

# 海龜逃脫器對蝦拖網漁獲效率之影響

## The Catching Efficiency of Shrimp Trawl Net with the Turtle Excluder Device

徐聖凱<sup>1</sup> 王敏昌<sup>2</sup> 周耀傑<sup>1</sup>  
Sheng-Kai Hsu, Min-Chang Wang, Yau-Shou Chow

### 前言

1996 年由於近海拖網具未裝置海龜逃脫器，美國片面認定我拖網漁船已危及海龜之生態保育，開始對我蝦類採取禁運措施。85 年 8 月間，美國曾派遣專家多名來台，並攜帶海龜逃脫器 (TED) 向台灣漁業界講解其避免海龜誤捕之功能並作示範作業。希望我拖網業者能全面配合推廣使用，冀達到全面防止海龜混獲目標，同時可撤銷海蝦禁運。TED 又稱為拖網效率增加器 (Trawl Efficiently Devices)、或雜魚排除器 (Trash Eradication Devices)。不論其稱呼如何，它是一種有效排除網內之混獲魚種或其他保育動物之一種裝置。設計之特徵為逃出口設在囊網下端，具有遮蓋網片，除了大型生物或物體之推壓而張開之外，平常為封閉狀態。

國內有關拖網漁業之研究有陳、周等 (1987) 之拖網網目選擇性試驗，蔣等 (1988) 之魚蝦分離試驗及周等 (1996, 1997) 採用挪威式格子狀網之分離試驗等，但皆與 TED 之分離方式及功能有所不同。因此，為究明本 (TED) 裝置之分離功能，並檢驗其對蝦拖網作業漁獲效率有無影響，本實驗仿製美式 TED 裝置設計 (圖 1)，並安裝在民間漁船之蝦拖網具上，在台灣西南部嘉義布袋海區之傳統漁場進行一系列試驗，以究明本裝置之分離漁獲及選擇性效果。期本研究結果

對改良台灣蝦拖網具的設計及避免混獲哺乳動物之效果上能提供基本參考資料。

### 材料與方法

TED 裝置設計：依據美國海洋漁業局 (NMFS) 提供之原始 TED 設計資料，柵欄間距為 10 cm (Mitchell et al., 1995)，外框是由 0.64 cm 的鋁合金製成，外周長 297 cm 的橢圓形，高 103 cm，寬 84 cm。鋁合金柵欄內桿直徑 0.64 cm，中心柵欄在 84 cm 處朝下作 145 度彎曲設計如圖 1-A 所示。

TED 之裝設：將 TED 以 50 度 (Mitchell et al., 1995) 傾斜度結附在目大 3.8 cm，長 60 目，周長 140 目的圓柱狀網中。TED 之下端連結處前方，切開長 15 目、寬 44 目的窗口以供非漁獲對象之動物逃出。逃出口外設有長 35 目、寬 50 目之覆蓋網片一張，有如活動門之功能。又在 TED 前端，設計周長 93 目深 30 目之加速通道 (accelerator funnel)，促使網內水流之加速，以增加蝦類加速流進後端之袋網內。TED 之裝設及各部位之尺寸如圖 1-B 所示。為明確掌握逃出魚介類之種類、及數量，本網具另在逃出窗口外裝設質輕長 1.5 m 的外袋網 (cover net) 一套，其材質採用 PE 雙線所製成。

供試漁船：租用台灣西南部嘉義布袋海區之民間漁筏，膠管徑下層 8 吋 8 支、上層 16 吋 9

<sup>1</sup> 國立台灣海洋大學漁業科學學系  
Institute of Fisheries Sciences, National Taiwan Ocean University

<sup>2</sup> 行政院農業委員會水產試驗所  
Fisheries Research Institute, COA

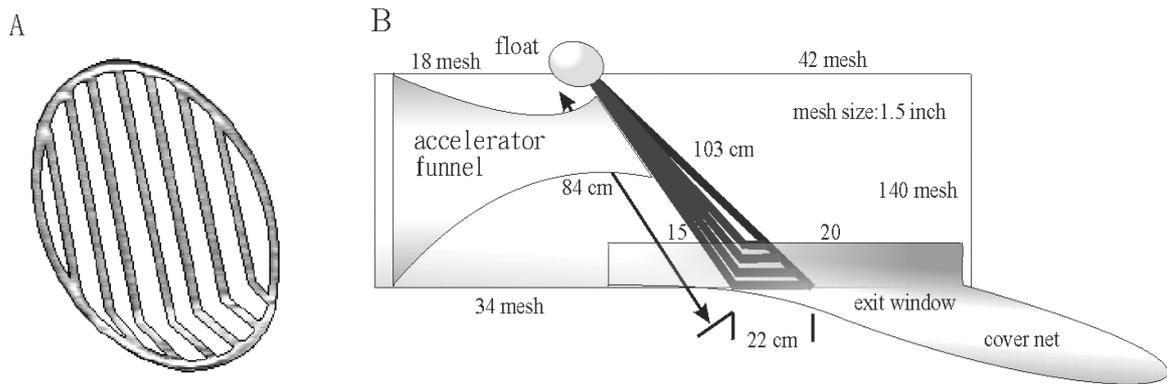


圖 1 TED 裝置及尺寸示意圖。A：TED 尺寸 B：裝設方式

支組合成長 15 m、寬 6 m 之漁筏，主機馬力為 280 馬力。

蝦拖網具設計：台灣西南部嘉義布袋海區使用之網具為傳統的雙袋桁拖網構造。桁桿長為 17 m、桁桿的半徑為 4.5 cm。左右兩邊的木輪半徑為 24 cm、寬度為 8 cm，中間的木輪半徑為 30.5 cm。網全長為 15.9 m，右側袋網保持原型袋網設計、左側袋網則裝設 TED 裝置，兩袋網長度均為 4.7 m。網具結構平面展開，各部位尺寸及作業時之網具示意圖如圖 2 所示。

試驗作業漁場：試驗作業漁場位於台灣西南部嘉義布袋海區 120°02'E-120°06'E, 23°17'N-23°24'N。在所涵蓋範圍水深 15-50 m 之水域內進行，如圖 3 所示。

實驗方法與步驟：實驗方法以拖曳時間的長短別、日夜別為作業參數進行。每網次的拖曳時間以 0.5 小時為一單位，從 0.5-4 小時，共計 8 個時間間隔。並分別以這 8 個間隔及日夜別之順序交替實驗。曳網速度一般在 2-3 節間行之。

漁獲體長的計測：每網次揚網後，分別先卸下 B 袋網之漁獲物，再次卸下 A (TED) 袋網之漁獲物，以免混淆，然後將漁獲物分門別類進行計數、秤重或測量尾數及體長、體重等生物學之形態因子。

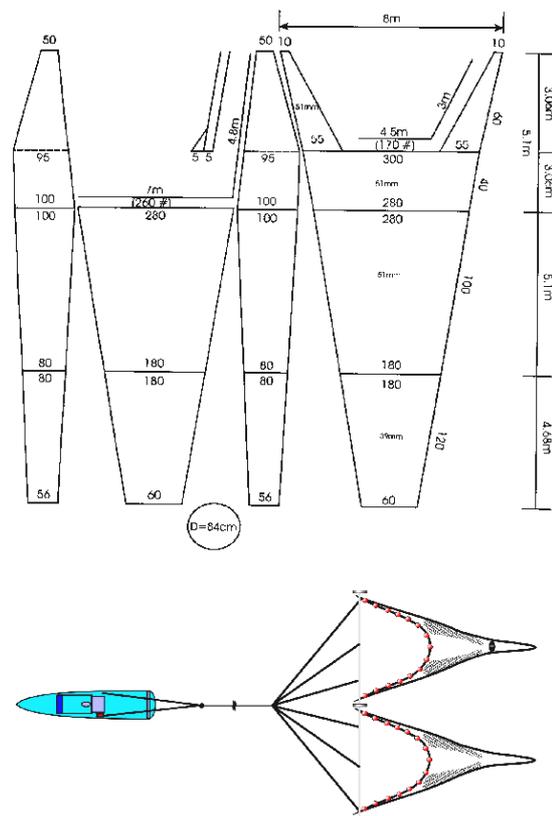


圖 2 蝦桁拖網構造尺寸及作業示意圖  
A：平面展開圖 B：作業示意圖

蝦類體長之量測是以眼窩至尾節末端為準，稱為體長，以 mm 為計測單位。魚類之體長量測則以吻端至尾柄末端、或尾叉、或肛門處之

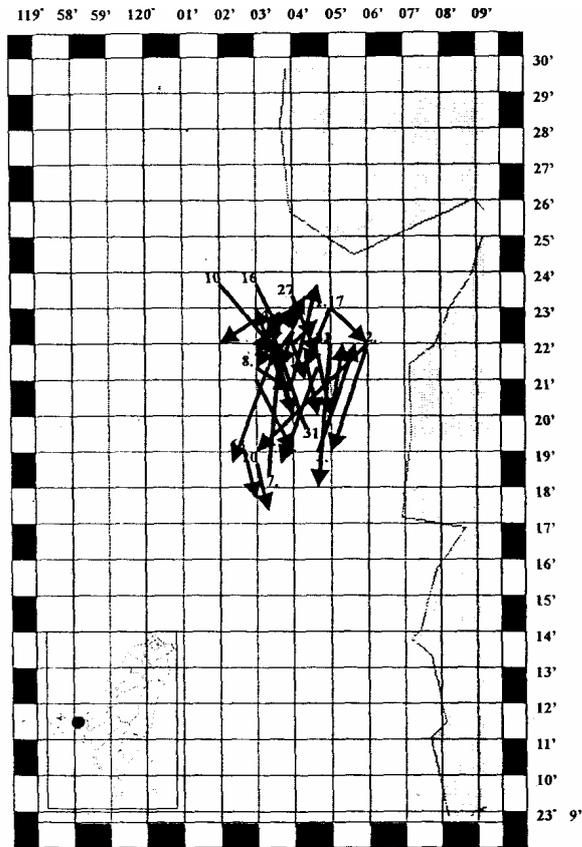


圖 3 蝦桁拖網作業位置圖

長度為準，分別稱為體全長、尾叉長、肛前長，以 mm 計之。若因蝦類數量甚豐，無法一一量測全數的體長及尾數，則採用隨機 (random) 取樣法行之。

TED 逃脫率的計算方法：各魚種對 TED 的逃脫率，以重量或尾數為計數單位，如下式所示求之。

$$\text{逃脫率 (\%)} = \frac{B}{(A + B)} \times 100 \%$$

A = 袋網的漁獲重量或尾數

B = 逃脫網的漁獲重量或尾數

各魚種在袋網與逃脫網的部位，是否具有顯著的差異，本研究以 t 檢定作檢測。

## 結果

漁獲組成：本實驗從 1998 年 3 月起在台灣西南部嘉義布袋海區共進行了 13 航次，計 33 網次的拖曳實驗。試驗結果漁獲物可鑑定出者計有 38 種，其中蝦類計 6 種、魚類計 19 種、其他類計有 13 種。魚種之學名、俗名及體長的計測方法與標準及各魚種之體長分布範圍如表 1 所示。

本海區之主要漁獲對象為蝦類，以厚殼蝦 (*Metapenaeopsis barbata*) 為主要的漁獲對象。至於魚類則以短吻鰻 (*Leiognathus brevirostris*) 為出現頻率最多的魚種。其他魚種如沙鯪 (*Sillago sihama*)、疏條紋裸胸鯔 (*Gymnothorax reticularis*)、白帶魚 (*Trichiurus haumela*)、貧齒扁魚 (*Pseudorhombus oligodon*)、短壯鞋底魚 (*Cynoglossus robustus*)、花身雞魚 (*Therapon jarbua*) 等均為出現頻度較高之魚種。

厚殼蝦之漁獲體長範圍為 39–95 mm、短吻鰻之漁獲體長範圍為 49–97 mm、沙鯪之漁獲體長範圍為 118–281 mm、疏條紋裸胸鯔之漁獲體長範圍為 303–485 mm、白帶魚之漁獲體長範圍為 585–881 mm、貧齒扁魚之漁獲體長範圍為 67–231 mm、短壯鞋底魚之漁獲體長範圍為 46–124 mm、花身雞魚之漁獲體長範圍為 112–173 mm 為出現頻度較高之魚種。

### 一、TED 對總漁獲量的影響

在嘉義布袋海區實施 33 網次之拖曳實驗共漁獲 1,788 kg。無裝置 TED 和有裝置 TED 之袋網漁獲量之平均值分別為 27.25 kg 及 26.96 kg。變異數分別為 14.87 及 15.30。以未裝置 TED 時的漁獲比例顯示來看，其中蝦類佔 26%、魚類佔 19%、頭足類佔 2%、蟹類佔 9% 以及垃圾量則佔 44%，如圖 4-A 所示。而在裝置 TED 後之漁獲比例顯示來看，其中蝦類佔 27%、魚類佔 19%、頭足類佔 2%、蟹類佔 10%。垃圾量則分

表1 蝦桁拖網實驗所漁獲魚種種類及體長分布範圍

No.	Chinese name	Local name	Scientific name	Length (mm)
01	白口	白姑魚	<i>Argyrosomus argentatus</i> (Houttuyn)	T.L. 59-181
02	沙鯪	沙腸仔	<i>Sillago sihama</i> (Forsskal)	T.L. 118-281
03	新魷	魷魚	<i>Neobythites sivicola</i> (Jordan & Snyder)	T.L. 87-159
04	鼠鱗	鼠鱗	<i>Coelorhynchus anatirostris</i> (Jordan & Gilbert)	T.L. 128-162
05	長鯮	竹管仔鰻	<i>Strophidon sathete</i> (Hamilton)	T.L. 220-255
06	黃土魴	魴仔魚	<i>Dasyatis bennetti</i> (Muller)	T.L. 860-1233
07	灰海鰻	虎鰻、海鰻	<i>Muraenesox cinereus</i> (Forsskal)	T.L. 860-1200
08	短吻鰻	金錢仔	<i>Leiognathus brevirostris</i> (Cuvier & Valenciennes)	F.L. 49-97
09	白帶魚	白帶	<i>Trichiurus haumela</i> (Forsskal)	T.L. 585-881
10	花身雞魚	花身仔	<i>Therapon jarbua</i> (Forsskal)	T.L. 112-173
11	庫達海馬	海馬	<i>Hippocampus kuda</i> (Bleeker)	T.L. 135-169
12	龍鬚囊	獅子魚	<i>Pterois lunulata</i> (Temminck & Schlegel)	T.L. 108-138
13	鋸吻海龍	海龍	<i>Micrognathus brevirostris</i> (Ruppell)	T.L. 86-135
14	貧齒扁魚	扁魚	<i>Pseudorhombus oligodon</i> (Bleeker)	T.L. 67-231
15	松葉牛尾魚	牛尾	<i>Rogadius asper</i> (Cuvier)	T.L. 104-203
16	短壯鞋底魚	牛舌	<i>Cynoglossus robustus</i> (Gunther)	T.L. 46-124
17	短吻桿花狗母	狗母	<i>Trachinocephalus myops</i> (Bloch & Schneider)	T.L. 81-229
18	疏條紋裸胸鯙	海蛇	<i>Gymnothorax reticularis</i> (Bloch)	T.L. 303-485
19	小條紋天竺鯛	大面栗仔	<i>Apogon endekataenia</i> (Bleeker)	T.L. 56-103
20	厚殼蝦	猴蝦、火燒蝦	<i>Metapenaeopsis barbata</i> (Haan)	B.L. 39-95
21	沙蝦	沙蝦	<i>Metapenaeus ensis</i> (Dehaan)	B.L. 31-69
22	草對蝦	中蝦	<i>Penaeus monodon</i> (Fabricius)	B.L. 63-127
23	紅尾蝦	紅蝦	<i>Penaeus penicillatus</i> (Alcock)	B.L. 53-125
24	斑節蝦	九節蝦	<i>Penaeus japonicus</i> (Bate)	B.L. 61-138
25	安達曼赤蝦	小蝦	<i>Metapenaeopsis provocatoria longirostris</i> (Crosnier)	B.L. 38-59
26	蝦姑	蝦姑頭、蝦姑白	<i>Ibacus ciliatus</i> (Von Siebold)	B.L. 30-76
27	烏賊	花枝、目賊	<i>Platysepia esulenta</i> (Hoyle)	M.L. 68-102
28	章魚	石居	<i>Octopus vulgaris</i> (Cuvier)	M.L. 43-61
29	小卷	鎖管	<i>Loligo chinensis</i> (Gary)	M.L. 153-215
30	鳳螺	精螺	<i>Babylonia formosana</i> (Sowerby)	T.L. 52-86
31	西施貝	西施舌	<i>Solettina diphos</i> (Linnaeus)	T.L. 43-62
32	鏞斑蟊	花市仔、火燒公	<i>Charybdis (Charybdis) feriatius</i> (Linnaeus)	C.W. 46-133
33	武士蟊	小蟹、石蟊	<i>Charybdis (Charybdis) miles</i> (Hann)	C.W. 43-74
34	豆形拳蟹		<i>Philyra pisum</i>	C.W. 42-98
35	紅星梭子蟹	三點仔	<i>Portunus sanguinolentus</i> (Herbst)	C.W. 46-105
36	逍遙鰻頭蟹	鰻頭蟹	<i>Calappa philargius</i> (Linnaeus)	C.W. 52-117
37	紅點黎明蟹	沙蟹、潛沙蟹	<i>Matuta lunaris</i> (Forsk.)	C.W. 31-63
38	顆粒關公蟹	人面蟹、關公蟹	<i>Paradorippe granulata</i> (Haan)	C.W. 18-31

\*Measure : T.L. : total length      F.L. : fork length      M.L. : mantle length  
C.W. : carapace length      B.L. : body length

別為 44%及 42%。如圖 4-B 所示。經由 t 檢定結果  $P > 0.05$ ，顯示裝置 TED 後之漁獲效率並無明顯之差異性。再經由成對圖的表示，很明顯地看出其漁獲重量都是左右對稱地分布，TED 裝置對於漁獲效率影響甚微小，圖 5 所示。

### 二、TED 對蝦類漁獲量的影響

蝦類共漁獲 476 kg。無裝置及有裝置 TED 時之漁獲平均值分別為 7.14 kg 及 7.28 kg、變異數則分別為 4.34 及 4.58。未裝置 TED 時的蝦類所佔比例為 26%。裝置 TED 後蝦類所佔之比例為 27%，兩者差異性甚微。再以成對圖的分布很明顯地看出在 45°的線上分布頗為均衡。如圖 6 所示。經由 t 檢定得知其值  $P > 0.05$  顯示裝置 TED 後之漁獲量無明顯的差異性。其意義很明顯地看出蝦類的漁獲裝置 TED 與否，兩者並無明顯的差異性。

### 三、TED 對魚類漁獲量的影響

計 33 網次試驗結果魚類的漁獲共有 343 kg。平均值分為無裝置及有裝置 TED 時，分別為 5.31 kg 及 5.10 kg。變異數分別為 3.03 及 3.12。未裝置 TED 時的魚類所佔的比例為 19%，及與裝置 TED 後魚類所佔比例亦為 19%，兩者所佔的比例是相同。再由成對圖的表示很明顯地看出其漁獲量都很均勻地呈對稱分布在 45°的線

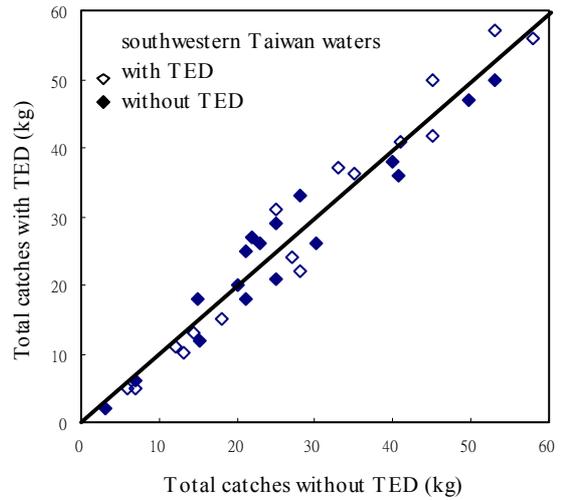


圖 5 TED 裝置對總漁獲量漁獲效率之影響

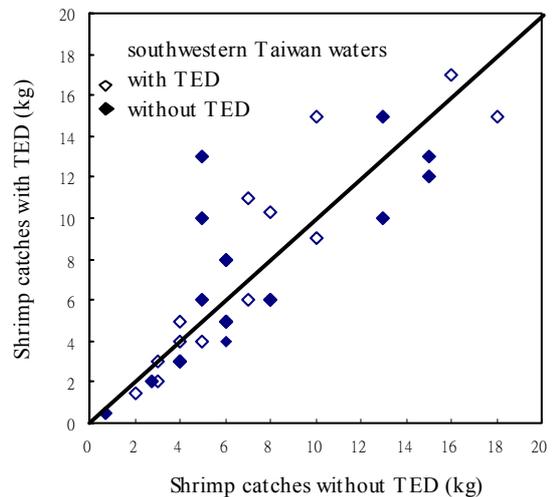
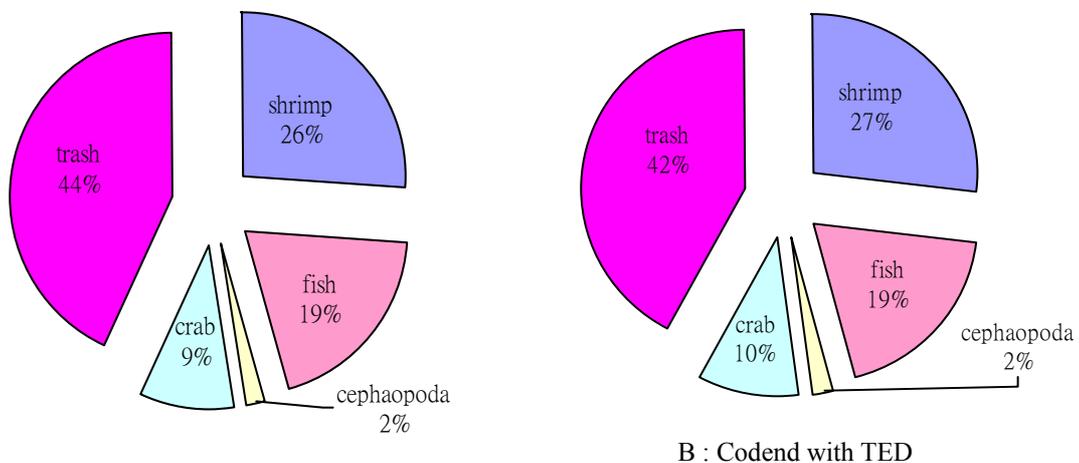


圖 6 TED 裝置對蝦類漁獲量漁獲效率之影響



B : Codend with TED

圖 4 蝦桁拖網漁獲種類組成。A：無 TED 裝置 B：有 TED 裝置

如圖 7 所示。再經由 t 檢定之後獲知其值為  $P > 0.05$ 。表示裝置 TED 後的漁獲量並無明顯的差異存在。據此可以推定裝置 TED 之拖網作業對魚類的漁獲效率影響並無明顯的差異性。

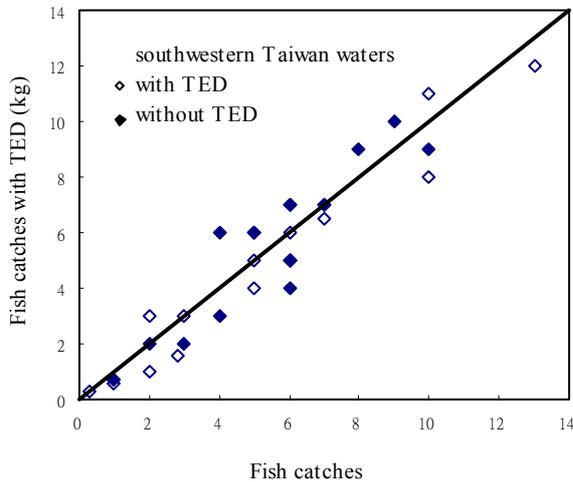


圖 7 TED 裝置對魚類漁獲量漁獲效率之影響

#### 四、TED 對頭足類漁獲量的影響

對頭足類的漁獲一共有 34 kg。其平均值分為無裝置及有裝置 TED 時，其值分別為 0.54 kg 及 0.49 kg、變異數 0.95 及 0.92。以未裝置 TED 時的頭足類所佔的 2%，與裝置 TED 後頭足類所佔的比例亦為 2% 之情形而觀之，兩者並無明顯差異性存在。再經由成對圖的顯示，如圖 8 所

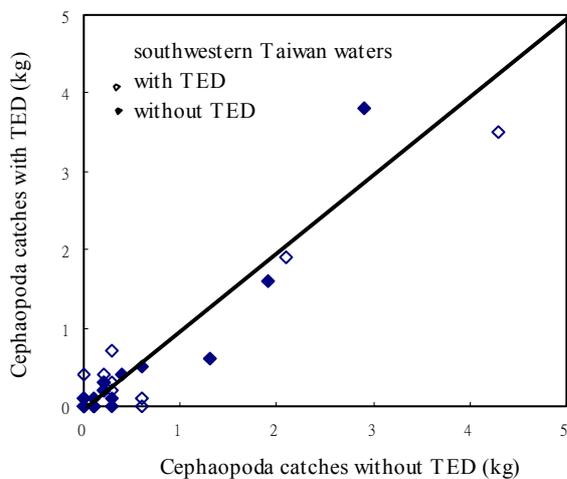


圖 8 TED 裝置對頭足類漁獲量漁獲效率之影響

示。可以看出其值均偏小，且大部份都集中在 1 kg 以下，經由 t 檢定之後其值  $P > 0.05$  表示裝置 TED 後無明顯的差異性存在。

#### 五、TED 對蟹類漁獲量的影響

蟹類的總漁獲計有 171 kg。其平均值分為無裝置及有裝置 TED 時之數值分別為 2.45 kg 及 2.74 kg。變異數分別為 1.54 及 1.98。以未裝置 TED 時的蟹類所佔的 9%，與在裝置 TED 後蟹類所佔 10% 比較之，兩者並未差別太多。由成對圖的表示看出在 45° 的線上稀疏地分布，如圖 9 所示。經由 t 檢定之後其值  $P > 0.05$  表示裝置 TED 後無明顯的差異性存在。其意義很明顯地看出蟹類的漁獲重量在裝置 TED 之後並無明顯的改變。

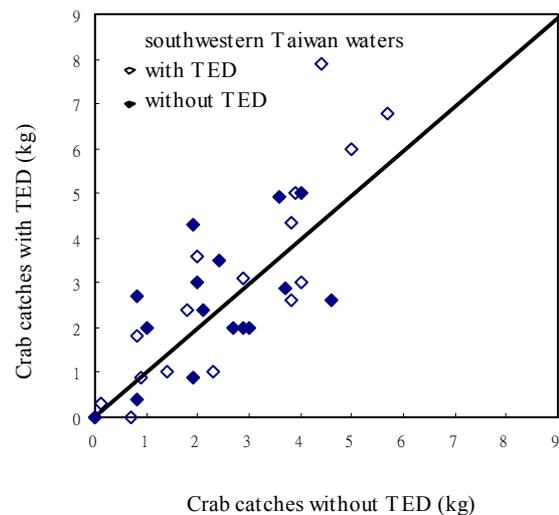


圖 9 TED 裝置對蟹類漁獲量漁獲效率之影響

#### 六、TED 對垃圾量排除的影響

垃圾量的漁獲共有 765 kg。其平均值分為無裝置及有裝置 TED 時，其值分別是 11.81 kg 及 11.35 kg。變異數 6.64 及 6.58，以未裝置 TED 時的垃圾量所佔的 44%，與在裝置 TED 後垃圾量所佔 42%，兩者之差異只有 2%。由此可知裝置 TED 之後有對於減少垃圾量的作用是有限。再由成對圖的表示很明顯地看出其值都在 45° 的線上均勻地對稱分布，如圖 10 所示。經由 t 檢

定之後其值  $P > 0.05$  表示裝置 TED 後也無明顯的差異性存在。其意義很明顯地看出垃圾量的漁獲重量在裝置 TED 之後並無明顯的改變。

由以上的實驗結果得知，在西南海區在裝置 TED 之後對垃圾量的排除效果卻是不明顯。

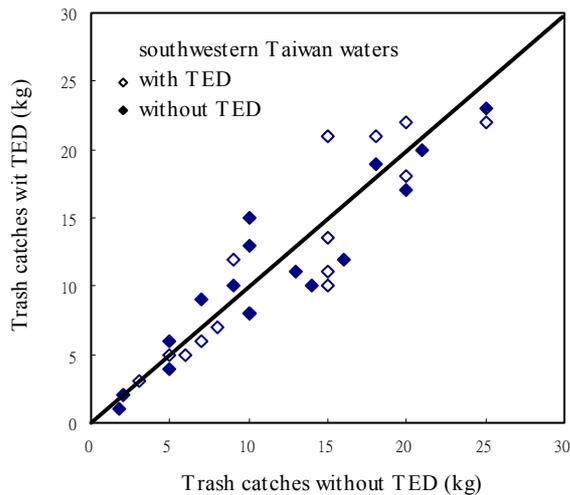


圖 10 TED 裝置對垃圾量排除之影響

## 七、日夜別和拖曳時間長短對漁獲量的影響

台灣西南部嘉義布袋海域之實驗係租用民間漁筏進行。計實施 13 航次 33 網次之試驗作業。其中曳行網具時間分別為 0.5 小時者日、夜分別執行 1 網次計 2 網次、曳行 1 小時者日、夜各 3 網次計 6 網次、曳行 1.5 小時者日、夜各 1 網次計 2 網次、曳行 2 小時者日、夜各 3 網次計 6 網次、曳行 2.5 小時者日、夜各 1 網次計 2 網次、曳行 3 小時者白天 4 網次、夜間 3 網次計 7 網次。曳行 3.5 小時者日、夜各 1 網次計 2 網次、曳行 4 小時者日、夜各 3 網次計 6 網次。

結果以漁獲量來看其平均夜間的漁獲量大於日間的漁獲量。單位努力漁獲量顯示拖曳的時間越多，其值不但沒有增加，反而減低，以 CPUE 的值來看則是拖曳 1—2 小時為最佳的拖曳時間，如圖 11 所示。

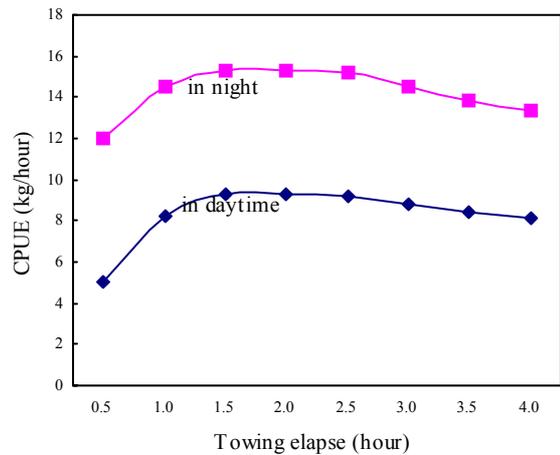


圖 11 日夜作業別及拖曳時間長短對漁獲量之影響

其漁獲量之結果也吻合當地的作業情況，當地的漁民大都是在凌晨出海至次日配合當地的魚市場中午拍賣。而在單位努力漁獲量方面和實驗結果不吻合的原因是。漁民之拖曳時間以 3—4 小時為主，最主要的原因是漁獲物之選別以及起、揚網的時間太長就耗去一半的拖曳時間，所以漁民都不希望此過程的頻度過於頻繁，相對地船員也會有較多的時間休息，所以單位努力漁獲量對當地漁民來說則是沒有任何地助益。

## 討論

海龜逃脫器目的在防止海龜混獲，該裝置裝設在我沿近海蝦拖網具上，對拖網漁業作業是否會造成困擾，或對沿近海的傳統蝦拖網的漁獲性能會不會產生負面影響，為本研究的探討主題。

### 一、漁獲魚種組成

本省蝦拖網漁業的漁獲魚種一般多達數十種，且漁獲的組成及體長的分布，因季節及作業水深之不同而異，甚至因漁具、漁法的條件不同而略有變動 (周等, 1988)，顯示海上作業具有相當的不定性與偶然性，因此欲推論法則性之結論頗為困難。

## 二、TED 之裝設

本裝置之最佳分離或排除混獲的傾斜角為 35—50°範圍內 (Isaksen, B et al., 1992)。安全使用範圍頗廣。本實驗結果得由漁獲魚種之組成甚為廣範甚至較原型網具為繁雜而獲佐証。因此裝設角度顧慮可以免除。認為裝設 TED 後的漁業活動，網具的運作正常。為探討及明確掌握傳統蝦拖網漁場在裝設 TED 之後其漁獲物的流失比率，本網具設計另在逃生口裝設外袋網 (cover net)，以便檢驗。該外袋網之設計儘可能將長度減少，並採用質輕材料製作，以減緩該部分之變形。由漁獲記錄之實況，可以獲知該網具展開良好。

## 三、TED 裝置對漁獲性能之影響評估

前已提出 TED 裝設後並未發現網具在曳行中有被扭曲現象發生。則 TED 裝置只要裝設正確，對網具的原有之漁獲性能應無影響。

試驗採取雙袋網法，其中一個袋網結附 TED，此試驗法除網具之網口兩者保有固定之相同面積展開外，作業場所之海漁況條件概為相同，經 t 檢定結果，證明兩者並無明顯地差異性存在。由於西南部嘉義布袋海區拖曳靠近河口附近無石頭等重型垃圾，一般垃圾相對地較為細小，其累積於 TED 逃出口處之垃圾重量未足以推開逃出口之覆蓋網片，故不致於影響魚蝦等從逃出口排出，故左右兩個袋網之漁獲性能並未有顯著之差異。

## 四、TED 裝置對分離、排除混獲之效果評估

TED 裝置具有篩選過濾之功用。特別是格子間隔大小，對於魚介類之選擇性具有關鍵性的作用。

本實驗結果獲知，TED 裝置對於垃圾之排除確具相當良好的功效。包含對於大型魷魚或類不具經濟性魚種之排除效果等，對於減緩曳網作業中之蝦類之擠壓，保持良好蝦漁獲品

質，亦具有甚大貢獻。

本裝置雖設有逃生口以供大型動物逃出，亦可作為排除非生物類垃圾之用。平常若無大型圾或大型動物入網，該逃生口有防止其他魚蝦類逃出的覆蓋網裝置。因此，該裝置並非如歐洲地區之開放式窗口以防止混獲用的裝置，故對於漁獲性能不致有所影響是可以肯定的。

## 五、魚種別之分離效果評估

魚類的外型特徵，大致上可區分成為紡錘形 (Fusiform)、側扁形 (Compressed form)、縱扁形 (Depressed form) 及球狀形 (Globiform) 等四種 (岩井，1971；沈世傑，1993)，如圖 12 所示。

由本實驗的結果獲知，TED 裝置對縱扁形的黃土魷及鮫之篩選效果，比側扁形的青石斑魚為優越，和林 (1996) 所述的一樣，即使在 3 cm 如此小的間距下，青石斑魚依然可以穿越，表示對於經濟性的魚種，經由 TED 的分離裝置之後，依然不會流失。

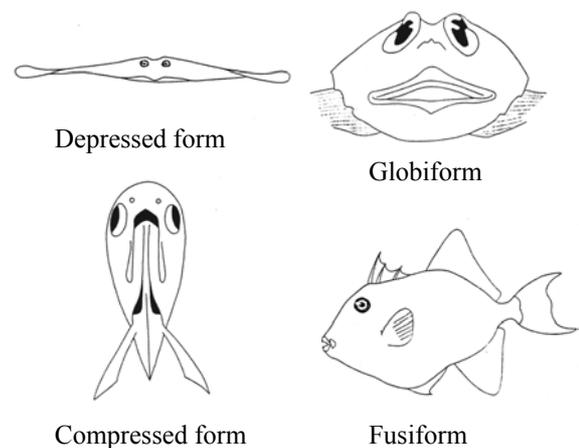


圖 12 魚類外形特徵

## 六、日夜別作業及拖曳時間之影響

每網次所擬定的拖曳時間，一般較正常的作業時間為短。東海等 (1994) 及 Matsuoka and Kan (1991) 均採用 0.5 小時，而 Kendall (1990)

以平均 2.3 小時為基準。每網次之拖曳時間較短，乃為增加作業網次，提供足夠之分析資料。

在嘉義布袋海區所進行日、夜不同時段的漁獲結果發現，以夜間的漁獲量高於日間的漁獲量，原因與蝦類的行為有關，因為在白天蝦類會潛入沙中，較不易捕獲，與當地的漁民在夜間凌晨出海之模式相當吻合。其次在拖曳時間長短對漁獲效率影響之結果發現，以 1.5 小時之 CPUE 為最高，而在大於 1.5 小時之後，其 CPUE 會降低然後趨於平穩。其原因可在 Clark (1963) haddock 之逃脫試驗結果證實，較長的曳網時間，可使魚類有更多逃脫之機會。而當地的漁民習慣每網次拖曳之時間為 3-4 小時，其原因乃是在正常情況下出海只有二個人而已或是只有船長一人獨立作業。漁民為了節省體力與節省每網次起、揚網所耗費的時間（約需半小時），所以漁民恐難修正其拖曳時間為 1.5 小時。

## 七、篩選機制

蝦類對於移動網片的反應形態包括：(1)彎曲身體向後跳。(2)利用游泳肢向前游動。(3)利用腹肢貼於海底。(4)黏附於網上。反應行動因

網片移動速度之不同而異。1、2、3 反應多發生在速度 0.7 m/s 以下，當移動速度超過 1.0 m/s 時，蝦的逃脫反應幾乎可以忽略 (Kwan et al., 1970)。

根據 Isaksen et al. (1992) 的研究報告指出，有漏斗網設計的裝置，流經漏斗網附近的水流速度，約為網具拖曳速度的 0.7 倍。本實驗曳網速度固定在 1.5 m/s，據此計算加速通道附近的水流速度為 1.0 m/s，因此蝦類幾乎沒有抵抗水流之能力。本網具在兩個海區都有裝設漏斗網，因此同一時間入網的魚類與蝦類，魚類在網中的部份時間仍隨著網具游泳，而蝦類則明顯先進入袋網中 (Lockhead, 1961)。因此游泳能力較薄弱之蝦類，則在強大的水流作用下，完全憑藉著機率而被排出網外 (High et al., 1969)。由此可知，蝦類的行為受到水流的牽制作用相當大。當垃圾受水流推送排除時，少許蝦類間接受影響。圖 13 所示為筆者等在宜蘭海區 16 網次試驗調查結果，垃圾排出量與蝦類流失量之關係。由圖得知兩者有正相關，亦即垃圾排出量大時，蝦之流失率有增加跡象。

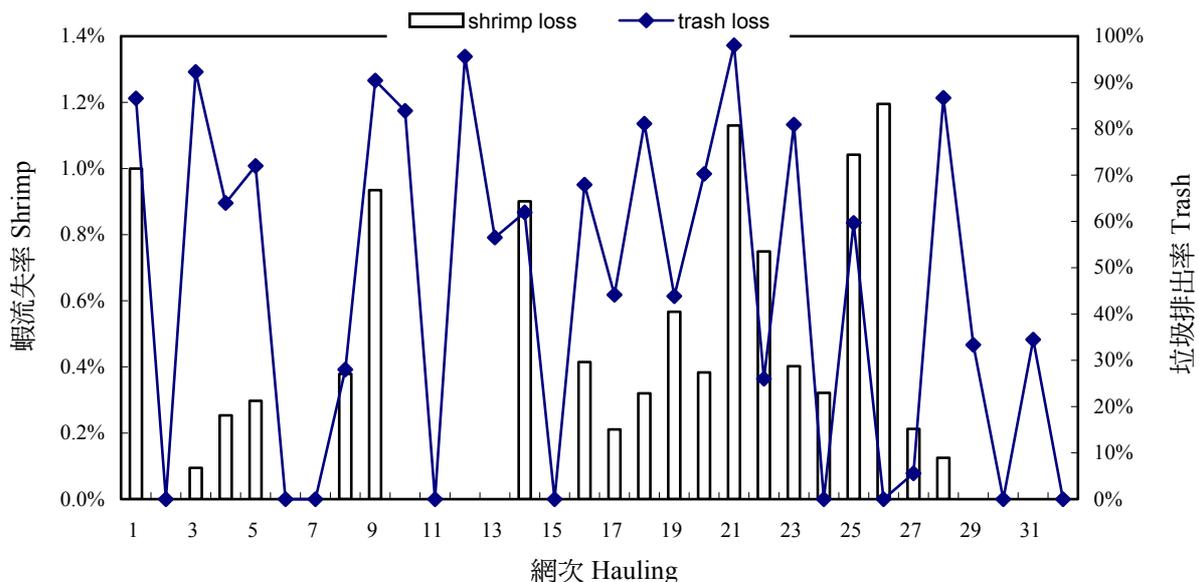


圖 13 垃圾的排除與蝦類之關係

## 參考文獻

1. 井上實 (1978) 魚の行動と漁法。恆星社厚生閣，東京，221 pp。
2. 小池篤 (1989) 漁具に對する魚群行動の研究。恆星社厚生閣，東京，159 pp。
3. 大富潤、中田尚宏、清水誠 (1992) 東京灣の小型底曳網によるシヤコの海上投棄量。日水誌，58(4): 665-670。
4. 東海正、藤森康澄、松田皎 (1994a) 東京灣シヤコ小型底曳網における魚種分離效果。底曳網の分離漁獲に關する研究，45-56。
5. 蔣國平、周耀傑、陳俊德 (1988) 魚蝦分離網漁具的設計及分離效果之研究。臺灣水產學會刊，15(1): 82-94。
6. 陳俊德、周耀傑 (1987) 蝦拖網網目規格變動對蝦類漁獲性能之影響。臺灣水產學會刊，14(1): 60-74。
7. 林佳宏 (1996) 蝦拖網 TED 裝置對劍蝦 (*Parapenaeopsis hardwickii*) 之魚蝦分離效率研究。國立台灣海洋大學碩士論文。
8. Besancon, H. C. (1973) Review of the development of the selective shrimp trawl in the Netherland. FAO Fish. Rep., 139: 21-23.
9. Bradant, J. C. (1973) Devismes's selective trawl for brown shrimp. FAO Fish. Rep., 139: 30-33.
10. Broucke, G. V. D. and A. V. Middelen (1973) Experiments with a selective shrimp trawl. FAO Fish. Rep., 139: 26-29.
11. Ellis, I. E. (1970) A progress reports on the development of a selective shrimp trawl. FAO Fish. Rep., 13: 34-49.
12. Isaksen, B., J. W. Valdemarsen, R. B. Larsen and L. Karlsen (1992) Reduction of fish by-catch in shrimp trawl using a rigid separator grid in the aft belly. Fish. Res., 13: 335-352.
13. Kendall, D. (1990) Shrimp retention characteristics of the Morrison soft TED, a selective webbing exclusion panel inserted in a shrimp trawl net. Fish. Res., 9: 13-21.
14. Matsuoka, T. and T. T. Kan (1991) Passive exclusion of finfish by trawl efficiency device (TED) in prawn trawling in Gulf of Papua, Papua New Guinea. Nippon Suisan Gakkaishi, 57(7): 1321-1329.
15. Mitchell, J. F., J. W. Watson, D. G. Foster and R. E. Caylor. (1995) The Turtle Excluder Device (TED): A Guide to Better Performance. NOAA Technical Memorandum NMFS-SEFSC-366, p35.