

相模湾のPAYAO(表層式浮魚礁)において潜水観察された魚類群集

工藤 孝浩

Pelagic Fish Assemblage Observed by Diving around the Payao in Sagami Bay,
the Waters Central Japan

Takahiro KUDO*

A B S T R A C T

This report describes pelagic fish assemblage observed around the payaos in Sagami Bay. Pelagic fishes were observed around the following 4 payaos by SCUBA diving & snorkeling with camera & video. 1, Large payao in Sagami Bay (1995-96); 2, Small payao in Sagami Bay (1995-96); 3, Small payao in Sagami Bay (1989-91); 4, Large payao off Miyakojima I., the Ryukyu Is. (1996). Each situation of pelagic fish assemblage depends greater on payao location and sea-condition variation than on payao size & shape. According to large and small payaos in Sagami Bay (1,2,3) 41 species of fish were observed, which were classified into the following 4 behavior categories; non obligatory resident, 28 species; obligatory resident, 7 species; visitor, 4 species; transient, 1 species, and other type 1 species. More species of non obligatory resident were observed around the payao than the pelagic algae. The reason is because non obligatory resident can follow payao even if water current is 100 cm/sec. Young fish moves from the payao to the ocean after leaving pelagic algae.

はじめに

相模湾にPAYAO(表層式浮魚礁)を設置し、カツオ *Katuwonus Pelamis*, マグロ類 *Thunnus spp.*などの回遊性浮魚類の漁場を造成しようとする本県の研究は1986年から開始されたが(作中 1987²¹),これまでに設置された浮体は小型で設置期間も短かった。しかし,1995年3月に城ヶ島の西南西方向 7.7 kmの相模湾海上に設置された大型鋼製浮魚礁(以下、大型PAYAOと称する)は,10年間以上の設置期間が予定されている。大型浮体を魚礁として長期間設置する初の試みとして,大型PAYAOは沿岸漁業者の期待を集めている。

当研究所は,PAYAOにおいてこれまで試験漁獲調査,魚探調査,水中VTR調査,潜水目視観察調査などを試みてきたが,潜水調査を除いて信頼性が高いデータを安定的に得ることはできなかった。海外では研究者自らが浮魚礁に潜水する調査がしばしば行われ,これによって注目すべき業績があげられている(GOODING・MAGNUSON 1967¹);HUNTER・MITCHELL 1968⁵)。しかし,筆者の知る限り国内で潜水調査法を有効に活用した浮魚礁の研究事例は乏しく,散見されるものは外国の業績と比肩しうるレベルにはない(上岡 1986¹¹);沖縄水試 1983¹⁸)。

そこで,PAYAOの生物学的効果を解明するための基礎資料として,大型PAYAO設置後の早い時期から2年間にわたり大型・小型PAYAOで継続的に潜水調査を行い,捕集した魚類群集を把握した。そして,1989~'91年に相模湾内の小型PAYAOで,1996年3月には南西諸島宮古島南方沖の相模湾と同型の大型PAYAO(ニライ2号)で同様の潜水調査を行い,それら試料をあわせて規模・形状や調査年および設置海域が異なるPAYAO間の魚類群集の比較を行った。

調査方法

今回観察したPAYAOは相模湾の湾央近くに位置する北緯35度05.4分,東経139度32.4分の大型PAYAO 1基(Fig. 1の図中略号:Ls),北緯35度11.1分,東経139度24.6分(同,略号:Sn)と北緯35度04.4分,東経139度24.2分(同,略号:Sf)に設置された小型PAYAO 2基,そして,南西諸島宮古島南方北緯24度27.6分,東経125度06.6分に設置されている大型PAYAOである(Fig. 1)。これらのPAYAOは,Lsが1995年3月,Sfが1991年6月にそれぞれ神奈川県水産課が,Sfは1995年6月に横須賀市大楠漁業協同組合が,そしてLmは1995

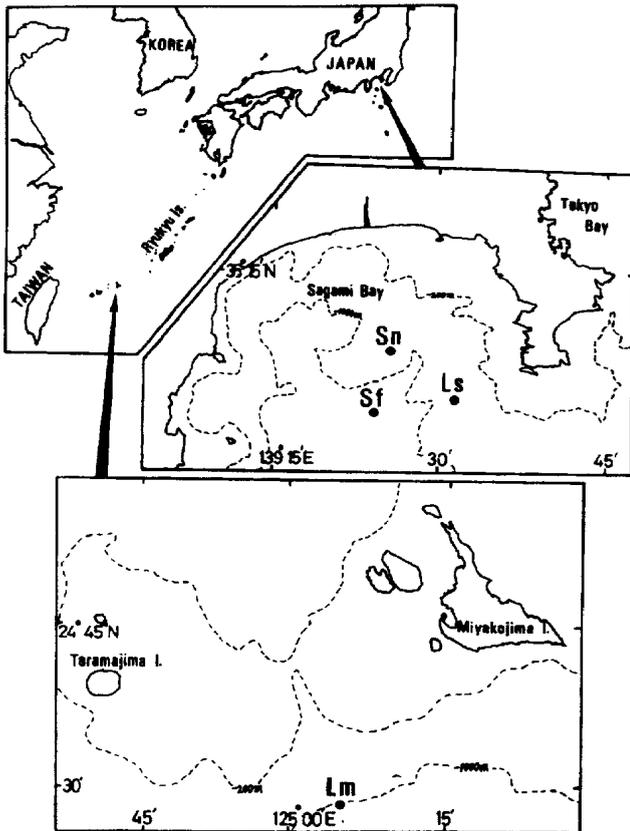


Fig.1 Map showing locations of observed payao in Sagami Bay and off Miyakojima I., Ryukyu Is..Ls : large payao in Sagami Bay ; Sn : small payao made of net & buoys ; Sf : small payao made of FRP. Lm : large payao off Miyakojima I..

図1 調査を行った相模湾と宮古島沖のパヤオの位置
Ls : 大型パヤオ ; Sn : 漁網とブイで作られた小型パヤオ ; Sf : FRP製小型パヤオ ; Lm : 宮古島沖の大型パヤオ

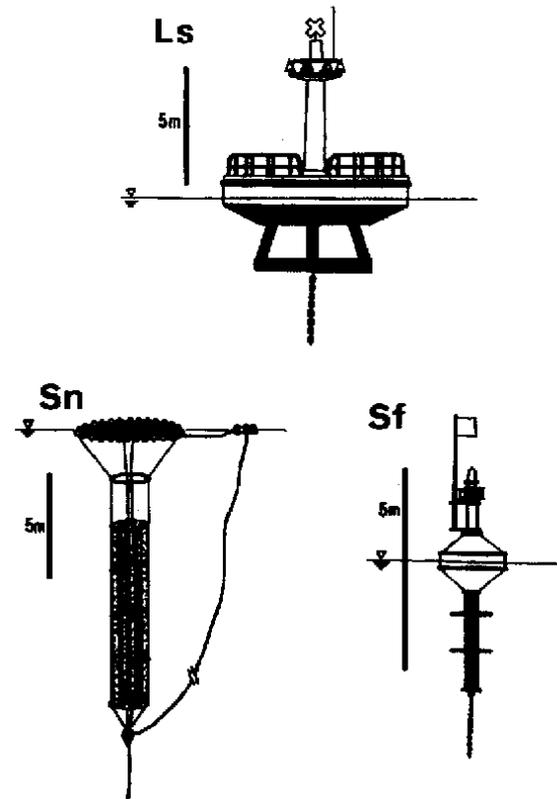


Fig.2 Constructions of observed payao. The vertical bars left side of each payao indicate 5m. Ls : large payao in Sagami Bay, the same as Lm ; Sn : small payao made of net & buoys ; Sf : small payao made of FRP.

図2 パヤオ姿図 各パヤオ左側に5mのバーを示す
Lsは相模湾の大型パヤオで宮古島沖の大型パヤオとほぼ同型

年に沖縄県が設置したものである。

パヤオの構造をFig. 2に示す。Lsは鋼製で円盤の直径は8m,ワイヤー索で水深800mの海底に係留されている。SfはFRP製直径1.5mのブイの下部に長さ2.5mの鋼管が接合され、Snは漁網と発泡スチロール製ブイが組み合わされ、それぞれポリプロピレンロープで水深1,100mと水深800mの海底に係留されている。Lmの構造はほぼLsと同様で設置水深は1,000mである。

潜水目視観察の方法は、SCUBA潜水器を装着した調査員2名がパヤオに結び付けた命綱によって水深1~5mに定位し、20分間に確認された種の個体数(10個体以下は実数で、200個体未満までは10個体単位で、200個体以上は50個体単位で記録)と体長範囲(最大 最小

個体の全長(TL))、生活段階(成魚、未成魚、稚魚の3区分)を記録するものである。目視観察と並行して水中スチールカメラ1台と水中VTRカメラ1台による映像記録の収集を行い、映像から記録漏れや個体数のダブルカウント等の補正を行った。パヤオまでの調査員の移動と潜水作業中の接近船舶等への警戒業務は、当研究所調査船『さがみ』(48t)が行った。また、宮古島における調査では伊良部町漁協所属の一本釣り漁船『第7美吉丸』(4.9t)が同様の業務を行った。

調査は1995年6月から'96年11月までに原則として毎月1回実施されたが、冬季は海象が悪いことが多く蛸集魚も散逸することから、12~4月は調査を計画しなかった。また、'95年5,11月と'96年7月の小型パヤオ分の調査は荒天のため中止した。この間にLsで14回、

Sn で 5 回, Sf で 4 回, そして Lm で 1 回の調査を実施した (Table 1)。Ls については, パヤオ搭載の自動観測機器により潜水調査中 10 分毎に観測された表層水温および表層流向・流速の平均値をあわせて示した。潜水中に観測された最大流速は 46.6 cm/sec で, 厳しい条件ではあったが何とか調査を遂行することができた。また, '96 年 10 月中旬に小型パヤオ Sf が回収されたため, それ以降は大型パヤオのみの調査となった。

1989 ~ '91 年に行った調査は, 簡易潜水法 (スノーケリング) を用いたこと, 調査員が 1 名であったことを除き上記とほぼ同様で, 対象は Sf と同型の小型パヤオである。

Table 1 Summary of the survey, 1995-96. For payao, Ls : large payao in Sagami Bay ; Lm : large payao off Miyakojima I . ; Sn : small payao made of net & buoys ; Sf : small payao made of FRP.

表 1 1995 ~ 96 年の潜水調査の概要

Ls : 相模湾の大型パヤオ ; Lm : 宮古島沖の大型パヤオ ; Sn : 漁網とブイで製作された小型パヤオ ; Sf : FRP 製縦型小型パヤオ

Date	payao	Diving Time	W.T. ()	Current	
				direction,	speed (cm/sec)
1 June 1995	Ls	10:45~11:15	19.4	5°	8.3
29 June 1995	Ls	10:00~10:30	21.0	308°	4.4
	Sn	11:10~11:40			
25 July 1995	Ls	9:55~10:30	22.7	252°	4.0
	Sn	11:05~11:31			
8 Aug. 1995	Ls	12:10~12:40	24.6	323°	5.6
	Sn	10:30~10:52			
8 Sep. 1995	Ls	9:30~10:05	24.4	318°	21.8
	Sn	11:10~11:40			
18 Oct. 1995	Ls	9:40~10:10	24.5	279°	8.0
	Sn	11:10~11:40			
14 Mar. 1996	Lm	10:30~11:00			
15 May 1996	Ls	9:35~10:05	17.3	122°	20.3
	Sf	11:15~11:45			
13 June 1996	Ls	9:40~10:05	20.0	152°	18.7
	Sf	11:15~11:45			
30 July 1996	Ls	10:00~10:30	25.5	80°	38.5
22 Aug. 1996	Ls	10:00~10:30	25.1	322°	40.3
	Sf	11:20~11:50			
27 Sep. 1996	Ls	10:00~10:30	22.7	214°	6.6
	Sf	11:15~11:45			
29 Oct. 1996	Ls	9:45~10:17	22.3	78°	23.1
11 Nov. 1996	Ls	10:10~10:41	22.1	278°	25.1
29 Nov. 1996	Ls	10:00~10:30	19.0	226°	2.9

記録された魚類の個体数に関する資料を用いて堀川・通山 (1985⁴) を参考に Shannon-Wiener の情報量指数 H および均等性要素多様度 J を計算した。

Shannon-Wiener の情報量指数 H は次式で示される。

$$H' = -C \sum p_i \log p_i$$

情報理論ではふつう C = 1, 対数は 2 を底とし, 生態学では H は単なる多様性の測度とされ, 種多様度 (index of species diversity) と呼ばれる (伊藤ほか 1992⁷)。

ここで, C = 1 のとき n_i を種 i の個体数, N を総個体数とすると式は次のように書ける。

$$H' = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \log_2 \frac{n_i}{N}$$

均等性要素多様度 J は次式で示される。

$$J' = \frac{H'}{\log_2 S}$$

ただし S は総種数

また, パヤオごとの魚類群集間の類似性を Kimoto (1967¹²) の C を用いて評価した。

C は次式で示される。

$$C_{\pi} = \frac{2 \sum_{i=1}^s n_{1i} n_{2i}}{(\sum \pi_1^2 + \sum \pi_2^2) N_1 N_2}$$

ただし,

$$\sum \pi_1^2 = \frac{\sum_{i=1}^s n_{1i}^2}{N_1^2} \quad \sum \pi_2^2 = \frac{\sum_{i=1}^s n_{2i}^2}{N_2^2}$$

ここで, 比較する 2 試料をサンプル 1, サンプル 2 とし, その総個体数をそれぞれ N₁・N₂ で示している。また, 両試料を合計した総出現種数に 1 から順に適当な番号を付け, その i 番目の種のサンプル 1 での個体数を n_{1i}, サンプル 2 での個体数を n_{2i} で示している。なお, ここでの S は両試料を合計した総個体数を示している。この指数で魚類群集の種組成の類似性を評価し, ROMESBURG (1989¹⁹) のクラスター分析法にもとづいて単純連結法 (single linkage method) によるデンドログラム (dendrogram) を作成した。

結 果

魚類群集の時系列変化

Table 2 List of fish species and their abundance observed a round alarge payao in Sagami Bay.

For abundance, AA : > 200 ; A : 199 - 50 ; C : 49 - 11 ; R : 10~4 ; RR : 3 - 1 individuals / 1dive

表2 相模湾の大型バヤオにおける調査1回あたりで確認された魚類個体数

A A : 200 個体以上 ; A : 199-50 個体 ; C : 49-11 個体 ; R:10-4 個体 ; R R ; 3 個体以下

Species	1995						1996							
	Jun1	Jun2	Jul	Aug	Sep	Oct	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov1	Nov2
<i>Sardinops melanostictus</i>													RR	RR
<i>Sabastes inermis</i>			RR	RR			RR	AA						
<i>Elagatis bipinnulata</i>					RR	A				C	AA	AA	A	RR
<i>Naucrates ducter</i>										RR				
<i>Seriola quinqueradiata</i>			C											
<i>Seriola lalandi</i>						R		R	R	R	RR	RR	RR	
<i>Seriola dumerili</i>									RR		R			
<i>Seriola rivoliana</i>			RR	RR	RR				RR	RR	RR			
<i>Trachurus japonicus</i>								AA						
<i>Decapterus sp.</i>			RR											
<i>Kaiwarinus equula</i>								RR						
<i>Coryphaena hippurus</i>			R	C	A	RR			C	AA		C	C	
<i>Girella punctata</i>				RR			R	R	R					
<i>Girella melanichthys</i>											R	R		RR
<i>Girella sp.</i>								A						
<i>Kyphosus vaigiensis</i>		R		R	A	A			C	C	AA	AA	A	A
<i>Kyphosus cinerascens</i>					R	R					A	C	C	
<i>Platax teira</i>														RR
<i>Oplegnathus fasciatus</i>			A	C	A	A		C	C	A	C	A	C	C
<i>Oplegnathus punctatus</i>			C	R	C	R			RR	R	R			
<i>Abudefduf vaigiensis</i>			R	R	R	C		R	R	R	AA	AA	A	A
<i>Mugil cephalus</i>													RR	
<i>Parablennius yatabei</i>							C	A	C	C	R			
<i>Thunnus thynnus</i>													A	
<i>Hyperoglyphe japonica</i>	C	A	C	C				C			RR			
<i>Thamnaconus modestus</i>				RR										
<i>Stephanolepis cirrhifer</i>														RR

1995年から'96年までに観察された大型バヤオLsにおける魚類の種別個体数の変化をTable 2に示した。

1995年6月に観察された魚類は2種類であり、個体数も少なかった。つづく7月には、シイラ *Coryphaena hippurus*、イシダイ *Oplegnathus fasciatus*、イシガキダイ *Oplegnathus punctatus*などが加わった。8月には同年最高の10種を記録し、9、10月はやや減少しともに8種であった。数ヶ月間連続して観察された種の個体数の増減は、ある時期に明瞭なピークをもつものとならないものの2型がみられた。

調査を再開した'96年5月に確認された3種は'95年10月に確認されたものと異なり、前年秋季に蛸集してい

た魚類は全て冬季に散逸したものと考えられた。5月に確認されたメジナ *Girella punctata* とイソギンボ *Parablennius yatabei* は通常稚魚の段階でバヤオの魚類群集へ加入するが、これらは定着後数ヶ月と推定されるやや成長した個体であった。種数の急増は前年より1ヶ月早い6月にみられ、メバル *Sebastes inermis* とマアジ *Trachurus japonicus* の稚魚が大群で現れるという特徴的現象があった。同時に現れたヒラマサ *Seriola lalandi* の一部は傷等により個体識別され、最長11月までの滞留が確認された。7、8月と種数はほぼ横ばいであったが個体数は多くの種で増大し、9月には種数がピークの13種に達した。10月になると種数

Table 3 List of fish species and their abundance observed around a small payao in Sagami Bay.

For abundance, A A: 20; A:199-50; C:49-11; R:10~4; R R:3-1 individuals / 1dive

表3 相模湾の小型パヤオにおける調査1回あたりで確認された魚類個体数

A A:200 個体以上; A:199-50 個体; C:49-11 個体; R:10-4 個体; R R:3 個体以下

Species	1995					1996				
	Jun1	Jul	Aug	Sep	Oct	May	Jun	Aug	Sep	
Sabastes inermis						R	A			
Labracoglossa argentiventris					R R					
Elagatis bipinnulata				R	R		R R	R	A A	
Naucrates ducter							R R			
Seriola quinqueradiata			R						R R	
Seriola dumerili				R	R R			R	R	
Seriola rivoliana				R						
Trachurus japonicus							A A			
Decapterus maruadsi			R R							
Decapterus sp.							C			
Kaiwarinus equula			R R				R			
Coryphaena hippurus			C	A	R R			A	C	
Girella punctata			R R							
Kyphosus vaigiensis				A	A			C	C	
Kyphosus cinerascens	R R	C	R	R	R			R R		
Oplegnathus fasciatus	C	A	C	A	A			R	R R	
Oplegnathus punctatus		R	R	C	C					
Abudefduf vaigiensis			C		R R		R	R	R R	
Petroscirtes breviceps			C	R	R R					
Acanthocybium solandri								R R		
Hyperoglyphe japonica		A	C	A			R R			
Psenes cyanophrys		R R	R R			R R	R	R R		
Aluterus monoceros					R R			R		
Aluterus scriptus			R R							
Thamnaconus modestus			R R				C			
Stephanolepis cirrhifer		R	R R		R R					

は8種へと減少したが、11月11日に再び増加し、クロマグロ *Thunnus thynnus* 未成魚が潜水調査で初めて確認された。最後の調査が行われた11月29日には依然として8種が確認され、イスズミ *Kyphosus vaigiensis* とオヤビッチャ *Abudefduf vaigiensis* は100個体以上みられた。

1995年から'96年までに小型パヤオ Sn および Sf において観察された魚類の種別個体数の変化を Table 3 に示した。

1995年に調査対象とした Sn は同年6月上旬に設置されたばかりで、確認された種数は7月まで大型パヤオを下回ったが、8月に最多の14種を記録し、以後、撤去直前の10月まで3ヶ月続けて大型パヤオを上回った。この

間にはタカベ *Labracoglossa argentiventris*、カンパチ *Seriola dumerili*、カイワリ *Kaiwarinus equula*、マルアジ *Decapterus maruadsi*、ソウシハギ *Aluterus scriptus* 等がこのパヤオからのみ記録された。

1996年に調査した Sf は設置後5年が経過していたが、5月にはメバルとスジハナピラウオ *Psenes cyanophrys* の稚魚が確認されたのみだった。6月には大型パヤオ同様に種数が急増し、マアジ稚魚の大群が現れた。6、8月の種数はともに10種で、8月には潜水調査で初めてカマスサワラ *Acanthocybium solandri* が確認された。9月の種数は大型パヤオを下回る7種にとどまったが、ツムブリ *Elagatis bipinnulata* は同年で最も多い200個体が確認された。

Table 4 List of fishes observed around a payao in Sagami Bay, estimate total length, life stage, and monthly and annual occurrence of species. For life stage, Ad : adult ; Yg : young ; Ju : juvenile. Species names and their arrangement follow NAKABO (1993¹⁶),
 表4 相模湾のバヤオで確認された魚類の目録 全長範囲, 生活段階, 出現月および出現した年を示す。
 Ad : 成魚 ; Yg : 未成魚 ; Ju : 稚魚 なお, 学名, 和名と種の配列は中坊編 (1993¹⁶) に従った。

Species	estimate TL (cm)	Life stage	occ. month	occurrence year					
				'89	'90	'91	'92	'93	
Clupeiformes	ニシン目								
Clupeidae	ニシン科								
1 Sardinops melanostictus	マイワシ	22	Ad	11					*
Scorpaeniformes	カサゴ目								
Scorpaenidae	メバル科								
2 Sebastes inermis	メバル	3-10	Ju-Yg	5-8				*	*
Perciformes	スズキ目								
Terapontidae	シマイサキ科								
3 Terapon theraps	ヒメコトヒキ	10	Yg	8		*			
Labracoglossidae	タカベ科								
4 Labracoglossa argentiventris	タカベ	15	Yg	10				*	
Carangidae	アジ科								
5 Elagatis bipinnulata	ツムブリ	15-45	Yg	6-11	*	*	*	*	*
6 Naucrates ducter	ブリモドキ	12-25	Yg	5-8	*				*
7 Seriola quinqueradiata	ブリ	6-40	Yg	6-8		*		*	
8 Seriola lalandi	ヒラマサ	25-45	Yg	7-11			*	*	*
9 Seriola dumerili	カンバチ	15-40	Yg	7-10	*	*	*	*	*
10 Seriola rivoliana	ヒレナガカンバチ	18-35	Yg	7-10		*	*	*	*
11 Trachurus japonicus	マアジ	3-4	Ju	6					*
12 Decapterus maruadsi	マルアジ	25	Ad	7				*	
13 Decapterus sp.	ムロアジ属の1種	10	Yg	6				*	*
14 Caranx sexfasciatus	ギンガメアジ	8-22	Ju-Yg	8-10	*	*	*	*	*
15 Uraspis helvola	オキアジ	20-30	Yg	8-10	*	*			
16 Pseudocaranx dentex	シマアジ	10	Yg	7			*		
17 Kaiwarinus equula	カイワリ	6-10	Ju-Yg	6-8		*		*	*
Coryphaenidae	シイラ科								
18 Coryphaena hippurus	シイラ	40-120	Yg-Ad	6-11	*	*	*	*	*
Lobotidae	マツダイ科								
19 Lobotes surinamensis	マツダイ	45	Ad	8		*			
Girellidae	メジナ科								
20 Girella punctata	メジナ	3-18	Yg	5-8				*	*
21 Girella melanichthys	クロメジナ	5-18	Yg	8-11	*	*		*	*
22 Girella sp.	メジナ属の1種	2	Ju	6					*
Kyphosidae	イスズミ科								
23 Kyphosus vaigiensis	イスズミ	8-30	Yg	6-11	*	*	*	*	*
24 Kyphosus cinerascens	テンジクイサキ	8-25	Yg	6-11	*	*	*	*	*
Ephippidae	スダレダイ科								
25 Platax teira	ツバメウオ	8-12	Yg	8,11		*			*
Oplegnathidae	イシダイ科								
26 Oplegnathus fasciatus	イシダイ	5-17	Yg	6-11	*	*	*	*	*
27 Oplegnathus punctatus	イシガキダイ	5-20	Yg	7-10	*	*		*	*
Pomacentridae	スズメダイ科								
28 Abudedefduf vaigiensis	オヤビッチャ	3-8	Ju-Yg	6-11	*	*	*	*	*
Mugilidae	ボラ科								
29 Mugil cephalus	ボラ	23	Yg	11					*
Blenniidae	イソギンボ科								
30 Parablennius yatabei	イソギンボ	5-8	Yg-Ad	5-11		*	*		*
31 Petrosicirtes breviceps	ニジギンボ	5-8	Yg-Ad	8-10		*		*	
Scombridae	サバ科								
32 Thunnus thynnus	クロマグロ	40-45	Yg	11					*
33 Thunnus albacares	キハダ	45	Yg	8		*			
34 Acanthocybium solandri	カマスサワラ	35	Yg	8					*
Centrolophidae	イボダイ科								
35 Hyperoglyphe japonica	メダイ	20-30	Yg	6-9		*		*	*
Nomeidae	エボシダイ科								
36 Psenes cyanophrys	スジハナピラウオ	3-25	Ju-Yg	5-8	*	*		*	*
Tetraodontiformes	フグ目								
Balistidae	モンガラカワハギ科								
37 Canthidermis maculata	アミモンガラ	5-10	Yg	8-9	*	*			
Monacanthidae	カワハギ科								
38 Aluterus monoceros	ウスバハギ	13-40	Ya	8-10	*	*	*	*	*
39 Aluterus scriptus	ソウシハギ	12-20	Ya	8		*	*	*	*
40 Thamnaconus modestus	ウマツラハギ	3-15	Ju-Ya	5-8	*	*	*	*	*
41 Stephanolepis cirrhifer	カワハギ	3-12	Ju-Yg	6-11	*	*		*	
Tetraodontidae	フグ科								
42 Arothron firmamentus	ホシフグ	15	Ya	8			*		

相模湾の大型・小型パヤオにおける出現種数 S , Shannon-Wiener の情報量指数 H および均等性要素多様度 J の時系列変化を Fig.3 に示した。

これから明らかなように、両パヤオにおける種数の変化は7～9月をピークとするおおむね単峰型を示し、春季から夏季にかけての立ち上がりは急であるが秋季には緩やかな減少を示した。

情報量指数 H で示される多様性の評価は、6～7月にかけて急激に立ち上がってピークに達した後、緩やかに低下する種数と類似した傾向の変化を示したが、その傾向はより顕著に現われた。両パヤオの変動傾向は、特に'95年の多様度指数 H で非常によく一致した。また、'96年6月は種数が多いにもかかわらず多様度指数は低かった。また、均等性要素多様度 J も多様度指数とほぼ同様の変動傾向を示した。

各種の出現状況

相模湾に設置された大型・小型パヤオで、1989年7月から'96年11月までの延べ45回の潜水目視調査によって20科42種の魚類が確認された。出現した種の全長範囲、生活段階、出現月および出現した年をTable 4に示した。

以下に種ごとに出現期間・頻度、パヤオに対する行動等の観察事象を述べる。

1 マイワシ：'96年11月の2度の調査で鱗が剥げて衰弱した全長22cm(推定、以下同じ)の成魚が確認された。しかし、これらは当時パヤオで行われていたクロマグロ釣りに用いられた生き餌であると判断されたため、考察では記録から除外した。

2 メバル：'96年6月に数100個体の稚魚の群れが大型・小型パヤオに現れた。パヤオへの滞留期間は短い、'95年7～8月に大型パヤオに未成魚1個体が滞留した。パヤオへの接触度は大変強い。

3 ヒメコトヒキ(P1.4-5)：'90年8月に全長10cmの小型未成魚が3個体現れた。本県沿岸域における出現は稀で、幼期は流れ藻に随伴する。

4 タカベ：'95年10月に1個体が現れたのみ。

5 ツムブリ(P1.1-1)：全てのパヤオで毎年初夏から晩秋まで長期間出現した。出現初期には全長10cm台の個体が少数みられ、8月以降個体数が増え全長30cm台となり、11月には数は激減するが最大全長45cmに達する個体もみられる。ほぼ同時期に発生したコホートが現れたと考えられる。礁体の周囲20m以内を活発に遊泳し、観察者に随伴する。

6 ブリモドキ(P1.1-2)：小型未成魚が初夏から盛夏までの調査前半期に確認された。出現頻度は多くなく、'89、'90、'96年にそれぞれ1個体が短期間現れた。遊泳層は水深5mまでで礁体近傍から視程外までの広い範囲を遊

泳する。

7 ブリ(P1.1-3)：全長6～10cm前半の小型未成魚が8月までの調査前半期に、多くは数10個体の群れで現れた。成長初期の短期間パヤオに出現するが、'96年9月末に例外的に全長40cmの未成魚が現れた。礁体への接近度は小型魚ほど強く、小型未成魚は礁体近傍から離れない。

8 ヒラマサ(P1.1-4,5)：出現頻度は多くないが長期間滞留し、同一体長で比較するとブリより礁体への接近度が強い。'96年6月に大型パヤオに現れた全長25cmの未成魚7個体のうち1個体は11月まで滞留し全長45cmまで成長した。これらは傷等により個体識別されていたが、うち1個体を8月の釣獲試験で採捕した(P1.1-5)。

9 カンパチ(P1.1-6)：ほぼ毎年確認されたが個体数は少ない。数個体の小群で現れることが多く、滞留期間はブリとヒラマサの中間程度と考えられる。

10 ヒレナガカンパチ(P1.1-7,8)：出現頻度、個体数ともカンパチより少ないが長期間滞留し、礁体への接近度は同属4種の中で最も高い。相模湾における文献記録は1例のみだが(山田・工藤 1997²⁴)、過去のカンパチの記録に本種が混同されている可能性が高い。

11 マアジ(P1.2-1)：'96年6月に体長4cm未満、1,000個体台の群れが2ヶ所のパヤオに現れた。礁体のごく近くを遊泳した。

12 マルアジ(P1.2-2)：'95年7月に成魚に近い大きさのもの3個体が小型パヤオに出現した。遊泳水深は10m前後でメダイの群れに混泳していた。

13 ムロアジ属の1種：'95、'96年に1回ずつ出現したが、目視による種レベルの同定は困難であった。

14 ギンガメアジ(P1.2-3)：'89～'91年には未成魚が比較的普通に出現していたが、'95年以降は確認されていない。出現時期は8～10月の調査後半期に限られた。礁体から5m以内の表層を遊泳した。

15 オキアジ(P1.2-4)：出現状況は前種と類似し、'89、'90年の8～10月に未成魚が現れた。礁体からあまり離れず、遊泳水深は5m前後とやや深い。

16 シマアジ：'91年7月に体長7cmの小型未成魚10数個体の群れが現れたのみ。

17 カイワリ(P1.2-5)：6～8月に体長10cm未満の生活段階初期の個体が出現した。礁体に接するように遊泳する。

18 シイラ(P1.2-6,7)：毎年全てのパヤオで確認され、出現期間も6～11月と長期に及んだ。全長90cm以上の大型魚は主に8月までに現れたが、同様の現象は土佐湾でもみられ(坂本・谷口, 1993²⁰)、若齢魚と高齢魚で回遊パターンが異なることが示唆される。また、全長45cm未満の小形魚が長期間現れたが、発生時期が異なる複数のコホートが順次パヤオの群集に加入すると考えられ

た。礁体のごく近傍を除く水深5m以浅を広く遊泳する。

19 マツダイ：'90年8月に成魚1個体が確認された。成魚が漂流物から見い出されることは稀である。

20 メジナ：出現頻度、個体数ともに少ないが滞留期間は5~8月と比較的長く、全長は3~18cmと幅広い。'96年5月には全長15cmの比較的大きな個体が確認されたが、この個体は後述するイソギンポとともにパヤオで越冬した可能性がある。

21 クロメジナ：出現頻度・個体数は前種より多いが、相模湾の流れ藻から採集された記録はない（広崎1963³）。出現期間は8~11月と調査後半期に限られた。

22 メジナ属の1種：'96年6月に全長2cmの稚魚数100個体の群れが大型パヤオに出現したが、この成長段階ではメジナかクロメジナか判別できなかった。

23 イスズミ (P1.3-1)：毎年全てのパヤオで確認され、出現期間は6~11月に及ぶ。出現初期は全長10cm未満で個体数も少ないが、月ごとに成長し個体数が増す。11月にも多数が滞留するが、冬季にはパヤオから散逸するようで、調査を再開する翌年5月に姿はない。近縁のノトイスズミ *Kyphosus bigibbus* が混同されている可能性があるが、両種を水中で区別することができなかったため、次種テンジクイサキ以外は全て本種とした。

24 テンジクイサキ：出現状況は前種と全く同様で、前種と混成群をつくり礁体の周囲10m以内を遊泳する。個体数は前種より少ない。

25 ツバメウオ (P1.3-2)：'90年8月と'96年11月に小型未成魚2個体づつが出現した。宮古島沖パヤオでも確認されており、パヤオでは稀ではないと考えられる。

26 イシダイ (P1.3-3)：毎年全てのパヤオで確認され、出現期間は6~11月に及ぶ。出現初期は全長5cmで月ごとに成長し数を増す。11月時点でかなりの個体が滞留するが越冬はせず、最大全長は17cmまでである。礁体への接触度は強い。

27 イシガキダイ (P1.3-4)：前種と似た出現状況とともに混成群をつくるが個体数は少なく、本種が出現しないパヤオがあった。出現期間は7~10月と前種より短い成長は早く、最大全長は20cmであった。

28 オヤビッチャ：毎年全てのパヤオで確認され、出現期間は6~11月に及ぶ。全長3cm未満の個体が長期間現れることから、複数のコホートの加入が考えられる。

29 ボラ：'96年11月に全長23cmの未成魚1個体が確認されたのみ。

30 イソギンポ：5~11月の長期間にわたって出現する。遊泳力は弱いだが、パヤオに付着したムラサキイガイ群集の間隙に定位するため、長期の滞留が可能なようで、パヤオで産卵する可能性がある。

31 ニジギンポ：'90、'95年の8~10月に出現した。前種とともに主に成魚が現れた。

32 クロマグロ (P1.3-5)：'96年11月11日に全長40cm台の未成魚100個体以上が大型パヤオに出現した。当日はパヤオに7隻の漁船等が密集して作業を行っていたが、水深20~30mに本種の魚探影像を認め潜水した。観察者に対し神経質で、群れは数分間で視界から消えた。同月29日には大型パヤオに11隻の漁船・遊漁船が密集して本種を釣獲しており、魚探影像を確認したうえ潜水したが本種を確認できなかった。大型パヤオへの集集は'95年10月の釣獲試験で確認されていたが、潜水調査による確認は1年以上遅れた。

33 キハダ：'90年8月に全長45cmの未成魚50個体以上の群れが出現したが、前種同様数分間で視界から姿を消した。クロマグロの相模湾への来遊期間は9~12月だが、本種は一足早い8、9月に来遊し、滞留期間は短い。礁体への接近度は前種よりやや弱いようである。

34 カマスサワラ (P1.3-6)：'96年8月に小型パヤオに体長35cmの小型未成魚が3個体現れたのみ。礁体から10m以上離れた水深3m付近を遊泳していた。

35 メダイ (P1.3-7,8)：'95、'96年の6~9月に数10個体の未成魚の群れが出現した。出現初期の全長は20cm未満であったが、30cmまで成長した。礁体の周囲5m以内を遊泳し、礁体から係留系に沿って水面直下から水深20m以深まで活発な上下移動がみられた。

36 スジハナビラウオ (P1.4-1,2)：ほぼ毎年現れるが個体数は非常に少ない。通常は6~8月に全長10cm台のものが現れるが、'96年5月に体長2cmの稚魚が小型パヤオで確認・採集された。

37 アミモンガラ：'89、'90年の8~9月には比較的普通に現れていたが、それ以降は確認されていない。パヤオへの接触度は強い。

38 ウスバハギ (P1.4-2)：毎年確認されるが出現頻度は多くない。数個体の群れで現れることが多いが、'90年には60個体の群れが現れた。遊泳水深は広く、系留ロープを中心に集集することが多い。

39 ソウシハギ (P1.4-3)：'90、'91、'95年の8月に全長10cm台のものが出現した。礁体への接触度は強い。

40 ウマヅラハギ (P1.2-5)：毎年出現するが個体数は少ない。次種カワハギと共に全長3cm台の稚魚から出現するが、9月以降は姿を消し最大全長は15cmまで。

41 カワハギ：前種と同様に稚魚から出現し混群をつくる。滞留期間は前種より長く11月までみられる。

42 ホシフグ (P1.4-6)：'91年8月に全長15cmの未成魚6個体が現れたのみ。

クラスター分析

同一海域内における規模・形状が異なるパヤオや、同型で調査年や設置海域が異なるパヤオの魚類群集の差異

Table 5 Number of individuals / 1 dive observed each payao, calculated Shannon - Wiener function (H') and evenness component diversity (J') in which used cluster analysis.

表5 パヤオ間のクラスター分析に用いた試料 調査 1 回あたりで観察された種別個体数と順位, 種多様度 H' , 均等性要素多様度 J'

Ls: Large payao (Jul'96)		Ls: Large payao (Aug'95)		Sf: Small payao (Aug'96)		Sn: Small payao (Aug'95)		Sf: Small payao (Aug'90)		Sm: Miyakojima I. (Mar'96)	
Rank	Species Ind.	Rank	Species Ind.	Rank	Species Ind.	Rank	Species Ind.	Rank	Species Ind.	Rank	Species Ind.
1	P. yatabei 30	1	H. japonica 40	1	C. hippurus 50	1	C. hippurus 40	1	A. monoseros 60	1	K. pelamis 1000
2	C. hippurus 20	2	O. fasciatus 30	2	K. vaigiensis 30	2	O. fasciatus 30	2	E. bipinnulata 30	2	T. albacares 500
3	O. fasciatus 20	3	C. hippurus 20	3	E. bipinnulata 10	3	P. breviceps 30	3	O. fasciatus 30	3	C. maculata 200
4	K. vaigiensis 15	4	K. vaigiensis 10	4	O. fasciatus 10	4	H. japonica 20	4	A. vaigiensis 30	4	Kyphosus Sp. 100
5	A. vaigiensis 10	5	O. punctatus 10	5	A. vaigiensis 10	5	S. quinquerediata 10	5	S. cirrhifer 30	5	E. bipinnulata 100
6	S. lalandi 7	6	A. vaigiensis 5	6	S. dumerili 7	6	K. cineracens 10	6	U. helvola 20	6	G. bilineatus? 20
7	O. punctatus 3	7	G. punctata 2	7	A. monoseros 7	7	O. punctatus 10	7	C. sexfasciatus 20	7	K. cineracens 10
8	G. punctata 2	8	S. inermis 1	8	A. solandri 3	8	A. vaigiensis 5	8	K. vaigiensis 20	8	C. hippurus 10
9	S. dumerili 1	9	S. rivoliana 1	9	K. cineracens 2	9	K. equula 1	9	O. punctatus 10	9	P. teira 3
10	S. rivoliana 1	10	T. modestus 1	10	P. cyanophrys 1	10	G. punctata 1	10	P. breviceps 10		
							P. cyanophrys 1		11 C. maculata 8		
							S. cirrhifer 1		12 C. hippurus 5		
							T. modestus 1		12 P. cyanophrys 5		
							A. scriptus 1		12 A. scriptus 5		
									15 T. theraps 3		
									16 P. teira 1		
H'	2.77	2.52	2.61	2.91	3.53	1.94					
J'	0.47	0.36	0.37	0.40	0.43	0.18					

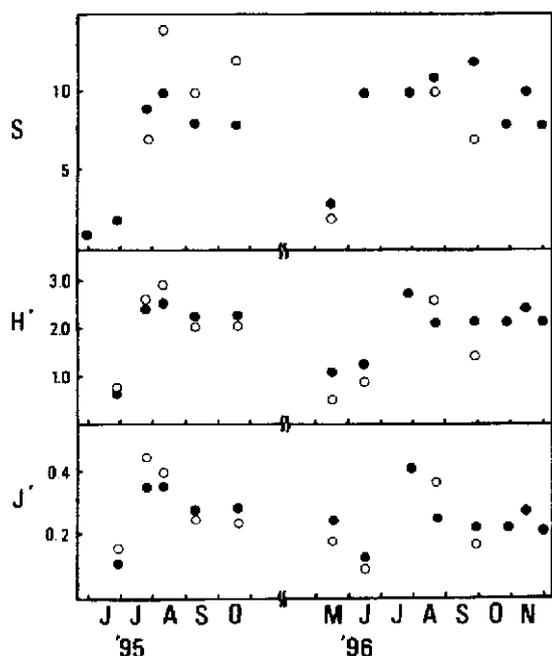


Fig.3 Plots of number of species (S), Shannon - Wiener function (H') and evenness component diversity (J') with month. Solid circles indicate large payao's data, open circles those of small payao.

図3 種数, 種多様度 H' および均等性要素多様度 J' の経月変化
黒丸は大型パヤオ, 白丸は小型パヤオの値を示す

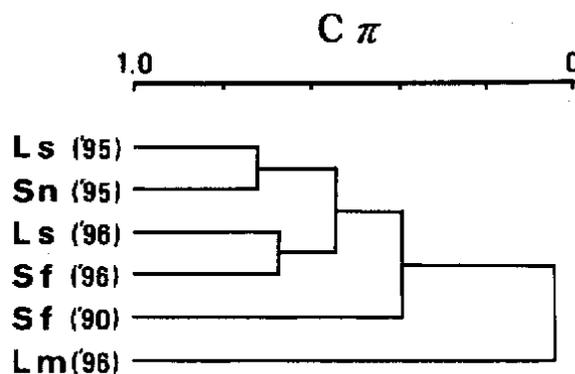


Fig.4 Dendrogram of relationship among 6 payaos. Similarity is measured with C based on number of individuals. This clustering strategy is single linkage method. Locations and constructions of each payao are shown in Fig.1,2.

図4 個体数からみたパヤオの魚類群集間の C にもとづく類似関係を示すデンドログラム。
単純連結法を用いたクラスター分析による Ls , Sn 等各パヤオの設置位置と構造は Fig.1,2 に示す。
を知るため, 規模・形状, 調査年および設置海域が異なる

るパヤオにおける1回あたりの潜水調査で確認された魚類群集の種組成の類似関係をクラスター分析により解析した。

解析に用いた試料を個体数の多い種から順に順位づけして種多様度Hと均等性要素多様度JとともにTable 5に示した。同一年、同一海域内における規模・形状の違いは'95年と'96年それぞれの大型・小型パヤオ間で比較できる。また、同一規模・形状における調査年の違いは大型パヤオと小型パヤオそれぞれの'95・'96年間で比較できるが、厳密には兩年の小型パヤオの形状は異なるため、'90年の小型パヤオの試料を加えた。そして、同一規模・形状における設置海域の違いは、相模湾と宮古島の大型パヤオ間で比較される。同年内に複数の試料を有する相模湾のパヤオについては、年内で最も種多様度Hが高いものを解析に用いた。その結果、'96年の大型パヤオで7月のデータが採用された以外は全て8月のデータが採用された。

個体数からみた各パヤオ間の種組成の類似関係をFig.4のデンドログラムに示す。これによると、大きくみて相模湾のパヤオ群が1つのクラスターを形成し、0.04の著しく低い類似度で宮古島大型パヤオと分別される。相模湾のクラスターは、'96・'95年の同一調査年どうしが類似度0.7前後の似た水準で連結したうえ、類似度0.39の水準で小型パヤオ'90年に連結する構造になっている。

考 察

種多様性

今回用いた潜水目視観察という調査手法に関しては、観察者の存在が魚類の蛸集状況に影響を与えないかという疑問がとかく投げかけられる。確かに、パヤオに蛸集する魚類の観察者に対する反応は、多くのアジ科魚類のように鷹揚なものから、サバ科魚類のように神経質なまでのまで様々である。実際、相模湾のパヤオではカツオ・マグロ類をはじめ多くのサバ科魚類が漁獲されているにもかかわらず、潜水調査ではクロマグロ、キハダ、カマスワラが各1回づつ観察されたのみでカツオに至っては未記録である。サバ科魚類は観察者の接近をいち早く察知し、観察者の視程外に逃避するのであろう。このような調査手法によるスクリーニングは、各パヤオとも同等にかかっていると考えられるため、同一調査手法による試料比較の際には影響を考慮する必要はないだろう。

また、近年の生態学研究では種多様性(biodiversity)がキーワードとして注目されている。ここでは主に種多様性の観点にもとづいて観察結果を評価し、各パヤオの群集比較から種多様性を変化させる要因の抽出を試みた。

パヤオの魚類群集は明瞭な季節変動を示し、夏季に向かって急速に種多様度Hが増し、冬季に蛸集魚が散逸して崩壊すると考えられる。今回は冬季に調査を実施し

なかったので群集崩壊の過程を直接確かめることができなかったが、春季には前年秋季に蛸集していた種がほとんどみられなくなることから季節依存的な種多様度の変動が類推される。パヤオに蛸集する魚類の多くは暖海性の回遊魚で、相模湾を含む本州中部太平洋岸には高水温期に来遊するので、種多様性の季節変動は水温に支配されることが推察される。実際に大型パヤオでは、水温が20を超える6月以降に種多様度が高水準となった(Table 1, Fig.3)。

種多様度のピーク時の調査年、規模・形状等が異なるパヤオの魚類群集の類似関係を比較したところ(Fig.4)、類似性は相模湾における同一年どうしの規模・形状が異なるパヤオ間で最も高く、同型の相模湾と宮古島のパヤオ間で最も低かった。つまり、種多様性を変化させる要因としては、規模・形状の違いが最小であり、設置海域の違いが最大であると考えられた。同型のパヤオにおける調査年による違いは両者の中間と判断されるが、その水準は年によりかなり変動する。

8月の小型パヤオの魚類群集の種多様度は、'95, '96, '90年の順に高い(Table 5)。この時期の黒潮流軸の位置を海洋速報(海上保安庁水路部, 1990⁹); 1995⁹); 1996¹⁰)からトレースしたところ(Fig.5)、黒潮流軸は'95, '96, '90年の順に相模湾に接近しており、その順位は魚類群集の種多様度の高さとも一致した。相模湾のパヤオの魚類群集の種多様性は黒潮の影響を強く受け、黒潮が相模湾に接近するほど種多様性は高まるものと推定される。

これらの結果から次のような結論が導き出される。すなわち種多様性の視点からは、パヤオの規模・形状の違いが蛸集する魚類に与える影響は軽微であり、設置位置

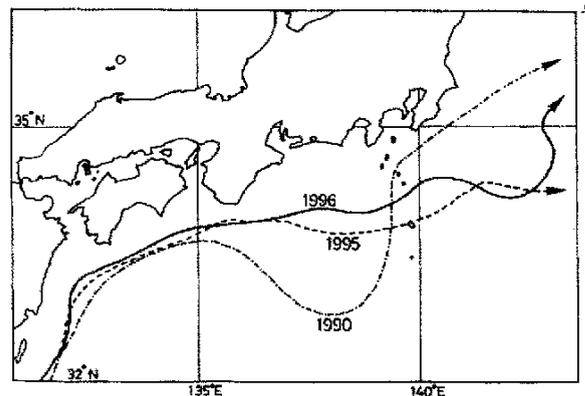


Fig.5 Patterns of central axis of Kuroshio along the central Japan in latter July, 1990, 1995 and 1996.

図5 各調査年の7月後半期における黒潮流軸の位置や海況の年変動による影響はより大きいものと考えられ

る。

しかし、種多様性は最良の評価基準になり得るとは限らない。今回用いた Shannon-Wiener 関数の H' は多様性の 2 要素、つまり種数の豊富さの程度と、個々の種がどんな割合で個体数を分け合っているかを示す均等性を総合して評価する指数である。したがって、2 要素それぞれが多様性指数にどれ程の影響を及ぼしているのかは不明である。そこで均等性要素多様度 J' を計算し、多様性指数との相関をみたところ、両者は相関係数 $r = 0.859$ の相関を示し (Fig. 6)、種多様性は均等性から大きな影響を受けていることが分かった。例えば、宮古島パヤオの種多様度 H' が、Table 5 に示すように相模湾の各パヤオ ($H' = 2.52 \sim 3.53$) に比べてかなり低い ($H' = 1.94$) のは、カツオ 1,000 個体とキハダ 500 個体の出現によって均等性が著しく低下したためと判断される。同様な現象は、マアジとメバル稚魚の大群が出現した '96 年 6 月にもみられた (Fig. 3)。

水産業の見地からは漁獲対象となる大型魚類が蝸集するパヤオがより高く評価されるべきで、宮古島のパヤオの種多様度 H' が低いことをもって魚礁としての評価を低くみることはできない。これは、今回用いた解析手法に個体の大きさが反映されていない、つまり、全長 5 cm にも満たないオヤビッチャと全長 50 cm のキハダが試料上で対等に扱われてしまう数値処理によって生じる問題である。水産研究の立場からは重量ベースの解析法が望まれるが、潜水観察から重量のデータを得ることは現時点では不可能である。これは、今後解決しなければならない問題であるが、立体写真撮影などの手法の導入によ

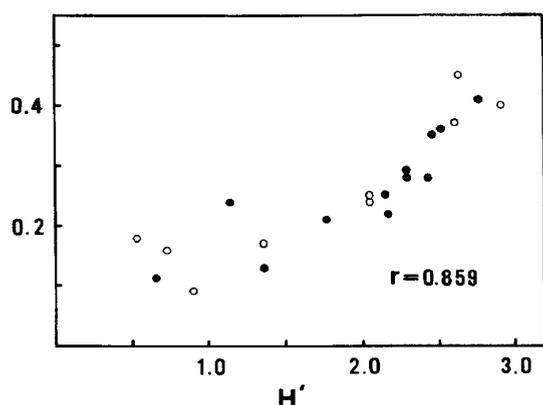


Fig. 6 Relationship between Shannon - Wiener function (H') and evenness component diversity (J'). Solid circles indicate large payao's data, open circles those of small payao.

図 6 種多様度 H' および均等性要素多様度 J' の相関関係
黒丸は大型パヤオ、白丸は小型パヤオの値を示す
り蝸集魚類の重量換算を可能にしたいと考えている。

魚類の生活型の分類

GOODING・MAGNUSON(1967¹¹)は、ハワイ沖を漂流する筏に蝸集する魚類を潜水観察し、筏に対する反応と接触の有無から、transient (通過者), visitor (訪問者), resident (居住者) の 3 型に分類した。井田 (1986⁶) は、この 3 型を認めただうえで、resident はさらに obligatory (強制的) と non obligatory (非強制的) に分類できることを述べている。すなわち、ヨウジウオ *Syngnathus schlegelii*, メバル, ギンポ *Phoris nebulosa* など沿岸藻場を主要な生活域とする魚類が、その基盤である藻が流失することで受動的に漂流物の群集の成員となるもので、これら魚類は漂流物に頻繁に出現するが、本来は全生活史を沿岸藻場で完結するものである。一方、より能動的に漂流物の群集の成員になるものが non obligatory resident で、その生活史の一部あるいは全てを漂流物の群集の一員として過ごす種である。その生活段階の個体を漂流物以外の場では観察できないか又は観察が極めて困難であるもので、テンジクイサキ, プリ, ハナオコゼ *Histrio histrio* など代表される。

蝸集魚に対するパヤオの機能を考察するうえで、上記のような観点から蝸集魚の生活型を分類することは有効であると考えられた。そこで、今回相模湾のパヤオで観察された 41 種 (マイワシを除く) について、出現状況およびパヤオに対する行動から GOODING・MAGNUSON (1967¹¹), 井田 (1986⁶), 千田 (1965²³) 等を参考に上記生活型 4 区分へあてはめたところ、次のように分類された。

1 non obligatory resident 能動的居住者

ツムブリ, プリモドキ, プリ, ヒラマサ, カンパチ, ヒレナガカンパチ, マアジ, マルアジ, ムロアジ属の 1 種, ギンガメアジ, オキアジ, シマアジ, カイワリ, シイラ, マツダイ, イズズミ, テンジクイサキ, ツバメウオ, イシダイ, イシガキダイ, オヤビッチャ, クロマグロ, キハダ, カマスサワラ, メダイ, スジハナヒラウオ, アミモンガラ, ウスパハギ, ソウシハギ

2 obligatory resident 受動的居住者

メバル, ヒメコトヒキ, メジナ, クロメジナ, メジナ属の 1 種, イソギンポ, ニジギンポ, ウマヅラハギ, カワハギ

3 visitor 訪問者

タカベ, ホシフグ

4 transient 通過者

ボラ

井田 (1986⁶) は、この 4 生活型の区分を用いて流れ藻に蝸集する魚類群集を解析し、千田 (1965²³) が日本周辺の流れ藻から得た 99 種を、能動的居住者 34 種、受動的居住者 24 種、訪問者 17 種、通過者 24 種に区分した。

これを今回の区分と比較したところ (Table 6), 流れ藻とパヤオの魚類群集では各生活型に属する種の配分に大きな差がみられた。すなわち流れ藻の群集では、最も高い割合を占めた能動的居住者は 34.4%, 最も低い割合の訪問者は 17.2% で、両者の差は少なく、各生活型への配分が比較的均等であったのに対し、パヤオの群集では能動的居住者が圧倒的多数の 70.7% を占めた。

Table 6 Number of species in each behavior categories which observed around a payao (this study) and the pelagic algae (IDA 1986⁶⁾) in Sagami Bay.

表 6 相模湾のパヤオと流れ藻から記録された種の生活型ごとの種数と割合
流れ藻の資料は井田 (1986⁶) による。

behavior category	payao	pelagic algae
	Number (%)	Number (%)
non obligatory resident	29 (70.7)	34 (34.4)
obligatory resident	9 (22.0)	24 (24.2)
Visitor	2 (4.9)	17 (17.2)
transient	1 (2.4)	24 (24.2)

流れ藻の群集は、能動的に漂流物の群集の成員となる能動的居住者だけでなく、主に沿岸域で生活するものも含む様々な生活型の魚類から構成されている。一方のパヤオの群集は、流れ藻の群集から多くの受動的居住者とほとんどの来訪者・通過者が欠落したものとみることができる。流れ藻は水とともに流れるため、遊泳力が乏しい種・発育段階のものや漂流物に随伴する習性が弱い種が受動的にその群集の構成員となることが可能だが、海底に係留されているパヤオでは、そこに生じる潮流を上回る遊泳力と強い漂流物に随伴する習性をそなえていないとその群集の構成員となり得ない。大型パヤオでは時おり 100 cm/sec を超える潮流が観測されることがあり、こうした強い流れの淘汰によって、能動的居住者が圧倒的多数を占める魚類群集が成立するものと推察される。

パヤオの保育機能

Table 4 に示したように、パヤオの魚類群集は主に若齢魚から構成されている。一方、相模湾の流れ藻から 29 科 56 種の魚類を採集した広崎 (1963³) は、採集個体のほとんどが仔稚魚であることを述べており、パヤオと流れ藻の魚類群集はともに若齢魚が大半を占めることで共通している。そこで、広崎 (1963³) が流れ藻から採集した種と今回のパヤオでの記録で共通する 19 種について、益田ほか (1984¹⁵) に記載された最大全長とそれぞれで記録された全長範囲を相対値で求めて比較した

(Fig.7)。これによると、ほとんどの種においてパヤオに出現したものは流れ藻で採集されたものより成長した個体であった。児島 (1960¹³) も日本海西部のシイラ漬漁業の漬木から採集された魚類は九州沿岸の流れ藻から採集されたものに比べて大型であることを述べており、これは各海域でみられる普遍的現象であると考えられる。

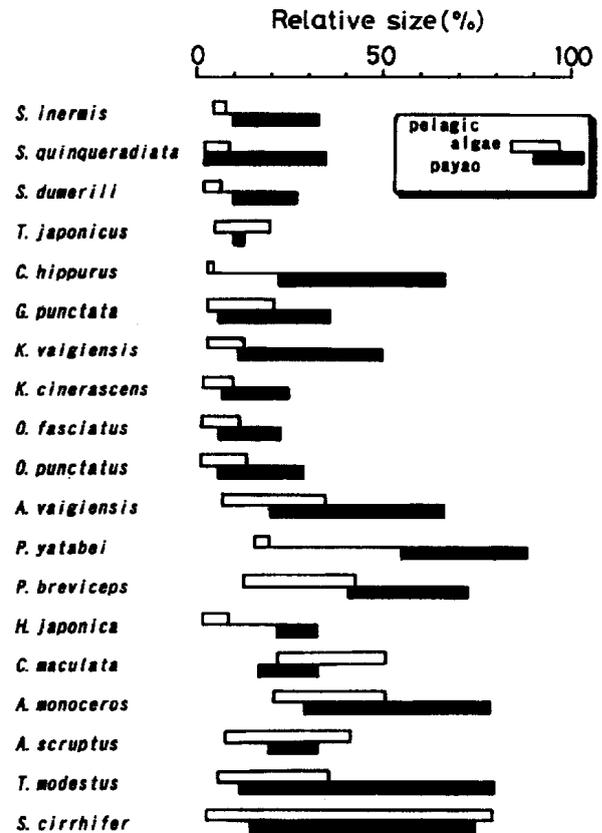


Fig.7 Range of relative size (TL) of fishes observed around pelagic algae (upper open bars) and a payao (under colored bars) in Sagami Bay.

Relative sizes were calculated from MASUDA (1984¹⁵), HIROSAKI (1963³) and this study.

表 7 相模湾の流れ藻とパヤオから記録された種の相対長範囲 (全長)
最大体長は益田他編 (1984¹⁵), 流れ藻の資料は広崎 (1963³) による

流れ藻が生活史のある時期を漂流物という場に依存する能動的居住者の保育場として重要な機能を有していることは論を待たず(千田 1965²³), 漂流物が特定の種や発育段階の魚に対してサンゴ礁や磯根に代わる機能を有するという説もある(HUNTBR・MITCHEL 1968⁵)。流れ藻を離れる体長に達した魚類が次の生活の場として利用するパヤオは, 流れ藻の機能を一部引き継ぐ保育場であると考えられないだろうか。

今回の調査では, 大型パヤオで2年続けてメダイの群れの滞留がみられたが, 釣獲試験や標本船調査および漁業者からの聞き取り調査の結果からはパヤオにおけるメダイの漁獲は無かった。潜水観察では, 同一群と思われるメダイは約3ヶ月の滞り期間中に体長で約1.5倍に成長し, ほとんど個体数は減らなかった。パヤオで外敵に襲われたり漁獲されることなく成長したメダイは9~10月に姿を消し, 成魚期の生息域である深海底付近へと生活の場を移したものと考えられる。このように, 流れ藻で生活した稚魚が成長に伴って流れ藻を離れ, 大洋へと生活圏を拡大する過程で, 摂餌や外敵からの逃避の場としてパヤオを利用する場合がある。少なくともメダイにとっては, パヤオが流れ藻の次に生活する第2の保育場として機能したと考えてよさそうだ。

パヤオ研究の今後の展望

初期のパヤオ研究における重要課題は, 耐久性のある浮体構造物と係留系の開発という工学的分野の問題であった。パヤオの流失は, 魚礁の消滅という直接的損害の他に, 漂流した礁体が定置網や養殖施設, 航行船舶に損害を与える危険も有するからである。本県においても1988年まではパヤオの構造に関する研究に力点が置かれていた(作中・今井 1989²²)。この工学的課題の解決には, 水産業界を核に工学, 土木などの異業種が連携したプロジェクトであるマリノフォーラム21が貢献し, 相模湾をはじめ現在各地に設置されている大型パヤオの開発をもって一応の技術的決着をみたとされている。

一方の生物学的な課題であるパヤオの蝟集機構や集魚効果についても, 様々な調査研究がなされている(小倉 1990¹⁷)。しかし, 依然として不明な点は数多く, 核心に迫る成果は筆者が知る限り出されていない。この問題に関し本県では, シイラの漁況変動に海況変動が与える影響に関する研究が行われたに過ぎない(工藤・岩田 1992¹⁴)。

古くから経験的に漂流物に魚が蝟集する現象が知られ, 日本のシイラ漁業やフィリピンのパヤオ漁業などの伝統的漁業が成立し, 現在のパヤオ利用漁業の普及定着へと発展した。しかし, その発展プロセスは多分に経験則に頼っており, 蝟集機構や集魚効果についての科学的検討の成果はほとんど寄与しなかったと言わざるを得ない。

なぜパヤオに魚が蝟集するのかという根源的問題は今後も解決できる見込みがないものと思われ, 新たな方向への研究の展開が望まれるところである。

そこで注目したいのがパヤオの生物保育機能に関する研究である。従来からパヤオの機能は, 沖合未利用水域における表層性回遊魚の漁場造成法としての視点から注目され, 検討されてきた(浜田 1983²)。しかし, 筆者らは今回の研究を通じて, パヤオには市場価値を有し, 直接漁獲対象となるカツオ, マグロ類, シイラなどの大型魚のほか, 特に相模湾においてはそれら大型魚をはるかに上回る種数・個体数の小型で幼若な魚類が蝟集し, むしろそれらが魚類群集の主要構成員であるとの結論を得た。それら若齢魚の中にはブリ, ヒラマサ, カンパチ, イシダイ, イシガキダイやメダイなどの水産上の重要種が多く, それらはパヤオに出現する生活段階での価値は乏しいが, 成長後は大きな市場価値を生む。しかし, パヤオがそれらの生残や成長にどれほどの貢献をしているのか現時点では全く不明である。したがって, パヤオの生物保育機能の解明は将来是非とも必要な研究であり, そこからパヤオ研究の新たな展開が見いだせるのではないだろうか。

謝 辞

相模湾のパヤオの調査では, 当研究所の荻野隆太技師並びに調査船『さがみ』の奥村弘之船長をはじめ乗組員の方々のご協力を頂いた。また宮古島沖の調査では, 沖縄県宮古支庁水産係の下地 驥係長と長嶺 巖主任技師, 第7美吉丸船長をはじめとする伊良部町漁業協同組合小型船主会会員の方々, (有)ニイ・ヨン・ノース代表取締役の渡満利将博氏のお世話になった。北里大学水産学部の井田 斉教授からは貴重な文献を, 南西海区水産研究所海外調査研究部の阪地英男氏からは有益な助言をいただいた。厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) GOODING R. M. ・ J.J.MAGNUSON (1969): Ecological significance of a drifting object to pelagic fishes, Pac.Sci., 21(4), 486-497.
- 2) 浜田英之 (1983): 高知県における浮魚礁・カツオ漬による漁場造成の経過と今後の展望, 南西海区ブロック会議第3回魚礁研究会報告, 31-37.
- 3) 広崎芳次 (1963): 流れ藻につく魚類の生態学的研究, 流れ藻及び魚類, 資源研叢報, 61, 77-84.
- 4) 堀川博史・通山正弘 (1985): 土佐湾の大陸棚および大陸斜面域における底生魚類相の水深別区分, 日水誌, 51(8), 1275-1280.

- 5) HUNTER J. R. ・ C. T. MITCHELL (1968): Association of fishes with flotsam in the offshore waters of Centrai America , Fish. Bull , 66(1), 13-29.
- 6) 井田 齊 (1986): 漂流物に随伴する幼稚魚, 海洋科学, 18(11), 693-698.
- 7) 伊藤嘉昭・山村則男・嶋田正和 (1992): 動物生態学, 蒼樹書房, 東京, 507pp.
- 8) 海上保安庁水路部 (1990): 海洋速報 15号, 4pp.
- 9) 海上保安庁水路部 (1995): 海洋速報 15号, 4pp.
- 10) 海上保安庁水路部 (1996): 海洋速報 15号, 4pp.
- 11) 上岡一兄 (1987): 高知県で実施した大型浮魚礁について, 南西海区ブロック会議第6回魚礁研究会報告, 1-8.
- 12) KIMOTO S (1967): Some quantitative analysis on the Chrysomelid fauna of Ryukyu Archipelago. Esakia , 6, 27-54.
- 13) 児島俊平 (1960): 日本海西部におけるシイラ漁況の研究 - , 日水誌, 26(4), 379-388.
- 14) 工藤孝浩・岩田静夫 (1992): 相模湾の浮魚礁におけるシイラ漁況と海況の関係, 1992年度水産海洋学会研究発表大会講演要旨集, 41-42.
- 15) 益田 一・尼丘邦夫・荒賀忠一・上野輝彌・吉野哲夫 (1984): 日本産魚類図鑑 (解説), 東海大学出版会, 東京, 448pp.
- 16) 中坊徹次編 (1993): 日本産魚類検索, 東海大学出版会, 東京, 1474pp.
- 17) 小倉通男 (1990): 人工魚礁と魚 - (7) 浮魚礁・表層式浮魚礁 - , 水産世界, 39(7), 29-39.
- 18) 沖縄県水産試験場 (1983): 中層浮魚礁設置試験報告書, 沖水試資料 No.74, 48pp.
- 19) ROMESBURG H. C. (1989): CLUSTER ANALYSIS FOR RESERCHERS, Robert E. Krieger Publishing Company, Inc. , Florida , 424pp. (西田英郎・佐藤嗣二訳『実例・クラスター分析』内田老鶴圃)
- 20) 坂本龍一・谷口順彦 (1993): 土佐湾の漬木つきシイラの胃内容物, 水産海洋研究, 57(2), 17-29.
- 21) 作中 宏 (1987): パヤオ利用漁業開発試験, 昭和61年度神水試業務概要, 6-5.
- 22) 作中 宏・今井正昭 (1989): 集魚技術実用化試験, 昭和63年度神水試業務概要, 5-6.
- 23) 千田哲資 (1965): 流れ藻の水産学的効用, 水産研究叢書, 13, 日本水産資源保護協会, 55pp.
- 24) 山田和彦・工藤孝浩 (1997): 神奈川県三崎魚市場に水揚げされた魚類 - , 神奈川自然誌資料, 18, 73-78.

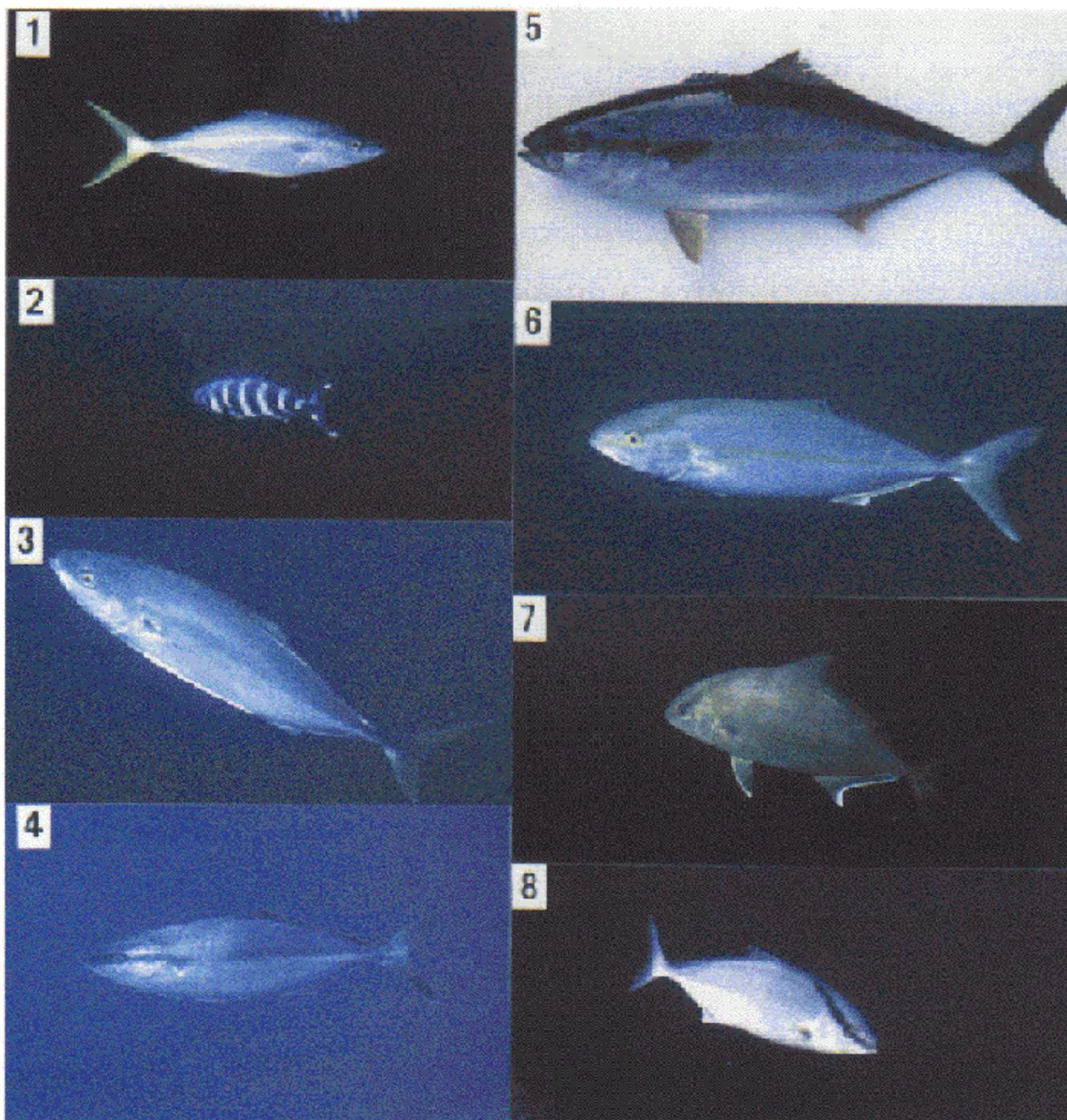


Plate 1	1	<i>Elagatis bipinnulate</i>	ツムブリ	Ls, Oct. 1995
図版 1	2	<i>Naucrates ducter</i>	ブリモドキ	Ls, Aug. 1996
	3	<i>Seriola quinqueradiata</i>	ブリ	Sf, Sep. 1996
	4	<i>Seriola lalandi</i>	ヒラマサ	Ls, Oct. 1996
	5	<i>Seriola lalandi</i>	ヒラマサ	Ls, 21 Aug. 1996
	6	<i>Seriola dumerili</i>	カンパチ	Sf, Sep. 1996
	7	<i>Seriola rivoliana</i>	ヒレナガカンパチ	Ls, Sep. 1995
	8	<i>Seriola rivoliana</i>	ヒレナガカンパチ	Ls, Aug. 1996

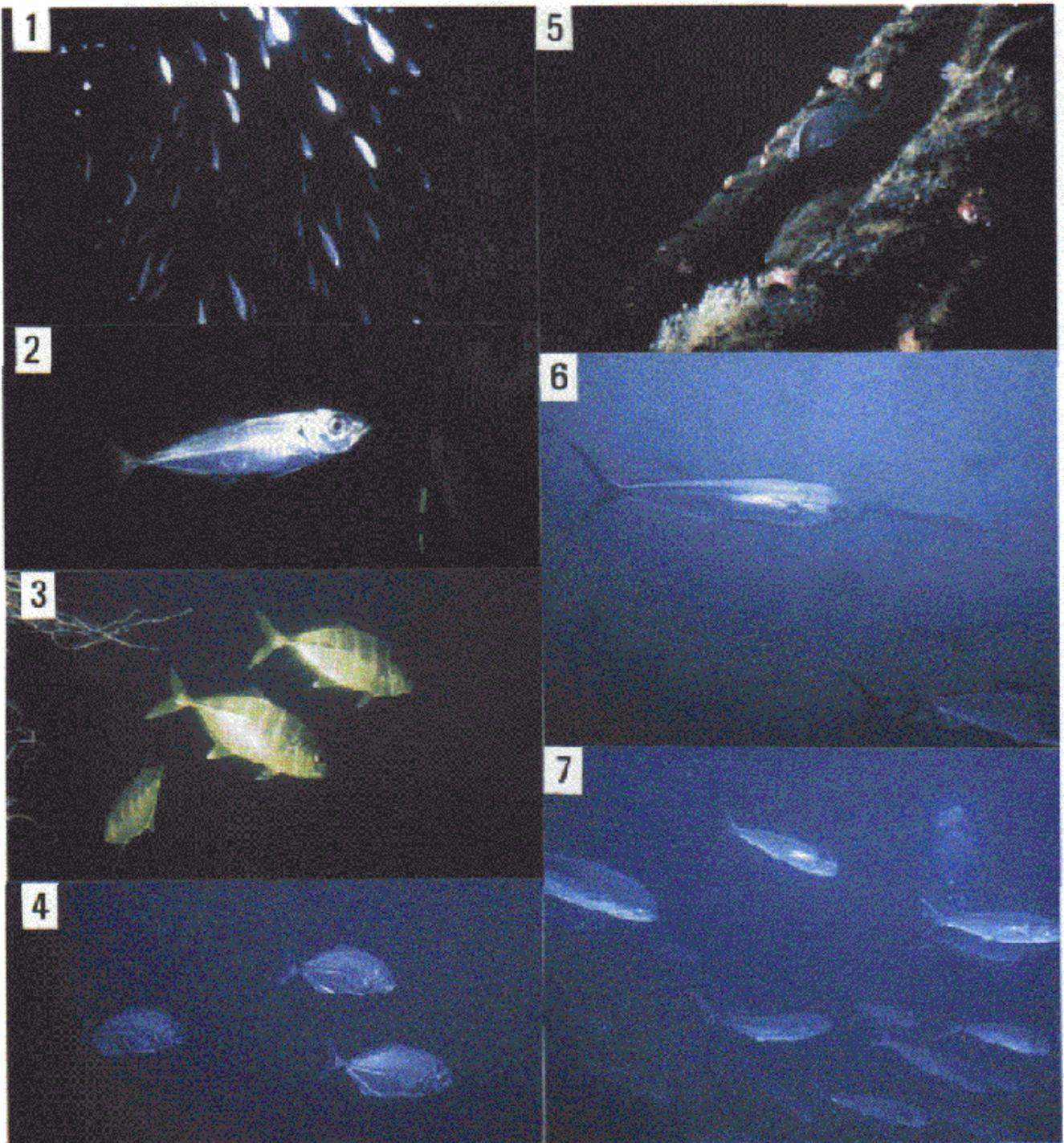


Plate 2	1	<i>Trachurus japonicus</i>	マアジ	Ls, June 1996
図版 2	2	<i>Decapterus maruadsi</i>	マルアジ	Sn, July 1995
	3	<i>Caranx sexfasciatus</i>	ギンガメアジ	Sf, Oct. 1990
	4	<i>Uraspis helvola</i>	オキアジ	Sf, Aug. 1991
	5	<i>Kaiwarinus equula</i>	カイワリ, <i>Thamnaconus modestus</i>	ウマズラハギ An, Aug. 1995
	6	<i>Coryphaena hippurus</i>	シイラ	Sf, Sep. 1991
	7	<i>Coryphaena hippurus</i>	シイラ	Ls, Aug. 1996

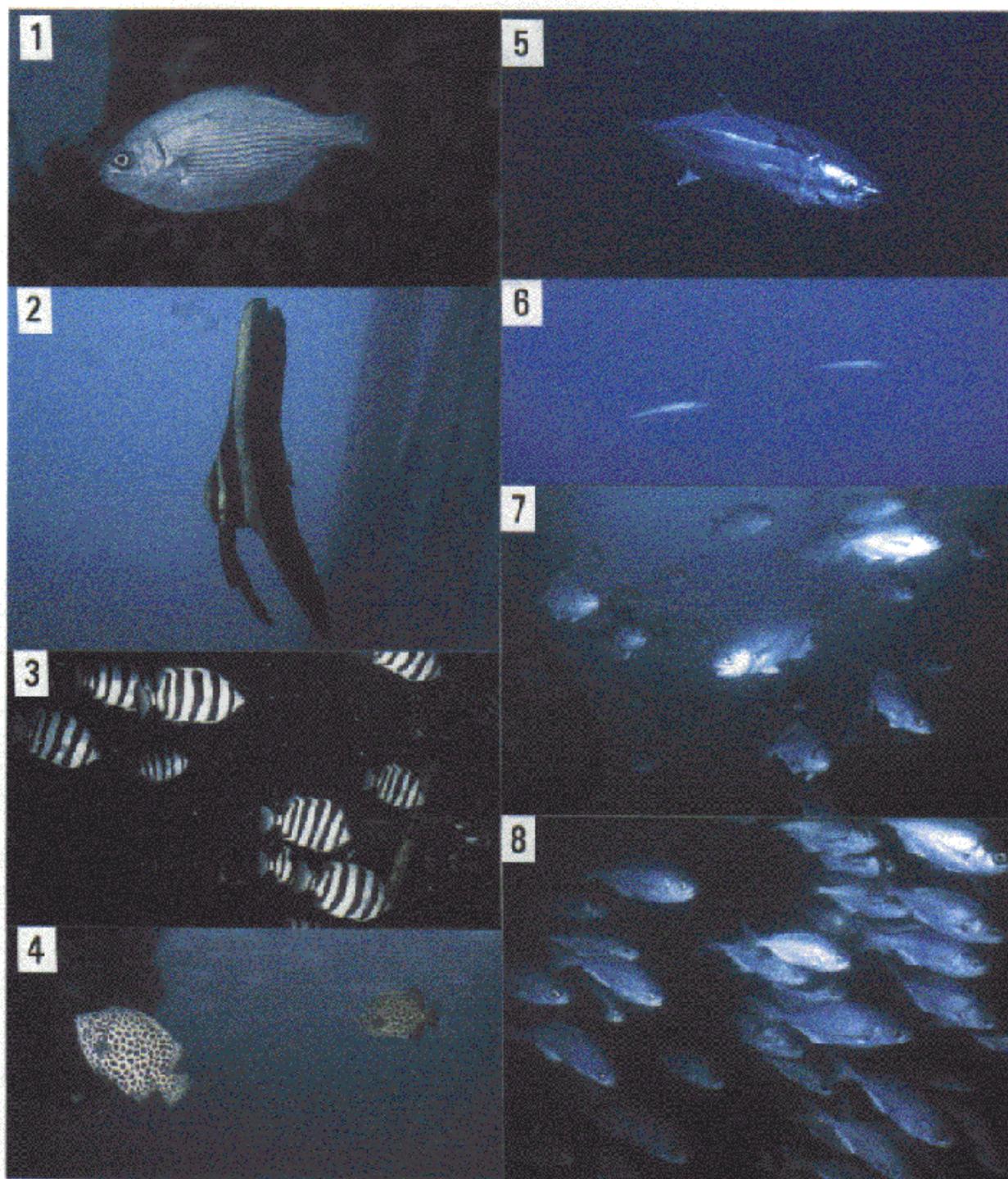


Plate 3	1	<i>Kyphosus vaigiensis</i>	イスズミ	Sf, Sep. 1996
図版 3	2	<i>Platax teira</i>	ツバメウオ	Sf, Aug. 1990
	3	<i>Oplegnathus fasciatus</i>	イシダイ	Sf, Oct. 1991
	4	<i>Oplegnathus punctatus</i>	イシガキダイ	Ls, July 1996
	5	<i>Thunnus thynnus</i>	クロマグロ	Ls, Nov. 1996
	6	<i>Acanthocybium solandri</i>	カマスサワラ	Sf, Aug. 1996
	7	<i>Hyperoglyphe japonica</i>	メダイ	Sn, July 1995
	8	<i>Hyperoglyphe japonica</i>	メダイ	Sn, July 1995

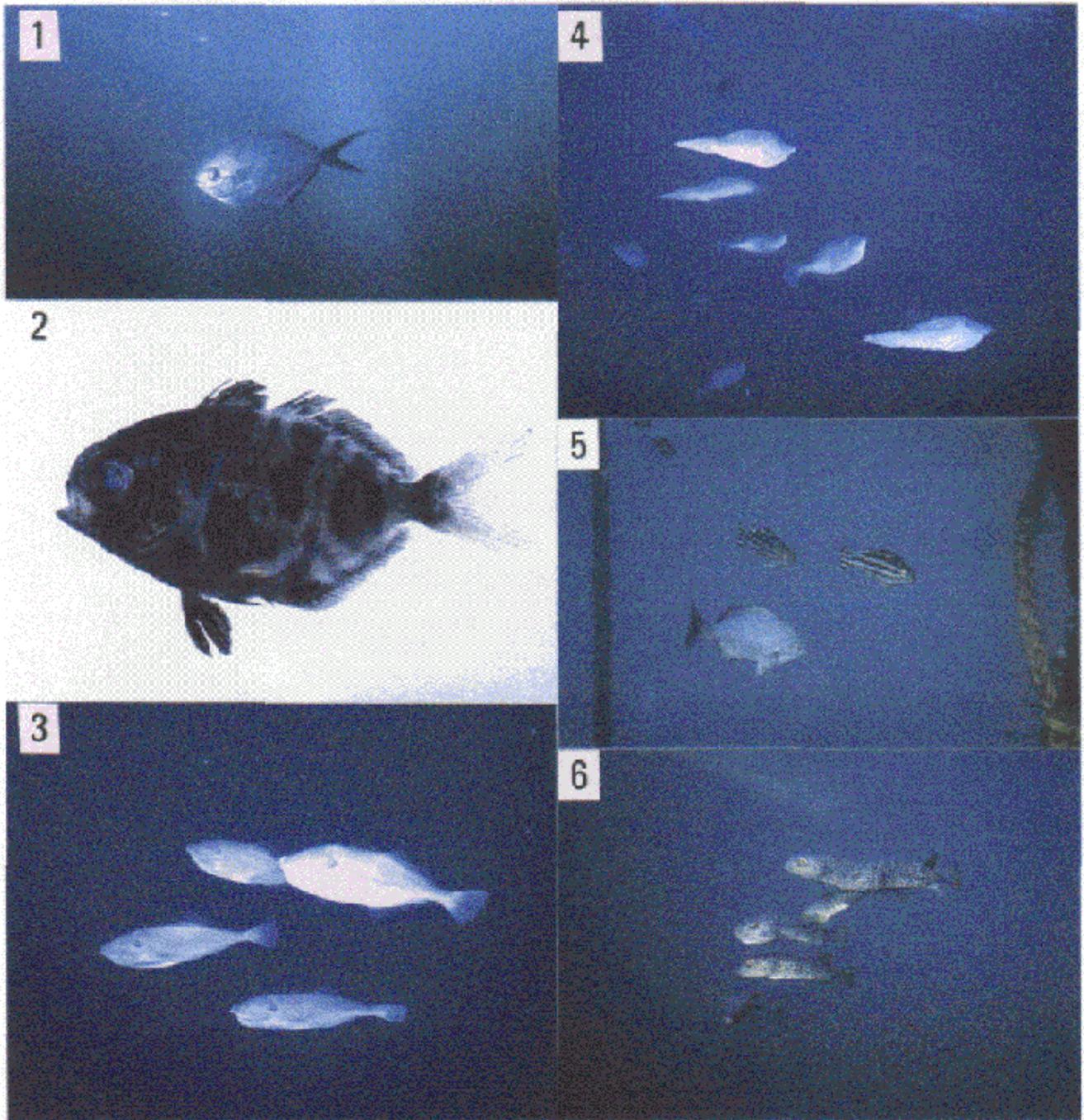


Plate 4	1	<i>Psenes cyanophrys</i>	スジハナビラウオ	Sn, Aug. 1995
図版 4	2	<i>Psenes cyanophrys</i>	スジハナビラウオ	Sf, May 1996
	3	<i>Aluterus monoceros</i>	ウスバハギ	Sf, Aug. 1996
	4	<i>Aluterus scriptus</i>	ソウシハギ	Sf, Aug 1991
	5	<i>Terapon theraps</i>	ヒメコトヒキ	Sf, Aug. 1990
	6	<i>Arothron firmamentem</i>	ホシフグ	Sf, Aug. 1991