

浮魚礁におけるカツオ・マグロ類の蝟集・滞留効果

Effect of Fish Aggregating Devices on Gathering and Residence of Skipjack/Tuna

伊藤 靖*・三浦 浩**・上田昌行***

Yasushi ITO Hiroshi MIURA and Masayuki UEDA

* (財) 漁港漁場漁村技術研究 漁場と海業研究室 室長

** (財) 漁港漁場漁村技術研究所 主任研究員

*** (財) 漁港漁場漁村技術研究所 専門技術員

Fish aggregating device (FAD, payao) is a fishing gear to moor a floating body with an anchor and rope on the surface of the sea or in intermediate water to have mainly dorado, skipjacks, tunas, etc. gather. For this study, we collected and arranged bygone knowledge on the effect of FADs on gathering and residence of skipjacks and tunas which are important species in offshore fishery of Japan. As a result, the true state of skipjacks and tunas is demonstrated by the study indicating that they reside around FADs in a given period of time, and this situation plays an extremely important role in fishing production activities. At the same time, this paper collates the behavioral ecology of skipjacks and tunas surrounding FADs.

Key Words : FAD, payao, Skipjack, Tuna, behavioral ecology

1. はじめに

浮魚礁 (fish aggregating devices, FADs, payao) は、海面や中層に碇とロープなどで浮体を係留して、主としてシイラ、カツオ、マグロなどを蝟集させる漁具である。フィリピンなどの東南アジア各地や日本沿岸で、竹の束やヤシの葉などを浮かせて魚を集めて漁獲した”パヤオ”, ”漬け” と称する副漁具が基本で、現在では竹材のほか、鋼製の浮体や網地と合成樹脂の浮体などで構成した構造物が使用されている。沖縄、鹿児島、宮崎、高知など主として黒潮流域の外洋域で浮魚類を対象に使用されている。浮体が海面に露出しているものを「表層浮魚礁」、浮体が中層にあるものを「中層浮魚礁＝中層魚礁」という¹⁾。また、浮魚礁本来の機能である蝟集、滞留、誘導の効果をより高めた、あるいはこれらの機能に加えて給餌、散水、発光、観測等の機能を備えた浮魚礁を「多機能型浮魚礁」と呼ぶ²⁾。昭和40年代以降、国、県の研究期間を中心に浮魚礁の開発研究が盛んに実施されるようになり²⁾、沿岸漁場整備開発事業、水産基盤整備事業等において、黒潮域を中心に多くの浮魚礁が整備されている。

本調査では、我が国の沖合漁業における重要魚種であるカツオ・マグロ類等の高度回遊性魚類を対象に、浮魚礁における蝟集・滞留効果に関する既往知見を収集整理した結果について報告する。

2. 調査内容

カツオ・マグロ類に関する文献を収集し、生態的な既存知見について整理した。また、関係研究機関や浮魚礁を利用する漁業者、魚礁メーカーへのヒアリングを実施し、魚礁における魚類蝟集および漁業活動における利用の実態などを調査した。

2.1 生態的な既存知見の収集・整理

既存の文献を利用して、カツオ・マグロ類の生態特性(①分布域、②成熟・産卵、③成長、④食性、⑤生活・回遊など)について整理した。

2.2 浮魚礁周辺におけるカツオ・マグロ類の行動特性に関する知見の収集・整理

浮魚礁を利用した漁業は、カツオやマグロ類等が浮魚礁に蝟集する習性を利用した漁法である。従って、これら魚類の浮魚礁周辺での行動様式を把握することは、漁獲効率の向上につながるだけでなく、滞留期間や餌料生物分布から増殖効果の推定に加え、施設の設置においても貴重な資料となる。そこで、既存資料および関係機関へのヒアリング調査によって、カツオ・マグロ類の浮魚礁への滞留期間、日周行動、摂餌行動等に関する知見を収集・整理した。

2.3 浮魚礁の効果の把握

浮魚礁の効果については、漁業の生産活動に関する効

果と漁業資源に関する効果が考えられる。既存資料と浮魚礁の利用度が高い八重山漁協(沖縄県)の曳縄漁業、日南市漁協および外浦漁協(宮崎県)のカツオ一本釣漁業、高知県漁協(高知県)清水統括支所の曳縄漁業、佐賀統括支所のカツオ一本釣漁業、枕崎漁協(鹿児島県)の曳縄漁業を営む漁業者へのヒアリング調査結果から、それぞれの効果について整理した。

表-1 ヒアリング調査実施先

年度	ヒアリング調査実施機関
2007年度	●西海区水産研究所石垣支所 ●沖縄県水産海洋センター石垣支所 ●八重山漁業協同組合(沖縄県)
2008年度	●日南市漁業協同組合(宮崎県) ●外浦漁業協同組合(宮崎県) ●土佐清水市漁業協同組合(高知県) ●佐賀町漁業協同組合(高知県) ●高知県水産試験場 ●中央水産研究所 ●開発調査センター
2009年度	●遠洋水産研究所 ●奄美栽培漁業センター ●枕崎市漁業協同組合(鹿児島県) ●浮魚礁メーカー

3. 浮魚礁に蛸集する魚種・体長

3.1 浮魚礁に蛸集する魚種

西海区水産研究所³⁾では、石垣島沖合の大型浮魚礁において97, 98年に計10回の潜水調査を実施し、大型浮魚礁周辺の魚類の分布状況を調査している。大型浮魚礁周辺で確認された魚種は20種であり、これらの分布様式は表-2に示すとおりであった³⁾。キハダ、カツオについては大型浮魚礁近傍～周辺域の水深30m付近に分布しており、また同時に実施された釣獲調査からは大型浮魚礁から150mの範囲までその分布が広がっていることが確認されている。

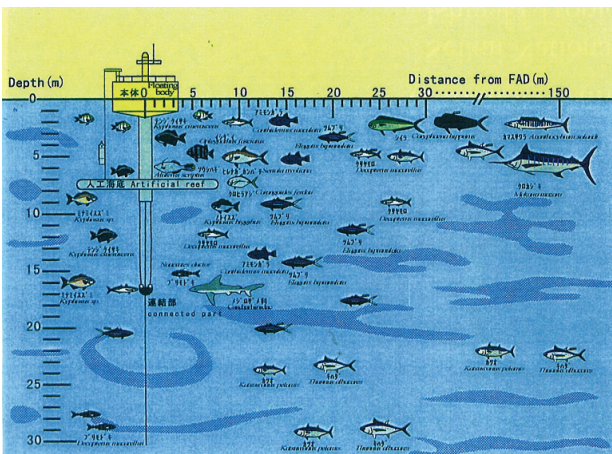


図-1 浮魚礁周辺における魚類の分布

表-2 浮魚礁に蛸集する魚種

I 大型浮魚礁近傍	a 浮体～人工海底	オヤビツチャ ツバメウオ ソウシハギ' イシダイ
	b 浮体～連結部	デンジクイサキ ミナミイヌズミ トイスズミ ヒレナガカンパチ ウスバハギ' クロヒラアジ'
	c 連結部～水深30m	メジロザメ科 プリモトキ
II 大型浮魚礁近傍～周辺	a 表層	シイラ カマスサワラ
	b 表層～連結部	クサヤモロ ツムブリ アミモンガラ
	c 表層から水深30m	キハダ' カツオ クロカジキ

また、仔稚魚については大型浮魚礁周辺域で28分類95個体が採取された。キハダについては全長4.9mmの仔魚が採取されており、浮魚礁の近傍で産卵している可能性が示唆された。

3.2 浮魚礁に蛸集する魚種の体長

石垣島沖合の大型浮魚礁に蛸集する魚種の体長範囲は表-3のとおりであった。同調査報告書⁴⁾によると、97年10/9～98年5/22の4回の調査で確認されたイシダイは1尾のみで同一個体としている。このイシダイは浮魚礁周辺に約7ヶ月間滞留し、この間18cmから25cmに成長していることになる。

表-3 浮魚礁に蛸集する魚種

調査年月日	1997年						1998年 (cm)					
	5/8	7/17	7/28	8/14	10/9	11/20	4/28	5/22	6/24	7/28	8/28	9/18
オヤビツチャ	10	12	10-12	8-13	8-13	12-13	10-13	4-10	6-13	5-12	5-12	5-10
ツバメウオ	25		25	25	10-20	20-25	25	30		15	20	30
ソウシハギ			40		30	40						
イシダイ					18	20	25	25				
デンジクイサキ	20-25	20-25	15-30	15-30	12-20	20	15-25	15-20	12-25	10-25	20-25	10-20
ミナミイヌズミ	20-25	20-25	15-30	15-30	12-20	20	15-25	15-20	12-25	10-25	20-25	10-20
トイスズミ									20	20	20	15
ヒレナガカンパチ		20	20	25		25		20	25			
ウスバハギ				20-30	30				30	20-25	25-30	25
クロヒラアジ			20	25							25	25
メジロザメ科			120									
プリモトキ			40						25	25		
シイラ			40							60-70	40-60	
カマスサワラ										90	90	
アミモンガラ	30	30	30-40	20-30	20-30	30-40	25-40	30	30-40	18-25	30-40	
クサヤモロ	30-40	30	30	30-40	30	30	30-40	30-40	30-40			30
ツムブリ	30-50	30-50	20-70	20-60	20-50	25-40	30-40	30-40	30-60	15-30	20-60	25-50
キハダ	40-50	40-70	50-60	70	60-70		50-60	50-60	50-60		50-70	
カツオ			40-50	40					30-40		50-60	
クロカジキ			250									

4. 浮魚礁に蛸集する魚種・体長

4.1 滞留期間

これまでの調査結果より、キハダやメバチはカツオに比べて浮魚礁への滞在期間が長く、移動性が低いと考えられる。滞留期間は概ね1～数週間であるが、長いもので5ヶ月程度滞留したという報告⁵⁾もある。また、観測点の流速と滞在期間には負の相関が認められている。流速の速い状況においては、滞留のためのエネルギー消費を回避するため、滞留期間が短くなることの指摘がある。

4.2 日周行動

水平移動：浮魚礁に蛸集するキハダやメバチは、長時間1つの浮魚礁に滞在するのではなく、1～数日の周期で浮魚礁から離れたり、別の浮魚礁に移動したりすることが確認されている。また、夕方から日没頃にかけて一定時間浮魚礁から離れる行動が頻りに観測されている⁵⁾。

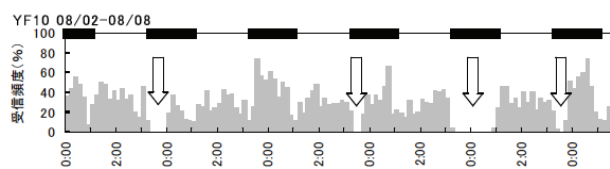


図-2 標識魚の音波受信状況

鉛直移動：キハダ、メバチは両種共に、昼間は水深300-500m以深の深層にまで分布し、夜間浅層を遊泳することが確認されている。マグロ類の潜水深度の制限は、絶対温度でなく、表層からの相対的な温度変化(8°C)によることが報告されている⁶⁾。

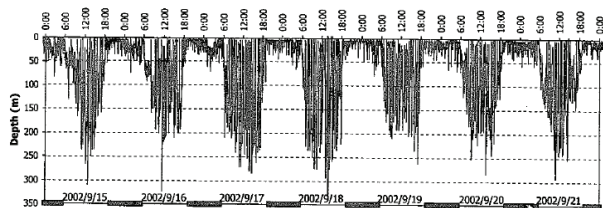


図-3 浮魚礁周辺でのキハダの昼間の鉛直移動

4.3 摂餌行動

浮魚礁周辺で漁獲されるキハダに空胃個体が多いこと^{3),7)}やカツオの肥満度が低い⁸⁾ことが報告されており、浮魚礁周辺は過酷な餌料環境であることが予想される。そのため、マグロ類の日周的に行なわれる一定時間以上の浮魚礁からの離れる行動は索餌行動に伴う移動との見解が主流である。また、昼間の深層への潜行行動についてもDSL(深海散乱層)の分布と一致していることから、深層での摂餌行動の可能性が示唆される。なお、こうした短時間の鉛直移動は体温がある程度低下した時起こることから、低水温層への適応のための体温調整行動との見解もある⁹⁾。

4.4 離脱行動

浮魚礁に蛸集するキハダが1～数日のスケールで浮魚礁から離れたり、別の浮魚礁に移動したりすることが確認されている^{10),11),12)}。

4.5 移出時期

浮魚礁からの移出時期については、個々の移出と非生物的環境要因(潮流、水温、台風など)との関係は認められず、また同時期に複数個体が移出する状況も確認できないことから、物理的環境要因よりも個体の内的要因による影響が強いとの指摘もある¹³⁾。

5. 浮魚礁周辺におけるカツオの行動特性

浮魚礁周辺に滞留するカツオの遊泳行動については、(独)水産総合研究センター遠洋水産研究所が平成17年6月21日～9月9日に中部熱帯太平洋において漂流型の浮魚礁を使用して実施された調査¹⁵⁾によって明らかにされている。同調査で使用されたFAD(アルプス社製 SC-40)は8基であり、同年5月25日～6月5日にかけて調査用に放流されたものである。なお、ここで使用されたFADは浮魚礁のようにロープ等で海底のアンカーに固定されておらず、漂流している。また、調査魚は人工浮魚礁周辺で釣り、曳縄操業にて釣獲された魚が用いられている。

5.1 滞留期間

人工浮魚礁へのカツオの滞留期間はキハダやメバチに比べて短く、特にキハダは放流された18個体の半数に7日間以上の滞留が確認されたが、カツオは最長で6日間余り、放流された14個体のうち3日以上滞留したものは4個体のみであった。これら4個体の体長は38.6～64.0cmと広範囲にわたり、個体サイズと滞留期間の関係性は認められない。なお、同追跡調査ではいったん浮魚礁から離れたカツオが、約1日後、5マイル離れた後に浮魚礁に戻る状況が確認されている。

5.2 遊泳水深

ピンガー装着による4日間の追跡調査から、人工浮魚礁周辺にいる間は概ね100m以浅を遊泳するが、人工浮魚礁から離れると遊泳水深は100～150mとやや深くなっていることが確認された。また、人工浮魚礁周辺を遊泳する間は、夜間は昼間に比べて浅い層(50m以浅)にいる頻度が高い傾向も認められている。

また、松本ら¹⁵⁾による個体識別可能な超音波発信機を用いた中部太平洋熱帯域での人工浮魚礁周辺に形成されたカツオ、キハダおよびメバチの遊泳行動の調査からも、カツオがキハダやメバチに比べて浅い水深を遊泳する様子が観察されている。

また、昼夜別に遊泳水深を調査した事例では、ピンガー装着による6個体の追跡調査から、昼間は50～70mを中心に概ね100m以浅に滞在する傾向が確認されている。

一方、夜間は水深範囲は昼間とほぼ同様であるが、平均的な遊泳水深は、個体差はあるものの昼間より浅く、100 mを超える水深への分布割合は非常に低い結果が示されている。

こうした昼夜による遊泳水深の違いについては、松本らによる中部太平洋熱帯域の人工浮魚礁周辺でのカツオの遊泳行動の調査、更には小倉¹⁶⁾による常磐三陸沖でのカツオのメモリータグ放流調査でも確認されている。

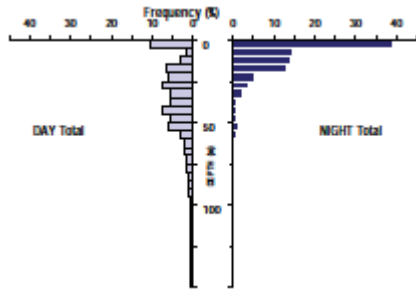


図-4 カツオの遊泳水深の昼夜別頻度分布

6. 浮魚礁の効果の把握

6.1 漁業生産活動に関する効果

(1) 水揚量の増大

浮魚礁を利用することによって、操業1回あたりの漁獲量が増大する、あるいは、削減された魚群探索時間を漁獲活動に当てられることなどから、水揚量が増大している可能性があり、一部の漁業者からもそういった意見が聞かれた。こうした効果を定量的に把握するには、浮魚礁を利用しない漁獲状況と比較する必要がある。但し、整備前との比較においては、経年的な資源変動にも影響を受けることから、定量的な効果の把握は難しい。

(2) 漁業経費の削減

浮魚礁を利用した操業では、魚群探索の作業が大幅に削減されるため、この作業に要する燃油量等が節約されることが予想される。

開発センターの調査報告¹⁷⁾によると、南西諸島海域で操業するカツオ一本釣漁業の場合、浮魚礁への依存度が約37%の漁船(タイプA)は、同依存度が約10%の漁船(タイプB)に比べて、燃油費や餌代等を含む運航費が約30%節約されていることが示されている。

(3) 操業期間の延長

浮魚礁の設置により、カツオやマグロ類がその海域に滞留する期間が長くなることから、従来に比べて操業期間が延長される地域がみられる。

本年度調査を実施した高知県では、同県の沖合に浮魚礁が設置されるまでは、採算性の問題から多くの曳縄漁

船が12月を休漁期にあてていた。しかし、魚礁が設置されて以降、操業あたりの漁業経費が節約されたこともあり、12月も操業する漁船が増えている。

6.2 漁業資源に関する効果

(1) 餌場としての効果

浮魚礁周辺で漁獲されるキハダに空胃個体が多いことから、カツオ・マグロ類が浮魚礁に集まる餌生物を求めて蟄集するという仮説には否定的な報告が多い。一方で、Schaefer・Fuller¹⁸⁾は、マグロ類の食性に関する過去の研究はその標本の多くが日中漁獲されたものであり、標本そのものに潜在的な偏りがあることを指摘している。かれらの調査報告では、浮魚礁に蟄集するマグロ類の胃内容物について、夜間採取した標本からは主にヨコエソ科、ハダカイワシ科、頭足類がみられた一方、日中採取した標本は空胃が多いことが示されている。これはマグロ類の夜間の索餌行動を示唆するものであり、浮魚礁周辺域でのマグロ類の索餌行動について新たな事実が生まれる可能性を与えている。

(2) 産卵場としての効果

西海区水産試験場の調査では、浮魚礁周辺域でキハダとクロカジキの仔魚が採取された³⁾ことから、浮魚礁の産卵場効果の可能性が示されたが、その他の研究報告、今回のヒアリング調査では肯定的な見解を得ることはできなかった。また、カツオが浮魚礁を産卵場として利用しているとの報告はなく、当効果については期待できない。

(3) 隠れ場・休息場としての効果

カツオ・マグロ類は群れをつくって回遊することが知られているが、こうした行動は自身の生残率を向上させるためという説がある。Dagorn L.¹²⁾は浮魚礁がミーティングポイントとして利用されていることを指摘している。

7. まとめ

本調査において、カツオ・マグロ類が浮魚礁周辺に一定期間滞留し、そのことが漁業生産活動において極めて重要な役割を果たしている実態が明らかになった。また、浮魚礁周辺には多様な小魚が蟄集している状況も確認されており、カツオ・マグロ類にとって有益な餌場環境が創出されている可能性は十分に考えられる。しかし、浮魚礁周辺におけるカツオ・マグロ類のこれまでの行動調査からは、浮魚礁周辺での摂餌行動や産卵行動を裏付ける十分な調査結果は得られておらず、今後更なる調査によって浮魚礁の蟄集・増殖効果の解明が期待される。

謝辞

本調査は水産庁水産基盤整備調査委託事業「水産基盤整備におけるカツオ・マグロ等の増殖可能性調査」の一部をとりまとめたものであり、調査の実施にあたり協力頂いた地元漁業協同組合の皆様や試験研究機関の関係者各位に深謝申しあげる。

参考文献

- 1) 水産基盤整備事業用語事典 (漁場整備関連), 社団法人全国沿岸漁業振興開発協会, pp. 25, 2003.
- 2) 人工魚礁漁場造成計画指針, 平成 12 年度版社団法人全国沿岸漁業振興開発協会, pp. 153-166, 2000.
- 3) 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 西海区水産研究所研究成果集第 2 号, pp. 14-15. , 1994.
- 4) 矢野和成編, 南の島の自然誌 東海大学出版会 神奈川, pp. 224-231, 2005.
- 5) 太田格・渡辺利明, パヤオ周辺でのマグロ類の遊泳行動調査 II 平成 14 年度沖縄県水産試験場事業報告書, pp. 24-34, 2002.
- 6) 太田格・下條武・福田将数・松本隆之, パヤオ周辺でのキハダ, メバチの遊泳行動生理 平成 13 年度沖縄県水産試験場事業報告書, pp. 41-51, 2001.
- 7) Brock R.E. , Preliminary study of the feeding habits of pelagic fish around Hawaiian fish aggregating devices enhance local fisheries productivity? Bull. Mar. Sci. 37(1) , pp. 0-49, 1985.
- 8) Marsac F. Fonteneau A. and Menard F. , Drifting FADs used in tuna fisheries: an ecological trip? in: Peche thoniere et dispositifs de concentration de poisson Le Gall J-Y. Cayre P. Taquet M Ed ifremer Actes Colloq 28, pp. 537-552, 2000.
- 9) 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, pp. 27-40, 2003.
- 10) 近藤忍, パヤオ周辺でのマグロ類の遊泳行動調査IV, 平成 16 年度沖縄県水産試験場事業報告書, pp. 24-33, 2004.
- 11) Holland K.N. R.W. Brill R.K.C Chang, Horizontal and vertical movements of yellowfin and bigeye tuna associated with fish aggregating devices. Fish. Bull. US (46) , pp. 28-32, 1990.
- 12) Dagorn L.・Freon P. , Tropical tuna associated with floating objects: a simulation study of the meeting point hypothesis. Can. J. Fish. Aquat. Sci. Vol. 56 , pp. 984-993, 1999.
- 13) 太田格・鹿熊信一郎, パヤオ周辺でのマグロ類の遊泳行動調査 平成 12 年度沖縄県水産試験場事業報告書, pp. 25-33, 2000.
- 14) 松本隆之・佐藤圭介・仙波靖子, 中部太平洋熱帯域の海外まき網漁業で利用される FADs 周辺における小型まぐろ類の行動調査, pp. 134, 2006.
- 15) (独) 水産総合研究センター遠洋水産研究所, 中部太平洋熱帯域の海外まき網漁業で利用される FADs 周辺における小型まぐろ類の行動調査, pp. 134, 2005.
- 16) 小倉末基, カツオの行動生態の日周性 アクアネット(6), pp. 36-39, 2003.
- 17) 大水深沖合漁場造成開発事業調査報告書 (平成 12 年度~17 年度), 開発調査センター, 大水深沖合漁場造成開発事業調査報告書, 2005.
- 18) Schaefer K.・M., Fuller D. W. Behavior of bigeye and kipjack tunas within aggregations associated with floating objects in the equatorial eastern Pacific. Marine Biology. 146, pp. 781-792, 2005.