与那国島のパヤオにおけるマグロ類の行動
（パヤオ周辺でのマグロ類の餌料環境調査）

近藤　忍

１．目的

パヤオ漁業は本県の重要な漁業である。しかしパヤオに蝟集するマグロの生態特性についてはよく分かっていない。そのため生態学的知見を収集し，その特性について考察することはパヤオ漁業の効率的且つ持続的利用を考える上で必要である。そこでパヤオ周辺でのマグロの行動情報を得るため，超音波テレメトリーシステムを用いた行動調査を実施した。またパヤオでの餌料環境は滞留期間等の行動に影響する重要な要因と考えられる（太田・鹿熊，2003；Dagorn，2000）ことから，パヤオ周辺の餌生物情報を得るため，パヤオで漁獲されたマグロの胃内容物調査を実施した。本調査はマグロの行動情報に餌生物情報を付加して考察することで，パヤオに滞留するマグロが周辺の餌料環境をどの様に利用しているのか，餌料環境の動態，そしてそれらがマグロの行動にどの様な影響を与えるのか理解しようとする試みである。特に与那国島海域は他の沖縄周辺海域と比較して，標識放流したマグロが同海域内で操業漁船に再捕される割合が小さい（近藤・松本，2006）ことから，調査の中断が少なく調査地に適していると考え選定した。胃内容物標本は現在琉球大学理学部において分析中で，結果がまとまり次第別途報告したい。ここでは行動調査の結果のみ報告する。

２．材料及び方法

１）テレメトリーシステムでの行動調査

与那国島海域においてコード化音波発信機と自動記録型受信機を用いた超音波テレメトリーシステム（システムの特徴については太田・鹿熊（2001，2002）に詳しい）により行動調査を実施した。大型鋼製浮魚礁（ニライ９号）で2005年９月13日から14日にキハダ16個体，メバチ１個体（これを９月放流群とする），10月14日から26日にキハダ19個体（10月放流群），12月８日から10日にキハダ６個体，メバチ２個体（12月放流群）に発信機を付けて放流した（表１）。太田・鹿熊（2001）によると当観測システムの受信範囲は水平方向に550m以内，鉛直方向に300m以上で，標識魚はいずれも受信範囲内に

表１．標識魚の放流情報

NO.	標識番号	種名	放流日	放流時刻	尾叉長（cm）
1	ID214	キハダ	2005.9.13	14:11	61.0
2	ID215	キハダ	2005.9.13	14:32	46.0
3	ID220	キハダ	2005.9.13	14:39	59.2
4	ID221	キハダ	2005.9.13	14:44	45.5
5	ID222	キハダ	2005.9.13	14:50	56.0
6	ID223	キハダ	2005.9.13	15:20	42.0
7	ID224	メバチ	2005.9.13	15:25	42.0
8	ID225	キハダ	2005.9.13	16:03	58.5
9	ID226	キハダ	2005.9.13	16:08	64.0
10	ID227	キハダ	2005.9.13	16:26	53.0
11	ID228	キハダ	2005.9.13	16:32	57.0
12	ID229	キハダ	2005.9.14	7:45	46.5
13	ID230	キハダ	2005.9.14	7:47	55.5
14	ID231	キハダ	2005.9.14	8:16	55.0
15	ID232	キハダ	2005.9.14	8:23	48.0
16	ID233	キハダ	2005.9.14	9:57	46.5
17	ID235	キハダ	2005.9.14	10:06	48.0
18	ID234	キハダ	2005.10.17	13:05	64.0
19	ID236	キハダ	2005.10.17	13:00	70.0
20	ID237	キハダ	2005.10.17	13:16	64.0
21	ID238	キハダ	2005.10.17	13:20	64.0
22	ID239	キハダ	2005.10.17	13:35	59.0
23	ID240	キハダ	2005.10.17	13:36	64.0
24	ID241	キハダ	2005.10.17	14:15	53.0
25	ID242	キハダ	2005.10.17	14:31	64.0
26	ID243	キハダ	2005.10.17	16:29	49.5
27	ID244	キハダ	2005.10.18	6:50	66.0
28	ID245	キハダ	2005.10.18	7:26	65.0
29	ID246	キハダ	2005.10.18	8:20	64.0
30	ID247	キハダ	2005.10.25	13:45	69.0
31	ID248	キハダ	2005.10.25	13:55	68.0
32	ID249	キハダ	2005.10.25	17:15	65.0
33	ID250	キハダ	2005.10.26	7:00	67.0
34	ID251	キハダ	2005.10.26	7:29	68.0
35	ID252	キハダ	2005.10.26	9:04	64.0
36	ID253	キハダ	2005.10.26	9:45	68.0
37	ID254	キハダ	2005.10.26	10:10	67.0
38	ID255	メバチ	2005.12.8	14:45	46.5
39	ID256	キハダ	2005.12.8	15:55	50.0
40	ID19	メバチ	2005.12.9	6:58	47.8
41	ID20	キハダ	2005.12.9	6:54	49.5
42	ID21	キハダ	2005.12.10	8:08	45.0
43	ID22	キハダ	2005.12.10	6:59	42.0
44	ID25	キハダ	2005.12.10	9:35	46.5
45	ID26	キハダ	2005.12.10	9:12	48.5

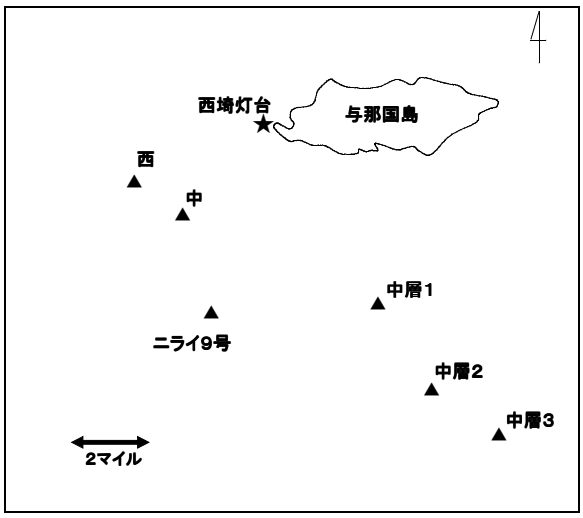

図１．与那国島周辺海域のパヤオ配置図

放流した。受信機は９月13日から10月４日の間と11月30日から３月31日の間に水面下７ｍのニライ９号浮体基部に設置した。

２）周辺パヤオでの追跡調査

与那国島海域周辺にはニライ９号の他にパヤオが５基設置されている（図１）。ニライ９号から受信の途絶えたマグロは他のパヤオへ移動，滞留している可能性があることから追跡調査を行った。11月30日に各パヤオで20分間漁船から受信機を水中２ｍへ垂下し，受信の有無を確認した。7:25～9:00の間に中層１～３のパヤオを各々調査し，13:55～14:45の間に西（いり）と中（なか）のパヤオを調査した。

３）標識魚の尾叉長組成

標識放流したキハダ42尾の平均尾叉長±標準偏差は57.3±8.71cmで，うち10月放流群は比較的大きく，12月放流群は小さかった。またメバチ３尾の平均尾叉長は45.4cmで，いずれも現地でシビマグロと称される小型マグロであった（図２）。

３．結果

１）受信期間

各標識魚の受信状況を図３に示した。受信期間をみると，９月放流群は最短で１日間（標識魚No.13），最長で85日間（No.６）で，12月６日までに全ての個体の受信が途絶えた。10月放流群は最長で51日間（No.29）で，12月７日までに全ての個体の受信が途絶えた。12月放流群は最短で１日間

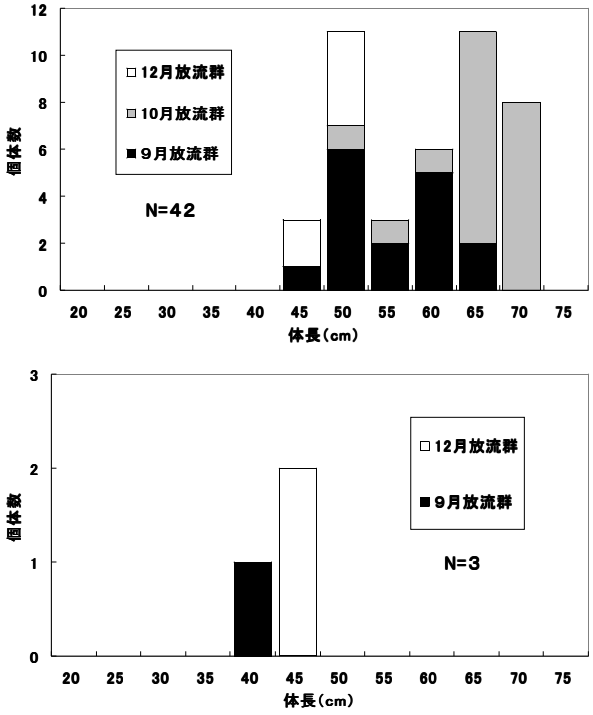

図２．標識魚の尾叉長組成（上段キハダ，下段メバチ）

（No.43），最長で14日間（No.38）で，12月21日までに全ての個体の受信が途絶えた。受信が途絶えて以降３月31日までに同パヤオで再受信された個体はいなかった。各標識魚とも受信期間中は１日以上受信が途絶えることがほとんどなかった。１個体（No.6）のみ９月13日から12月６日まで受信があったが，その間受信が何日も途絶えることがあった。10月５日から11月28日の間は受信機が設置されておらず，マグロの受信の有無はわからない。

２）再捕

再捕は３件あった（図３）。９月13日に放流したキハダ（No.10）が12月14日に石垣島海域で再捕された。また９月14日に放流したキハダ（No.16）が９月17日に同海域で漁獲されたカジキの胃内容物から発見された。さらに10月26日に放流したキハダ（No.36）が１月４日に石垣島海域で再捕された。

３）受信状況

全標識魚のうち受信記録が得られたキハダ25個体，メバチ３個体について１時間当たりの受信頻度の変化をみると，キハダ15個体，メバチ３個体に数時間程度受信が全く途絶えることが時折あった。う

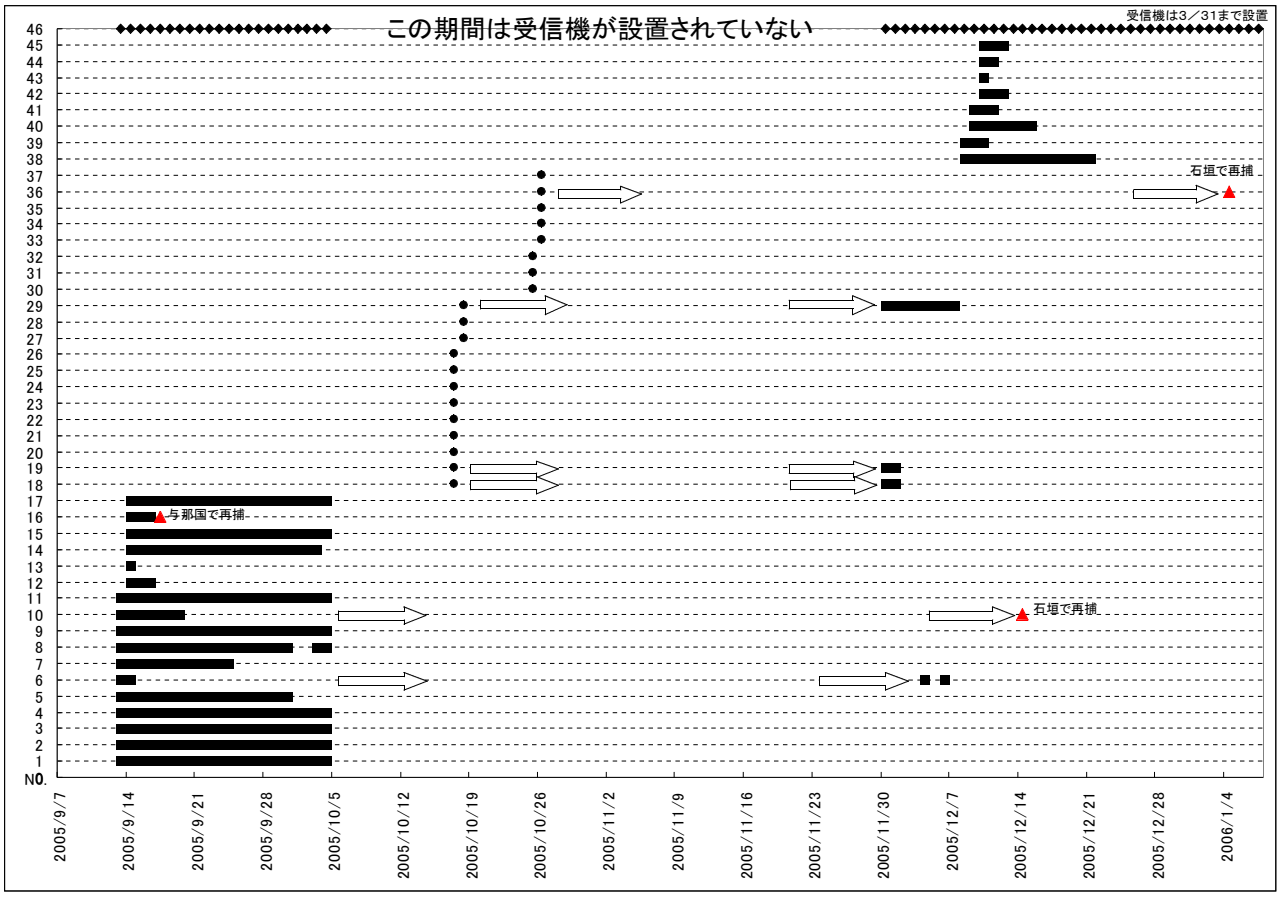

図３． 標識魚の音波受信状況　（NO.1～45は各標識魚の受信状況，NO.46は受信機の設置期間。■が受信状態，■の中断は24時間以上の未受信状態，●は10月放流群の標識放流日，▲は再捕，◆は受信機の設置日を示す。なお図中の標識魚の通番号は表１と対応している。）

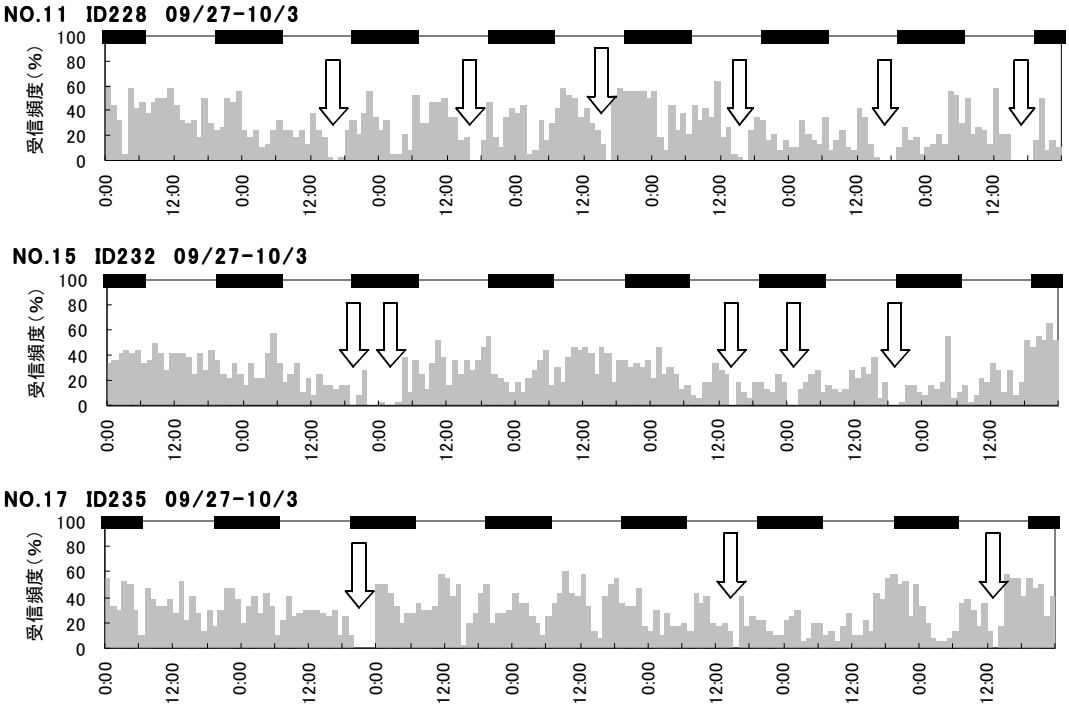

図４． 標識魚NO.11 ， NO.15 ， NO.17の１時間当たりの受信頻度の変化（７日間のデータ）（黒横棒は夜間を，白矢印は１時間以上24時間未満の未受信を示す。）

ち事例としてキハダ３個体の１時間当たりの受信頻度の変化を７日間分示した（図4)。今回使用した発信機の発信間隔はおよそ99秒間に1回で，1時間当たり約36回発信する。仮にある標識魚が発信する音波を1時間で18回受信したとすると1時間当たりの受信率は50％となり，また1度も受信しなければ受信率は０％となる。未受信は日周期的な規則性を示すもの（図４のNo.11）もいればそうでないもの（図４のNo.15，No.17）もいた。キハダ25個体の総受信時間は5,997時間で，その間の未受信（１≦ｈ＜24）は101回あり，その合計は216時間で，総受信時間に対する未受信時間の割合は3.6％であった。メバチ３個体の総受信時間は717時間で，その間の未受信は15回あり，その合計は21.5時間で，総受信時間に対する未受信時間の割合は3.0％であった。これら未受信時間について時間別頻度分布を図５に示した。キハダは１時間以上４時間未満の未受信が90.5％で，５時間以上の未受信は5.2％であった。メバチはすべて４時間未満の未受信で，うち１時間以上２時間未満の未受信が96％であった。さらに未受信が起こった時刻の時間帯別頻度分布を図６に示した。キハダはどの時間帯も未受信があったが，夕方から夜間（16:00－19:59）の時間帯に頻度が高く，且つ長時間の未受信が多かった。メバチは深夜（0:00－3:59）を除き，どの時間帯も未受信があった。

４）周辺パヤオでの追跡調査

いずれのパヤオでも受信はなかった。

４．考察

１）滞留と移動

10月５日から11月28日の間は受信記録がないのでわからないが，各標識魚はその他の受信があった期間中は与那国島海域に滞留していたと考えられた。９月・10月放流群は12月上旬までに全ての個体の受信が途絶え，うち２個体が12月と１月に石垣島海域で再捕された。また11月30日の追跡調査では他のパヤオで受信がなかったことから，ニライ９号から受信が途絶えた標識魚が他のパヤオに移動し，滞留していたとは考えられない。12月放流群は12月下旬までに全ての個体の受信が途絶えた。これらのことから，秋期に与那国島海域のパヤオに滞留していたキハダ・メバチの多くが冬期に他海域へ移動することが示唆された。一方，放流海域で漁獲されたカジキ

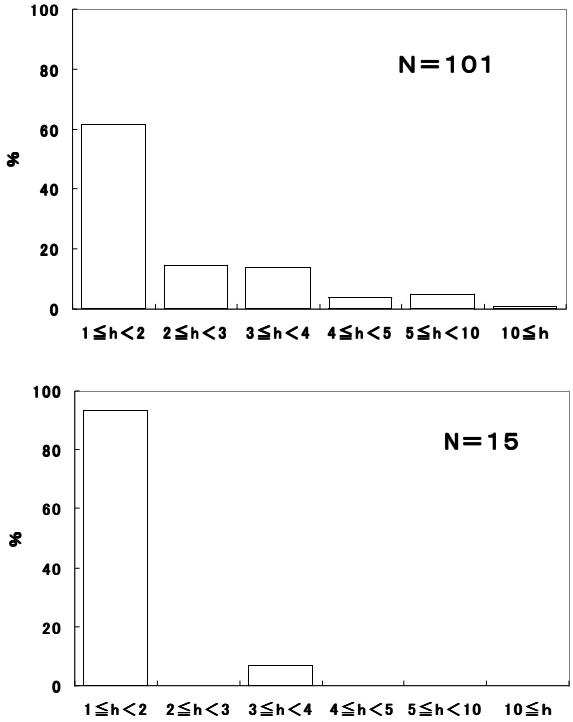

図５．標識魚の未受信の時間別頻度分布（上段キハダ，下段メバチ）

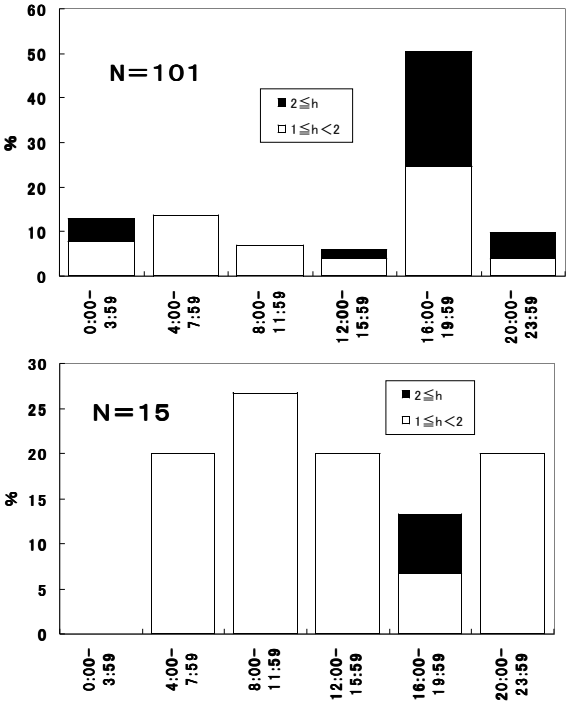

図６．標識魚の未受信の時間帯別頻度分布（上段キハダ，下段メバチ）

の胃内容物から標識魚が発見されたことは受信が途絶えたマグロのいくつかは捕食された可能性を示唆するが，各個体の受信の途絶えが移動によるものか捕食によるものか判断できない。

２）パヤオへの滞留行動

滞留期間中の標識魚は９月放流群のキハダ１個体（No.6）を除いて，１日以上受信が途絶えることがほとんどなかったことから，パヤオ周辺海域から離れなかったと考えられた。また受信時間に対する未受信時間（１≦ｈ＜24）の割合が非常に小さいことから，パヤオ近傍からほとんど離れることなくほぼ１日中パヤオの周辺550ｍの範囲に分布していたと考えられ，極めて強いパヤオの滞留効果が示唆された。一方，太田・鹿熊（2002）は同様のテレメトリーシステムを使用した行動調査の中で，受信頻度の変動は水平移動距離の変化で，受信がない場合パヤオから離れて行動しているとし，またパヤオ周辺での行動の日周期性について多くの情報を得，これらはパヤオを中心とした水平移動の日周パターンであるとしている。これらのことから今回の調査で観測された未受信はマグロがパヤオから一時的に離れて遊泳した行動を反映したと考えられた。特に，キハダで夕方から夜間（16:00－19:59）にその頻度が高くなることは，群がパヤオから比較的離れる時間帯であることを示唆しており，操業の際はこの様な行動特性に留意が必要である。今回の調査では未受信の際マグロがパヤオからどの程度離れたのか，その範囲はわからない。Hollndほか（1990）はバイオテレメトリーを用いた追跡調査の結果から，キハダ（体長54～74㎝）の平均遊泳速度は4.46km／hourとしている。未受信時間の多くが４時間未満であったことから，仮に直線的に往復移動すると，パヤオからの移動範囲は8.9km未満である。

キハダが滞留するパヤオから離れ，また戻る行動は索餌行動であるとする報告がいくつかある。Dagornほか（2000）はバイオテレメトリーを用いた追跡調査から，滞留するパヤオから数マイル離れ，また戻ってくる行動のいくつかは索餌であったとしている。またHollandほか（1990）はキハダが夜間パヤオを離れ，翌朝戻ってくる行動は夜間深層から表層へ鉛直移動してくるイカ類やエビ類を摂餌するためとしている。Brock（1985）はパヤオで漁獲されるキハダに空胃個体が多いことから，パヤオは餌料環境が良くないことを示唆しており，またBrock（1985）と清水ほか（1999）はパヤオで漁獲されたキハダの胃内容物を調べたところ，パヤオに集まる小魚等をほとんど食べていなかった。Menardほか（2000）はパヤオに滞留するマグロは索餌のためパヤオを離れなければならないとしている。今回観測された未受信は主に索餌行動を反映したものかもしれない。

文　献

Brock RE. Preliminary sutudy of the feeding habits of pelagic fish around Hawaiian fish aggregation devices or can fish aggregation device enhance local firies productivity？. Bull. Mar. Sci. 1985；37(1)：40－49.

Dagorn L, Josse E, Bach P. Individual differences in horizontal movements of yellowfin tuna（Thunnus albacares）in nearshore areas in French Polynesia, determined using ultrasonic telemetry. 2000；13：193－202.

Holland KN, RW Brill, RKC Chang. Horizontal and vertical movements of yellowfin and bigye tuna associated with fish aggregating divices. Fish. Bull. US. 1990；46：28－32.

近藤忍，松本隆之．マグロ類回遊行動生態調査．平成16年度沖縄県水産試験場事業報告書．2006；16－23.

Menard F, Stequert B, Rubin A, Herrera M, Marchal E. Food consumption of tuna in the Equatorial Atlantic ocean：FAD-associated versus unassociated schools. Aquat. Livimg Resour. 2000；13：233－240.

太田格，鹿熊信一郎．パヤオ漁業効率化試験．平成11年度沖縄県水産試験場事業報告書．2001；17－26.

太田格，鹿熊信一郎．パヤオ周辺でのマグロ類の遊泳行動．平成12年度沖縄県水産試験場事業報告

書．2002；25－33.
太田格，鹿熊信一郎．パヤオ周辺でのマグロ類の行動長期モニタリング．平成13年度沖縄県水産試験場事業報告書．2003；27－40.
清水弘文，水戸啓一，小林正裕，矢野和成，小菅丈治．大型浮魚礁周辺の魚類相．西海区水産研究所主要研究成果集　第２号．1999；14－15.