

パヤオ漁業効率化試験

太田 格・鹿熊信一郎

1. 目的

パヤオ漁業は本県の海面漁業生産量の17%を占める重要な漁業である¹⁾。その中でもマグロ類(主にキハダ、メバチ)は生産量、生産額ともに最も多く、パヤオ漁業の最重要種である。しかしパヤオ周辺でのマグロ類の回遊行動生態についての知見は少なく、パヤオの配置や操業は漁業者の経験にのみ委ねられている。本試験は、パヤオ周辺でのキハダ・メバチの滞留状況や移動などの回遊行動生態を明らかにし、その生物特性に基づいたパヤオ漁場の造成や漁況予測技術を開発することで、漁業の効率化を図ることを目的としている。

2. 材料および方法

1) 調査日程・海域および漁法

マグロ漁獲方法

調査および操業は、主に水産試験場調査船「図南丸」(176トン)で行った。航海日数・海域などを表1に示す。調査は主に沖縄島南部海域、特にニライ1号(N1号:知念沖)およびニライ8号(N8号:糸満沖)周辺で行った。1回の調査期間中、操業は複数のパヤオで行い、漁獲状況に応じて適宜別のパヤオへ移動した。漁法には主に一本釣(流し釣り、たて縄など)と曳縄を用いた。

サバヒーを用いた釣獲試験

平成12年1月12日に、N1号およびN8号で、活き餌としてのサバヒーの有効性を検討するために釣獲試験を行った。4人の釣獲者それぞれが、ムロアジ(冷凍餌)とサバヒー(活き餌)を交互に用いて操業し、当たりの有無・漁獲尾数を記録した。ムロアジ(約180mm SL)は2~3等分に切って用いた。サバヒーは1尾丸ごと使用し、平均体長153.2±17.8mm SLであった。

2) ダート型タグを用いた標識放流調査

放流方法

マグロ類のパヤオ周辺での移動や滞留状況を明らかにするため、ダート型タグ(hallprint社製、黄色、長さ125mm)を用いた標識放流調査を行った。釣獲した魚は、濡らしたスポンジマット(主に大型魚対象)に安置するか、黒色のビニルを張り、海水を溜めた発砲スチロールの箱に収容し、木製ノギスまたは定規で尾叉長(0.1cmまで)を測定した。放流魚の一部は船上用デジタル天秤を用いて体重(0.1kgまで)を量った。ダート型タグはアプリケーション(ステンレス製、長さ140mm、外径3.5mm)を用いて、第一背鰭基底(背鰭担鰭骨にタグの返し)が掛か

表1. 調査実施海域、日程及び内容

	期 間	航海日数	調査船	調査パヤオ	調査内容
1次	1999年5月11日~13日	3	図南丸	沖縄島南部海域パヤオ	標識放流、発信機挿入テスト
2次	1999年6月21日~22日	2	図南丸	糸満2番	漁法習得*1・標識放流
3次	1999年6月28日~30日	3	図南丸	沖縄島南部海域パヤオ	標識放流
4次	1999年7月13日~15日	3	図南丸	沖縄島南部海域パヤオ	標識放流
5次	1999年8月10日~11日	2	第8新漁丸*2	港川8番	標識放流
6次	1999年8月16日~18日	3	図南丸	N1号・N8号	標識放流
7次	1999年9月29日~10月1日	3	図南丸	N1号・N8号	標識放流
8次	1999年10月13日~15日	3	図南丸	N1号・N8号	標識放流・受信テスト
9次	1999年11月24日~25日	2	図南丸	N1号・N8号	標識放流・受信データ回収
10次	2000年1月11日~13日	3	図南丸	N1号・N8号	標識放流・サバヒー試験
11次	2000年3月4日・5日	2	ゆいさん丸*3	N5号・N1号	標識放流・アーカイバルタグ放流
12次	2000年3月30日	1	宏宝丸*4	N8号・糸満パヤオ	標識放流

*1 糸満漁協 上原正勝氏の協力 *3 沖縄市漁協 筋和義氏の協力(水産庁遠洋水産研究所予備調査)
*2 港川漁協 新垣哲二氏の協力 *4 糸満漁協 玉城宏氏の協力

るように) に片側 1 本または左右 1 本ずつ (2 本) 装着した。

再捕情報の収集

標識放流調査概要についての資料とポスターを、離島を含む県内 34 箇所の漁業協同組合、県漁連、大型釣具店に配布し、再捕報告の協力を依頼した。また調査の周知と協力を促すため、事前に、調査日程・海域を関係漁協に連絡した。

3) 音波発信機を用いたマグロの長期観測調査 調査概要

マグロ類のパヤオでの滞留期間やパヤオ間の移動を明らかにするため、コード化超音波発信機 (VEMCO 社製 V16-4H-R256) と自動記録型受信機 (VEMCO 社製 VR1) を用いた長期観測調査を行った。今回使用したコード化超音波発信機は、長さ 65 mm, 直径 16 mm, 周波数 69.0 kHz, 個体識別ができる、約 60 秒に 1 回発信する、比較的電池寿命が長い (21 ヶ月間) などの特徴を有する。この観測システムにより、発信機を埋め込んだマグロを放流し、その信号を、パヤオに取り付けられた受信機で記録することによって、個体ごとの滞留期間や移動が長期にわ

たって把握できる。受信機は N1 号と N8 号の 2 箇所 (図 1)、それぞれ測器係留用チェーンの水深約 5 m の位置に、受信部を海底方向に向けて設置した。

受信範囲の確認

今回使用した受信機および発信機の組み合わせで、メーカーの保証する受信範囲および音波到達範囲 (以下受信範囲とする) は、受信機を中心とする約半径 500 m 内である。しかし受信範囲は、海況や海底地形などの影響を受けると考えられるため、調査海域での実際の受信範囲を確認した。

試験は 1999 年 10 月 13 日の夜間に N1 号で行った。当時 2.6 ノットの東風が吹き、海は穏やか (波浪階級 1) であった。始めに、調査船を受信機 (パヤオ) から 0.05 海里までに近づけ、船に備えたワイヤーに 5 個の発信機をそれぞれ水深 10, 50, 100, 200, 300 m に位置するように吊した。その後潮流に従い徐々に船を流しパヤオから離れていった。このとき 0.025 海里離れる毎に時刻を記録し、0.6 海里に達するまで続けた。この工程を 1 回のテストとして、3 回繰り返した。この受信機までの距離と時刻の記録を、後日回収した受信記録と照らし合わせて受信範囲を確認した。

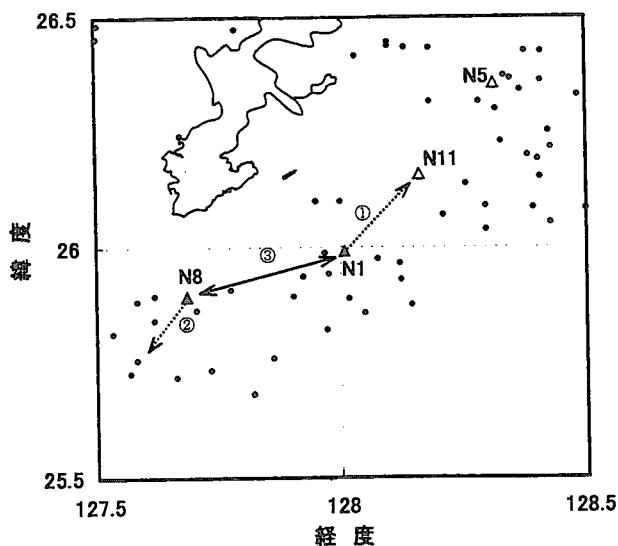


図 1. 沖縄島南部調査海域

- △ニライ号 (黒塗りは受信機設置) ●漁協パヤオ
- ①ダート型タグ (点線) をつけたキハダ 2 尾の移動
- ②ダート型タグ (点線) をつけたメバチの移動
- ③音波発信機 (実線) を入れたキハダ 2 尾の移動

マグロへの発信機の挿入方法

釣獲したマグロはダート型タグ放流とほぼ同じ手順で計測した。その後、Klimley and Halloway²⁾ に従い、発信機の挿入手術を行った。マグロの腹部側面 (肛門から 2-4 cm 前方) に、メスで 2 cm ほどの切り込みを入れ、発信機を腹腔内に挿入した。この時臓器を傷つけぬように注意を払い、腹腔内臓は指で押し破るようにした。また、発信機は潤滑のため蜂蜜に浸して置いた。切り口は外科用瞬間接着剤 (3M 社製 vetbond) を用いて閉じた。スポンジマット上の大型個体には、布で目隠しをして、ホースを口に挿入し海水を流して置いた。

3. 結果

1) サバヒーを用いた釣獲試験

結果を表 2 に示す。釣獲者 A をみると、ムロアジ

表2. 活サバヒーVS (冷凍ムロアジ) の釣果比較試験結果

釣獲者	使用回数	漁獲数			餌取られ	合計
		キハダ	メバチ	ツムブリ		
A	11 (11)	0 (3)	0 (1)	1 (1)	0 (0)	1 (5)
B	12 (12)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (2)	0 (0)
C	5 (5)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
D	4 (4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

を餌とした時の漁獲が多かった。釣獲者B, C, Dは漁獲できなかったが、釣獲者Bをみると、餌の種類ごとの当たり(餌をとられた場合)の数には、大きな差はみられなかった。

2) ダート型タグ標識放流

平成11年度の調査では、キハダ300尾、メバチ26尾、カツオ34尾などを放流した(表3)。また年度内に報告された再捕はキハダ6尾、メバチ2尾であった(表4)。そのうちキハダ4尾、メバチ1尾は7-32日後に再び放流したパヤオで漁獲された。N1号で放流したキハダ2尾は、約1週間後に13海里離れたN11号で再捕された(図1)。またN8号で

表3. 魚種・海域別標識放流尾数

	キハダ	メバチ	ビンナガ	カツオ	シラ
久米島	21	0	0	10	0
糸満	93	18	0	24	1
港川	7	8	0	0	1
知念	103	0	1	0	0
金武	76	0	0	0	0
計	300	26	1	34	2

表4. 平成11年度 標識魚再捕結果

魚種	tag.no	放流場所	再捕場所	移動距離		放流期間 放流尾叉長 再捕尾叉長				
				(海里)	(海里)	放流日	再捕日	(日)	(cm)	(cm)
キハダ	沖 A0020	ニライ1号	ニライ11号	13.0		1999/8/17	1999/8/23	7	52.7	不明
キハダ	沖 A0025	ニライ1号	ニライ11号	13.0		1999/8/18	1999/8/23	6	53.3	不明
キハダ	沖 A0032	ニライ1号	ニライ1号	0.0		1999/9/30	1999/10/6	7	61.0	60.0
キハダ	沖 A0031	ニライ1号	ニライ1号	0.0		1999/9/30	1999/10/16	17	95.0	不明
キハダ	沖 A0061	ニライ8号	ニライ8号	0.0		1999/10/15	1999/10/21	7	66.0	不明
キハダ	沖 A0041	ニライ8号	ニライ8号	0.0		1999/10/13	1999/11/13	32	47.0	46.5
メバチ	沖 A0058	ニライ8号	糸満16番	9.5		1999/10/15	1999/10/22	8	61.0	56.0
メバチ	沖 A0081	ニライ8号	ニライ8号	0.0		2000/1/13	2000/1/22	10	54.3	59.0

放流したメバチ1尾は、8日後に9.5海里離れた糸満漁協16番パヤオで再捕された(図1)。

3) 音波発信機を用いたマグロの長期観測調査

受信機の受信範囲

受信できた範囲は、発信機の水深によって若干異なった(図2)。受信範囲はパヤオからの水平距離で、水深10mでは半径約800m、水深300mでは半径約550mであった。受信機から発信機までの直線距離で示すと、受信範囲は603-787m、平均680mであった。

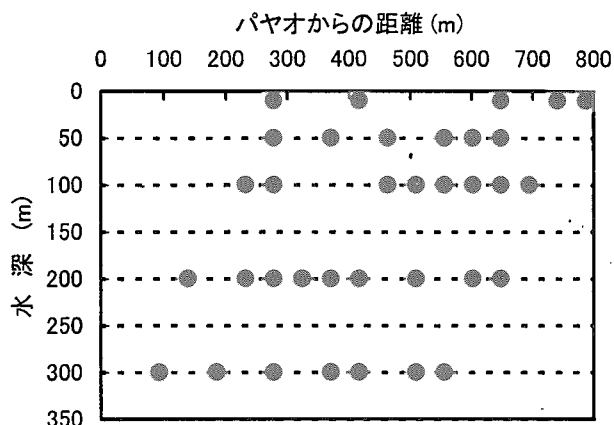


図2. 受信範囲確認試験
黒丸は受信があった地点を示す

パヤオでの滞留期間と移動

平成11年6月21日から10月15日までに、発信機を挿入したキハダ9尾(YF: 47.5-99.0 cm FL)、メバチ3尾(BE: 56.0-64.0 cm FL)を放流した。このうちYF#1を除く、N1号またはN8号で放流し

た11尾からの信号を受信した(表5)。YF#1は受信機の設置されていない糸満漁協2番パヤオ(N8号から南南西13.5海里に位置)で、N8号への移動を見込んで放流したが、その後受信されなかった。

受信できた11尾の受信期間を図3および表5に示す。そのうちキハダ2尾(YF#3, #12)がN1号とN8号の間18.5海里を移動した(図1)。

N1号ではキハダ3尾(YF#3-#5)を放流した(表5, 図3)。YF#3は放流後12時間、N1号に滞在し、その後受信が途絶えた。しかし17日後にN8号へ移動し再び受信され、5日間滞在した。YF#4は放流か

ら16日間滞在したが、漁業者によって再捕された。YF#5は放流後16日間滞在した。

N8号ではキハダ5尾(YF#2, #6, #8, #11, #12)とメバチ3尾(BE#7, #9, #10)を放流した(表5, 図3)。YF#2は放流後、N8号に24日間滞在した。これは今年度の観測中最長期間であった。BE#7とYF#8の滞留期間は、それぞれ16日間と10日間であった。YF#11は7日間の滞在後に再捕された。このときYF#11の腹部の傷口はほぼ完全にふさがっていた。YF#12は放流後15日間N8号に滞留した。その10日後、N1号へ移動し、2日間滞留した。YF#6,

表5. コード化音波発信機の放流および受信データ YF: キハダ BE: メバチ

no.	放流データ				ニライ1号				ニライ8号			
					滞在期間		受信間隔		滞在期間		受信間隔	
	FL(cm)	BW(kg)	date	場所	時間	(日数)	median (s)	max.(h)	時間	(日数)	median (s)	max.(h)
YF#2	59.8	3.7	13 Oct.	N8	-	-	-	-	553	24	67	3.5
YF#3	47.5	2.8	18 Aug.	N1	12	1	62	2.0	92	5	65	0.6
YF#4	95.0	14.0	30 Sep.	N1	357	16	63	8.9	-	-	-	-
YF#5	51.5	2.4	30 Sep.	N1	323	15	62	2.0	-	-	-	-
YF#6	99.0	16.0	14 Oct.	N8	-	-	-	-	6	1	120	0.5
BE#7	56.0	5.3	14 Oct.	N8	-	-	-	-	350	16	68	4.9
YF#8	61.0	4.8	15 Oct.	N8	-	-	-	-	218	10	68	1.7
BE#9	64.0	5.1	15 Oct.	N8	-	-	-	-	3	1	140	0.2
BE#10	64.0	5.2	15 Oct.	N8	-	-	-	-	8	1	70	0.5
YF#11	66.0	5.4	15 Oct.	N8	-	-	-	-	142	7	71	7.2
YF#12	84.0	11.0	15 Oct.	N8	15	2	69	2.6	329	15	69	2.6

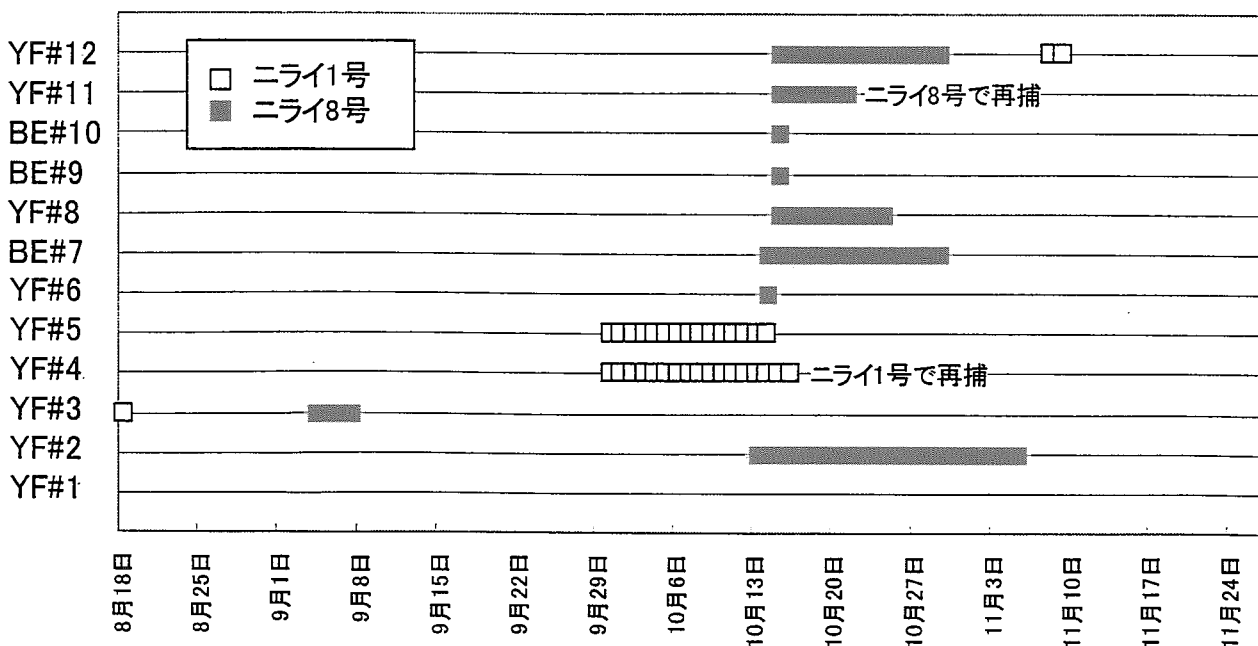


図3. パヤオでの滞在期間

受信頻度

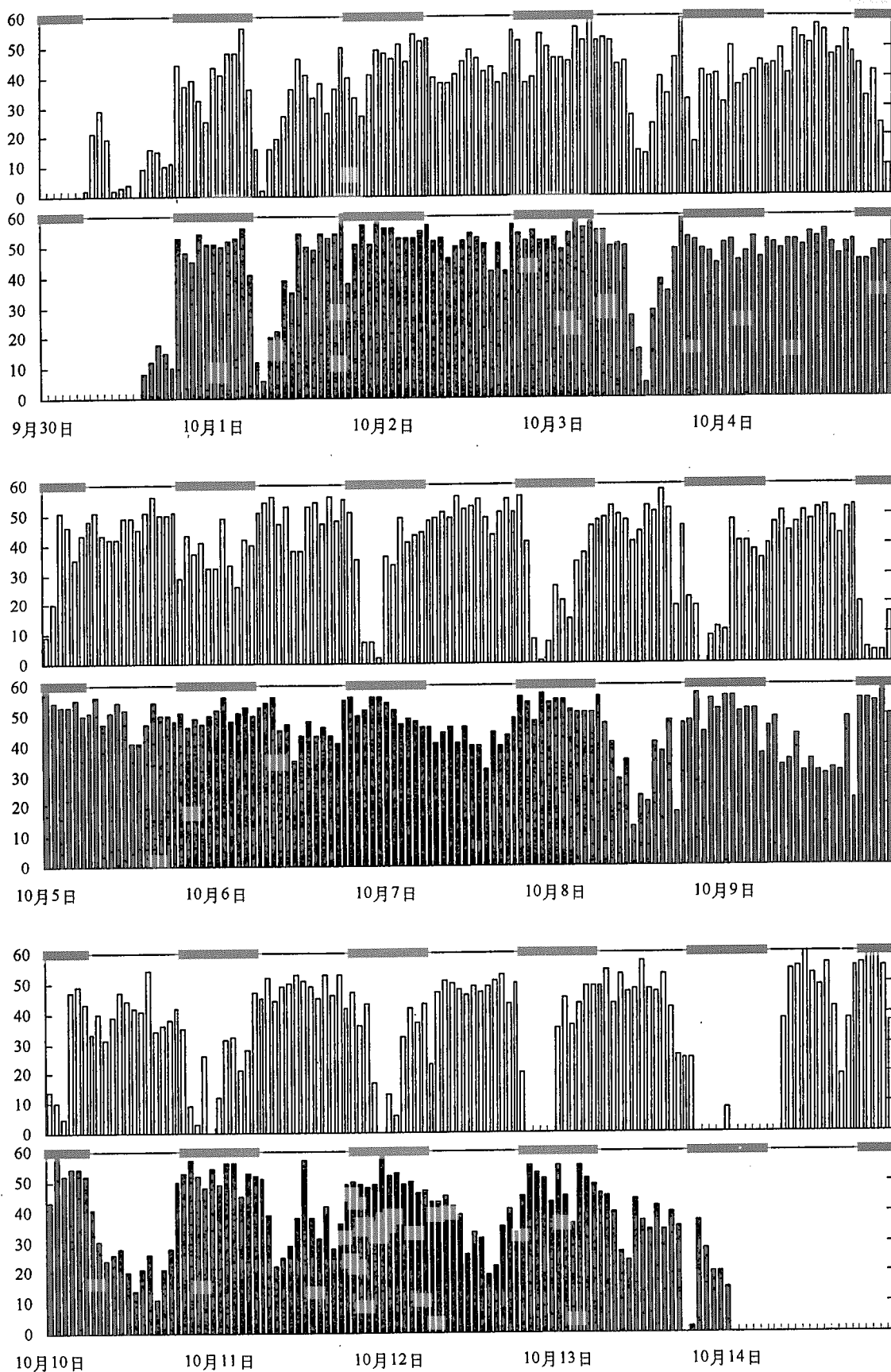


図4. キハダ2尾の受信頻度の変動

1999年9月30日-10月14日までのニライ1号での受信データ

上段: YF#4 下段: YF#5 横黒棒は夜間を示す

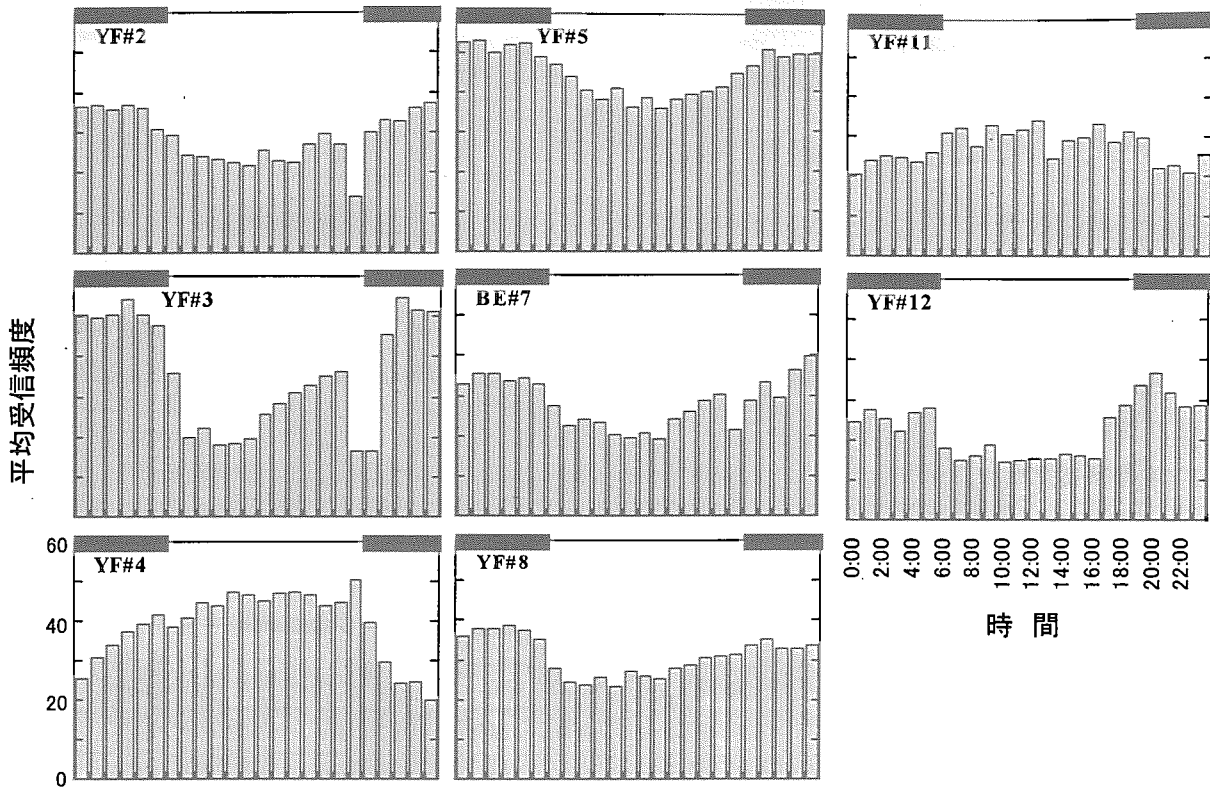


図5. 1時間ごとの平均受信頻度
横黒棒は夜間を示す

表6. 1標本のt検定による受信頻度の昼夜比較

ind.#	mean ± SD / h		N	t	df	P value
	day	night				
YF#2	24.51 5.62	34.70 7.77	22	-5.012	21	0.0001 ***
YF#3	26.15 6.56	47.45 4.26	3	-4.869	2	0.0397 *
YF#4	45.14 6.42	30.63 9.29	14	3.989	13	0.0015 **
YF#5	39.29 8.13	50.38 4.48	13	-4.410	12	0.0009 ***
BE#7	23.47 7.16	33.87 5.75	14	-4.695	13	0.0004 ***
YF#8	26.72 3.08	35.53 3.59	8	-5.594	7	0.0008 ***
YF#11	30.16 4.34	23.95 6.20	5	2.902	4	0.0440 *
YF#12	16.66 7.26	28.46 6.44	13	-5.301	12	0.0002 ***

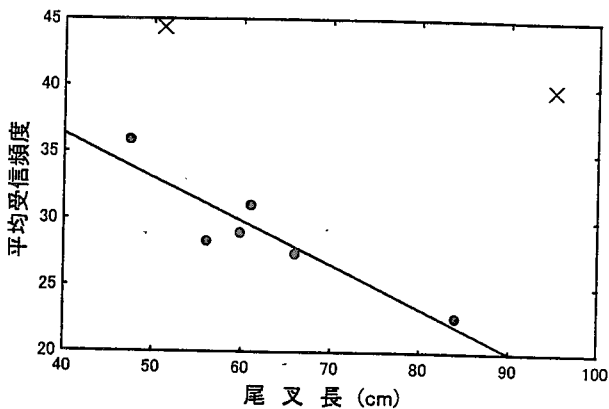


図7. 魚体サイズと1日平均受信頻度の関係

× : ニライ1号

● : ニライ8号

* 回帰直線は8号におけるデータに対する

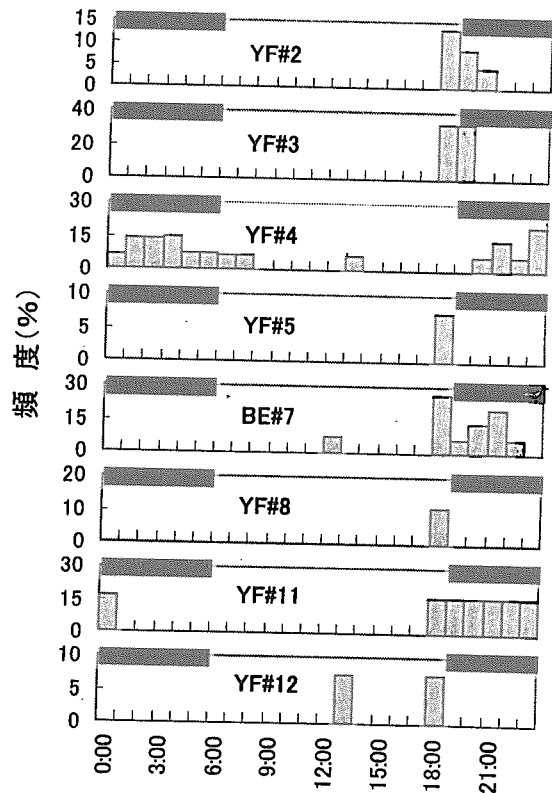


図6. 受信がなかった時間帯の頻度
横黒棒は夜間を示す

BE#9, BE#10 はいずれも放流後 3 - 8 時間で受信が途絶えた。

受信頻度の日周変動

5 日間以上滞在した 8 尾 (キハダ 7 尾, メバチ 1 尾) の受信記録について詳しく解析した。これら 8 尾は, 滞在期間中 9 時間以上パヤオから離れることはなく, ほぼ連続的に放流したパヤオに滞在していた。しかし, 1 時間当たりの受信頻度には 2 つの日周期的な変動パターンが認められた。それぞれのパターン例を図 4 に示す。YF#4 の受信頻度は, 昼間に高く夜間に減少する傾向が認められた。さらに滞在期間後半の夜間には, 数時間 (最大 8.5 時間, 表 5) の間, 受信されなくなることがあった。反対に YF#5 では, 夜間に受信頻度が高く, 昼間低い傾向が認められた。5 日間以上滞在した 8 尾のうちキハダ 2 尾 (YF#4, YF#11) は前者のパターンを示し, 夜間より昼間の受信頻度が高かった (図 5, 表 6)。反対に残り 6 尾 (キハダ 5 尾: YF#2, #3, #5, #21, #25, メバチ 1 尾: BE#20) は後者のパターンを示し, 昼間より夜間の受信頻度が高かった (図 5, 表 6)。さらに, 前者のパターンを示した 2 尾では, 夜間に 5 時間以上受信がなくなることがあったのに対し, 後者のパターンを示した 6 尾では日没前後 (特に 18:00 - 19:00) にたびたび受信されなくなった (図 6)。

魚体サイズと受信頻度の関係

魚体サイズと平均受信頻度の関係を図 7 に示す。N1 号と N8 号では, 各個体の滞在期間中の平均受信頻度に有意差があった (N8 号: 22.6 - 35.9 回/h, N1 号: 38.4 - 44.9 回/h, 2 標本の t 検定: $p < 0.05$) ので, 魚体サイズと平均受信頻度の相関解析は分けて行った。

N8 号に滞在した 6 尾において, 平均受信頻度と尾叉長の間には負の相関が認められた ($r = 0.914$; $p < 0.05$)。N1 号に滞在した 2 尾についても, YF#5 の平均受信頻度が YF#4 よりも高く (2 標本の t 検定: $p < 0.001$), 体サイズと受信頻度の間には負の関係が認められた。

4) 海流とマグロの行動との関係

別事業で設置したドップラー流速計 (AANDERAA 社製 RCM9) で収集した, 1999 年 8 月 15 日から 11 月 15 日までの N1 号および N8 号の流向と流速を図 8 に示す。2 つのニライの流向と流速は概ね似たような変動を示したが, 各標識魚の滞在期間ごとでは大きく異なった。N8 号の平均流速 \pm 標準偏差は, YF#3 が滞在した 9 月 3 日 - 9 月 7 日で 11.2 ± 7.7 cm/s, また 5 尾 (YF#2, #8, #11, #12, BE#7) が滞在した 10 月 13 日 - 11 月 5 日で 44.2 ± 19.0 cm/s であった。N1 号では, YF#4 と #5 が滞在した 9 月 30 日 - 10 月 15 日で 17.7 ± 12.5 cm/s であった。それぞれの期間の流速には有意な差が認められた (MANOVA: $p < 0.001$)。

本年度調査において, キハダ 2 尾が N1 号と N8 号の間を移動したことを確認できた。YF#3 が N1 号から N8 号に移動したときの N1 号での平均流向は NE/E, また YF#12 が N8 号から N1 号に移動したときの N8 号の平均流向は W/S であり, どちらも潮流に反して移動した。

4. 考察

1) サバヒーの有効性

本試験は, パヤオ漁業の餌として生きたサバヒーが一般に使われている冷凍ムロアジよりも, 釣獲率が良いかどうかを確かめるために行った。すでに南太平洋海域では延縄や一本釣り漁業の生き餌としてサバヒーが導入されており, その釣獲率は死んだ餌よりも 3 から 5 倍高いと報告されている³⁾。試験中では不漁であったので明確な結果は得られなかったが, 釣獲者 A では, サバヒーよりもむしろムロアジを餌とした時の漁獲が多かった。また与論島東の大型浮漁礁で実施された同様の試験においても, サバヒー使用の漁獲がムロアジ使用を若干上回ったが, 明確な差はなかった (鹿児島水試 奥原: 私信) ことなどから, パヤオ漁業に使用する餌として, サバヒーのほうが必ずしも良いとは言いきれない。

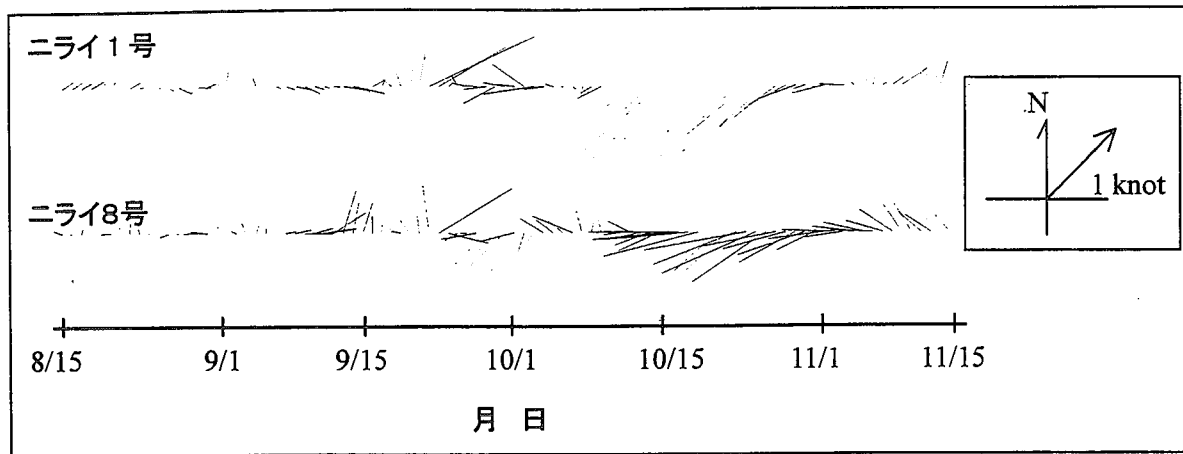


図8. ニライ1号および8号における潮流の向きと速さ

2) 音波発信機を用いたマグロの長期観測調査 発信機の挿入によるマグロへの影響

本研究では12尾放流したうち8尾において、放流直後から、5日以上（最長24日間）にわたって受信信号を記録できた。そのうち2尾は再捕され、放流から7日後に再捕された個体では、手術の傷口はほぼ完全にふさがっており、内臓にも異常は認められなかった。また摂餌も行えることから推察すると、発信機挿入手術の魚体への影響は小さいと考えられる。腹腔内に発信機やデータロガーを挿入する調査は過去にも広く行われている。ハワイではコード化音波発信機を入れたキハダを9ヶ月にわたって観測している²⁾。またアーカイバルタグを入れたクロマグロが、約20ヶ月間後に再捕された例が報告されており、太平洋を横断したことが分かっている³⁾。このことから腹腔内の調査機器挿入がマグロの行動や健康に与える影響は少なく、長期の観測にも耐えうると考えられる。

パヤオでの滞在、移動

過去に、本研究と同じ手法を用いたキハダの調査がハワイで行われた。ハワイでは、標識魚の多くが1日に数回、短い間、受信機のあるパヤオに訪れ、それが個体によっては9ヶ月間も断続的に続いたと報告されている²⁾。これに反して、本研究では発信機をつけた12尾のうち8尾が5日以上（最長で24日間）にわたって、ほとんどパヤオから離れることなく連続的に滞在したことが確かめられている。これらの違いは、パヤオに蟄集する行動が何らかの環

境要因に影響を受けていることを示唆するだろう。

しかし本研究ではパヤオでの滞在期間やパヤオを離れる時期は個体ごとに異なっており、環境要因のみならず内的要因にも影響されていると考えられる。

過去の研究ではキハダは頻りに隣接するパヤオに移動すると報告されている^{2), 5-8)}。Hollandらは、音波発信機を用いた追跡調査の結果から、キハダ・メバチはパヤオの位置を学習し、少なくとも10海里離れたパヤオへ移動できると報告している⁹⁾。本研究でも発信機をつけたキハダ2尾がN1号とN8号の間を移動した。またダート型タグつけた2尾のキハダが放流後1週間ほどで13海里離れた別のパヤオに移動をした。1ヶ月ほど滞在する個体がいる反面、隣接したパヤオの間を頻りに移動しているものもいると考えられる。短期間の滞在の後、移動してしまった個体は、受信機の設置されていないパヤオ間を回遊しているのかもしれない。

マグロ類の日周期的な行動の変化

5日以上滞在した8尾の観測記録において、1時間あたりの受信頻度に、2つの日周期的な変動パターンが認められた。そのひとつは昼間の受信頻度が高く、夜間に受信がなくなることがあるというパターンで、キハダ2尾で認められた。もう一つは、反対に昼間よりも夜間に受信頻度が高く、日没前後にたびたび受信されなくなるというパターンで、6尾（キハダ5尾、メバチ1尾）で認められた。

使用した発信機は約60秒間に1回の信号を発信するので、1時間の最大受信頻度は60回である。

このことから1時間あたりの受信頻度の高低は、遊泳範囲や位置など遊泳行動の変化を反映しているだろうと考えられる。それゆえに前者は、昼間はほぼ受信範囲内で過ごし、夜間は範囲を広げて、さらにはパヤオから離れて遊泳したと考えられる。これに反して後者は、夜間はほとんど受信範囲内を遊泳し、昼間は少しパヤオから離れて、もしくはより広い範囲を遊泳し、日没前後には受信範囲以上離れたと解釈できる。

音波発信機追跡により、キハダやメバチが日周期的な垂直移動を行い、多くの場合、昼間は深層を、夜間には主に浅層を遊泳することが報告されている⁵⁻¹²⁾。キハダの最大遊泳水深は、遊泳層の水温の絶対値よりもむしろ相対的な水温の変化によって制限されると報告されており、主に表層水温より8℃低い層内を遊泳する傾向が認められている⁸⁾。キハダ幼魚の多くがパヤオから水平方向半径500m以内に多く分布していること^{13,14)}、本研究における1999年7月から11月までの調査海域の水温は、表層で29.3-25.9℃、水深300m層で17.0-15.8℃であったこと(図9)から推察すると、キハダは受信範囲(水深300mで半径550mまで)を垂直方向に超える可能性は低く、本研究でみられたキハダの遊泳行動の日周期的な変動は、垂直方向よりも、むしろ水平方向の変動を強く反映していると考えられる。しかし、メバチはキハダよりも遊泳層が深く、主に水温が14-17℃層を遊泳し⁵⁾、頻繁に水深300m以深を遊泳する例¹²⁾が報告されているので、この限りではない。

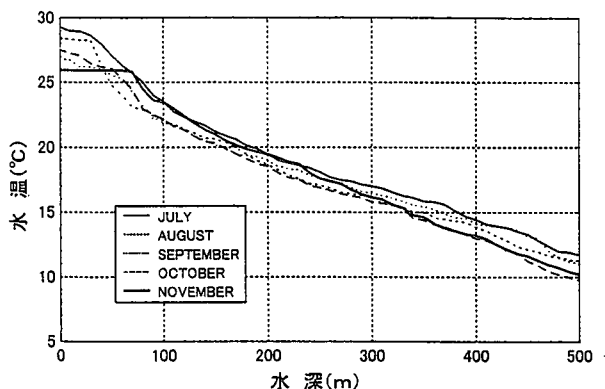


図9. 沖縄島南部海洋観測点(P8)での月別水温鉛直分布

マグロの行動と海流との関連

N1号とN8号それぞれにおいては、魚体サイズと平均受信頻度の間には負の相関または関係が認められた。前述したように、受信頻度はマグロの遊泳範囲や位置を反映していると考えられるので、魚体が大きくなるほど、パヤオから離れて遊泳していると考えられる。N1号とN8号での受信頻度の大きな差異は、遊泳行動はマグロの生物特性だけでなく、環境にも影響を受けると推察できる。マグロ類が、パヤオの潮上に来ることは経験的に広く知られている^{9), 15)}。本研究でも、魚群探知機に大きな反応が現れるのはほとんどの場合が潮上であった。このことは、マグロ類が、少なくともパヤオ周辺では、潮流の方向を感知できることを意味するだろう。本研究において、キハダ2尾がN1号とN8号の間を移動し、それぞれ潮の向きに逆らっているようであった。潮流の向きやその変化は、マグロ類の移動に、または移動のきっかけに関係しているのかもしれない。

5. 今後の課題

今後も継続して発信機およびダート型タグを用いた標識放流を実施し、パヤオ周辺でのマグロ類の滞留や移動の定量的なデータを収集する。さらに遊泳行動と潮流など環境要因との解析を進め、パヤオでの滞留や移動の要因解明に努める。

文献

- 1) 沖縄開発庁沖縄総合事務局農林水産部(1999): 第27次沖縄農林水産統計年報. 199-225.
- 2) Klimeley, A. P. and Holloway, C. F. (1999): School fidelity and homing synchronicity of yellowfin tuna, *Thunnus albacares*. Mar. Biol. 133, 307-317.
- 3) FitzGerald, W. J. (1996): Preliminary report on the use of live milkfish (*Chanos chanos*) for the tuna longline bait. SPC/Fisheries 26/Information Paper 14. 1-23.
- 4) 水産庁(1999): 平成10年度日本周辺高度回遊魚類資源対策調査委託事業報告書. pp. 286.
- 5) Holland, K. N., Brill, R. W., and Chang,

- R. K. C. (1990) : Horizontal and vertical movements of yellowfin and bigeye tuna associated with fish aggregating devices. Fish. Bull. 88 (3), 493-507.
- 6) Cayre, P. (1991) : Behaviour of yellowfin (*Thunnus albacares*) and skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) around FADs as determined by sonic tagging. Proceeding of symposium on artificial reefs and fish aggregating devices as tools for the management and enhancement of marine fishery resources. 41-60.
- 7) Bach, P., Dagorn, L., Josse, E., Bard, F.-X, Abbes, R., Bertrand, A., and Misselis, C. (1998) : Experimental research and fish aggregating devices (FADs) in French Polynesia. SPC FAD Information Bull. 3, 3-18.
- 8) Brill, R. W., Block, B. A., Boggs, C. H., Bigelow, K. A., Freund, E. V., and Marcinek, D. J. (1999) : Horizontal movements and depth distribution of large adult yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) near the Hawaiian Islands, recorded using ultrasonic telemetry : implications for the physiological ecology of pelagic fishes. Mar. Biol. 133, 395-408.
- 9) 米森保 (1984) : 超音波標識法によるマグロ類の遊泳行動 - 特に遊泳水深の研究. 遠洋水産研究所ニュース. 44, 1-5.
- 10) Block, B. A., Keen, J. E., Castillo, B., Dewar, H., Freund, E. V., Marcinek, D. J., Brill, R. W., and Farwell, C. (1999) : Environmental preferences of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) at the northern extent of its range. Mar. Biol. 130, 119-132.
- 11) Josse, E., Bach, P., and Dargon, L. (1998) : Simultaneous observations of tuna movements and their prey by sonic tracking and acoustic surveys. Hydrobiologia 371/372, 61-69.
- 12) Dagorn, L., Bach, P., and Josse, E. (2000) : Movement patterns of large bigeye tuna (*Thunnus obesus*) in the open ocean, determined using ultrasonic telemetry. Mar. Biol. 136, 361-371.
- 13) 川崎一男 (1984) : 表層浮魚礁 (パヤオ) の設置効果について. 昭和 57 年度沖縄県水産試験場事業報告書 1-6.
- 14) Cillaurren, E. (1994) : Daily fluctuations in the presence of *Thunnus albacares* and *Katsuwonus pelamis* around fish aggregating devices anchored in Vanuatu, Oceania. Bull. Mar. Sci., 55 (2-3), 581-591.
- 15) マリノフォーラム 21 (1993) : 平成 4 年度人工礁漁場造成効果調査事業報告書. pp56.