

氏 名(本籍)	劉 ^{リュウ} 燈 ^{トウ} 城 ^{ジョウ}
学位の種類	博 士 (農 学)
学位記番号	農 第 4 0 2 号
学位授与年月日	平 成 2 年 10 月 18 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	試験操業による台湾東方水域におけるマ グロはえなわの漁獲性能に関する研究
論文審査委員(主 査)	教 授 川 崎 健 教 授 谷 口 旭 教 授 藤 尾 芳 久

論文内容要旨

試験操業による台湾東方水域におけるマグロ はえなわの漁獲性能に関する研究

I. 目的及び特徴

台湾東方水域は台湾の最も重要な回遊性魚類の漁場である。毎年晩春になると多くの浮魚が産卵や索餌のために、8月末まで5カ月間にわたって南方水域から来遊する。この期間が台湾東方水域の盛漁期である。

当水域で浮魚資源の開発利用に果してきたマグロはえなわの役割は大きい。これまで、はえなわ漁業についての研究はほとんど行われていない。本研究は台湾東方水域におけるマグロはえなわ漁業の漁獲性能を解明するため、当水域における試験船を用いた調査の結果に基づいて、適正釣獲水深、餌に対する選好性、適正な漁具の浸漬時間、適切な浸漬時刻、漁場選択について考察することを目的とした。

本研究は4つの特徴を持っている。第1に、調査船を使って水深、餌、漁場などを変えて多様な実験的研究を行った。第2に、改良した1鉢9本の針で、従来の5本針のはえなわよりも深い水深帯まで針が届くようにした漁具により試験調査を実施した。第3に、4種類の冷凍餌を同時に無作為（鉢単位）に用いて、餌に対する選好性を調べるための試験調査を行った。第4に、沖合200カイリまでの範囲で、緯経度20分ごとの小区画を設定し、その中から無作為に抽出した水域で試験を実施した。

II. 材料と方法

試験操業はすべて台湾省水産試験所マグロはえなわ調査船「海農」（FRP製、54トン、440馬力）を使用して行った。調査は1987年から1989年まで、毎年5月から8月までの期間に実施した。

1. 調査水域：台湾東岸から沖合200カイリまでの水域において緯経度20分の小区画に分割し (Fig. 1)、試験操業を行った。

2. 漁具の構造：1鉢9本の針で (Fig. 2)、1回の操業鉢数は56である。幹なわ・枝なわ及び浮なわの長さはそれぞれ60m、20m、20mである。漁具の水中形状はカテナリー状であり、本研究では釣針の水深を5つのグループに分けた。また、釣針の水深は自記式水深計により計測した。

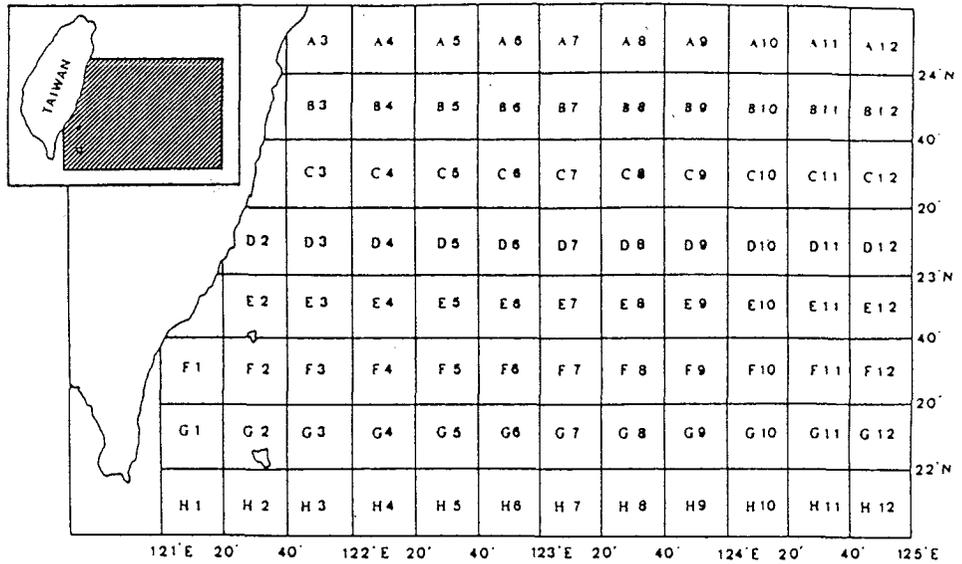


Fig.1 Survey area and subdivisions.

3. 餌：当業船が通常使用する4種類の冷凍餌、すなわちスルメイカ、マサバ、サンマ、タチウオを無作為（鉢単位）に釣針にセットし、1操業中の各餌の使用量をほぼ等しくした。それぞれの体長と体重をTable 1 に示す。

4. 試験操業の方法：試験操業は通常の「先投後揚」の方法で、昼・夜ともに実施した。各操業ごとに投なわ、揚なわの時刻及び釣獲魚種とその釣獲時刻、餌、釣針番号、魚の体長・体重等を記録した。漁獲した魚を対象魚（マグロ類、カジキ類）と非対象魚に類別した。

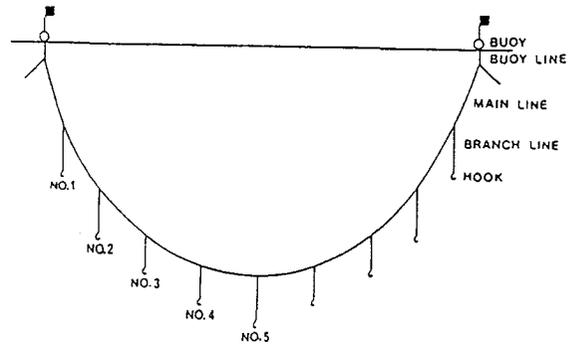


Fig.2 Schematic representation of tuna longline.

Table 1 Specifications (mean and 95% confidence interval) of baits used by R/V Hai-nong.

Bait	Length (cm)	Weight (g)
Flying squid	43.9 ± 1.2	415.0 ± 13.6
Chub mackerel	26.1 ± 0.5	407.5 ± 23.7
Saury	29.8 ± 0.3	107.5 ± 7.1
Hairtail	68.7 ± 2.2	195.0 ± 13.9

5. 浸漬時間と操業時間帯：漁具の水中浸漬時間は各針が水中に投じられてから再び揚げられるまでの時間であり、時間単位で表した。操業時間帯は1回操業の中央時刻を基準として、昼間と夜間の操業に類別した。

6. 月齢：月齢の漁獲量に対する影響を調べるため、太陰暦の1日、15日のそれぞれの前後1週間の時期とそれ以外の時期の3つの時期に分けた。

III. 結果

本研究では3年間にわたって延べ27航海、83操業のデータが得られた。これらのデータを用いて漁具の漁獲性能を中心として解析した。

1. 漁獲物の解析：釣獲された魚は合計19種類、819尾である(Table 2)。優占種としてはマグロ類ではキハダとメバチ、カジキ類ではバショウカジキとメカジキ、非対象魚ではシイラとサメ類があげられる。体長・体重組成から見ると、キハダ・クロカジキ・バショウカジキの体長・体重は年とともに次第に小さくなっている。調査全水域は、緯度別小区画の対象魚と非対象魚の平均釣獲率の特徴(Fig. 3)から北(SUB. A-SUB. C)、中間(SUB. D-SUB. E)、南(SUB. F-SUB. H)の3つの区画に区分できる。

2. 漁獲性能の実験的研究：各区画の努力量は南水域が42回、中間水域が25回、北水域が16回で、それぞれの操業資料から、餌料・水深・漁具の浸漬時間による魚種別漁獲効率について考察した。

2.1 餌料の種類と漁獲率：餌料による釣獲量はスルメイカ、マサバ、サンマ、タチ

Table 2 Number of fish caught by R/V Hai-nong, by species.

Species	Catch (in number)	Percent
Target		
Tunas		
Albacore (<i>Thunnus alalunga</i>)	1	0.12
Bigeye (<i>Thunnus obesus</i>)	7	0.86
Bluefin (<i>Thunnus thunnus</i>)	1	0.12
Yellowfin (<i>Thunnus albacares</i>)	41	5.01
Sum	50	6.11
Marlins		
Black (<i>Makaira indica</i>)	1	0.12
Blue (<i>Makaira azara</i>)	26	3.17
Sailfish (<i>istioophorus platypterus</i>)	56	6.84
Striped (<i>Tetrapturus audax</i>)	3	0.98
Swordfish (<i>Xiphus gladius</i>)	48	5.86
Sum	139	16.97
Nontarget		
Bastard mackerel (<i>Acanthocybium solandri</i>)	48	5.86
Dolphin (<i>Coryphaena hippurus</i>)	400	48.84
Sharks	151	18.44
Skipjack (<i>Katsuwonus pelamis</i>)	9	1.10
Others	22	2.68
Sum	630	76.92

*: Including barracuda (*Sphyræna barracuda*), escolar (*Lepidocybium flavobrunneum*), opah (*Lampris guttatus*), ray, sunfish and tortoise.

ウオの順に低くなる。各区画における優占種の餌による釣獲率の違いを偏差率としてFig.4に示す。メバチの場合はマサバが優れ、キハダではスルメイカとマサバ、メカジキではスルメイカ、マサバが優れている。

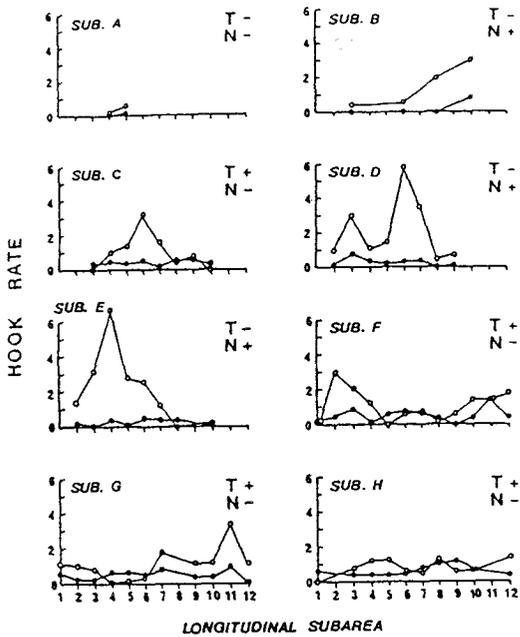


Fig.3 Comparison between hook rate distribution of target fish (T, in solid circle) and nontarget fish (N, in open circle) in each latitudinal sub-area (Sub.A, ---, H). The signs "+" and "-" indicate that the mean hook rate in each latitudinal sub-area is higher and lower than that of overall area, respectively.

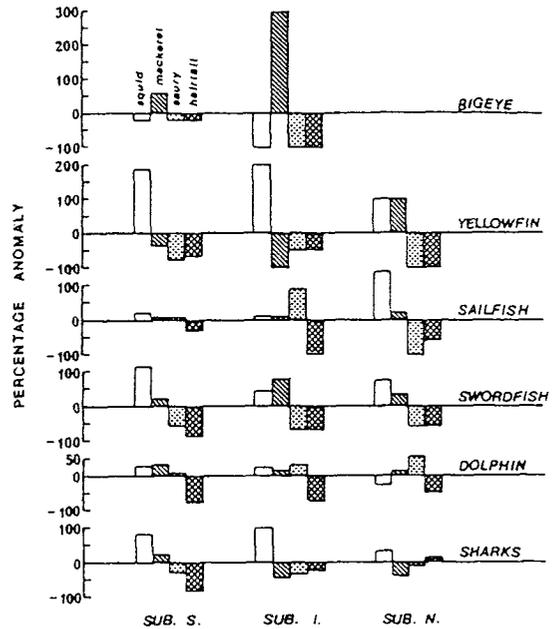


Fig.4 Percentage anomaly about average hook rate by dominant taxa and by subareas for different bait species.

2.2 浸漬時間と漁獲率： 漁具の浸漬時間と漁獲量の関係については、初め浸漬時間が増えると漁獲も増える傾向がみられるが、浸漬時間がある限度を超えると漁獲量は急減する。浸漬時間による優占種の釣獲量の平均偏差率 (Fig.5)をみるとメバチは13時間、キハダは13時間、バショウカジキは9時間、メカジキは8時間、シイラは8時間、サメ類は7時間でそれぞれ高い釣獲率を示す。

2.3 漁獲水深と漁獲率： 実際の測定から釣針の深度は60-220mの間であることがわかった。針水深と釣獲量は負の相関、つまり水深が深くなると釣獲

量は少なくなるという関係がある。優占種の遊泳水深を推定すると、メバチ、キハダは水深120m以浅、バショウカジキは水深180m以浅、メカジキは水深100m以浅、シイラは水深70m以浅、サメ類は水深100m以浅である (Fig. 6)。

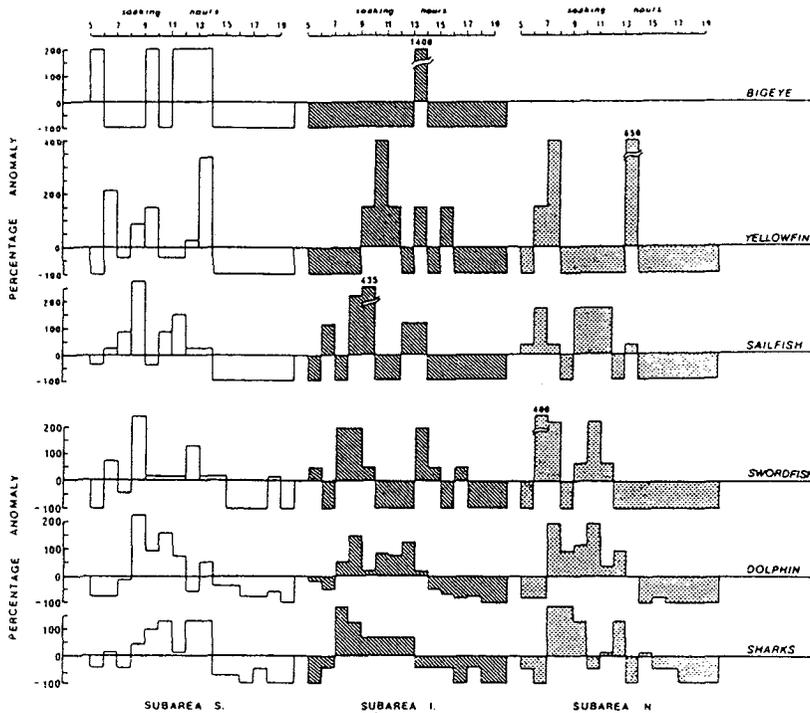


Fig.5 Percentage anomaly from average catch frequency by soaking hours and by subareas for different species.

2.4 釣獲率の時間的变化：

a. 日変化：ほとんどの魚では昼間の索餌行動が夜間より活発であり、シイラは日中索餌の特徴が特に顕著である。メバチ、メカジキ、カマスサワラは夜間の摂餌行動が活発である (Fig. 7)。

b. 経月変化及び月齢に伴う変化：対象魚の努力当り

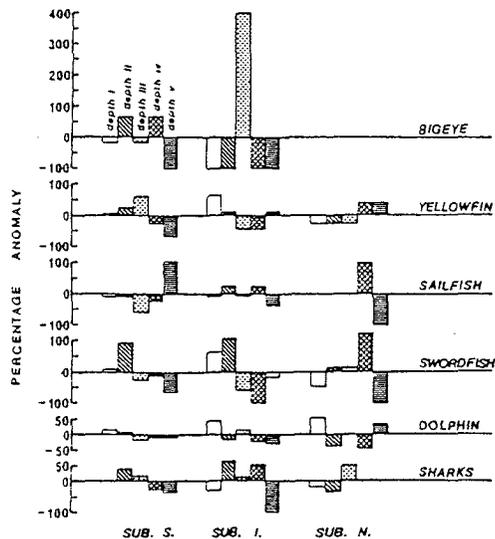


Fig.6 Percentage anomaly from the average hook rate by depths and by subareas, for different taxa.

量は漁期の初めは低いが、その後徐々に高くなる。対象魚と非対象魚の漁獲割合は4月にはわずかに3%を占めるに過ぎないが、その後その割合は徐々に高くなってゆく (Fig.8)。月齢によって魚種組成に差があり、満月期には対象魚の釣獲量が割合に高く、その逆に、新月期と他の時期には非対象魚がよく漁獲される (Fig.9)。

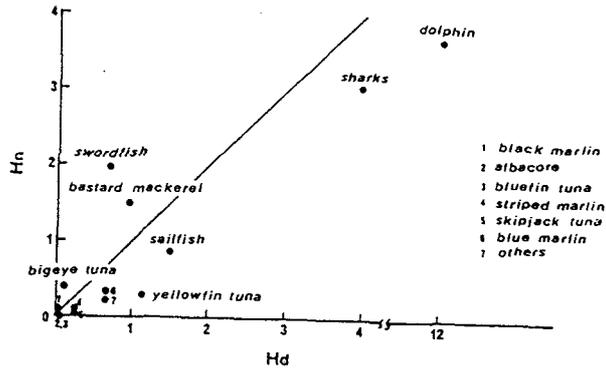


Fig.7 Comparison between hook rates (0/00) in the daytime (Hd) and those at night (Hn) for different species.

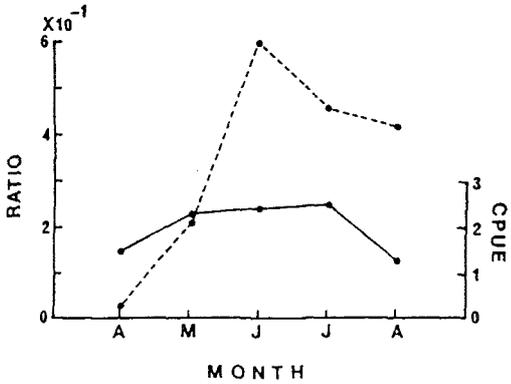


Fig.8 Month-to-month change in CPUE (catch in number/haul, solid line) for target species and in the ratio (broken line), target species to nontarget species.

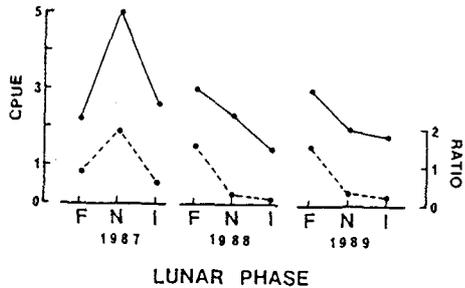


Fig.9 Comparison among CPUE (catch in number/haul, solid line) for target species and that among ratios (broken line), target species/nontarget species, for different lunar phases (F:full moon, N:new moon, I:intermediate).

IV. 論議とまとめ

1. 餌料の漁獲能率：餌の残存率はタチウオ、マサバ、スルメイカとサンマの順で低くなり、残存率の高低と釣獲率の関係は認められない。魚の摂餌選択性を分布集中度指数 (I_{δ} -index) でみると、キハダ、メカジキとカマスサワラの選択性が強い。餌別の漁獲効率を有効度指数 (E) でみると、スルメイカはマグロ、カジキ類にマサバはカジキ類に対しE値が1より大きく (Fig.10)、その漁

獲効率を資源量の指数として用いることができることが示された。サンマとタチウオはマグロ類に対してかなり高い値を示すが、それは北区画でマグロ類を漁獲しなかったため、効率が低いとは考え難い。

2. 漁具の飽和：漁具の浸漬時間がある限度に達すると漁獲量は増加せず、飽和状態になる。本研究で行った83操業を積算したマグロ類、カジキ類、非対象魚と総漁獲量のそれぞれの理論的^{最大}漁獲量は87、135、642と831尾で(Table 3)、最大可能釣獲率(0/00)は2.1、3.2、15.3及び19.9と推定される。飽和速度はカジキ類、非対象魚、マグロ類の順に小さくなる。単位時間当りのマグロ類、カジキ類、非対象魚と全魚種の最大漁獲量はそれぞれ4、15、51、69尾で最適浸漬時間はそれぞれ4.4、2.5、3.1、3.6時間である(Table 4)。

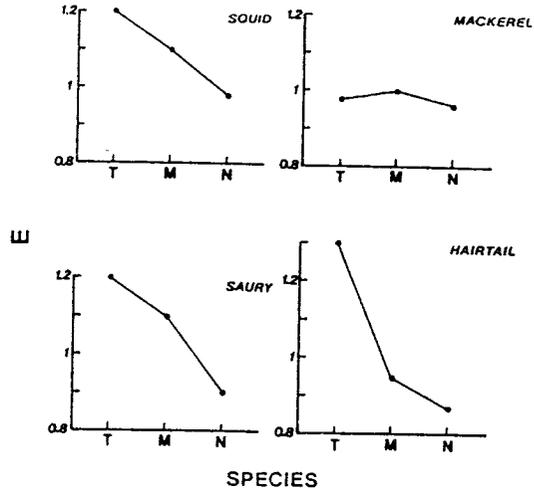


Fig.10 Efficiency of bait (E) calculated on the model $E = [(\sum C_i / \sum f_i) \times \sum A_i] / \sum (C_i A_i / f_i)$. T: tunas; M: marlins and N: nontarget species.

Table 3 The maximum cumulated catches (C_{∞}) and the saturation coefficient (k) based on the model $C_t = C_{\infty}(1 - e^{-kt})$, by taxa, r is the regression coefficient.

Taxon	C_{∞}	K	r
Tunas	87.0	0.068	0.96*
Marlins	135.3	0.151	0.99*
Nontarget species	642.0	0.109	0.99*
Total	831.0	0.115	0.98*

* Significant at 5% level.

Table 4 The maximum catches per hour (Y_{max}) and the optimum soaking time (t_{opt}) derived from the model $Y_t = ate^{-bt}$, by taxa, r is the regression coefficient.

Taxon	a	b	Y_{max}	t_{opt}	r
Tunas	2.50	0.22	4.09	4.45	-0.70*
Marlins	17.20	0.40	15.85	2.51	-0.94*
Nontarget species	45.29	0.32	51.67	3.10	-0.90*
Total	51.73	0.28	69.09	3.63	-0.90*

* Significant at 5% level.

3. 魚種間の競合：当水域での混獲率は75%にも達する。空針率が高いため、魚種間の競合はそれほど激しくないと考えられる。従って、混獲の影響を除外した理論的釣獲率とその影響が含まれる実測値の間に大差はない (Table 5)。

Table 5 Adjusted CPUE for target species (P_1) when the influence of other fish is removed, by subareas (after Rothschild 1967). λ_1 : observed CPUE for target species; λ_2 : observed CPUE for nontarget species; Q_0 : probability of empty hook occurred.

Subarea	λ_1 (10^{-3})	λ_2 (10^{-2})	Q_0 (10^{-1})	P_1 (10^{-3})
S	5.34	1.04	9.84	5.37
I	3.10	2.25	9.74	3.14
N	3.72	1.45	9.81	3.75

4. 漁獲性能と諸要因との間の相互作用：諸要因間の漁獲の差の検定を2元分散分析により行った。水域と餌の組合せについては餌の効果は有意である ($p=0.01$) が、水域の効果には有意な差が認められなかった ($p=0.11$)。浸漬時間については有意である ($p=0.03$) が、水深間については有意な差は見られない ($p=0.15$)。

餌、浸漬時間、水深の間で2元配置による漁獲力の解析により、餌がスルメイカの場合には浸漬時間7-11時間、水深4以浅で最も高い漁獲力を示すことがわかった (Fig. 11)。

V. 今後の課題

当水域における回遊魚類の資源密度はかなり不安定に変動するが、黒潮流域の外側における分布量は従来の近海の漁場より劣っていないと考えられる。正

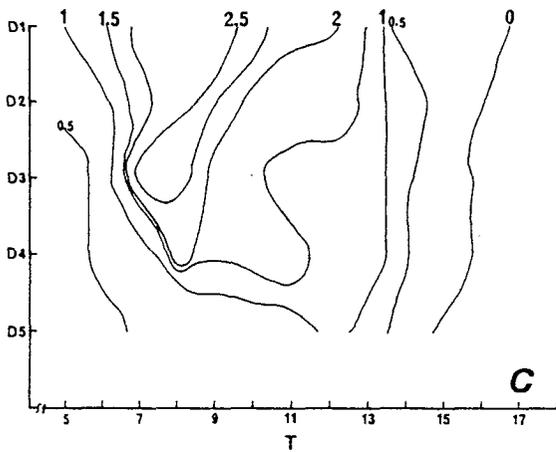
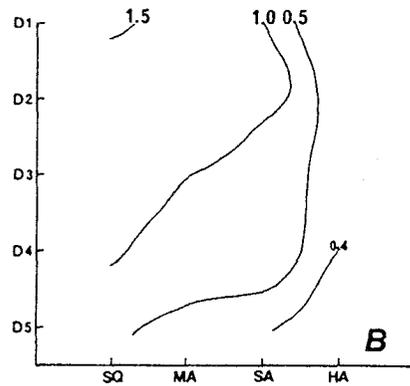
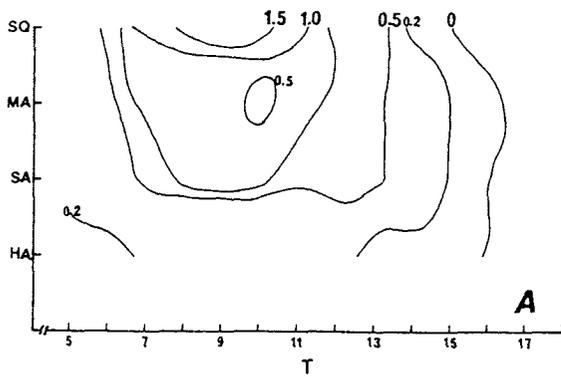


Fig.11 Fishing power-isopleth diagrams. 11(A) shows the relation between soaking time and bait. 11(B) shows the relation between bait and depth of hook. 11(C) shows the relation between soaking time and depth of hook. T:hour; SQ:flying squid; MA:chub mackerel; SA:saury; HA:hairtail; Di:serial, spaced depth where hooks are placed (i=1,2, ...,5).

確な資源分布状態を知るためにはもっと長期間のデータが必要である。

本研究でこれまでより漁場を沖合へ拡大することが可能であることが初めて示された。今後さらに周年にわたっての当漁法の漁獲性能と資源分布の状態を調べてゆき、現在4カ月に限られている漁期を拡大することができるか否かを検討する必要がある。

回遊魚類の資源変動の把握はかなり困難であるが、数多くの標本船に操業記録の記帳を委託し、それらによって来遊量の推測や漁況の長期予測や資源管理等を行うことが重要である。

審査結果の要旨

マグロはえなわの漁獲性能に関する研究はこれまでもいろいろと行われてきたが、そのほとんどは当業船の漁獲記録を用いたものであり、いろいろと条件を変えての実験的漁獲による研究はほとんど行われてこなかった。これはマグロはえなわの操業には多大の経費がかかり、採算性を無視しての実験的研究は困難であったからである。この研究の特色は、この様な制約を乗り越えて広範な実験的研究を行ったことで、マグロはえなわの漁獲性能のついて正確な知見を得ることができた。

台湾東方水域においては、

- (1) 従来の操業は距岸70カイリまで行われていたが、この研究では距岸200カイリまで試験操業を行い、緯経度20分ごとの小区画から無作為に抽出した水域で操業を実施した。
- (2) 従来の漁具は1鉢5本針であったが、この研究では9本針とし、深くまで針がとどくようにした。
- (3) 同じ航海で、4種類の冷凍餌を同時無作為（鉢単位）に用いた。

このようにして調査船「海農」を用いて1987年から1989年にかけて計27航海の試験航海を行い、多くの資料を得た。この資料を解析して、たとえば対象魚種がメバチの場合には餌料としてはマサバが優れ、浸漬時間は13時間で釣獲率ももっとも高く、遊泳水深はもっとも深いことがわかった。これらの知見は今後、マグロはえなわ操業の指針となり得るものである。

以上のことから、本論文は農学博士の学位を授与するに十分な内容を持つものと判断した。