

臺灣北部海域棒受網漁業集魚燈光功率與漁獲關係之研究

秦韶生^{1*} · 廖正信² · 康偉福¹ · 蔡天益²

¹ 行政院農業委員會水產試驗所 海洋漁業組

² 國立臺灣海洋大學 環境生物與漁業科學學系

摘 要

火誘網漁業是台灣北部沿近海域中較具規模的漁業之一，其漁期約從 5 月至 10 月，主要漁獲物為鎖管、鯖、鰹、鰹、白帶魚、臭肉鰻、丁香、魷、鰹及單棘魷等魚類。然因近年來火誘網漁業集魚燈光功率大幅的提高，而其所衍生的漁業問題層出不窮，因此亟需制訂一合理之管理措施，但國內有關集魚燈光功率對魚群誘集效果之研究，尚付闕如。緣此，本研究於 2003 年 6 月 19 日至 10 月 28 日期間，租用民間漁船林長號，在台灣北部沿近海域中，以 0、20、40、60、80 及 100 Kw 等 6 組不同之集魚燈光功率，進行 84 網次之棒受網漁撈作業實驗，同時亦蒐集金山、萬里、基隆、瑞芳、貢寮等地區棒受網漁業標本船之漁獲資料，配合 Duncan's multiple-range test 之統計分析，來探究不同集魚燈光功率之誘集效果。棒受網漁撈作業實驗之結果顯示，在 6 組不同集魚燈光功率集魚下，以燈光功率為 80 Kw 時有較佳之漁獲量，平均每網次約有 117.31 ± 126.29 kg 之漁獲量，且經 Duncan's multiple-range test 以雙尾 5% 顯著水準檢定，亦顯示 80 Kw 燈光功率之平均漁獲量與其他各等級間有顯著的差異 ($F = 2.60, p > F = 0.0314$)，然就魚種別及漁獲體長而言，不同集魚燈光功率等級間，則無顯著之差異。此外，由 15 艘標本船之漁獲統計資料，亦顯示在 <10、11 ~ 30、31 ~ 50、51 ~ 70、91 ~ 110 及 151 ~ 170 Kw 等不同集魚燈光功率之標本船中，以集魚燈光功率為 51 ~ 70 Kw 之 CPUE 較佳，每艘標本船每天之平均漁獲量約為 709.31 kg，至於大於 80 Kw 燈光功率標本船之單位努力漁獲量，則未隨燈光功率之提高而增加。

關鍵詞：火誘網漁業、燈光功率、棒受網、單位努力漁獲量

前 言

根據我國漁業年報之定義，火誘網漁業係指：使用漁船一艘或二艘以上，以燈船、網船在夜間利用燈光誘集魚群於燈下，供網船捕獲之漁業（俗稱火燐），包括棒受網及叉手網漁船；因此，火誘網漁業是以捕撈具有趨光特性的表層洄游性魚類為主，是國人道地海鮮及休閒漁業之重要資源，同時也是台灣沿近海域中較具規模的漁業之一。

而在台灣地區，利用燈火誘集魚群再予網捕之技術早在日據時期就被沿用至今（陳等, 1960），

1948 年國民政府遷台後，經多次經建計畫逐步將漁船由搖櫓式轉型為機動化，同時亦將多艘式漁法（連, 1953），簡化為單艘式作業，進而推廣至澎湖地區，促使火誘網漁業在台澎地區蓬勃發展。惟當時侷限於國內社會環境因素，漁業的經營與政府之施政目標，均著重在如何提升年生產量，而有關漁業資料之調查與統計，亦專注於鮑釣、拖網或其他漁業上，對於火誘網漁業資源之調查及統計資料，則較為缺乏，因此一直無法具體的掌握其資源動態及漁業實態之變動。此外，近年來由於機電科技的進步，火誘網漁船所使用之集魚燈燈光功率亦隨之大幅提高，加上休閒娛樂漁業的推廣發展下，燈火遊釣船也迅速的增加，其對台灣沿近海域火誘網漁業資源，不但造成極大之衝擊，同時也衍生出許多漁業糾紛，因此亟需

*通訊作者 □ 基隆市和一路 199 號, TEL: (02) 2462-2101; FAX: (02) 2463-3110; E-mail: sschyn@mail.tfrin.gov.tw

進行相關之科學調查及基礎研究，並制定一具體合理之管理規範，以使我國火誘網漁業得以永續經營發展。

但目前國內有關火誘網漁業之基礎研究，大多侷限在資源評估技術 (廖, 1990; 莊, 1991)、漁海況變動特性 (韓, 1998; 廖, 2000)、趨光行為 (秦及李, 1994; 秦等, 1996, 1998; 秦, 1997)、適正光力 (康等, 2001) 及視覺生理 (廖與黃, 2002, 2003) 等方面之研究上，而對於不同集魚燈光功率誘集效果之研究，則相當缺乏。雖然，過去有一些學者，曾經嘗試以集魚燈光之物理特性，配合魚類視覺生理反應之生物特性 (川本等, 1952, 1953; 內橋, 1953; 小西, 1961; 田村, 1963; 井上及黑岩, 1975)，來探究火誘網漁業之適正光力，但因台灣地處亞熱帶，火誘網漁業之對象魚種組成相當多樣且複雜，因此要以某一種魚類之適正集魚光度做為火誘網漁業管理之依據，可能無法完全符合我國火誘網漁業之需求。

緣此，本研究乃租用民間棒受網漁船，在台灣北部沿近海域中，以不同之集魚燈光功率，進行棒受網漁撈作業實驗，此外也蒐集金山、萬里、基隆、瑞芳、貢寮等地區棒受網漁業標本船之漁業活動資料，同時利用 Duncan's multiple-range test 之統計檢定，來探究不同集魚燈光功率之誘集效果，以期能做為火誘網漁業集魚燈燈光功率管理規範時之參考依據。

材料與方法

一、海上實驗

本研究於 2003 年 6 月 19 日至 10 月 28 日期間，租用瑞芳區漁會所屬民間棒受網漁船林長號 (總噸位 19.94 ton, 主機 400 hp)，在台灣北部鼻頭角與富貴角間之沿近海域中 (Fig. 1)，以 24 Kw 之水下燈分別搭配 0、20、40、60、80 及 100 Kw 等 6 種不同之水上集魚燈光功率，各進行 14 網次之棒受網集魚及漁撈作業實驗，合計共進行 84 網次之實驗，而每網次集魚時間均維持在 80 min 左右，棒受網網具之規模為沉子網長 40 m，沉子網中央位置之沉降深度約 20 m。

在集魚過程中，將 Rigosha 照度計結附於左舷

竹竿距離船舷 1 m 處，以量測各種不同集魚燈光功率下，2、5、10、15、20、25 及 30 m 等水層中之水中照度 (Lux)。而每網次完成漁撈作業後，亦分別記錄並量測漁獲物之魚種組成、漁獲量及魚體長 (或外套膜長) 等資料。

二、標本船資料之蒐集

為考察臺灣北部海域中棒受網漁業之漁業活動實態，本研究亦於 2003 年 5 ~ 10 月期間，以問卷調查之方式，蒐集金山、萬里、基隆、瑞芳、貢寮等地區，共計 15 艘棒受網標本漁船之漁撈作業資料。其中，於本次調查過程中，完全使用燈光功率小於 10 Kw 之水上集魚燈從事集魚並漁撈業者有 1 艘，11 ~ 30 Kw 有 6 艘，而 31 ~ 50、51 ~ 70、91 ~ 110 及 151 ~ 170 Kw 者則分別有 3、2、1 及 2 艘。問卷調查表之內容，包括標本船船名、噸位、馬力、使用漁法、使用燈數、燈光功率、每次作業之進出港時間、作業位置、作業次數及時間、漁場水深與水溫、作業人數、漁獲魚種與漁獲量及其他天候概況等。

三、資料分析

本研究將海上棒受網漁撈作業試驗中，84 網次所取得之漁獲量資料，依集魚燈光功率之不同分成 6 組 (每組各 14 網次)，然後利用平衡實驗設計中，變異數分析之 Duncan's multiple-range test (彭, 1989)，來探究不同集魚燈光功率與總漁獲量 (不分魚種) 之關係；而不同集魚燈光功率與各魚種漁獲量之分析，則因各網次之魚種組成並不完全相同，亦即各魚種之漁獲頻度並不均一，因此以一般線性模型中之 Duncan's multiple-range test 來探討差異性。本研究中各項統計分析，均利用 SAS 統計軟體來執行。

此外，由於棒受網漁船的大小及其集魚燈光強度不一，因此標準化不易，故本研究有關標本船單位努力漁獲量 (Catch Per Unit Effort: CPUE) 之計算，是將標本船依集魚燈光功率之不同分成 <10、11 ~ 30、31 ~ 50、51 ~ 70、91 ~ 110 及 151 ~ 170 Kw 等 6 組，然後將相同組別標本船每個月出海作業之總漁獲量，除以每月出海作業之總船天

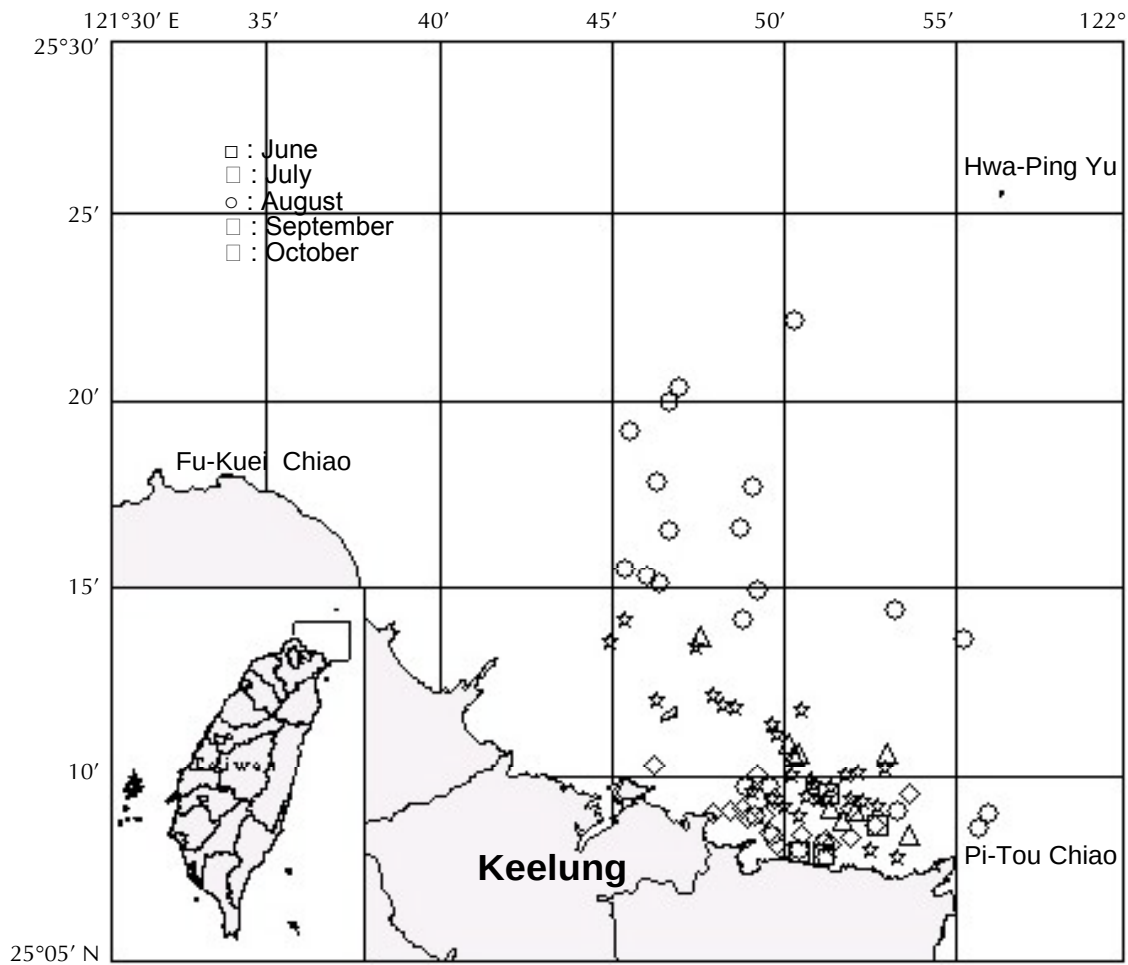


Fig. 1 Experimental position in the waters between Pitouchiao and Fukueichiao from June 19 to October 28, 2003.

數來推估算出各月別及各魚種之 CPUE (Kg/boat-day)，其公式如下：

$$\text{月別 CPUE} = \frac{\text{標本船組月別總漁獲量}}{\text{標本船組月別總作業天數}}$$

結 果

一、水中環境照度

利用水中照度計在左舷外 1 m 處，量測集魚過程中，不同集魚燈光功率之水中垂直照度變化情形，如 Fig. 2 所示。由圖可知，當水上集魚燈

功率為 0 Kw (水上燈不開啟)，僅開啟水下 24 Kw 之集魚燈時，位於水下 2 m 處之環境照度約 199.00 Lux，5 m 水層處則約為 51.13 Lux，而 10、20 及 30 m 水層則分別為 18.19、6.50 及 3.56 Lux。當水下集魚燈功率 (24 Kw) 不變，但增加水上集魚燈功率為 20 Kw 時，水下 2 m 之環境照度約為 435.90 Lux，5 m 之環境照度約 94.02 Lux，而 10、20 及 30 m 等水層之環境照度則分別約 29.47、9.23 及 4.68 Lux。同樣的，當水下集魚燈功率 (24 Kw) 不變，而水上集魚燈光功率增加為 100 Kw 時，水下 2 m 之環境照度大幅提高為 995.44 Lux，水下 5 m 之環境照度約 213.63 Lux，而 10、20 及 30 m 等水層之環境照度則分別約 66.69、20.82 及 10.54 Lux。此一結果顯示，當增加水上集魚燈光功率時，水中表層

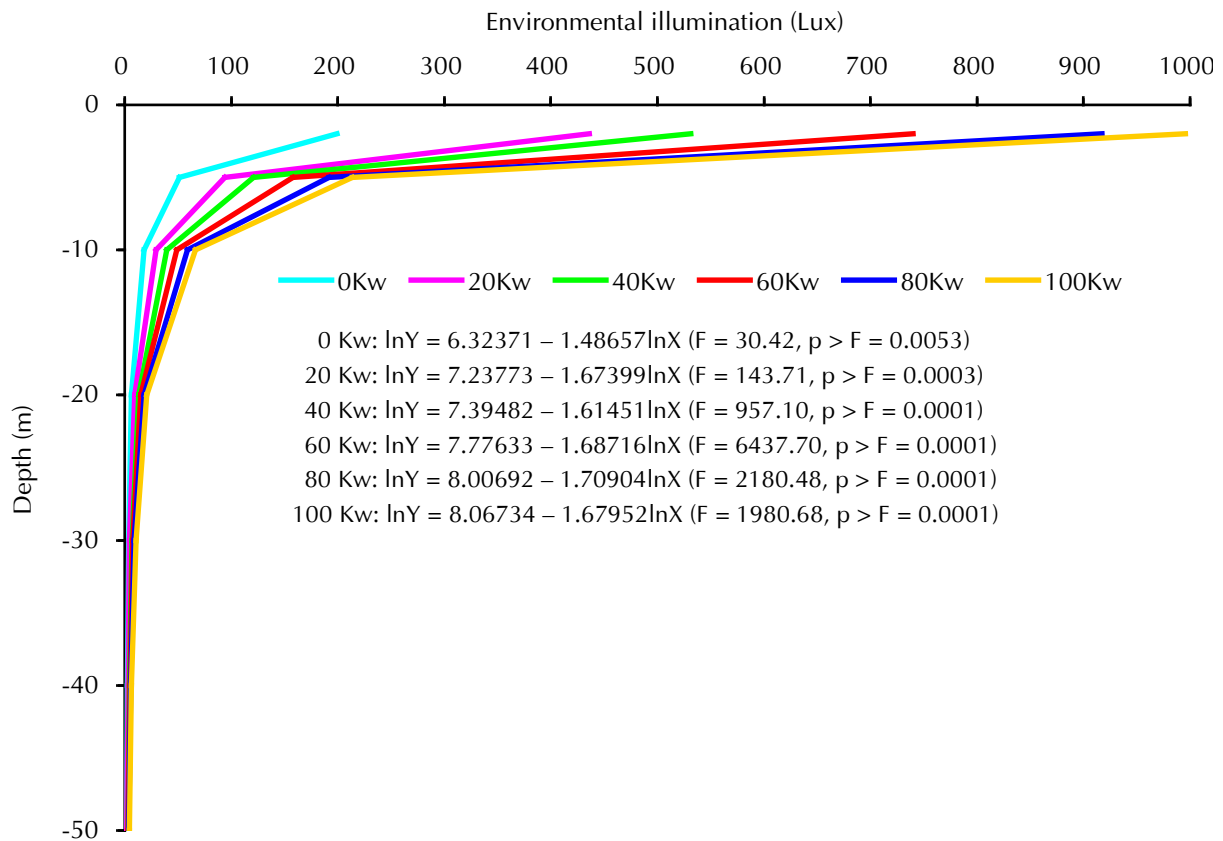


Fig. 2 Relationship between environmental illumination (Y) and depth (X) under the deck fishing lamps of 0, 20, 40, 60, 80, and 100 kW and underwater fishing lamps at 24 Kw.

之環境照度差異較大，但隨著水深之增加，水中環境照度之衰減率很大，因此在 30 m 以深之水層中，各集魚燈光功率所產生之水中照度，其差異約在 5 Lux 以下。

二、漁獲量及漁獲組成

以 0、20、40、60、80、100 Kw 等 6 種不同水上集魚燈光功率，各進行 14 網次棒受網漁撈作業實驗之結果得知，在合計 84 網次中之總漁獲量約 4882.27 kg，其主要漁獲魚種組成如 Fig. 3 所示，其中以單棘魷 (*Thamnaconus hypargyreus*) 的 1351.04 kg 之漁獲量最高，約佔總漁獲量的 27.67%；其次為圓花鰹 (*Auxis rochei*)，其漁獲量約 1297.21 kg，約佔總漁獲量之 26.57%；而白帶魚 (*Trichiurus lepturus*)、鎖管 (*Loligo edulis*)、花腹鯖 (*Scomber australasicus*)、鰆科魚種 (*Cranginidae*) 等之漁獲量則分別為 1048.62、637.23、172.61 及 107.06 kg，且分別各佔總漁獲量之 21.48%、

13.05%、3.54% 及 2.19%。其他不屬於上述主要漁獲魚種之魚類有鯆魚 (*Clupeidae*)、魴仔魚 (*Engraulidae*)、鬼頭刀 (*Coryphaena hippurus*)、萊氏擬烏賊 (*Sepioteuthis lessniana*) 及日本魷 (*Todarodes pacificus*) 等，其漁獲量合計約 268.50 kg，僅佔總漁量之 5.50%。

若以 84 網次漁獲出現之頻度來看 (Fig. 3)，鎖管出現之網次數有 79 網次，白帶魚、圓花鰹、花腹鯖、鰆類、單棘魷等魚種出現之網次數則分別為 61、18、30、48 及 18 網次。

綜上可知，台灣北部沿近海域中棒受網漁業主要之對象魚種以鎖管、白帶魚、圓花鰹、花腹鯖、單棘魷及鰆類等為主，其他魚種則因漁獲量及漁獲頻度較低，或可視為意外捕獲之魚種。

三、集魚燈光功率與漁獲之關係

海上實驗的 84 網次中，在 6 組不同集魚燈光功率集魚下，各組之平均漁獲量，以及各組中主

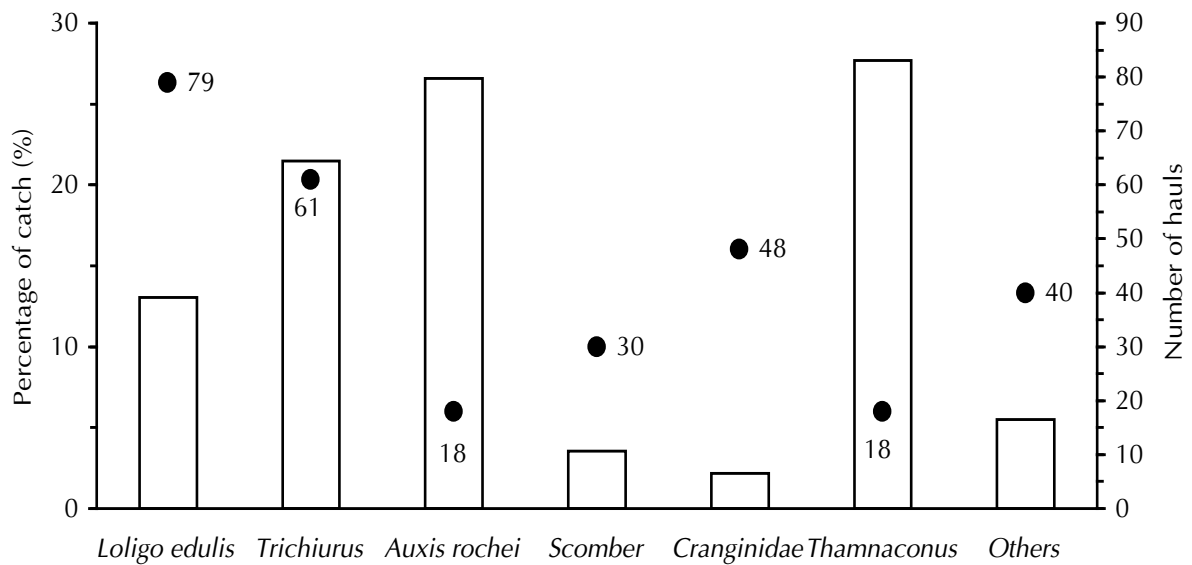


Fig. 3 Relationship between the percentage of the catch (□) and the numbers of stick-held net hauls (●) in this study.

Table 1 Duncan's multiple-range test of catches by species and the power of fishing lamps in the waters between Pitouchiao and Fukueichiao June 19~October 28, 2003

Unit: kg

Species	Kilowatts of fishing lamps						Degree of freedom (Corrected)	F-value	p>F
	0	20	40	60	80	100			
<i>Loligo edulis</i>	4.07 ± 6.54	10.73 ± 11.80	9.92 ± 6.30	6.56 ± 4.81	8.20 ± 11.22	6.04 ± 6.21	83	1.29	0.2758
<i>Trichiurus lepturus</i>	2.41 ± 4.33	3.37 ± 6.28	6.39 ± 11.42	13.25 ± 14.40	31.52 ± 38.23	17.95 ± 25.99	83	4.08	0.0024
<i>Auxis rochei</i>	0	17.86 ± 66.82	28.79 ± 106.85	2.52 ± 7.44	41.62 ± 132.56	1.87 ± 3.67	83	0.73	0.6023
<i>Scomber australasicus</i>	0.69 ± 2.60	0.87 ± 1.66	4.60 ± 15.95	1.59 ± 4.35	1.43 ± 2.95	3.15 ± 7.56	83	0.55	0.7404
Carangidae	1.42 ± 2.70	0.58 ± 0.91	0.83 ± 1.34	0.69 ± 0.90	0.89 ± 1.45	3.23 ± 7.93	83	1.12	0.3583
<i>Thamnaconus hypargyreus</i>	7.14 ± 26.73	0.03 ± 0.09	8.00 ± 17.91	18.28 ± 39.03	26.78 ± 50.03	36.28 ± 76.79	83	1.43	0.2242
Others	0.29 ± 0.58	0.31 ± 0.85	1.26 ± 2.18	3.44 ± 10.58	6.87 ± 21.20	7.02 ± 10.98	83	1.19	0.3210
Total catch	16.03 ± 27.26	33.74 ± 63.72	59.79 ± 114.78	46.32 ± 39.62	117.31 ± 126.29	75.54 ± 72.72	83	2.60	0.0314

Underlining indicates not with a significant difference ($\alpha = 0.05$).

要漁獲魚種之平均漁獲量如 Table 1 所示。由表可知，在 6 組不同燈光功率下集魚，以燈光功率為 80 Kw 時有較佳之漁獲量，平均每網次約有 117.31 ± 126.29 kg，其中鎖管之平均漁獲量約為 8.20 ± 11.22 kg、白帶魚 31.52 ± 38.23 kg、圓花鰹 41.62 ± 132.56 kg、花腹鯖 1.43 ± 2.95 kg、鰹類 0.89 ± 1.45 kg、單

棘魷 26.78 ± 50.03 kg，其他魚類則約為 6.87 ± 21.20 kg；而 6 組不同集魚燈光功率之平均漁獲量，經 Duncan's multiple-range test 檢定 (雙尾 5% 顯著水準)，結果亦顯示，80 Kw 燈光功率之平均漁獲量與其他各組間有顯著的差異 ($F = 2.60$, $p > F = 0.0314$)。

Table 2 Duncan's multiple-range test of mantle length of *Loligo edulis*, total length of *Trichiurus lepturus*, and fork length of *Scomber australasicus*, with fishing lamps of 0, 20, 40, 60, 80, and 100 Kw in waters between Pitouchiao and Fukueichiao June 19~October 28, 2003

Unit: cm

Species	Kilowatts of fishing lamps						Degree of freedom	F-value	p>F
	0	20	40	60	80	100			
<i>Loligo edulis</i>	<u>7.96</u> ±3.57	<u>8.96</u> ±3.08	<u>10.17</u> ±2.15	<u>11.24</u> ±1.28	<u>10.70</u> ±4.40	<u>10.49</u> ±3.73	71	1.75	0.1366
<i>Trichiurus lepturus</i>	<u>71.47</u> ±3.10	<u>70.55</u> ±19.40	<u>70.61</u> ±4.44	<u>69.25</u> ±3.23	<u>67.64</u> ±5.26	<u>70.09</u> ±4.03	50	0.64	0.6740
<i>Scomber australasicus</i>	<u>26.09</u> ±1.65	<u>22.72</u> ±5.34	<u>23.48</u> ±2.80	<u>23.78</u> ±2.49	<u>26.74</u> ±1.86	<u>24.63</u> ±2.22	30	0.88	0.5099

Underlining indicates not with a significant difference ($\alpha = 0.05$).

Table 3 Average and standard fork length of *Auxis rachei*, *Decapterus lajunga*, *Decapterus maruadsi*, *Selar crumenophthalmus*, *Etrumeus teres*, *Herklotsichthys punctatus*, *Amblygaster sirm*, and *Hyporhamphus dussumieri*, average and standard total length of *Thamnaconus odestus*, and average and standard mantle length of *Todarodes pacificus* and *Sepioteuthis lessniana* with fishing lamps of 0, 20, 40, 60, 80, and 100 Kw in waters between Pitouchiao and Fukueichiao June 19~October 28, 2003

Unit: cm

Species	Kilowatts of fishing lamps					
	0	20	40	60	80	100
<i>Auxis rachei</i>	–	30.57±25.03	24.43±8.52	34.87±10.21	35.08±6.22	33.26±4.03
<i>Thamnaconus modestus</i>	23.30±2.98	33.10±0	22.59±1.31	22.91±0.80	26.71±6.34	23.81±1.48
<i>Decapterus lajunga</i>	–	11.17±1.58	20.90±14.54	18.84±3.24	15.90±0.85	16.45±2.01
<i>Decapterus maruadsi</i>	19.75±4.27	17.27±6.35	14.21±6.35	15.08±29.64	36.50±0	33.27±10.90
<i>Selar crumenophthalmus</i>	14.27±1.75	15.55±0.99	15.99±2.63	14.56±1.10	14.72±1.54	14.48±1.39
<i>Etrumeus teres</i>	11.44±1.39	13.74±1.37	14.41±1.20	13.65±0.22	14.82±1.19	10.48±4.37
<i>Herklotsichthys punctatus</i>	14.27±1.93	14.36±2.13	–	13.80±2.00	15.45±0.08	15.02±0.27
<i>Amblygaster sirm</i>	–	–	12.57±1.42	–	12.77±1.34	–
<i>Hyporhamphus dussumieri</i>	82.60±0	10.54±0.82	46.37±29.01	17.40±0	60.10±0	78.40±0
<i>Todarodes pacificus</i>	–	–	6.02±1.09	6.95±0.35	–	5.85±0.07
<i>Sepioteuthis lessniana</i>	20.1±0	11.3±0	14.02±5.24	20.18±2.65	21.98±6.39	13.59±0.90

進一步將上述 7 種主要漁獲魚種，同樣以 6 組不同集魚燈光功率為分組，分別進行 Duncan's multiple-range test 之檢定，結果發現只有白帶魚在集魚燈光功率為 80 Kw 時之平均漁獲量與其他各組間有顯著的差異 ($F = 4.08$, $p > F = 0.0024$)，且其漁獲量亦較其他集魚燈光功率來的高 (Table

1)，至於其他魚種之平均漁獲量，經 Duncan's multiple-range test 檢定之結果，則顯示在不同集魚燈光率間，並無顯著之差異。

此外，本研究也進一步探討鎖管、白帶魚及花腹鯖等漁獲頻度較高魚種之平均體長與不同集魚燈光功率之關係，如 Table 2 所示，結果發現鎖

Table 4 Average and standard catch of sampled boats with fishing lamps of < 10, 11~30, 31~50, 51~70, 91~110, and 151~170 Kw in waters off northern Taiwan May 1~October 31, 2003

Unit: Kg/boat-day

Species	Kilowatts of fishing lamp					
	<10	11~30	31~50	51~70	91~110	151~170
<i>Loliginidae</i>	75.00±98.01	58.86±140.22	168.77±231.36	221.33±288.81	316.0±262.13	344.58±368.81
<i>Carangidae</i>	41.64±84.96	20.54±64.38	10.65±46.69	65.74±163.18	0	0
<i>Auxis rochei</i>	2.64±15.43	70.55±376.27	293.81±661.12	250.32±910.87	0	8.33±57.74
<i>Scomber australasicus</i>	7.35±25.02	7.31±49.45	3.59±31.01	0.43±4.13	0	0
<i>Herklotsichthys</i>	0.74±25.02	1.05±15.56	0	0	0	0
<i>Etrumeus teres</i>	0	0.41±5.00	2.88±22.34	0	0	0
<i>Spratelloides gracilis</i>	0	0.07±1.43	0	0	0	0
<i>Engraulis japonicus</i> (immature)	0	4.53±41.99	0	0	0	0
<i>E. japonicus</i> (mature)	0	16.09±39.41	0	0	0	0
<i>Trichiuridae</i>	28.29±76.86	29.41±78.72	1.14±11.73	65.00±374.50	0	0
<i>Thamnaconus</i>	0	32.26±161.99	141.77±455.59	106.49±522.87	28.67±111.03	0
Others	11.44±51.78	58.84±327.71	3.77±36.19	0	0	1.67±11.55
Total catch	167.11±173.61	304.74±600.36	626.38±768.09	709.31±1061.21	344.67±248.25	354.58±367.62

管類在 60 Kw 之集魚燈光功率下，其所捕獲之體型有較大之平均外套膜長，約為 11.24 ± 1.28 cm，其次是 80 及 100 Kw，分別約 10.70 ± 4.40 及 10.49 ± 3.73 cm，而 0 及 20 Kw 燈光功率下所捕獲之鎖管，其平均外套膜長則較短，分別約為 7.96 ± 3.57 及 8.96 ± 3.08 cm；但以 Duncan's multiple-range test 檢定之結果發現，燈光功率與鎖管外套膜長並無顯著關係。至於在不同燈光功率下所捕獲之白帶魚及花腹鯖兩種魚種之平均體長，經檢定之結果顯示，亦無顯著之差異 (Table 2)。

除了上述 3 種魚類之外，如圓花鰹、拉疆鰹 (*Decapterus lajunga*)、藍圓鰹 (*D. maruadsi*)、脂眼鰹 (*Selar crumenophthalmus*)、脂眼鯷 (*Etrumeus teres*)、青鱗 (*Herklotsichthys punctatus*)、塞姆沙丁 (*Amblygaster sirm*)、杜氏鰱 (*Hyporhamphus*

dussumieri)、萊氏擬烏賊及日本魷等魚類及頭足類，由於罹網次數較少，樣本數不足，因而無法進一步進行檢定分析，因此僅列出其平均體長及標準偏差以供參考，如 Table 3 所示。

四、標本船燈光功率與漁獲之關係

根據 2003 年 5 ~ 10 月期間，15 艘棒受網漁業標本船所提供之資料，並將其依標本船集魚燈光功率分成 <10、11 ~ 30、31 ~ 50、51 ~ 70、91 ~ 110 及 151 ~ 170 Kw 等 6 組，彙整而得之漁獲結果如 Table 4 所示。由表可知，標本船是在集魚燈光功率為 51 ~ 70 Kw 時，有較高之 CPUE，約為 709.31 ± 1061.21 kg/boat-day，其中鎖管之 CPUE 為 221.33 ± 288.81 kg/boat-day，而鰹類、圓

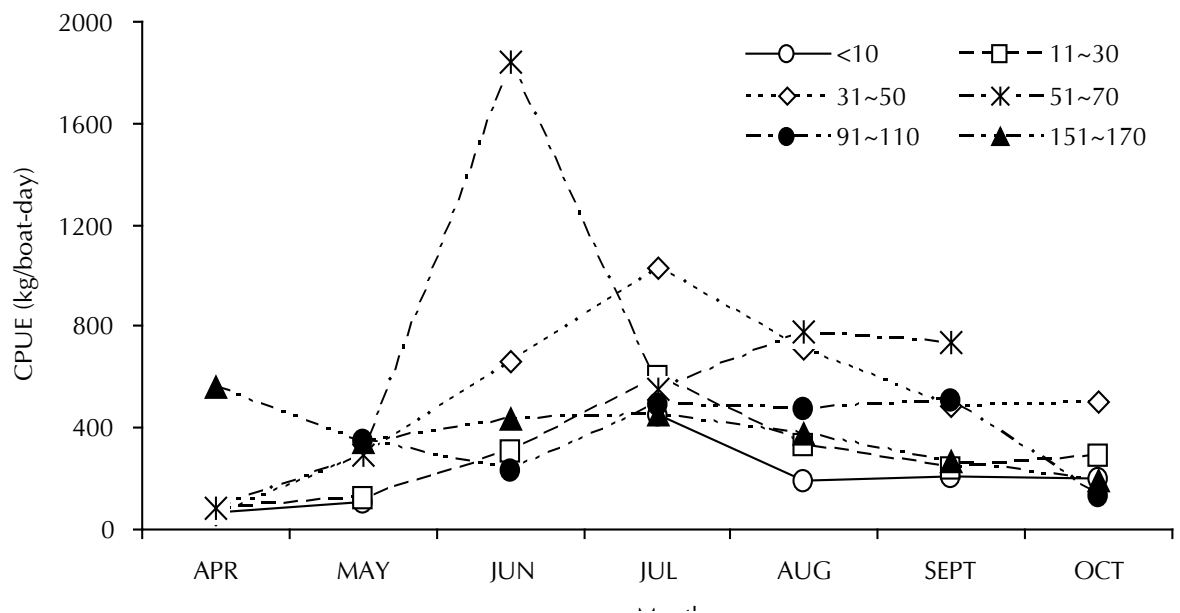


Fig. 4 Catch per unit effort of the total catch of sampling boats with light capacities of < 10, 11~30, 31~50, 51~70, 91~110, and 151~170 Kw in waters off northern Taiwan during April~October 2003.

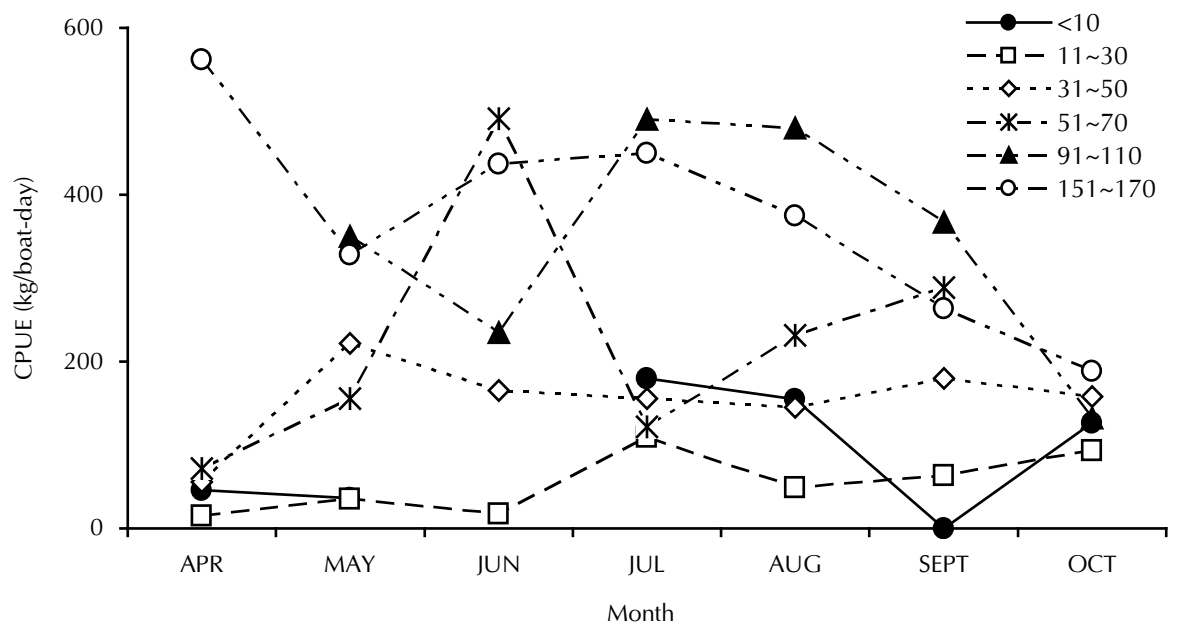


Fig. 5 Catch per unit effort of *Loligo edulis* by sampled boats with light capacities of < 10, 11~30, 31~50, 51~70, 91~110, and 151~170 Kw in waters off northern Taiwan during April~October, 2003.

花鰹、花腹鯖、白帶魚及單棘魷等之 CPUE，則分別為 65.74 ± 163.18 、 250.32 ± 910.87 、 0.43 ± 4.13 、 65.00 ± 374.50 及 106.49 ± 522.87 kg/boat-day。而高於 80 Kw 標本船之 CPUE，並未隨燈光功率之增大而增加。

其次，使用集魚燈光功率為 51 ~ 70 Kw 從事

集魚及漁撈作業之標本船，其 CPUE 較高的時間係在 6 月份 (Fig. 4)，是時，被捕獲較多的漁獲物分別是鎖管 (Fig. 5)、圓花鰹 (Fig. 6) 及白帶魚 (Fig. 7)；至於漁獲單棘魷較多的時間，則是在 7 及 8 月 (Fig. 8)。

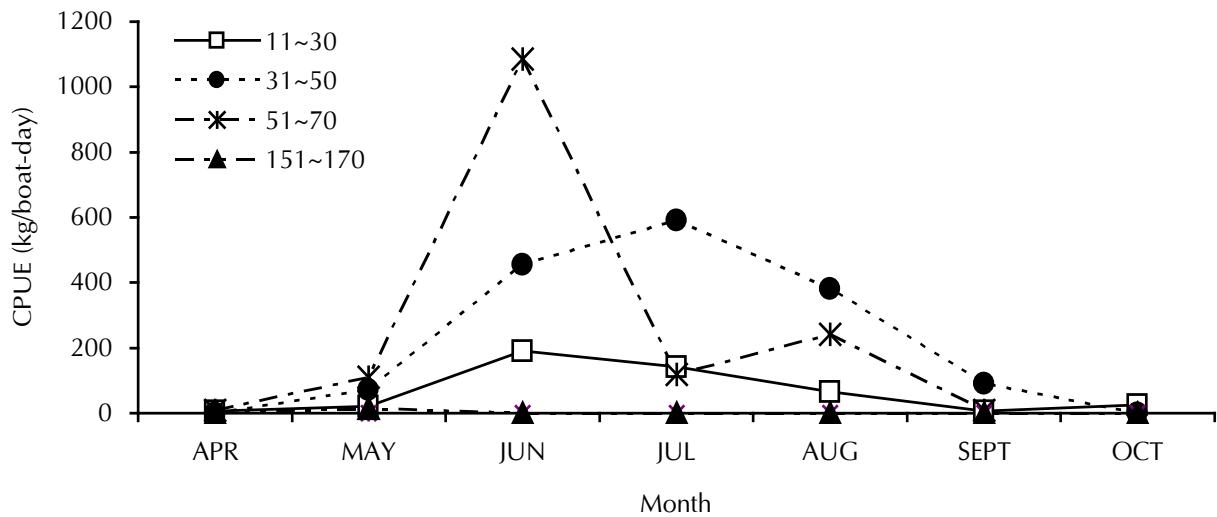


Fig. 6 Catch per unit effort of *Auxis rochei* by sampled boats fishing with light capacities of < 10, 11~30, 31~50, 51~70, 91~110, and 151~170 Kw in waters off northern Taiwan during April~October 2003.

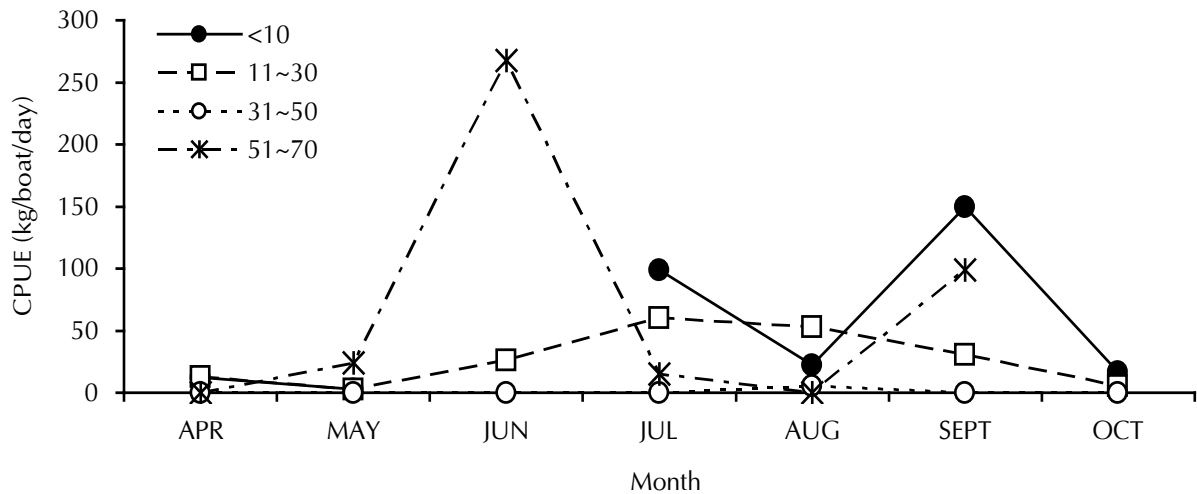


Fig. 7 Catch per unit effort of *Trichiurus lepturus* by sampled boats fishing with light capacities of < 10, 11~30, 31~50, 51~70, 91~110, and 151~170 Kw in waters off northern Taiwan during April~October 2003.

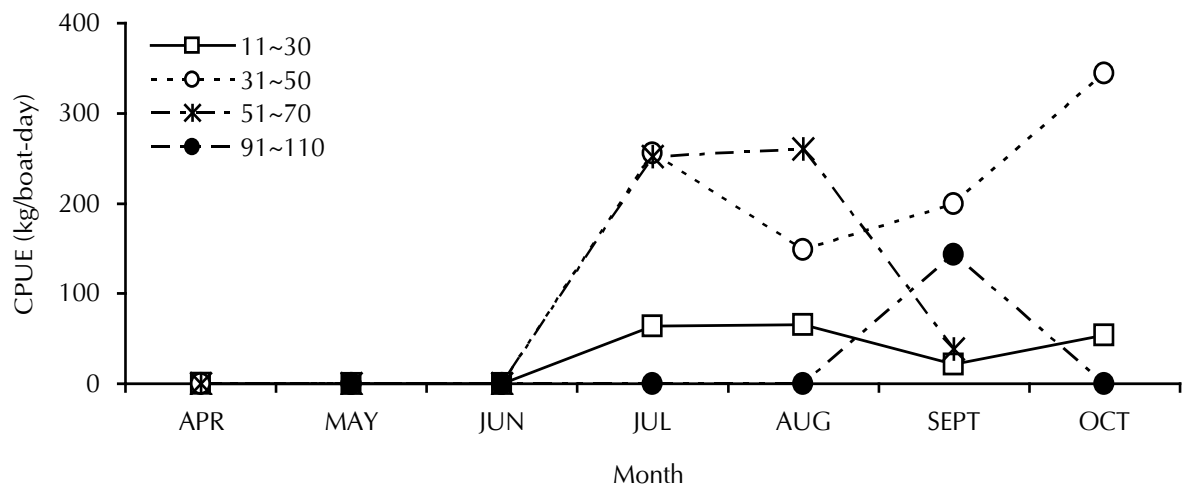


Fig. 8 Catch per unit effort of *Thamnaconus hypargyreus* by sampled boats fishing with light capacities of < 10, 11~30, 31~50, 51~70, 91~110, and 151~170 Kw in waters off northern Taiwan during April~ October 2003.

討 論

根據本研究現場海上實驗之結果顯示，棒受網漁業之集魚燈光功率在 80 Kw 時，有較佳之漁獲效果，而燈光功率超過此一水準時，其單位努力漁獲量並未隨之增加；此外，由棒受網漁業標本船之漁獲統計資料亦顯示，在集魚燈光功率為 51 ~ 70Kw 間之標本船，其單位努力漁獲量較高，此一結果或可提供漁民選擇集魚燈光功率之參考。如果，業者使用較高之燈光功率，由於會誘引較多之掠食魚種在集魚燈下趨集，而使鎖管等目的魚種離散，以致降低漁獲效益。其次，就漁獲魚種之體長而言，則與集魚燈光功率之高低，亦無顯著之相關性，亦即燈光功率提高後，並不一定會捕獲到業者所期盼之魚種或魚體體型。再者，由標本船作業空間分布顯示，<10 及 11 ~ 30 Kw 之作業位置較接近沿岸，因此，為對沿岸漁業資源作更適度合理之管理，相關 <10 及 11 ~ 30 Kw 等二種燈光功率漁船之作業資訊，仍須作更多之資料蒐集與整理分析。

魚類向光源趨近的原因，除了光之刺激反應以外，餌料亦為重要因素之一（前田, 1951），而且該兩種因素是無法完全分離的。當集魚燈開啟後，首先向集魚燈下趨集的是餌料動物及第一次捕食魚，而最終捕食魚向光源趨集的原因幾乎全屬於餌料因素，另一方面，月光與月齡對於集魚燈下魚類趨集量之影響亦是不可忽視（川本等, 1953; Maeda, 1956）。此外，集魚燈下群集之魚種，如遇外敵出現，亦會產生離散之現象（Blaxter and Parrish, 1958）。因此，本研究除單一討論集魚燈燈光功率與漁獲量之關係外，亦將於試驗時所遭遇的月光有無以及各種月象對於漁獲量之影響等，提出討論：

一、集魚燈燈光功率與漁獲量

有關集魚燈燈光之誘魚作用，檜山 (1948) 認為係基於魚類的趨光性，或者因餌料生物被燈光趨集，而誘引魚群趨向燈光並在其附近徘徊。其次，不同魚類之間，其視網膜的視閾值及視感度並不相同（Kawamoto and Koneshi, 1952; Blaxter, 1964），因此，各魚類對光亮度之反應行為

亦有所不同（Blaxter, 1972）。另一方面，魚類對光之反應行為，亦會隨著生物環境因子之不同（Hairston *et al.*, 1982; Breck and Gitter, 1983）而異，故由視覺所反應出之成群行為也就互有差異（Blaxter, 1964; Glass *et al.*, 1986），所以在漁場實際作業而擬總合討論出某一燈光強度適合作為規範標準而言，是相當困難的。由本次實驗結果顯示，將集魚燈燈光功率設定為 80 Kw 時之平均漁獲量較高（Table 1）；另一方面，由標本船之漁況資料顯示，亦以燈光功率 51 ~ 70 Kw 標本船之平均單位努力漁獲量較高（Table 4）；前述結果顯示，燈光功率較高，並不一定就會有更高之漁獲效益。對於該種實證，有元 (1996) 在日本之小型烏賊垂釣光力適正化探討事業實態調查報告中，亦提出二艘燈光功率分別為 80 Kw 及 240 Kw 魷釣船在同一海區相隔 100 m 同時作業，結果該 2 艘魷釣船之釣獲尾數，並無顯著之差異。據此，業者使用較高功率之集魚燈，並不一定會增加其漁獲量。

二、集魚燈下魚群交互作用與漁獲量

台灣北部之棒受網漁船，又名鎖管棒受網漁船（周與蘇, 2002），換句話說，在台灣北部海域作業之棒受網漁船是以鎖管為主要漁獲物。不過，由本次試驗結果顯示，鎖管漁獲量僅佔總漁獲量之 13.05%（Fig. 3）。對於該種現象之發生，首先必需瞭解鎖管在集魚燈下屬於第 3 次捕食魚（前田, 1951），其會掠食體型較小之鰱、鯖、鰹等魚類，但本身同時亦屬第 4 次捕食魚如白帶魚等之餌料動物；因此，鎖管在集魚燈下之趨集行為，會受到其餌料生物以及敵害魚種之交互作用之影響（秦等, 1996）。另，Figs. 9 & 10 為試驗過程中，先以魚探顯現魚群回跡後，並將燈光調暗誘使魚群上浮加以檢視以及利用竿釣漁法在魚探回跡所在水層試漁（生物採樣）等輔助之魚探回跡結果，由 Fig. 9 所顯示之 7 月 24 日凌晨 0:55 ~ 0:57 於第 14 網次中之魚探回跡，即使該網次之水上集魚燈之燈光功率設定為 0 Kw，但由生物採樣可知，白帶魚群仍可從底層分布至表水層，此時幾乎看不到其他魚群之回跡。換句話說，魚群之交互作用，即使使用低功率之燈光，亦無法避免。另，Fig. 10 亦顯示，於 9 月 22 日 20:34 ~ 20:38 之第 65 網次

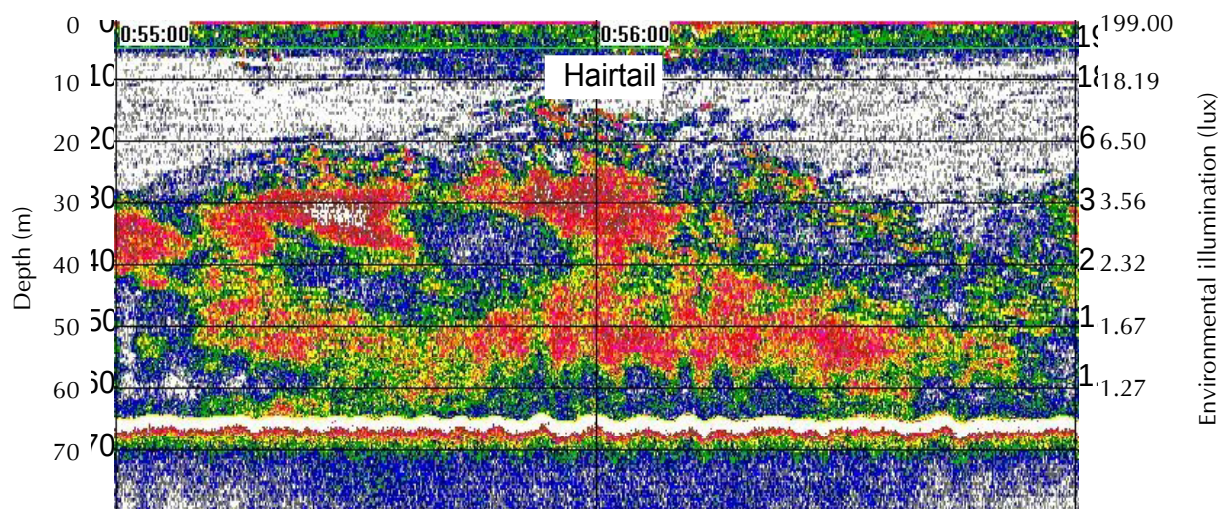


Fig. 9 Echogram of the hairtail under fishing lamps at 0 Kw and underwater fishing lamps at 24 Kw in waters off northern Taiwan 00:55~00:57 on July 24, 2003.

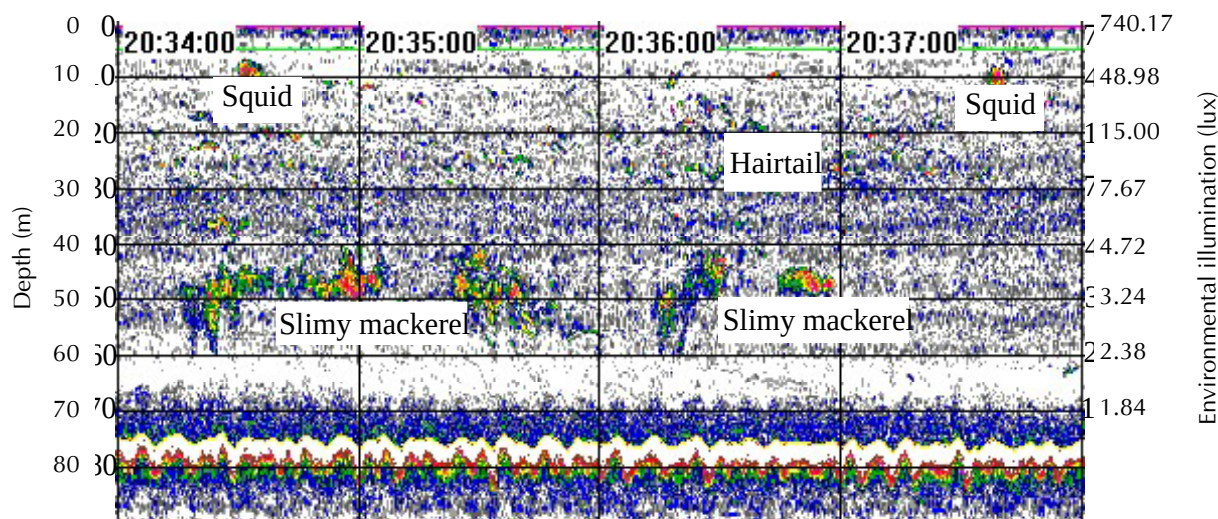


Fig. 10 Echogram of squid, slimy mackerel, and hairtail under fishing lamps of 60 Kw and underwater fishing lamps of 24 Kw in waters off northern Taiwan 20:34~20:38 on September 22, 2003.

(水上集魚燈之燈光功率設定為 60 Kw)，當白帶魚零星出現時，就可發現鎖管及花腹鯖之魚群回跡。因此，影響棒受網漁獲量之因子，僅以物理觀點去考量是不夠週全的。另一方面，由本次試驗所漁獲之魚種發現，可掠食鎖管之魚種如圓花鰹及白帶魚等之漁獲量，約佔總漁獲量之 48.04% (Fig. 3)；而鎖管可攝食之鰹魚或體型較小之鯖、鰹等漁獲量所佔比例則不足 10%。此種由集魚燈下魚種交互作用之結果，亦可作為日後監控棒受網漁業之參考依據。

三、集魚燈燈光功率與漁獲體長

由不同集魚燈燈光功率所漁獲之魚體體長，不但可作為該漁業經營產值之評斷，同時亦可作為魚類資源利用之參考佐證，由本次試驗之結果顯示，不同燈光功率所漁獲之鎖管、白帶魚及花腹鯖之平均體長，其在集魚燈燈光功率水準之間，並未顯示有差異性，該等結果說明，於目前階段尚無法以燈光功率去規範可能漁獲之魚體體長。不過，經本試驗於每一網次集魚時間內以竿釣漁

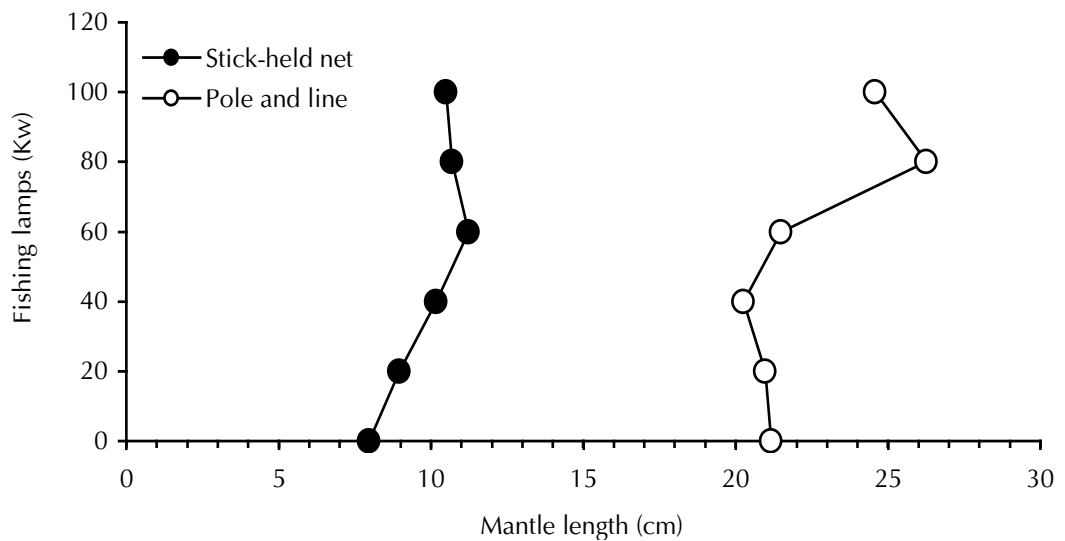


Fig. 11 Average mantle length of *Loligo edulis* individuals caught by stick-held net fishing and by pole and line fishing in waters off northern Taiwan June 19~October 28, 2003.

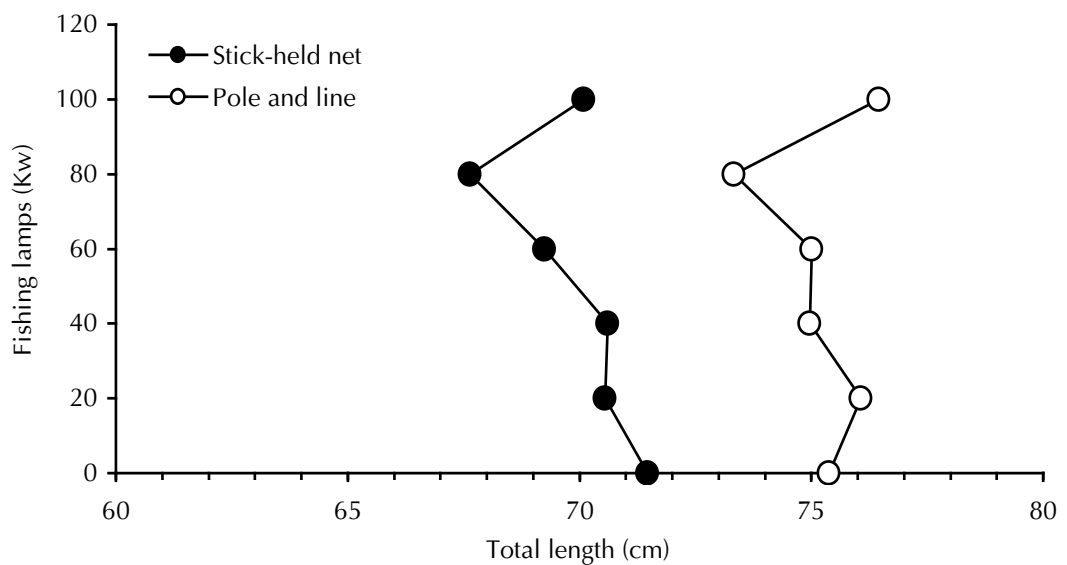


Fig. 12 Average total length of *Trichiurus lepturus* individuals caught by stick-held net fishing and by pole and line fishing in waters off northern Taiwan June 19~October 28, 2003.

法 (釣鉤使用一般魷釣螢光爪鉤，棒長 10.5 cm，鉤爪直徑 1.7 cm) 所釣獲之鎖管平均外套膜長 (Fig. 11)，均大於 20 cm，體型幾為由棒受網漁法所捕獲鎖管之二倍。另一方面，對於白帶魚而言 (Fig. 12)，利用竿釣所釣獲之魚體全長，亦稍大於由棒受網所撈獲白帶魚之平均全長。前述棒受網之漁獲平均體長資料，將可作為未來整體規範燈火漁業之參考。

四、月光及月齡之影響

川本等 (1953)、伊佐 (1961)、小倉 (1972)、今村 (1972)、井上 (1972)、秦等 (1996) 先後都有報告指出，月光會影響到集魚燈之趨集效果，檜山 (1948) 對於集魚燈在月夜其集魚效果減低一節，推論是由於集魚燈光力較月光為弱之關係，因為月亮無論在水面的任何地方，其照度均

Table 5 Individual effect and interactive effects of kilowatts of fishing lamps, the moon, and phase of the moon for catches of stick-held net fishing

Kinds of fish	Kw	Phase	Moon	Kw*Phase	Kw*Moon	Phase*Moon	Kw*Phase* Moon
Total catch	**	*	***	—	—	—	—
<i>Loligo dulis</i>	—	*	*	—	—	—	—
<i>Trichiurus lepturus</i>	****	—	—	—	—	—	—
<i>Auxis rochei</i>	—	—	—	—	—	—	—
<i>Scomber australasicus</i>	—	—	—	—	—	—	—
Carangidae	—	—	**	—	***	—	—
<i>Thamnaconus modestus</i>	*	****	***	—	—	—	—
<i>Etrumeus teres</i> , <i>Amblygaster sirm</i> , <i>Herklotsichthys punctatus</i> , and etc.,	****	****	—	****	***	****	—

****: $p < 0.01$; ***: $p < 0.05$; **: $p < 0.10$; *: $p < 0.20$.**Table 6** List showing the fishing lamps fitted on torch light fishing boats of Keelung City and Taipei County in 2003

	<10 tons	10 ~ 20 tons	21 ~ 50 tons	51 ~ 100 tons	101 ~ 200 tons	Numbers of boat	Average lamps
Keelung city	4~26 (14.4±4.8)	9~46 (21.9±7.5)	14~124 (42.4±18.9)	13~148 (87.7±30.))	90~148 (119.0±29)	109	36.9
Taipei county	4~23 (9.8±3.8)	4~26 (14.1±5.4)	5~58 (20.4±7.0)	44~202 (90.8±34.8)	67~162 (118.9±33)	227	36.0

(): Number in bracket is average and standard deviation of fishing lamps.

相同 (趙等, 1989)。雖然月光在水面之照度不大，但隨著水深之增加，月光的照度比集魚燈為亮，因此，集魚燈光力對於魚之刺激效果已減低。而 Lang (1967) 之研究報告也提出，月光會影響到魚類的視感度。經將本次試驗作業之網次，除了集魚燈之燈光功率之外，並依有月光 (月出至月沒前) 及無月亮 (月沒至月出前) 之資料以三因子變方分析法 (Three-way ANOVA) 檢定結果，發現月光之有無對於漁獲量有顯著之影響作用 (Table 5)，就各別魚種而言，單棘魷、鰵類及鎖管等之平均漁獲量會受月光之影響，而白帶魚、圓花鰹、花腹鯖等所受之影響較不顯著。至於月象之影響方面，Table 5 亦顯示，白帶魚、圓花鰹及花腹鯖等

受月象之影響不大，但對臭肉魷、青鱗、沙丁、鎖管及單棘魷等魚種，有較顯著之影響。

綜合上述，由於集魚燈下所趨集之魚種多為複數魚種 (前田, 1951)，而魚類接受光刺激之程度亦會受其內在生理因素以及外在環境因素之影響 (井上, 1972)，因此，相關機制尚未解明之處甚多。在台灣北部沿、近海域作業之棒受網漁船，其船型由不及 10 ton 之小船至 100 ~ 200 ton 級都有 (Table 6)；而每一噸級別之棒受網漁船，其所裝置集魚燈盞數彼此差距亦大，如基隆市籍 20 ~ 50 ton 以下級別之棒受網漁船，其所裝置之集魚燈盞數約 14 ~ 124 盞，而在台北縣則為 5 ~ 58 盞。而由 Table 7 及 Fig. 13 標本船作業之空間分布顯示，棒受網漁

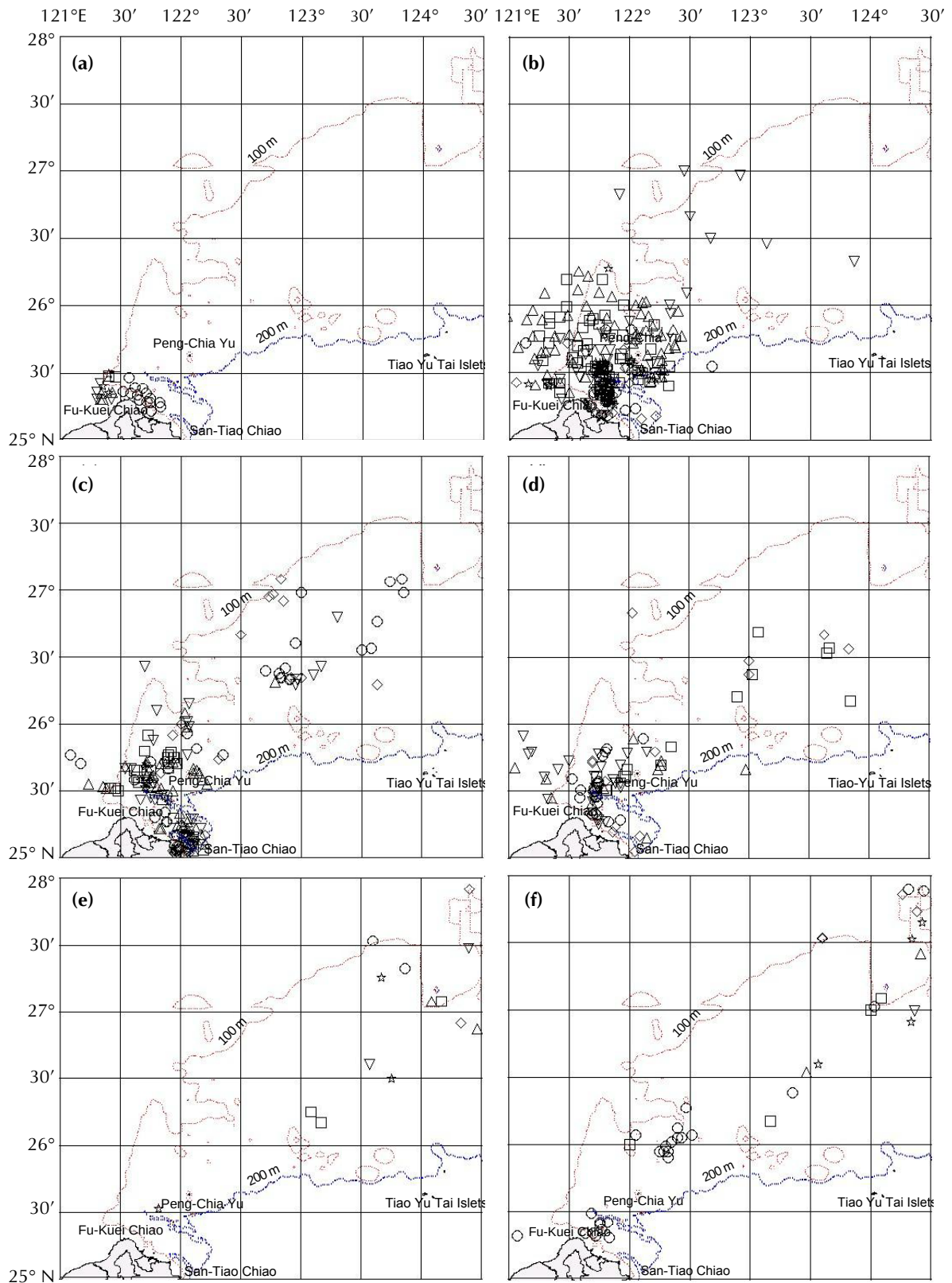


Fig. 12 Monthly fishing position of sampling boats with deck fishing lamps of (a) < 10, (b) 11~30, (c) 31~50, (d) 51~70, (e) 91~110, and (f) 151~170 Kw fishing in waters off northern Taiwan May 1~October 31, 2003 (□, May; ◇, June; ▽, July; △, August; □, September; ☆, October).

Table 7 Fishing days with fishing lamps of different kilowatts by sampled boats in different areas operating in waters off northern Taiwan May 1~ October 31, 2003

Area	Kilowatts of fishing lamps on commercial fishing boat					
	<10	11~30	31~50	51~70	91~110	151~170
South of 25° N	0 (0%)	1 (0.27%)	13 (6.47%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
25° N ~ 25° 30' N	33 (97.06%)	263 (71.27%)	86 (42.79%)	31 (32.78%)	0 (0%)	11 (25.00%)
25° 30' N ~ 26° N	0 (0%)	96 (26.02%)	64 (31.84%)	51 (54.25%)	1 (6.25%)	6 (13.64%)
North of 26° N	1 (2.94%)	9 (2.44%)	38 (18.90%)	12 (12.77%)	15 (93.75%)	27 (61.36%)
Total	34 (100%)	369 (100%)	201 (100%)	94 (100%)	16 (100%)	44 (100%)

船作業之主要漁場，多分布在 25° ~ 25°30' N 海域，不同噸位及集魚燈光功率之漁船，彼此作業空間位置之分布常易重疊，而漁獲之魚種亦相當多元化 (Table 3)。因此，對於棒受網漁船之規範以及為維護漁業資源之永續利用，實應進一步統合漁船規模、集魚燈光功率、魚類生物特性以及合理之許可漁獲量等，從事進一步之探討。

謝 辭

本研究承水產試驗所 蘇所長偉成博士之鼎力支持與指導、劉主任祕書燈城博士之鼓勵與行政支援，以及海洋漁業組同仁之協助，方得以順利完成，謹此敬致謝忱。另，研究期間承蒙瑞芳區漁會及「林長號」船長林長先生及全體船員之協助，特此一併致謝。

參考文獻

- 小西治兵衛 (1961) 魚類的視覺中樞的生理學的研究. 日本三重縣大學水產學部紀要, 5(2): 98-189.
- 小倉通男 (1972) 火光利用の釣漁業—イカ釣漁業と火光. 日本水產學會誌, 38(8): 881-889.
- 川本信之, 尾崎久雄, 小林博, 小西治兵衛, 宇野寛 (1952) 集魚方法の基礎的研究 (第 II 報). 水產研究會報, 4: 263-291.
- 川本信之, 長田助勝, 仁本正 (1953) 集魚方法の基礎的研究 (第 III 報). 水產研究會報, 5: 101-132.

- 內橋潔 (1953) 腦髓の形態より見た日本産硬骨魚類の生態學的研究. 日水研報告, 2: 2-162.
- 今村豐 (1972) 火光利用の漁業について (綜合報告). 日本水產學會誌, 38(8): 877-880.
- 井上實 (1972) 魚類對光行動その生理 - 4-1 魚類の對光行動. 日本水產學會誌, 38(8): 907-912.
- 井上實, 黑岩廣次 (1975) 魚の視覺運動反應における相稱刺激の效果. 日本水產學會誌, 41(12): 1219-1227.
- 田村 保 (1963) 魚の眼の機能の研究 (綜述). 日本水產學會誌, 29(1): 75-89.
- 伊佐良信 (1961) 二つの集魚燈の效力についての考察. 日本水產學會誌, 27(6): 493-500.
- 有元貴文 (1996) 小型烏賊垂釣光力適正化探討事業實態調查. 實證調查報告書 - 總匯編, 全國漁業協同組合聯合會, 14-25.
- 前田 弘 (1951) 集魚燈動物の群集生態學研究□, 相互食性と驅逐關係. 魚類學雜誌, 1(6): 349-360.
- 周耀然, 蘇偉成 (2002) 台灣漁具漁法. 行政院農業委員會漁業署編印, 188 pp..
- 連玉麟 (1953) 基隆八斗子的焚寄網漁業調查. 臺灣省水產試驗所試驗報告, 1: 101-106.
- 秦韶生 (1997) 利用聲探回訊探討集魚燈下鎖管群集特性之研究. 國立臺灣海洋大學漁業科學系博士學位論文, 52-64.
- 秦韶生, 李國添 (1994) 水槽內鎖管 (*Loligo edulis*) 對燈光反應行為之時序列分析. 臺灣水產學會刊, 21(1): 11-29.
- 秦韶生, 李國添, 廖正信 (1996) 集魚燈下混雜魚種 (鯖魚、白帶魚) 對鎖管 *Loligo edulis* 趨集特性影響研究. 臺灣水產學會刊, 23(2): 67-78.
- 秦韶生, 李國添, 廖正信 (1998). 臺灣北部海域鎖管 *Loligo edulis* 在集魚燈下趨集行為之研究. 臺灣水產學會刊, 25(1): 67-78.

- 莊昇偉 (1991) 東北部燈火漁業趨集魚群現存量變動之時序分析. 國立臺灣海洋大學漁業研究所 碩士論文, 97 pp.
- 陳延玉, 陳祥輝, 李燦然 (1960). 新型火誘網棒受網漁業. 中國水產, 93: 18-21.
- 康偉福, 林雅民, 李嘉林, 秦韶生 (2001) 台灣沿近海燈火漁業技術及魚類群聚之研究. 行政院農業委員會水產試驗所九十年水產試驗研究工作報告, 27-48.
- 彭昭英 (1989) SAS 與統計分析. 儒林圖書公司, 499-506.
- 廖正信 (1990) 利用聲探回訊積分法評估臺灣東北部水域鎖管現存量之基礎研究. 國立臺灣海洋大學漁業研究所碩士論文, 75-83.
- 廖正信 (2000) 台灣東北部海域聲光遙測資料結構特性之模糊劃分及其應用之一例. 國立臺灣海洋大學漁業科學系博士論文, 173 pp.
- 廖正信, 黃寶貴 (2002) 燈火漁業資源調查評估期中報告書. 行政院農業委員會漁業署, 臺灣沿近海漁業資源調查評估計畫 III, 1-50.
- 廖正信, 黃寶貴 (2003) 燈火漁業資源調查評估執成果報告書, 行政院農業委員會漁業署, 臺灣沿近海漁業資源調查評估計畫 IV, 22-23.
- 趙景綱, 唐小曼, 陳思行 (1989) 魚類的行動. 農業出版社, 北京, 263pp.
- 檜山義夫 (1948) 魚類實驗生態論. 鳳文書林, 東京, 74-82.
- 韓臺偉 (1998) 臺灣東北部海域鎖管漁海況變動特性之研究. 國立臺灣海洋大學漁業研究所碩士論文, 56-69.
- Blaxter, J. H. S. (1964) Spectral sensitivity of the herring, *Clupea harengus*. J. Exp. Biol., 41: 155-162.
- Blaxter, J. H. S. (1972) Brightness discrimination in larvae of plaice and sole. J. Exp. Biol., 57: 693-700.
- Blaxter, J. H. S. and B. B. Parrish (1958) The effect of artificial light on fish and other marine organism at sea. Mar. Res., 2: 1-21.
- Breck, J. E. and M. J. Gitter (1983) Effect of fishsize on the reactive distance of bluegill (*Lepomis macrochirus*) sun fish. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 40: 162-167.
- Glass, C. W., C. S. Wardle and W. R. Mojsiewicz (1986). A light intensity threshold for schooling in the Atlantic mackerel, *Scomber scombrus*. J. Fish Biol., 29(Supp. A): 71-81.
- Hairston, N. G., T. L. Hao and S. S. Easter (1982). Fish vision and the detection of plankton prey. Nature, 218: 1240-1242.
- Kawamoto, N.Y. and J. Koneshi (1952) The correlation between wavelength and radiant energy effecting phototaxis. Rep. Fac. Fish. Pref. Univ. Mie-Tou, 1: 197-208.
- Lang, H. J. (1967) Über das Lichtverhalten des guppy (*Lebistes reticulatus*) in farbigen und farbloseu lichtern. Z. Vergl Physiol., 56: 296-340.
- Maeda, H. (1956) Statistical Analysis of the Influences of Various Lights upon the Distribution of Fishes in Aquarium II, Distribution of aquarium fishes adapted to the weak light. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., 22(1): 1-4.

Study on the Capacity of Fishing Lamps and Catch per Unit Effort of Stick-held Nets in Waters off Northern Taiwan

Shaur-Sheen Chyn^{1*}, Cheng -Hsin Liao², Wei-Fu Kang¹ and Tien-Yi Tsai²

¹Marine Fisheries Division, Fisheries Research Institute

²Department of Environment Biology and Fisheries Science, National Taiwan Ocean University

ABSTRACT

The torch light net fishery is one of the most important fisheries in the northern waters of Taiwan. The fishing season is from May to October. The species composition includes the Loliginidae, Scomber, Carangidae, Euthynnus, Auxis, Trichiuridae, *Etrumeus teres*, *Spratelloides gracilis*, *Engraulis japonicus* (immature and mature), and *Thamnaconus*. In recent years, however, many disputes over the torch light net fishery have led to demands for adequate rational management mechanisms. Nonetheless, research data on the capacity of fishing lamps are scarce. Herein, results are presented of 84 fishing tests with different-capacity fishing lamps conducted in waters between the capes of Pitou (Pitouchiao) and Fukuei (Fukueichiao) by a chartered fishing boat, the *Lin-chang* (19.94 GT, 400 HP), from June 19 to October 28, 2003. Fishing data from 15 sampling boats at the fishing ports of Chinshan, Wanli, Keelung, Ruifang, and Aodi were also collected during the same period. Data from fishing with 0, 20, 40, 60, 80 and 100 Kw of deck fishing lamps and stick-held nets were analyzed based on Duncan's multiple-range test. It was found that the maximum catch per unit effort (CPUE; 117.31 ± 126.29 kg/haul) was obtained when 80 Kw fishing lamps were used, which was proven by Duncan's multiple-range test at a two-tailed significant level of 5% ($F = 2.60$, $p > 0.0314$). No significant differences were found among the light capacities of each kind of fish species and their body lengths. Further results from the 15 sampled boats, which used < 10, 11~30, 31~50, 51~70, 91~110, and 151~170 Kw of fishing lamps and stick-held nets, indicated better CPUE values were obtained in the sampled boats using 51~70 Kw fishing lamps. Their CPUE values were about 709.31 kg/boat-day. Fishing results of sampled boats that used fishing lamps of higher than 80 Kw did not significantly increase with the higher wattages used.

Key words: light fisheries, capacity of fishing lamps, stick-held net, catch per unit effort

*Correspondence: Marine Fisheries Division, Fisheries Research Institute, 199 Hou-lh Road, Keelung 202, Taiwan.
TEL: (02) 2462-2101; FAX: (02) 2463-3110; E-mail: sschyn@mail.tfrin.gov.tw