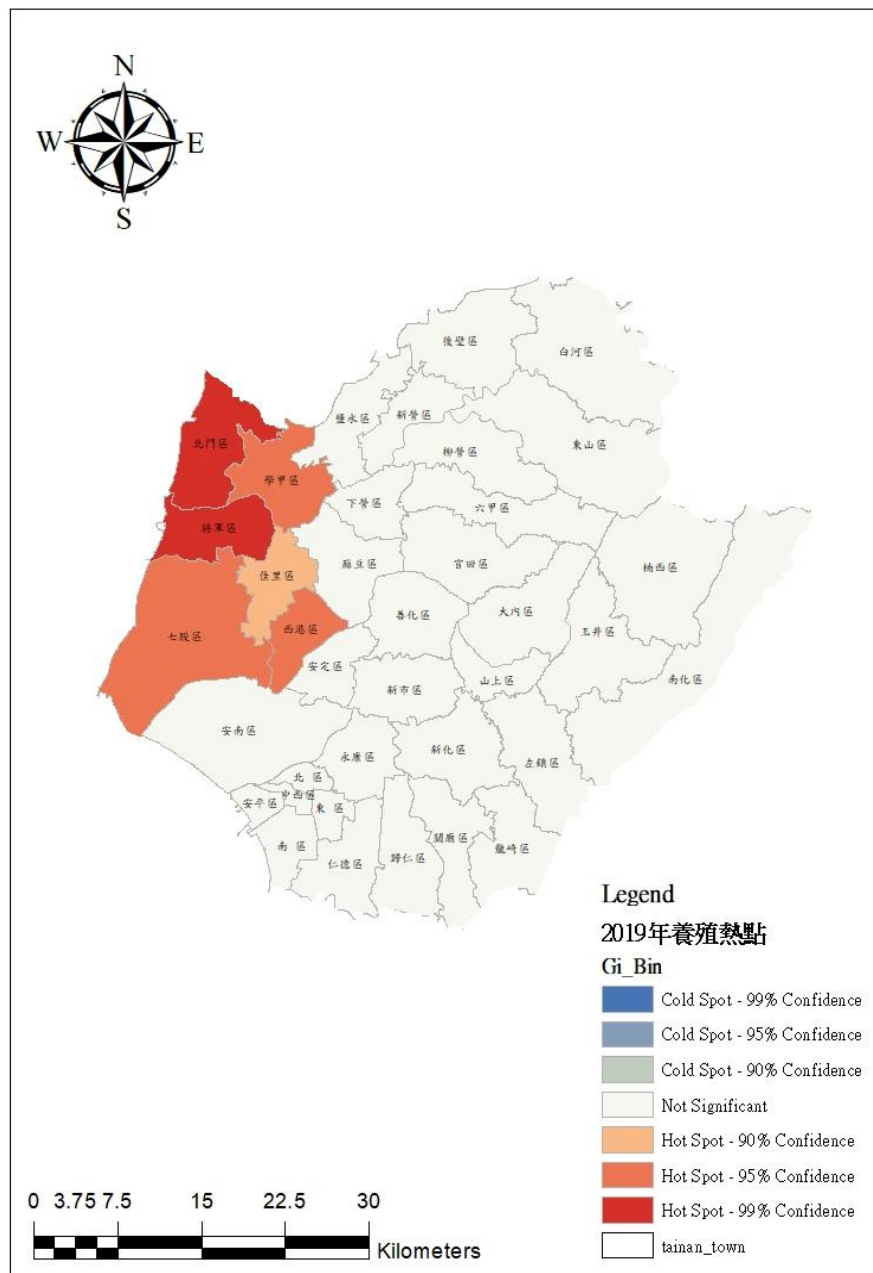


圖 5-4 臺南市虱目魚養殖戶熱點分析，2019

資料來源：本研究整理



二、對虱目魚具影響之低溫發生數

本研究透過熱點分析探討發生 15°C、12°C 及 10°C 以下日數在空間上的群聚情形，其結果如圖 5-5 ~ 圖 5-7，當發生 15°C 以下氣溫時，鹽水區、新營區、後壁區為主要群聚位置，其次為學甲區、下營區、柳營區、東山區；當發生 12°C 以下氣溫時，主要群聚位置鹽水區、新營區、後壁區、柳營區、東山區，其次為白河區、下營區、左鎮區；當發生 10°C 以下氣溫時空間群聚現象則較不明顯。

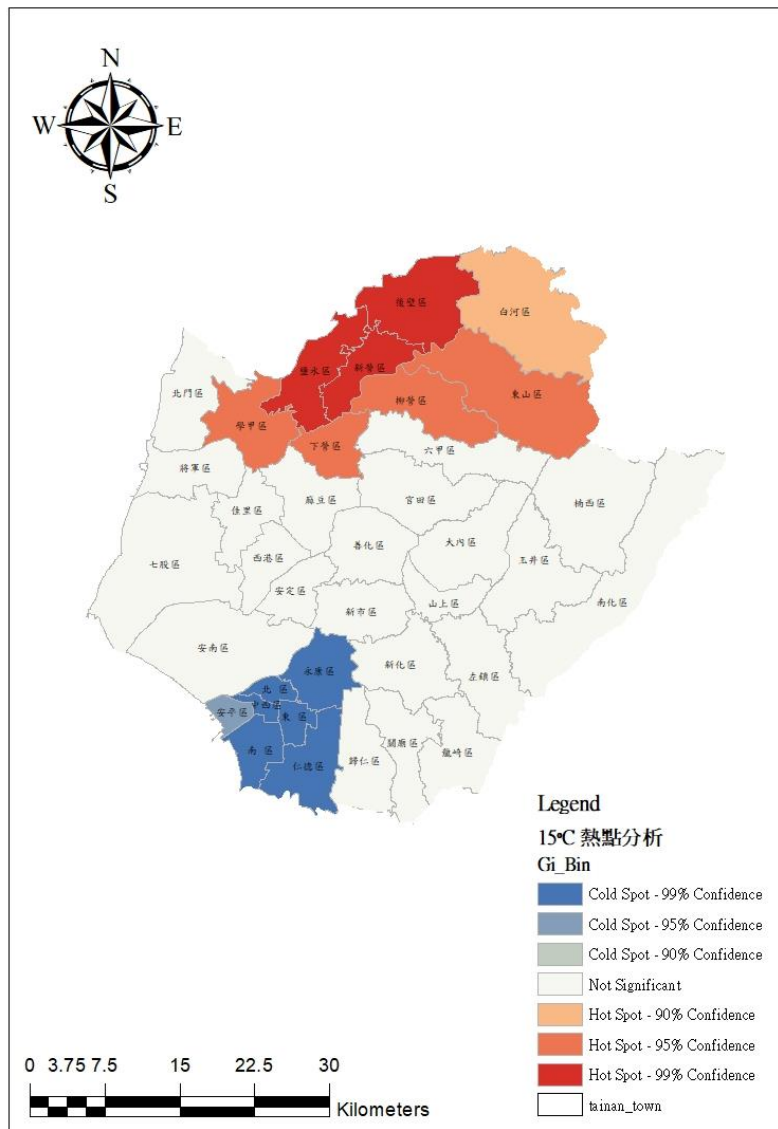


圖 5-5 臺南市發生 15°C 以下日數熱點分析

資料來源：本研究整理

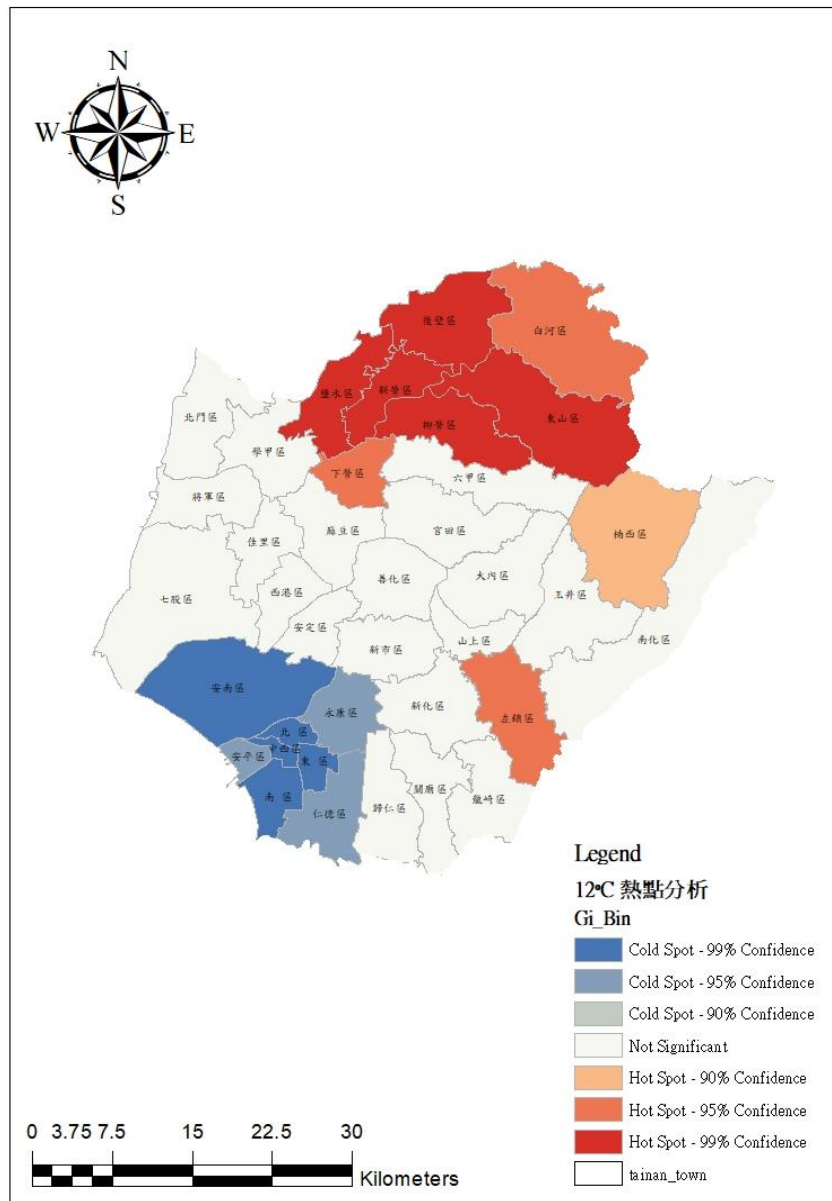


圖 5-6 臺南市發生 12°C 以下日數熱點分析

資料來源：本研究整理

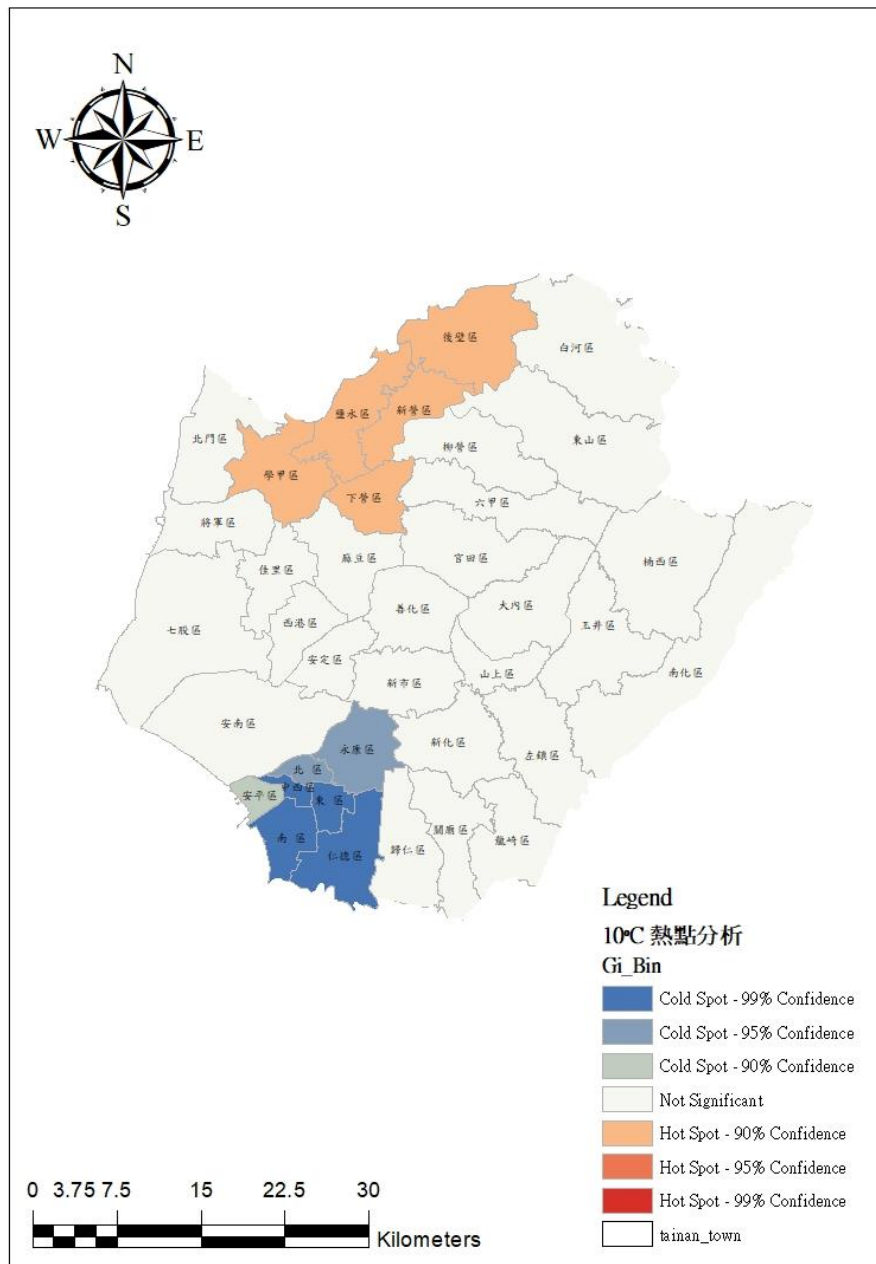


圖 5-7 臺南市發生 10°C 以下日數熱點分析

資料來源：本研究整理



三、2016 年寒害事件

本研究透過熱點分析探討 2016 年寒害事件對虱目魚損害程度在空間上的群聚情形，其結果如圖 5-8。2016 年寒害事件損害程度主要群聚位置為北門區、學甲區、將軍區、佳里區，其次是七股區及西港區，其位置大致與虱目魚養殖戶熱點相同。

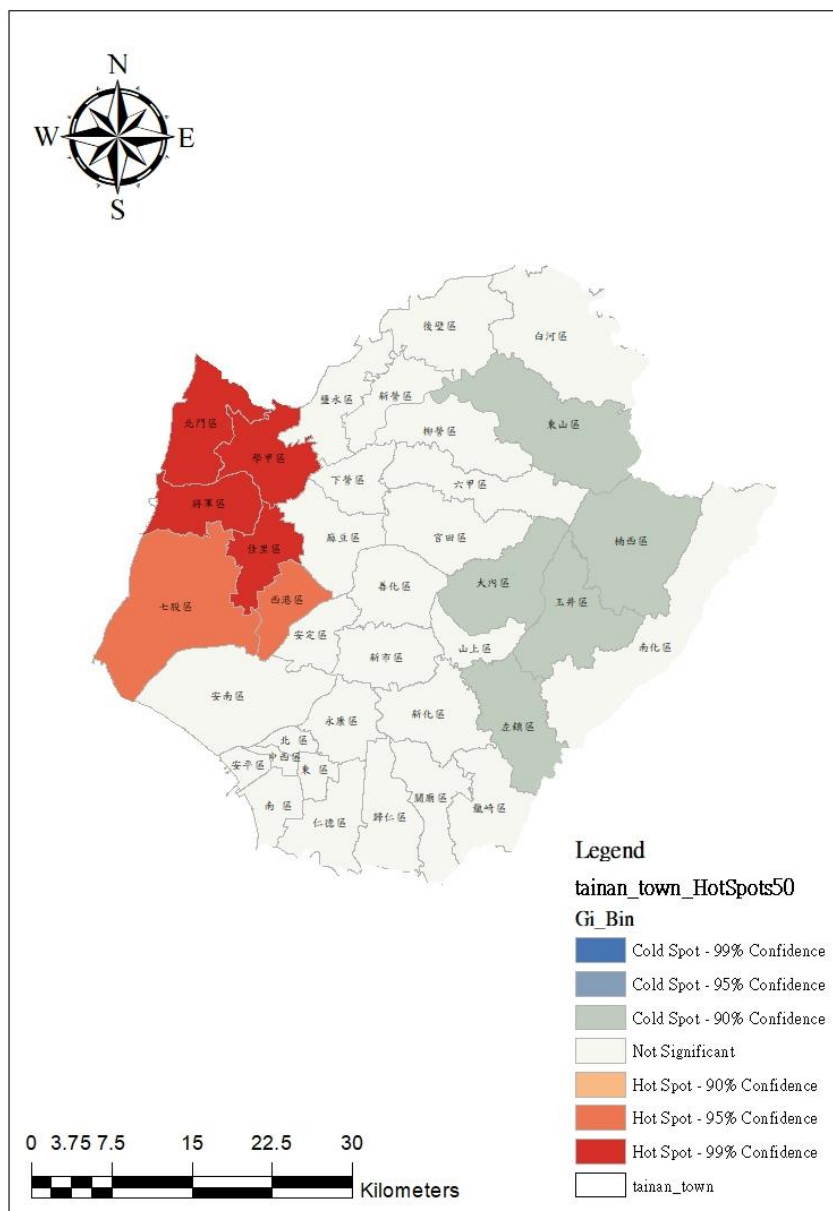






圖 5-8 臺南市寒害事件虱目魚損害熱點分析，2016

資料來源：本研究整理



第四節 LISA 空間自相關分析

本研究以空間自相關 LISA 計算局部空間自相關的地理分布，探討虱目魚養殖戶、對虱目魚具影響之低溫發生日數、2016 年寒害事件其空間群聚變化，LISA 空間自相關分為四類，分為 High-High、Low-Low、Low-High、High-Low，其代表說明如下：

熱區 hotspots		High-High 代表 LISA 值本身高，周圍值亦高（正的空間自相關）
冷區 coldspots		Low-Low 代表 LISA 值本身低，周圍值亦低（正的空間自相關）
空間例外 spatial outliers		Low-High 代表 LISA 值本身低，但周圍值高（負的空間自相關）
空間例外 spatial outliers		High-Low 代表 LISA 值本身高，但周圍值低（負的空間自相關）

一、虱目魚養殖戶

本研究以空間自相關 LISA 計算局部空間自相關的地理分布，分析結果為 2015 年虱目魚養殖戶在學甲區與將軍區呈現地理群聚的情形，如圖 5-9；2016 年~2017 間群聚的情形則集中在將軍區，如圖 5-10、圖 5-11；而 2018 年~2019 間虱目魚養殖戶群聚的情形則集中在將軍區與七股區，虱目魚養殖的經營有往南以下發展群聚趨勢，如圖 5-12 圖 5-13。

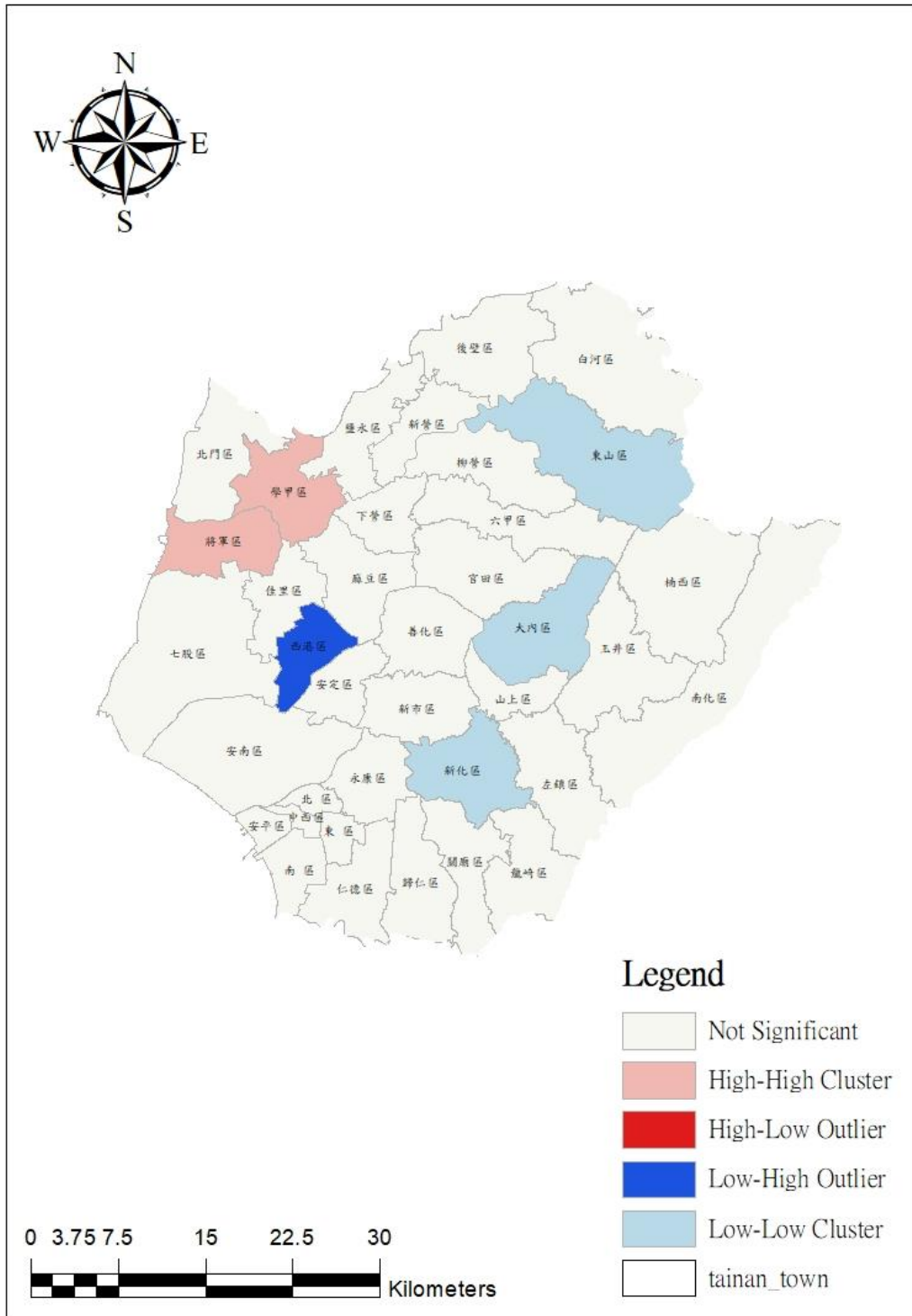


圖 5-9 臺南市虱目魚養殖戶自相關分析，2015

資料來源：本研究整理

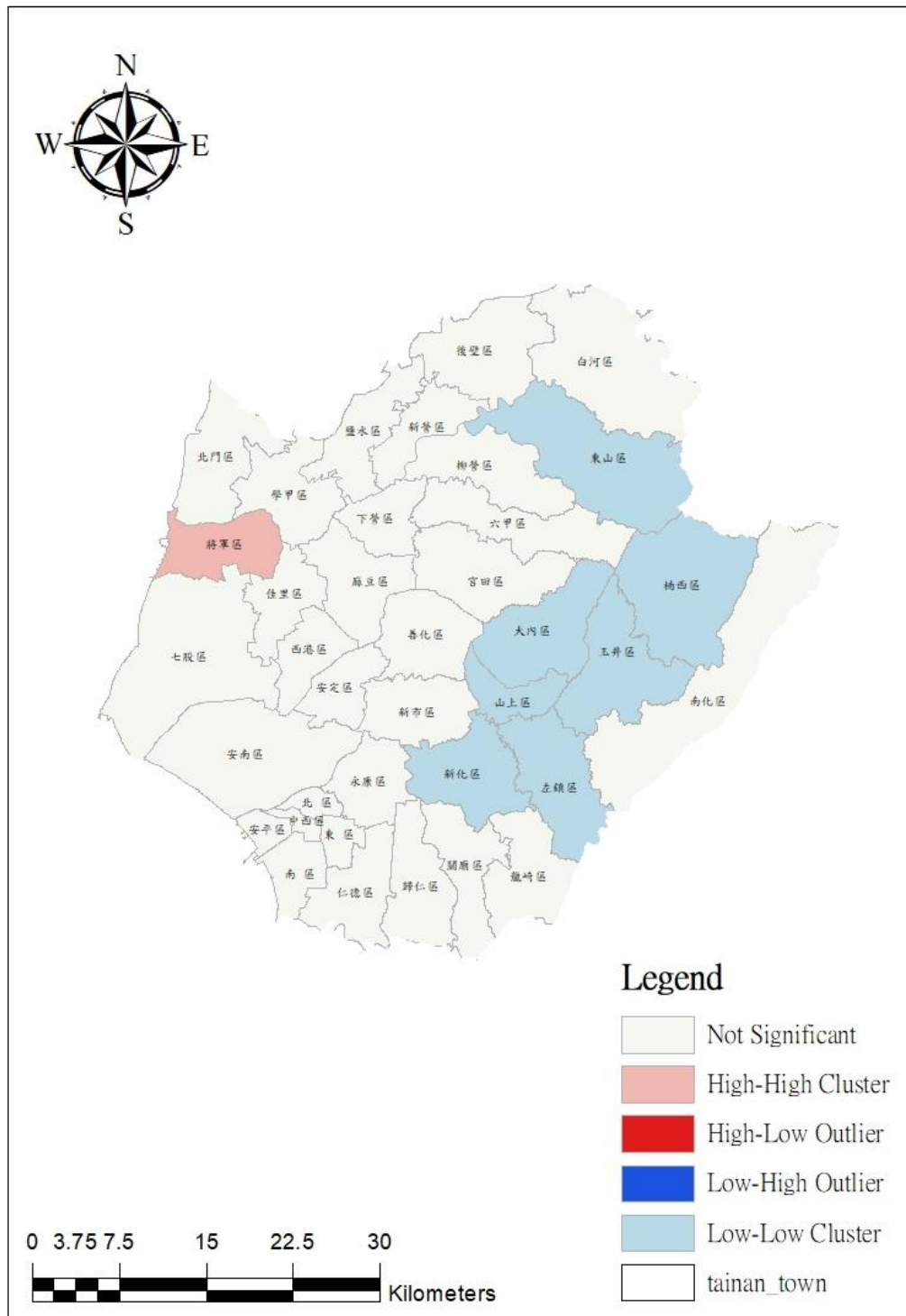


圖 5-10 臺南市虱目魚養殖戶自相關分析，2016

資料來源：本研究整理

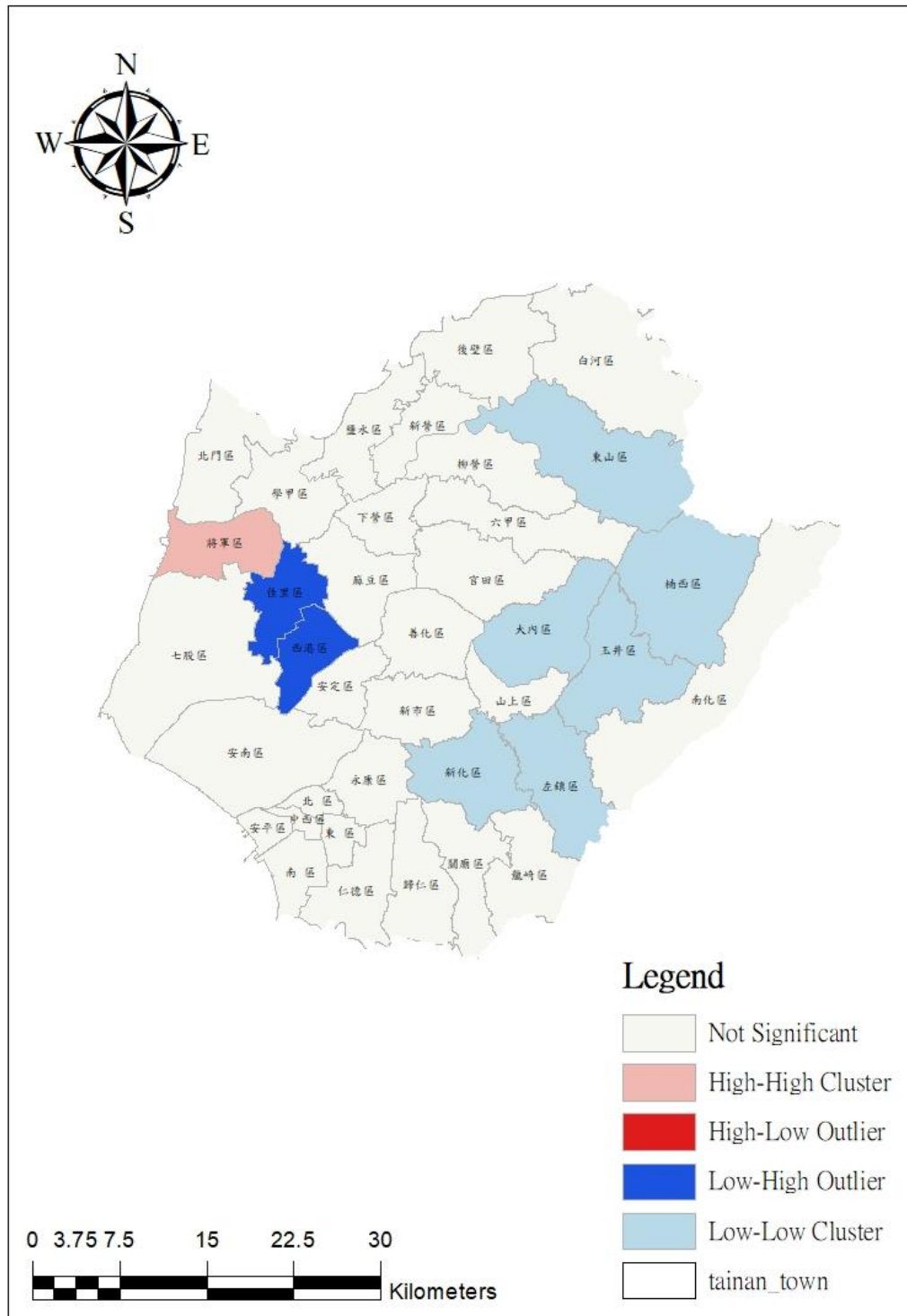


圖 5-11 臺南市虱目魚養殖戶自相關分析，2017

資料來源：本研究整理

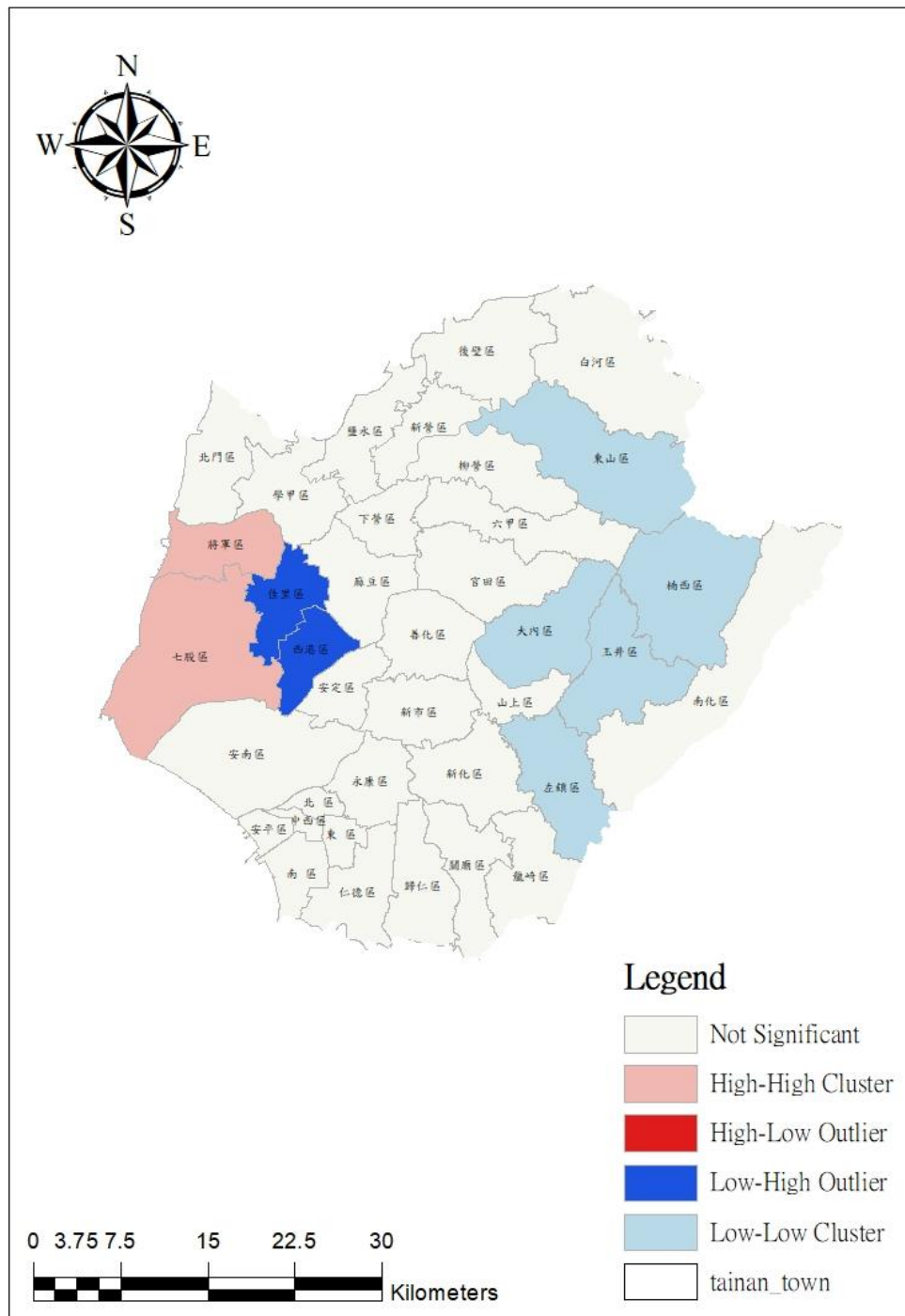


圖 5-12 臺南市虱目魚養殖戶自相關分析，2018

資料來源：本研究整理

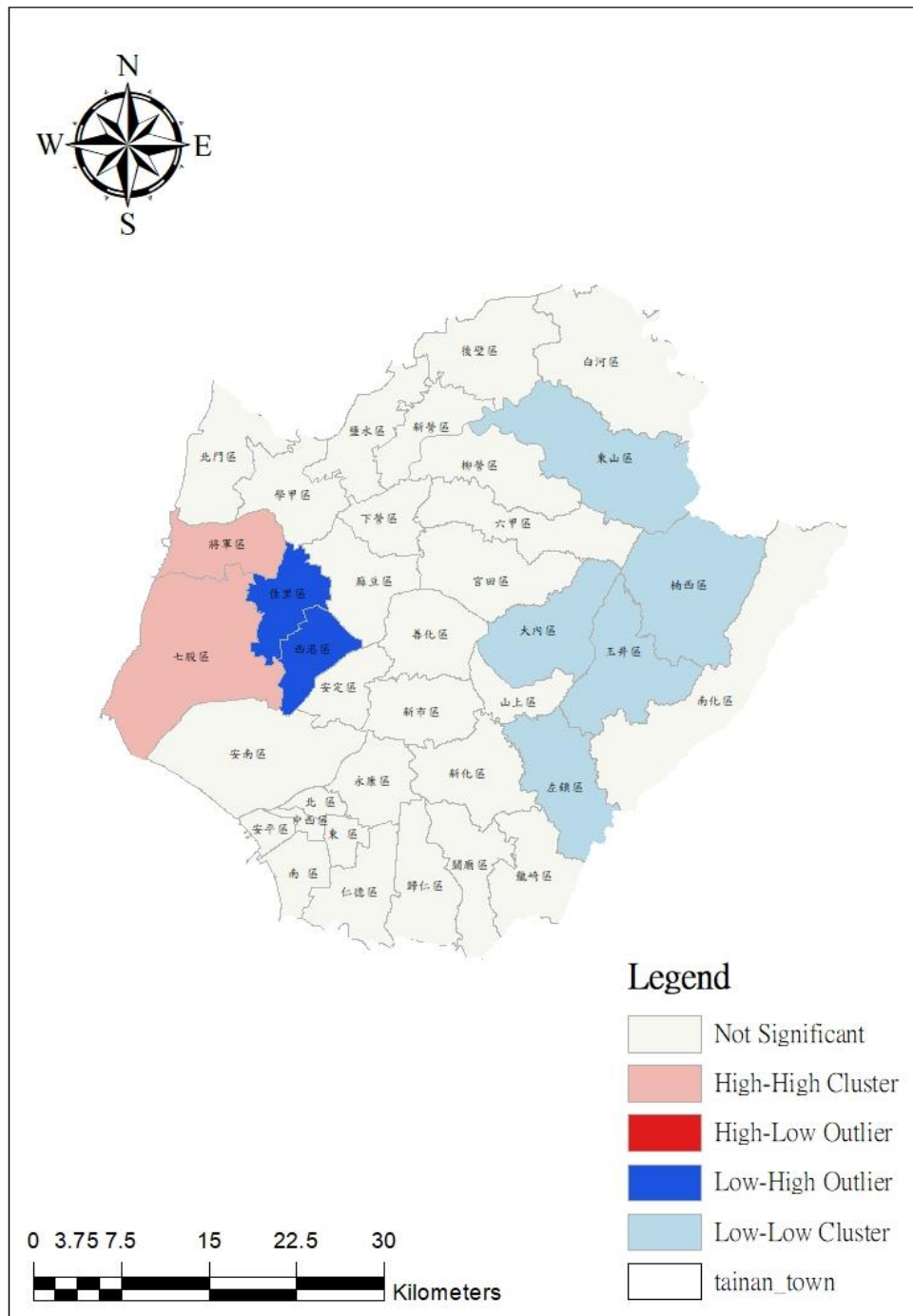


圖 5-13 臺南市虱目魚養殖戶自相關分析，2019

資料來源：本研究整理

二、對虱目魚具影響之低溫發生數

本研究透過空間自相關 LISA 分析探討發生 15°C、12°C 及 10°C 以下日數在空間上的群聚變化情形，其結果如圖 5-14 ~ 圖 5-16。當發生 15°C 以下氣溫時，熱區 (High-High) 之空間分布位置，主要仍集中在學甲區、下營區、鹽水區、新營區、後壁區、白河區、柳營區、東山區；冷區 (Low-Low) 集中在永康區、北區、東區、中西區、安平區、南區、仁德區。當發生 12°C 以下氣溫時，熱區 (High-High) 之空間分布位置，主要仍集中在下營區、鹽水區、新營區、後壁區、白河區、柳營區、東山區；冷區 (Low-Low) 集中在安南區、永康區、北區、東區、中西區、安平區、南區、仁德區。；當發生 10°C 以下氣溫時，空間群聚現象則較不明顯，冷區 (Low-Low) 集中在南區與仁德區。

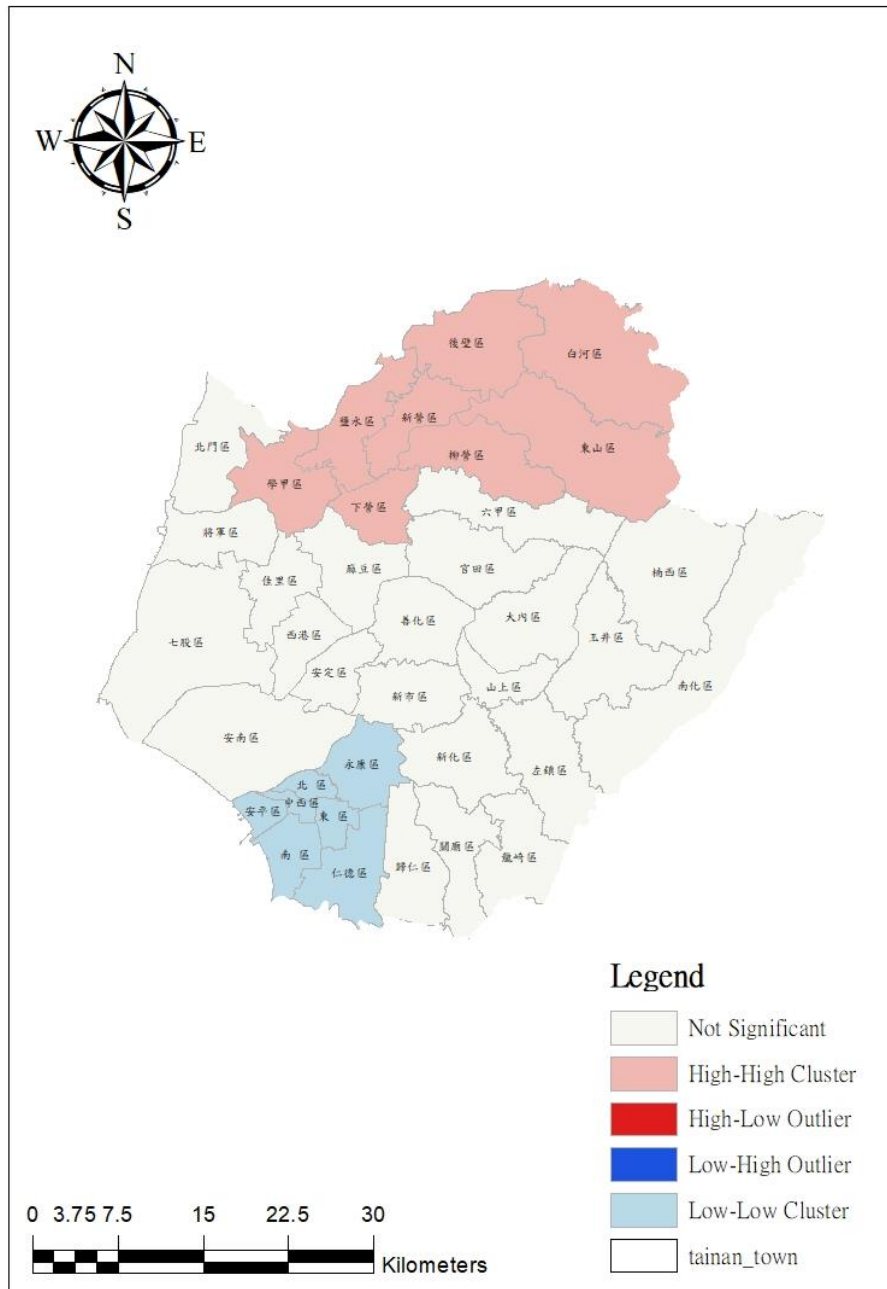


圖 5-14 臺南市發生 15°C 以下日數自相關分析

資料來源：本研究整理

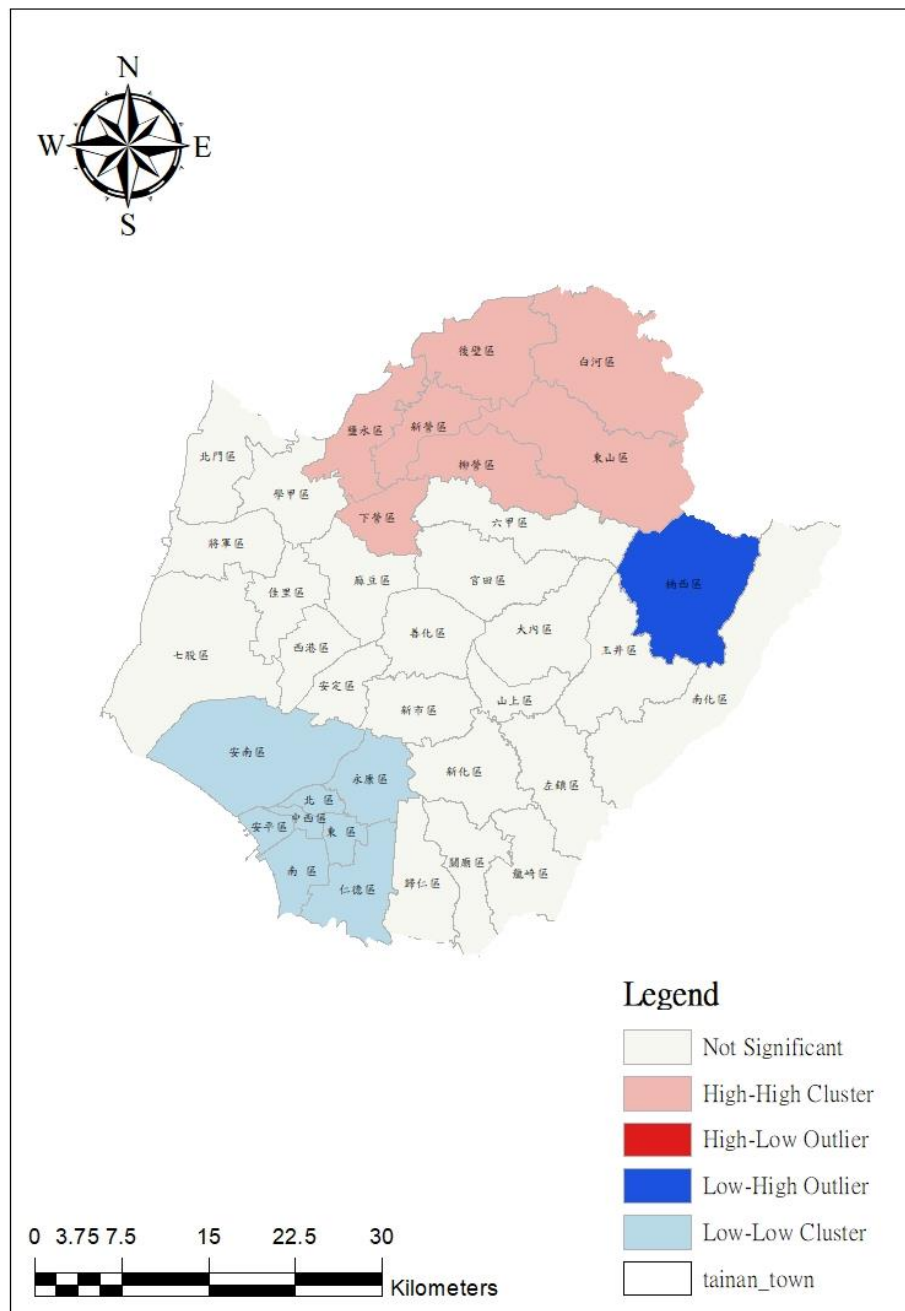


圖 5-15 臺南市發生 12°C 以下日數自相關分析

資料來源：本研究整理

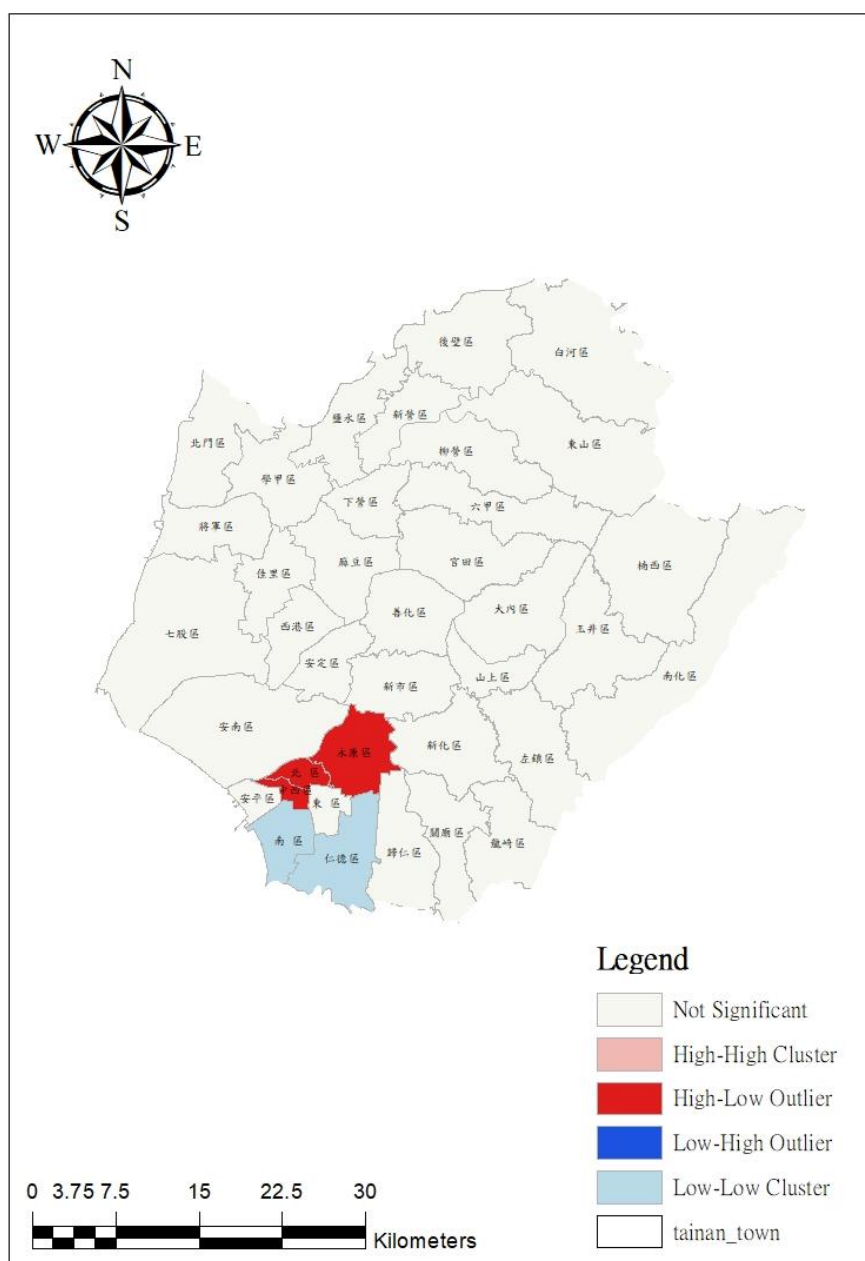


圖 5-16 臺南市發生 10°C 以下日數自相關分析

資料來源：本研究整理



三、2016 年寒害事件

本研究透過空間自相關 LISA 分析探討發生在 2016 年寒害事件對虱目魚損害程度在空間上的群聚情形，其結果如圖 5-17。熱區 (High-High) 之空間分布位置，主要仍集中在北門區、學甲區、將軍區。

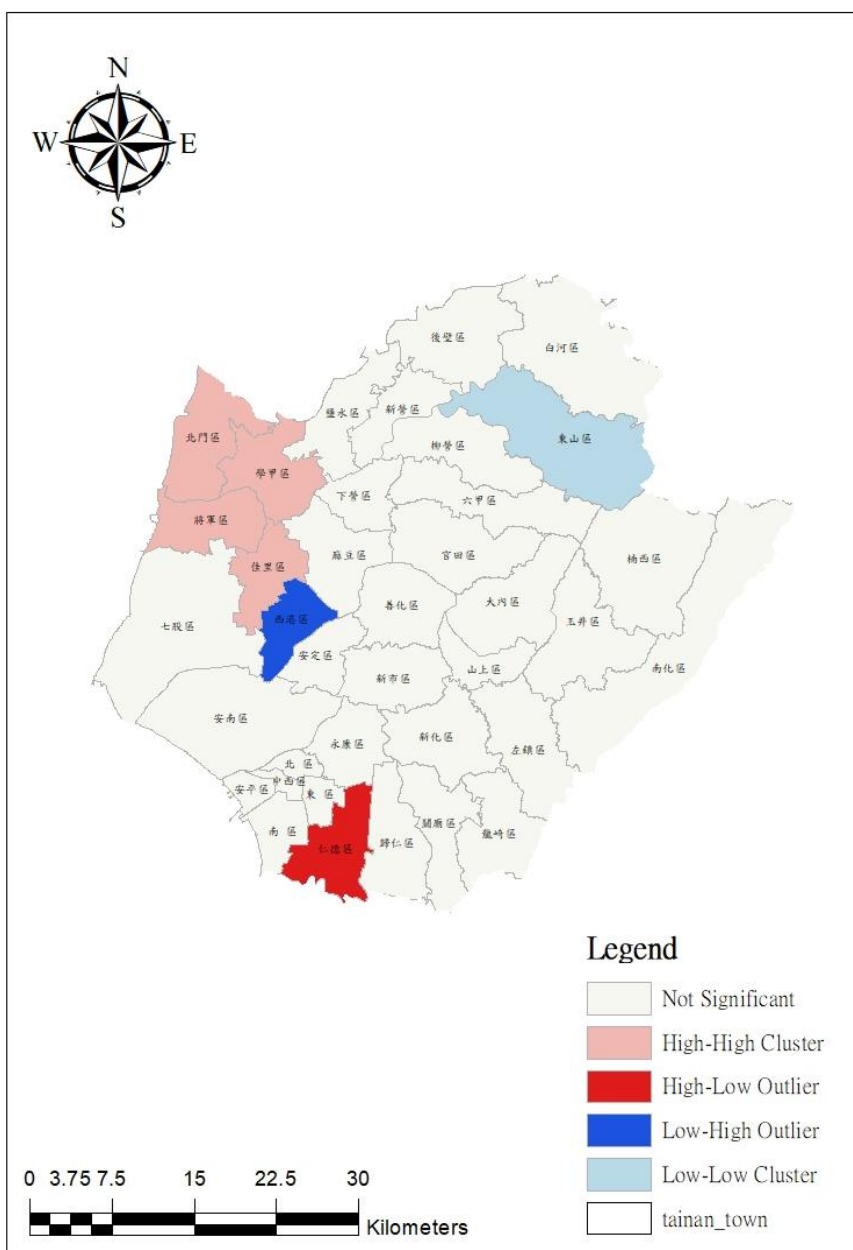


圖 5-17 臺南市寒害事件虱目魚損害自相關分析，2016

資料來源：本研究整理

第陸章 結論與建議



第一節 結論

虱目魚為臺南市主要養殖魚種，因其特性對低於 15°C 以下氣溫時會逐漸出現損失，低溫發生熱點對虱目魚養殖寒害預防上扮演重要的角色。故本研究透過空間自相關證實虱目魚養殖產業具有群聚性，並結合氣溫資料尋找容易發生 15°C、12°C、10°C 以下對虱目魚具影響之行政區熱點，以期該結果能協助中央氣象局與漁業署作為預警及制訂防範低溫策略之參考。

本研究結果包括：(1) 透過全域型空間自相關分析證實虱目魚養殖戶、受低溫影響區域及寒害損失區域在空間上存在正相關具有群聚現象，並透過區域型自相關瞭解其群聚位置與變化；(2) 2015 年至 2019 年虱目魚養殖熱點並沒有太大的變化，透過 LISA 分析可以發現虱目魚養殖熱點有往南發展的趨勢；(3) 2016 年寒害虱目魚損害熱點主要集中在，北門區、學甲區、將軍區、佳里區，其次是七股區及西港區；(4) 對虱目魚影響之低溫發生日數方面，兩種區域型自相關皆顯示在 15°C 時，群聚空間分布位置集中在學甲區、下營區、鹽水區、新營區、後壁區、白河區、柳營區、東山區；冷區 (Low-Low) 則集中在永康區、北區、東區、中西區、安平區、南區、仁德區；(5) 當發生 12°C 以下氣溫時，群聚現象變的較為明顯，熱區 (High-High) 之空間分布位置，主要集中在下營區、鹽水區、新營區、後壁區、白河區、柳營區、東山區；冷區 (Low-Low) 集中在安南區、永康區、北區、東區、中西區、安平區、南區、仁德區；(6) 當發生 10°C 以下氣溫時，空間群聚現象則較不明顯，冷區 (Low-Low) 集中在南區與仁德區。(7) 專家訪談結果表示，虱目魚產業目前之困境在於通路；針對虱目魚的禦寒措施，除傳統的防風棚等方法外，發展智慧漁業作為輔助工具是有助產業發展的。



第二節 建議

根據漁業資料庫敘述虱目魚擁有豐富的營養價值且成長快速、單位生產量高、抗病力強、對環境適應能力強，被認為是將來解決糧食問題的最佳魚種之一。

低溫對虱目魚有不良影響已被許多研究所證實，因此，本研究根據空間自相關分析結果與專家訪談結果提出以下建議：

- 一、下營區、鹽水區、新營區為發生 12°C 以下低溫的熱區，因此建議當地虱目魚養殖戶在禦寒措施上可進行相關的設備的投入。
- 二、學甲區為虱目魚養殖及發生 15°C 以下低溫的區域的熱區，因此，建議漁業署或中央氣象局可以將學甲區作為發展智慧農漁業系統的示範區域，針對養殖魚塭進行監測並提供相關資料，即時反饋給農漁民，以利產業發展以及推廣發展智慧農漁業系統。
- 三、安南區為發生 15°C 以下低溫的區域的冷區，適合建構虱目魚養殖產業，若政府將來有意願將虱目魚列為戰略性物資，可以優先考慮將安南區列為發展虱目魚加工品的外銷基地。

參考文獻



- 七股區公所，2018。「產業概況」。(<https://cigu.tainan.gov.tw/cp.aspx?n=6308>)
(2020/1/10)。
- 王人正、江昭皚，2019。「智慧農業技術介紹與應用實例」，《農業推廣手冊》。74期，1-14。
- 王安翔、龔楚嫻、吳宜昭、于宜強，2016。「2016年1月臺灣地區寒害事件彙整與分析」，《國家災害防救科技中心災害防救電子報》。128期。3月15日。
(<https://www.ncdr.nat.gov.tw/Frontend/DataService/NewsLetter>) (2020/2/10)。
- 王俊堯，1995。「低溫刺激對虱目魚及草魚醣類代謝調控之探討」。碩士論文，國立臺灣大學漁業科學研究所。
- 朱健銘，2000。「土地利用空間型態之研究」。碩士論文，國立臺灣大學地理學研究所。
- 行政院交通部中央氣象局，2015~2020。「觀測資料查詢系統」。
(<http://e-service.cwb.gov.tw/HistoryDataQuery/index.jsp>) (2020/05/02)。
- 經濟部國貿局，2020。「有關日本專家學者向水產廳提出促進智慧漁業建議書之報導」。4月6號。
(<https://www.trade.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeid=45&pid=692063>)
(2020/05/22)。
- 行政院農業委員會農業試驗所，2020。「智農是什麼」。
(<https://www.intelligentagri.com.tw/xmdoc/cont?xsmsid=0J164373919378174143>) (2020/05/22)。
- 行政院農業委員會漁業署，2014~2018。「統計年報」。
(<https://www.fa.gov.tw/cht/PublicationsFishYear/index.aspx>) (2020/4/11)。
- 行政院農業委員會漁業署，2014~2019。「行情統計查詢」。
(<https://efish.fa.gov.tw/efish/statistics/reportmap.htm>) (2020/4/18)。



行政院農業委員會漁業署，2015~2010。「養殖漁業放養量查詢平臺」。

(<https://fadopen.fa.gov.tw/fadopen/about.jsp>) (2020/4/18)。

行政院農業委員，2007~2018。「農業統計資料查詢」。

(<https://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/official/OfficialInformation.aspx>)

(2020/1/18)。

行政院農業委員會，2020。《臺灣良好農業規範養殖魚類 (TGAP)》。臺北市：行政院農業委員會。

(https://taft.coa.gov.tw/lp.asp?CtNode=276&CtUnit=80&BaseDSD=7&xq_xCat=7&role=C) (2020/05/16)。

行政院農業委員會，2007。「農業知識入口網—虱目魚主題館」。

(<https://kmweb.coa.gov.tw/subject/index.php?id=48>) (2020/05/12)。

吳新華，鄭方靖，2013。「台江地區人文資產保存與推廣計畫-虱目魚為主之養殖產業調查」。台江國家公園管理處委託辦理計畫。臺南市紅樹林保護協會。

李安進、吳美錚，2010。「水產養殖與糧食危機：機會與限制」，《嘉義大學通識學報》。8期，1-14。

李武忠、陳郁蕙、廖一久，2001。「現階段臺灣水產養殖漁業之問題與調適」，《臺灣土地金融季刊》。38卷，1期，17-33。

沈芝貝、楊雅惠、蔡依倫，2013。「從農業普查觀察我國精緻農業發展」，《中國統計學報》。51卷，2期，147-185。

周林毅、戴肇洋，2010。「養殖漁業保險制度之研究」。行政院研究發展考核委員會補助研究計畫。RDEC-RES-099-003。財團法人台灣綜合研究院。

林金定、嚴嘉楓、陳美花，2005。「質性研究方法：訪談模式與實施步驟分析」，《身心障礙研究季刊》。3卷，2期，122-136。

林彥宏、林志遠，2016。「全球智慧養殖漁業產業代表性案例研究」，《農業生技產業季刊》。48期，35-42。

林聖倫，2019。「台灣虱目魚養殖產業鏈空間特性研究」。碩士論文，國立成功大學都市計劃學系。

邵廣昭，2020。臺灣魚類資料庫，網路電子版。(<http://fishdb.sinica.edu.tw>)
(2020/05/12)。

侯清賢，2016。「氣候變遷對臺灣沿近海漁業生產衝擊與調適之研究」。博士論文，國立臺灣海洋大學環境生物與漁業科學系。

侯清賢、呂學榮、吳龍靜、張致銜、余淑楓，2018。「全球氣候變遷下臺灣東北部沿近海漁場環境變動與漁業資源衝擊評估」，發表於第40屆海洋工程研討會論文集。高雄：國立高雄科技大學。11月20日。

施君翰，2011。「遊憩導向型海岸人工生態棲地之復育模式研究」。博士論文，國立臺灣大學漁業科學研究所。

施君翰，2020。臺南市七股區。訪問，5月3日。

施宜佳，2020。基隆市國立臺灣海洋大學。訪問，4月22日。

施貽甄，2005。「以蛋白質體學觀點探討低溫寒害對虱目魚之影響」。碩士論文，國立高雄海洋科技大學水產食品科學研究所。

施雅軒，2017。「屏東縣琉球鄉土地利用變遷與分析」。碩士論文，國立高雄師範大學地理學研究所。

段洪坤，2015。「台南多元族群文化下的西拉雅族」，《民報文化雜誌》。5期。
(<https://www.peoplenews.tw/news/113fdedc-e117-496d-8102-f41e4281eddc>)
(2020/03/12)。


胡立諄、賴進貴，2006。「臺灣女性癌症的空間分析」，《臺灣地理資訊學刊》。4期，39-55。


胡智傑，1997。「虱目魚與草魚碳水化合物代謝酵素之溫度補償效應」。碩士論文，國立臺灣大學漁業科學研究所。

胡興華，2004。《臺灣的養殖漁業》。臺北縣：遠足文化。



- 范麗娟，1994。「深度訪談簡介」，《戶外遊憩研究》。7卷，2期，25-35。
- 財政部關務署，2014-2018。「進出口資料網站」。[\(http://portal.g0v.ronny.tw/\)](http://portal.g0v.ronny.tw/)
(2020/5/21)。
- 張秉宏，2020。臺南市水產試驗所。訪問，5月22日。
- 張菁芬、黃映翎，2009。「婚姻移民的空間分析：地理資訊系統的應用」，《台灣社會福利學刊》。8卷，1期，71-117。
- 許禎育、張宏浩，2010。「臺灣農家之農家所得的空間依存性分析」，《農業經濟叢刊》。16卷，1期，79-108。
- 陳文岳，2020。臺南市七股區。訪問，5月18日。
- 陳奕中，2014。「南臺灣的家魚—虱目魚」，《農政與農情》。265期。
(<https://www.coa.gov.tw/ws.php?id=2501509>) (2020/05/16)。
- 陳律祺、鐘金水、呂逸林、林金榮，2016。「淺談極端天氣對澎湖漁業之危害」。
水試所電子報第119期。
(<http://www.tfrin.gov.tw/friweb/frinews/enews0119/p3.html>) (2020/03/16)。
- 陳郁蕙、李俊霖、陳雅惠、王瓊芯，2016。「雲嘉南淹水潛勢地區之農業損失評估：
GIS 與農林漁牧業普查之整合應用」，《主計月刊》。723期，40-47。
- 陳淡容、朱容練、林欣弘、陳奕如、于宜強，2017。「臺灣低溫分析及於寒害預警
之應用」，發表於天氣分析與預報研討會。臺北：交通部中央氣象局。9月12
日。
- 陳雅惠、王瓊芯、李俊霖、陳郁蕙，2018。「農業損失空間分析與政策涵義：以雲
嘉南淹水潛勢地區為例」，《調查研究-方法與應用》。41期，7-55。
- 曾品滄，2012。「塭與塘：清代臺灣養殖漁業發展的比較分析」，《臺灣史研究》。
19卷，4期，1-47。
- 黃徽源，2020。中華民國養殖漁業發展協會電話訪問，5月29日。
- 楊智凱、施瑩艷、楊舒涵，2016。「以智慧科技邁向臺灣農業4.0時代」，《農政與

- 
- 農情》。289 期。(<https://www.coa.gov.tw/ws.php?id=2505139>) (2020/5/16)。
- 溫在弘，2015。《空間分析—方法與應用》。臺北：雙葉書廊。
- 溫在弘、劉擇昌、林民浩，2010。「犯罪地圖繪製與地圖繪製與熱點分析熱區分析方法及其應用方法及其應用：以 1998 - 2007 年臺北市住宅竊盜犯罪為例」，《地理研究》。52 期，43-64。
- 鄧志松，2005。「空間分析方法介紹」。《空間分析工作室》
(<https://ceiba.ntu.edu.tw/course/a49714/index.htm>) (2020/03/22)。
- 鄭俊明，2020。臺南市七股區。訪問，5 月 10 日。
- 鄭紹謙，2009。「臺灣虱目魚產業概況之研究」。碩士論文，國立臺灣海洋大學水產養殖學系。
- 鄭裕仁，2010。「以 GIS 空間分析克利金法研析苗栗中港溪遊憩潛力與環境景觀之關聯」。碩士論文，中華大學營建管理研究所。
- 魯謹萍、林桓億，2017。「淺談氣候異常對我國養殖漁業的影響及可能因應作法」，《經濟前瞻》。169 期，38-41。
- 賴進貴、葉高華、王韋力，2004。「土地利用變遷與空間相依性之探討-以臺北盆地聚落變遷為例」，《臺灣地理資訊學刊》。1 期 29-40。
- 戴昌鳳，2017。「氣候變遷對臺灣海洋環境的衝擊與因應策略」，163-176。刊於林俊全、周桂田編，《氣候變遷下的國家發展藍圖》。臺北：國立臺灣大學。
- 謝淑玲，2002。「虱目魚和草魚在低溫刺激下之生理反應及調適研究」。博士論文，國立臺灣大學漁業科學研究所。
- 蘇怡如、鄭美嬅、王俊豪，2013。「農作物天然災害損失之空間分析」，《農業經濟叢刊》。18 卷，2 期，73-119。
- 蘇茂生，2007。《虱目魚 160》。基隆：行政院農業委員會水產試驗所。
- 蘇偉成、劉富光，2005。「水產養殖：臺灣水產養殖的永續經營」，《科學發展》。385 期，42-49。

- 
- Anselin, L., 1995. "Local indicators of spatial association-LISA," *Geographical Analysis*. 27:93-115.
- Anselin, L., Fischer, M., Scholten, J., Unwin, D., 1996. *Spatial Analytical Perspectives on GIS*. London: Taylor & Francis.
- Bacchi, B., and N. T. Kottegoda, 1995. "Identification and calibration of spatial correlation patterns of rainfall." *Journal of Hydrology*. 165:311-348.
- Brett, J.R., 1956. "Some principles in the thermal requirements of fishes." *The Quarterly Review of Biology*. 31(2):75-87.
- Brett, J.R., 1970. "Environmental factors, part I. Temperature." in *Marine Ecology*, pp. 515-560. Edited by KINNE, O. London: Wiley.
- Brett, J.R., 1971. "Energetic Responses of Salmon to Temperature. A Study of Some Thermal Relations in the Physiology and Freshwater Ecology of Sockeye Salmon (*Oncorhynchus nerka*) , " *American Zoologist*. 11(1) : 99-113.
- Burrough, P. A., 1986. *Principles of Geographical Information System for Land Resources Assessment*. New York :Oxford University.
- Gameron, J. G., Marketing, M. D., & Leitner, M., 2005. "Chapter 3. Spatial analysis tools for identifying hot spots." in *Mapping crime: Understanding hot spots*. Edited by Gonzales, A. R., Schofield, R. B., and Hart S. V.U.S. Department of Justice Office of Justice Programs.
- Yang, Chwen-Ming., 2015. "Strategies of Adaptation and Mitigation for Coping with Climate Change Taiwan Viewpoints and Experience." *Crop, Environment & Bioinformatics*, 12(3):120-125.
- Cliff, A., Ord, J. K., 1981. *Spatial Processes: Models and Applications*. London: Pion.
- Cliff, A., Ord, J. K., 1973. *Spatial Autocorrelation*. London: Pion.
- Esri AGIS 2020. How Hot Spot Analysis (Getis-Ord G_i^*) works.



(<https://desktop.arcgis.com/zh-cn/arcmap/10.3/tools/spatial-statistics-toolbox/h-hot-spot-analysis-getis-ord-gi-spatial-stati.htm>) (2020/02/02).

- FAO 2016. "Contributing to food security and nutrition for all." *The State of World Fisheries and Aquaculture 2016*. Rome.
- FAO 2018. "Meeting the sustainable development goals." *The State of World Fisheries and Aquaculture 2018*. Rome.
- Fry, F.E.J., 1947. "Effects of the environment on animal activity." Toronto : University of Toronto Press.
- Fry, F.E.J.,1964. "Animals in aquatic environments: fishes," in *Handbook of Physiology, 4: Adaptation to the Environment*, pp.715-728. Edited by Adolph, E.F and Wilber, C.G. Washington D.C :American Physiology Society.
- Fry, F.E.J., 1967. "Responses of vertebrate poikilotherms to temperature," in *Thermobiology*, pp.375-409. Edited by . London:Academic Press.
- Fry, F.E.J., 1971. "The effect of environmental factors on the physiology of fish," in *Fish Physiology*, pp.1-98.Edited by William S. Hoar and D.J. Randall. New York :Academic Press.
- G. Gunter H.H. Hildebrand., 1951. "Destruction of fishes and other organisms on the south Texas coast by the cold wave of January 28-February 3, 1951." *Ecology*. 32: 731-736.
- Getis, A. and Ord, J. K., 1992. "The analysis of spatial association by distance statistics," *Geographical Analysis*. 24 (3):189-206.
- Glick B., 1979. "The spatial autocorrelation of cancer mortality," *Soc. Sci. Medic. Med. Geo.* 13:123-130.
- Goodchild MF., 1986. "*Spatial autocorrelation*." Norwich: Geo Books.
- Gunther, G., 1941. "Death of fishes due to cold on the Texas coast, January, 1940,"



- Ecology*. 22:203-208.
- Henderson, K.A., 1991. "*Dimensions of Choice : A Qualitative Approach to Recreation, Parks, and Leisure Research.*" Publisher: Venture Pub.
- IPCC 2014. "*Climate change 2014: Synthesis report.*" Geneva, Switzerland: IPCC.
- Leeuwen, E. P. V., G. P. J. Draaijers and J. W. Erisman., 1996. "Mapping wdeposition of acidifying components and base cations over Europusing measurements," *Atmospheric. Environ*, 30(14):2495-2511.
- Liao, 1 Chiu and Chao, Nai-Hsien, (2009). "Aquaculture and food crisis opportunities and constrains." *Asia Pac J Clin Nutr*. 18 (4) ,564-569.
- Liu, L., and A. J. Rossini., 1996. "Use of kriging models to predict 12-hour mean ozone concentrations in metropolitan Toronto—a pilot study." *Environ. Int*. 22(6):677–692.
- Minichiello V., Aroni R., Timewell E. & Alexander L., 1995. "*In-depth Interviewing, Second Edition.*" South Melbourne: Longman.
- Moran, P. A. P., 1950. "Notes on continuous stochastic phenomena," *Biometrika*. 37(1-2):17-23.
- Nangendo G, A., M. Stein, Gelens, A. de Gier, and R. Albricht., 2002. "Quantifying diVerences in biodiversity between a tropical forest area and a grassland area subject to traditional burning," *Forest. Ecol. Manag.* 164:109–120.
- Rahman, A. F., J. A. Gamon, D. A. Sims and M. Schmidts., 2003. "Optimum pixel size for hyperspectral studies of ecosystem function in southern California chaparral and grassland," *Remote Sens. Environ*. 84:192-207.
- Storey, M. & Gudger, E. W., 1936. "Mortality of fishes due to cold at Sanibel Island, Florida, 1886-1936," *Ecology*. 17:640-648.
- Tobler, W. R., 1970. "A computer movie simulating urban growth in the Detroit

region,” *Econ Geogr.*46:234-240.

Tomlin, C. D.,1990. “*Geographic Information Systems and Cartographic Modeling.*”

Publisher:Prentice-Hall.

Worm, B., E. B. Barbier, N. Beaumont, J. E. Duffy, C. Folke, B.S. Halpern, J. B. C.

Jackson, H. K. Lotze, F. Micheli, S. R.Palumbi, E. Sala, K. A. Selkoe, J. J.

Stachowicz and R.Watson., 2006.“Impacts of biodiversity loss on ocean eco-system services.”*Science.* 314:787-790.

