



# 研發專刊

<http://www.npu.edu.tw>  
06-9264115  
澎湖縣馬公市六合路 300 號

日期：2017.1.23

第 009 期

## 研發主題

1. 以提高離島科技大學學生創業動機降低創業障礙為基礎  
之創業管理課程規劃—陳甦彰教授...2
2. 沙不住·從精密測量看見澎湖山水沙灘的劣化問題—呂政豪助理教授...18
3. 電動車租借系統—莊明霖 教授...30
4. 室內孵化之刺足沼蝦 *Macrobrachium spinipes* 幼苗培育及不同鹽度下  
對其幼苗發育之影響研究-施志昫教授...34
5. 海洋底棲生物海綿紀錄片-海洋異型來襲-黃俞升副教授...44

以基礎研究與技術創新提升學校實務應用之價值

第 1 頁

國立澎湖科技大學 王瑩璋 校長

科技大學強調務實致用，學校之教學與研究須與實務相結合，而實務教學內容來自實務研究成果之轉換，然實務研究之成果確來自厚實之理論基礎，因此本校鼓勵師生進行基礎研究與技術開發，以帶動後續實務應用的產生，進一步拓展實用性價值。在本期專刊的內容中，即發表多項具澎湖地區特色的基礎研發成果，例如：以提高離島科技大學學生創業動機降低創業障礙為基礎之創業管理課程規劃、沙不住·從精密測量看見澎湖山水沙灘的劣化問題、電動車租借系統、室內孵化之刺足沼蝦 *Macrobrachium spinipes* 幼苗培育及不同鹽度下對其幼苗發育之影響研究、海洋底棲生物海綿紀錄片-海洋異型來襲、提高澎湖特色水產品的附加價值及衛生安全。本校教師可透過實務教學，將這些研發成果導入課程中，以強化學理與實務之聯結，並指導學生應用於相關產業領域，提高學生的就業競爭力與創新力，並促進學校實務應用之品牌價值。



## 以提高離島科技大學學生創業動機降低創業障礙為基礎之

## 創業管理課程規劃

作者：陳甦彰教授、劉芷妤

## 摘要

受限於離島的學習與創業環境相對於台灣本島薄弱，因此對於如何提升離島科技大學學生的創業動機、降低創業障礙，以增進學生的創業效能，不致於與本島大學的學生落差太大，因而有必要透過專業的課程安排，以提高其創業動機，降低創業障礙，以增進其知識與創業技能，進而提升學生未來自行創業成功的機會。

本研究主要探討離島科技大學學生創業動機、創業障礙與創業意願之情形，研究不同個人背景的離島科技大學學生在創業動機、創業障礙，以及創業意願的差異情形，並透過專家的建議，規劃適合的創業動機與創業障礙課程，以增進其創業動機、降低創業障礙。本研究以國立澎湖科技大學學生為研究對象，總共發出 300 份問卷，剔除無效問卷後，共有 268 份有效問卷，有效回收率 89.3%。研究結果顯示不同個人背景的離島科技大學學生對其創業動機及創業障礙的差異情形有所不同，學生的創業動機對創業意願有顯著性的影響。根據研究結果，本研究提出提升離島科技大學學生創業內在動機及外在動機，降低其經濟性因素、非經濟性因素以及風險因素障礙的單元教學大綱，希望透過此單元教學能夠增加學生未來自行創業成功的機會。

**關鍵詞：**創業動機、創業障礙、創業意願

## Abstract

Limited to the remote-islands of learning and entrepreneurial environment with Taiwan is weak,

then, how to improve Remote-Islands University of Science and Technology (RIUST) students in entrepreneurial motivation and reduce entrepreneurship barriers are very important issues. It is necessary to arrange professional courses to enhance students' entrepreneurial motivation and reduce entrepreneurship barrier, to enhance their entrepreneurial knowledge and skills, thereby enhancing the possibility of future to start their own business success.

The subjects of this study are National Penghu University of Science and Technology students. A total of 300 questionnaires were issued, excluding invalid questionnaires, 268 valid questionnaires is collected. The valid return rate is 89.3%. The results showed that there is difference on entrepreneurial motivation, entrepreneurship barriers and entrepreneurial intention in different personal backgrounds. The RIUST students' entrepreneurial motivation is significant positive influenced on entrepreneurial intention. Based on the findings, this

study proposes a teaching syllabus to enhance entrepreneurial motivation and reduce entrepreneurship barriers. It will expect that through this teaching, the RIUST students will increase the chances of success for their own business in future.

**Keywords:** Entrepreneurial Motivation, Entrepreneurship Barriers, Entrepreneurial intention



## 1. 前言

### 1.1 研究背景與動機

創業教育有兩大目標：一是希望提高學生的創業興趣和意願，另一個目標則是幫助學生了解創業並不是他們的生涯選擇(Auken, 2013；陳甦彰，2013)。陳甦彰和宋明鴻(2011)指出在學生的成長過程中，除了家庭之外，學校是個體最早且接觸時間最長的場所，學生在學校的學習態度、經驗、價值觀及成就等，往往會影響學生的升學或就業。有研究顯示學生接受創業教育後其創業興趣和意願會提高(Auken, 2013)，但有些則否(Gurel, Altinay, & Daniele 2010；陳甦彰，2013)。蔡明田等人(2008)認為個體若僅有能力，卻缺乏動機，則未必能成為成功的創業家。蔡明田等人(2008)認為個體若僅有能力，卻缺乏動機，則未必能成為成功的創業家。近年來政府、業界及學校為了能讓學生能學習和培養創業精神和創業家的態度，許多大學普遍提供創業學習課程、設立產學合作中心、創新育成中心、技術移轉/授權中心以及產學合作(陳甦彰，2013)，但因 Wang & Wong(2004)的研究曾指出學校並沒有扮演好轉換企業知識到創業興趣的角色，因而有必要在大學校園外部舉辦如 WeWin 創業競賽、TiC100 創業競賽、龍騰微笑競賽等創業競賽，以提升畢業學生創業意向與創業技能(Hsiao et al., 2012；陳甦彰，2013)。由於創業可促進景氣帶動成長降低失業率，許多國家都把創業視為解決社會失業問題的手段(陳甦彰，2013)。而台灣每年大學以上學歷畢業生超過二十萬人次，就業市場是否有足夠的胃納量？因而如何透過學生的創業來降低失業率，已成為當前政府施政的重要議題之一(陳甦彰和宋明鴻，2011)。

吳美連、莊文隆和洪培峻(2012)調查台灣 261 位 5 年以下工作經驗的年輕人，發現創業動機越高，則其創業意願會越高。陳甦彰和宋明鴻(2011)指出因

為學習領域與學習環境不同的影響，對於創業的評價與偏好也就不同，不同專業領域的學生在學習過程中可能會造成其工作價值有所差異，其調查發現科技大學學生可能因為接觸比較多的做中學實務訓練課程後，在實務操作上相對於普通大學學生熟悉，導致其創業意向較普通大學學生高。由於有研究指出創業動機會正向影響創業意願，創業障礙會負向影響創業意願(Pruett et al., 2009)，而離島地區各項資源較為匱乏，政府雖有在金門及澎湖設立大學，但學生所接受到創業教育的薰陶環境還是比台灣本島差，也造成學生自行創業成功的比例偏低，因此探討如何提高科技大學學生創業動機、降低創業障礙，以強化科技大學學生創業意願，進而提高創業成功的機會，乃成為本研究之動機。

### 1.2 研究目的

本研究以國立澎湖科技大學學生為調查對象，目的乃在了解離島科技大學學生的創業動機、創業障礙和創業意願的現狀，針對學生的狀況，規劃出提高學生的創業動機和降低學生的創業障礙的創業管理課程，以增加學生未來自行創業成功的機會。

### 1.3 待答問題

根據研究目的，本研究待答問題有：

- (一)、離島科技大學學生的創業動機、創業障礙和創業意願現狀如何？不同個人背景在創業動機、創業障礙和創業意願是否會有差異？
- (二)、離島科技大學的創業管理課程應如何規劃合適的單元及教學，以提高學生的創業動機和降低學生創業障礙？

## 2. 文獻探討

### 2.1 創業動機意涵與相關研究



創業動機是一種可促進創業者追求或推動創業目標的動力(Hsiao et al., 2014)。創業動機是創業歷程的核心，會影響個人的創業行為 Chang and Cui (2012)。蔡明田等人(2008)指出內在動機較強烈的個體會樂於承擔創業時的風險，比較會具有從事創新與創業的能力。創業動機會影響到創業意願(Pruett et al., 2009)，對創業者而言，創業不單是為了追求財富而已，甚至是一場冒險歷程，過程中所累積的相關知識與經驗，也會成為創業所追求的另一項動機(楊敏里、黃義俊和賴怡旨，2009)。女性的創業動機來自追求個人成就，其次才是因為考量經濟因素而選擇自行創業(林志鈞、李孟燕，2006)。吳美連等人(2012)則認為年輕世代即便是成長在資訊優渥的時代，但是受到資源掌握、自我期許，以及自我理想的實現等因素影響，仍會使得年輕人走向創業之路。

創業動機可以細分為四種：認知動機、獨立動機、學習動機和角色動機(Shane, Kolvereid and Westhead, 1991)。也有學者將其分成拉式和推式動機(吳美連等人，2012；蔡明田等人，2008)。拉式動機與內在的正面特質有關(蔡明田等人，2008)，指個體基於內心的正面因素以及執著本身對理想目標的堅持，會勇於追求冒險及獨立自主(吳美連等人，2012)。推式動機則與內在負面特質有關(蔡明田等人，2008)。李儒宜(1998)提出 26 項動機因素中，例如充實自我、追求個人社會成就、希望不斷學習、市場需求有空缺等，可歸類於拉式動機。而缺乏安全感、希望改善家庭經濟、升遷不容易等可歸類於推式動機。

女性的創業動機來自追求個人成就，其次才是因為考量經濟因素而選擇自行創業(林志鈞、李孟燕，2006)。吳美連等人(2012)則認為年輕世代即便是成長在高科技發達、資訊優渥的時代，但是受到資源掌握、自我期許、持有個人專利權、發覺商機，以及自我理想的實現等因素影響，仍會使得輕人走向創業之路，其調查台灣五年以下有工作經驗的職場新鮮人發現，拉式動機越高的人創業傾向越高而推式動機則與創業傾向無顯著的關係。Shinnar et

al.(2009) 調查美國學生和教師所認知的創業動機，前兩名均是追求個人獨立、實現自己的理想，希望賺比上班族還多的錢則排序在較後面。顯示金錢其實並不是美國大學生很重要的創業考慮因素。龔秀敏(2011)研究指出北京大學生想創業的前三個動機分別是：想自己做老闆、實現個人的想法、想賺很多錢。

## 2.2 創業障礙意涵與相關研究

涂雅玲(2012)引用 Wilkin(1979)的文獻指出影響創業家形成的因素有包含經濟風險、經濟機會條件和市場等的經濟因素(economic factor)及包含心理因素、創業相關法令、社會穩定性等的非經濟因素(non-economic factor)兩種。錢永紅(2007)指出風險承擔(risk taking)是創業家應具備的首要條件，具備充足冒險勇氣的人，才能迎接挑戰並且承擔可能的損失。Pruett et al. (2009)指出創業障礙會負向的影響創業意願，其採用因素分析法歸納出創業障礙的五大因子：自我效能、支持結構、營運風險、創業相關知識及創業風險。

由於創業教育的推廣不足，導致許多學生認為創業知識不夠而不敢輕易創業，而且會因為工作經驗的不足，導致創業障礙比年長者高(林君璋，2015)。李儒宜(1998)發現女性創業家可能遭遇的困難以創業資金籌措不易與市場開拓不易為主因。Hsiao et al.(2014)研究發現美國大學教師與大學生認為他們學生在創業障礙的感受明顯高於台灣的大學教師與大學生，或許是因為美國社會較崇尚個人自由，不願受到創業的羈絆；反觀在東方社會的台灣比較有任勞任怨的觀念，因此雖然認知到創業將會面臨許多困難與障礙，卻沒有構成那麼大的阻礙。

## 2.3 創業意願意涵與相關研究

創業意願指的是個體朝向特定目標或是方法行為的某種注意力、行為及經驗之心理(龔麗與謝麗芸，



2009)。創業意願會影響認知注意力，可進一步的釐清驅動機會辨識的過程，機會辨識過程是一種有意圖的思考過程，因此有許多創業意願的相關研究(Krueger, Reilly, and Carsrud,2000)。(Liñán and Chen,2009)指出如果個體擁有相對意圖是創業行為與認知的重要驅動因子，當其擁有創業意圖後，將會開始針對周遭環境及相關因素作調查與分析。Aldrich & Martinez (2001)也表示當個體擁有創業欲望的念頭時，會從事某些特定行為實際行動。Bird(1988) 定義創業意願為個體追求特定目標或相關的行為模式及經驗。其所散出的心智成熟度、正確的策略行為、思考邏輯是決定創業的關鍵因素。Lumpkin & Dess(1996)提到在實現創業意願的過程中，創業者透過知覺創業機會，檢視創業機會的可行性及利益程度，依照其個人的行為偏好評估創業機會，在多變的社會環境中創造新事業版圖。創業意願是創業者對於創立新事業的內在觀點、行為傾向及喜好程度，其為整個創業過程中的關鍵因素，將會影響到日後的企業策略定位及發展趨勢(DeNoble, Jung and Ehrlich, 1999)。Krueger et al.(2000)指出創業意願是個體追求創業的一種態度表現，對創業的機會辨識及追求市場機會之企圖心，可以決定其創業信念，落實創業的行動，當創業者擁有自己的事業或是創立新事業之前所表現出來的所有態度及想法即為創業意圖行程之開端。於創業前，考量自身的利益性及自我決策能力後，參考重要關係人之建議、蒐集所需的內外環境相關資料、衡量自身是否有達到創業的能力與條件，這些過程中的行為想法通稱為創業意願(黃義俊、鄭時宜與劉德芳，2006)。

林聖倫(2008)認為創業意願有創新事業的內在與外在觀點看法，依照自身的行為偏好為創業方向，才能形成創業意願。創業意願會受到創業者本身個性、行為偏好、生活經驗、個人特質、教育程度、相關環境及社會政策的影響(Giannetti & Simonov,2004; 范巍與王重鳴，2006)。

陳甦彰和宋明鴻(2011)指出我國大學生的創業意願屬於中等程度，其研究顯示男性的創業意願仍比

女性來得高。龔麗與謝麗芸(2009)研究大學畢業生不願創業的原因，以社會經驗不足為主因，研究其發現創業所需的各項能力缺乏佔多數，說明缺乏實務上的學習與經驗累積，是造成大學畢業生不願創業的主要情形，而有創業意願的大學生創業動機是以希望獲得更高經濟收益居高。

## 2.4 個人背景與創業動機、創業障礙及創業意願的相關研究

### 2.4.1 個人背景及創業動機相關研究

從以往的研究文獻中可發現，在創業過程中影響創業家的個人背景變項部分包含：性別、學校體制及家中排行等(范遠郁，2001; Brockhaus,1980; Hisrich & Peter,1989; Krueger,1993; Neider,1987)。性別、學校種類(大學或科大等)、所讀科系等教育學歷，皆會對學習的滿意度有顯著差異(林佩怡，1999)。Clement & Poh-Kam(2004)於研究新加坡大學生的創業興趣中發現，學生的性別、家庭企業背景，以及學生的教育程度，皆對其創業興趣有顯著的影響。

有研究指出不同的性別對於創業者的創業意向是有顯著差異性的，其中以男性部分相對高於女性(宋明鴻，2009)。林君璋(2015)指出創業者在考慮是否創業之前會受到多種因素影響，例如總體經濟環境、個人心理特徵偏好、社會及政治環境、家庭有無創業相關背景等。

家庭有企業經營背景的學生，雙親大多為老闆或創業者，因此會比一般同學容易接觸到經營的相關知識，會有較紮實的企業營運概念，家人的創業經驗對於創業者本身會有相關程度的影響(廖冠傑、翁嘉懌，2008)。父母的創業經驗對子女而言，有相當程度的影響及幫助(Butler and Herring, 1991)。鄭蕙萍(1999)研究顯示，父母的創業經驗正向顯著影響著子女的創業驅動力。不僅是言行或想法上



的獨立思考行為，創業者都是經由後天培育出來的，子女會因為受到有創業經驗的家人鼓勵或典範影響，積極正向實現自我的創業能力，所以擁有創業經驗的家人對子女的創業傾向是有顯著差異的（洪曉君、郭德賓，2006）。張金山(1991)指出，若是創業者的家人從事自僱型工作，或是父母本身就擁有自我獨立及彈性自由的工作，只要是在工作方面能夠自主不受他人控制，無論所賺金額的多寡，其在思想方面上將會啟發影響孩子日後成長選擇創業的行為。父母為自營業者，也會顯著影響子女對於創業的意願及興趣，父母適時的從旁協助督促，鼓勵子女學習獨立並對自己負責，對子女是一種良好的示範且會正向的幫助其對於創業更有信心(Wang and Wong, 2004)。然而，范遠庠(2001)也指出，除了家庭方面，學校生活亦在學生心目中占有相當重要的角色地位，學校對於學生的態度、價值觀，及經驗等教導，皆會對其未來事業發展有一定程度的影響。

## 2.4.2 個人背景及創業障礙相關研究

企業是否成功的主要障礙，即是缺乏願意承擔風險的能力（Fatoki & Chindoga, 2011）。缺乏正面動機的創業者容易失敗、股東關係不佳，以及經營方向不明確等皆是造成失敗的關鍵因素（張進芳，2005）。Gosslin & Grise(1990)研究 400 位女性創業者的結果中發現，多數女性創業者認為其所面臨的創業問題都與「性別」有關。Caliendo, Fossen, & Kritikos(2009)指出創業者的風險態度與其員工間息息相關，是選擇的是否創業的關鍵因素變項之一。Blanchflower & Oswald (1998) 發現，一個人的財富狀況和他的風險態度之間存有正向關係。造成害怕失敗的原因，有可能是受到家庭教育或社會文化的影響，導致人們都把失敗看作是一種可恥的行為，產生不必要的焦慮、緊張和痛苦（謝如梅和黃曉琳，2013）。Bosma, Jones, Autio, & Levie(2007) 指出，對失敗的恐懼與害怕是有創業抱負的人不敢創業的主要關鍵因素。

## 2.4.3 個人背景及創業意願相關研究

影響個體創業意願的個人背景變項包含性別、家庭成員的創業經驗等，其中在性別方面，男性高於女性，有顯著影響；而家中有創業經驗的成員也會提升創業者自身的創業意願（陳甦彰、宋明鴻，2011）。張金山（1991）研究指出，男性創業者比率高達 97.5%，然而女性卻只有 2.5%。近年來雖然女性創業者確實有大幅度的成長，但目前仍是男性創業者比率高於女性（經濟部中小企業白皮書，2014）。若是創業者的父母有其中一方或皆從事自僱型工作，自由及彈性的工作現象會啟發並影響子女日後創業行為的選擇，有創業經驗的父母也能從一旁觀察並協助教導創業相關經驗，瞭解其創業的方向，增進孩子的創業意願（Butler and Herring, 1991；陳甦彰、宋明鴻，2011）具有工作經驗的人會比沒有工作經驗的人多些職場認知能力與經驗累積，影響個人對於工作的態度與價值觀（黃貴祥，2000），有無工作經驗，除了影響個體日後對於工作的看法外，也會影響到其對創業的意願（洪曉君、郭德賓，2006）。

## 2.4.4 創業動機及創業意願相關研究

Greenberger & Sexton(1998)指出，影響創業動機的因素有五種：(1)發現市場出現新機會；(2)相信自身能比其他經營者或經理人更有效的管理一間公司；(3)擁有某種專業技能(expertise)，期望能夠進一步發展成自身的新事業；(4)個體本身有能力發展出某種可以在市場上獲得利基(niche)的產品或服務；(5)認為市場就業機會已被限制住，只剩下自行創業這個選項。

創業是一項橫跨多個學門領域的行為活動，其與管理領域有共通的理論基礎(Busenitz et al. 2000)。創業意願是個體因素及社會因素影響創業行為的一種中介變項，創業意願的高低能夠決定其創業的發展可能性（龔麗與謝麗芸，2009）。心理學對於創業者及其周遭關係人的心智歷程、外部環境的舉止互



動有所幫助，其能夠幫助個體發現自身的創業意向為何(Mitchell et al., 2002)。創業意願是一種心理狀態，是個體本身決定追求目標或實現其方法行為的某種注意力、舉止行為及經驗，創業者認為自己已經擁有足夠的創業能力且認識的人當中可能也有企業經營者或創業家等，對其創業意願有莫大的影響及幫助，能有效提升個體本身的創業意願及動機，對於其未來願意參與創業活動的可能性也較高(Bird, 1988)。創業動機對創業意願有正面的影響。臺灣在與創業相關的教育中面臨創業管理課程缺乏與實務連結的窘境，高等教育除了以教材內容教導學生專業知識、培育優秀人才外，也應該提供學生接觸社會的相關管道，創造其實務經驗的累積，重視與業界間的產學合作關係(Chen et al., 2013)。

#### 2.4.5 創業障礙及創業意願相關研究

政府策略、社會文化、經濟環境、產業結構，以及不確定的環境洞察力等都是影響創業行為的關鍵因素，甚至個人的遭遇及運氣也是成敗的原因(劉常勇、謝如梅，2006)。高等教育機構畢業的學生，其失業率居高不下所衍生出來的社會問題，會形成高度投資卻低度運用的資源浪費情況(江志強，2012)。個體容易受到害怕失敗之影響採行逃避目標的行為(Elliot, 1999)。

天下雜誌(2013)對台灣當前經濟成長發展動能不足、失業率逐年上升的情形，選取 10 位台灣頂尖的創業家與全台各地共 7,097 位網友進行創業調查，將台灣各行各業民眾的創業意願和 10 位不同產業間成功的創業家理念進行交叉分析，研究結果發現：高達 73% 的民眾都曾有創業的念頭，但是在資金投入方面卻不願下重本，顯示台灣民眾對於創業的意向屬於意願高企圖心低。

Segal, Borgia, & Schoenfeld (2005) 在美國某項涵蓋 114 所商學院學生的研究中發現，風險承擔能力對於學生的創業意向有顯著的影響。陳松柏(1982)分別調查未創業經驗之社會青年及接受過輔導貸款之創業青年，調查結果顯示兩者皆認為

「市場開拓問題」與「創業之資金籌措問題」為創業經營過程中的兩大困境所在，其困難所佔比重超過 50% 以上。

### 2.5 創業管理課程之相關研究

現今學校上課的教學模式大多都是教師準備好教科書或閱讀器材就進行開班授課，優點是能讓學生在有限時間內提升其對於創業理論的基礎，例如創業市場的機會、商業模式及風險評估等。此種方式對於活化課堂上的創業理論和啟發學生的想法創新能力相當有限(蔡敦浩、林韶怡，2013)。在知識經濟時代下，創業教育核心是創業精神及創新觀念的體現，每一位學生都應該要學會思考有關創業的議題，試著對創業機會做出求知、挑戰與抉擇(劉常勇，2002)。Shepherde、Douglas & Shanley (2000) 研究指出，教育可以降低創業者及其團隊在創業時的風險，有經驗的創業者或是受過教育的準創業者比較有提高新創事業存活率的能力。

陳甦彰(2013)指出創業課程的訓練目標應該是在培養學生的創業基本能力、專業能力及技術能力，指出創業教育的目標是希望能培養學生學習生活、自主性、自我管理能力的學習活動是做(doing)、想(thinking)、說(talking)，進而激發其創業精神和能力。謝如梅(2008)也指出在 Babson 學院創業系開設的創業課程是以培養學生具有高度的創業精神，並獲得創業的相關知識和能力。Shinnar et al. (2009) 研究發現跨學門的創業課程訓練可以提升學生團隊技巧、培養創新思考和承受風險可以使學生更專業的進入職場。

陳甦彰(2013)整理文獻指出創業教育應該是動手作的學習，創業課程的核心結構包括批判性思考、依賴經驗、思考創業成為職涯的選項、邀請具豐富經驗的創業家擔任客座講師。

本研究將針對離島科技大學學生的特性，規劃出提高學生的創業動機和降低學生的創業障礙的離島科技大學創業管理課程單元，以提高其創業成功的機



會。

### 3. 研究方法

#### 3.1 研究架構

本研究架構如圖 3-1 所示，主要是探討不同離島科技大學學生個人背景變項在其創業動機、創業障礙和創業意願上的差異以及離島科技大學學生的創業動機和創業障礙對創業意願的影響程度，藉以規劃出提高學生的創業動機和降低學生的創業障礙的離島科技大學創業管理課程單元，以提高其創業成功的機會。

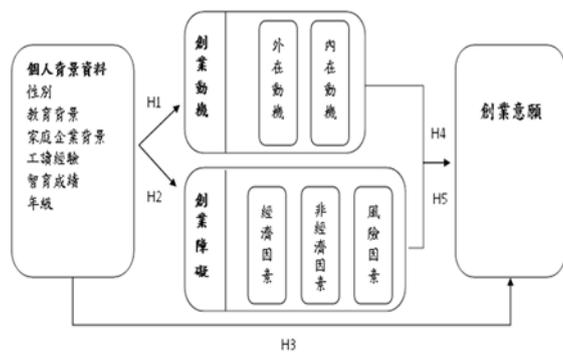


圖 3-1 本研究架構圖

#### 3.2 研究假設

本研究的研究假設如下：

H1：不同個人背景的離島地區科技大學學生在創業動機上有顯著差異。

H2：不同個人背景的離島地區科技大學學生在創業障礙上有顯著差異。

H3：不同個人背景的離島地區科技大學學生在創業意願上有顯著差異。

H4：離島地區科技大學學生的創業動機會正向影響其創業意願。

H5：離島地區科技大學學生的創業障礙會負向影響其創業意願。

#### 3.3 研究對象

本研究以國立澎湖科技大學學生為對象。正式問卷完成後，採用團體施測法，隨機抽取國立澎湖科技大學三個學院日間部三四年級，共 12 個班學生，合計發出 300 份問卷，實際回收並且剔除無效問卷後，有效問卷共計 268 份問卷，有效回收率 89.3%。

#### 3.4 研究變項與操作性定義

本研究將參考相關研究文獻對於各個變項做明確的定義。

將創業動機分為二個構面：內在動機和外在動機，共計 15 題；其次，創業障礙則分為三個構面，共計 12 題：經濟因素、非經濟因素、風險因素；最後，創業意願則為單一個構面，共計 3 題。

各研究變項操作定義如表 3-3 所示。

#### 3.5 研究工具

依據本研究架構針對研究主要變數：創業動機、創業障礙、創業意願與個人背景資料，問卷共分成四大部分，為了讓受測者能夠對於題目內容能清楚明白，本研究將問卷題目以簡單明瞭的方式呈現。問卷量表採用李克特(Likert)五點尺度量表來衡量，計分方式分別為非常同意 5 分、同意 4 分、無意見 3 分、不同意 2 分以及非常不同意 1 分，題項分別採用正、反向題問答，而分數越高表示越同意。

##### 3.5.1 問卷內容

1. 創業動機：參考 Shinnar et al.(2009)和 Hsiao et al. (2014)的量表。綜合前述文獻探討，從各學者對於創業動機的研究中可以發現，內在動機強烈的個體，有樂於承擔創業風險或機會掌握的能力，需要個人認知、自我獨立及學習的能力，能夠擁有



以上這些特質也就掌握了創業方面的特性，然而，在掌握足夠資源、發掘潛在商機等外在因素的驅動下，仍會使年輕人走向創業之路。因此將創業動機分為以下二個構面：(一)內在動機；(二)外在動機。

2. 創業障礙：綜合前述文獻探討，各學者認為創業障礙會負向影響創業意願，由於創業教育推廣不足、沒有足夠資金、員工招募的問題等因素，學生會自認為創業知識不足、受到創業資金的限制及經濟不景氣，而不敢輕易投入創業。亦參考 Shinnar et al.(2009)和 Hsiao et al. (2014)的量表，將創業障礙分為經濟因素、非經濟因素、風險因素等三個構面。

3. 創業意願：參考 Kolvereid (1996)對於創業意願衡量量表進行衡量。Kolvereid(1996)指出在這個競爭激烈、變化多端的環境中，正確的思維與行為能成就成功的因素，把握創業機會並依照自己心中的信念或行為傾向，逐步實現自我理想之目標(林君璋，2015)。

4. 個人背景資料共有6題，皆為單選題。內容包括：性別、教育背景、企業背景、工讀經驗、智育成績與就讀年級等。

5. 本研究變項操作定義如表 3-1 所示。

表 3-1 本研究變項操作定義表

構面	操作性定義
創業動機	
內在動機	指創業者充實自我、主動出擊，追求個人成就等，建立屬於自己的事業為創業期望之心態。
外在動機	在追求機會的過程中，受到外在因素想法的改變，不斷學習與磨練，實現個體想做老闆的動機。
創業障礙	
經濟因素	包含資本、勞動力、技術、市場、原料、經濟風險和經濟機會條件等。

非經濟因素	包含創業觀念性、心理因素、相關法令、安全性、社會穩定性等。
風險因素	風險承擔是創業家需具備的首要條件，備有冒險勇氣的人才能夠迎接挑戰，投入時間、精力和財力，並要承擔可能的損失。
創業意願	
創業意願	評估個人是否擁有對於創新事業的利益及自我理想，願意於創新事業中把握創業的機會。

資料來源：本研究整理

### 3.5.2 問卷資料分析

#### 1. 項目分析

2. 根據各個變數的每個題項，在極端分組及與總分相關檢定各題項都達到顯著水準，表示不須刪除，全部保留進行因素分析。

#### 3. 因素分析

4. 表 3-2 顯示：

5. (1).創業動機：題項 A5、A7、A15 的分析結果不如預期，故刪題。其餘題項均達 0.45 以上，累積解釋變異量達 48.288%。

6. (2).創業障礙(表 3-3)：本量表沒有刪題。共萃取 3 個構面，各題項均達 0.45 以上，且累積解釋變異量達 65.697%。

7. (3).創業意願(表 3-4)：本量表沒有刪題。題項均達 0.45 以上，累積解釋變異量達 73.276%。

表 3-2 因素分析結果表

創業動機		
初始特徵值	4.041	1.753
解釋變異量%	33.678	14.610
累積解釋變異量%	33.678	48.288



創業障礙			
初始特徵值	5.686	1.717	1.027
解釋變異量%	47.386	9.756	8.555
累積解釋變異量%	47.386	57.142	65.697
創業意願			
初始特徵值	2.198		
解釋變異量%	73.276		
累積解釋變異量%	73.276		

經濟因素	0.709	0.898
非經濟因素	0.864	
風險因素	0.831	
創業意願	0.817	0.817

## 8. 效度分析

「創業動機」KMO 值為 0.835、「創業障礙」KMO 值為 0.905，而「創業意願」KMO 值則為 0.696，Bartlett 球形檢定均達標準和顯著水準。其各構面解釋變異量分別為 48%、65%、73%，確定量表符合因素分析之條件。

## 9. 信度分析

表 3-3 顯示：

(1).創業動機：各構面之 Cronbach' s  $\alpha$  值介於 0.751~0.786 之間，整體 Cronbach' s  $\alpha$  值為 0.814，符合信度衡量標準。

(2).創業障礙：各構面之 Cronbach' s  $\alpha$  值介於 0.709~0.864 之間，整體 Cronbach' s  $\alpha$  值為 0.898，符合信度衡量標準。

(3).創業意願：整體 Cronbach' s  $\alpha$  值為 0.817，符合信度衡量標準。

表 3-3 信度分析結果表

構面	Cronbach' s $\alpha$ 值	整體 Cronbach' s $\alpha$
內在動機	0.751	0.814
外在動機	0.786	

## 共同方法變異

本研究採用 Harman 單一因素檢測法進行研究變項間共同方法變異的檢定。將創業動機及創業障礙的所有變項個別以最大變異法進行因素分析，資料經由主成份因素分析（最大變異數直交轉軸）後顯示，從題項抽取出的特徵值皆大於 1 的因素，第一個因素並未超過解釋變異量的 50%，因此本研究採用自陳量表並無嚴重的共同方法變異問題。

## 4. 研究結果與討論

### 4.1 樣本資料分析

本次調查樣本的背景資料如表 4-1 所示。

表 4-1 本研究調查問卷樣本

項目	次數	百分比
性別		
男	173	64.6
女	95	35.4
高中學校類別		
高中	23	8.6
綜合高中	42	15.7
高職	203	75.7
家庭有無企業背景		
有企業背景	30	11.2
無企業背景	238	88.8
工讀經驗		



有工讀經驗	245	91.4
無工讀經驗	23	8.6
在班上學期的智育成績		
班級前段三分之一	74	27.6
班級中段三分之一	146	54.5
班級後段三分之一	48	17.9
就讀年級		
三年級	230	85.8
四年級	38	14.2

## 4.2 離島科技大學學生創業動機、創業障礙與創業意願的現狀

本研究將創業動機分為內在動機及外在動機二個構面，由表 4-2 得知，內在動機平均值較高，為 4.064，外在動機平均值為 3.351。顯示對離島科技大學學生而言，追求是種自我挑戰，想要實現自我的動機強烈；然後才是受到外在動機影響，需先思考過種種因素，再將意圖轉成行為的展現，所有平均值皆大於 3.5，總平均為 3.708，分數呈現中上程度。

本研究創業障礙分為創業障礙經濟因素、非經濟因素及風險因素三個構面，由表 4-2 得知，經濟因素平均值較高為 3.66，其次是非經濟因素的 3.48，最後則為風險因素的 3.13。顯示目前離島科技大學學生會比較在意資金缺乏等經濟因素，接著是學生會自認為創業方面的知識不足，而不敢輕易創業的非經濟因素和擔心外在經濟的不景氣，擔心承擔風險的感受會比較高些的風險因素，總平均為 3.42，分數呈現中等。

由表 4-2 得知，離島科技大學學生創業意願平均數為 3.76，分數呈現中上的程度。

表 4-2 離島科技大學學生創業動機、創業障礙與創業意願平均數標準差

構面名稱	全體 (N=268)	
	平均數	標準差
創業動機	3.708	0.830

內在動機	4.064	0.688
外在動機	3.351	0.971
創業障礙	3.42	0.959
經濟因素	3.66	0.883
非經濟因素	3.48	0.963
風險因素	3.13	1.031
創業意願	3.76	0.843

## 4.3 不同背景離島科技大學學生在創業動機、創業障礙與創業意願的差異

以獨立樣本 t 檢定(性別、年級、家庭企業背景、工讀經驗)或單因子變異數分析(教育背景、智育成績)結果顯示離島科技大學女學生內在動機(4.082 大於男學生的(4.097)；男學生的外在動機(3.363)高於女學生的(3.3233)皆達 0.05 顯著差異水準來進行，但不同性別在創業障礙及創業意願各個構面皆未達顯著差異水準。

表 4-3 不同性別對於創業問題 t 檢定表

		平均數	標準差	t 值	p 值
內在動機	男	4.0497	0.52303	-0.549*	0.049
	女	4.0821	0.42526		
外在動機	男	3.3633	0.71103	0.530**	0.001
	女	3.3233	0.51306		

不同教育背景的離島地區科技大學學生在創業動機上有顯著差異(F=3.966, p=0.020)，平均數依序為畢業高中者 (M=3.4348)、畢業高職者 (M=3.3920)、綜合高中 (M=3.0952)，但經薛費氏的事後多重比較法並未達顯著差異水準的創業差異性情形。其餘在創業障礙及創業意願各個構面皆未達顯著差異水準。

三年級學生在創業障礙的風險因素構面上 (M=3.1591)高於四年級 (M=2.9789)，達到 0.05



顯著差異水準。其餘在創業動機及創業意願各個構面皆未達顯著差異水準。

另外，不同家庭企業背景、工讀經驗、智育成績的離島科技大學學生在創業動機、創業障礙、創業意願皆無明顯的差異。

假設 H1、H2 部分成立、H3 不成立。

#### 4.4 離島科技大學學生創業動機、創業障礙對創業意願的影響

經以迴歸分析結果顯示離島科技大學學生創業動機會正向影響其創業意願 ( $F=21.280, \beta=0.473, R^2=0.220, p=0.000$ )，達到顯著水準。但離島科技大學學生創業障礙對創業意願迴歸分析 F 值則未達顯著差異。

假設 H4 成立、H5 不成立。

#### 5.5 研究假設結果彙整表

本研究假設結果彙整如表 4-4 所示：

表 4-4 研究假設結果彙整表

項和有最多機會的地方。

在創業障礙的方面，可以解釋說明創業障礙的產生方式及可能威脅性，並隨機點名同學分享各自對風險因素障礙的想法與感受，了解三年級同學的創業障礙趨勢，接著分析如何解決創業障礙，加強輔導同學應該如何避免與解決風險因素的障礙。

#### 5. 結論與建議

研究假設	內容	成立與否
H1	不同個人背景特質下的離島地區科技大學學生創業動機有顯著差異。	部分成立
H1-1	不同性別的離島地區科技大學學生創業動機有顯著差異。	成立
H1-2	不同教育背景的離島地區科技大學學生創業動機有顯著差異。	不成立
H1-3	不同家庭企業背景的離島地區科技大學學生創業動機有顯著差異。	不成立
H1-4	不同工讀經驗的離島地區科技大學學生創業動機有顯著差異。	不成立
H1-5	不同智育成績的離島地區科技大學學生創業動機有顯著差異。	不成立
H1-6	不同年級的離島地區科技大學學生創業動機有顯著差異。	不成立
H2	不同個人背景特質下的離島地區科技大學學生創業障礙有顯著差異。	部分成立
H2-1	不同性別的離島地區科技大學學生創業障礙有顯著差異。	不成立
H2-2	不同教育背景的離島地區科技大學學生創業障礙有顯著差異。	不成立
H2-3	不同家庭企業背景的離島地區科技大學學生創業障礙有顯著差異。	不成立
H2-4	不同工讀經驗的離島地區科技大學學生創業障礙有顯著差異。	不成立
H2-5	不同智育成績的離島地區科技大學學生創業障礙有顯著差異。	不成立
H2-6	不同年級的離島地區科技大學學生創業障礙有顯著差異。	成立
H3	不同個人背景特質下的離島地區科技大學學生創業意願有顯著差異。	皆不成立
H4	離島地區科技大學學生的創業動機會正向影響其創業意願。	成立
H5	離島地區科技大學學生的創業障礙會負向影響其創業意願。	不成立

#### 5.6 創業管理課程單元設計

根據以上結果，本研究設計了以提高創業動機降低創業障礙的課程單元教學大綱，初稿完成後並經由三位專家審視後修訂為正式教學大綱，如表 4-5。由於研究結果顯示男女學生在內外動機上是有差異。因而在創業動機的教學方面，除可先解釋何為內在動機和外動機，讓同學們有初步的了解與認識，並且可以點名女性同學說明自身的內在動機(男性同學說明自身的外動機)，藉以明確讓學生了解內外動機。

此外，也可教導同學們如何使用 SWOT 分析現在的社會趨勢，並讓同學們舉手發言分享自己的優劣勢以及在現在社會面臨的機會和威脅，聚集自己的強

#### 5.1 結論

##### 5.1.1 離島地區科技大學學生在不同個人背景在創業動機及創業障礙的差異情形有所不同

不同性別的離島科技大學學生女學生內在創業動機較男學生為高；而男學生外在動機的構面上高於女學生；在不同年級的部分對於創業障礙有所差異，顯示比起四年級的同學，三年級的同學更容易受到創業障礙的困擾。而在創業意願上則沒有顯著



差異。

但在創業障礙上則對其創業意願的迴歸分析結果則未達顯著水準。

### 5.1.2 離島地區科技大學學生的創業動機會正向影響其創業意願

迴歸分析結果顯示，無論是在內在動機或是外在動機的構面以及整體創業動機構面上皆能正向影響其創業意願，表示越高的創業動機想法越能提升其創業意願，學生對於創業的渴望以及對社會地位渴望等想法，皆會導證相其創業意願，整體顯示離島地區科技大學的學生其創業動機越高，越能增進其創業意願



表 4-5 提高創業動機降低創業障礙的課程單元教學大綱

教學科目	創業管理概論	單元名稱	創業動機	教學年級	三年級	人數	50 人
教材架構	1.說明創業動機 2.說明創業障礙						
學生學習條件分析	對創業有興趣或是意願者						
教學方法	講述法、討論法、問答法、演練法						
教學資源	1.參考書籍：自編講義 2.教具：筆記型電腦、單槍投影機、雷射筆、粉筆、黑板						
教學目標	單元目標		具體目標				
	一、認知方面 1.能瞭解創業動機的項目及影響。  2.能瞭解創業障礙的項目及重要性。		1-1 能知道內在動機的項目。 1-2 能說出內在動機的影響。 1-3 能知道外在動機的項目。 1-4 能說出外在動機的影響。 2-1 能知道經濟性因素障礙的重要性。 2-2 能說出經濟性因素障礙的影響。 2-3 能知道非經濟性因素障礙的重要性。 2-4 能說出非經濟性因素障礙的影響。 2-5 能知道風險因素障礙的重要性。 2-6 能說出風險因素障礙的影響。				
	二、技能方面 3.具備提高創業動機的能力。  4.具備降低創業障礙的能力。		3-1 能提高自身內在創業動機的能力。 3-2 能提高自身外在創業動機的能力。 4-1 能降低經濟性因素創業障礙的能力。 4-2 能降低非經濟性因素創業障礙的能力。 4-3 能降低風險因素創業障礙的能力。				
三、情意方面 5.養成正確求真的態度		5-1 灌輸良好的求知態度。					



## 5.2 建議

### 5.2.1 對創業管理課程上之建議

1. 建議教師可以根據本研究所提出提升創業動機降低創業障礙課程單元教學大綱進行教學。
2. 建議教師可以搭配實務參訪、標竿學習、創業家分享等課程以增進學生對創業的興趣與意願。

### 5.2.2 對未來研究者建議

1. 建議可針對本研究所提出的課程單元教學大綱進行實際教學，並測試其結果，針對結果再做修正，以祈能提升離島科技大學學生的創業動機、降低創業障礙，以增加其創業成功的機會。
2. 本研究只針對國立澎湖科技大學學生做研究，建議未來研究者可以加入金門大學學生做探討，以了解兩者的差異。或是將研究對象擴及到台灣本島的學生，藉以了解台灣本島學生和離島學生在創業動機和創業障礙的差異。
3. 影響大學生創業因素很多，本研究只針對創業動機和創意意願做探討，建議未來研究者可以再針對其他變項再作探討。

## 誌謝

首先，感謝行政院科技部大專生專題研究計畫中的補助，援助整個計畫實行過程中的經費。（計畫編號：104-2815-C-346-004-U）

再來，要感謝指導教授陳甦彰教授於研究分析

與製作專題過程中的悉心指導，協助本研究能夠順利完成，並且指引學生學習創新與獨立思考能力，在研究過程中增進自我能力與實務製作的經驗。

## 參考文獻

- [1] 吳美連、莊文隆和洪培峻(2012)。職場新鮮人之核心自我評價、創業動機與創業傾向關係之研究-以南部某大學為例。中原企管評論，第十卷第一期，頁 73-92。
- [2] 李儒宜(1998)。創業家之個人特質、創業動機與人格特質對於創業行為影響之探討。國立東華大學企業管理研究所碩士論文。
- [3] 林君璋 ( 2015 )。藉由校外實習增進大學生創業態度與創業意願之研究-以科技大學行銷與流通管理系為例。國立澎湖科技大學服務業經營管理研究所碩士論文。
- [4] 林志鈞、李孟燕(2006)。女性餐飲業者創業之動機、困難及領導才能之探討。餐旅暨家政學刊，第三卷第三期，頁 329-347。
- [5] 侯典牧、王淼 ( 2009 )。在校女大學生創業意向與創業需求調查分析。中華女子學院學報，第二十一卷第三期，頁 45-48。
- [6] 張靜琪、張玉山(2005)。創造力教育的創新模式-以中山大學創業管理課程為例。教育科學期刊，第五卷第一期，頁 146-177。
- [7] 陳佳吟( 2009)。微型餐飲業創業失敗關鍵因素之研究。高雄餐旅學院餐飲管理研究所學位論文。
- [8] 陳甦彰(2013)。技職校院行銷物流系科創業教育課程規劃與教學實驗之研究，行政院國家科學委員會補助專題研究計畫，計畫編號：NSC 99-2511-S-346-001-MY3。
- [9] 陳甦彰、宋明鴻 (2011)。大學生創業意向之研究。休閒事業研究，第九卷第一期，頁 47-60。



- [10] 楊敏里、黃義俊、賴怡旨 (2009)。創業動機、創業導向與創業績效之關聯性研究。創業管理研究，第四卷第三期，頁 55-81。
- [11] 劉美芳、李國賓(2009)。創業貸款與財務風險之探討 - 以青創微創與婦女創業貸款為例。嶺東通識教育研究學刊，第三卷第一期，頁 49-66。
- [12] 蔡明田、謝煒頻、李國璋、許東讚(2008)。創業精神與創業績效之關聯性探討：創業動機、能力人格特質的整合性觀點。創業管理研究，第三卷第三期，頁 29-65。
- [13] 錢永紅(2007)。創業意向影響因素研究。浙江大學學報(人文社會科學版)，第三十七卷第四期，頁 144-152。
- [14] 謝如梅(2008)。創業管理教育在 Babson College 之我見。創業管理研究，第三卷第三期，頁 145-157。
- [15] 龔秀敏(2011)。北京高校青年創業態度調查及其創業障礙研究。科技管理研究，第三十一卷第七期，頁 91 - 95。
- [16] 龔麗、謝麗芸(2009)。大學生創業心理特徵及對策研究。青年探索，第三期，頁 68-72。
- [17] 涂雅玲(2012)。科技大學學生個人背景變項、創業動機、創業自我效能與創業意向關係之研究。國立彰化師範大學工業教育與技術學系博士論文。
- [18] Auken, H. V. (2013). Influence of a culture-based entrepreneurship program on student interest in business ownership. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 9(2), 261-272.
- [19] Benjamin G., and Philip L. (1986). A behavior model of entrepreneurial supply. *Journal of Small Business Management*, 24(4), 45-53.
- [20] Giacomini, O., Janssen, F., Pruett, M., Shinnar, R., Llopis, F., and Toney, B. (2011). Entrepreneurial intentions, motivations and barriers: differences among American, Asian and European students. *International Entrepreneurship and Management Journal*, 7(2), 219-238.
- [21] Gurel, E., Altinay, L., and Daniele, R. (2010). Tourism students' entrepreneurial intentions. *Annals of Tourism Research*, 37(3), 646-669.
- [22] Hessles, J., Gelderen, M. W. V., and Thurik, A. R. (2008). Entrepreneurial aspirations, motivation and their drivers. *Small Business Economics*, 31(3), 323-339.
- [23] Hsiao H. C., Chen S. C., Chang J. C., Chou C. M., Chen C. Pin., and Shen C. Hua. (2014). Do teachers understand the motivations of students and the barriers to starting a business? A comparison between Taiwan and the United States. *International Journal of Technology and Engineering Education*, 11(1), 12-22.
- [24] Hsiao H. C., Chen, S. C., Chou C. M., Chang J. C., and Jing L. L. (2012). Is entrepreneurial education available for graduate? *African Journal of Business Management*, 6(15), 5193-5200.
- [25] Lucas, W. A., Cooper, S. Y., Ward, T., and Cave F. (2009). Industry placement, authentic experience and the development of venturing and technology. *Technovation*, 29(11), 738-752.
- [26] Pruett, M., Sfinnar, R., Toney, B., Liopis, F., and Fox, J. (2009). Explaining entrepreneurial intentions of university students: A cross-cultural study. *International Journal Entrepreneurial Behaviour & Research*, 15(6), 571-594.
- [27] Shane, S., Kolvereid, L., and Westhead, P. (1991). An exploratory examination of the reasons leading to new firm formation across



country and gender. *Journal of Business Venturing*, 6(6), 431-446.

- [28] Shane, S., Locke, E. A., and Collins, C. J. (2003). Entrepreneurial motivation. *Human Resource Management Review*, 13(2), 252-279.
- [29] Shinnar, R. Pruet, M. and Tonet, B. (2009). Entrepreneurship education : attitudes across campus. *Journal of Education for Business*, Jan./Feb., 151–158.
- [30] Wang, C. K. and Wong, P. K. (2004). Entrepreneurial interest of university students in Singapore. *Technovation*, 24, 163–172.



## 沙不住·從精密測量看見澎湖山水沙灘的劣化問題

作者：呂政豪助理教授、林銘理、鄭旻彥、吳士兆、許博軒、廖尉翔

## 摘要

「陽光、沙灘、老船長」是一般人對澎湖意象的三大元素，特別是沙灘，可以說是澎湖旅遊最具魅力的觀光資源，然而在大量遊客遊覽於澎湖沙灘時，如何兼顧沙灘的自然原貌與經濟效益，一直是當地永續發展的重要議題。因此，本專題挑選澎湖地區遊客人潮最多的山水沙灘進行研究，主要將探討澎湖山水沙灘在大量遊客人潮與海岸工程下，是否產生劣化的問題。本研究透過高精度 e-GNSS 即時動態定位系統與地理資訊系統，建立不同時期的沙灘數值地形模型，依此分析多時序的沙灘侵淤情形。同時調查沙灘全區的廢棄物數量及類型、與遊客量及其活動的空間路徑。研究結果顯示，沙灘廢棄物的數量與種類與遊客活動有關。而在沙灘的侵淤研究有一重大發現是，山水沙灘的整體沙量減少，而沙灘東岸的沙量卻有明顯增加且向外成長之趨勢，西岸則不斷侵蝕後退，推論應與離岸堤工程有關，未來可能進一步形成連島沙洲，類似於今日澎湖北寮的摩西分海步道，這對於沙灘的遊憩安全、生態功能與海岸防護將造成嚴重的劣化問題。

關鍵詞：沙灘劣化、沙灘侵淤、數值地形模型、連島沙洲、裂流

## 壹、前言

## 一、研究動機

澎湖地區四面環海，其中眾多的沙灘，不僅是水土保持的第一道防線。更具有觀光遊憩、學術研究及提供動植物棲地等多樣性功能。

澎湖因其特殊的自然景觀(玄武岩、石滬)、獨特的人文歷史，於 2012 年受到世界最美海灣組織的認可。雖然澎湖地區的沙灘極具觀光價值和動植物棲地功能。在過往的沙灘研究文獻，大多以台灣本島作為研究區域，以沙灘做為主力觀光資源的澎湖卻鮮少有相關研究，為了更加深入了解澎湖的沙灘狀況，此研究中以廣受遊客歡迎的山水沙灘作為研究點，調查山水沙灘是否有受到人為因素或自然因素的影響而有沙灘劣化之情形產生。

長期下來的沙灘劣化，不僅會導致沙灘本身生物性的功能遭受損害，也會降低遊客對沙灘遊憩的意願，進而對觀光產業造成影響。為了讓這重要的觀光資源能夠長久保存，更應該做到保護及維護的工作，使得觀光資源能夠一再的流傳下去。更讓澎湖人知道，自己的家鄉即擁有世界級的美景，藉此喚起民眾更珍惜、保護自己的家鄉。

## 二、研究目的

(一)探討山水沙灘是否有劣化的狀況或、並討論可能的劣化原因。

(二)若研究區沙灘有劣化之趨勢，本研究進一步提出



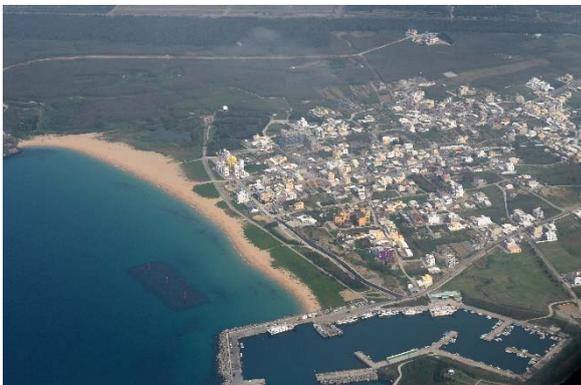
### 三、研究區

山水沙灘位於澎湖本島的南部(如圖 1 和圖 2 所示)，行政區域屬馬公市山水里。沙灘的東西長度約 760 公尺，最大南北寬度為 120 公尺；最窄處約僅 50 公尺。沙灘主要由白色的珊瑚貝殼及有孔蟲碎屑所組成。北方為山水社區聚落，西側為澎防部管轄之 30 高地，東側則為一當地漁港，為顧及漁港船隻的航行安全，地方政府近年在港口西側建築 3 支導航燈塔與岩塊基座。且在民國 77 年時由臺灣省水利局在沙灘北側興建堤防，長度為 734 公尺。



圖 1 山水沙灘研究範圍

資料來源:本研究自行繪製



圖二 山水沙灘空拍照片

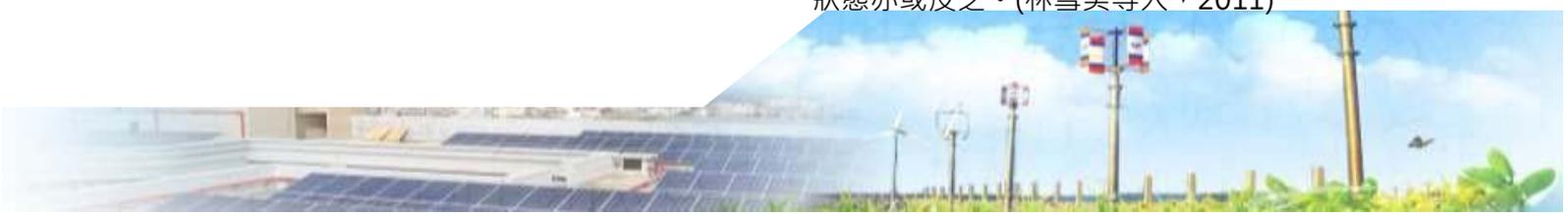
### 貳、文獻回顧

為瞭解沙灘劣化的研究取向，本文將文獻回顧分為三個部分。第一，整理對於沙灘劣化的定義，並藉由檢視沙灘劣化的相關研究，幫助本研究釐清沙灘劣化的重要指標、沙灘劣化的影響、與劣化的原因；第二，沙灘地形變遷與侵淤的相關回顧，以協助本研究採用適當的測量方式；第三，回顧沙灘垃圾量調查做法，沙灘垃圾對沙灘造成的影響、沙灘垃圾的來源，並選擇切合研究區域及可行性高之調查方式。以下即針對這三部分做一簡述：

#### 一、沙灘劣化的定義

在回顧國內外文獻時發現，雖然目前少有依據海灘功能的喪失訂出海灘劣化指標，但已有不少學者和單位為觀光型海灘建立海灘環境品質評估指標。如 Leatherman (1997) 列出 50 項評估指標，並為美國約 650 個海灘評分，評估的標準分為海灘的自然標準（海灘寬度、海灘形狀、沙質疏鬆度、海灘水下坡度）、生物標準（海水顏色、水藻、數量、氣味）、及人類利用與衝擊（垃圾及丟棄物、步道、救生員）等三方面，並以 1（劣）到 5（優）判斷好壞 (Luci et al., 2003)。以上可見目前已有的指標仍以遊憩型海灘為主要評估對象，以朝使用者期望的方向改善，期望吸引更多遊客。

此研究中，我們評估沙灘劣化的指標，主要以垃圾數量、遊客人數及活動範圍和定期測量沙灘地形與沙灘沙量，來探討沙灘整體來是呈現劣化的狀態亦或反之。(林雪美等人，2011)



## 二、沙灘地形變遷與侵淤調查

近期關於沙灘的高精度測量研究(林雪美, 2011), 多是採用網路 RTK ( Network-RTK ) 定位機制, 此法為搭配虛擬參考站法 ( Virtual Reference Station ), 如在台灣多是以國土測繪中心所建構的 e-GNESS 系統, 此系統在台灣各地佈設地面參考站不斷接收 GPS 衛星數據, 實時地推算衛星軌道、衛星鐘偏差、分析電離層相對變化及對流層影響, 再模擬以上各因素所引致的 GPS 定位數據之偏差, 並按用戶位置更正及發放各項偏差。

過去多數研究所採用測量等級的高精度衛星定位儀, 配合 e-GNESS 系統來測量沙灘地形, 其施測精度可達公分等級, 這樣將可符合沙灘侵淤測量的精度要求。

## 三、沙灘垃圾量調查方法

沙灘垃圾對於沙灘環境、生態與遊憩品質係為重要的指標。在沙灘垃圾的調查方法, 部分研究是將垃圾分類記錄, 並以十二種類型分析該海灘的垃圾組成與時空間變化。如 Madzena & Lasiak (1997) 調查南非三處海灘的垃圾, 在研究期間每個月調查一次, 並隨機選擇五條垂直海岸寬 3m 的海灘範圍調查。記錄海灘上大於 2cm 的垃圾。Ribic (1998) 則是將垃圾分成六種類別, 記錄各種類垃圾的數量和重量和大小。此方法涵蓋水線到灘內緣線的垃圾, 可以較完整地記錄各個來源的垃圾。由於沙灘垃圾無法在衛星影像或航照等圖資中判釋得知, 因此只能透過現場調查的方式獲得資料。(林雪美等人, 2011)

## 參、研究方法

### 一、遊客調查法

為瞭解本沙灘的遊客活動情形, 本研究每月至研究區紀錄遊客活動狀況, 調查內容包含遊客量、停留時間、活動路徑。遊客人數的計算方法是以一小時為單位, 從上午八點至下午六點在主要沙灘入口處紀錄人數; 停留時間則是抽樣記錄遊客的停留時間; 活動路徑的調查則採人工方式觀察記錄, 在地圖上繪製遊客移動路徑, 並使用 GIS 轉繪於電子地圖上, 後續採用線性密度內插法, 獲得遊客路線熱區分析成果。

### 二、沙灘垃圾調查法

為瞭解海岸垃圾的數量與類型, 本研究在研究期間每個月調查一次, 並固定選擇山水沙灘(12 條) 垂直海岸寬約 2m 的海灘範圍調查。記錄海灘上大於 2cm 的垃圾。將垃圾分為 10 種類別, 記錄各種類垃圾的數量和重量和大小。

將沙灘區域分為植物線、灘面、灘台三部分, 藉以評估沙灘中各區域所分部的垃圾數量及垃圾類型。進行垃圾來源、數量、分布位置之紀錄, 以求垃圾與沙灘劣化之間的相互關聯。並使用 GIS 的自然鄰近法來計算沙灘地區的垃圾量的冷熱區分布, 自然鄰近法是一種空間內插, 原理為找到距查詢點最近的輸入樣本子集, 並基於區域大小按比例對這些樣本應用權重來進行內插計算 (Sibson,1981)。



### 三、沙灘侵淤測量法

本研究測量沙灘侵淤的方式主要採用高精度衛星定位系統(GPS)與e-GNSS即時動態定位系統(如圖 3)·GPS 設備為 Trimble R8·配合內政部國土測繪中心所建構的 e-GNSS 系統·其 3 軸的定位精度將可達公分級。為建置高精度與高解析度的沙灘數值地形模型資料·現地的測量方式大致上以 5 公尺為間隔進行測量(如圖 4 所示)·測量時間盡量挑選當月大退潮時間·以獲得最大的測量範圍。

當獲取高密度的座標與高程點位資料後·為建置全區的數值表面地形模型(Digital Surface model, DSM)·本研究使用 Arcgis 中的 Spline 內插法將測量點位的(x,y,z)資料轉換成高精度的沙灘數值地形模型(如圖 5)·解析度可達 1 公尺·以此法建置不同季節的模型·再利用 ArcGIS 軟體內的體積運算工具·將前後期的沙灘 DTM 進行做三維模型的運算·以此瞭解沙灘體積的侵淤量變化。



圖 3 研究人員持 Trimble R8 高精度 GPS 儀器測量沙灘地形

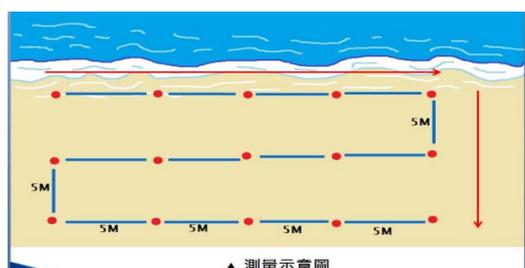


圖 4 沙灘測量方法示意圖

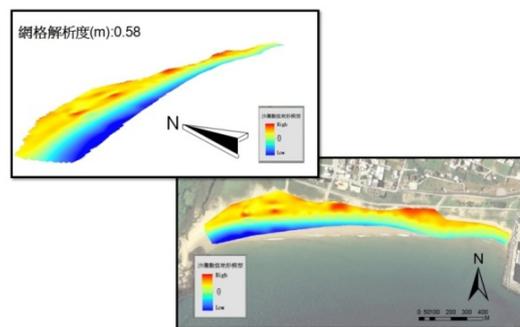


圖 5 高精度沙灘數值地形模型

### 參、研究結果

本研究結果主要以下列三項為主·第一項·沙灘區域的垃圾量分布。第二項·遊客的活動路線及活動熱區。第三項·各時段的沙灘地形模型·不同時段的地形模型交互比較·及利用地形模型比較後繪製的沙灘沙量侵淤圖。

#### 一、遊客數量與活動路徑

遊客路線統計及熱區·共分五次·6月7日·7月14日·9月26日·10月24日·12月26日。

以遊客活動主要區域·停留點繪製路線圖·藉此研究遊客路徑對沙灘的影響。由下圖所示(圖 6)·在五次遊客路徑及遊客數量調查中·絕大多數的遊客活動路徑多為由沙灘入口處直線前進至海岸線前方灘台·水平沿著海岸線移動。遊客數量多寡整體而言與觀光旺季的月份有所關聯·於10月·12月遊客數量明顯下降。

#### 二、沙灘垃圾調查結果

本研究於山水沙灘進行海灘垃圾調查的時間為6月7日·7月14日·9月26日·10月24日·12月26·共五次。以獲得觀光旺季至淡季期間海灘垃圾數量之變化。在海灘垃圾現況部分·以調查海



灘垃圾之數量、來源與材質後；繪製分布圖。由下方圖片(圖 7、圖 8)可得知，大多數垃圾的分布區域多在灘面近入口處。

六月份主要垃圾種類為紙類(菸蒂、煙火殘屑)，特別是東側植物線部分紙類垃圾數量眾多，可能是因六月東側植物線後方開始私人工程。工人在此吸菸後隨意丟棄造成。

七月份的山水沙灘，因受中度颱風昌鴻影響，有大量的漂流木出現在灘面區域，七月份整體的垃圾量為調查時序中數量最多。

九月份旅遊人潮相較夏季旺季時減少，九月份的垃圾也相應減少，主要類型為塑膠類的瓶罐。

十月份已為澎湖旅遊淡季，整體垃圾量偏少，也因受遊客數量減少，垃圾來源多為當地聚落與九月垃圾分布相似。

十二月份進入冬天，沙灘垃圾量為五時段中最少，多為民生用品的塑膠空罐與漂流木。

在五個不同的時段進行垃圾數量調查後，得知每月份垃圾總數量最高時段為 7 月 14 日，可能因七月為觀光的主要旺季以及七月份的昌鴻颱風使得垃圾量為五時段中最多者。全時序垃圾總量調查，其中以塑膠類與紙類數量最多，塑膠類多為寶特瓶，紙類則多為菸蒂與煙火碎屑，垃圾總累積量半年來超過 350 件。

### 三、沙灘侵淤量變化

本研究將不同時間所建置的沙灘數值地形模型，進行各時段地形比對的比對，並繪製不同時序侵淤量相比較長條圖，依地形資料製作 5 月、7

月、10、12 月四個月份之數質地形模型(如圖 9)，再將不同月份的模型進行相減，即可獲得侵淤變化(如圖 10)。此外，為瞭解沙灘不同區域的沙體侵淤狀況，本研究每隔 35 公尺量測一垂直剖線的侵淤情況，並製作呈長條圖(如圖 11)，以利於比較。

從圖 10 的侵淤變化結果可知，山水沙灘的西側區域，在灘面(潮間帶)呈現明顯侵蝕現象，東側海岸則呈現堆積的現象。如進一步從圖 10 的侵淤量成果，則可得知沙灘在經歷過颱風的大量侵蝕後還是有可能會造成堆積。



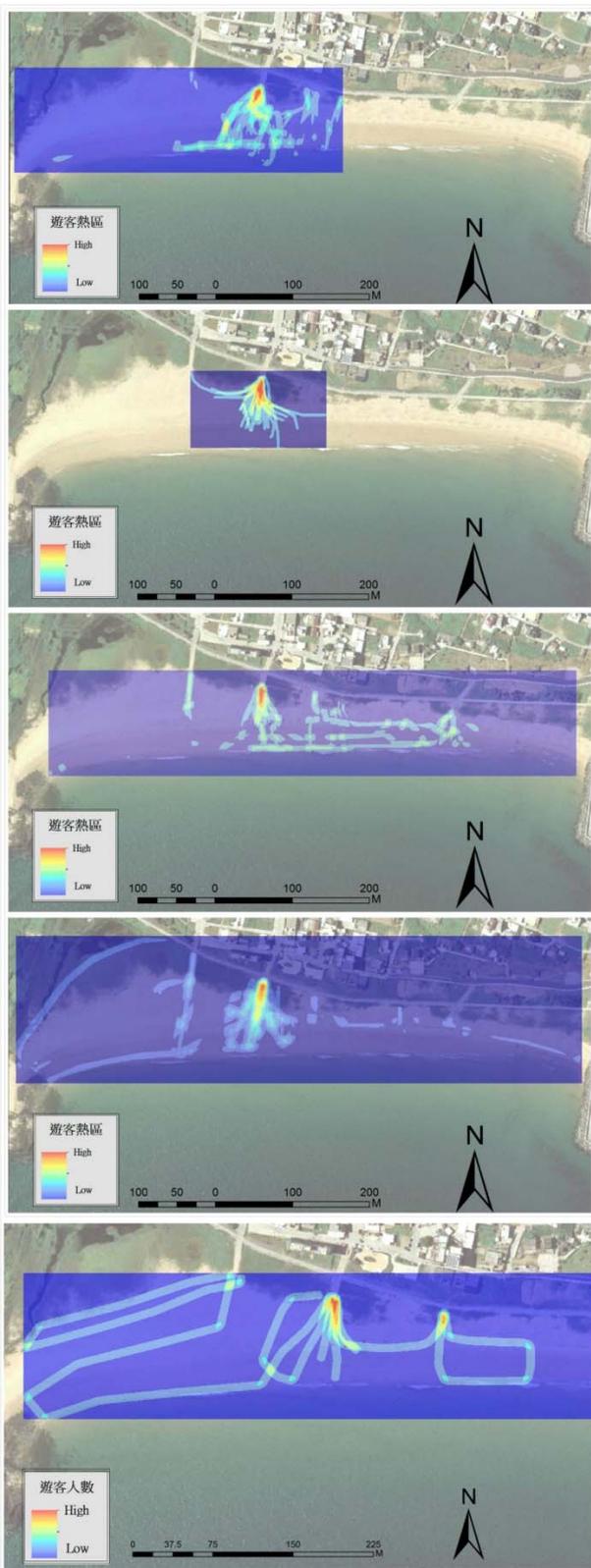


圖 6 六、七、九、十、十二月遊客活動熱區圖

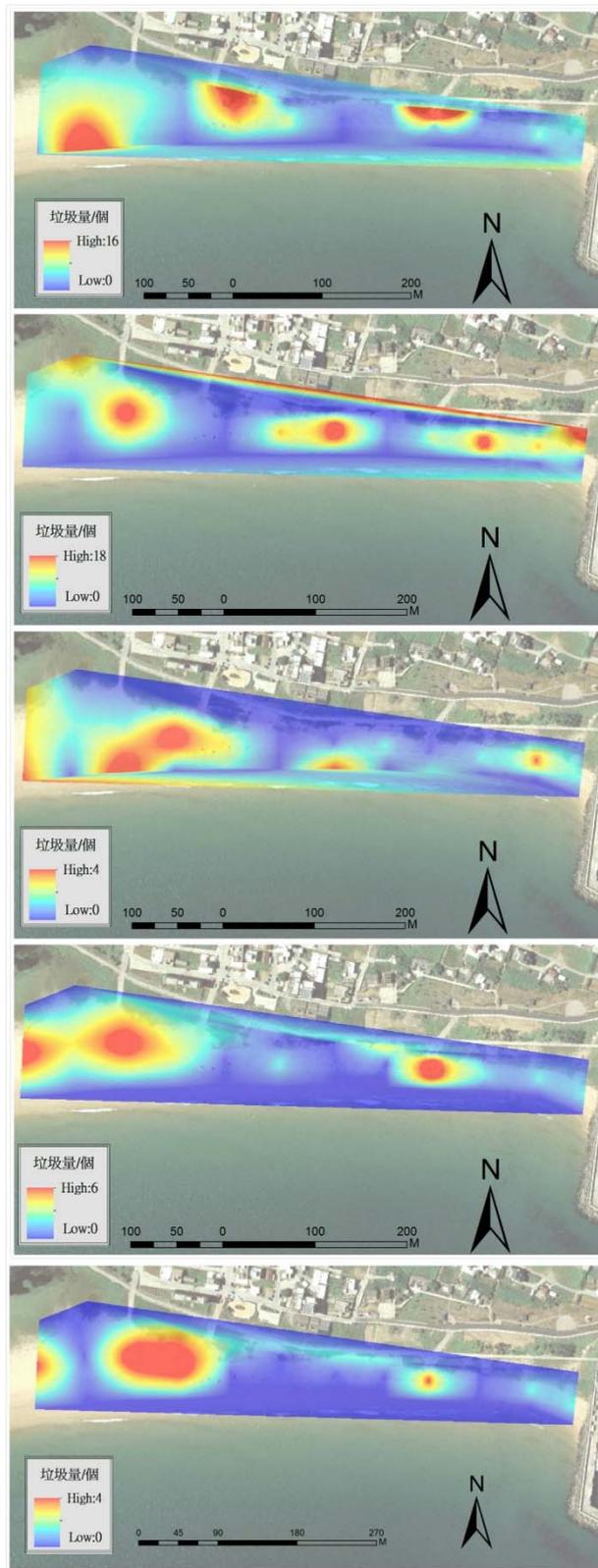


圖 7 六、七、九、十、十二月份山水沙灘垃圾熱區分布



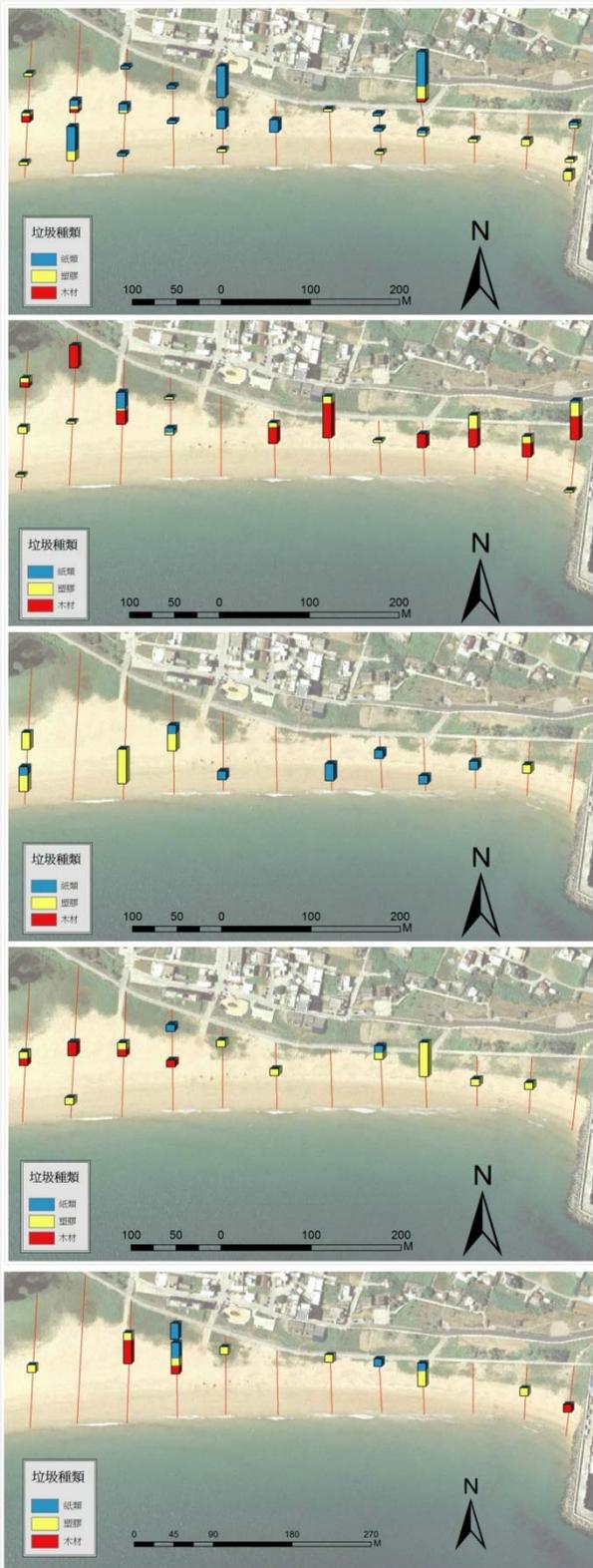


圖 8 六、七、九、十、十二月份山水沙灘垃圾分類圖

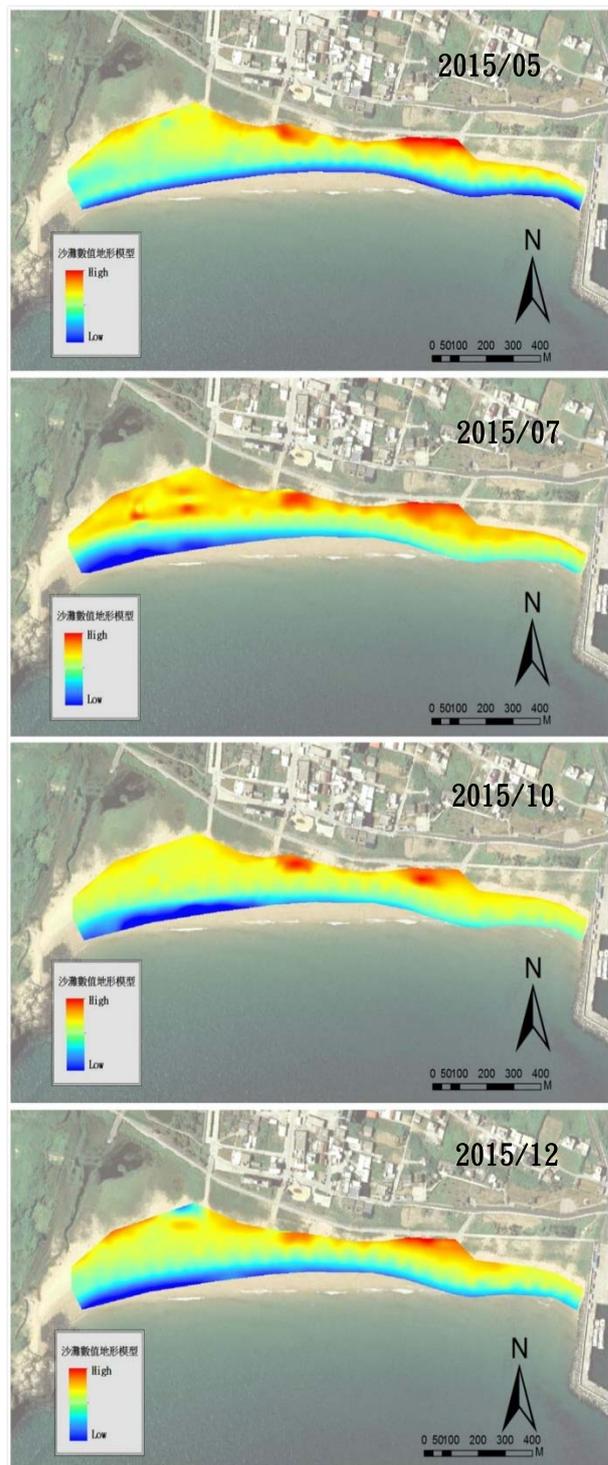


圖 9 不同時期山水沙灘數值地形模型



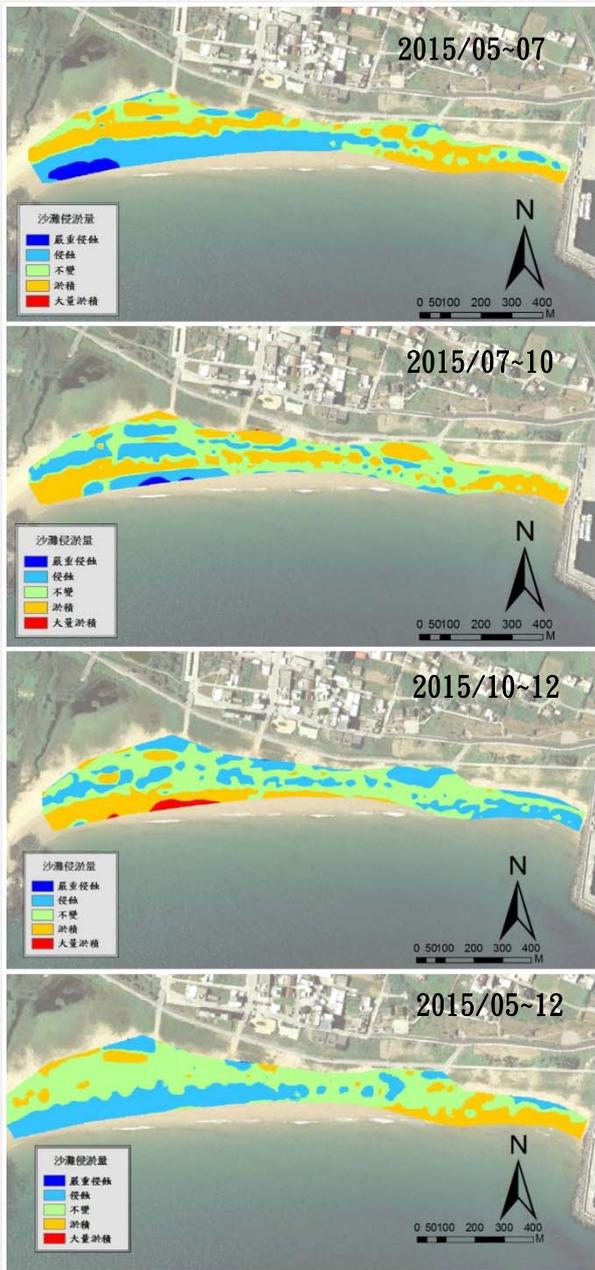


圖 10 不同時序的山水沙灘侵淤圖

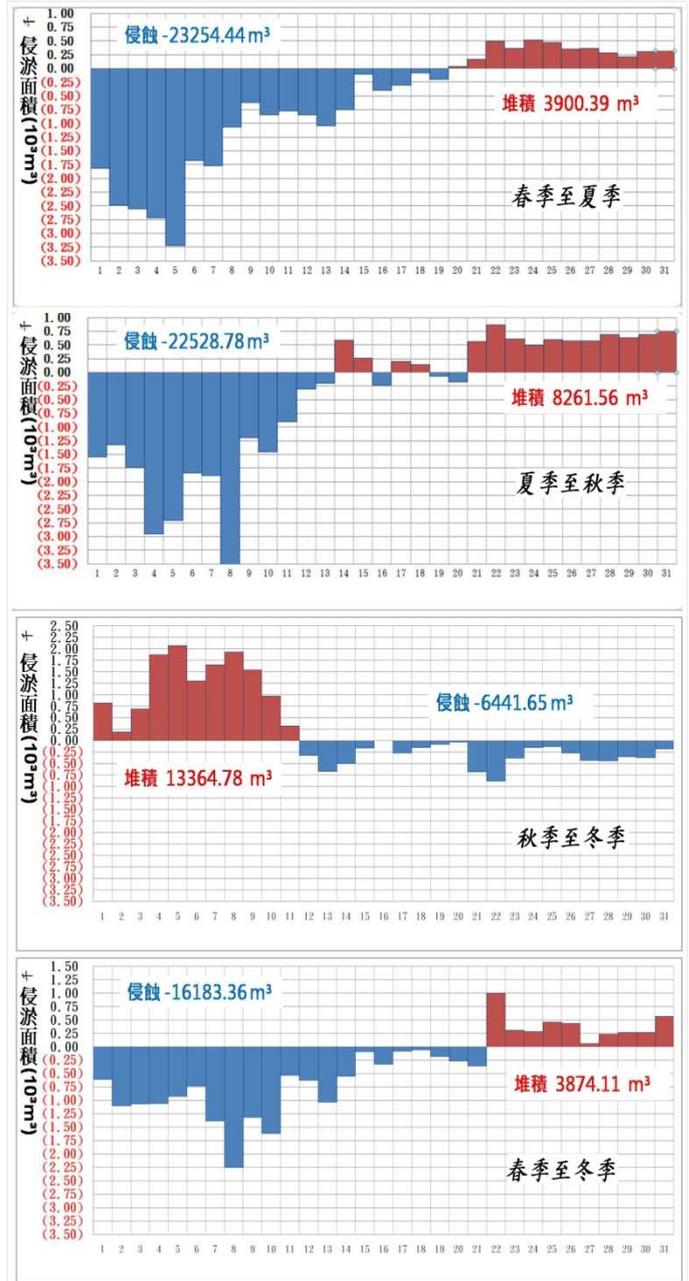


圖 11 不同時序的山水沙灘侵淤量



## 伍、討論與分析

### 一、山水沙灘沙灘東側發現連島沙洲逐漸形成

本研究中發現，因受東側人工建物(漁港、沿岸堤、消波塊等海岸設施)及海面位置新設置之燈塔影響，而有生成連島沙洲，並與山水沙灘東側的海上離岸堤(三座燈塔)連結形成陸連島之趨勢，位於山水沙灘的東北方約 50 公尺處，有以巨石岩塊為基底的三支燈塔，約於 2013 年建於山水沙灘東側海面前方。當海浪向沙灘衝擊時被三支燈塔阻擋，使三支燈塔前的部分沙灘未受到侵蝕或少量侵蝕，導致燈塔前方部份的沙灘只有輕微淤積而侵蝕量相對較少。

從過去文獻瞭解，日本學者 Sunamura 和 Mizuno 認為連島沙洲的發展是受控於離岸堤到海岸線的距離和堤體寬度的比例。從日本海岸的連島沙洲的研究，他們發展出一個經驗公式：離岸堤的離岸距離與堤體寬度的比例低於 1.5。在這樣的狀況時，入射波浪會因波浪折射的海岸行為，將沉積物搬運至離岸堤後方的沙灘堆積，沙灘將逐漸向外成長，最終，這些堆積物延伸到離岸堤而形成了連島沙洲。但是當兩者比率大於 1.5 時，連島沙洲則不會形成。相反的則會堆積沙粒在的離岸堤背風側的地方，又稱沙舌。

從衛星影像上實際量測顯示，山水沙灘海上的離岸堤約為 130 公尺，離海岸線的距離約為 90 公尺(如下圖 12 所示)。根據形成連島沙洲的公式，離岸堤與海岸線的距離(Y)/離岸堤寬度(X) $<1.5$  就會形成連島沙洲，而依據山水沙灘實際測量比例為 0.571。也就是說，山水沙灘的東岸具備形成連島沙洲的條

件。

由於沙灘東側外海的離岸堤造成波浪入射方向的改變，將使沉積物搬運堆積於後方的沙灘(如圖 13)。按這樣的趨勢與速率發育，約 10 年左右將會形成一連島沙洲(如圖 14 模擬圖)。



圖 12 山水沙灘東側離岸堤離岸距離與堤體寬度



圖 13 沙灘東側外海的離岸堤造成波浪入射方向(如圖上白線)的改變，而使沉積物堆積於後方的沙灘



圖 14 本研究模擬連島沙洲發育圖



## 二、連島沙洲的發育將導致裂流易於發生

有關於裂流的概念，國內至今仍鮮少有人提及，到底什麼是裂流？當非平行海灘的波浪入射海灘後，便形成平行海岸之沿岸流，當沿岸流產生匯聚後，便會產生離岸方向的水流衝出外海（圖 15）。

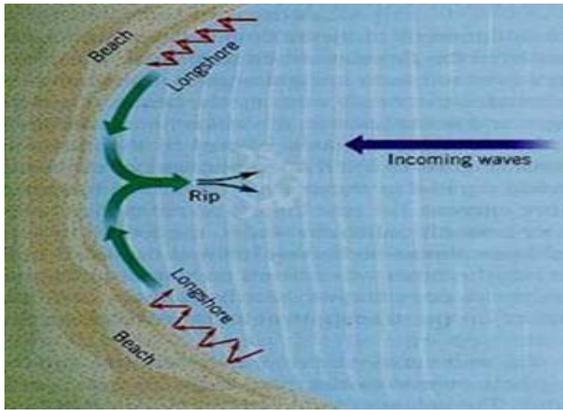


圖 15 裂流生成示意圖

（資料來源：Stowe，1995）

儘管連島沙洲為特別的地形景觀，但據觀察發現，若連島沙洲形成後，將會影響到海面的沿岸流，進而增加形成裂流的機會與裂流的強度(圖 16) 影響沙灘地地形。也會對前來遊憩的遊客造成危害。山水沙灘作為一個遊憩取向的沙灘，遊憩功能受到影響，會對沙灘附近的商家造成經濟功能的喪失。



圖 16 連島沙洲形成後，可能造成沙灘易發生裂流的問題

## 三、沙灘垃圾與遊客關係

由山水六到十月的垃圾統計上得知，在澎湖觀光旺季(花火節)的六月垃圾量是較多的，七月則是受到颱風影響有大量漂流木，九月及十月進入澎湖觀光淡季時期的當月垃圾量有下降的趨勢，其中以塑膠類與紙類數量最多，塑膠類多為寶特瓶，紙類則多為菸蒂與煙火碎屑，垃圾總累積量半年來超過 350 件。而遊客主要活動路徑處，明顯垃圾數量大於遊客較少停留處，不過遊客較少停留處，仍然有沙灘垃圾分布，多為當地聚落或漁業用垃圾。因此，沙灘垃圾與遊客有一定程度的關聯性，但並非所有垃圾都由遊客所造成。

## 四、山水沙灘劣化的影響

由於連島沙洲的逐漸發育，恐怕對山水沙灘將帶來以下三點影響：

### (一)遊憩安全受到裂流威脅

山水沙灘本身並未配置救生人員，如果遊客戲水受到裂流的影響，會導致以遊憩功能為主的山水沙灘，因產生了裂流而使遊憩功能劣化。減少遊客願意來山水沙灘遊憩意願，不僅在生態方面，對經濟發展(遊客不願意前往山水沙灘遊憩，減少附近店家、民宿的經濟收入)都有很大的影響。

### (二)西側沙灘侵蝕後退

東側沙灘雖然量體與海岸線向外增加成長，但



西側沙灘卻呈現明顯侵蝕後退的趨勢，而整體沙量亦為減少的狀況。如沙灘沙量未回復，沙灘寬度變窄，恐怕失去保護海岸的功能，未來如遇颱風、暴浪等劇烈天氣，將會對北側社區聚落的居民造成生命、財產的威脅。

### (三)西側濕地因沙灘侵蝕將嚴重威脅生態功能

山水濕地位於沙灘西側內陸區，且為馬公市唯一的內陸濕地，這幾年甚至為黑面琵鷺渡冬的棲息地。過去因受到風力的搬運及海浪的堆積作用，外圍逐漸形成一個沙丘，水分及陽光都很充足，植物生長茂密，吸引了不少的水鳥聚集。然而，當沙灘西側沙量減少時，將導致海水可能直接倒灌入濕地內，破壞水鳥棲息地及影響濕地生態的功能。

## 陸、結論

### 一、山水沙灘有無劣化的問題

本研究根據建置出的高精度沙灘地形模型的多時序比對，得知山水沙灘整體而言東側為沙體淤積處，中間以西接近濱線部分的沙量受到大量侵蝕，海岸線有後退之虞。

山水沙灘的總沙量也在下降，以及沙灘的垃圾量，種種跡象均顯示，山水沙灘整體而言是劣化的。而最大的地景威脅莫過於東測沙灘未來極可能向外成長而形成連島沙洲；西岸則不斷侵蝕後退，

如此的地景演育趨勢對於沙灘的遊憩安全、生態功能與海岸防護將造成嚴重的劣化問題。

## 二、改善建議

本研究最重要的結果發現，造成山水沙灘產生劣化現象之主要原因為，於東側外海所設置之離岸堤，但為顧及當地漁港居民航行安全，不可貿然拆除離岸堤。因此根據前述之公式，離岸堤與海岸線的距離(Y)/離岸堤寬度(X) $<1.5$  就會形成連岸堤。我們可將離岸堤的寬度縮小亦或增加離岸堤與海岸線的距離，使離岸堤與海岸線的距離(Y)/離岸堤寬度(X) $>1.5$ (圖 16)，就不會形成連島沙洲，可有效抑止山水沙灘的劣化狀況。

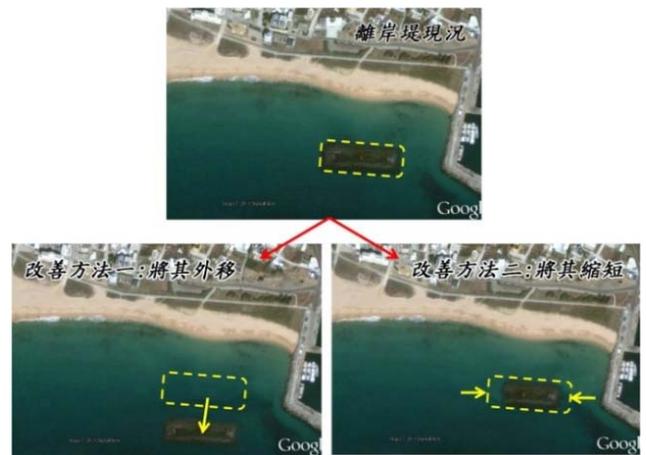


圖 16 離岸堤改善策略示意圖

## 參考文獻

林雪美、朱明人、黃映慈，2011，「沙質海岸海灘劣化與復育策略：以宜蘭海岸為例」，地理研究，55，21-46。



林文鎮·2007·《馬公市各里人文鄉土叢書 第十三 13:71-73.

輯：馬公山水里五德里》·澎湖：馬公市公所。

Leatherman, S.P. (1997). Beach Rating: A Methodological Approach. *Journal of Coastal Research*, 13(1):253-258.

Luci, C. C. P., Jose, A. J., Carmen, M. & Rauquiro, M. da C. (2003). The influence of the environmental status of Casa Caida and Rio Doce beaches (NE-Brazil) on beaches users. *Ocean & Coastal Management*, 46:1011-1030.

Madzena, A., Lasiak, T. (1997). Spatial and temporal variations in beach litter on the Transkei coast of south Africa. *Marine Pollution Bulletin*, 34(11):900-907.

Ribic, C. A. (1998). Use of indicator items to monitor marine debris on a New Jersey beach. *Marine Pollution Bulletin*, 36(11):887-891.

Sibson, R. (1981). "A brief description of natural neighbor interpolation (Chapter 2)". In V. Barnett. *Interpretation of Multivariate Data*. Chichester: John Wiley. pp. 21-36.

Sunamura, T., Mizuzo, O., (1987) A study on depositional shoreline forms behind an island. *Annual Report of the Institute of Geosciences, the University of Tsukuba*



## 電動車租借系統

作者：莊明霖 教授、韋昱任、徐忠敬、劉思佑、黃泓睿

### 摘要

本專題主要希望可以設計製作出一套電動車自助式租借站，借用人可以不受時間的限制，隨時能夠借、還車輛。系統將借還資訊上傳雲端，具有甲地借乙地還之功能，十分適合澎湖地區外地遊客使用。

本系統分為主控端及監控端兩個部分；主控端又分為提供給使用者借、還車輛鑰匙介面，以及鑰匙存取部分。在借還操作的介面上可顯示目前各個鑰匙箱裡面的鑰匙所對應到的車輛，以及其他站別目前站況。鑰匙存取箱由主控台的電腦控制鑰匙投入的開啟以及鑰匙從內部掉落。

監控端提供管理者透過網路監看即時的各站站況，新增和管控識別卡，將借還的紀錄電子化輸出成 EXCEL 檔方便備份、統計及數據分析。

### 1. 前言

澎湖縣政府計畫讓澎湖成為低碳島，推廣綠能電動機車，例如：購買電動機車有補助、廣設充電柱，讓觀光客到景點後能一邊將車子充電一邊參觀。讓越來越多在澎湖的民宿及租車業者，從提供汽機車變成電動車。目前學校宿舍也有提供電動車的租用，但是採用人工登記方式，耗時又耗費人力，無法 24 小時借還。

### 2. 研究目的

本專題著重於讓使用者在任何時間點都可以借、還電動機車。因為所記錄車輛借還地點之資訊上傳雲端，不但使系統具有甲地借乙地

還之功能，管理者還可以透過網路管控站況以及設定磁卡。另外管理者還可下載上述資訊，

由資料分析使用者借還熱門地點，方便規劃各站設備。

### 3. 研究方法

本系統架構如圖 1 所示，包含主控台與監控台兩大部分，分別說明如下。

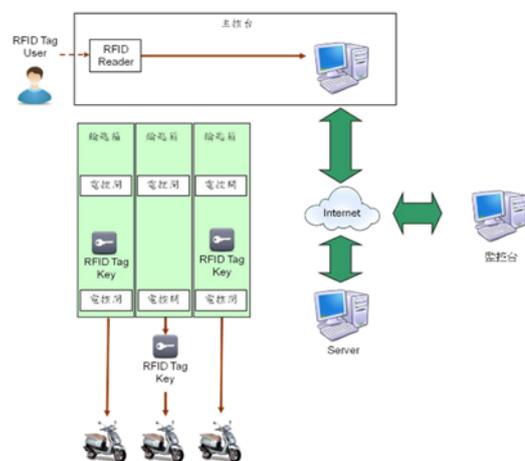


圖 1 系統架構圖



## 甲、 主控台

主控台包含借還介面及鑰匙存取箱。借還介面採用 VB 撰寫，資料存至雲端 SQL 資料庫。一個主控台可以同時控制多個鑰匙存取箱，藉以降低系統成本。整套系統具有多個主控台，系統間資料存取經由監控端之資料庫，故可甲地借乙地還。圖 2 為主控台實體，圖 3 為鑰匙箱，圖 4 則為借還車介面。



圖 2 主控台實體圖



圖 3 鑰匙箱外觀及內部構造



圖 4 主控台操作介面

## 乙、 監控台

管理端除了用來存取所以借還資料，還可以新增或監控使用者、車輛與各站借用的情況，也可以新增或停用主控台，也就是租賃站。而紀錄頁可將借還資料輸出成 Excel，提供管理者下載分析。圖 5 為監控台操作介面。



圖 5 監控台操作介面

## 4. 結論與討論

經過兩個學期的努力才完成的這套系統，專題內容符合我們當初所設想的需求，包括無人借還車功能、資料上傳雲端、甲地借乙地還等功能，目前已洽詢廠商討論實地佈建之可能。此系統未來尚有許多的延伸功能待發展，目前已著手進行中，包括：

1. 新增手機行動版 APP，使用者可在任何時段、地點利用智慧型手機來觀看各站剩餘的車輛及空位。
2. 新增電池更換站，讓使用者不用等待充電的時間。

希望藉由本專題之成果，可提電動車租借系統之便利性，增加澎湖地區民眾以及遊客騎乘電動機車之意願，進而打造低碳島之目標。



## 參考文獻

- [1] 曹祖聖、蔡文龍，Visual Basic 2013 程式設計經典，碁峯資訊股份有限公司。
- [2] 陳立元、范逸之、廖錦棋，Visual Basic 2010 與自動化系統監控-RS232 串列通訊篇，松崗資產管理股份有限公司，台北 ( 2012 ) 。



## 室內孵化之刺足沼蝦 *Macrobrachium spinipes* 幼苗培育 及不同鹽度下對其幼苗發育之影響研究

作者：施志昫、王瓏璋

### 摘要

刺足沼蝦分佈於印度-西太平洋區的南、北回歸線之間之大型島嶼，近年才被確立為有效的獨立物種，台灣則是目前發現刺足沼蝦緯度最高的地區。近年淡水蝦養殖在台灣正面臨養殖困境，然而本物種體色艷麗，體型與羅氏沼蝦相近，因此有機會能繼羅氏沼蝦後，成為淡水蝦養殖的新契機。本研究在溫度  $26.0 \pm 1.5^\circ\text{C}$  下探討 8 種不同鹽度 (0、5、10、15、20、25、30、30 ppt) 對刺足沼蝦幼苗存活、變態時間的影響，並觀察記錄各期形態特徵，以做為日後量產化之參考。結果顯示刺足沼蝦生活史屬於洄游型，幼苗發育類型為普通型，具有 11 期蚤狀幼體階段，幼苗最佳培育鹽度範圍為 20~25 ppt，存活率、變態天數分別為 7% 與  $46 \pm 1$  天。

### 壹、前言

台灣具有多達 400 餘條的河川與海洋連結(汪，1992；施，1998)，有此可見台灣的地理環境提供了淡海水生物多樣性的棲息地，更得生活於淡水域的生物更加豐富。淡水域中的淡水蝦至今仍然是人類及動物重要的蛋白質來源，不僅可做為食用外，體色亮麗者更可做為觀賞之用(施，2001)，然而因過度的捕撈、污染與不當的水利設施造成淡水蝦沒有良好的棲息環境可以進行繁衍，進而影響到數量的減少，大部分的淡水蝦在生活史中皆有降海洄游的特殊行為(March et al., 1998；Bertini et al., 2013)，更使得海洋與淡水域能量的傳遞受到阻礙。

淡水蝦有兩類，分別為長臂蝦科及匙指蝦科(施，2001)而長臂蝦科又以沼蝦屬種類和產量最多，共計有 17 種(施，2001；Cai and Jeng

2001;Chen et al. 2010)，其中羅氏沼蝦是在 1970 年引進開發的養殖物種(廖，1980)，而刺足沼蝦(*M. spinipes*)因成體與羅氏沼蝦(*M. rosenbergii*)相似，以致於一直以來被誤認為是羅氏沼蝦(*M. rosenbergii*)，但在 2010 年確立 *Macrobrachium spinipes* 為獨立物種(Wowor & Ng, 2010)。施(2013)與其兩位學者發表刺足沼蝦 *M. spinipes* 於世界分佈最高緯度為台灣，但過去國內並無此蝦的記錄以致成為國內淡水沼蝦新紀錄種。

刺足沼蝦(*M. spinipes*)全球分佈於印度-西太平洋區的南、北回歸線之間之大型島嶼，除了體型與羅氏沼蝦相近(圖一)，其亞成體之頭胸甲與腹節都有不規則的墨綠色縱向紋路，且額角呈紅色，第二步足呈現黑白相間的環紋，體色艷麗(圖二)(Shy et al., 2013)，同時具有觀賞及食用之價值(圖 1)，此外，刺足沼蝦 *M. spinipes* 在台灣南、北皆有發現，推測較羅氏沼蝦更適應台灣的環境，然而可以嘗試發展成養物種，取代外來種羅氏沼蝦。

雖然，此品種在台灣養殖具有優勢與潛力外，種苗的繁殖還是最大的問題與瓶頸(Anger et al., 2009)，但國內外對刺足沼蝦 *M. spinipes* 幼苗培育方面的研究甚少，以知巴布亞新幾內亞大學(UPNG)以在 2014 年五月發表人工繁殖成功但未有完整記錄各其形態與未建立繁殖技術，而在國內陳 & 張(1987)所發表的金線蝦幼苗生長過程之形態特徵此篇研究，金線蝦的特徵與此蝦極為相似，因此推測可能為刺足沼蝦 *M. spinipes*；而在分類學上已有 Wowor & Ng(2004；2007；2008；2010；2011)；在生態學方面已有 Novak et al.(2015)



確立在澳大利亞熱帶大河川 *M. spinipes* 的生活史，並發現成熟或以抱卵的種蝦會經常在河口發現，以及 Lober and Zeng (2009) 曾指出 *M. spinipes* 在河流的分佈表明極有可能與 *M. rosenbergii* 一樣有降海生殖的行為特性；在遺傳學方面有 Bruyn et al. (2004)；而物種鑒定方面有 Shy et al. (2013)。雖然，Lober and Zeng (2009) 與 Novak et al. (2015) 推測刺足沼蝦 *M. spinipes* 與 *M. rosenbergii* 有一樣的生殖遷移行為，幼苗時期需要在有鹽度的水域中發育成長，但 *M. spinipes* 未有研究報告證實最佳育苗鹽度範圍，不過以有需多研究以證實 *M. rosenbergii* 幼苗在不同鹽度會造成存活、發育、攝食及行為的影響 (陳，2001；朱，2005；Zafar et al., 2015；)，本實驗擬應用上述之經驗，進行刺足沼蝦 *M. spinipes* 的幼苗培育研究。

台灣淡水蝦養殖，近年來因基因的矮化照成抵抗力的減落，使得病毒細菌的肆虐率增高，而面臨養殖困境 (張，2011)，也因過度的近親交配使其體型以漸落化趨勢 (陳，2014)，因此可積極開發此物種，希望繼羅氏沼蝦 *M. rosenbergii* 後，再成為重要的淡水蝦養殖物種並解決淡水蝦基因矮化的問題。因此本實驗目的，對其幼苗進行觀察各部位的並記錄 Zoea I ~ Postlarvae 形態特徵並記錄，與探討不同鹽度對刺足沼蝦幼苗存活、發育、變態之影響，並希望在實驗室的條件下，建立刺足沼蝦 (*M. spinipes*) 幼苗培育技術，有助於日後人工大量繁殖之基礎資料，同時也使刺足沼蝦能成為臺灣淡水蝦養殖的未來之星。

## 貳、材料與方法

### 一、種源來源

本實驗於 2015 年採集分佈於宜蘭縣安農溪之成體與亞成體，利用 9 公尺長之蜈蚣網捕獲，裝水帶回位學養殖系甲殼實驗室。於宜蘭縣冬山鄉之香魚養殖場蓄養七天，再以適當大小之活魚袋裝水

1/3 充氣帶回國立澎湖科技大。

## 二、種蝦培育

種蝦雌雄體各別以  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  的條件飼養於 216 公升 ( $90 \times 60 \times 40 \text{ cm}^3$ ) 裝有上部過濾器之水族缸中，缸內佈置卵石及礫石等做為掩蔽物及底質，每日早晚投餵人工配合飼、冷凍紅蟲 (*Neoschoengastia* sp.)、日本銀帶鯡 (*Spratelloides gracilis*) 以外不定時以海水魚肝臟和貽貝類補充，每週定時抽底並少量換水。每日觀察種蝦之行為與注意雌蝦卵巢發育，若發現卵巢發育成熟時將雄蝦移入雌蝦缸中進行交配，此時會用深色布塊將水族缸遮暗，讓種蝦不被強光或是人為影響，進行安定的脫殼與交配。

種蝦於交配抱卵後，將雌蝦個別飼養於水族缸中，每日觀察卵色及抽取零散掉落的卵粒並觀察受精卵發育情形及測量卵徑，直至蝦苗孵化。

## 三、幼苗培育

孵化後幼苗以 100 P/L 密度放入裝有 70 L 的水族缸 ( $50 \times 65 \times 50 \text{ cm}^3$ ) 中，以 25 ppt 的半淡鹽水半滴流的方式漸進的將飼養水鹽度提高至 25ppt 並將水體逐日提高至 130 L，水溫控制在  $28.5 \pm 0.5^\circ\text{C}$  初期每日早晚投餵新鮮的豐年蝦無節幼生兩次，Zoea V 後改為每日投餵新鮮的豐年蝦無節幼生與經過 (SELCO A1 DHA) 滋養之豐年蝦各一次，Zoea IX 後改投餵經過 (SELCO A1 DHA) 滋養之豐年蝦兩次。每日早晚在投餵豐年蝦前抽底換水約 30%，再以 25 ppt 之海水滴流將水體回復至 130 L。每日隨機抽取 10 個個體之幼苗至顯微鏡 (OLYMPUS CH20) 下觀察，如發現與上期有不同特徵時則以進為下一期幼苗，便以萬能投影機測量體長並拍照記錄，並將各體以 70% 酒精及兩滴甘油保存。

## 四、鹽度試驗



## 1、不同鹽度下對其幼苗蚤狀幼體時期活存之影響

實驗分為八組不同鹽度 ( 0 ppt、5 ppt、10 ppt、15 ppt、20 ppt、25 ppt、30 ppt、35 ppt )，每組皆置入 20 隻剛孵化的幼苗 ( Zoea I ) 於 1 L 燒杯中，總實驗水量為 850 ml，每組進行二重複，以空調控制水溫範圍  $26.0\pm 1.5^{\circ}\text{C}$ ，每日換水 100 % 一次，換水時以大口徑之塑膠吸管將幼苗吸至另一杯裝有相同溫度與鹽度之 1 L 燒杯中，並記錄活存數與每組抽取 5 個個體至顯微鏡 ( OLYMPUS CH20 ) 下觀察如發現與上期有不同特徵時則以變態為下一期幼苗並記錄變態期數與天數，隨即投入豐年蝦無節幼蟲密度，實驗進行直到各重複組之幼苗全數死亡或是已變態至底棲蝦苗為止。

## 2、*M. spinipes* 之蚤狀幼體對鹽度變化適應

實驗分為三組鹽度變化，每組置入 50 隻剛孵化的蝦苗於 2 L 的燒杯中，以空調控制水溫範圍  $26.0\pm 1.5^{\circ}\text{C}$ ，每日換水 100% 一次，換水時以大口徑之塑膠吸管將幼苗吸至另一杯裝有相同溫度與相同或不同鹽度之 2 L 燒杯中，隨即投入豐年蝦無節幼，每組二重覆。

三組鹽度變化如下，A 組：幼苗以 0 ppt 之鹽度孵化，孵化後每日增加鹽度 2 ppt 使飼育水直到鹽度 25 ppt；B 組：幼苗以 0 ppt 之鹽度孵化，孵化後適養於鹽度 25 ppt 之海水中發育至第 ZoeaIX 期後每日將低 2 ppt 之鹽度直到底棲蝦苗出現；C：幼苗以 0 ppt 之鹽度孵化後飼養於 25 ppt 之海水中至底棲蝦苗出現，此組為對照組，實驗進行至各組全數死亡或底棲蝦苗出現，並每日換水 100 % 並計算各組活存數、變態天數與最末體長。

## 五、數據處理

卵徑測量：利用測微器測量，取長徑和短徑，以 10 粒卵平均，並拍照記錄。

胚胎發育：利用顯微鏡 ( OLYMPUS CH20 ) 觀察胚胎發育，並拍照紀錄。

體長測量 ( body length )：利用萬能投影機、電子游標卡尺，測量自眼窩後緣至尾柄末緣中線之直線距離。

每日存活率計算為各鹽度組中每日存活隻數 / 初次置入隻數  $\times 100\%$ 。

實驗結束後，收集之數據先以 Microsoft Excel 2013 進行數據整理，再以套裝軟體 SPSS18.0 統計軟體進行單因子變異數分析 ( One-Way ANOVA ) 統計分析，如有顯著差異再用 Duncan 事後檢定，顯著水準設定為  $P < 0.05$ 。

## 參、結果

### 一、卵色、卵徑及抱卵天數之關係 ( 表一、圖三 )

在水溫  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$  的條件下雌蝦初產下的卵呈鵝黃色不透明，略呈圓形，卵徑平均為  $0.61\text{mm}\times 0.58\text{mm}$ ，在抱卵後第 6 天出現眼點，此時之卵色為灰綠色，呈橢圓形，卵徑增大平均為  $0.69\text{mm}\times 0.62\text{mm}$ ，在第 18 天將近孵化時之卵色呈半透明，以明顯有器官的分化，卵徑平均為  $0.76\text{mm}\times 0.68\text{mm}$ 。以上結果看出，受精卵隨著孵化時間的漸進以及器官逐漸的分化使得卵徑會隨之的增大，卵色會由淺至深再到半透明狀。

### 二、繁殖與外部形態特徵 ( 圖版一 )

於實驗室中進行人工孵化之幼苗，在溫度  $28.5\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 、鹽度  $25\pm 1$  ppt 的條件下飼育，孵化後幼苗經過 12 期蚤狀幼體 ( Zoea ) 變態後，在第 38 天出現底棲性蝦苗 ( Postlarvae ) 至 48 天結束實驗，共得 312 尾底棲性蝦苗 ( Postlarvae ) 存活率為 4.46 %，其外部型態與成蝦以十分相似，並可型底棲生活，而飼養約 30 天左右幼蝦體長可達 1.6cm ( 圖四 )，並有殘食現象。沼狀幼體 ( Zoea ) 至棲性蝦苗 ( Postlarvae ) 各期幼苗體長與形態特徵如下：

### 第一期蚤狀幼體 ( Zoea I )



體長為  $1.67 \pm 0.03 \text{mm}$ ，在第三腹節與第六腹節尾扇交接處均有紅黑色的色素細胞，幼苗之兩眼不具眼柄，額腳直平突出且上下緣皆光滑無齒(0/0)，第六腹節與尾扇相連無分節，尾扇後緣具有七對棘，第一觸角無分節。

#### 第二期蚤狀幼體 (Zoea II)

體長為  $1.71 \pm 0.05 \text{mm}$ ，在第三腹節與第六腹節尾扇交接處的色素細胞較為前期大，具有眼柄，且在眼柄基部出現紅黃色的色斑，額角上緣出現一齒(1/0)，第六腹節與尾扇間具有發育不完全的關節，尾扇後緣增為 8 對棘，第一觸角具有一分節。

#### 第三期蚤狀幼體 (Zoea III)

體長為  $1.94 \pm 0.08 \text{mm}$ ，腹節上之色素體以擴散，幼苗體色呈橘紅色，額角上緣並保持一齒(1/0)，第六腹節與尾扇間的關節以發育完全，尾柄呈三角形，第六腹節的附屬肢外肢以生成並在後緣具有六根羽狀剛毛，第一觸角增為兩節。

#### 第四期蚤狀幼體 (Zoea IV)

體長為  $2.53 \pm 0.09 \text{mm}$ ，除了前期的色素體外，在顎足與步足的基步都有出現紅色細小的色素細胞，第六腹節的附屬肢的內肢以生成，具有 7 根羽狀毛，外肢較前期變化些，具有 11 根羽狀毛，第一觸角基部凹下處具有 4 根羽狀剛毛。

#### 第五期蚤狀幼體 (Zoea V)

體長為  $3.03 \pm 0.12 \text{mm}$ ，額角上緣增生一齒，額角齒式為 2/0，第六腹節的附屬肢之外肢的外側末端有一棘增生，羽狀毛增生為 15 根，內肢羽狀毛增生為 11 根，尾柄兩側直平後緣具有 5 對棘，兩側增生對側棘，第二觸角鞭毛有 3 個分節。

#### 第六期蚤狀幼體 (Zoea VI)

體長為  $3.83 \pm 0.34 \text{mm}$ ，整體體色明顯增紅，尾柄後段兩側呈現象內凹陷，具有 3 對側棘，六腹節的附屬肢之外肢羽狀毛增生為 20~22 根，內肢羽狀毛增生為 16~17 根，第二觸角鞭毛有 4 個分節，泳足基部發育呈單肢芽狀。

#### 第七期蚤狀幼體 (Zoea VII)

體長為  $4.15 \pm 0.21 \text{mm}$ ，第三腹節之色素細胞擴散至第 2、4 腹節，尾柄呈倒三角之形狀，六腹節的附屬肢之外肢羽狀毛增生為 23~25 根，內肢羽狀毛增生為 21~22 根，第二觸角鞭毛有 5 個分節，泳足內肢發育呈雙肢型。

#### 第八期蚤狀幼體 (Zoea VIII)

體長為  $4.96 \pm 0.42 \text{mm}$ ，體色呈紅褐色，尾柄後緣更加狹窄，具有 4 對棘，最外側一對較大，六腹節的附屬肢之外肢羽狀毛增生為 31~32 根，內肢羽狀毛增生為 28~30 根，第二觸角鞭毛較觸角鱗片長，具有 6 個分節，第一、二步足前端指節以型呈螯狀，泳足分節，外肢增生剛毛。

#### 第九期蚤狀幼體 (Zoea IX)

體長為  $6.18 \pm 0.35 \text{mm}$ ，體色較前期來的淡有亮黃色之色素，尾柄後段較前期細長，六腹節的附屬肢之外肢羽狀毛增生為 38~40 根，內肢羽狀毛增生為 35~37 根，第一觸角內側鞭毛有 3 個分節，泳足外肢羽狀剛毛數增多，內肢增生羽狀剛毛。

#### 第十期蚤狀幼體 (Zoea X)

體長為  $7.28 \pm 0.43 \text{mm}$ ，額角上緣齒數增生 2~3 齒式為 (4/0~5/0)，但上緣有 3~4 個突起，尾柄後緣有 3 對棘，六腹節的附屬肢之外肢羽狀毛增生為 44~46 根，內肢羽狀毛增生為 40~42 根，第一觸角內側鞭毛有 4 個分節，外側增生為 5 個分節，第二觸角鞭毛有 13 個分節，泳足和前期相似，但羽狀剛毛數略增多。

#### 第十一期蚤狀幼體 (Zoea XI)

體長為  $7.96 \pm 0.71 \text{mm}$ ，額角上緣齒數增加 3~4 齒 (7/0~9/0) 具有 4 根剛毛在齒下，下緣有 1~2



個突起，第一觸角內、外側鞭毛各有 6 個分節，第二觸角鞭毛具有 16 個分節。

### 後期蝦苗 (Postlarva)

體長為  $7.89 \pm 0.74 \text{mm}$ ，體色由紅褐色變呈淡黃色，腹節上的色素體仍然存在，額角齒式為 (12/4) 齒間都具有小剛毛，尾柄末端變得尖銳，第一觸角柄分為 4 節，內、外鞭毛各有 18 個分節以上，第二觸角鞭毛有 20 個以上的分節，以型底棲生活。

## 三、鹽度試驗

### 1、不同鹽度下對其幼苗蚤狀幼體時期活存之影響

本實驗組在不同鹽度梯度下飼育刺足沼蝦幼生，並無各組皆有變態為後期蝦苗，唯有鹽度 20ppt、25ppt 在孵化後第  $45.5 \pm 0.5$  天及  $46.5 \pm 0.5$  天有後期蝦苗的出現，平均存活率分別為  $7.5 \pm 2.5\%$  及  $5 \pm 0.0\%$ 。無變態至後期蝦苗之各鹽度組別 (0 ppt、5 ppt、10 ppt、15 ppt、30 ppt 及 35 ppt) 的平均活存天數分別為： $2 \pm 0$  天、 $10 \pm 1$  天、 $27 \pm 3$  天、 $31.5 \pm 1.5$  天、 $40 \pm 1$  天及  $31 \pm 4$  天。統計結果顯示，刺足沼蝦幼苗 zoea 時期，在不同鹽度下的存活天數有顯著差異 ( $P < 0.05$ )，0ppt 及 5ppt 的存活天數有明顯的短於與其它六組；鹽度 10ppt 與 15ppt 及 35 ppt 組之間的活存天數是無顯著差異的；鹽度 20ppt、25ppt 及 30ppt 組之間對幼苗活存天數是無顯著差異的 ( $P > 0.05$ )，但活存天數是高於其他鹽度組。

各期幼體在不同鹽度梯度下的平均存活狀況 (圖)，由圖可以看出，初期幼體 Zoea I 在鹽度 0-35 ppt 都能夠存活，但進入 Zoea II 開始低鹽度組 (0、5 ppt) 有較高的死亡率，且鹽度 0 ppt 組是無法順利變態至 Zoea II；鹽度 5ppt 組則在 Zoea IV 全部死亡。由圖看出 Zoea I ~ Zoea IV 鹽度 (10、15、20、25、30、35 ppt) 組再活存率的表現並無顯著差異 ( $P > 0.05$ )。Zoea IV 以鹽度 20 ppt 組存活率最高為 95%，其次是鹽度 (15、25、30 ppt) 組，隨著實驗時間的延續至底棲蝦苗出現，鹽度 (20、25 ppt) 組的存活情況明顯較其他組來的好，都在各期間為

最高與次高，變態至底棲蝦苗活存率分別為  $7.5 \pm 2.5\%$  及  $5 \pm 0.0\%$ 。經各期幼苗存活率的變化狀況可看出 Zoea VI 以後鹽度 ( $\geq 10$ ) 組存活率下降迅速，由此可見 Z6 以後為較敏感的發育期 (圖五)。

刺足沼蝦幼苗 Zoea 時期對鹽度的適應，已以上的結果得知刺足沼蝦幼苗 Zoea 時期的活存，較不適合飼育 0 - 5 ppt 的範圍；較適合飼育在 20 - 25 ppt 之鹽度的條件下有助於蚤狀幼體的存活與變態至後期蝦苗。

### 2、不同鹽度下對其幼苗各期變態時間與發育程度

#### 之影響

經過不同鹽度梯度飼育刺足沼蝦幼苗試驗，其結果發現在不同鹽度下各期變態所需時間及發育程度皆無法一致。鹽度 0 ppt 組皆未發育盡而死亡，只有鹽度 20、25 ppt 組其經過 11 期蚤狀幼體變態至底棲幼苗；其他鹽度 (5、10、15、30、35 ppt) 組分別發育至 Zoea III、VI、VII、IX 及 VIII 期後就未有進期；在不同鹽度下各期發育時間，統計結果發現發育至 Zoea II 所需時間各組是沒有顯著差異的 ( $P > 0.05$ )；Zoea II 發育至 Zoea III 鹽度 (5、35 ppt) 組與其他鹽度組相較下是需要較長的時間具有顯著差異的 ( $P < 0.05$ )；Zoea III 發育至 Zoea IV 鹽度 10、35 ppt 組所需發育時間是較長於其它鹽度 (15、20、25、30 ppt) 組 ( $P < 0.05$ )；Zoea IV 發育至至 Zoea VI 鹽度 10、15 ppt 組所需發育時間皆較長於其它鹽度 (20、25、30、35 ppt) 組 ( $P < 0.05$ )；Zoea VI 發育至 Zoea VII 鹽度 15 ppt 組所需發育時間較長於其它鹽度 (20、25、30、35 ppt) 組 ( $P < 0.05$ )；Zoea VII 發育至 Zoea VIII 鹽度 35 ppt 組所需發育時間平均為 6.5 天較長於其它鹽度 (20、25、30 ppt) 組 ( $P < 0.05$ )；Zoea VIII 發育至 Zoea IX 鹽度 (20、25、30 ppt) 之間所需發育時間是無顯著差異的 ( $P > 0.05$ )；Zoea IX 發育至 Zoea X 鹽度 30 ppt 組所需發育時間較長於鹽度 (20、25 ppt) 組；Zoea X 發育至 Postlarvae 鹽度 (20、25 ppt) 組所需發育時間經過單一樣本 T 檢定發現是沒有顯著差異的 ( $P < 0.05$ )，但鹽度 20 ppt 組之



發育時間有比鹽度 25 ppt 組來的短且存活率也較高。以上結果得知在不同發育階段有不同適應的鹽度，幼苗初期對鹽度的適應性是較廣的，但在發育至 ZoeaIII 後開始有各期發育時間的與發育程度就有所不同，鹽度 20 ppt 組初期至後期幼苗為最順利完成脫殼與變態且各期發育時間也最佳穩定（圖六）。

### 3、不同鹽度的變化對刺足沼蝦幼體之影響

採用前期逐步添加海水或後期逐步添加淡水的育苗模式，比較鹽度的變化對刺足沼蝦幼體發育的影響。結果顯示，用鹽度 0 ppt 淡水孵化的刺足沼蝦幼體，每日增加鹽度 2 ppt 直到 25 ppt 之飼育水組，幼體的生長發育和變態時間與維持鹽度 25 ppt 飼育水的對照組相比沒有顯著的差異 ( $P>0.05$ )；刺足沼蝦幼體在鹽度 25 ppt 之飼育水中發育至 ZoeaIX 後每日降低鹽度 2 ppt 直到變態為後期蝦苗組變態時間平均縮短 5~7 天，與另兩組具有顯著差異 ( $P<0.05$ )，在存活率的部分三種不同鹽度變化對其幼苗的存活率影響是沒有顯著差異 ( $P>0.05$ )，存活率分別為 11.81、13.63 及 12.68 % (表二)。

## 伍、討論

### 鹽度

#### 1、存活

已知鹽度在河口及沿岸的十足目幼生的生活史當中，影響了生存、發育、脫殼周期、生長、攝食、代謝及能量分配 (Anger, 2003)，Bauer (2004) 指出兩側洄游的淡水蝦幼生發育需要在半淡鹹水的河口或是開放的海域完成，雖然 Lober and Zeng (2009) 推測刺足沼蝦即有可能需要有鹽度的環境才能順利完成幼生的發育，但一直以來從未確切，經過本次以不同鹽度梯度的試驗包括純淡水的環境，發現確實在純淡水或是低鹽度 ( $<20$  ppt) 的環境下刺足沼蝦幼苗皆無法順利的發育或是長時間的存活；更進一步的發現刺足沼蝦幼苗初期是可以短時間接受極低鹽度的環境，這與 Novak et al.

(2015) 指出雨季時刺足沼蝦以抱卵的雌蝦會再河川下游或河口出現的論點，在整個環境的變動關係是符合的，推測抱卵的母蝦會選擇雨季時出現在河口是為了將釋放出來的初生幼體利用雨季時河口大量的水源順利的流入大海中，然而再流入大海中的過程是有淡水或極低鹽的海水推送，所以這段時間幼苗必須具有適應較大鹽度範圍的能力。

#### 2、發育

經過鹽度梯度對於存活的實驗，發現初生幼苗在淡水中只能存活 2~4 天但無法進行發育，此結果推測活存的時間所消耗的能量都用來抵抗外來不適的鹽度緊迫，倒至無法利用能量來消耗在發育上 (Anger, 2001)。

本研究的結果顯示從淡水環境孵化後至半淡鹹水發育的鹽度變化對於刺足沼蝦幼生並未造成立即的傷害，盡管在孵化後將幼苗直皆置入 35 ppt 之海水中，刺足沼蝦幼生仍然有高的活存率。但當開始脫殼後，各個鹽度組開始出現活存率的差異。這可能是由於甲殼類幼生各階段對滲透壓的調節能力皆有所差異 (Anger, 2003; Torres et al., 2011)，這個差異影響了前期的活存數量、脫殼後的發育情形及最後的活存率高低。

針對整個鹽度梯度試驗來看，鹽度 ( $\leq 15$  或  $\geq 30$ ) 皆無法順利完成 11 期的幼生階段進入後期蝦苗且在各期變態時間上皆有長時間的消耗，Anger (2003) 指出，甲殼類幼生生活在極高極低的鹽度壓力會造成發育遲緩、降低捕時率及生長速率的影響，進而影響整個脫殼的時間的延後。

也在不同鹽度下發現在相同發育階段有不同的特徵出現，例如 Zoea10 額角上緣齒數在鹽度 20、25 ppt 的環境下較鹽度 30 ppt 多了 2~3 齒，Costlow (1965) 指出十足目幼生發育過程特徵有變異性是為了使幼生在生存尚有更大的彈性，暫緩部分特徵的發育將能量用至幼苗生存以增加散佈至新棲地的機會 (Sandifer and Smith, 1979)，推測鹽度 30 ppt 組在 Zoea10 時額角少了 2~3 齒，可能是鹽度壓力造成將能量利用在生存減少了發育。



## 二、幼苗行為

此次實驗紀錄了幼苗各階段的發育、最適鹽度以及行為變化，過程中發現在 Zoea 第九期時幼苗泳足已趨近於發育完全，有游泳方式呈現尾柄向水流方向平行移動（圖八），也在鹽度的實驗組中在 Zoea 第九期以前已鹽度 25ppt 組存活率最佳，但在第九期後最適鹽度下降至 20ppt 最佳。

以上紀錄推測幼苗發育至第九期後就有開始追隨沿岸環境的行為，後期蝦苗可以更加順利的洄游至淡水域。

## 四、未來展望

台灣目前淡水蝦養殖都以外來種羅氏沼蝦以及澳洲龍蝦為主，但環境概念意識提高澳洲龍蝦以在 2014 年被列為會嚴重破壞環境的兇手之一，而羅氏沼蝦雖然對環境破壞力較弱但近年成蝦受到嚴重的病害加上長期近親交配造成基因矮化的現象，盡而造成養殖戶虧損。刺足沼蝦證實為台灣原生種（Shy et al., 2013），該較有適應台灣氣候的能力，加上不會有種原矮化的問題。因此具有高度開發的物種。

雖然此次實驗存活率僅 4.46%，但在一個初次開發的物種來說是相對高的，未來可藉由學術研究以及現場養殖來合作，加速刺足沼蝦成為新興的養殖物種。

## 誌謝

本論文得以順利完成，首先要感謝恩師施志昀教授於實驗期間給予充分的學習空間，並在論文寫作期間耐心指導，以及生活上的關心。

感謝長絨、俊賢及士豪在實驗進行中給予協助，更感謝業者楊承恩在捕捉種蝦上給我最大的支持與

幫助，在此獻上感謝之意。

## 陸、參考文獻

- [1] 白志年 (2003) 室內循環水立體化養蝦之研究。國立中興大學生物產業機電工作學系碩士學位論文，1-64 頁。
- [2] 江林源、黃光華、戶曉花、馮鵬霏、鄭潛 (2011) 羅氏沼蝦健康育苗技術研究。南方農業學報，42(4)，446-449 頁。
- [3] 李姿靜 (2009) 里港泰國蝦養殖產業的發展。國立台南大學台灣文化系碩士論文，1-182 頁。
- [4] 施志昀、游祥平 (1998) 台灣的淡水蝦。國立海洋生物博物館，1-103 頁。
- [5] 陳建初、張昕照 (1987) 金線蝦與幼苗生長過程之形態特徵。中國水產月刊，14-21 頁。
- [6] 楊國梁 (2008) 羅氏沼蝦人工育苗及養殖新技術（上）。科學養魚，(10)，12-14。
- [7] 蔡橋欣 (2012) 養殖密度、換水率及添加光合菌 (*Rhodobium* sp.) 和藻水對於羅氏沼蝦 (*Macrobrachium rosenbergii*) 的成長、活存及水質因子之影響。國立東華大學海洋生物多樣性及演化研究所碩士論文，1-123 頁。
- [8] 中原泰彥、萩原篤志、三矢泰彥、平山和次 (2005) ヌマエビ科兩側回遊性エビ類 3 種の幼生飼育に対する飼育餌料および塩分の影響。水産増殖,53(3):305-310 [9] 稅所俊郎 (1966) フイロゾマ幼生に関する海洋生物学的研究。



- [9] Anger, K. 2001. The biology of decapod crustacean larvae. Lisse: AA Balkema Publishers, 14:1-420.
- [10] Barros, H. P. & W. C. Valenti. 2003. Ingestion rates of *Artemia nauplii* for different larval stages of *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*, 217(1): 223-233.
- [11] Balcazar, J, I. Blas, I. Cunningham, D. Vendrell, J. Muzquiz. 2006. The role of probiotics in aquaculture. *Veterinary Microbiology*, 114:173-186.
- [12] De Bruyn, M, J. A. Wilson, & P. B. Mather. 2004. Huxley's line demarcates extensive genetic divergence between eastern and western forms of the giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 30(1): 251-257.
- [13] Chen, R. T, S. T. Chang, M. F. Yeh, H. P. Chen, T. H. Chen, C. F. Tsai, & W. N. Tzeng. 2010. Distribution of the freshwater prawns (*Macrobrachium* Bate, 1868) in Taiwan in relation to their biogeographic origins. *Taiwan Journal of Biodiversity*, 12(1):83-95.
- [14] Cai, Y, & M.S. Jeng. 2001. On a new species of *Macrobrachium* Bate, 1868 (Decapoda, Palaemonidae) from northern Taiwan. *Crustaceana International Journal of Crustacean Research*, 74(3): 275-284.
- [15] Dinh, T. N, W. Mathieu, T. H. Le, S. Patrick. 2010. Effects of larval stocking density and feeding regime on larval rearing of giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). *Aquaculture*, 300(1): 80-86.
- [16] Hung, N. Q, T. T. Phuc. 1999. Report of the giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) technology transfer project for some provinces of the southern part of Vietnam. Conference on Development of Giant Freshwater Prawn Production in the Southern Part of Vietnam, An Giang Province, May 29.
- [17] Lim, B. K, & K. Hirayama. 1993. Effect of stocking density on the yield of larval mass production of Kuruma prawn. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 59 (2):229-235.
- [18] Lin, S. C, J. Y. Shy, H. P. Yu. 1987. Morphological observations on the development of larval *Macrobrachium asperulum* (von Marens, 1868) (Crustacea, Decapoda, palaemonide) reared in the laboratory. *Journal of the Fisheries Society of Taiwan*, 15(2), 8-20.
- [19] Phuong, N.T, T. N. Hai, T. T. T. Hien, T. V. Bui, D. T. T. Huong, V. N. Son, Y. Morooka, Y. Fukuda, M. N. Wilder. 2006. Current status of freshwater prawn culture in Vietnam and the development and transfer of seed production technology. *Fisheries Science*, 72(1):1-12.
- [20] Shailender, M., P. V. Krishna, C. H. S. Babu, B. Srikanth. 2012. Effects of larval stocking



- density and feeding ratio on larval rearing of giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (de Man, 1879). *International Journal of Environmental Science, Management and Engineering Research*, 1(5):170-190.
- [21]Shy, J. Y,& H. P. Yu. 1991. Morphological observations on the larval development of *Exopalaemon modestus*(Heller,1862)(Crustacea, Decapoda, Palaemonide) reared in the laboratory. *AnnualTaiwan Museum*, 34:71-82.
- [22]Shy, J. Y, D. Wowor, P. K. L. Ng. 2013. A new record of the giant freshwater prawn, *Macrobrachium spinipes* (Schenkel, 1902) (Crustacea: Decapoda: Palaemonidae) from Taiwan, with notes on its taxonomy. *Zootaxa*, 3714(1): 045–055.
- [23]Teshima, S, K. Kanazawa. 1983. Effects of several factors on growth and survival of the prawn larvae reared with micro-particulate diets. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 49 (12):1893–1896.
- [24]Wowor, D.& P. K. L. Ng. 2001. Identity of the Giant Prawn, *Macrobrachium rosenbergii* (De Man, 1879)(Crustacea: Decapoda: Caridea: Palaemonidae). In *Proceedings of the Fifth International Crustacean Congress*, Melbourne, Australia, 9-13.
- [25]Wowor, D.& P. K. L. Ng. 2007. The giant freshwater prawn of *Macrobrachium rosenbergii* species group (Crustacea;Decapoda: Caridea: Palaemonidae). *Raffles Bulletin of Zoology*, 55 (2):321–336.
- [26]Wowor, D.& P. K. L. Ng. 2008. Case 3428. *Palaemon rosenbergii* De Man, 1879 (currently *Macrobrachium rosenbergii*;Crustacea, Decapoda): proposed conservation of usage by designation of a neotype. *Bulletin of Zoological Nomenclature*, 65 (4):288–292.
- [27]Wowor, D.& P. K. L. Ng. 2010. Case 3428.*Palaemon rosenbergii* De Man, 1879 (currently *Macrobrachium rosenbergii*; Crustacea, Decapoda): usage conserved by designation of a neotype. *Bulletin of Zoological Nomenclature*, 67(3):258-260.
- [28]Wowor, D.& P. K. L. Ng. 2011. On the nomenclature of the palaemonid names *Palaemon spinipes* Desmarest, 1817, *Palaemon spinipes* Schenkel, 1902, and *Macrobrachium wallacei* Wowor & Ng, 2008 (Crustacea: Decapoda: Caridea). *Zootaxa*, 2904:66–68.



表一、卵色、卵徑及抱卵天數之關係

	產卵初期	出現眼點	孵化前
抱卵(天)	1	6	18
卵色	橘黃色	灰綠色	半透明
卵徑(mm)	0.61×0.58	0.69×0.62	0.76×0.68

表二、鹽度調整方式對育苗之影響

組別	存活率 (%)	總變態時間 (d)	初始體長 (mm)	終末體長 (mm)	每日增長率 (%)
A (鹽度上升組)	14.50 <sup>[a]</sup>	48 <sup>[a]</sup>	2.06±0.03	7.73±0.32 <sup>[a]</sup>	11.81 <sup>[a]</sup>
B (鹽度下降組)	12.50 <sup>[a]</sup>	41 <sup>[a]</sup>	2.06±0.03	7.68±0.14 <sup>[a]</sup>	13.63 <sup>[a]</sup>
C (鹽度固定組)	15.50 <sup>[a]</sup>	46 <sup>[a]</sup>	2.06±0.03	7.71±0.27 <sup>[a]</sup>	12.28 <sup>[a]</sup>

	平均體長 (mm)	變態天數 (day)	主要特徵	備註
Zoea I	2.03±0.04	2	不具眼柄，額角直平突出	
Zoea II	2.14±0.07	2	具有眼柄，額角上緣出現1齒(1/0)	
Zoea III	2.31±0.14	2	第六腹節與尾扇間的關節已發育完全，其附屬肢外肢已生成	
Zoea IV	2.61±0.15	2	第六腹節的附屬肢的內肢已生成，具有7根羽狀毛	
Zoea V	3.03±0.18	3	額角上緣增生1齒(2/0)尾柄兩側直平後緣具有5對棘，兩側增生對側棘	
Zoea VI	3.83±0.31	3	泳足基部發育呈單肢芽狀，尾柄後段兩側呈現象內凹陷，具有3對側棘	
Zoea VII	4.15±0.29	3	泳足內肢發育呈雙肢型，尾柄呈倒三角之形狀	
Zoea VIII	4.96±0.42	3	泳足分節，外肢增生剛毛尾柄後緣更加狹窄，具有4對棘，最外側1對較大	
Zoea IX	6.18±0.35	4	第二步足前端生成鉗狀	
Zoea X	7.28±0.43	4	額角上緣增生2-3齒(4/0-5/0)，但上緣有3-4個突起	
Zoea XI	7.96±0.71	5	額角上緣齒數增加3-4齒(7/0-9/0)具有4根剛毛在齒下，下緣有1-2個突起	
Postlarva	7.89±0.74	7	體色由紅褐色變呈淡黃色，額角齒式為(12/4)齒間都具有小剛毛已行底棲生活	

圖版一、.各期變態時間、平均體長及主要特徵



圖一、刺足沼蝦成體



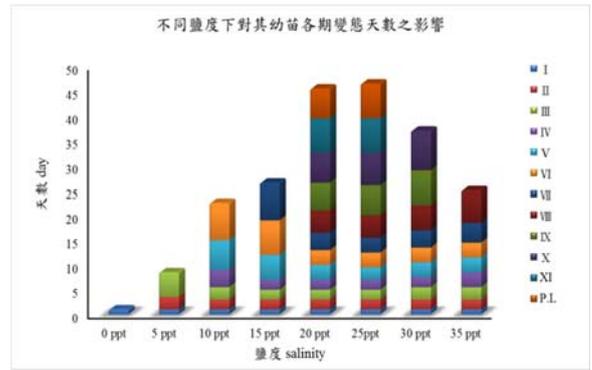
圖二、刺足沼蝦亞成體





胚胎發育

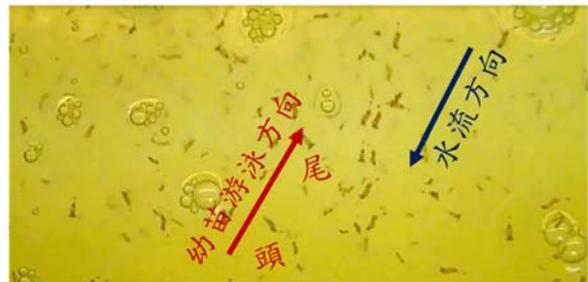
圖三、



圖七、不同鹽度的變化對刺足沼蝦幼體之影響

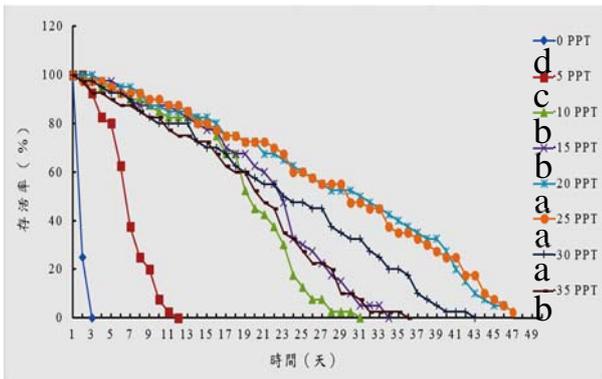


圖四、飼養 30 天之刺足沼蝦

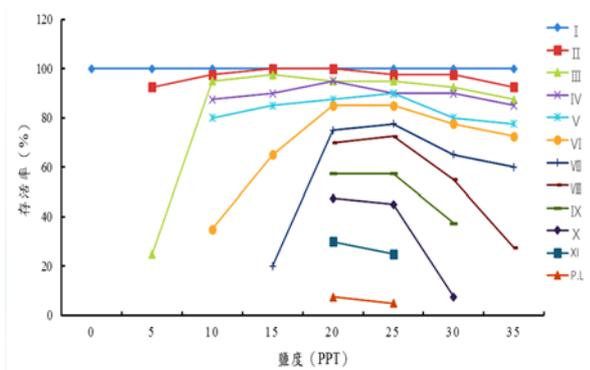


圖八、

尾柄向水流方向平行移動



圖五、不同鹽度對其幼苗蚤狀幼體時期活存之影響



圖六、不同鹽度下對其幼苗各期變態時間與發育程度之影響



## 室內孵化之刺足沼蝦 *Macrobrachium spinipes* 幼苗培育 及不同鹽度下對其幼苗發育之影響研究

作者：黃俞升、葉鴻亮、蔡莉蕓、倪崇恩

### 摘要

台灣澎湖群島擁有豐富的海洋資源，地理環境因海流相互交錯故孕育出多樣的海洋生態。我們的專題研究拍攝關於台灣澎湖群島海域周邊常見的海綿動物。介紹海綿的各式型態、顏色及種類，從外部的樣貌逐漸深入到內部的身體主要不同的細胞與結構，分別介紹其名稱、所在位置以及功用。除此之外，海綿骨針的形狀、名稱，體內過濾的水管系統也都有介紹。下潛拍攝海綿濾食，證實海綿會吸收附近海水，進而達到捕食的效果。每種生物均需要繁衍後代，海綿利用有性生殖及無性生殖達到生命的延續。在共生以及競爭方面，我們以實際下潛拍攝的方式呈現出台灣海綿動物的生物多樣性、自然生態面貌、海綿體內的共生物群聚與海蛞蝓捕食海綿的畫面。透過影片的剪輯，以自製動畫說明並解釋海綿的生理構造與特殊的水管過濾系統，輔以旁白與字幕的說明以及搭配和諧的背景音樂。紀錄片的最後，我們呈現有關海洋污染、垃圾丟棄等保育話題，同時我們也拍攝紀錄澎科大海運系學生所自動發起的每年一度之淨海活動，冀望能喚起人們對海洋的保育以及愛護也同時呼籲希望能帶動所有人對海洋環境的維護運動。

### 1.前言

相信大家對海綿一詞並不陌生，在生活上常出現有：海綿蛋糕、海綿寶寶、海綿菜瓜布...等許多有

關海綿的產品，但是如果提到海綿動物，一般人可能所知有限。海綿動物是目前發現最古老也是最原始的海洋後生動物(Yin et al. 2015)。生物學分類上被界定為動物界、海綿動物門，又稱多孔動物門(Porifera)。目前海綿動物主要分為四個綱，分別是：鈣質海綿綱(Calcareo Bowerbank, 1862)、六放海綿綱(Hexactinellida Schmidt, 1870)、尋常海綿綱(Demospongiae Sollas, 1885)及同骨海綿綱(Homoscleromorpha Bergquist, 1978) (van Soest et al. 2012)。其中以尋常海綿綱的種類最多，是多孔動物門中最大的一綱。全世界至目前為止約有一萬一千種海綿被描述，其中有八千六百種被認定為有效種。學者估計還有超過兩倍以上的海綿物種尚未被發現。(Huang et al. 2016)

海綿動物沒有肌肉和神經細胞，因此對外界的物理性刺激和反應十分有限(Hooper and van Soest 2002)。海綿動物所特有的型態特徵有(1)領細胞(choanocyte)：具有鞭毛的功能細胞，藉由鞭毛的自主擺動可以製造水流進而過濾食物，獲得營養。(2)水管系統(aquiferous system)：藉由簡單到複雜的水管系統提升了海綿過濾水的效率。因為細胞與水流接觸面積增加，所以也提高了攝食與排泄的效率。(3)骨針(spicules)：骨針的主要功能在維持海綿的型態。依照其組成份可分成鈣質骨針(CaCO<sub>3</sub>)和矽質骨針(SiO<sub>2</sub>)。不同型態的骨針也是海綿分類的重要依據。(4)細胞的多功能性(totipotency)：海綿體內的未分化細胞可以依照需求自由轉化成不同功能的細胞(Ruppert et al. 2003)。海綿動物的種類繁多，除淡水海綿一科生長於淡水外，其餘的海綿動物都生長於海水中。海綿的生活區域分佈自潮間帶海岸到深淵海底(Kersken et al.



2014)·從溫暖的熱帶到寒冷的極地海域都有海綿存在。海綿的生活史中·幼苗時期可以在水層中行自由生活。成體是屬於底棲附著性生物。

過去的數十年間·海綿動物在底棲生態系統所扮演的角色和功能已經被慢慢地揭露出來。在熱帶的珊瑚礁系統中·海綿動物可以同時扮演底質的建築師與摧毀者的角色·與底質的穩定、鞏固與再生(Bell 2008)。海綿動物同時也是連結底棲與大洋水層之間物質雙向循環的重要關鍵生物。

海綿動物產生的化學物質也可作為其他生物與海綿動物交互作用的媒介。對海綿動物生態功能的了解與其共棲生物的交互作用的研究·例如海綿提供微棲地(Huang et al. 2008; Haber et al. 2013; Kersken et al. 2014; Özcan and Katağan 2010)與次級代謝產物的功能·也可以用來提供海洋天然物開發與生物科技的應用。台灣對於海綿動物相關的研究方面·除了著重在天然物的開發這個領域·近年來亦開始著眼於台灣海綿新記錄種與生物多樣性的研究(Huang et al. 2016)。目前台灣僅有部分學者在對海綿用途與分布做研究·而許多人對於海綿還尚未了解。為了使更多人了解海綿·我們製作了一部海綿紀錄片·讓大家了解海裡存有這種生物·也藉由影片來達到宣傳海洋環境保育活動。

## 2. 研究目的

在台灣目前尚未有人將海綿動物以中文紀錄片的方式呈現。因此我們做紀錄片的目的是: 1.使更多人了解海綿動物 2.藉由影片來達成宣傳海洋保育活動 3.期望以這支紀錄片來引領更多人加入海綿動物研究·也希望這影片對未來的海綿研究有所貢獻。

## 3.材料與方法

### 3.1 研究地點

本研究的野外拍攝時間是從 2015 年 5 月中旬到 2015 年 10 月中旬·地點多在台灣澎湖群島南方沿海岸海域的風櫃、青灣、山水、鎖港、澎湖南方四島東嶼坪、西嶼坪、東吉、西吉周遭海域·其餘地區包括綠島、蘭嶼及墾丁等。

### 3.2 紀錄片製作方法與步驟

#### 3.2.1 選定主題

為了拍攝一部有關於海洋的紀錄片·我們選定海綿為拍攝主題·大眾對於海綿的身體構造、捕食及交配行為·相較於其他海洋生物認知較少。在澎湖當地也有海綿的研究與文獻讓我們在之後的拍攝有相當程度的幫助。

#### 3.2.2 資料收集

選定主題後·我們開始查閱海綿相關書籍、文獻及上網查詢相關資訊·也實際到澎湖周圍海域了解海綿生長情況。歸納出九大重點;內容包括介紹海綿的分類、外部型態、水管系統、濾食作用、內部解剖圖、骨針型態、生殖、共生、競爭。為了增加大眾對於海洋的保護·我們特別查詢有關海洋生態保育的資訊及研究。加強紀錄片的可靠及正確性並同時注意到紀錄片所包含的內容中有關於符合著作權相關的法律規定(法務部 2016)。



### 3.2.3 撰寫紀錄片

我們先在網路上搜尋如何編寫紀錄片劇本來做為撰寫的依據。

( <http://www.wikihow.com/Create-a-Good-Documentary-Film> ) 我們參考網站的建議將紀錄片分為前言、中段、結尾並讓紀錄片前後呼應形成一個完整具有故事性的內容。另外寫出紀錄片的大綱以防止我們在拍攝中偏離劇本內容，同時我們也觀看許多相似的動物紀錄片來當作參考。撰寫完成後，我們將文字稿給老師審查並修改。

### 3.2.4 鏡頭分鏡

編寫劇本後，將想呈現的影像，分段成一格格的圖畫，描繪在一張 A4 大小上的紙張。目的是檢視我們拍出紀錄片的流暢度，以及每個畫面的連貫性是否有問題。每格的影像都是依據腳本順序來構圖，構圖的畫面以及拍攝畫面角度，我們參考大量海洋紀錄片的拍攝方式找出其共通點，拍攝出正確順序的紀錄片。

### 3.2.5 影片、影像拍攝

參考影片的劇本及分鏡圖後，我們以水肺潛水 ( SCUBA ) 的方式於上述的拍攝地點進行海綿的實體攝影。我們使用的是 CANON G11、G12 相機搭配水下防水盒及 Gopro Hero3+ 攝影機加防水 60 公尺防水盒。在影片拍攝時，因水流會帶動身體無法固定，故在水下攝影時沒辦法像在陸地上一樣。為了以防手震、速度移動過快造成影像模糊等問題，我們每一次拍攝都會重複，這同時也提供我們在篩選時有更多的選擇。

### 3.2.6 影片篩選、剪輯及動畫製作

影像拍攝完成後，我們依據影片的編劇與分鏡表篩選出需要的影片，並運用威力導演 ( 訊連科技威力導演 14 極致試用版 ) 擷取我們所需的部分。在篩選時我們會特別注意影像是否有晃動造成觀看者不適或是人影重疊出現，而破壞了畫面的和諧度。海綿的內部解剖圖及模擬海綿的生殖情形，因為技術上無法拍攝，我們以動畫呈現，利用 Flash 軟體 ( Flash Professional 8 ) 來製作動畫的內容及配色也是盡量符合海綿實體色彩及生長方式。

### 3.2.7 影片和動畫組合及編輯

剪輯好的影片和製作完成的動畫按照分鏡稿的排序用威力導演做編輯，適度的增加以及修剪影片長度來符合整體流暢度。某些片段甚至回頭去修改分鏡稿，以符合前後呼應，讓觀眾觀看紀錄片更加了解。口述旁白錄音我們嘗試各種音效來符合紀錄片的節奏旋律，我們在每一紀錄片段都配有不同的背景音樂，目的也是為了符合節奏旋律以及氣氛的掌控。遷入中文字幕選用與背景相對明顯的顏色，在觀看紀錄片的同時不會因為看不到字幕而不了解紀錄片所要傳達的知識與內容。

### 3.2.8 校正

紀錄片製作完成之後我們請專業的老師審核，指出內容有誤的地方進行修改。此外也請研究室人員觀看紀錄片，提出有錯誤或者不了解之處，一方面能確保我們所要傳達知識的正確性，另一方面讓本紀錄片變得更適合讓普片觀眾觀看能更容易了解海綿的相關知識背景。



### 3.2.9 紀錄片完成

紀錄片作品完成，我們放映給各個不同背景的觀眾欣賞，獲取更多不同角度的建議以及提問，提供我們後續的修改及未來若有機會在製作影片，有哪些需要特別注意的小地方。

### 3.3 甘特圖

表 1、工作進度甘特圖表

製作 期程	工作 項目	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	備註	
前置	規劃 潛點	■										風櫃. 青 灣. 山 水. 鎖港	
	寫 劇 本	■										內容包 括；形 狀、顏 色、水 管系 統、 收縮、 骨針、 濾食、 生殖、 生態保 育	
	場 地 探 勘											試拍	
	租 借 器 材											G11、 G12、 Gopro	
	執 行			■									
	拍 攝 圖 片			■									
後 製	剪 輯									■			
	修 補									■			
	模 擬 報 告										■		



表二、週期甘特圖表

	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2
	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	0	0	1	2	2	0	1	1	2	0	9	1
	2	7	6	1	8	4	1	8	5	2		6
動畫製作												
分類												
字幕、聲音(旁白)												
特效、修改												
影片剪輯												
初版製作完成(給老師看)												
報告文字檔												
修改												
最終版												
發表練習												
專題發表												

## 4. 研究結果

### 4.1 紀錄片旁白文字稿

悠遊於大洋，看著這繽紛的海床，這一切美得讓我無法言語，難以掩飾我心中的興奮與感動。台灣澎湖群島位於歐亞大陸及太平洋西岸交界，由 90 多個小島所組成，總面積約 128 平方公里，島上目前仍有許多地方保有原生生態，在 2009 -2012 年台灣澎湖海域海綿動物的分類學研究中共發現 34 種以上的台灣新紀錄種 (Huang et al. 2016)。

我們跟著研究團隊駕船離開馬公約 20 海浬，

打算去一處近海島嶼潛水，今天要去的地方叫南方四島，這是一個無汙染存有多種海綿的地方，南方四島在 2014 年 10 月正式成為國家海洋公園，位於澎湖南海，範圍包括東嶼坪、西嶼坪、東吉、西吉、周遭礁岩小島及鄰近海域，擁有豐富的生態資源及自然美景。

海綿在分類上屬於動物界、多孔動物門，目前分為：尋常海綿綱、鈣質海綿綱、六放海綿綱及同骨海綿綱四個。其中種類最多的尋常海綿可分為二十二個目(Morrow and Cárdenas 2015)。據我們所知，全世界目前為止大約有一萬一千種被描述，其中有八千六百種被認定為有效種，學者估計大約還有超過兩倍以上的海綿仍未發現證實(van Soest et al. 2012)。

在澎湖附近的海底，海綿像人類一樣具有多變的外觀，大小差異上大者，一個人無法環抱，小者潛水時，常忽略他，有筒狀、球型、枝狀、地衣型、管狀、團塊狀。

在人類歷史中得知，早期歐洲人曾把吸水性強且柔軟的海綿，當作頭盔及盔甲內襯墊，讓騎士們穿戴起來更舒適(Chou et al. 2014)。近年來，科學家發現海綿體內的共生細菌可產生代謝物質，稱作化學天然物。化學天然物上存有抗菌、抗發炎及抗腫瘤等功能這使醫藥學研究有突破性的進展。

我們把範圍縮小到海綿分割剖面圖。表皮細胞:是構成表皮層最主要的元素之一，許多表皮細胞緊緊相鄰形成一片類似皮膚的薄膜覆蓋於表面。孔細胞:同樣位於表皮層，但不似表皮細胞那麼常見。入水孔的大小可以藉由孔細胞內的細胞絲收縮來控制，稱為微型括約肌閥門，如果水中雜質或泥沙過多，會適時緊閉，等雜質沉澱後，才重新開啟進水孔避免個體死亡。原生(變形)細胞:是一個全能性可以分化成不同功能的細胞，他們也具有吞噬細胞的功能。膠原細胞：沒有固定形狀的細胞，移動時會在中膠層分泌膠質纖維，用來補強中膠層的耗損與強化其



結構。骨針原細胞：會分泌礦物質骨針，是構成海綿骨架的重要材料。襟細胞：又稱為領細胞，具有鞭毛可以藉由其擺動而產生水流通過海綿體內來達到濾食的功能。襟細胞的一端具有一根鞭毛而且被環狀的纖維毛凸起所包圍。

大部分的動物需要骨架才能支撐身體，海綿也不例外，骨架主要指的是位於中膠層的骨骼，不同類型的海綿質地硬度差異非常大；骨針可分為矽質骨針，鈣質骨針兩種。構成這些元素、形狀、大小多變的骨針特性，對海綿的形態分類來說相當的重要。

有些海綿會吸收外部物質，如：砂礫。納入骨架做為一種代替骨針你們或許會感到疑惑，同綱為什麼的海綿會有這麼大的差異？其實在海綿的體內藏有一種奇妙的水流系統，我們稱之為水管系統，就算同綱的海綿也可能有不一樣的水管系統，下列這些海綿分別為三種不同的系統，從動畫我們能很清楚的了解亞士康型，海水一開始從進水孔進入到體內，領細胞在途中吸收有機物，抵達海綿的中央腔，從上方巨大的排水孔排出，完成簡單的循環。亞士康型轉變為新康型海綿，體壁形態形成皺褶，這樣不但加大進水表面積，還減少中央腔的體積。海綿過濾水的效率與有機物的攝取量大幅提升更增加了濾食功能。留康型海綿的體型變化相當多變，從幾公分到幾公尺以上都有。體內的水循環系統相當的錯綜複雜。水流進來之後會通過許多圓球形的領細胞室，過濾更有效率，也相對提高營養攝取量。大部份淺海的海綿與淡水海綿都是留康型，而且呈現許多不同的形態。

為了證實海綿有濾食能力，我們做了一個很有趣的實驗，在海綿周圍注射無毒無害的染劑，發現海綿附近的染劑漸漸被吸入到體內，染劑很快就從排水孔排出，在這實驗中確定的是海綿能快速吸入附近海水，藉由過濾海水取得有機物。這個動畫是在模擬海綿的濾食行為，吸進去的有機物會被扁平細胞吸收，無機物會順著水流排出體外，不是所有

物質都能順利通過，直徑過大的物質將無法被吸入。

自然界的物種為了延續生命，有了生殖行為，海綿的生殖可分為有性及無性兩種(Elvin 1976)。有性生殖大多是雌雄同體，但在不同時間產生精卵。當精子成熟之後會經由水流排出，運送到另一個雌性海綿，這裡可以看到精子順著水流，進入入水孔，被襟細胞吞噬，但不消化，由變形細胞帶往中膠層與卵子結合，進行受精卵細胞分裂，發育成兩囊幼蟲，從體內排出，尋找適當的棲地，著陸後，由外層鞭毛翻轉向內，形成新個體。另一種生長方式叫出芽生殖，Tethya 海綿到了繁殖季，骨骼開始有所變化，連接骨針的幼體，內部生長出組織及水管系統形成球狀，在這稱作球型幼體，不會馬上掉落並嘗試慢慢成熟運作，脫離母體後，形成另一顆全新的 Tethya (Cardone et al. 2010, Hammel et al. 2009, Heim et al. 2007)。

在大洋裡群聚生活是極為常見的，豐富的生態系統，可看見生物的多樣性，並衍生出共生及競爭關係。

在共生方面，小丑魚和海葵屬於互利共生。海綿也不例外，目前我們在澎湖周遭海域發現，海綿體內有許多生物居住如：藤壺、陽隧足、海藻等，這種即為共生的關係。

海洋裡，每件事都是環環相扣的。有了一起共生的夥伴，當然也少不了眼紅的競爭對手。像是珊瑚與海綿，就會因為爭奪陽光、食物、地盤而成為競爭者(Uriz et al. 1992)。比起珊瑚的競爭，掠食更直接威脅到海綿生命的安全。海蛞蝓就是海綿天敵的其中一種。為了抵禦，海綿也有自己的保護措施。有的產生非常難聞的氣味、有的將骨針裸露在外面，還有的會產生毒素來自衛。這塊殘破的海綿並不是因為物種相互掠食，而是因為人類，在人們日以忘日超越自身需求的貪婪和好奇，造成了海綿



的病變甚至死亡。隨意亂垃圾、廢水汙染的排放，使海洋原本的色彩產生了變化。

海洋佔了地球總面積的三分之二，它的重要性可想而知，聯合國也在 1998年定為「國際海洋年」，展開海洋生態的保護運動。四面環海的台灣，跟海的關係又是密不可分，相較於整個海洋，甚至是整個環境，我們是多麼的渺小，卻給地球製造了如此龐大的負擔，如果我們不再及時停止對環境的破壞，受影響的不只是海綿，更危害到整個的海洋及生態系生物多樣性。

#### 4.3 工作照片



圖 2. 影片文稿撰寫

#### 4.2 分鏡圖



圖 1.分鏡圖



圖 3. 分鏡稿繪製



圖 4.美化及修剪影片





圖 5.影片製作

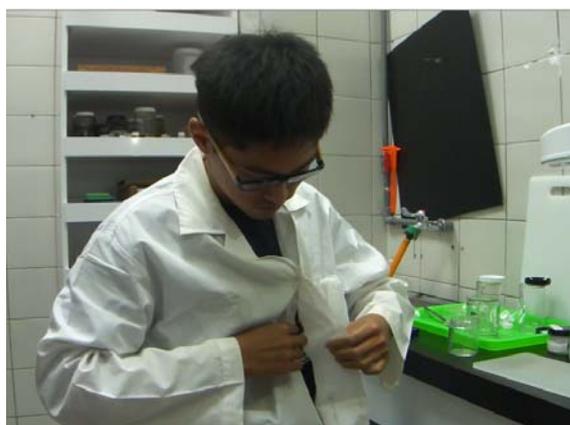


圖 8.拍攝花絮

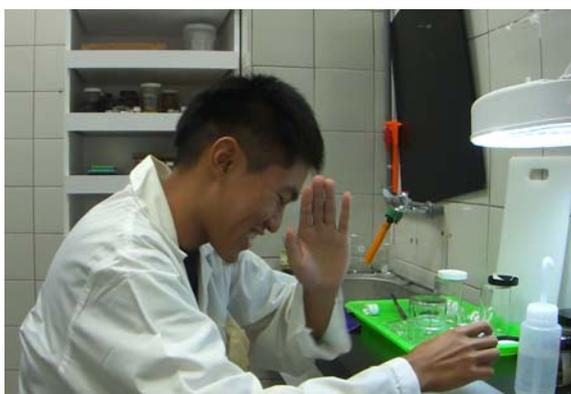


圖 6.錄製過程



圖 7.服裝整理

## 討論

在本次製作紀錄片的過程中，我們發現了幾個問題：該如何尋找紀錄片規格、格式及沒有版權問題的背景音樂或海綿圖片。最後製作出來的成品又該如何用淺顯易懂的方式讓觀眾看完紀錄片後，能清楚了解我們所訴說給觀眾的資訊、知識、想法。必須要統整觀眾的建議來修改紀錄片拍攝方式以及影片排序，才會架構出大眾所能接受的展現成果。

## 紀錄片的後續發展：

1. 具我們所知台灣澎湖群島，周圍海域有許多特有生物值得我們去發現，有了這次拍攝紀錄片的經驗。我們希望能擴大拍攝範圍，從海綿轉變為更廣的海裡生物。
2. 未來我們可將紀錄片製作成具有英文字幕的影片，放在網路平台，讓國外觀眾也能了解相關海綿知識以及澎湖海底景觀。
3. 藉由此拍攝紀錄片的經驗，我們能激起有興趣以及意願的民眾，製作更多有關海洋生物或者各方面的紀錄片，讓傳遞知識不僅僅只有圖片、文章及書籍。



- 行銷澎湖縣島嶼風光，海底生態，以前是利用照片、文章，現在我們將其美景拍攝成紀錄片，呈現不同的海底多樣性景觀，吸引愛好潛水，浮潛或一般民眾，深度探訪，體驗經驗達到多元化發展。
- 在影片最後，我們呈現現在海洋垃圾污染的真實畫面，以及我們潛水清垃圾的畫面，再度喚起對於海洋保育的重視以及積極度，讓大眾主動停止隨意丟垃圾的習慣以及維護大自然的熱誠，這是我們最終的目的。

## 致謝

本紀錄片得以完成首先要感謝黃俞升博士這一年來給予的指導與鼓勵，並在影片製作過程中教導我們如何從一個曾未接觸過的海洋生物，由未知到了解及製片，也告訴我們，如何從文獻中快速得知目前研究的進度及物種的多樣性，也感謝老師的多次包容，在我們製作過程中，多次錯誤及不正確的資訊都能立即發現並上校正，免除我們告訴觀眾的錯誤訊息。感謝行政院科技部提供研究經費，讓我們在紀錄片製作過程中無需擔心經費問題。感謝荷蘭生物多樣性中心 Dr. Nicole J. de Voogd 與 Mr. Thomas Swierts 兩位進行水下染劑濾食實驗，讓我們更容易呈現濾食行為。感謝澎湖科技大學海洋運動與遊憩系提供潛水裝備。感謝海洋底棲生態與科技潛水研究室提供攝影器材與投影設備。感謝馬公潛水提供氣瓶及裝備維修。感謝蘇焉老師提供海蛞蝓專業建議及圖片。感謝王璟老師協助修改劇本。感謝郭芳伶、陳恩靈、吳柏村、黃琛哲、黃泰穎、金建國、簡宏佳、李佳芸、吳婉菁等學長、學姊提供影片。此外要感謝研究室學弟、學妹給予紀錄片建議，讓我們的紀錄片能有更完整的呈現，感謝這些人在紀錄片製作過程中給予關心、分享與鼓勵，

使我們的紀錄片增加了許多歡笑。本專題是一個團隊合作的結果，在紀錄片製作期間，感謝協助研究團隊的夥伴們，水下作業時互為潛伴，彼此照應；在研究室中整理資料，互相討論、製作，讓整個過程流暢、分工合作，且有效率的完成進度。

## 參考文獻

- [1] Bell JJ. 2008. The functional roles of marine sponges. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 79:341-353.
- [2] Cardone F, Gaino E & Corriero G. 2010. The budding process in *Tethya citrina* Sarà & Melone (Porifera, Demospongia) and the incidence of post-buds in sponge population maintenance. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 389:93-100.
- [3] Chou Y, Tang M-T, Liu L-L & Su Y. 2014. A new Choice for Bioremediation- The Potential Application of Marine Sponges in



- [4] Aquaculture Systems. Taiwan Natural Science 33: 78-83
- [5] Elvin DW.1976. Seasonal Growth And Reproduction Of An Intertidal Sponge, Haliclona Permollis (Bowerbank). Biological Bulletin 151 : 108-125
- [6] Haber M, Gur A, Blihoghe D, and Ilan M. 2013. Barnacle fouling in the Mediterranean sponges *Axinella polypoides* and *Axinella verrucosa*. Marine Ecology 34:467-473.
- [7] Hammel JU, Herzen J, Beckmann F & Nickel M. 2009. Sponge budding is a spatiotemporal morphological patterning process: Insights from synchrotron radiation-based x-ray microtomography into the asexual reproduction of *Tethya wilhelma*. Frontiers in Zoology 6: 6-19..
- [8] Heim I, Nickel M & Brümmer F. 2007. Phylogeny of the genus *Tethya* (Tethyidae: Hadromerida: Porifera): molecular and morphological aspects. J. Mar. Biol. Ass. U.K.: doi: 10.1017/S0025315407058419
- [9] Hooper JNA and van Soest RWM. 2002. Systema Porifera: A Guide to the Classification of Sponges. 1 edition. Kluwer Academic/ Plenum Publishers, New York.
- [10] Huang JP, McClintock JB, Amsler CD & Huang YM. 2008. Mesofauna associated with the marine sponge *Amphimedon viridis*. Do its physical or chemical attributes provide a prospective refuge from fish predation? Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 362:95-100.



- [11] Huang YM, de Voogd NJ, Cleary DFR, Li T-H, Mok H-K & Ueng J-P. 2016. Biodiversity pattern of Subtidal Sponges (Porifera: Demospongiae) in The Penghu Archipelago (Pescadores), Taiwan. *Journal of The Marine Biological Association of the United Kingdom* 96:417-427. doi:10.1017/S002531541500017X.
- [12] Kersken D, Göcke C, Brandt A, Lejzerowicz F, Schwabe E, Sefeldt MA, Veit-Köhler G, and Janussen D. 2014. The infauna of three widely distributed sponge species (Hexactinellida and Demospongiae) from the deep Ekström Shelf in the Weddell Sea, Antarctica. *Deep-Sea Research II* 108:101-112.
- [13] Morrow CC and Cárdenas P. 2015. Proposal for a revised classification of the Demospongiae (Porifera). *Frontiers in zoology* 12: doi: 10.1186/s12983-12015-10099-12988.
- [14] Özcan T and Katağan T. 2010. Decapod Crustaceans associated with the sponge *Sarcotragus muscarum* Schmidt, 1864 (Porifera: Demospongiae) from the Levantine coasts of Turkey. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 10: 286-293
- [15] Pineda M.C, Duckworth A & Webster N. 2015. Appearance matters: sedimentation effects on different sponge morphologies. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.:* doi:10.1017/S0025315414001787
- [16] Ruppert EE, Fox RS, and Barnes RD. 2003. *Invertebrate zoology: A Functional Evolutionary Approach* 7th ed. Cengage Learning, Boston, USA.



[17] Uriz M-J, Rosell D & Maldonado M. 1992.

Parasitism, commensalism or mutualism?

The case of Scyphozoa (Coronatae) and

horny sponges. Marine Ecology Progress

Series 81: 247-255.

[18] van Soest, RWM, Boury-Esnault N, Vacelet J,

Dohrmann M, Erpenbeck D, de Voogd NJ,

Santodomingo NK, Vanhoorne B, Kelly M, &

Hooper JNA. 2012. Global diversity of

sponges (Porifera). PLoS ONE 7:e35105.

[19] Yin Z, Zhu M, Davidson EH, Bottjer DJ, Zhao

F, and Tafforeau P. 2015. Sponge grade

body fossil with cellular resolution dating 60

Myr before the Cambrian. Proceedings of

the National Academy of Sciences of the

United States of America 112:E1453-1460.

doi: 1410.1073/pnas.1414577112.

[20] 法務部。2016。著作權法-全國法規資料庫.中

華民國 103 年 1 月 22 日修法 資料來源:

[http://law.moj.gov.tw/LAWCLASS/LAWALL\\_](http://law.moj.gov.tw/LAWCLASS/LAWALL_)

PRINT.ASPX?PCODE=J0070017

