

幽靈漁具的潛在影響與衝擊：以台灣北部海域蟹籠漁業為例

簡向農、王世斌*

國立臺灣海洋大學海洋事務與資源管理研究所

Received 03 September 2020; revised 05 October 2020; accepted 06 October 2020; available online 15 October 2020

摘要

海洋塑膠垃圾的污染在近年受到相當的關注；這些塑膠可能捕獲、纏繞、窒息或殺死海洋動物，其中“被遺棄、遺失或丟棄的漁具”，或所謂的幽靈漁具又特別的致命。該漁具因持續不斷的捕魚，但漁獲卻無法為人所用，故形成幽靈漁業的現象。幽靈漁具可能對敏感棲地產生衝擊，也可以透過纏繞而威脅海洋生物生存。幽靈漁具產生的可能原因包括人為破壞、惡劣天候、碰觸海底礁石、漁民作業疏失、與其他漁具衝突、船隻經過割斷浮標與故意丟棄...等。這些漁具一旦遺失將對海洋環境、物種保育、人類健康、旅遊、地區經濟等產生多重層面的影響。本文以臺灣北部蟹籠漁業為例，探討該漁業漁具遺失量及其經濟損失，並評估其潛在幽靈漁業的影響。結果發現在台灣西北漁場作業的蟹籠船，其籠具遺失量與遺失率四季有所不同，並以秋季為最高。而西北海域與北部沿岸作業船隊每船年總計籠具平均遺失量分別為 2,899 與 1,761 個，約佔其年產值的 5%，而遺失籠具所可能造成的幽靈漁業損失可達年捕獲量的 5-22% 或 6-27%。西北船隊的主要遺失肇因在春秋冬季皆為漁具衝突(49-53%)，但在夏季則為作業疏失所致；而衝突對象 77% 為中國大陸拖網船，23% 為臺灣拖網船。但沿岸船隊籠具遺失肇因的前三名則分別為船隻經過纏繞(28%)、漁具衝突(27%)與惡劣天候(19%)。針對台灣北部蟹籠漁業所得結果，本文提出：依漁業特性研擬因應對策，清除現有幽靈漁具讓棲地重生，建構完善的漁具遺失通報與回收處理系統，以及研究與教育宣導等並重的倡議，做為台灣未來施行籠具漁業管理之重要參考依據。

關鍵字：幽靈漁業、遺失漁具、蟹籠漁業、沿近海漁業管理。

*通訊作者電子信箱：sbwang@mail.ntou.edu.tw

幽靈漁具及其影響

海洋污染一直以來都是相當受到大眾所關切的議題，而海洋塑膠垃圾的污染更是在近年特別受到矚目。根據最新的報導(Thomas *et al.*, 2019)指出，每年大概會有 1,200 萬噸的塑膠流入海洋；相當於每分鐘倒入一輛垃圾車的垃圾量，這些塑膠可能捕獲、纏繞、窒息或殺死海洋動物。其中一種塑膠污染又特別的致命，因為它本來就是專門設計用來獵捕海洋野生動物的工具，那就是：*被遺棄、遺失或丟棄的漁具* (abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear, ALDFG)，或所謂的幽靈漁具(ghost gear)；而該種漁具持續不斷的捕魚，但漁獲卻無法做為人類消費之用的一種現象就是所謂的幽靈漁業。

幽靈漁具為海洋廢棄物之一，雖不像漂浮在海上的污染物顯而易見，但可能具有更為廣泛的潛在性危害(Arthur *et al.*, 2014)，並被認為是最為有害的海洋污染之一 (Laist, 1996)，其所引發的幽靈漁業(ghost fishing)問題在 1985 年 4 月第 16 屆 FAO 的例行會議開始引起世人的關注。根據聯合國糧農組織 (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) 與 聯合國 環境 署 (United Nations Environment Program, UNEP) 的估計，每年至少有 64 萬公噸的漁具會在海洋中遺失或被遺棄，約佔所有海洋廢棄物的十分之一 (Macfadyen *et al.*, 2009)。

這些漁具有可能在世界上任一個地方被丟棄或遺失，最後卻在另一個地方出

現；因為洋流和風可以攜帶廢棄漁具數千公里之遠，而由於洋流的影響，它們在偏遠的地區積累數量相當驚人。一項針對太平洋垃圾集散區的研究顯示，北太平洋亞熱帶環流內有一海區內大型塑膠(超過 50 公分)的堆積量高達 42,000 噸，其中 86% 為漁網。該區所有大小類別的垃圾中，漁網占了 46% (Thomas *et al.*, 2019)。此外，由於洋流的輸送也可能造成國家及海洋之間外來物種的相互傳輸與散佈。

幽靈漁具可以透過纏繞來威脅各種海洋生物的生存 (Dayton *et al.*, 1995; Gregory, 2009)。生物一旦被纏繞，可能會因此而被淹死，或降低捕食餌物與逃避掠食者的能力，也可能因為與幽靈漁具的磨蝕而造成傷口感染或改變行為模式... 等，使牠們處於生存的劣勢(Laist, 1987)。幽靈漁具也可能對敏感的棲地產生衝擊 (Arthur *et al.*, 2014)；在普吉特海灣(Puget Sound)的研究顯示，原先具高密度幽靈漁具的地區，漁具移除後的一年之內，大葉藻(*Zosteras sp*)的覆蓋率提升了 30% (June and Antonelis, 2009)。

此外，幽靈漁具，像所有類型的海洋垃圾一樣，還可能影響海洋環境與地區經濟。Macfadyen *et al.* (2009)曾經總結幽靈漁具所造成的財務和經濟損失也包括：直接損失，例如引擎被幽靈漁具纏住因而必須花時間清理而減少捕魚時間，或由於纏繞嚴重而破壞並損失這些漁具，船舶甚至因失去動力而造成必要的緊急救援行動等，若企圖尋找和回收遺失漁具，也將耗

費多餘的時間及燃料，導致捕魚時間更少成本增加；另外，漁民、政府和產業因必須制定相關遺失漁具的回收計畫，或採取其他管理措施，因此可能需要更多的彼此溝通、漁具標記及監管等所需的成本花費。

而間接損失則是造成漁產量的下降，因為幽靈漁具所捕獲的物種中有超過 90% 具有商業價值，因此可能導致漁民收入的大幅減少(NOAA, 2015)。Breen (1987) 於加拿大佛雷澤河(Fraser River)河口的研究指出，遺失籠具捕獲了相當於當地 7.2% 黃金蟹的捕獲量。Antonelis *et al.* (2011) 評估薩利溪水域的黃金蟹漁業，每年可因幽靈漁業而損失約 74 萬到 105 萬美元左右，相當於 4.5% 至 6.3% 的總收益價值。而在阿曼蘇丹國的研究也顯示，每個籠具在遺失的 3 個月和 6 個月之後，將分別減少漁民 145 與 168 美元的收益(Al-Masroori *et al.*, 2004)。

此外，因為籠具的遺失而必須再購買新的籠具，對於漁民來說也是額外的成本(Arthur *et al.*, 2014)。在美國的維京群島，全新的捕魚籠具價格平均為 200 美元，而該地區每季遺失約 500 個以上的籠具，光是替換籠具的費用每季就將超過 10 萬美元(Clark *et al.*, 2012)。由於漁業收入的減少，更可能對漁民或漁村帶來乘數效應，例如失業。此外，幽靈漁具亦可能破壞海洋和海岸帶的美麗，污染海灘、商業港口和碼頭，進而趕走遊客，破壞當地經濟等，政府甚至必須投入相當的研究花費來

減少幽靈漁具的產生或請人清理等。因此幽靈漁業除了造成海洋環境的破壞、生物資源量的損失之外，也將造成漁民經濟上收入的減少與作業費用的增加，而有必要加以正視。

幽靈漁具的種類

隨著人類科技與知識的進步，因而發展出各式各樣的魚捕工具，並依所捕對象的分佈水深、棲地類別、物種、習性...等而有不同的使用場域。包括簡單的小型漁具，如漁槍、陷阱、釣繩和小漁網，到必須仰賴各種機械操作協助、網口大到足以容納大型飛機的大型拖網，或可以圍住幾個泳池的大型圍網，及輔助捕撈用的各式集魚器等。科技的進步也使漁船幾乎可以在海表任何地方操作，從南極到北極，從表層到數千公尺的深海；而這些無所不在的漁具當然也就可能因種種因素而遺失，並成為幽靈漁具。而這些漁具對海洋環境的影響，則隨漁具類型、結構與作業區、深度、潮流及物種等而有所不同(Al-Masroori *et al.*, 2004; Carr and Cooper, 1987)。根據 Thomas *et al.* (2019) 對不同網具歸納所得概述如下：

網具類主要包括底拖網和浮魚(中表層)拖網、圍網和刺網。但漁網也可用於許多的水產養殖，一旦遺失或被遺棄，這些漁網也會成為幽靈漁具。例如：2018 年，潛水夫在伊奧利亞群島(Aeolian Islands)就發現了一具重達近 3 噸的養殖用漁網。根據 2019 年的一項研究估計，全世界每年

約有 6%的網具類漁網遺失：包括刺網和其他纏繞式網具丟失 5.8%；雜項(包括抄網、不明網具) 1.2%；圍網碎片為 6.6%；其他圍網類占 2.3%；拖網碎片占 12%。而刺網類則被認為是幽靈漁業的主要禍首。其遺失率則取決於它們使用的地點和使用方式，影響也是如此。例如，觸底的及那些無人看管的網具較容易遺失。同樣，在沿岸淺水域(200 米深以內)作業的網具損失率較低，也較容易回收，但深水(500 米以深)作業的網具由於過大的網長、浸泡時間久和漁具應力大因此遺失也將較多。

籠具與陷阱類：包括捕龍蝦、螃蟹、魚蝦等各式籠具也可能在風暴中與主繩索和/或浮標分離，或被船隻螺旋槳切斷，或由於疏於維護而丟失等。全球每年平均約有 9%的漁具可能遺失，但此數據依作業類型和地區的不同而有很大差異。例如，根據佛羅里達州漁民所言，每年損失的陷阱籠具通常占他們佈放量的 10-20%，近年來其損失數量達 5 到 10 萬個。此外，遺失籠具也可能像迷你推土機一樣在風暴中四處移動，嚴重破壞海草植被，珊瑚和海綿；而遺失的浮標拖繩也有可能纏住海床結構和捕獲其他海洋生物。雖然籠具的部分結構可因使用環保材質而分解，但浮標等塑膠構件或本體的金屬材質仍是海洋垃圾來源之一。

釣具類：例如用來捕捉鮪魚、鯊魚和旗魚類的延繩釣乃由懸掛浮球的主繩和下面懸垂的支繩所組成，每個支繩都有一個誘餌鉤。這些釣線可以延伸超過 100 公

里長，鉤數高達 2,000-3,000 鉤。釣具類還包括底延繩釣，及一些較短的竿釣、曳繩釣和手釣等。據估每年約有 29%的釣線會遺失：包括手釣 23%，竿釣 65%，延繩釣 20%，曳繩釣 22%。同樣的，遺失量主要會受到釣線的設計所影響。一根簡單的釣竿、或沒有誘餌的魚鉤(就像鱈竿釣)，與一條由數千根細線和帶誘餌的魚鉤所組成的延繩釣相比，其產生幽靈漁業的可能性當然要小得多。問題是目前全球有大量的延繩釣漁船在海上作業。例如中西太平洋最大的鮪魚場，2019 年註冊的鮪延繩釣漁船就有 2,581 艘(占該海域所有漁船數量的 66%)，但鱈竿釣漁船只有 100 艘(占不到 3%)，所以延繩釣的影響不容忽視。

魚群聚集設備或聚魚器 (Fish Aggregating Devices, FAD)：鱈鮪圍網漁船常常使用漂浮式(drift)人工聚魚器(dFADs)來吸引魚類。人工聚魚器是利用各種天然或合成材料所製成的木筏，下面懸掛著舊漁網、繩索、塑膠絲帶或其他天然或合成材料，以達聚魚目的。漁船再利用大型圍網圍住這些聚魚器，以捕獲聚集在下面的魚群。此外，掛在 dFADs 下方的舊漁網和繩索也會纏住海龜和鯊魚。[Filmlalter et al. \(2013\)](#)的研究發現，在印度洋被 dFADs 纏住而死亡的平滑白眼鮫數量是圍網混獲該物種量的 5-10 倍。調查報告([Escalle et al., 2018](#))也顯示，中西太平洋最大的鮪魚場 2016-17 年就有 30,700 至 64,900 個 dFAD 的佈放。而在東太平洋，每年部署的 dFADs 總數穩步增加，2015 年約有

15,000 個；另在大西洋海域與印度洋也相當可觀。FAD 的使用雖然讓鮪魚捕獲效率大增，但幼魚比例高；長時期使用對物種加入量可能產生嚴重的影響(Fonteneau *et al.*, 2000)，更遑論遺失後所衍生的幽靈漁業衝擊。

而除了遠洋漁業所使用的 FAD 外，有些國家也會使用定錨式(anchored)的 FAD (aFAD)來幫助沿岸小規模/家計型漁業的漁民，將浮游的魚類吸引到更靠近海岸的地方；它們的數量雖比 dFADs 少，但有時也可能因惡劣的天氣或者設計不佳而脫錨，並被拖到更深的水裡。馬爾地夫和薩摩亞使用的 aFAD 的遺失率就分別高達 82%和 79%。這些遺失的 FADs 也就成了海洋環境中的塑膠、金屬和電子垃圾來源之一；而掛在 FAD 下方的繩索和網同樣的也有可能纏繞鯊魚和海龜。上述漁具或漁撈輔助工具雖然都有可能衍生幽靈漁具與幽靈漁業問題，但通常延繩釣、一支釣、拖網...等漁具影響相對較小，而籠具、刺網及集魚器則被認為影響較大(Carr and Harris, 1997; Thomas *et al.*, 2019)。

幽靈漁具的形成原因

導致漁具遺失的可能性原因有很多，大致而言包括人為破壞、偷竊、惡劣天候、碰觸海底礁石、漁民作業疏失、與其他漁具衝突、船隻經過割斷浮標與故意丟棄...等(Laist, 1996)。Macfadyen *et al.* (2009)歸納出漁具遺失或丟棄的原因包括有直接原因如：違法作業或攜帶違法漁

具，環境因素(如惡劣海象)或操作上所導致的遺失，或經濟上的壓力，如丟在岸上需要處理費用等，以及不同漁業間的作業衝突，導致漁具損壞遺失等；而間接原因則包括：缺乏岸上的丟棄處所/設施、無法使用這些處理設施或岸上處理設施收費太貴等。

由於漁業所操作的自然環境和所使用的技術特質，意外(例如極端天氣條件)遺失部分的漁具確是在所難免；例如在葡萄牙南部的刺網與拖網漁業，船噸數較小的船隻通常因為惡劣天候而失去網具，而船噸數較大的漁船則會因為與其他漁具的衝突而導致網具遺失(Santos *et al.*, 2003)，雖然如此，但有些漁具却是被故意丟棄(Macfadyen *et al.*, 2009)。因此，不同漁業的社會經濟環境與作業型態都不同，其漁具遺失的原因也就不同，唯有瞭解漁具遺失的原因與其潛在的驅動因素才有可能對症下藥，發展出有效的管理策略，並為長遠、永續的漁業管理提供堅實的基礎(Arthur *et al.*, 2014; NOAA, 2015; Richardson *et al.*, 2018)。

以台灣北部蟹籠漁業及其漁具遺失的研究為例

臺灣北部蟹籠漁業的主要漁場在西北部海域，即一般業者所稱的「西北漁場」。該海域為東海陸棚南端的一部份，大約位於新北市金山區外海至臺灣海峽中線，北緯 25 度 10 分以北至 26 度，東經 120 度 50 分以東至 121 度 30 分之間

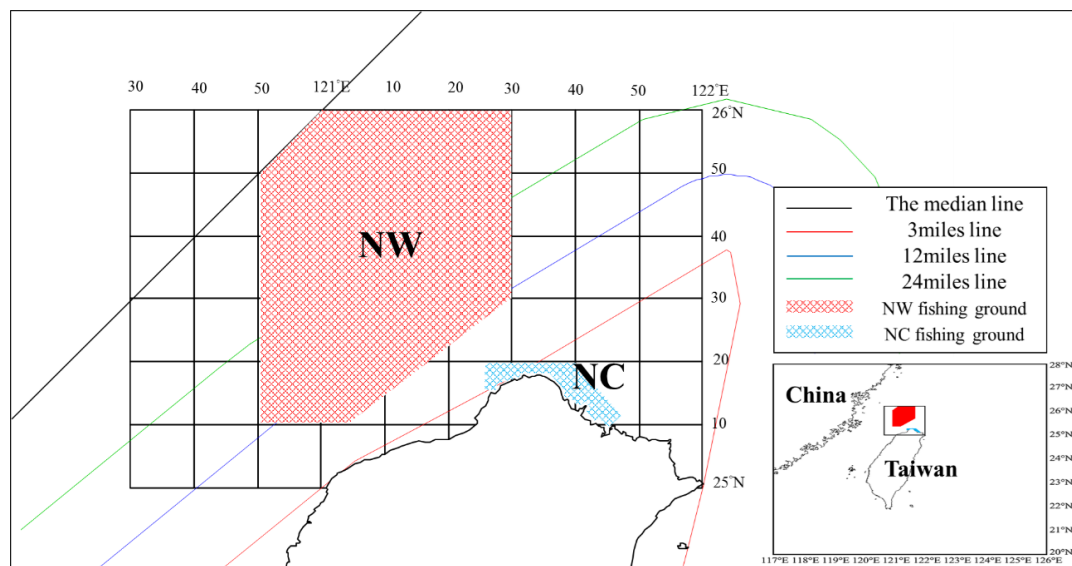


圖 1. 台灣北部蟹籠漁業作業漁區圖。(NW：西北漁場；NC：北部沿岸漁場)

(圖 1)。目前約有 50 餘艘捕撈海蟹的籠具漁船在此作業。蟹籠漁船每個航次作業天數約在 3 到 7 天，佈放的籠具數量約在 2,000 到 3,000 個左右。除了西北漁場之外，也有部分小型蟹籠船隻在北部萬里至石門沿岸作業(圖 1)，作業型態為當天來回，每航次佈放籠具數量則在 100 到 500 個左右；但也有聽聞少數船隻會將籠具終年佈放於海上，僅回收漁獲。而不論作業地點，臺灣北部蟹籠漁業所使用的籠具型態、材質與大小皆大同小異(圖 2)。

2012 年開始，新北市政府與漁業署合作將蟹籠漁業主要漁獲之鏽斑蟳 (*Charybdis feriatus*)、紅星梭子蟹(*Portunus sanguinolentus*) 與善泳蟳 (*Charybdis natator*)等三種海蟹統稱為「萬里蟹」來包裝行銷，並在每年的 9 月到 11 月舉辦萬里蟹推廣季，因而吸引大批遊客來到北海岸一帶嘗鮮。根據新北市政府漁業及漁港事業管理處估計，2018 年萬里蟹推廣季的

產值及周邊產值共計達到 15 億元，可見蟹籠漁業已為臺灣北部相當重要的沿近海漁業之一。

蟹籠漁業全年皆可作業，但受到漁法、自然環境及生物特性的限制，漁獲狀況會有所波動。一般秋、冬季為盛漁期，而春夏季漁獲狀況較差(陳等, 2019)。該漁法雖然相較於其他捕撈海蟹的漁法(如拖網)來說，較不會破壞底棲生態系(李和李, 1990)。但一旦遺失，其對於生態的破壞性



圖 2. 台灣北部蟹籠漁業使用之籠具。

可能就比拖網來的持久且嚴重(Antonelis *et al.*, 2011; Carr and Harris, 1997)，因為其中較完整的籠具在遺失之後會引發幽靈漁業現象，繼續捕撈螃蟹直到失去功能為止(Brown and Macfadyen, 2007)。而此籠具的遺失不但可能造成漁家作業成本與收益上的重大損失，也將經由幽靈漁業對此重要且珍貴的資源產生威脅。因此瞭解臺灣北部蟹籠漁業的作業遺失情形及其對漁民收益與生態的可能影響，進而謀求減緩或解決之道乃一刻不容緩之事宜。

筆者曾於 2019 年 10 月至 2020 年 4 月期間利用結構式訪談訪問 20 位西北漁場及 5 位北部沿岸作業的蟹籠船長，調查其漁具遺失量及經濟損失。季別籠具遺失量乃以每船每季作業航次數乘以該季每航次遺失籠具數而得，遺失率則以季別遺失量除以季別籠具佈放量計；而籠具的經濟損失則以遺失量乘以蟹籠平均價格估算。結果顯示西北漁場作業船，季別籠具遺失量與遺失率有所差異，並以秋季為最高(表 1)，平均遺失量為 1,383 個籠具，佔該季籠具佈放量的 3.20%。每船年總計遺

失量介於 527 至 4,748 個之間，平均為 2,899 個，價值約為 462,426 元，約佔其年產值的 5.03%；而沿岸作業籠具船的季別平均籠具遺失量則為 440 ± 523 個，佔佈放籠具量的 3.23%，換算籠具價值約為 $76,179 \pm 83,485$ 元，每船年總計遺失量平均為 1,761 個，換算價值約為 304,715 元，大約佔年產值之 5.24%。

可能的幽靈漁業影響

上述遺失籠具所造成的潛在幽靈漁業影響的相關研究在臺灣或甚至整個亞洲地區均相當缺乏。但澳洲蟹籠漁業所使用的漁具型態、材質，或是目標物種的甲殼寬均與臺灣北部蟹籠漁業類似，且有捕獲紅星梭子蟹與蟬屬(*Charybdis* spp.)等類似萬里蟹種，故本研究乃依澳洲 Cambell and Sumpton (2009)的幽靈漁業研究結果進行模擬評估，該研究假設籠具遺失後可持續幽靈漁業一年以上(Matsuoka *et al.*, 2005)；並依其結果設一個「最低」與一個「最高」情境：最低情境為每年每個遺失

表 1. 西北漁場作業蟹籠船樣本數(N)及其籠具之季別平均遺失量(mTrap_i)、遺失率(mTrap_i%)與漁具經濟損失(E_{trap})之估算

Season	N	mTrap _i	mTrap _i %	E _{trap}
Spring	14	572 ± 271	1.67 ± 0.65	91,166 ± 43,212
Summer	15	243 ± 145	0.78 ± 0.67	38,700 ± 23,171
Fall	20	1,383 ± 671	3.20 ± 2.11	220,576 ± 106,967
Winter	17	702 ± 273	2.27 ± 0.57	111,985 ± 43,508
Annual total	-	2,899	-	462,426

± 為加減 1 個標準差

籠具會持續捕獲 3 隻螃蟹，而最高情境則捕獲 13 隻螃蟹。將籠具遺失量依上述最低與最高情境及螃蟹平均捕獲重量來換算即可來估得每年遺失籠具所可能造成的蟹類資源損失量。

所得結果顯示西北漁場作業船其籠具遺失所可能產生的幽靈漁業現象將使螃蟹資源量損失每船每年達 1,297 至 5,625 公斤(約佔每船年漁獲量的 5.15% 至 22.32%)，換算經濟損失則在 568,367 至 2,462,923 元(約佔每船年產值的 6.18% 至 26.78%)。而沿岸作業籠具船所可能產生的幽靈漁業現象將使蟹類資源損失量每年每船達 672 至 2,912 公斤(約佔每船年總漁獲的 6.17% 至 26.72%)，換算經濟損失約為 434,983 至 1,884,925 元(約佔每船年產值的 7.48% 至 32.43%)；因此無論就漁獲損失或經濟損失而言都是相當的可觀，更遑論上述漁具成本或其他環境污染與社會經濟等間接的影響與衝擊。

因應對策與省思

幽靈漁具的產生與其衍生的幽靈漁業問題乃一相當普遍但卻又複雜的議題，其解決方案當然也就必須依漁業種類及其操作特性與作業環境而定，無法一概視之。本文依據上述研究調查所得，對於台灣沿近海漁業在幽靈漁具的預防、減緩與清除對策上，乃提出以下幾點倡議：

1. 針就漁業特性探討漁具遺失肇因並思考不同對策

如上所述，不同漁業其漁具遺失的原因不同，因此必須針對不同漁業別進行科學性調查，以瞭解其主要原因或時空環境的影響及其嚴重程度並思考對策。例如：台灣西北漁場作業的蟹籠船，其漁具遺失主要發生在春(53%)秋(51%)與冬(49%)季，且肇因皆為漁具衝突，而在夏季則為作業疏失所致(圖 3)；衝突對象 77%為中國大陸拖網船，23%為臺灣拖網船；且此

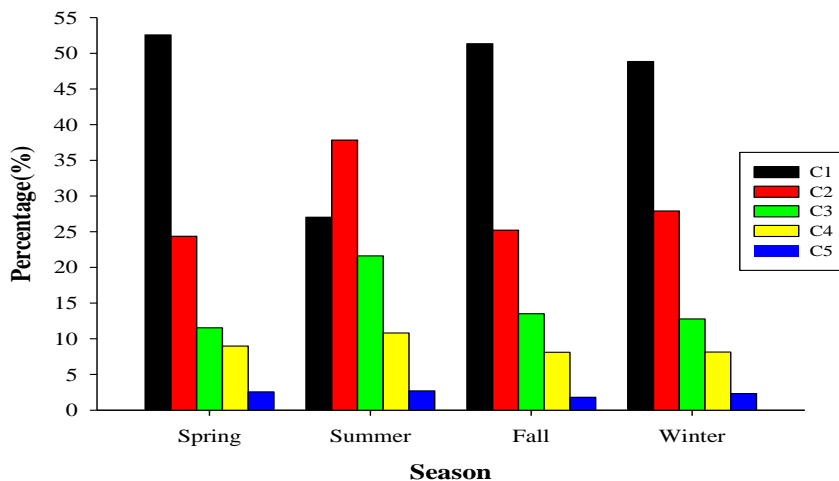


圖 3. 西北漁場作業船隻籠具遺失肇因的季別比較。(C1=漁具衝突；C2=漁業操作失誤；C3=惡劣天候；C4=經過船隻纏繞；C5=漁具老舊)

種衝突情況非常嚴重。而北部沿岸作業船遺失籠具的前三名肇因則分別為船隻經過纏繞、漁具衝突與惡劣天候所致(圖 4)，但影響程度並不嚴重。

因此，就西北漁場作業船隊而言，應可考慮透過漁業合作或執法來獲得改善。例如強化海巡對越界大陸漁船的執法與監控力道，特別是在在天候不佳或晚上時，因臺灣蟹籠船可能回港躲避風雨或正在休息，而中國大陸拖網船通常噸位較大，較不受天候的限制與影響，此時便會越界作業。此外，與其他漁業(如拖網)協調時間、空間的使用也將有助於解決漁具衝突與遺失的問題；但因西北漁場的情況特殊，這樣的管理作為需要仰賴兩岸的漁政單位共同合作，並簽署相關合作協議，或由政府促進兩岸民間協會一同協調作業時空的默契，並共同提出避免或防止漁具衝突之倡議方能有所成效。而就北部沿岸作業船隻而言，其籠具的遺失可能可以直接透過沿岸的空間規劃來預防與減緩，同時亦可考慮規劃漁船與商船航道，

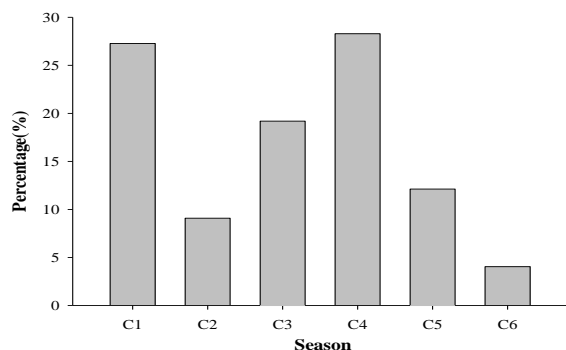


圖 4. 北部沿岸作業船隻籠具遺失肇因的比較。(C1=漁具衝突；C2=漁業操作失誤；C3=惡劣天候；C4=經過船隻纏繞；C5=故意破壞或被偷；C6=遭遇礁石)

盡量避免船隻經過沿岸蟹籠漁業一般作業區，而蟹籠船也不應將籠具放置於規劃航道上。另應檢討本區努力量的調控，避免過度的投入而導致作業船隻間因擁擠、競爭和冒險行為而引起更多的衝突，並導致漁具與經濟的損失。

2. 清除現有幽靈漁具讓棲地重生

除了上述的減緩或解決方案外，對於沿岸棲地中已經存在的幽靈漁具，更應積極的運用各種科學儀器與工具來設法加以清除，筆者認為，乾淨的棲地是資源重建的根本依據，缺此則傳統的漁業管理作為：例如禁漁區或禁漁期等成效都將大打折扣。因此，漁政單位可以考慮獎勵蟹籠船在漁況較差的淡季，協助清除已經存在環境中的遺失籠具等。例如在美國紐澤西州的馬利卡河-大灣河口(Mullica River - Great Bay Estuary)就有相關單位成功的訓練當地籠具漁民利用側船舷聲納(Side-scan sonar)，在休漁期間協助掃描，並利用特殊設計的鉤具清除遺失的籠具並蒐集到許多寶貴的科學數據(Sullivan *et al.*, 2019)。吾等認為，此種作為將對沿岸漁業特別有效，因其作業位置相對固定，水深也淺，若能配合完善的通報系統與適當的科學儀器與工具，定能有效的清除幽靈漁具讓棲地重生。

3. 建構完善的漁具遺失通報與回收處理系統

漁具遺失後，如何讓漁民願意主動回報遺失或丟棄的漁具在管理上亦相當重

要，因為來自漁具操作者的直接回報應能夠更準確的定位與識別漁具，還可以留下遺失數量、原因等有助於未來清除的訊息。但這樣的回報制度仍然鮮少被制定與落實。臺灣北部沿岸作業船大部分都會在浮標上放置 GPS 發訊裝置來定位籠具位置，因此若能結合完整的回報系統與配合籠具清除獎勵或作為，就有可能在作業季節中立即找回遺失籠具並釋放混獲生物。目前結合 GPS 定位的漁具標示技術在歐盟國家的漁業已經被相當廣泛的使用。就歐盟水域所使用的漁網總數而言，其網具的損失率相當低(遠低於 1%)。因為他們多數的作業區域都在淺海，在魚網丟失後，通過 GPS 定位便可以幫助漁民回收大部分的網具(Macfadyen *et al.*, 2009)。而在西北漁場雖然要清除大範圍的遺失籠具可能較不容易；但透過遺失通報可以蒐集遺失數量、原因等非常重要的證據與數據，作為日後科學研究與管理，或制定兩岸漁業資源保育與合作協議之基石。此外，由於漁具的遺失絕大多數都是因非自願性因素(如漁具衝突、惡劣天候等)所致，也因此建議未來若欲順利推行漁具(籠具)遺失的回報系統，或甚至建立漁具標示或實名制度，都應考慮採用獎勵而非罰則的方式較能獲得漁民的配合，也才能快速的達到成效。此外，漁政單位亦應考慮在各主要漁港建置一定數量的漁具回收或棄置場所供漁民免費使用，或甚至以獎勵措施回購廢棄漁具等，減少漁民將老舊漁具直接丟棄於海中的可能，以降低故意丟

棄的動機。

4. 強化研究與教育宣導

本研究結果發現臺灣蟹籠船長對於具備環保材質的籠具設計都相當陌生，幾乎完全沒有聽過這種材質或設計；但事實上，研究已證實配合環保材質並透過一些不同的設計，將可使籠具在遺失一段時間後失去捕獲海洋生物的能力，或是被捕獲的生物就能夠輕易的逃脫，因此可以有效減緩遺失籠具所帶來的不良影響(Bilkovic *et al.*, 2012)。美國華盛頓州魚類和野生動植物部(Washington Department of Fish and Wildlife, WDFW)便要求該州的所有蟹籠船均需配備可分解材質的逃生繩索(Biodegradable escape cords)，這些逃生繩索會在籠具遺失於海中一段時間後被分解並打開一個出口讓螃蟹可以逃脫。就以薩利溪海域(Salish Sea)的黃金蟹而言，在逃生繩索分解之後幽靈漁業所造成的死亡率便大幅下降(Antonelis *et al.*, 2011)。Bilkovic *et al.* (2012)則在美國乞沙比克灣的藍蟹漁業測試了一種可完全分解材質的面板(fully biodegradable panel)。此面板能夠在遺失一年後分解為可以完全融入環境的成分，且沒有證據顯示此面板裝置對於籠具的捕獲能力有任何的影響。

因此，環保漁具的開發與應用的確有必要、也值得政府部門進一步的鼓勵與推展。當然，漁民的教育也絕對扮演關鍵性的角色。如果實際作業的第一線漁民都能清楚瞭解到幽靈漁具的潛在威脅，也能配合漁政單位的管理或獎勵措施，積極回收

與避免作業漁具的遺失，不慎遺失時也願意積極主動的通報或尋回，並協助清除現存的幽靈漁具，那麼消除台灣沿岸水域幽靈漁具的危害、讓棲地與資源重生的雙贏目標應指日可待。

參考文獻

- 李定安、李嘉林 (1990) 台灣東北部及西南部深海籠具漁業資源之初步研究。臺灣水產 49 : 257-285。
- 陳均龍、葉欣柔、金建邦、莊世昌 (2019) 臺灣北部蟹籠漁船作業漁場、漁獲組成及生產概況。水試專訊 66 : 1-5。
- Al-Masoori, H., H. Al-Oufi, J. McIlwain, E. McLean (2004) Catches of lost fish traps (ghost fishing) from fishing grounds near Muscat, Sultanate of Oman. Fisheries Research 69(3): 407-414.
- Antonelis, K., D. Huppert, D. Velasquez, J. June (2011) Dungeness crab mortality due to lost traps and a cost-benefit analysis of trap removal in Washington State waters of the Salish Sea. North American Journal of Fisheries Management 31(5): 880-893.
- Arthur, C., A.E. Sutton-Grier, P. Murphy, H. Bamford (2014) Out of sight but not out of mind: harmful effects of derelict traps in selected US coastal waters. Marine Pollution Bulletin 86(1-2): 19-28.
- Bilkovic, D., K. Havens, D. Stanhope, K. Angstadt (2012) Use of fully biodegradable panels to reduce derelict pot threats to marine fauna. Conservation Biology 26(6): 957-966
- Breen, P.A. (1987) Mortality of Dungeness crabs caused by lost traps in the Fraser River Estuary, British Columbia. North American Journal of Fisheries Management 7(3): 429-435.
- Brown, J., G. Macfadyen (2007) Ghost fishing in European waters: Impacts and management responses. Marine Policy 31(4): 488-504.
- Campbell, M.J., W.D. Sumpton (2009) Ghost fishing in the pot fishery for blue swimmer crabs *Portunus pelagicus* in Queensland, Australia. Fisheries Research 95(2-3): 246-253.
- Carr, H., R. Cooper (1987) Manned submersible and ROV assessment of ghost gillnets in the Gulf of Maine. In OCEANS'87, pp. 622-624, IEEE.
- Carr, H., J. Harris (1997) Ghost-fishing gear: Have fishing practices during the past few years reduced the impact? In Marine Debris, pp. 141-151, Springer.
- Clark, R., S.J. Pittman, T.A. Battista, C. Caldwell (2012) Survey and impact assessment of derelict fish traps in St. Thomas and St. John, US Virgin Islands. Silver Spring, MD, USA.
- Dayton, P.K., S.F. Thrush, M.T. Agardy, R.J. Hofman (1995) Environmental effects of marine fishing. Aquatic conservation: Marine and Freshwater Ecosystems 5(3): 205-232.
- Escalle, L., B. Muller, S. Brouwer, G. Pilling (2018) Report on analyses of the 2016/2018 PNA FAD tracking programme. Scientific Committee Fourteenth Regular Session, Western and Central Pacific Fisheries Commission (WCPFC), 8-16 August 2018, Busan, Republic of Korea. WCPFC-SC14-2018/ MI-WP-09. <https://www.wcpfc.int/node/30938>
- Filmalter, J.D., M. Capello, J.-L. Deneubourg, P.D. Cowley, L. Dagorn (2013) Looking behind the curtain: Quantifying massive shark mortality in

- fish aggregating devices. *Frontiers in Ecology and the Environment* 11: 291–296.
- Fonteneau, A., A. Ariz, D. Gaertner, V. Nordstrom, P. Pallares (2000) Observed changes in the species composition of tuna schools in the Gulf of Guinea between 1981 and 1999, in relation with the Fish Aggregating Device fishery. *Aquatic Living Resources* 13(4): 253-257.
- Gregory, M.R. (2009) Environmental implications of plastic debris in marine settings—entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526): 2013-2025.
- June, J., K. Antonelis (2009) Marine Habitat Recovery of Five Derelict Fishing Gear Removal Sites in Puget Sound, Washington, US. Natural resources consultants, Inc. Bellingham, WA, USA.
- Laist, D.W. (1987) Overview of the biological effects of lost and discarded plastic debris in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin* 18(6): 319-326.
- Laist, D.W. (1996) Marine debris entanglement and ghost fishing: a cryptic and significant type of bycatch. In *Solving Bycatch: Considerations for Today and Tomorrow*, pp. 33-40, University of Alaska, Sea Grant College Program.
- Macfadyen, G., T. Huntington, R. Cappell (2009) Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear, FAO and UNEP.
- Matsuoka, T., T. Nakashima, N. Nagasawa (2005) A review of ghost fishing: scientific approaches to evaluation and solutions. *Fisheries Science*, 71(4): 691.
- NOAA (2015) Report on the Impact of Ghost Fishing via Derelict Fishing Gear. Silver Spring, MD, USA. 25pp.
- Richardson, K., R. Gunn, C. Wilcox, B.D. Hardesty (2018) Understanding causes of gear loss provides a sound basis for fisheries management. *Marine Policy* 96: 278-284.
- Santos, M., H. Saldanha, M. Gaspar, C. Monteiro (2003) Causes and rates of net loss off the Algarve (southern Portugal). *Fisheries Research*, 64(2-3): 115-118.
- Sullivan, M., S. Evert, P. Straub, M. Reding, N. Robinson, E. Zimmermann, D. Ambrose (2019) Identification, recovery, and impact of ghost fishing gear in the Mullica River-Great Bay Estuary (New Jersey, USA): Stakeholder-driven restoration for smaller-scale systems. *Marine Pollution Bulletin* 138: 37-48.
- Thomas, K., C. Dorey, F. Obaidullah (2019) Ghost gear: the abandoned fishing nets haunting our oceans. Greenpeace Germany. 10/2019. Hamburg, Germany.

Potential impacts of the ghost fishing gears: an example of the crab trap fishery operating in the northern waters off Taiwan

Xiang-Nong Jian, Shyh-Bin Wang*

Institute of Marine Affairs and Resource Management, National Taiwan Ocean University, Keelung 20224,
Taiwan

Received 03 September 2020; revised 05 October 2020; accepted 06 October 2020; available online 15 October 2020

ABSTRACT

Pollutions by marine plastic debris have received great attention in recent years. Marine plastic debris although may catch, entangle, asphyxia and killed marine animals, the abandoned, lost, and discarded fishing gears or “ghost fishing gears” are especially lethal to marine life. Ghost fishing occurs when this lost gear continues to catch and kill marine life. No longer catching for human consumption. Ghost fishing gears not only kill marine life but could also impact on the marine habitats. There are many reasons why fishing gear may ends up ghost gears including theft and vandalism、severe weather events、entanglement with other fishing gear、snagging on the seabed or operational errors and poor maintenance, or even intentional discarded. Once these gears are lost or abandoned, it may exert multiple impacts on marine environment, species conservation, human health, tourism and local economy. This study examined both gear and economical losses based on the data collected from crab trap vessels operating in the northwestern (NW) offshore waters (thereafter NW fleet, NWF) and coastal waters off northern Taiwan (thereafter NC fleet, NCF). Results indicated that mean number of trap lost and lost rate per vessel for the NWF were different among seasons, with the highest occurred in the fall. The annual trap lost per vessel were estimated to be about 2,899 for NWF and 1,761 for NCF, and valued at about 5% of the catch’s revenue for both fleets. The loss of the crab biomass possibly induced by the lost traps (i.e., ghost fishing) were estimated to be about 5-22% and 6-27% of the annual catch per vessel for NWF and NCF, respectively. The main cause of the trap loss for NWF in spring, fall and winter seasons was gear conflict (49-53%), mainly with trawlers from China (77%) and Taiwan (23%), while it was the operational errors in summer. For NCF the main causes of trap loss were differ from those of the NWF, and were entangled by passing vessel (28%), gear conflict (27%) and

bad weather (19%). Based on these results, the development of a fishery-specific countermeasures, a trap clean-up program to rejuvenate the habitats, and a trap loss self-reporting and recovery systems, as well as a research and educational propaganda were proposed and recommended for fulfill the need of future management of trap fishery in Taiwan.

Keywords: Ghost fishing, lost gears, crab trap fishery, costal fishery management.

**Corresponding author: sbwang@mail.ntou.edu.tw*