

由良川沖魚類の日周期活動と食性の関係について

浜中雄一・清野精次

The Diurnal Activity and Feeding Habitat of Coastal Fishes off the Mouth of the River Yura

Yuichi HAHANAKA* and Seiji KIYONO*

由良川河口の浅海域は、幼稚魚の生育場として知られ、ヒラメ *Paralichthys olivaceus* (TEMMINCK et SCHLEGEL), イシガレイ *Kareius bicoloratus* (BASILEWSKY), スズキ *Lateolabrax japonicus* (CUVIER et VALENCIENNES) 等の重要魚種をはじめ、数多くの幼・稚魚が生息している。そのためこの海域をモデルにして生産構造解明の基礎研究が進み、数々の報告がなされてきた。筆者らも本海域の魚類を調査し、日周期活動に関する若干の知見を得ることができたので生産構造解明の一助としてここに報告する。

資料及び方法

本報の研究の対象とした調査海域は、若狭湾西部の湾奥部に位置し、若狭湾においては九頭

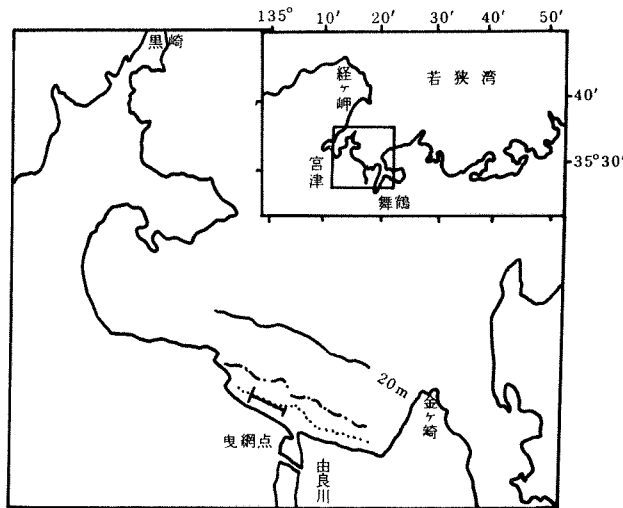


図1 調査海域

龍川に次いで大きい由良川が流入する浅海域である(図1)。魚類等の生物の採集は、この由良川河口域の水深5mで1972年5月22日から23日にかけて桁網により行った。使用した桁網は幅300cm、長さ720cm、高さ50cmで袋部は縋子網を使用した。採集作業は京都府水産試験場*1浅海開発船みさき丸(15.88トン)を使用し、等深線に沿って約2ノット、10分間曳網した。曳網は表1のとおり

* Kyoto Institute of Oceanic and Fishery Science, Miyazu, Kyoto Japan

*1 現在京都府海洋センター

で昼夜にわたり行った。

採集した生物は約20～30%ホルマリンで固定し、保存した後測定した。測定項目は全長、体長、頭長、顎長、体重、生殖腺、胃内容物(シタピラメ類は消化管内容物)である。これらの資料から食物組成、摂餌指数、空胃率を計算し、それぞれの魚類について昼夜の変化から日周期活動と食性の関係について検討した。

なお、摂餌指数は体重に対する胃内容物重量の比($\sum SCW / \sum BW \times 10^2$)で表わし、食物組成は胃内容に占める摂餌各生物の重量比で表わした。また採集時間は薄明(4²⁵)、午前(9³⁰)、午後(12¹²)、夕方(17⁴⁰)、夜中(22³⁵)、の各名称を用い、以下文中でこれを使用した。

結果及び考察

採集した主な生物は表1のとおりで魚類28種1231尾、エビ類9種4962尾 カニ類6種85尾であった。

表1-1 由良川沖水深5mにおける魚類の連続採集結果(1972.5.22~23)
(曳網回数が2回の場合 表示個体数は2で割ってある)

種名	採集時間	14 ¹²	17 ⁴⁰	22 ³⁵	04 ³⁵	09 ³⁰	体長範囲 (cm)
ヒラメ		16.5	7.5	31	75	23.5	1.13-19.6
カタクチイワシ Engraulis japonicus			1	17	9	391	1.7-7.84
ヒイラギ			2	48	55	1	7.35-10.32
クロウシノシタ		14	11	11	10	11.5	5.82-25.2
ササウシノシタ		8	3	11	11	2	3.28-11.01
キス		7	6	5	8	5	3.95-16.02
イシガレイ		3	3	3	8.5	4.5	3.28-16.0
マアジ Trachurus japonicus					17.5		1.17-4.43
ホウボウ		2	3		4.5	5.5	3.09-8.2
ハゼ科 Gobiidae spp			22				1.1-2.2
アラメガレイ			3	3	3.5	4.5	4.91-7.9
スズキ				10	4		13.72-23.8
ネズミゴチ Callionymus punctatus				2	3.5	4.5	7.29-10.67
アカシタピラメ		1	3	2	1.5	1	9.10-25.3
クサフグ Fugu niphobles		2			4		8.91-12.40
スジハゼ Gobius pflaumi			5				2.4-3.2
コモンフグ Fugu poecilonotum			3			1	8.7-9.9
アカエイ Dasyatis akajei			1		1	1	-
カサゴ Sebastes marmoratus					1.5		1.61-1.66

種名	採集時間					体長範囲 (cm)
	14 ¹²	17 ⁴⁰	22 ³⁵	04 ³⁵	09 ³⁰	
コチ <i>Platycephalus indicus</i>	1					21.36
メバル <i>Sebastes inermis</i>		1	4		1	-
ハタテヌメリ <i>Callionymus flagris</i>			1			5.17
アカハゼ <i>Chaeturichthys hexanema</i>			1			3.68
タチウオ <i>Trichiurus lepturus</i>				1		A.L.10.3
マイワシ <i>Sardinops melanosticta</i>				1		2.93
ゴンズイ <i>Plotosus anguillaris</i>				1		9.84
ヌメリゴチ <i>Cajjionymus lunatus</i>					1	8.7
ギンボ <i>Enedrias nebulosus</i>					1	7.8

表1-2 由良川沖水深5 mにおけるエビ類の連続採集結果 (1972.5.22~23)

種名	採集時間				
	14 ¹²	17 ⁴⁰	22 ³⁵	04 ³⁵	09 ³⁰
<i>Crangon cassiope</i>	22		475.5	878	800.5
サルエビ <i>Trachypenaeus curvirostris</i>	9.5	3.5	29.5	37.5	14
ヒラツノモエビ <i>Latreutes planirostris</i>	3		2		1.5
クルマエビ <i>Penaeus japonicus</i>			0.5	1	
カドソコシラエビ <i>Laptochela pugnax</i>			0.5	0.5	
メナガグルマ <i>Miyadiella podophthalmus</i>				1	
<i>Palaemon</i> sp					1
ヘラモエビ <i>Latreutes laminirostris</i>			0.5		
スベスベエビ <i>Parapenaeopsis tenella</i>			0.5		

上記の結果から昼夜を通して比較的多く採集された魚類はヒラメ、アラメガレイ *Tarphops oligolepis* (BLEEKER), イシガレイ、クロウシノシタ *Paraplagusia japonica* (TEMMINCK et SCHLEGEL), アカシタヒラメ *Cynoglossus joyneri* (GUNTER), ササウシノシタ *Heteromycteris japonicus* (TEMMINCK et SCHLEGEL), キス *Sillago sihama* (FORSKÅL), ホウボウ *Chelidonichthys kumu* (LESSON et GARNOT), ヒイラギ *Leigmathus nuchalis* (TEMMINCK et SCHLEGEL) であった。そこでこの9魚種の日周期活動と食性の関係について以下に検討する。

空胃率は薄明に高いが午前から減少し、午後、夕方、夜中は0%で経過している。インガレイは午前から摂餌し、午後には満腹状態となる。夕方に多少の変動があるが、この傾向は夜中まで続く。

3. アラメガレイ 摂餌指数は薄明に低いが、午前には高くなる。夕方に再び低くなり、夜中に高くなるパターンを示す。

空胃率は薄明に高く、午前は0%となる。夕方に再び高くなり、夜中は0%で摂餌指数とは逆パターンで経過する。アラメガレイの摂餌は日中と夜中に主に行われる。

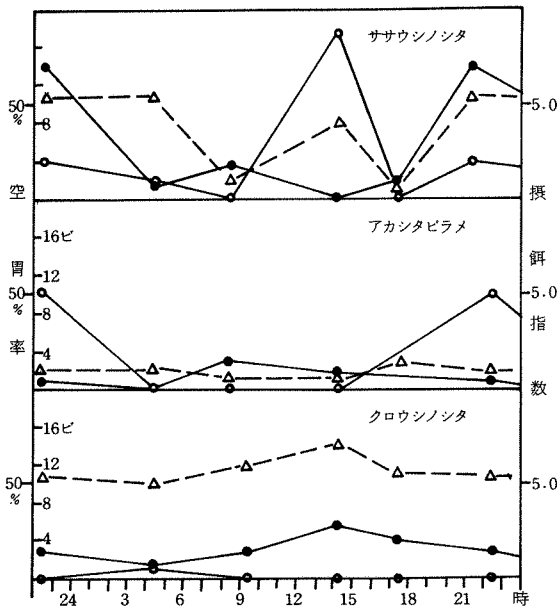


図2-2 時間経過に伴う採集尾数、摂餌指数、及び空胃率の変化

4. クロウシノシタ 摂餌指数は午前から午後にかけて高く夕方から薄明にかけて低くなる。

一方、空胃率は空胃の個体が薄明に若干みられるが、その他の時間帯ではみられなかった。クロウシノシタは消化等を考慮しても昼間に活発に摂餌すると推察される。

5. アカシタビラメ 摂餌指数は薄明から午前にかけて高く、その後薄明まで徐々に低下している。

空胃率は夜中にみられる。このことからアカシタビラメはクロウシノシタ同様に昼間活発に摂餌を行うと推察される。

6. ササウシノシタ 摂餌指数

は午前やや高いが午後は低くなる。夕方から夜中にかけて急に高くなり、薄明にかけては再び低くなる。

空胃率は午後が最も高く90%近くにまで達する。夕方には0%を急変するが、夜中はやや高くなる。しかし薄明から午前にかけては低くなる。ササウシノシタは前二者のシタビラメとは異なり、夜中に摂餌すると推察される。

7. キス 摂餌指数は昼夜共に低く経過し大きな変化はみられない。

空胃率は午前と夜中に高くなる。キスは午前と夜中にやや摂餌はしなくなるが、その他の時間帯はよく摂餌する。

8. ホウボウ 摂餌指数は薄明から午後にかけて高くなり、夕方に急に低くなる。

空胃率は午前から夕方にかけて0%で経過する。ホウボウは昼間はよく摂餌している。

9. ヒイラギ 摂餌指数は薄明から午前にかけて高く、夕方は低くなる。夜中は再び高くなるが、薄明にかけて低くなる。

空胃率は夜間から薄明にかけて高くなり、午前から夕方は0%で経過する。これらの変化からヒイラギは薄明から午前にかけても摂餌するが、夜中により多く摂餌する。

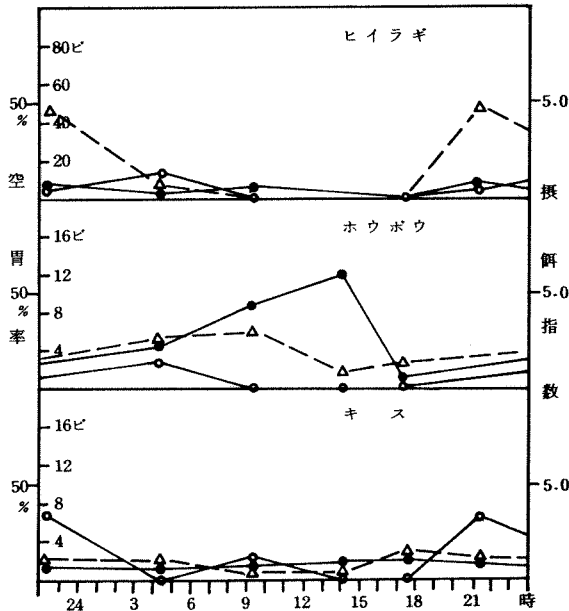


図2-3 時間経過に伴う採集尾数、摂餌指数、及び空胃率の変化

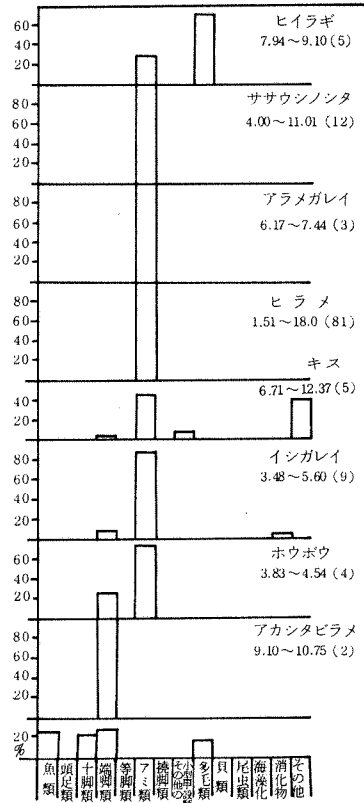


図3-1 薄明時における食物組成
数値は体長 (cm)
()内は採集尾数

食性 各魚類の時間毎の食物組成を図3に示した。

薄明時にアミ類を多く摂餌しているのはヒラメ・アラメガレイ、ササウシノシタ、イシガレイ、ホウボウ、キスである。端脚類を多く摂餌するのはアカシタピラメで、多毛類はヒイラギが多く摂餌している。クロウシノシタは魚類、十脚、端脚、多毛類をそれぞれ摂餌している。

午前にアミ類の摂餌が高い魚種はヒラメ、ホウボウ、アラメガレイ、ヒイラギ、イシガレイである。頭足類の摂餌が多いのはキスで、端脚類はクロウシノシタが多く摂餌している。ササウシノシタは端脚類とアミ類を摂餌している。

午後にアミ類を摂餌する魚類はヒラメ、イシガレイ、ホウボウである。端脚類はクロウシノシタが、小型甲殻類はササウシノシタがよく摂餌している。アカシタピラメは端脚類とアミ類をそれぞれ摂餌し、キスは頭足類、アミ類を摂餌している。

夕方にアミ類を多く摂餌する魚類はヒラメ、ホウボウ、キスである。端脚類はクロウシノシタが、橈脚類はアラメガレイが多く摂餌している。イシガレイ、ヒイラギはアミ類と端脚類を

摂餌し、ササウシノシタの摂餌物は消化物が多かった。

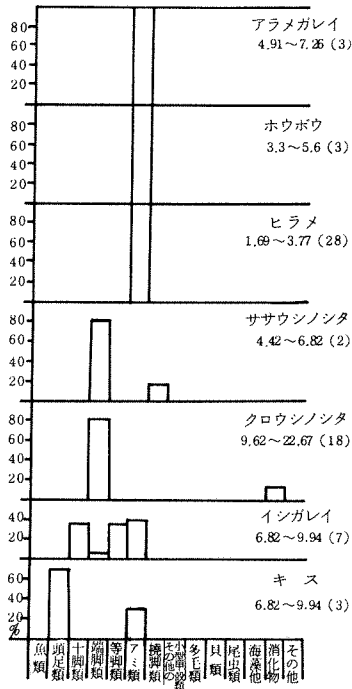


図3-2 午前における
食物組成
数値は体長 (cm)
()内は採集尾数

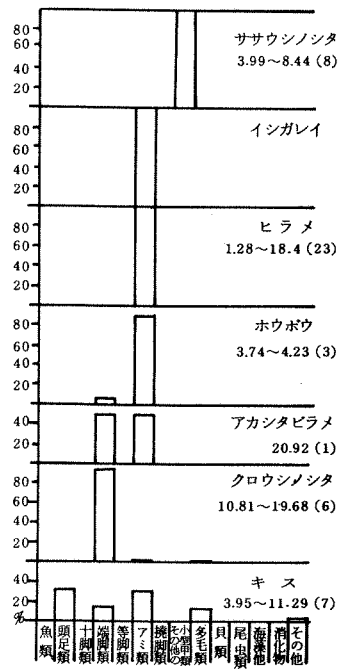


図3-3 午後における
食物組成
数値は体長 (cm)
()内は採集尾数

夜中にアミ類を多く摂餌するのはヒラメ、イシガレイ、キス、アラメガレイの魚種である。ササウシノシタは端脚類、橈脚類、アカシタピラメは端脚類、ヒイラギは多毛類、アミ類を多く摂餌する。クロウシノシタは消化物が多かった。

終日出現する魚類が常に同量摂餌しているのではなく各魚類毎に摂餌活動が活発になる時間帯がある。例えばヒラメはアミ類を常に100%摂餌しているが、薄明はアミ類を摂餌しているのは数尾であり、残りの個体は全て空胃である。同様の現象は他の魚類でもいえる。このことは餌の現存量と魚類の摂餌行動に強い関係があると推察される。

摂餌行動が活発に行なわれているときの主な餌生物はヒラメ、イシガレイ、アラメガレイ、ホウボウ、キス(キスはイカ類を含む)がアミ類。クロウシノシタ、アカシタピラメ、ササウシノシタは端脚類、ヒイラギは多毛類である。

行動 図2には摂餌指数、空胃率のほかに採集尾数の変化が示してある。採集尾数は魚類の桁網からの逃避力等により多少採集に影響があると推察されるが、その点については考慮しなかった。

異体類や底魚のように底と生活が深い関係がある魚類は桁網の採集量の時間変化から行動が推定することが可能である。G Root²)はヒラメ・カレイ類の昼夜の漁獲状況から底層に沿

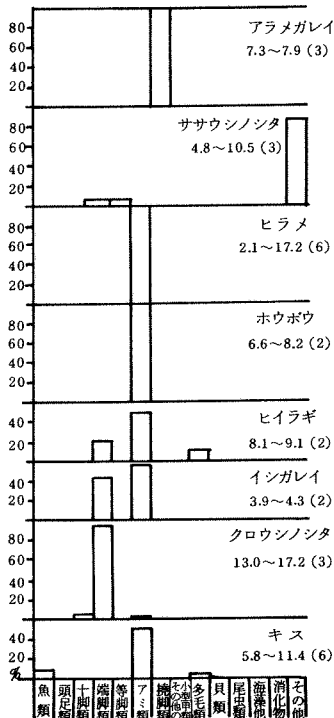


図3-4 夕方における食物組成
数値は体長 (cm)
()内は採集尾数

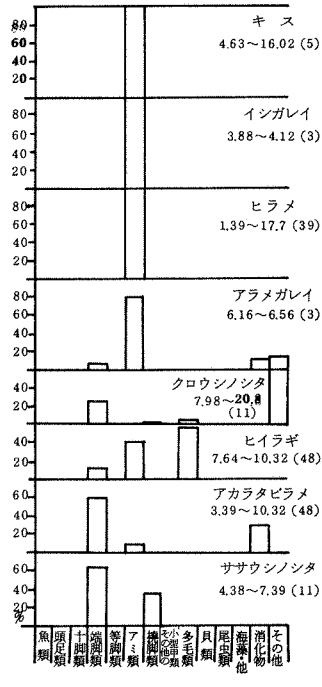


図3-5 夜中における食物組成
数値は体長 (cm)
()内は採集尾数

て泳ぐ” bottom activity ”と底から離れて泳ぐ” swimming activity ”があると報告している。

ヒラメの採集数は薄明に多く、午後から夕方にかけては少ない、そして夜中から薄明にかけて増加する傾向がみられる。これは夜中から薄明にかけて着底していたヒラメが、摂餌のため午前になると底を離れて夕方まで泳ぎまわっている機会が多いためであろう。清野³⁾はヒラメ稚魚の摂餌活動は昼間底から離れる” swimming activity ”的な形であろうと示唆した。ヒラメはアミ類の摂餌のため昼間は底を離れていると推察される。

イシガレイの採集尾数は薄明に多いが、午前から夜中にかけて少ない。イシガレイもヒラメ同様薄明は活動がにぶいが、その後活発になり、アミ類捕食のため底を離れる機会が多くなる傾向が続くと推察される。

アラメガレイは採集尾数にあまり変化がなく、このことはヒラメ、イシガレイにくらべ離、着底がひんぱんに行なわれている結果と推察されるがこの結果からは十分な説明は困難である。

クロウシノシタの採集尾数は安定している。このことはクロウシノシタがヒラメ、アラメガレイ、イシガレイと同様昼間活発に摂餌活動が行なわれるが底から離れて索餌することは少なく、着底した状態で摂餌活動を行っている。このことは主な餌生物が端脚類であることから

推察できる。

アカンタピラメもクロウシノシタに類似した行動であると推察できる。

ササウシノシタの採集尾数は夜間から薄明にかけて多い。ササウシノシタはクロウシノシタ、カンタピラメのように終日底に着底している状態ではなく、昼間は底を離れている機会が多いと推察される。

キスの採集尾数はそれ程多くはないが一定採集である。キスの胃内容物からはアミ類、イカ類のように水中に浮遊している生物の出現が多く、着底することは少ないが底付近を沿って行動している。

ホウボウの採集は薄明から夕方まで夜間は採集されていない。

ヒイラギの採集尾数は夜中に多い。胃内容物から端脚類、多毛類等の底生生物の出現が多く、日中は遊泳して夜中に摂餌のため底へ降りてくる。

餌生物の捕食特徴 魚類の胃内容から出現する餌生物の種類は様々である。そして、その餌生物の生態もそれぞれ異っているので当然捕食する側もそれら餌生物の特性と深い関連がみられる。図4は行動のある餌生物をそれぞれの魚類が捕食した時間帯である。カタクチイワシ稚魚は薄明、午前に捕食されていた。カタクチイワシ稚魚は桁網採集結果(表1)をみると昼間多く採集されておりカタクチイワシ稚魚は底に多く分布しているといえる。池原⁴⁾はカタクチイワシ稚魚をネット採集し、その結果夜間は表層へ浮上し、昼間は沈降する昼夜の垂直移動があると報告している。キスやクロウシノシタはカタクチイワシ稚魚が沈降してくる時間に捕食している。

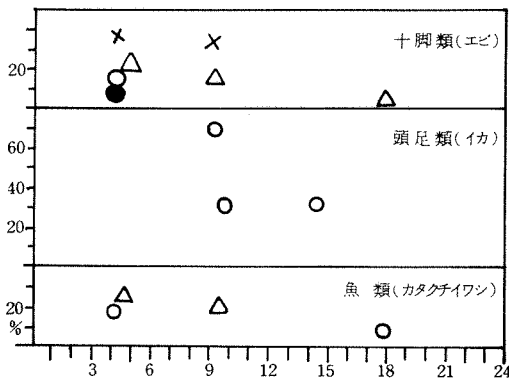


図4 キス・クロウシノシタ・イシガレイ
ヒイラギの魚類、頭足類、十脚類、
捕食時間

- キス
- △ クロウシノシタ
- × イシガレイ
- ヒイラギ

ている。キスは昼間沈降してきたイカ類を捕食する。

エビ類は薄明、午前と夕方に捕食されている。エビ類は一般に夜行性であるといわれ、桁網の採集結果でも夜間、薄明に多かった。これらエビ類の行動は船田⁶⁾、石岡⁷⁾もそれぞれの結果から同様なことを報告している。魚類の多くは夜間摂餌しないため、エビ類を捕食することはないが、夜明けと共に摂餌活動に移るため、まだ十分潜伏、防御が終っていないエビ類は捕食される機会が多くなる。

イカ類は午前、午後には捕食されている。桁網の採集結果からは明確ではないが、OKUTANI⁵⁾によると小型イカ類は夜間海面上で多く採集されることから、夜間表層性であろうと報告している。

イカ類は午前、午後には捕食されている。桁網の採集結果からは明確ではないが、OKUTANI⁵⁾によると小型イカ類は夜間海面上で多く採集されることから、夜間表層性であろうと報告している。

端脚類、アミ類のように行動の少ない餌生物は常に摂餌対象としてどの魚類からもよく利用される結果となる。

またHATANAKA⁸⁾は 餌生物の捕食は上顎長と関係すると述べている。北原⁹⁾はヒラメ、アラメガレイは体長に対する上顎長の傾きが大きく魚類、大型甲殻類を摂餌するのに対応し、イシガレイ、アカシタビラメ、クロウシノシタ、ササウシノシタ、キス、ヒイラギは体長に対する上顎長の傾きが小さく、小型甲殻類、真性ベントス、多毛類を摂餌するのによく対応すると報告しており、今回の結果からもこれらの報告とよく一致している。

表2 摂餌時間帯と摂餌種類の関係

	日間摂餌が活発	夜間摂餌が活発	昼夜摂餌
アミを中心的に摂餌している魚類	ヒラメ、アミ類 ホウボウ アミ類 端脚類		アラメガレイ アミ類 イシガレイ アミ類 端脚 十脚類 キス アミ イカ類
端脚類を中心に摂餌している魚類	クロウシノシタ 端脚 十脚類 アカシタビラメ 端脚 等脚 アミ類	ササウシノシタ 端脚 小型甲殻類 ヒイラギ 端脚 多毛類	

以上の結果をまとめると表2のようになる。摂餌が活発に行なわれている時間帯と摂餌餌生物を組み合わせると少しずつ変化し、それぞれの摂餌生態を表わしている。アミ類を中心に摂餌しているグループのうち昼間摂餌しているヒラメ、ホウボウの場合、前者はアミ類、後者は端脚類を摂餌する。昼夜摂餌しているとみられるアラメガレイ、イシガレイ、キスの間ではアミ類、端脚類、イカ類とそれぞれ異なる。同様に端脚類を中心とするグループで昼間摂餌するクロウシノシタは端脚・十脚類、アカシタビラメは端脚・等脚類、アミ類を摂餌する。夜間に摂餌するササウシノシタは端脚・小型甲殻類、ヒイラギは端脚・多毛類を摂餌する。このように同時周帯に摂餌内容物に変化があるのは餌を獲得していく過程上競合、食圧等により起きた結果であろう。

図5は時間毎の食物関係である。同図はアミ類を摂餌する魚類を中心としたものであり、この中心から離れるに従い他の餌生物の摂餌割合が多くなる状態を模式化したものである。例えば午前の場合ヒラメ、アラメガレイ、ホウボウがアミ類を摂餌し、イシガレイもアミ類を摂餌するが、十脚・等脚類の摂餌割合が多くなり、クロウシノシタのようにアミ類捕食魚からまったく離れた魚類はアミ類を摂餌せず、端脚類が中心となりアミ類摂餌グループとは全く相関がなくなる。下方へ連らなるキスの場合も同様に、アミ類を摂餌するが頭足類の摂餌割合が多くなる。このように餌生物をめぐる、その時の摂餌活動、捕食器管、摂餌生態等によりこの模式図が変化するのである。薄明においてはどの魚類もまだ摂餌活動が十分ではなく、ほぼ横につながる平衡状態で餌をめぐる競合もまだ起ってはいない。午前になるとどの魚類も摂餌活動が活発となり図はかなり変化する。イシガレイはアミ類をよく利用しているが摂餌活動がまだ十

分行なわれていないためアミ類摂餌グループに参加できていない。午後に入るとインガレイも参加し、キスが午前と変わらずイカ類を摂餌している。形としては安定している。この傾向は夕方になってもほぼ同様な形で持続される。夜はヒイラギ、ササウシノシタが特に活発に活動

するため、端脚類中心グループの間は崩れやすくなる。

魚類の摂餌活動は種独自の時間サイクルがある、また捕獲器管の違い、諸器管の発達の度合により摂餌生物が微妙に変化する。これらはそれぞれの成長過程の条件に応じ違い、それがその時の魚類社会の食物関係に変化を与え、種関係を微妙に変化して競合をできるだけ少なくし、食性のバランスを保っているのである。このように食物関係はそれぞれの魚類の発展過程において一魚類社会の中で一システム化され、(食物関係)の時間的(季節)サイクルの連続性のひとつひとつとなっている。そしてこれらは魚類の出現種類数、量、餌生物の量、環境に変化があるろうともそのシステムの中で処理され、毎年同様のサイクルを呈していると予想される。

要 約

若狭湾由良川河口域の浅海域で1972年5月22日から23日にかけて桁桁網で昼夜連続採集を行った。採集結果から主な魚類の日周期活動と食性との関係について検討した。

1. 摂餌指数と空胃率から摂餌の日周期を推定した。これらは ①昼間摂

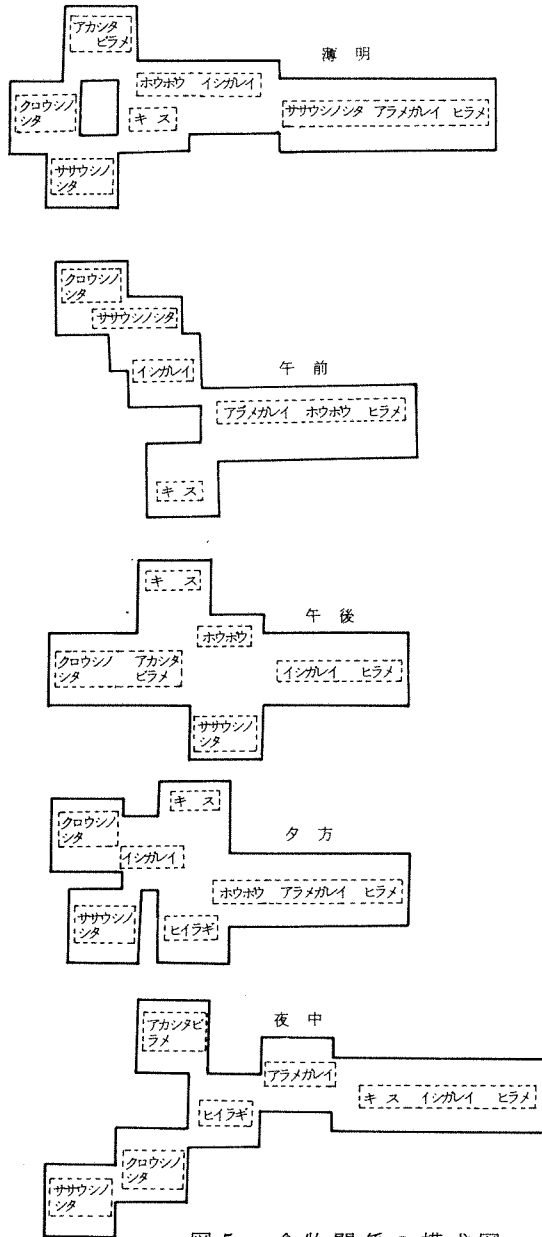


図5 食物関係の模式図

餌(ヒラメ、クロウシノシタ、ホウボウ、アカシタビラミ)、②夜間摂餌(ササウシノシタヒイラギ)、③昼夜摂餌(アラメガレイ、イシガレイ、キス)とそれぞれ摂餌活動グループに分けられる。

2. 食物組成では ①アミ類中心(ヒラメ、アラメガレイ、ホウボウ、イシガレイ、キス)

- ②端脚類中心(クロウシノシタ、アカシタビラメ、ササウシノシタ、ヒイラギ)に摂餌するのグループに分けられる。
3. 採集尾数から行動を推定すると ① 底を離れて摂餌行動(ヒラメ、アラガレイ、イシガレイ、キス、ホウボウ) ② 底を離れず摂餌行動(クロウシノシタ、アカシタビラメ、ササウシノシタ、ヒイラギ)に分けられる。
4. 餌生物の生活と捕食にある関係がみられた。カタクチイワシ稚魚、イカ類は夜明け沈降して来た頃 捕食され、エビ類は潜伏が十分出来ていない状態の時に捕食される。
5. 魚類は摂餌生態の相違により食物関係を微妙に変え、競合をさせている。
6. このような食物関係は時間的サイクルのひとつひとつであり、これらの関係は変化しないと予想される。

文 献

- 1) 浜中雄一：若狭湾西部海域におけるエビ類の研究-I，京水試報告，昭和50年度，101-108 (1977)。
- 2) GROOT, S. J. DE: On the interrelationships between morphology of the alimentary tract, food and feeding behaviour in flatfish (pisces: pleuronetiformes), - *Neth. J. Sea. Res.*, **5**, 121-196 (1971)。
- 3) 清野精次：栽培漁業のための生態調査，水産海洋研報，22，54-68 (1972)。
- 4) 池原宏二：異なるプランクトンネットの採集結果からみた数種の魚類およびイカ類の卵・稚仔の生態，日水研報，20，71-82 (1968)。
- 5) OKUTANI, T: Studies on Early Life History of Decapodan Mollusca-III, *Tokai Reg. Fisker. Res. Leb.*, (55), 9-57 (1968)。
- 6) 船田秀之助：宮津湾の底棲餌料生物分布調査，京水試業績，27，81-108 (1966)。
- 7) 石岡宏子：クルマエビ人工種苗の生理，生態に関する研究，南西水研報，6，59-84 (1973)。
- 8) HATANAKA, M., M. KOSAKA et al., Interspecific relations concerning the predacious habits among benthic fish, *Tohoku J. agric. Res.* **5** (3), 177-189 (1954)。
- 9) 北原 武：若狭湾西部海域(丹後海)における底生魚類の分布と食物関係について，京水試業績39，34-54 (1972)。