

マグロ延縄漁業の漁獲特性について

牧澤 弘, 山口 恭弘

高山 久明, 真野 季弘

On Some Properties of Catch by Tuna Longline Fishery

Hirosi MAKIZAWA, Yasuhiro YAMAGUCHI, Hisaaki TAKAYAMA

and Suehiro MANO

The objective of this research are to clarify a geographical and a vertical distribution of catch by tuna longline fishery, interrelation between hooking rate and several environmental factors, and periodicity of catch of the target species. Catch data were number of individuals by species. Simultaneously, the following environmental data were obtained by Ehime-maru, Fisheries High School Uwajima, from 1976 to 1991 in North Pacific Ocean : measurements of wind direction, wind force, air temperature, surface current velocity, its direction, salinity and water temperature of 13 vertical layers from surface to 500 m depth.

A periodicity of catch was examined by harmonic analysis. Interrelation between a hooking rate and several oceanographical environment was analyzed by the multivariate regression analysis. A similarity structure of water temperature in different fishing areas was identified by the cluster analysis.

Some results were as follows ;

- 1) It is necessary for bigeye tuna to set the gear much deeper at a new moon, since the current velocity at a new moon was bigger than at a full moon.
- 2) According to the result of harmonic analysis, main hooking depth of bigeye tuna and blue marlin, or yellow fin tuna and striped marlin were similar, respectively.
- 3) According to the result of multivariate analysis, in the case of estimating the catch quantity on tuna, it is very important to observe water temperature at each layer, especially 100 m depth.
- 4) The water temperature in the good fishing areas of bigeye tuna belong to the same cluster group.
- 5) Mensioned above, before setting the tuna long line fishing gear, it was suggested that we had better determine the speed of taking out the line and numbers branch line for bigeye tuna after researching of the vertical distribution of water temperature.

key words : マグロ延縄漁業 tuna longline fishery, 釣獲率 hooking rate, 海洋環境 oceanographical environment, 調和分析 harmonic analysis, 多変量解析 multivariate analysis

はじめに

マグロ延縄漁業において、漁労長は船舶に装備されている海洋情報機器を駆使してこれらと漁具漁法の適正使用および漁獲との関係における一般的な法則を見つけ、漁獲に必要な詳細なデータを集積するとともに、一方では長年の経験と勘に依り、また操業海域内の他船の動静なども検討してより多くの漁獲を挙げるべく各操業時の好漁場を選定する。この行為は海洋の自然現象を総合的に捉え、この中で魚の習性と行動とを巧みに利用するものである。すなわち、好漁場と目される場所は、気象条件および水面下の環境要因、生物の生態などと深く関わっており、これらと釣獲率の間には何等かの因果関係があるものと思われる。

愛媛県立宇和島水産高等学校付属漁業実習船えひめ丸は、太平洋ハワイ沖の赤道北部海域で年間3回、それぞれ約3ヶ月のマグロ延縄漁業実習を行っている。この漁業実習中に得られた漁獲および海洋観測資料から今後の操業におけるマグ

ロ漁業釣獲率を推定すること、並びにこれらの解析法などを水産高校実習生の漁業情報教育に応用することを目的に近年の約10年分についてデータを取り込み、パーソナルコンピュータを使用して各種の統計解析を行ったものである。

分析の結果、延縄で漁獲される主要魚種においては二三の知見が得られた。このことは、今後の漁場選定に有益な示唆を与え、マグロ延縄漁業を効率的に行うことにもつながり、マグロ・カジキ類の釣獲率を向上させるのに寄与するものと考えられる。また、乗船中、実習生を対象とした漁業情報教育の一環としてパーソナルコンピュータを使用した観測データの即時処理と整理・分析にも充分応用できるものと考えられたのでここに報告する。

1. 資料

1976~1991年、漁業実習船えひめ丸の毎年度第1次航海(4月中旬~7月上旬、ハワイ南西海域)で収集された気象・海

象データの内, データ欠損のない1976~1978年, 1982年, 1985~1989年および1991年の10年分をデータベース化した。気象データとして, 各操業日船内時正午の天候, 風向, 風力および気温を, 海洋データとして, 流向, 流速は, 投縄終了後本船の漂泊中の移動量から推算した値を, また, 毎正午の水温および塩分を用いた。水温和 XBT または DBT を用いて表面および表面から, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 270, 300, 400および500 m の13層で観測した。

2. 解析の方法

マグロ・カジキ類の漁獲量と漁獲努力量との相関のほか, 漁獲と月齢, 気象・海洋環境要因および水温構造要因についてそれぞれ調和分析¹⁻²⁾, 重回帰分析³⁻⁴⁾ およびクラスター分析⁵⁾ を行って魚種別に好漁場となりうる諸条件の解析を行った。

まず初めに操業海域におけるマグロ・カジキ類の分布, 漁獲努力量等を知るため, 経緯度1度区画毎に4月~7月の期間における10年分の総漁獲分布図, 釣釣分布図, 釣獲率分布図を作成した。

漁獲された魚種の内, メバチ, キハダ, ビンナガ, メカジキ, マカジキおよびクロカジキについて経緯度1度区画毎の操業毎の漁獲量尾数と使用釣釣数を用いて10年分の漁獲尾数, 釣釣数および釣獲率(釣釣数/漁獲尾数)の分布を求めた。このうちカツオ, シロカジキは漁獲が少なく, フウライカジキ, バショウカジキは資料から魚種の判別が不可能で, サメ等による食害を受けたものとともに本資料から除外した。

漁獲尾数, 釣釣数および釣獲率の階級設定は花本⁶⁾が行った方法に従った。すなわち, 1度区画の総漁獲尾数(釣釣数, 釣獲率)を大きい方から小さい方へと順次並べ, 累積し, 総漁獲尾数(釣釣数, 釣獲率)を求め, 4等分し階級を分けた。

次に漁獲量と月齢との関係について調査するため, 漁場で

の船内使用時12時における値を四捨五入により整数化したものを月齢とした。この月齢と漁獲尾数を用い, 漁獲量の変動を調べるため調和分析を行った。

漁獲量変動の要因としては, 夜間の月齢別月光による水中照度の変化および月による潮汐流の変化の2つが考えられる。月による照度の変化は30日周期, 潮汐流の変化は15日周期であるから, 調和分析の各項において漁獲変動の大勢を支配する項は $\cos\theta$, $\cos 2\theta$, $\sin\theta$, $\sin 2\theta$ の第2調和項までと考え, この項迄計算を行った。

また, 重回帰分析は水温観測, 気象観測によって得られた

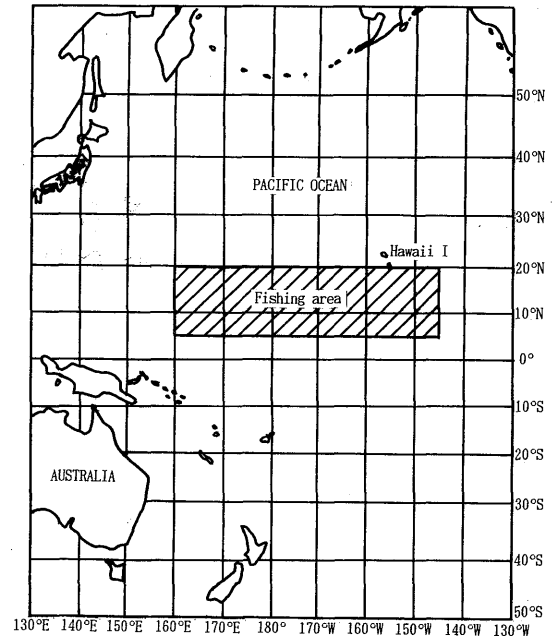


Fig. 1. Fishing area of tuna longline in Pacific Ocean from 1976 - 1991.

Table 1. A summary of environmental conditions for the survey period

	Weather		Wind		Air	Current		Salinity
			direct	force	temp.	direct	drift	
Data No.	516		516	516	516	500	417	277
Frequency	B-	3.1%	North	0	%	1-	0.9%	
	BC-	74.0	NNE	1.7		2-	7.6	
	C-	18.2	NE	19.0		3-	37.8	
	O-	1.2	ENE	57.0		4-	38.0	
	R-	3.5	East	17.2		5-	13.6	
			ESE	2.9		6-	2.1	
			SE	1.0				
			SSE	0.4				
			South	0				
			SSW	0.2				
			SW	0				
			WSW	0				
			West	0				
			WNW	0				
			NW	0.2				
			NNW	0				
Max.					33.0°C			36.00‰
Min.					25.0			33.65
Mean					27.6			34.55
S.D.					1.5			0.37

実際の観測値による環境要因が漁獲に与える影響を調べるために行った。気象要因は、天候、風向、風力、気温、流向および流速であり、海洋要因は表層の塩分、表層から500 mまでの計13層の水温である。

更にクラスター分析は、階層的クラスター分析法により種々試みたが、クラスター間の非類似度の定義としては群平均法により、また、非類似度の尺度としてはユークリッド平方距離を用いた。

3. 結果および考察

3.1 マグロ延縄操業

Fig. 1に今回の解析に用いたえひめ丸の操業海域を示す。この海域における気象は Table 1に示すように天候は全天雲と雨の計5%を除くと概ね良好の天候であり、風力も4以下が80%を超えていた。従って、操業は天候にはあまり左右されずに平穏な状況で行われたと考えられる。

次に、えひめ丸のマグロ延縄操業の概要について記述する。

3.1.1 使用漁具と操業法

使用漁具の延縄は、幹縄、枝縄(約25 m)、浮縄(30 m)および浮子からなっている(Fig. 2)。ある浮子から次の浮子まで約500 mの幹縄に平均して10本の枝縄が取り付けられている。この浮子から浮子までを鉢と呼んでいるが、えひめ丸では操業1回当たり平均して220鉢(釣鉤2,200本)を使用した。投縄終了後、5時間ほど漂流しマグロ類が掛かるのを待ち、13時頃から翌日01時頃までの12時間で揚縄するのが基本的な操業パターンである。

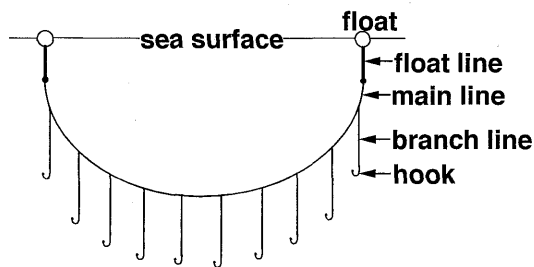


Fig. 2. Unit of a tuna long line fishing gear.

3.1.2 延縄の設置深度について

延縄の設置深度については、吉原⁷⁾の式を用いた。すなわち、

$$D = ha + hb + t\{(1 + \cot^2 \phi_0)^{0.5} - ((1 - 2 \cdot j/n)^2 + \cot^2 \phi_0)^{0.5}\}$$

ここで ha は枝縄長さ、hb は浮子縄長さ、t は1鉢の幹縄総長さの1/2、n は1鉢における幹縄の数(枝縄本数+1)、j は枝縄番号、 ϕ_0 は幹縄の支点における接線が x 軸となす角である。 ϕ_0 の海上での測定は困難であるため、延縄の短縮率(K)を用い、

$$K = \cot \phi_0 \cdot \sinh^{-1} \cdot \tan \phi_0$$

から ϕ_0 を求めた。

また、短縮率を0.65とした場合、齊藤⁸⁾が計算した短縮率による枝縄結着点の深さの値を基にすると、枝縄10本付けのえひめ丸の釣鉤設置深度は、Table 2に示す値となる。また、1976年は枝縄7本付けを使用しており、Table 3に示すように枝縄10本付けのものより若干浅い深度に釣鉤が設定されている。両者の差は、生食材料として価値の高いメバチは比較的深い層に生息している事が明らかとなったことから⁸⁾、釣鉤を深い層へ下すべく枝縄の本数および1鉢の長さを増し、深水層のメバチを漁獲しようとして生じたものである。

Table 2. The estimated depth of each hook in case of 10 hooks per a unit of fishing gear

No. of branch line	1, 10	2, 9	3, 8	4, 7	5, 6
depth(m)	100	145	185	219	240

Table 3. The estimated depth of each hook in case of 7 hooks per a unit of fishing gear

No. of branch line	1, 7	2, 6	3, 5	4
depth(m)	100	142	177	191

3.1.3 年度別魚種別漁獲量

年度別魚種別漁獲量を Table 4に示す。漁獲合計は16,220尾で、そのうちメバチは65.5%、キハダ11.4%、クロカジ

Table 4. Yearly changes in the catch in numbers of each fish species

Species	Year										Total
	1976	1977	1978	1982	1985	1986	1987	1988	1989	1991	
Albacore <i>Thunnus alalunga</i>	13	116	66	43	119	64	43	65	23	99	651
Bigeye tuna <i>Thunnus obesus</i>	981	1092	1171	858	981	1568	1449	1003	869	651	10623
Yellowfin tuna <i>Thunnus albacares</i>	81	202	63	312	258	164	83	164	268	255	1850
Swordfish <i>Xipias gladius</i>	28	24	21	11	21	22	31	46	20	52	276
Striped marlin <i>Tetrapturus audax</i>	270	43	43	27	99	102	145	97	59	107	1034
Blue marlin <i>Makaira mazara</i>	49	163	163	222	161	166	156	139	343	234	1789
Total	1422	1672	1527	1473	1639	2086	1907	1514	1582	1398	16220

キ11.0%, マカジキ6.4%, ビンナガ4.0%およびメカジキ1.7%となっていた。このようにえひめ丸はメバチを主漁獲物として漁場・漁法を選定していると言える。

3.1.4 メバチの体長組成の経年変化

主漁獲物のメバチについて8年間の体長組成の変化をFig. 3に示した。

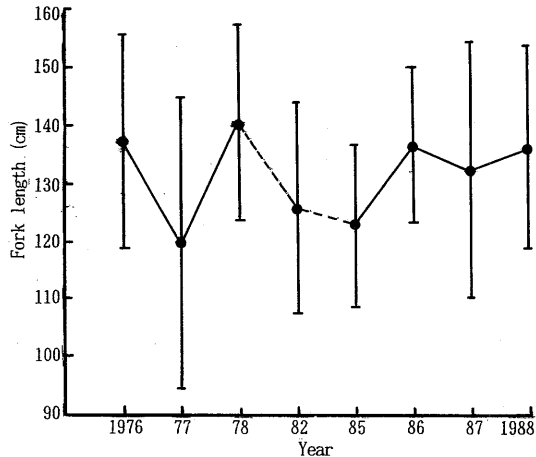


Fig. 3. Yearly changes in the body length of bigeye tuna. Closed circle are means of body length and vertical line are range of standard deviations.

図に示すように、体長の平均値は1977, 1982, 1985年に低く、標準偏差は1977年で特に巾広く体長のばらつきが大きい。1985年は、標準偏差の中も狭く体長が揃っている。逆に1978年は平均値も大きく巾も狭いので、比較的大きな魚体が捕れ、効率の良い操業が行われたと言える。全体的変化は年によって若干の変動が見られるが、主として100~160cmの範囲で、年齢にして3才以上のメバチを漁獲している⁹⁾。これはメバチが100cm級で一部成熟していると言われ¹⁰⁾、80cm以下つま

り2才未満の未成熟魚の漁獲割合が0.87%と低い。このことは、この海域における生態的特性もうかがわれるが、一方ではこの漁法は小型魚を捕獲しない非常に選択性の高い漁業とも言えそうである。また、総てのメバチが成熟するのは140cm以上¹⁰⁾と言うように個体差があるが、漁獲された年齢層を見ると成熟前の個体や、再生産に加わり始めた個体を漁獲していることも考えられ、今後の体長組成の変化傾向を注意深く見ていく必要もある。

3.1.5 操業海域における漁獲分布

次に操業海域における10年分の漁獲尾数、釣鈎数の分布および釣獲率の分布について調べた結果を示す。調査した10年は連続していないが、これは前述したように観測データに欠損があったためである。また、10年分のデータを用いたことは、熱帯域北部太平洋の漁場を年毎の変動に左右されないよう平均的に捉えようと意図したためである。

3.1.5.1 10年分の漁獲尾数の分布

Fig. 4に漁獲尾数の分布を示した。935区画中、操業が行われたのは全体の15%に当たる144区画、さらに花本⁶⁾の階級設定区のうち上位3階級に属する好漁場は59区画であり、これは全体の6%程度の狭い範囲であった。漁獲の多い海域は11~13°N, 172~157°Wであった。

3.1.5.2 10年分の釣鈎の分布

10年分の使用総釣鈎数は1,138,538本、1操業当たりの釣鈎数約2,200本であった。釣鈎数の多い海域は、漁獲の多い海域と同様、11~13°Nで172~157°Wであった。

3.1.5.3 10年分の釣獲率の分布

釣獲率を Fig. 5に示した。釣獲率の高い海域は、11~13°Nで172~157°W, 15~16°Nで161~168°W, 12~14°Nで146~150°W, 6~7°Nで148~154°W および15~16°Nで160~164°Eの5海域であった。

11~13°Nで172~157°Wの海域では、釣鈎数の増加に伴

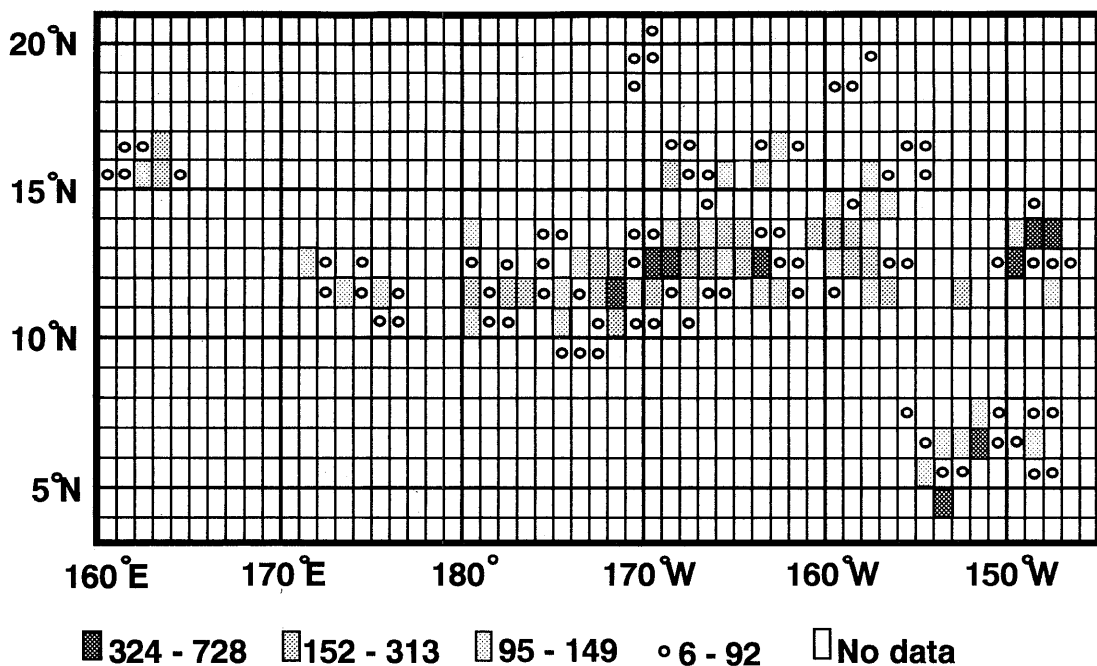


Fig. 4. Geographical distribution of total catch in numbers by Ehime-maru for the period of 1976-1991.

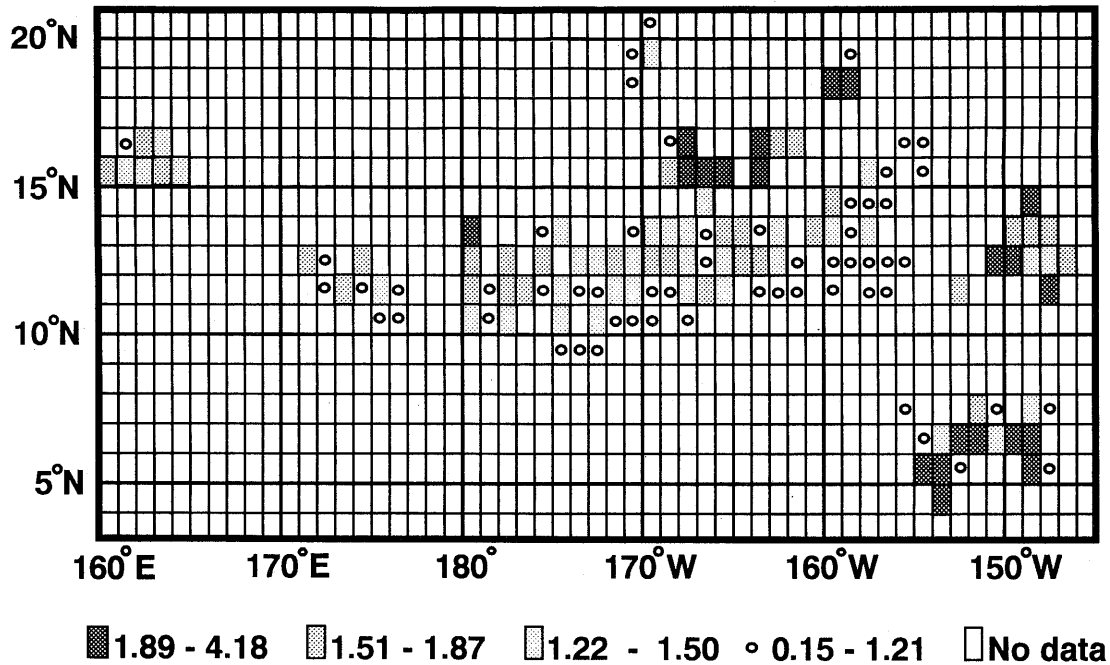


Fig. 5. Geographical distribution of catch rate(catch per 1000 hooks)by Ehime-maru for 1976-1991.

って漁獲も多くなっているため釣獲率も高く好漁場といえる。その他の海域が好漁場といえるかどうかは使用釣鉤数が少ないため判断できない。

漁獲尾数、釣鉤数、釣獲率のいずれをみても11~13°Nの海域を東西に伸びる分布が確認された。花本⁶⁾が行った長期平均釣鉤数分布においても、0~15°Nの熱帯海域をフィリピン東沖からエクアドル沖まで東西にわたる海域において釣鉤数が多いとしている。また、久米¹¹⁾は、この海域はメバチの高い釣獲域であると報告している。これは、この海域が概ね北赤道海流と北赤道反流の潮境を形成している報告¹²⁾があり、好漁場の成因はこれらの事も一因ではないかと考えられる。

3. 2 調和分析による漁獲と月齢との関係について

516回の操業結果をもとに調和分析を行った結果を Fig. 6 (a)~(g)に示す。Fig. 6 (a)の総漁獲と月齢の関係は15日を1周期とした略正弦曲線で表わすことができる。月齢5日前後に漁獲の第1の山があり、12日前後に低調となり、20日前後に第2の山が出現し、27日前後に低調になるという周期を持っている。

次に、マグロ類とカジキ類についてみると、Fig. 6 (b)のマグロ類では総漁獲と同様な傾向を示しているが、第1の山はやや低調である。カジキ類については、Fig. 6 (c)に示すように月齢5日前後に山があり、15日前後に低調となり、その後22日前後に低い山が見られる。これらから、マグロ類は15日で1周期といった周期性が見られ、カジキ類は30日で1回の周期を持っているようにみえる。また、魚種別に見ると、本漁業の主たる漁獲物であるメバチについては、Fig. 6 (d)のように月齢5日前後に漁獲の第1の山があり、12日前後に低調となり、20日前後に第2の山ができ、27日前後に低調となる

という周期を持っており、特に20日前後での漁獲が優勢のようである。キハダについては、Fig. 6 (e)に見られるように30日で1周期と見た方が適正のようである。ビンナガについては、漁獲尾数が少ないため、はっきりした傾向はみられない。

カジキ類の中では、クロカジキは Fig. 6 (f)に示すように15日で1周期といった周期性があるようである。マカジキについては Fig. 6 (g)に示すように30日で1周期を持つと捉えた方がよいようである。メカジキについては漁獲尾数が少ないためはっきりした傾向はつかめなかった。

これらのことから、マグロ類とカジキ類で大別した場合、マグロ類は15日で1周期を持つ潮汐要因に、カジキ類は30日で1周期を持つ照度要因に漁獲が影響するのではないかと考える。

更に、潮流流について検討するために月齢と流速の関係を Fig. 7 に示した。但し、この場合の潮流流とは深層流ではなく、前述した海潮流を指すが、これを基準とすると、計測された流速は、概ね新月および満月の時に流速が速くなっている。

また、月齢による潮流流が影響していると考えられるメバチとクロカジキでは、潮流が弱い時に漁獲が多い傾向を示しており (Fig. 6 (d), (f)), メバチについてはその一致度は高い。しかし、クロカジキについては潮流の強い1日前後に漁獲が多いことが示されているので、前述の件は一概にはいえない。

メバチの漁獲についての潮流流の影響は、葉室ら¹³⁾によって延縄の縄なりに大きく影響しているとされるが、投縄線に対してある交角を持った潮流がある場合、海面上に風波が殆どなくとも縄は浮子線直下に懸垂曲線で垂下せず、潮下方向に歪んで吹かれた複雑な3次曲線を描くことが実証されている。これは、希望する深度に釣鉤を設置できるか、各枝縄

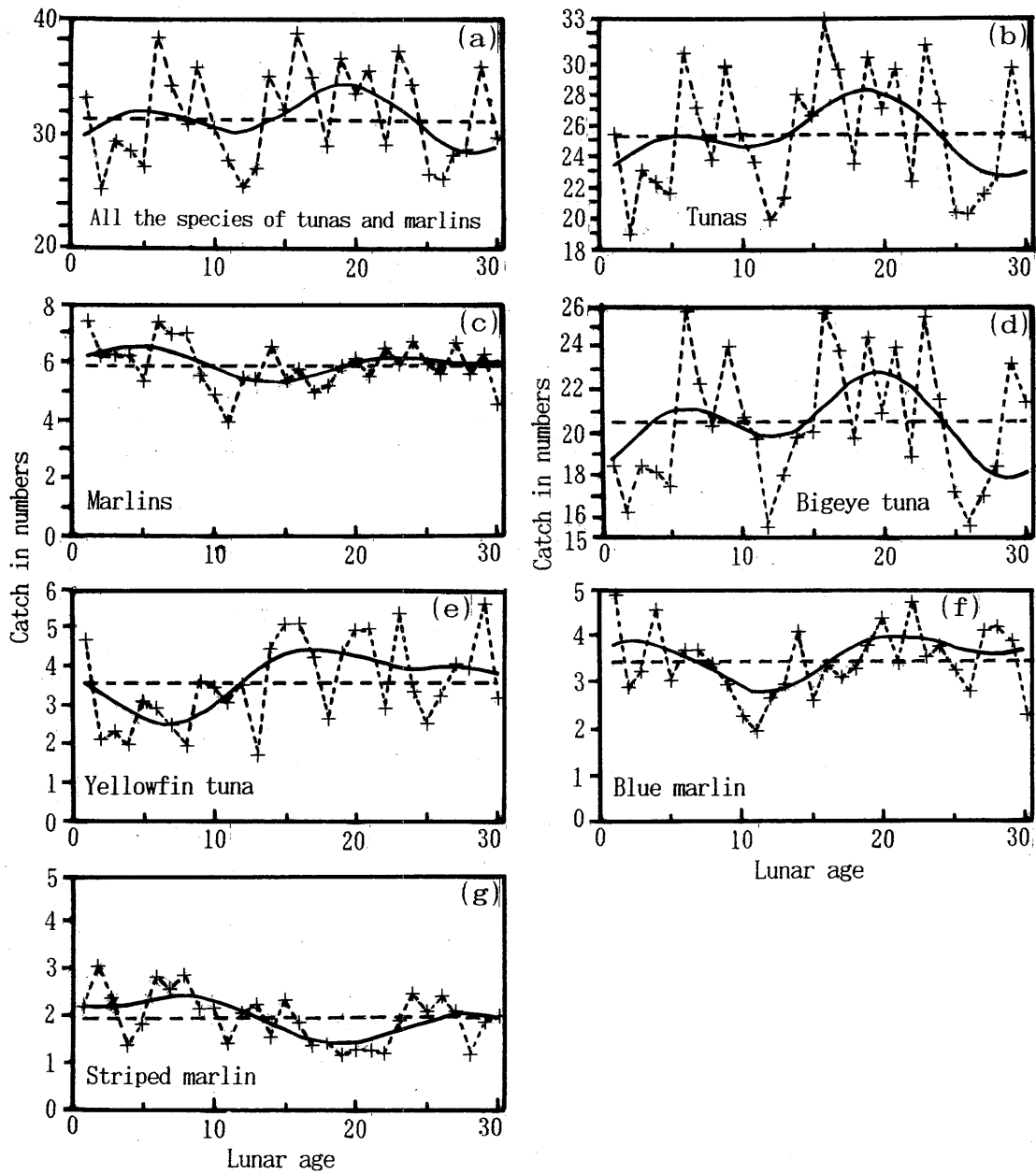


Fig. 6. Relation between catch and lunar age in fishing area for 1976-1991. Solid lines are trends of catch by harmonic analysis, dotted lines are observed changes catch and broken lines are means of catch.

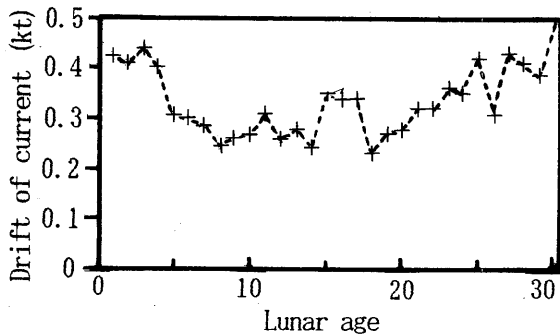


Fig. 7. Interrelation between drift of current and lunar age in fishing area from 1976-1991.

の形状が魚の摂餌に容易であるかに関係する。また、釣鉤の設置深度に関して、ハワイ諸島南西沖における実測深度 D と計算深度 D_c との関係は Saito¹⁴⁾ によると $D = 0.9 \cdot D_c$ …(1) また村井¹⁵⁾ によると $D = 0.97 \cdot D_c + 11$ ……………(2) と定式化されている。これからすると、釣鉤の深度は計算深度より 1~2 割程度小さい値となる。すなわち、潮差の大きい新月時は、通常の設定深度よりもさらに釣鉤の深度が浅くなっていると考えられる。新月時にメバチの漁獲が少ないのは、従来からいわれてきたようにメバチの回遊層は比較的深いところにあるためと考える。また、クロカジキに一部メバチと同じ傾向が見られるということは、クロカジキについても深い回遊層を持つ可能性があるかと推察される。

キハダについて、山中¹⁶⁾は流速が速ければ、漁獲も多いと報告しており、Fig. 6(e)もそのことを示している。

照度要因については、キハダとマカジキは逆の傾向を持っている。キハダは月光があるときには漁獲が多く、マカジキはその逆である。

以上から魚種別ではメバチ・クロカジキの漁獲は遊泳層が深く照度要因に左右されない分マグロ延縄漁具に、またキハダ・マカジキの漁獲は遊泳層が比較的浅く照度要因にそれぞれ影響されるということが言えるようである。また、本漁業の主漁獲物であるメバチを漁獲する場合、新月の潮流の速い時期には、釣鈎の設置深度を通常よりさらに深くする必要があると言える。しかし、このことを裏付けるには、実際に漁獲された枝縄番号に対応する釣鈎の設置水深を詳細に検討する必要があると思われる。

3.3 漁獲と気象・海洋環境要因との関係について

次に重回帰分析を行った結果について示す。これは目的変数を漁獲量(y)とし、説明変数(x)に個々の気象要因・海洋要因をとったものである。

総漁獲量に対して前述の説明変数がすべて揃った177の操業資料から各変数間の相関係数を計算し Table 5 に示した。同表に示すように、危険率1%で総漁獲量と有意であるとみなされたデータは、塩分濃度と100 m層の水温であり、いずれもyと正の相関を持っていた。

$$y = -29.6976 + 4.42806 \cdot (100 \text{ m層水温}) - 3.56243 \cdot (125 \text{ m層水温}) + 1.76675 (150 \text{ m層水温})$$

(R² = 0.123953)

であった。寄与率が低く、回帰は信頼性に乏しかった。さらに各魚種別に分析を行っても寄与率は低かった。しかし、すべての魚種について100 m層の水温は説明変数として選択された。また、気象要因が若干影響するものにビンナガ、キハダ、メカジキがあり、水温の影響しか受けけないものにメバチとクロカジキがある。そこで主漁獲対象のメバチについて水温との関係を詳しく検討した。

3.4 漁獲と水温構造要因との関係について

メバチの分布は、主として適水温の分布に左右されるという通説⁶⁾があった。従来、適水温は表面水温から求められており、その結果として17.5~22℃¹⁷⁾、18~22℃¹⁸⁾、20℃前後¹⁹⁾というようにほぼ20℃前後といわれてきた。近年、水温計測機器の性能向上によって、中層域の水温が比較的簡単に測定されるようになった。これを長期間、広範囲にわたって数多くの資料について解析した花本⁶⁾によると、主漁獲水温層は10~15℃、あるいは10~18℃にあることが判った。但し、この場合、計測した漁獲水深における水温と実際の水温との間には、内部波、水温躍層等の影響により若干のずれがあり、漁獲層の水温に変化が生ずる場合があるが、これらの影響は小さいようである。

そこでメバチの漁獲と相関の高かった100 m層水温について検討してみると、この海域では、この100 m層付近から水温躍層が構成されているパターンが多いようである。特にメバチが1日に40尾以上漁獲された日の水温構造を見ると、水深100 mにおいて水温躍層が顕著に表われている。

次に、メバチの漁獲の多い水温構造から472の資料について相関分析を行って検討すると、危険率1%の有意水準で漁

Table 5. Correlation matrix between all the species of tuna and marlin catches and its independent variables

	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15	X16	X17	X18	X19	X20	X21	X22
	Air temp.	Current direct.	Salinity drift	Water temp. surface	temp. depth50 m	" 75 m	" 100 m	" 125 m	" 150 m	" 175 m	" 200 m	" 250 m	" 270 m	" 300 m	" 400 m	" 500 m	"	Lunar age
X1				.2217				.2856										
X2	-.3953		.2237		.1623	.1773												
X3		-.1728	.2600										.2161	.2432	.2456	.3037	.1977	
X4	-.3860			.2043	-.2161								-.2232	-.2531	-.2588	-.2983		
X5			-.2494		.2691	.1725									.1541	.1564		
X6					-.2636	-.2393		.2346	.2570	.2717	.1778							-.1634
X7					.3907	.3982			-.2666	-.3116	-.2844	-.2322	-.1793	-.1539				.1714
X8							.2149	.5226	.4050	.4982	.4918	.5700	.5947	.6078	.6053	.4784		
X9							.5780		-.3439	-.4157	-.3378	-.2380						.1742
X10							.6075		-.3664	-.4859	-.4181	-.3281	-.2363	-.2195	-.1912			
X11								.2658		-.2105	-.2082	-.1699						
X12									.6874	.5759	.4760	.4383	.3438	.3256	.3035			-.1760
X13										.9003	.8503	.7862	.6748	.6252	.5808	.2352		-.2888
X14											.9591	.8984	.7724	.7179	.6746	.3090		-.2982
X15												.9625	.8444	.7852	.7452	.3638		-.2942
X16													.9277	.8805	.8466	.5009		-.1828
X17														.9841	.9636	.7152		-.1704
X18															.9846	.7857		-.1839
X19																.8256	.1949	-.2071
X20																	.6440	
X21																		
X22																		

remarks: X1 ; All the species of tuna and marlin catches, X2 ; Weather condition, X3 ; Wind direction, X4 ; Wind force
Significant level: 99% r > 0.19895, 95% r > 0.15207 (N=177)

獲と175~250 mに至る3層の水温とは負の相関があり、Table 5に示したものと同様の結果であったが、100 m層水温度については危険率20%の有意水準でしか相関が見られなかった。そこで全漁獲とメバチの漁獲結果から相関の高かった100, 175, 200, 250 mの各層についてそれぞれ温度差との相関を調べた。これによると最も相関の高かったものは100と250 m層との温度差で正の相関関係があった。次いで100と200 m, 100と175 m層とともに正の相関であった。これらは、100~250 m, 100~200 m層については釣鉤の設置深度に対して適水温の範囲が広いほど漁獲が多いということの説明される。また、100~175 m層については水温躍層と関連づけて説明される。温度差が大きいほど漁獲が多いということは躍層が顕著であるほど漁獲が多いということが言える。メバチの遊泳層と水温躍層との関連について、主漁獲層は水温躍層中およびそれ以深⁶⁾、躍層下限から下側⁸⁾、遊泳層は水温躍層にそった部分あるいはその下側⁹⁾との報告もあり、躍層と漁獲層および遊泳層との関連は強いといえる。

3.5 クラスタ分析による好漁場の分類

操業地点毎の水温構造の相違および漁獲量の変動が見られたことから、今後の漁場選択を考えるためにクラスタ分析⁵⁾を適用し、漁獲量と水温構造の相違に関するグループ化を行った。

分析対象の個々のクラスターは、メバチの漁獲が10尾以下と40尾以上の漁場170箇所のうち、水温データが表層から水深500 mの13層まですべて揃っている91地点について、その漁獲尾数と13層の水温データを用いた。

Fig. 8にその結果を示すが、水温構造は大きく3つのクラスターグループ(以下、単にグループと称す)に分類された。このうち第1のグループ(C1)には25が含まれ、その中に40尾以上の漁獲を挙げたものが6地点含まれていた。同様に第2グループ(C2)には49地点が含まれ、40尾以上は20箇所である。第3のグループ(C3)には17地点が含まれ、同様に40尾以上は2箇所である。これらの結果から第2グループとして分類される水温構造は好漁場の条件を高い確率で捉えているといえる。

次にそれぞれのグループについて、緯度・経度を点検する

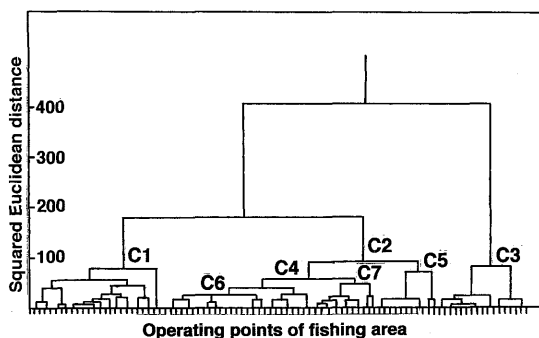


Fig. 8. Dendrogram showing vertical distribution of water temperature at the 91 operating points.

と、第3のグループは15~16°N, 161~163°Eの海域のものが入っていた。第1と第2のグループにはその他の海域が含まれていた。また、第2のグループを分類すると、更に2群に分けられ、これを第4・5グループとすると、第4グループ(C4)は38地点のうち40尾以上の漁獲をあげたものが20箇所、第5グループ(C5)は全11地点とも40尾以上はなかった。第4グループを更に分類すると、第6・7グループに分類され、第6グループは27のうち40尾以上の漁獲をあげたものは16含まれ、第7グループは11のうち4地点が含まれていた。

第4グループの中で40尾以上の漁獲があった海域はすべて11~13°Nで147~150°Wと11~13°Nで167~169°Wの両海域に含まれていた。このことからこれらの海域はメバチを多獲する確率が高い水温構造を有するものと考えられる。

要 約

- 1) 漁獲および釣獲率分布図から、広い海域の中で多獲された区画は部分的に点在し、その区画では集中的に操業が行われていた。
- 2) 潮流は満月時よりも新月時の方が動きが顕著で、メバチの漁獲不漁は潮流による延縄の吹かれが原因で生じる釣鉤の設置深度の上昇と関連していると考えられる。よって一般に遊泳層が深いとされるメバチを漁獲する場合、潮流の速い新月の時期には縄を更に深く設置する必要がある。
- 3) 調和分析によるとメバチとクロカジキが、また、キハダとマカジキの遊泳層がそれぞれ類似性を持っているように判断された。よって従来のマグロ類、カジキ類といったおおまかな分け方でその遊泳層を特定することは適当ではないと考える。
- 4) 重回帰分析では、説明変数相互に相関の高いものが多く、漁獲を予想できる十分な帰式は得られなかった。しかし、この分析から主としてマグロ類の漁獲量を予測する場合、海洋環境における100 m層の水温が重要な要因であることが示された。また、相関分析からはメバチをより多く漁獲する場合、100~250 m層の水温差に着目し、適水温の拡りの程度を見て釣鉤の設置深度を調整する必要性が示された。
- 5) クラスタ分析結果から、メバチが多獲された好漁場は、同一グループに纏められることが多く、よってこれらの水温構造を明らかにすることにより高い確率で好漁場を見当づけることが可能と思われる。今回の解析の対象となった海域における好漁場としては、11~13°N, 147~150°Wと11~13°N, 167~169°Wに形成されることが多く、漁獲分布図(釣鉤分布, 漁獲率分布)からもこのことが示された。
- 6) 以上のことから熱帯域北部太平洋のマグロ延縄漁場においてメバチを漁獲する場合、投縄前の水温構造調査とともに、投縄速度、枝縄数を検討し延縄の設置深度を決定する必要があると考えられる。

謝 辞

本研究にあたり、調和分析による漁獲と月齢との相関についてご懇切なご指導を頂いた、長崎大学水産学部教授、西ノ首英之博士に心から謝意を表わす。また、貴重な資料の収集にご協力を頂いた、えひめ丸船長はじめ乗組員諸兄に対し深く感謝する。

引用文献

- 1) 西ノ首英之：操業を通じて見た南太平洋南西海域におけるマグロ・カジキ類の釣獲率と月齢との関係，長大水研報，**21**，223-230 (1966)
- 2) 中野猿人：潮汐学，古今書院，東京，1940，pp. 3-30.
- 3) 松村靖治：対馬沿岸におけるクロマグロの幼魚の漁獲量変動要因の重回帰分析による解析．日本誌，**55**，1703-1706 (1989)
- 4) 田中豊，垂水共之，脇本和昌：パソコン統計ハンドブックⅡ．多変量解析編，共立出版，東京，1991，pp. 1-70.
- 5) 田中豊，垂水共之，脇本和昌：パソコン統計ハンドブックⅡ．多変量解析編，共立出版，東京，1991，pp.226-257.
- 6) 花本栄二：海洋環境がメバチの分析に与える影響．神奈川県水産試験場論文集第2集，1-61 (1986)
- 7) 吉原友吉：鮪延縄の漁獲分布-Ⅳ．日本誌，**19**，1012-1014 (1954)
- 8) 齊藤昭二：マグロの遊泳層と延縄漁法．成山堂書店，東京，1992，pp.1-193.
- 9) Kawasaki, T : Biological comparison between the Pacific tuna. Part. 1. Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab., (12), (1958)
- 10) 木川昭二：南部マーシャル群島近海におけるメバチの産卵．南海区水産業績集，**1**，1-10 (1953)
- 11) 久米漸：メバチの生態学的研究-Ⅵ．赤道(16°N以南)ならびに南太平洋における分布と魚体に関する既往の知見の集約と若干の考察．遠水研報，**1**，77-98 (1969)
- 12) 花本栄二：東部熱帯太平洋におけるメバチのマグロ延縄による漁獲深度と水温躍層，水産海洋研報，**25**，47-48 (1974)
- 13) 葉室親正，石井謙治：自記式鮪延縄用深さ計による鮪延縄漁具の水中における形状その他についての二・三の考察．漁船研究技報，**11**，39-119 (1958)
- 14) Saito, S.: Studies on fishing of albacore *Thunnus alalunga* (BONNATEREE) by experimental deep-sea tuna long-line. Mem. Fac. Fish., Hokkaido Univ., **21**(2), 107-185 (1973)
- 15) 村井太郎：鳥海丸におけるプロジェクト学習の試み．昭和56年度マグロ漁業研究協議会議事録，遠洋水研，78-83 (1982)
- 16) 山田一：マグロ延縄の漂移からみた表面海流とマグロ漁場．水産海洋研究会報，**19**，122-128 (1971)
- 17) Uda, M. : A consideration on the long year trend of the fisheries fluctuation in relation to sea condition. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish., **23**，368-372 (1957)
- 18) Laevastu T. and H. Rosa : Distribution and relative abundance of tunas in relation to their environment. FAO Fish., Rep., No. 6, 3, 1835-1851 (1963)
- 19) 須田明，久米漸，塩浜利夫：インド，太平洋のメバチのはえなわ漁場形成と生活領域に関する一解釈．遠水研報，**1**，99-114 (1969)