

口永良部島におけるシコクスズメダイ *Chromis margaritifer* と ソラスズメダイ *Pomacentrus coelestis* の採餌生態

野田 幹雄*・池田 至*
橋本 博明・具島 健二

広島大学生物生産学部, 東広島市 739
1996年10月31日 受付

要旨 小型のスズメダイ科魚類であるシコクスズメダイ *Chromis margaritifer* とソラスズメダイ *Pomacentrus coelestis* の採餌様式について潜水観察と胃内容物調査および飼育実験の結果から検討した。両種ともに水中の餌生物をついばむ‘個別摂餌’と基盤上の藻類を噛み取る‘はみ取り’が観察された。個別摂餌の観察頻度が両種とも70%を超えたが、ソラスズメダイでははみ取りも普通に観察された。胃内容物の分析では、両種とも浮遊性カイアシ類と藻類が主要な餌生物であった。胃中のカイアシ類の体長組成を両種間で比較するとシコクスズメダイはより大型のカイアシ類を利用した。ソラスズメダイは個別摂餌が不活発になるとはみ取りへ移行することが多かった。連続した複数回の噛む動作からなるはみ取りでは、個別摂餌が不活発な状態からはみ取りへ移行した場合に一続きのはみ取りの噛む回数が増加した。飼育実験の結果では、浮遊状態にある底生藻類の破片を摂食することは両種ともになかった。動物プランクトンの短期変動との関連においてこれら2種の採餌様式が議論された。

キーワード：個別摂餌, シコクスズメダイ, 食性, ソラスズメダイ, 動物プランクトン

緒 言

スズメダイ科魚類は熱帯および亜熱帯のサンゴ礁水域を中心に温帯域まで広く分布し、サンゴ礁水域に生息する魚類の中では種数、生息数ともに卓越する魚類である (ALLEN, 1975)。サンゴ礁水域で調査された知見によると、スズメダイ科魚類は、藻食性、底生動物食性、雑食性など多様な食性を含む分類群であり、動物プランクトンを摂食する種も数多く報告されている (HIATT and STRASBURG, 1960; HOBSON, 1974; HOBSON and CHESSE, 1978; 橋本, 1977; SANO *et al.*, 1984)。このような動物プランクトンを利用するスズメダイ科魚類はサンゴ礁・岩礁域のエネルギー循環を考える上においても重要な位置を占めている。ある種のスズメダイ科魚類は沖合から流入する動物プランクトンを利用し、その排泄物をサンゴ礁・岩礁域に還元することにより、沖合の外洋生態系とサンゴ礁・岩礁域の沿岸生態系とを結びつける役割を果たすことが明らかとなっている (BRAY and MILLER, 1981; BRAY *et al.*, 1986)。したがって、動物プランクトンという餌資源がスズメダイ科魚類においてどのようにして利用されているのかを定量的に把握することは極めて重要である。

しかし、スズメダイ科魚類の食性についての従来の報告は、単に消化管内容物からその種の食性を分類したものが大半である。近年の最適採餌理論の興隆によって、魚類の採餌行動は状況に応じてかなり柔軟に変化するという認識が一般的になりつつあり (GERKING, 1994)、消化管内容物の簡単な調査のみで、その種にとって基本的に好ましい餌あるいは生活上不可欠の餌かどうかを検討することは慎重でなければならない。また、このような本来的な食物源の決定は、有毒物質の食物連鎖による生物の汚染や生物的環境の評価あるいは自然保護などの応用的な観点からも重要な課題と考えられている。

最近、野田 (1993) は、動物プランクトンを利用するサンゴ礁・岩礁性魚類の採餌生態についての総説を

* 水産大学校増殖学科, 下関市 759-65

行い、これらの魚類の採餌戦略を解明するためのいくつかの視点を提起した。しかし、小型の動物プランクトン食魚類については研究の方向性が指示されたのみで、実際にそのような観点から研究された事例はなかった。

シヨクスズメダイ *Chromis margaritifer* とソラスズメダイ *Pomacentrus coelestis* はともに体長 5~7 cm の小型のスズメダイ科魚類であり、行動圏は比較的狭く、口永良部島ではほぼ同様な場所に生息している。両種とも水中の餌生物をついばむようにして採餌する場面がよく観察されるが、ソラスズメダイでは基盤上をつつく場面も観察され、両種の採餌様式には相違が予想される。

本研究では、胃内容物の分析だけでなく採餌行動の野外観察および飼育実験を通じてこれら 2 種の採餌様式を明らかにし、小型スズメダイ科魚類による動物プランクトンという餌資源の利用の様相を検討した。

材料と方法

調査場所 野外調査と標本採集は、1988年7月から11月までの間に、屋久島の北西 12 km に位置する口永良部島（北緯 30°28′ 東経 130°12′）の本村湾と西浦湾の水深 5 m 以浅の浅海域で行われた。本村湾の調査場所は、直径 1~2 m の転石が遍在し、その表面は部分的に死サンゴおよび生きたサンゴの基質で覆われ、表面形状を複雑にしていた。転石の間には、径数十 cm の礫が密に分布していた。一方、西浦湾の調査場所は、無数の小さな穴や窪みを有する表面形状の極めて複雑な死サンゴの基盤で主に構成され、生きたサンゴもよく着生していた。このように両調査場所とも小型魚類の隠れ家となりうる小さな間隙はごく普通に存在する場所であった。また、両調査場所の転石、死サンゴの基盤には一面に微小藻類が繁茂していた。

採餌行動の観察 本村湾と西浦湾の調査場所で10時から17時までの間にウェットスーツを着用した観察者が水面に浮いてシヨクスズメダイとソラスズメダイの採餌行動を目視で記録した。両種とも岸より少し離れた場所からかなり沖合の磯の縁辺部にかけて分布しており、両種が混在して生息する場所もよく認められた。両種は、特定の基盤からあまり離れず採餌を行い、ほぼ一定した場所で群がりを形成していることが多かった。そこで両調査場所の数箇所の特定の群がりを対象とし、その群がりの数個体について観察を行った。観察総数はシヨクスズメダイで12個体、ソラスズメダイで22個体であった。

予備観察の結果、採餌行動は水中の餌生物をついばむ‘個別摂餌’と基盤上の餌生物を噛み取る‘はみ取り’に大別された。個別摂餌については、水中の餌生物を捕食するために口の開閉が認められた瞬間のみを採餌行動として扱うのではなく、餌生物に接近して定位しついでついでという一連の行動の全体を‘個別摂餌’として記録した。この個別摂餌については、さらについばみ頻度の多寡と活動性の強弱と隠れ家に対する執着度合いに基づいて4段階に細分した。つまり、隠れ家となる基盤から大きく離れ、盛んに上下に動き回りながらも全体として水面方向に浮上しつつ、非常に活発に餌をついばんでいる状態（‘個別摂餌++’とする）、基盤からやや離れ小刻みに動きながら活発に餌をついばんでいる状態（‘個別摂餌+’とする）、基盤からほとんど離れずに時々餌をついばんでいる状態（‘個別摂餌±’とする）、基盤のそばでじっとしてほとんど餌を捕らない状態（‘個別摂餌-’とする）である。はみ取りは、体を前傾させ口を基盤にあてながら餌生物を噛み取っている状態であり、連続した複数回の噛む動作からなる。この一続きの採餌の全体を‘はみ取り’として記録した。

1個体について約30分から1時間の観察を行い、上述のように仕分けした採餌行動の種類と各々の採餌行動が観察された時刻とその行動に費やされた時間を記録した。ただし、はみ取りについては、非常に短時間の採餌行動が繰り返され、時間の測定が困難であったため、噛む回数を記録した後、その回数を時間に換算してはみ取り行動に費やした時間を求めた。

動物プランクトンの採集 シヨクスズメダイとソラスズメダイの採餌行動と動物プランクトン密度との関係を調べるために、採餌していた場所の動物プランクトンを定量採集した。行動データとプランクトンの標本とを対応させるために、採集には手網型の携帯用プランクトンネットを使用した。両種の採餌行動を記録した後、観察者みずからこのネットをすばやく左右に振り回すことにより動物プランクトンを採集した。このネットの開口部は楕円形で、長径 21.5 cm・短径 18.0 cm・側長 60.0 cm であり、NXX13（目合 0.1 mm）のネット地を使用し、濾水計を取り付けた。採集した標本は海上で容易に処理できるように底管として排水窓（同一のネット地を使用）を持った 50 ml のポリエチレン製サンプル管をネットの最後部にねじ

込むことにより簡単に脱着できるようにして取り付けた。このような方法は、現場で常時10数本の標本を保持することができ、観察者が観察を継続しながらプランクトンの標本を採集できるという利点があった。採集したプランクトンは、5%海水ホルマリン溶液で固定した。これらの標本は研究室に持ち帰り、元田式分割器で適宜希釈した後、実体顕微鏡を用いて動物プランクトンの種類を網から目までの範囲で査定し、分類群ごとの個体数を求めた。カイアシ類についてはさらに属まで細分し、体長を0.1 mmの単位で測定した。

標本採集と胃内容物の分析 ショクスズメダイとソラスズメダイの成魚の標本は、1988年7月から11月にかけて刺網を用いて採集した。採集した個体は、開腹後すみやかに10%海水ホルマリン液で固定した。標本個体数は、ショクスズメダイで36尾、ソラスズメダイで42尾であった。

食性については、胃内容物を実体顕微鏡下で分類し、餌生物の多くは網から目までの範囲で査定した。これらの餌生物は出現頻度、体積によって定量化した。体積の測定には、厚さ2.5 mmのガラス板(78×40 mm)に厚さ1 mmの方形枠(外縁60×30 mm、内縁50×20 mm、枠の幅5 mm)を取り付けたものを使用した。このガラス板の枠の中に餌生物を移し、その枠の厚みに合わせて高さを約1 mmにならし、その面積を測定することによって体積を求めた。餌生物が数個体の場合には、各々の餌生物の縦・横・高さを測定して、それらの積をその餌生物の体積とした。また、餌生物が多量の場合には沈澱管を使った。体積の比率の計算方法は、1標本ごとに各々の餌生物の体積の百分率を求め、これを基に全標本の平均百分率を求め、ショクスズメダイとソラスズメダイの体積比率による餌生物組成とした。また、各餌生物の摂食量の変動性を示す目安として、標準誤差も併せて表示した。カイアシ類については0.1 mmの単位で体長の測定も行った。

飼育実験 基盤上から引きちぎられて水中を浮遊している藻類の破片(長さが数ミリ程度のもの)が、ショクスズメダイとソラスズメダイによって利用されるのかどうかを調べるために、簡単な飼育実験を行った。

1988年の11月に刺網で採集したショクスズメダイ3尾とソラスズメダイ2尾を生かして持ち帰った。これらの個体を二つのアクリル製の水槽(45×30×30 cm)に別々に入れ、サーモスタット付きのヒーターで水

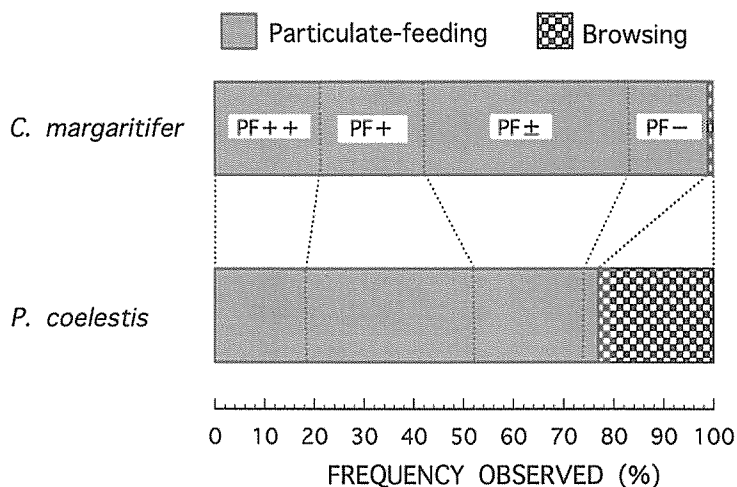


Fig. 1. Feeding behavior of *Chromis margaritifer* and *Pomacentrus coelestis*. Particulate-feeding in the water column are furthermore divided into the following four categories. PF++ : very active searching and biting, PF+ : active searching and biting, PF± : slight searching and occasional biting, PF- : motionless and no biting. Frequency of feeding behaviors of *C. margaritifer* and *P. coelestis* were calculated from data of 23 and 12 adults, being observed for a total of 658 and 778 min, respectively.

温を約 26°C に設定して1週間絶食させた。水槽内には微小藻類の着生するような構造物は全くなかった。1週間の絶食の後、両種の実験個体に、プランクトンネットで観察場所から集められた大量の藻類の破片を水槽中に散布し浮遊させ、両種の実験個体の反応を肉眼で観察し、その行動を記録した。その後、微小藻類の密生した小石を水槽内に入れ、両種の実験個体の反応を観察記録した。実験に用いた個体は20%海水ホルマリンで固定した後、研究室に持ち帰り、その胃内容を調べた。

結 果

採餌行動の比較 ショクスズメダイとソラスズメダイの採餌行動の観察データを基に1分おきに見出される採餌行動の種類とその頻度を整理し、各々の採餌行動の観察頻度を百分率で示した (Fig. 1)。ショクスズメダイで個別摂餌の比率が99%、ソラスズメダイで78%を占め、個別摂餌の比率が圧倒的に高い。両種の採餌行動を観察した印象においても、プランクトン密度の変化に極めて敏感に反応し、常に個別摂餌の機会をうかがっているようであった。また、活発に個別摂餌を行っているときには基盤から大きく離れ、水面に向かってゆっくり浮上する傾向が強くなり、水中の餌生物を積極的に探索しているようであった。特にショクスズメダイではこの傾向が強く、基盤から離れ2m前後まで浮上する場面がよく観察された。したがって、基本的には両種とも努めて水中の餌生物を採餌しようとする傾向が強いと考えられた。

しかし、基盤上の餌生物を採餌する行動であるはみ取りは両種の間で明らかな相違がみられる。ショクス

Table 1. Percentage composition of stomach contents of *Chromis margaritifer* and *Pomacentrus coelestis* by taxonomic group in volume and frequency of occurrence. 36 adults of *C. margaritifer* and 42 adults of *P. coelestis* were examined. +: values less than 0.1%. Body lengths of *C. margaritifer* examined ranged from 29 to 79 mm and *P. coelestis* from 36 to 59 mm.

Categories present	<i>Chromis margaritifer</i>		<i>Pomacentrus coelestis</i>		<i>C. margaritifer</i>	<i>P. coelestis</i>
	Vol.	Mean % [SE]	Vol.	Mean % [SE]	Frequency %	Frequency %
PELAGIC TYPE						
Copepoda (Calanoida, Cyclopoida)	37.4	[30.5]	13.6	[20.1]	97.1	92.9
Fish eggs	5.5	[11.4]	0.9	[2.1]	68.6	33.3
Gelatinous zooplankters	1.4	[2.1]	2.3	[3.5]	54.3	66.7
Siphonophora (Calyconectae)	0.5	[1.4]	1.1	[5.5]	31.4	11.9
Fish fecal pellets	0.5	[2.0]	0		5.7	0
Cirripedia (nauplii, cypris larvae)	0.4	[0.9]	0.3	[1.0]	31.4	16.7
Cyanophyceae (<i>Tricodesmium</i> spp.)	0.3	[0.7]	0.5	[1.3]	25.7	21.4
Ostracoda	0.1	[0.3]	0.2	[0.9]	31.4	11.9
Chaetognatha (Sagittioidea)	+		0		2.9	0
Decapoda (larvae)	+		+		5.7	2.4
Bivalvia (larvae)	+		0		5.7	0
Gastropoda	+		0		2.9	0
BENTHIC TYPE						
Algae	35.8	[34.6]	76.2	[22.7]	68.6	100.0
Fish eggs (Pomacentridae)	0.9	[5.4]	+		2.9	7.1
Amphipoda (Gammaridea)	0.1	[0.5]	0.4	[2.2]	11.4	11.9
Copepoda (Harpacticoida)	+		+		5.7	2.4
OTHERS						
Fish scales	2.2	[6.9]	1.1	[4.8]	34.3	21.4
Sand	0	[0]	1.0	[2.8]	0	7.1
Amorphous organic debris	14.7	[21.4]	1.7	[5.8]	45.7	9.5
Unidentified fragments	0.2	[0.7]	0.9	[3.0]	20.0	33.3

ズメダイでははみ取りの比率は1%以下であり、稀に認められるのみである。対照的にソラスズメダイでははみ取りの比率は22%を占め、比較的よく観察される。なお、このはみ取りはどの観察個体においても認められ、ある特定の個体が特にさかんにはみ取りを行うことはなかった。

個別摂餌についてもその内訳をみると、両種でいくらか相違が認められる。シコクスズメダイは個別摂餌に依存した採餌を行うにもかかわらず、採餌の不活発な状態である個別摂餌土との比率が合わせて58%と大きな比率を占める。このようにシコクスズメダイでは基盤上の餌生物よりも水中の餌生物に対する執着の度合いが高い。一方、ソラスズメダイでは、個別摂餌土との比率が合わせて約24%と少なく、個別摂餌が観察されるときは比較的よく採餌している場合である。

胃内容物の分析 シコクスズメダイとソラスズメダイの胃内容物を体積・出現頻度で整理した結果をTable 1に示す。出現した餌生物は浮遊性と底生性に分けて示している。底生性の餌生物の4分類群に対して、浮遊性の餌生物は12分類群が見出だされており、各々の餌生物の出現頻度も浮遊性では30%を超えるものが多い。このようにシコクスズメダイとソラスズメダイは様々な分類群の浮遊性生物を幅広く利用していると考えられる。両種ともに浮遊性の餌生物の中ではカラス目とキクロブ目に属する浮遊性カイアシ類の体積比率と出現頻度が高い。なお、これらのカイアシ類は基盤上で密集する種ではなかった。一方、底生性の餌生物では藻類の体積比率と出現頻度が高い。したがって、両種ともにこれらの餌生物は食物として重要であり、日常的に摂食されていると考えられる。また、これらの餌生物は標準誤差の値が20~35と高く、胃内容物量にかなりバラツキがあることがわかる。

浮遊性カイアシ類と藻類の体積比率には、シコクスズメダイとソラスズメダイで明らかな相違が認められた。シコクスズメダイに比べ、ソラスズメダイでは浮遊性カイアシ類の体積比率が13.6%と低く、逆に藻類の比率は76.2%と高い値を示した。シコクスズメダイでは浮遊性の餌生物は12分類群から見出だされたが、ソラスズメダイでは8分類群から認められたにすぎなかった。このようにシコクスズメダイでは浮遊性の餌生物に対する依存度がより高く、ソラスズメダイでは藻類の重要性がより増加している。

次に、胃中に出現した浮遊性カイアシ類の体長組成をFig. 2に示す。両種ともに環境中に多数分布する0.6 mm以下の小型の個体よりも環境中には少ない大型の個体をより多く利用する傾向がある。両種の間でカイアシ類の体長組成を比較すると、シコクスズメダイはソラス

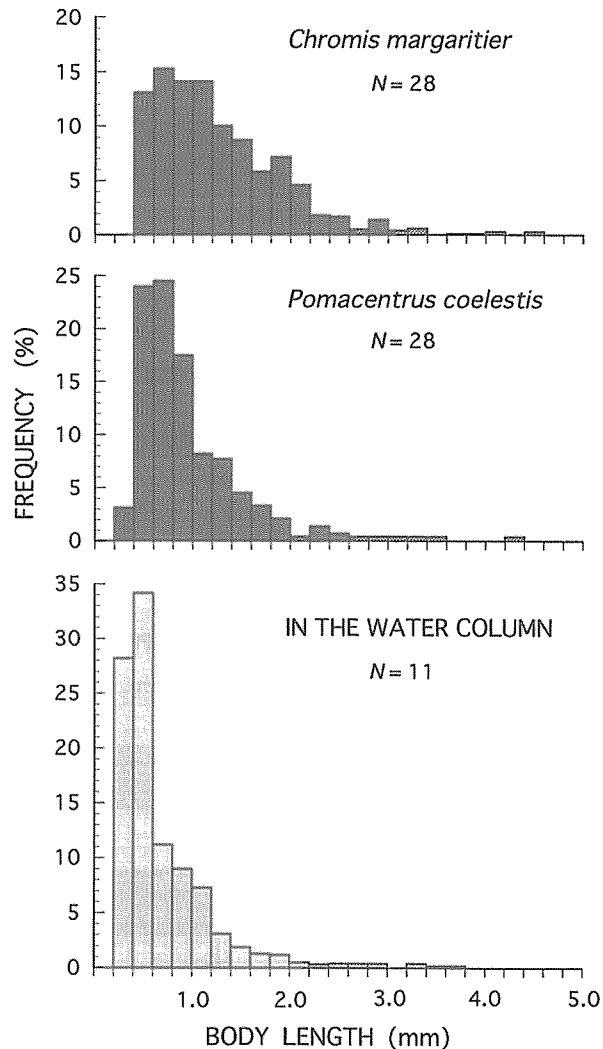


Fig. 2. Size-frequency distribution of copepods found in the stomach contents and those in plankton samples. *N*: number of fish and plankton samples examined.

Table 2. Relationship between the intensity of particulate-feeding and densities of prey-sized individuals of copepods. Values are presented as mean \pm standard error, with ranges given in parentheses. *N*: total number of plankton samples.

Ranks of feeding intensity in the water column	Density of prey-sized individuals of copepods (m^{-3})	
	<i>Chromis margaritifer</i>	<i>Pomacentrus coelestis</i>
ACTIVE PARTICULATE-FEEDING		
PF++: very active searching and biting	409.3 \pm 91.5 (317.8–500.7) <i>N</i> =3	989.8 \pm 224.8 (591.9–1370.1) <i>N</i> =2
PF+: active searching and biting	235.1 \pm 27.1 (188–281.8) <i>N</i> =3	715.2 \pm 185.7 (370.6–1007.4) <i>N</i> =3
INACTIVE PARTICULATE-FEEDING		
PF \pm : slight searching and occasional biting	152.9 \pm 7.6 (137.9–162.5) <i>N</i> =3	164.6 \pm 27.7 (116.7–212.6) <i>N</i> =3
PF–: motionless and no biting	98.6 \pm 14.6 (71.9–122) <i>N</i> =2	135.25 \pm 2.6 (132.6, 137.9) <i>N</i> =3

ズメダイよりも体長組成のモードがより右に偏り、大型のカイオン類を利用する傾向が顕著である。個別摂餌とはみ取りの相互関係 ショクスズメダイとソラスズメダイの個別摂餌と環境中の餌となるサイズのカイオン類の密度との関係を Table 2 に示す。両種とも活発な個別摂餌の段階から不活発な段階へと採餌頻度が低下するにつれて、環境中のカイオン類の密度も低下している。したがって、個別摂餌による採餌頻度の変化は水中の餌生物の密度変化を反映したものである。また、個別摂餌++++のときのカイオン類の密度を両種の間で比較すると、ショクスズメダイでは、ソラスズメダイに比べてその密度がより低い値を示している。つまり、ショクスズメダイは相対的に低い密度でも比較的活発に個別摂餌している。

次にソラスズメダイにおいて個別摂餌からはみ取りへの採餌行動の転換がどのような状況において生じる

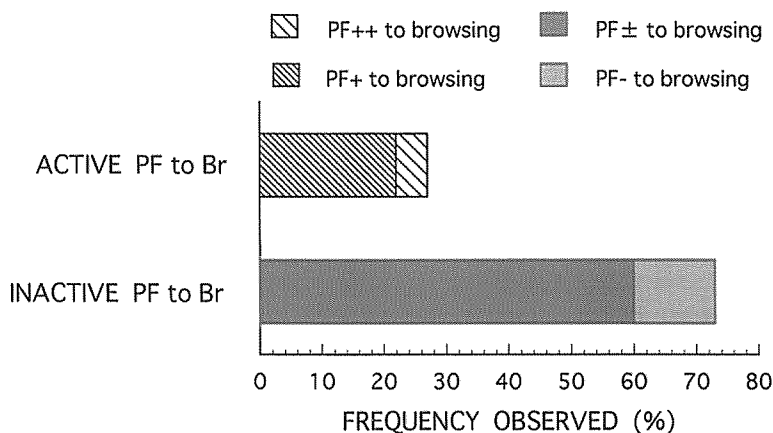


Fig. 3. Relationship between the intensity of particulate feeding and a switch to browsing for *P. coelestis*. Ranks of the particulate-feeding intensity, namely PF++, PF+, PF \pm and PF–, are defined in the text and the legend of Fig. 1. Br: browsing.

のか検討する。個別摂餌からはみ取りへと採餌行動の移行が観察された事例を対象にして、個別摂餌の各タイプとはみ取りの発現との関係を Fig. 3 に示した。はみ取りは、活発に個別摂餌しているときも不活発なときもその両方で認められる。しかし、その頻度は活発な個別摂餌の後に観察された場合が約26%、不活発な個別摂餌の後では約73%となり、個別摂餌が不活発な状態からはみ取りへと移行する場合が圧倒的に多い。さらに、4タイプの個別摂餌との関連で、一単位のはみ取り行動で観察される噛む回数の観察頻度が示された (Fig. 4)。これによると、採餌頻度の活発な個別摂餌++および+からはみ取りへ移行したときには、1~3回の頻度が高く、十数回にわたって噛む動作が行われることはほとんどない。これとは対照的に、採餌頻度の低調な個別摂餌±と-から移行した場合には、1~3回の頻度が低くなり、5~10回の噛み取りの頻度が倍増している。したがって、藻類のはみ取りは水中のカイオン類密度の低下に伴って生じることが多く、このカイオン類密度の低下時には藻類を摂食することに対する欲求も強まっていると考えられる。

飼育実験 浮遊状態にある藻類の破片をシコクスズメダイとソラスズメダイが利用するかどうかの水槽実験の結果を Table 3 に示す。両種とも水槽中で浮遊している藻類の破片を一旦はついで口の中に入れるが、すぐに吐き出し、飲み込むまでには至らなかった。さらに、微小藻類の密生した小石を水槽内に入れると、ソラスズメダイでは小石の表面の藻類をはみ取る行動が観察された。一方、シコクスズメダイでは水中に浮遊する餌を探す行動は観察されたが、小石上の藻類をはみ取る行動は全く見られなかった。実験終了後、両種の実験個体の胃内容物を調べた。シコクスズメダイは実験に使用した3個体のうち、1個体が空胃で、残りの2個体は散布した藻類の破片とともに入ったと考えられるカイオン類と水槽内へ落ちた昆虫が見出されたのみで、藻類は全く出現しなかった。ソラスズメダイは実験に使用した2個体全部から藻類が認められた。

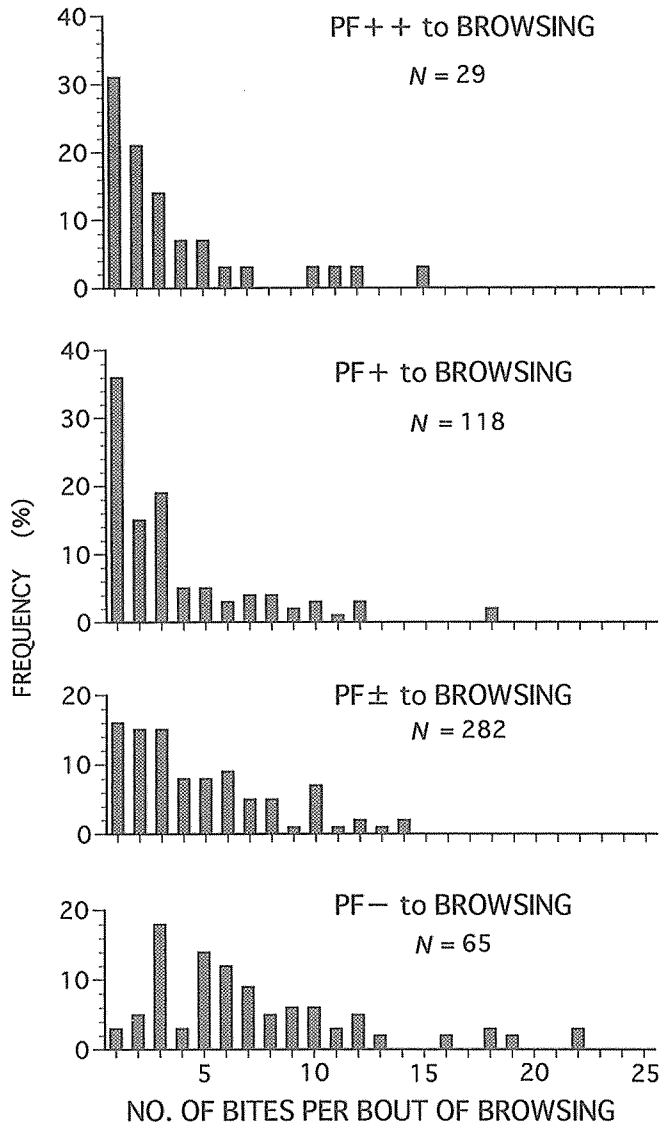


Fig. 4. Frequency of occurrence of number of bites recorded at each bout of browsing in four ranks of switching from particulate-feeding to browsing for *P. coelestis*. N: a total of records of switching from particulate-feeding to browsing.

Table 3. Results of a laboratory experiment for the presence of utilization of floating algal fragments in the water column by *Chromis margaritifer* and *Pomacentrus coelestis*. *N*: number of fish used in the experiment.

Species	Reaction to floating algal fragments collected by a plankton net	Reaction to filamentous algae attached to pebbles sampled in the field	Stomach contents of experimental fish
<i>Chromis margaritifer</i> (<i>N</i> =3)	Rapidly throwing up a fragment after snapping it up	No browsing while searching for prey in the water column	Empty: one fish Pelagic copepods and an insect detected: two fish
<i>Pomacentrus coelestis</i> (<i>N</i> =2)	Rapidly throwing up a fragment after snapping it up	Browsing algae attached to pebbles	Algae founded: two fish

考 察

シヨクスズメダイとソラスズメダイはともに動物プランクトンと基盤上の藻類を摂食し、雑食性の下地をもつものではあるが、基本的には動物プランクトン、特に浮遊性のカイアシ類を選好することが明らかとなった。したがって、これら2種は動物プランクトンの摂取が生活上不可欠であり、ズメダイ科魚類の中でも広義の動物プランクトン食性に含まれると考えられる。

しかし、本来、浮遊性カイアシ類が好ましい餌生物であるにもかかわらず、シヨクスズメダイでは個別摂餌の不活発な状態がよく観察され、ソラスズメダイでははみ取りの観察頻度も比較的高かった。これを理解するには動物プランクトンの変動性に着目する必要がある。沖合から流入する動物プランクトンは極めて変動性の高い存在であり、そのために好ましい餌生物でありながら餌の摂取量が不安定になりやすいという問題を動物プランクトン食魚類は常に抱えている(野田, 1993)。本研究の調査場所においても浮遊性カイアシ類をはじめとする動物プランクトンの変動性は極めて高く(野田ら, 1990)、動物プランクトンの低密度状態が比較的長い時間続いた後に高密度群(以後、パッチと呼ぶ)が突発的に出現することがすでに明らかとなっている(Noda *et al.*, 1992)。これらの点をふまえて両種の採餌様式を検討すると以下ようになる。シヨクスズメダイでは、環境中の浮遊性カイアシ類の密度が高いときはソラスズメダイよりもより広い範囲で水中の餌生物を探し、集中的に個別摂餌を行う。浮遊性カイアシ類の密度がかなり低下しても、水中の餌生物を探索し採餌しようとする。また、シヨクスズメダイはより多様な動物プランクトンを利用し、カイアシ類の中でもより大型の個体を摂食した。このようにシヨクスズメダイは動物プランクトンをより強く選好し、動物プランクトン専食型の採餌様式を採用している。一方、ソラスズメダイでは、環境中の浮遊性カイアシ類の密度が高いときは個別摂餌を行うが、その密度が低下すると藻類のはみ取りへ採餌行動を切り替える。本種は個別摂餌からはみ取りへと採餌行動を容易に転換し、シヨクスズメダイのように浮遊性カイアシ類の密度が低下してもなお水中の餌生物を探索するようなことはしない。基盤上の微小藻類は周年にわたりほぼ安定して着生しており(具島, 1981)、変動性の激しい浮遊性カイアシ類に比較して容易に入手できる餌生物である。このようにソラスズメダイは藻類を浮遊性カイアシ類の代替餌料として利用しており、オヤビッチャ *Abudefduf vaiigiensis* で報告された(野田ら, 1990)藻類転換型の採餌様式を採用している。

ただし、両種の藻類の利用に関しては、上述のような採餌様式の解釈では説明しにくい点がある。つまり、胃中の藻類の体積比率は、はみ取りの観察頻度から予想されるよりも総じて大きな値を示し、行動観察の結果とはいくらか食い違いを生じた。この理由は、一つには分析手法上のバイアスの問題がある。プランクトンと藻類の両方を利用する魚類の場合、1回の採餌行動で摂食される餌生物量はプランクトンよりも藻類のほうがはるかに多いと考えられる。そのため、採餌行動の観察結果よりも胃内容物の分析結果のほうが、藻類の利用比率が大きいう結果になりがちである。二つ目の理由として、野田ら(1990)で議論されたように、ズメダイ科魚類特有の繁殖活動にかかわって藻類が摂取されたため、藻類の比率が大きくなったのかもしれない。おそらくシヨクスズメダイでは胃内容物の分析用として採集した標本のなかに営巣状態に入

った個体の標本が多く含まれており、そのため藻類の体積比率が大きくなったと推察する。シコクスズメダイではソラスズメダイのような代替餌料としての藻類の意義は薄いと推察する。

一方、基盤上から藻類を摂食するのではなく、水中に浮遊している底生藻類の破片を個別摂餌によって摂食するという主張も以前からなされてきた。これは、波浪や藻食性魚類の採餌行動などによって基盤からはぎ取られた藻類の破片が水中を漂い、これをプランクトン食のスズメダイ科魚類が個別摂餌によって摂食するというものである (GERBER and MARSHALL, 1974; HOBSON and CHESSE, 1978)。このような藻類の破片が水中を大量に浮遊している状況は口永良部島においてもしばしば観察され、飼育実験に使ったシコクスズメダイとソラスズメダイの実験個体も同様な状況に当然遭遇していると考えられる。にもかかわらず、飼育実験の結果は、両種による藻類の破片の利用を否定するものであった。少なくともシコクスズメダイとソラスズメダイに関しては浮遊状態にある藻類の破片を積極的に個別摂餌することはなく、胃の中から見出された藻類はすべて基盤上から摂食したと考えられる。

シコクスズメダイの採餌様式において注目すべき点がある。プランクトン専食型のシコクスズメダイは、餌生物量を確保するための手段の一つとして、利用するプランクトンサイズの幅を広げ、比較的安定した分布量を示す小型のカイアン類を利用する方策もありうる (Fig. 2)。しかし、実際はむしろ逆の傾向を示し、ソラスズメダイよりもより大型のカイアン類が選択的に摂食された。同じく小型のプランクトン食魚類であるミスジリュウキュウスズメダイ *Dascyllus aruanus* では餌の獲得をめぐる同種個体間の干渉の影響が、採餌頻度ではなく獲得する餌のサイズにあらわれることが明らかとなっている (COATES, 1980; FORRESTER, 1991)。野田 (1993) において議論されているように、バッチ流入時に出現する大型のカイアン類を効率よく採餌することが、プランクトン専食者にとっては実質的なエネルギー量の増収につながるのかもしれない。今後は、バッチの流入時と日常時とで餌条件をコントロールしながらプランクトン専食者の採餌生態を具体的に明らかにしていく必要がある。

いずれにしてもシコクスズメダイとソラスズメダイにみられるプランクトン専食型と藻類転換型の採餌様式は、プランクトン食小型スズメダイ科魚類の採餌戦略の一つの典型を示しているのかもしれない。今後はバッチの効率的な利用との関係、動物プランクトン食魚類のエネルギー源としての藻類の貢献度および魚食性魚類による捕食圧と採餌行動の関係などについてさらに詳細な検討を行う必要がある。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、有益な御助言を頂いた広島大学名誉教授角田俊平博士に深謝する。標本採集および野外調査で御協力頂いた林啓輔氏に厚く御礼申し上げる。また、快く調査場所を提供して下さった口永良部島の方々に厚く御礼申し上げる。

引用文献

- ALLEN, G. R., 1975, Damsel fishes of the south seas. 240 pp., T. F. H. Publications, Neptune, New Jersey.
- BRAY, R. N. and MILLER, A. C., 1981, The fish connection: a trophic link between planktonic and rocky reef communities? *Science*, 214 : 204-205.
- BRAY, R. N., PURCELL, L. J. and MILLER, A. C., 1986, Ammonium excretion in a temperate-reef community by a planktivorous fish, *Chromis punctipinnis* (Pomacentridae), and potential uptake by young giant kelp, *Macrocystis pyrifera* (Laminariales). *Mar. Biol.*, 90 : 327-334.
- COATES, D., 1980, Prey-size intake in humbug damselfish, *Dascyllus aruanus* (Pisces, Pomacentridae) living within social groups. *J. Anim. Ecol.*, 49 : 335-340.
- FORRESTER, G. E., 1991, Social rank, individual size and group composition as determinants of food consumption by humbug damselfish, *Dascyllus aruanus*. *Ecology*, 42 : 701-711.
- GERBER, R. P. and MARSHALL, N., 1974, Ingestion of detritus by the lagoon pelagic community at Niwetok Atoll. *Limnol. Oceanogr.*, 19 : 815-824.
- GERKING, S. D., 1994, Feeding ecology of fish. 416 pp., Academic Press, New York.

- 具島健二, 1981, ロ永良部島における磯魚の摂餌生態に関する研究. 広島大学生物生産学部紀要, 20 : 35-63.
- 橋本 淳, 1977, 南西諸島に於ける珊瑚礁魚類の食性について. Kuanos Oikoz (鹿児島大学海洋生態研究会), 18 : 2-122.
- HIATT, R. W. and STRASBURG, D. W., 1960, Ecological relationships of the fish fauna on coral reefs of the Marshall Islands. *Ecol. Monogr.*, 30 : 65-127.
- HOBSON, E. S., 1974, Feeding relationships of teleostean fishes on coral reefs in Kona, Hawaii. *Fish. Bull.*, 72 : 915-1031.
- HOBSON E. S. and CHESS, J. R., 1978, Trophic relationships among fishes and plankton in the lagoon at Eniwetak Atoll, Marshall Island. *Fish. Bull.*, 76 : 133-153.
- 野田幹雄・具島健二・角田俊平, 1990, ロ永良部島におけるオヤビッチャ *Abudefduf vaigiensis* の成長に伴う摂餌様式の変化. 日生態会誌, 40 : 7-17.
- NODA, M., KAWABATA, K., GUSHIMA, K. and KAKUDA, S., 1992, Importance of zooplankton patches in foraging ecology of the planktivorous reef fish *Chromis chrysurus* (Pomacentridae) at Kuchinoerabu Island, Japan. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 87 : 251-263.
- 野田幹雄, 1993, サンゴ礁・岩礁域における動物プランクトン食魚類の採餌戦略. 生物科学, 45 : 74-86.
- SANO, M., SHIMIZU, M. and NOSE, Y., 1984, Food habits of teleostean reef fishes in Okinawa Island, southern Japan. *Univ. Mus., Univ. Tokyo*, 25 : 1-128.

Foraging Ecology of the Pomacentrid Fish *Chromis margaritifer* and *Pomacentrus coelestis* at Kuchierabu Island

Mikio NODA*, Itaru IKEDA*
Hiroaki HASHIMOTO and Kenji GUSHIMA

*Faculty of Applied Biological Science, Hiroshima University,
Higashi-Hiroshima 739, Japan*

Foraging behavior and diet of *Chromis margaritifer* and *Pomacentrus coelestis* were investigated on shallow reef habitats at Kuchierabu Island (30°28' N, 130°12' E), southern Japan, from July to November 1988. Observations of feeding behavior of both species showed major utilization of planktonic prey; more than 70% of the foraging (*C. margaritifer*, 99%; *P. coelestis*, 78%) was particulate-feeding in the water column and the other was browsing on the substratum. Differences in foraging between the two species were conspicuous in frequency of browsing and *P. coelestis* were often seen browsing. On the basis of stomach content analysis, both species preyed mainly on planktonic copepods and benthic algae, and in particular, algae were relatively more important to *P. coelestis*. In addition, *C. margaritifer* tended to prefer relatively larger planktonic copepods. A shift from particulate-feeding to browsing showed a difference in accordance with the intensity and activity of particulate-feeding for *P. coelestis*; a shift to browsing following inactive particulate-feeding was frequently observed. Number of bites in browsing for *P. coelestis* was much more in bouts of browsing following inactive particulate-feeding than in bouts of browsing following active particulate-feeding. In a feeding experiment using a small acrylic tank, both species exhibited no feeding on floating benthic algae collected in the field. Feeding pattern of both species were discussed in relation to short-term fluctuations in density of prey-sized zooplankters.

Key words: particulate-feeding, Pomacentridae, zooplankton, feeding habit

* *Department of Biology and Aquaculture, National Fisheries University, Shimonoseki-shi 759-65 Japan*