

生物群集内における稚魚期および若魚期
のマダイの摂餌生態—I.

他魚種との関係

今林 博道*-1・花岡 資*-2・高森 茂樹

Feeding Activities of Juvenile and Young Red Sea Bream,
Chrysophrys major
TEMMINCK et SCHLEGEL, in the Biotic Community-I.

Relation to the Other Species

Hiromichi IMABAYASHI*-1, Tasuku HANAOKA*-2 and Shigeki TAKAMORI

The feeding activities of juvenile red sea bream, *Chrysophrys major* TEMMINCK et SCHLEGEL, one of the important commercial species in the Seto Inland Sea, are needed to be made clear in the course of so called Farming Fishery which release many hundred thousands of juvenile seed fish into the natural nursery grounds.

Juvenile red sea bream bottoms to "Moba"-sea weed bank-in early summer after the stages of egg and drift larvae. Thus, they enter into the biotic community of "Moba" inhabited by many kinds of smaller fish.

The present study was planned to investigate the ecological relations between red sea bream and two other major fish species in the "Moba" community, red velvetfish, *Hypodytes rubripinnis* (TEMMINCK et SCHLEGEL), or network filefish, *Rudarius ercodes* JORDAN et FOWLER, which occur frequently together with in the catch, and are predominant in the bottom assemblages in the survey bank.

Here are reported the species compositions of catch and their stomach contents, and the results of study on the inter-specific competition for food, between red sea bream and other two major fish species. Their stomach contents composed of small benthic or phytal animals were observed to change along with the relative abundance of fishes concerned, and have led us to realize the tense competition for food among them.

However, formation of different schools by species and its dynamic segregation to each other tend to reduce the intensity of food competition, and it seems to reveal that dynamic segregations based on the relative abundance of these species as well as the abundance of prey animals act an important role in the competitive relations in the community of fishes on the survey bank.

1975年8月15日受理 南西海区水産研究所業績53号

*-1. 九州大学農学部 Faculty of Agriculture, Kyushu University

*-2. 日本大学農獣医学部 Faculty of Agriculture & Veterinary Medicine, Nihon University

沿岸水域に生息し水産的に重要な漁業資源である底魚の有効な再生産をはかるためには、まず自然環境下でのそれらの成育段階別生活様式、とりわけ生物群集内における摂餌生態を群集生態学的な立場から明らかにする必要がある。

その基礎的研究の一環として、瀬戸内海備後灘の三原水道細ノ州水域における生物群集内の稚魚期および若魚期のマダイを対象魚種として、その摂餌生態を調べた。当水域は夏季に両生活期のマダイの集群成育場として知られ、矢野ら¹⁾はその分布や生長生態に関する知見について述べており、また花岡ら²⁾³⁾⁴⁾は群集生態学的立場から報告をしている。しかし、マダイを中心とした底魚群集と環境内餌生物群集との対応関係や、それに反映される餌生物をめぐる種間競争および種内競争などの魚種相互間関係の解明は十分でない。そこで第一報では、底魚群集内におけるマダイの侵入定着、成育、移動拡散の実態と、それに伴って起る餌生物をめぐる他魚種との種間競争、について解析結果を述べる。

本文に入るに先だって、この研究の推進にあたり懇切なご援助、ご助言を得た南西海区水産研究所内海資源部第二室長矢野実氏に厚くお礼を申しあげる。また研究成果の発表について機会を与えていただいた所長花村宣彦博士、ならびに取りまとめについて助言をいただいた内海資源部多々良薫博士に謝意を表する。

材 料 お よ び 方 法

細ノ州水域は三原水道のほぼ中央に位置しそのなかに丘状に盛り上った浅瀬で、その丘頂は最干潮時には露出する (Fig. 1)。水深5 m以浅 (st. A) は砂または砂泥底でその周辺はアマモ場 (Zostera region)

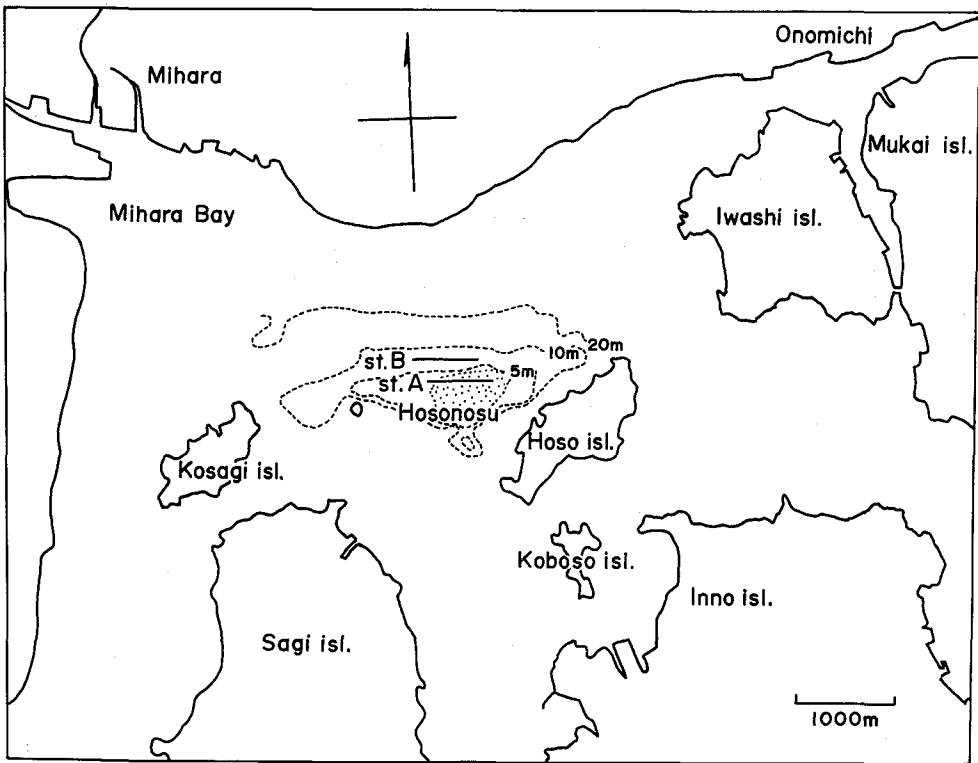


Fig. 1. Map of Hosonosu in the Bingo-Nada, Seto Inland Sea.

— : The station where the net hauls (small type drag net) was made.

になっている。北側の水深5m以深(st. B)では、底質は砂または砂礫質でアマモの生育は観察されない。潮流は比較的速く(2.0kt)、干満に伴い東西2方向に流れが交替する。なお、当水域は底曳網漁場の禁漁区に指定され、冬には海苔養殖場となる。

本水域内で物理的、植生的に環境が相異なる st. A と st. B において1972年6月26日から8月29日までの2か月間、昼間はほぼ週に1度、各々2~3回、小型の試験底曳網(網口3.2m、網丈3m、袋網丈0.7m)によりマダイをはじめとする魚種を採集した。その場合、できる限り1小群集を混合なしに捕えるため曳網時間は5分とし、曳網距離は毎回ほぼ一定(約400m)にした。採集した標本は船上で直ちに10%ホルマリンで固定した後、各種の数量組成を明らかにすると共に、それぞれの胃内容物について計量と生物種の同定を行った。胃内容物の重量は感度1mgの天秤を使用し、マダイのように胃と腸の分化が明瞭な魚種では胃を、それがいっきりしない魚種では消化管の第1屈曲部から前部を切り取り内容物を濾紙上で水分をできるだけ取ってから計量した。

結 果

主要魚種の数量組成と出現頻度

細ノ州水域の st. A と st. B で全調査期間を通じて採集された主要魚種の数量組成と曳網ごとの出現頻度を Table 1 に示した。st. A ではハオコゼ (*Hypodytes rubripinnis*)、アミメハギ (*Rudarius ercodes*)

Table 1. Species composition of fish assemblages at Hosonosu.

Fish	st. A			st. B		
	Number	Weight	Frequency of appearance*	Number	Weight	Frequency of appearance*
<i>Chrysophrys major</i>	14.2	8.3	81.8	54.8	21.0	81.0
<i>Hypodytes rubripinnis</i>	51.8	60.3	86.4	2.2	2.4	14.3
<i>Rudarius ercodes</i>	27.1	11.4	100.0	6.7	2.3	33.3
<i>Sebastes inermis</i>	2.5	5.1	54.5	0	0	0
<i>Halichoeros poecilopterus</i>	1.5	2.9	68.2	20.6	25.3	61.9
<i>Ditrema temmincki</i>	0.6	1.3	27.3	0	0	0
<i>Triakis scyllia</i>	0.4	4.3	27.3	0	0	0
<i>Zebrias japonicus</i>	0.3	1.0	27.0	0	0	0
Other spp.	1.3	4.5	—	14.9	37.9	—

* Number of appearance $\times 100 /$ number of net hauls

およびマダイの3種が卓越した存在である。すなわち、尾数および重量百分率はこの順に多くこれら3種をあわせるとそれぞれ93.1%、80.0%に達し、また1曳網ごとの出現頻度もこの3種に限り極めて高く81.8~100%の範囲にある。一方 st. B ではマダイが数量組成および出現頻度ともに高く出現し、キュウセン (*Halichoeros poecilopterus*) がこれに次ぐ。このようにマダイは両採集場所の底魚群集の中で比較的優勢に生活していることがわかる。なお、st. A は採集魚種数、全尾数、重量の点で st. B の10倍以上に達していることから、マダイと共に多くの魚種が生息しより複雑な群集が形成されていると推察される。しかし

ここでは観察データの信頼度およびマダイとの競合種の出現頻度を考慮して st. A の標本について解析をすすめた。

主要魚種の食性と出現傾向

主要魚種の胃内容物を餌生物種類別重量組成として表わすと捕食魚種の特徴が明らかになる (Fig. 2)。マダイ幼魚は生息環境の餌生物条件の違いによって胃内容物組成が変わるが、また成長に伴っても段階的に食性が変わる。

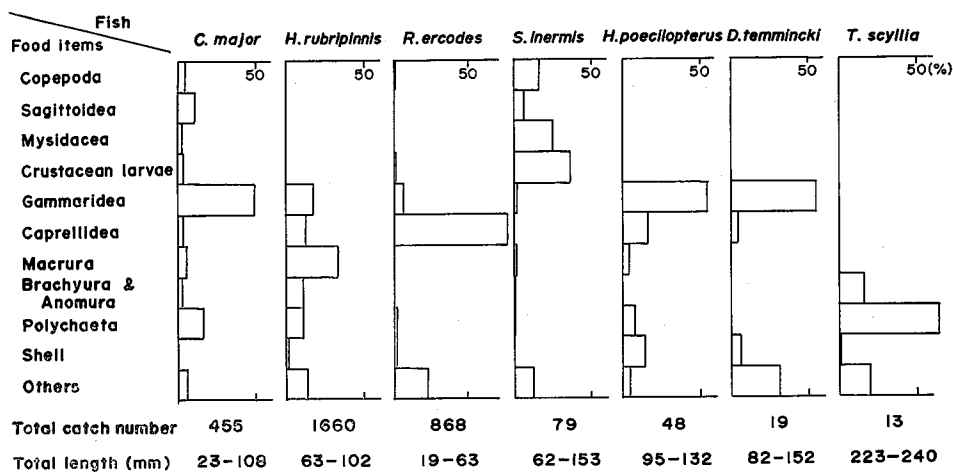


Fig. 2. Percentage weight composition of food items in several fishes.

ここでは小型甲殻類の Gammaridea が胃内容物の約50%を占め、他の餌生物たとえば環形動物の Polychaeta は約20%、Macrura と Sagittoidea はそれぞれ約10%であり、ベントス食傾向を強くあらわしている。ハオコゼの胃内容物は Macrura が約35%で最も多く、次いで Gammaridea, Caprellidea, Brachyura & Anomura, Polychaeta および Isopoda がそれぞれ10%前後を占め、これら7種類の餌生物でほぼ100%に達する典型的なベントス食である。アミメハギでは主としてアマモ葉上で生活する Caprellidea が約70%、同様に葉の表面に付着する腔腸動物 Hydrozoa が約15%であるのに対し Gammaridea は約5%と少なく、マダイの胃内容物組成とかなり異なっている。メバル (*Sebastes inermis*) は Crustacean larvae, Mysidacea, Copepoda などのプランクトン型餌生物を主体とする胃内容物組成を示す。マダイと同じズキ目に属するキュウセンとウミタナゴ (*Ditrema temmincki*) の両種は、胃内容物の50~60%が Gammaridea で占められマダイとその組成がよく似ている。サメ類の中でも沿岸性が強くまた出現した魚類でも最も大型のドチザメ (*Triakis scyllia*) は大型ベントス食を示し、約60%が Polychaeta である。いずれにしても、このように藻場で採集される魚種は胃内容物の種類から判断して、藻場に特徴的に多いベントスや葉上動物 (付着動物) などを主な栄養源としている。

次に、これら主要魚種相互間の胃内容物組成の類似度を Morisita⁵⁾ の類似度指数 C_{λ} によって求めた (Table 2)。この指数 C_{λ} の値は1に近いほど類似性が高く、0に近いほど低いことを意味する。マダイと他魚種の間この C_{λ} 値を3段階に大別して考えると、キュウセンとウミタナゴでは (0.91, 0.88) 最も高いが、アミメハギ、メバル、ドチザメでは (0.12, 0.12, 0.29) 低く、ハオコゼは中程度 (0.56) の類似性を示した。このうちキュウセンとウミタナゴは本来藻場に常住するものではなく、季節的あるいは一時的に來遊して藻場を成育場として利用すると言われる。キュウセンは出現頻度が比較的高く (Table 1) マダイの出現した採集日には必ず混獲されているが、ウミタナゴはマダイの出現傾向とは逆である。藻場の定

Table 2. Values of similarity index C_A^* among each composition of food items in several fishes.

fish	<i>C. maior</i>	<i>H. rubripinnis</i>	<i>R. ercodes</i>	<i>S. inermis</i>	<i>H. poecilopterus</i>	<i>D. tennincki</i>	<i>T. scyllia</i>
<i>C. maior</i>							
<i>H. rubripinnis</i>	0.56		0.12	0.12	0.91	0.88	0.29
<i>R. ercodes</i>		0.28		0.05	0.52	0.40	0.28
<i>S. inermis</i>			0.01		0.33	0.15	0.01
<i>H. poecilopterus</i>				0.03		0.04	0.04
<i>D. tennincki</i>					0.94		0.11
<i>T. scyllia</i>							0

$$* C_A^* = \frac{2\sum X_i Y_i}{(\lambda X + \lambda Y) \sum X_i \sum Y_i} \quad \lambda X = \frac{\sum X_i^2 - \sum X_i}{\sum X_i (\sum X_i - 1)} \quad \lambda Y = \frac{\sum Y_i^2 - \sum Y_i}{\sum Y_i (\sum Y_i - 1)}$$

X_i, Y_i : Percentage weight composition of food items "i" found in the fish X and Y, respectively.

住種であるメバルも、Copepoda などのプランクトン型餌生物が豊富に存在していたと思われる採集日に限り多獲された場合を除くと、マダイの出現傾向と逆関係が認められる。しかしこれらの魚種はいずれも採集尾数が少なく、今後の調査が必要であろう。

考 察

マダイとハオコゼあるいはアミメハギとの種間競争

混獲された魚種はマダイ幼魚を含む底魚群集の構成員であると考えて解析すると、ハオコゼとアミメハギは出現頻度およびマダイとの混獲率がともに高く、この2種とマダイが最も卓越していた。この両種は沿岸や内湾にある砂泥底のアマモ場で群泳生活をしていることが知られているが、KIKUCHI⁶⁾の天草のアマモ場における研究ならびに花岡ら²⁾⁴⁾の調査からはこれら両種がマダイと同様に Gammaridea の捕食を主とする食性をもつとされている。したがって、ここではハオコゼとアミメハギに限定して若干の考察を加えた。

1) 生息量に影響された胃内容物組成の変化

マダイの胃内容物の重量組成を採集日別に求め、その体長範囲と1曳網当りの入網尾数を Figure 3 に示した。これによれば、マダイは成長に伴い胃内容物組成に明らかな変動がみられるが、7月7日から8月

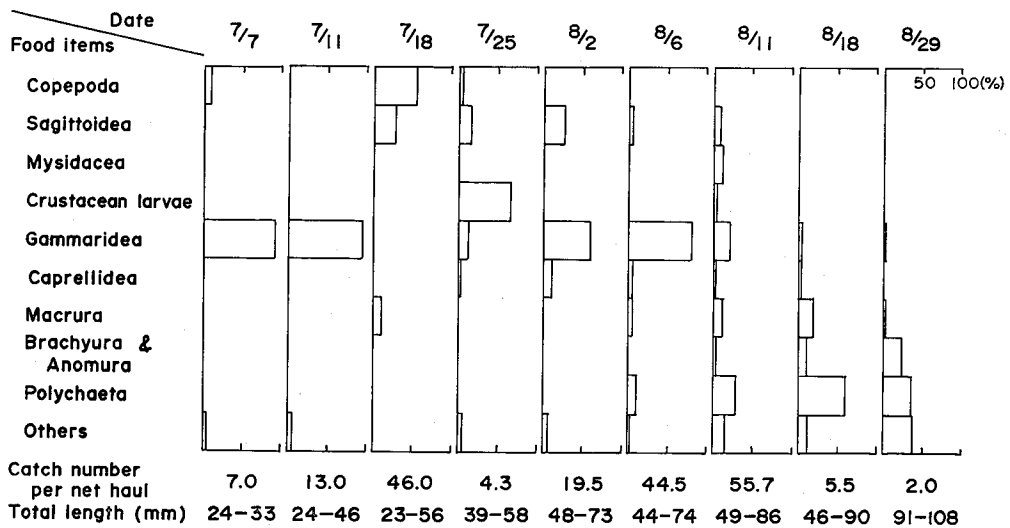


Fig. 3. Change of percentage weight of food items in *C. major*.

11日までほぼ1か月間（全長、23~86mm）の侵入定着期と成育期には常に小型甲殻類 Gammaridea を主食としており、8月18日以降に1曳網当りの入網尾数が急激に低下する移動拡散期（平均全長、83mm）には Polychaeta などの大型ベントス食性に変わる。ただ、7月18日と25日にプランクトン型餌生物だけで胃内容物の大部分が占められているのは、その前後の様子からみてマダイ自身の生態的变化、すなわち食性が変わったためとは考え難く、何か次のような他動的影響が作用したためと考えられる。すなわち、(1) 環境内の Gammaridea 存在量の低下、またはプランクトン型餌生物の密度増大、さらにこれら2現象の相乗的な作用、(2) Gammaridea をめぐる臨時的に出現した他魚種との競争、などが指摘されるが、本水域では後者は考えにくい。

ハオコゼは終始一貫してベントス食性であるが、胃内容物組成や1曳網当りの入網尾数は採集日によりかなり変動している (Fig. 4)。

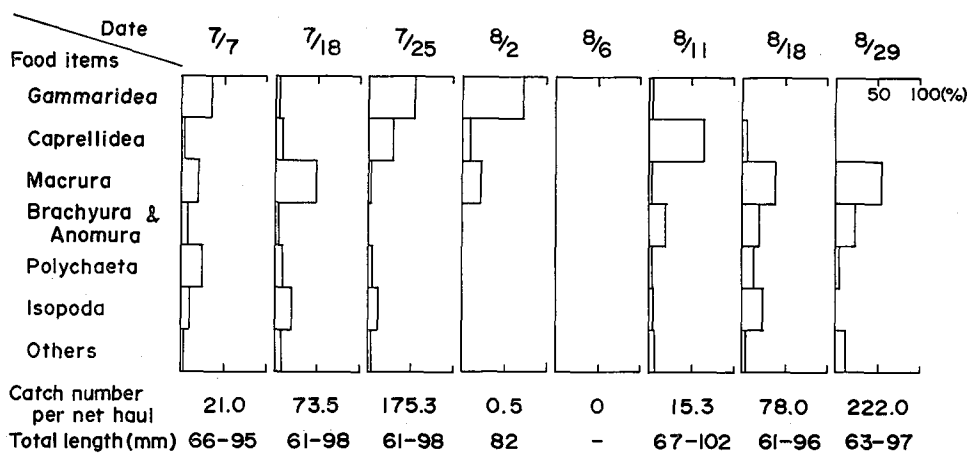


Fig. 4. Change of percentage weight of food items in *H. rubripinnis*.

アマメハギの胃内容物組成は採集日によらずほぼ一定しており前述したように葉上動物が優勢である。1 曳網当りの入網尾数もハオコゼに比べて変動が小さく全期間を通じて出現している (Fig. 5)。

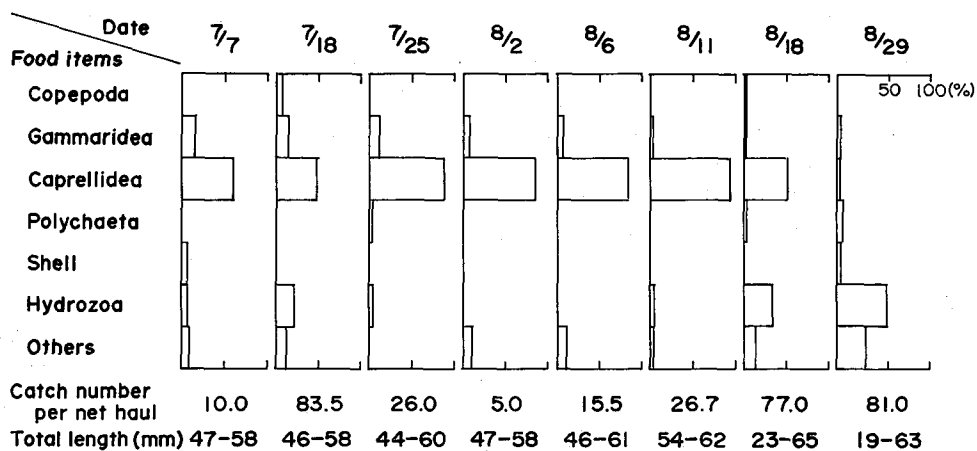


Fig. 5. Change of percentage weight of food items in *R. ercodes*.

以上のように3種の胃内容物組成と入網尾数の変化傾向とを別個に検討したが、次に胃内容物組成が3種の入網量に、すなわち密度依存的に変動したかどうかを検討する。そのため2魚種間について採集日別胃内容物組成の C_x 値を求め、この C_x 値と両種の合計入網量の変化関係を Figure 6 に示した。

マダイ対ハオコゼの C_x 値はその範囲が広く0.12~0.88にわたっており、両種の合計入網量に反比例して変わっている。このことは、入網量が生息量に比例するものとすれば、両種の生息量が多い日の C_x 値は低く両種は互いに異なる餌生物を、逆に生息量の少ない場合の C_x 値は高く同一種類の餌生物をより多く捕食することを示している。すなわち、両種は密度依存的に胃内容物組成を変えていると理解されるが、マダイの胃内容物の変化は少なく、ハオコゼの変化は大きいことから、マダイの優位性が認められる。

マダイ対アマメハギでは、その C_x 値は0.02~0.31と低くまたその変動幅もマダイ対ハオコゼの組合せに比べて小さいことから、両種は一般に生息量に比較的独立した胃内容物組成の差異をあらわすといえる。

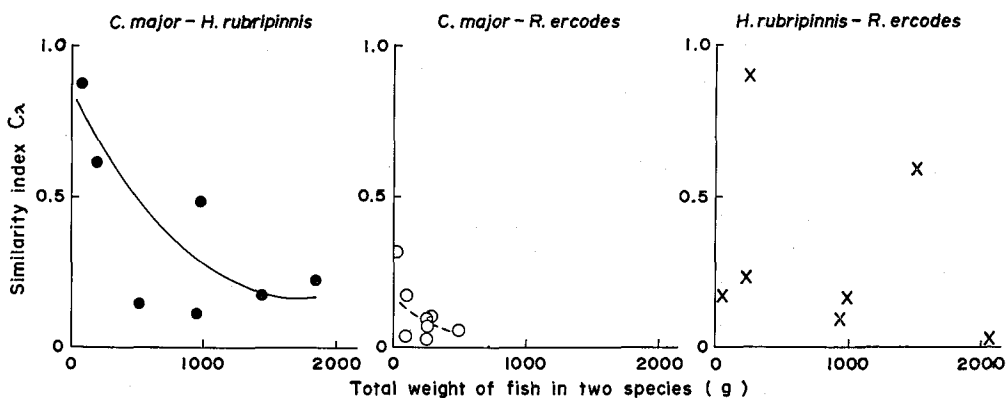


Fig. 6. Relation between C_{λ} values for food items in stomachs of two species caught by net haul and their total weight in it.

しかしその変動幅は小さいながらも生息量に対して反比例の傾向がうかがえる。

ハオコゼ対アミメハギでは、その C_{λ} 値は生息量の変化に伴ってばらつきが大きく一定の傾向を認めることはできない。

同様な現象は相対生息量が互いに違う2年度間（1969年、1972年）のマダイと他2魚種の C_{λ} 値変化の比較においても認められる（Fig. 7）。この事実はマダイに対するハオコゼとアミメハギの栄養生態的地位が相対生体量の変化に対応して相互に入れ変わることを推定させる。なお1969年のマダイは1972年と同じく Gammaridea を主食としており、これらの群集内ではマダイを最優先種として、ハオコゼとアミメハギはその相対生体量によって群集内の地位が変化することを予想させる。

ii) 生活空間における群関係

群行動をとり、あるいは群形成をしやすいと言われるこの生活期のマダイとハオコゼおよびアミメハギが、互いに重なった生活空間の中でその餌生物をめぐってどのような生息状態あるいは分布状態にあるかを次に解析した。曳網は全部で22回実施し、曳網ごとに求めた2魚種の相対出現割合の頻度組成を Figure 8 に示した。

マダイ対ハオコゼの場合（Fig. 8）、マダイの相対出現割合が40～60%と両種がほぼ同尾数で出現した曳網頻度は1回だけであるが、0～10%あるいは90～100%とどちらかの魚種が相対的に多く出現した曳網頻度はそれぞれ8回、4回であって全曳網数の半数以上にも達する。すなわち、曳網ごとの両種の相対割合はいずれか一方に偏りやすい傾向を示している。これは両種がその群行動あるいは群形成を比較的分離して行なう結果生じたものと考えられ、いわゆる動態的隔離の存在を推定させる。

マダイ対アミメハギの場合（Fig. 8）、この状況は幾分異なっている。マダイの相対出現割合が50～100%とマダイが多く出現する曳網頻度は6回だけである。全出現量がマダイの約2倍に相当するアミメハギは（Table 1）曳網ごとの組成を調べても数的に優勢であることがわかり、両種は群行動あるいは群形成を分離する度合いが弱まりむしろ混生する傾向をあらわしている。

ハオコゼ対アミメハギの場合は両種の相対的出現割合には特徴的な偏りがなく、両種が群集内において極めて任意に混生することがうかがえる。先に求めた生息量および胃内容物組成の不定関係から考え合わせ、両種間には餌生物をめぐる直接的な相互作用はないと見做しえよう。これらの関係は C_{λ} 値の大小ともよく関連対応している。

以上を総括すると、本来互いに生活様式や生態的地位が比較的類似しているものと推察されるマダイとハオコゼあるいはアミメハギの間には、餌生物をめぐって競争関係が成立していることが考えられる。1969年度ではハオコゼとアミメハギが量的にもマダイとの相互関係においても本年度とは全く逆の関係にあった

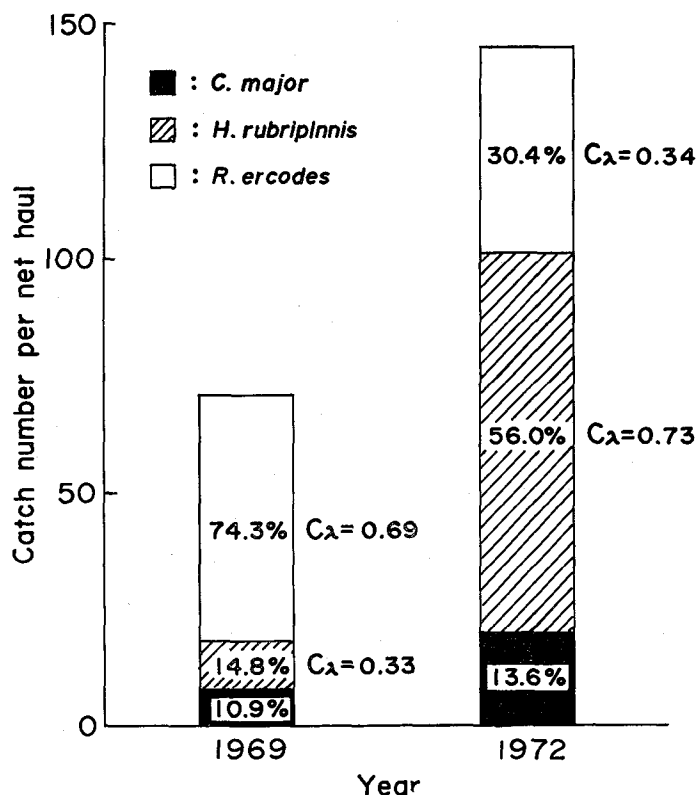


Fig. 7. Relation between C_{λ}^* values for food items in stomachs of *C. major* and other species and various number composition of three species.

* X_i, Y_i : Percentage composition of fish taking food items "i" found in the fish X and Y, respectively.

ことが報告されているが、本年度ではマダイ対ハオコゼの胃内容物組成が比較的類似し、かつ密度依存的に影響されているのがみられる。そしてその競合関係は利用する生活空間を群行動あるいは群形成の仕方では分離することによって種間の緊張を緩和していると思われる。これと対照的に胃内容物組成が異なり、その変化が両種の生息量にそれ程ははっきりとした影響を受けないマダイ対アミメハギの競合関係は、同時に生活空間を利用して空間的な群の分離性の弱さを示しながら、指向する餌生物を分離することにより、両種間の緊張関係を緩和しているものとみられる。

マダイと他魚種との相互作用については以上の知見を得たが、沿岸水域の中でも魚類が豊富に生息しているアマモ場についての群集生態学的研究例は数多くの報告がある(6) (7) (8) (9) (10) (11) (12)。このうち畑中ら(10) (11)は、生息場所が重なる魚種は相互に被食・捕食関係がなくても餌生物をめぐる相互に影響しあうものと考え、その胃内容物を調べることで魚類群集の栄養生態学的地位を明らかにしている。一方、河川や湖に生活する淡水魚についても同様な報告(13) (14) (15)がみられるが、その食性や行動などが生態的に特殊化したものは一般に少ないことが知られており、淡水魚について明らかにされた諸関係をそのまま海産魚に適用して考えることは危険であろう。しかし上述のように生息密度が高い底魚群集ではその生産性は、互いに接近して生活する魚種間の餌生物をめぐる競合関係を解明する必要性を推察させる。今後さらにこの側面からの

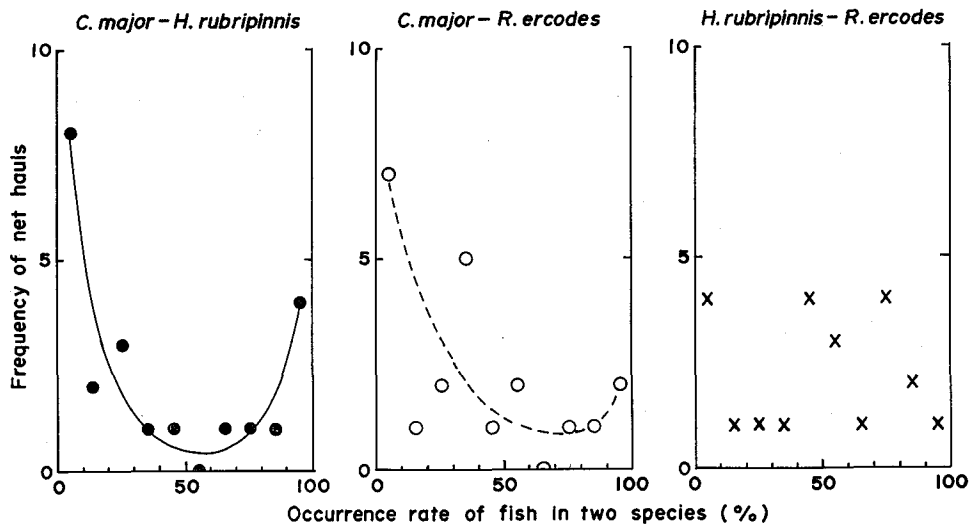


Fig. 8. Relation of frequency of net hauls occurred to percentage number composition of two species in it.

$$* \text{ Occurrence rate} = \frac{\text{Number of species X} \times 100}{\text{Total number of species X and species Y}}$$

X, Y: *C. major*, *H. rubripinnis* or *R. ercodes*.

検討が望まれる。

要 約

沿岸水域内でも比較的生息密度の高いアマモ場周辺の底魚群集において、稚魚期および若魚期のマダイが一時的に定着する時期に、餌生物を捕食するに際して結びつきの深い他魚種との種間競争を解明することを目的として本研究を行なった。調査は夏季にマダイの集群成育場として知られている瀬戸内海備後灘細ノ州水域内の生物群集を選び、次の知見を得た。

(1) マダイと他主要魚種間との胃内容物組成の類似度指数 C_{λ} 値を求めると、キュウセンとウミタナゴでは0.91, 0.88と最も高いが、アミメハギ、メバル、ドチザメではそれぞれ0.12, 0.12, 0.29と低く、ハオコゼは0.56と中程度の類似性を示した。

(2) このうち、底魚群集内において数量的に卓越し、出現頻度も高く、しかもマダイと曳網ごとに混獲される場合が多い魚種はハオコゼとアミメハギである。

(3) そこで、互いに生活様式が類似し密接な関係にあると考えられるマダイとハオコゼあるいはアミメハギ間にしばって餌生物をめぐる競争を考察した。その結果、この競争は利用する生活空間内の群行動あるいは群形成の分離性と関連をもつことにより、魚種間の緊張を緩和していることが推察された。

文 献

- 1) 矢野実, 井上明, 国行一正, 高森茂樹, 仁科重巳, 1969: 瀬戸内海備後灘におけるマダイ幼魚期の分布と生長. 南西水研報, 1, 75—85.
- 2) 花岡資, 井上善久, 1970: マダイ稚魚を主体とする群集の組成の変動とその摂餌生態. 内海性海域における生物群集の生産の動態に関する研究 (JIBP-PM セクション), 156—167.

- 3) 花岡資, 大石修宗, 1972: マダイの食性について. 浅海域における増養殖漁場の開発に関する総合研究, 185—196.
- 4) 花岡資, 今林博道, 1973: マダイ幼稚魚の食性. 同誌, 231—236.
- 5) MORISITA, M., 1959: Measuring of interspecific association and similarity between communities. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ., Ser. E*, 3, 65—80.
- 6) KIKUCHI, T., 1966: An ecological study on animal communities of the *Zostera marina* belt in Tomioka Bay, Amakusa, Kyushu. *Publ. Amakusa Mar. Biol. Lab.*, 1(1), 1—106.
- 7) 北森良之介, 小林真一, 1958: 藻場の生態学的研究. (1)初夏相. 内水研報, 11, 7—16.
- 8) 北森良之介, 永田樹三, 小林真一, 1959: 藻場の生態学的研究. (2)季節的変化. 同誌, 12, 187—199.
- 9) 京都大学海洋生物研究グループ, 1956: 内湾における魚類の発育段階と生活場所. 生物科学特集号, 68—71.
- 10) 畑中正吉, 飯塚景記, 1962: モ場の魚の群集生態学的研究—I. 優占種をとりまく魚類の栄養生態学的地位, 日本会誌, 28(1), 5—16.
- 11) 畑中正吉, 飯塚景記, 1962: モ場の魚の群集生態学的研究—II. モ場周辺の魚群集. 同誌, 28(2), 155—161.
- 12) 布施慎一郎, 1962: アマモ場における動物群集. 生理生態, 11, 1—12.
- 13) KAWANABE, H., 1959: Food competition among fishes in some river of Kyoto prefecture, Japan. *Mem. Coll. Sci. Univ. Kyoto, Ser B*, 26(3), 253—268.
- 14) MIURA, T., 1959: Some ecological studies on fish populations in Lake Sagami, an impoundment, in Kanagawa prefecture, Japan. *Bull. Freshwater Fish. Res.*, 9(1), 23—39.
- 15) JOHANNES, R. E. and P. A. LARKIN, 1961: Competition for food between reddsides shiners (*Richardsonius balteatus*) and rainbow trout (*Salmo gairdneri*) in two British Columbia Lakes. *J. Fish. Res. Bd. Canada*. 18(2), 203—220.