

マダイ放流魚の胃内容物の特徴

山崎 明人・田中 種雄

Stomach Contents Characteristics of Artificially Produced Red Sea Bream *Pagrus major* Released for Stock Enhancement Program

Akihito YAMAZAKI and Taneo TANAKA

Abstract

Stomach contents characteristics of artificially produced red sea bream, *Pagrus major*, released for stock enhancement program was examined by occurrence method in the coastal area of Chiba prefecture Japan. Fork length of the examined fishes was 100-400mm (age 1-4). Rate of individuals with stomach contents and stomach contents weight index had a tendency to decrease in winter. Many kinds of organisms (9 Phylums, 12 classes) occurred in the stomach contents and CRUSTACEA (60.66%) was dominant. These facts show euryphagy and importance of CRUSTACEA as the prey. Occurrences of Amphipoda, Natantia, Anomura and Brachyura varied with sea areas, seasons and sizes of the fish. Comparison between this results and another results of the natural fishes suggests that the feeding habit of the artificially produced fish (age 1-4) is similar to that of the natural fish.

はじめに

全国的にマダイの種苗放流による資源培養の試みが盛んに行われており、千葉県でも1982年から現在まで毎年50万尾前後の種苗放流が継続されている。

放流された種苗を漁業資源に効率的に添加させ、最大限に利用するためには、放流方法や漁業管理方法を検討し、改善していかねばならない。このためには、放流後の移動・成長・摂餌などの生態や再捕実態の把握が不可欠である。

特に摂餌は生態的に非常に重要であり、放流魚の場合は天然海への順応状態を示す指標の一つであると考ええる。

マダイの食性に関する調査報告は多く、食性^{1,2,12)}、食性の季節変化³⁾、成長に伴う食性の変化⁴⁾、餌生物およびマダイの分布と食性との関係⁵⁻⁷⁾、種内・種間⁸⁾の餌生物をめぐるとの関係などがある。これらはいずれも対象を天然魚としているか、あるいは天然魚と放流魚を区

別せずに解析を行っている。わずかに高場¹³⁾が瀬戸内海において天然魚と放流魚を区分して食性の比較を行っているが、千葉県沿岸海域と生息環境が異なる可能性もある。

また、これらの報告のほとんどが当歳から1歳魚を対象としており^{1,2,4-6,8-11,13)}、これ以上の個体についての報告は少ない^{3,7)}。

本報告では、種苗放流に由来する1~4歳のマダイの胃内容物を調査し、分類群ごとの出現頻度により、海域、季節、大きさ別食性の特徴把握を目的とした。

報告に先立ち、熱心な御校閲を頂いた千葉県栽培漁業センター鳥羽光晴研究員に感謝申し上げます。

材料および方法

材料の入手方法

Fig. 1に示した萩生、勝山、富山、富浦、館山船形、白子瀬戸、和田、江見、鴨川、大原の10市場で、1985年4月から1990年3月まで、漁獲物の中から放流魚と

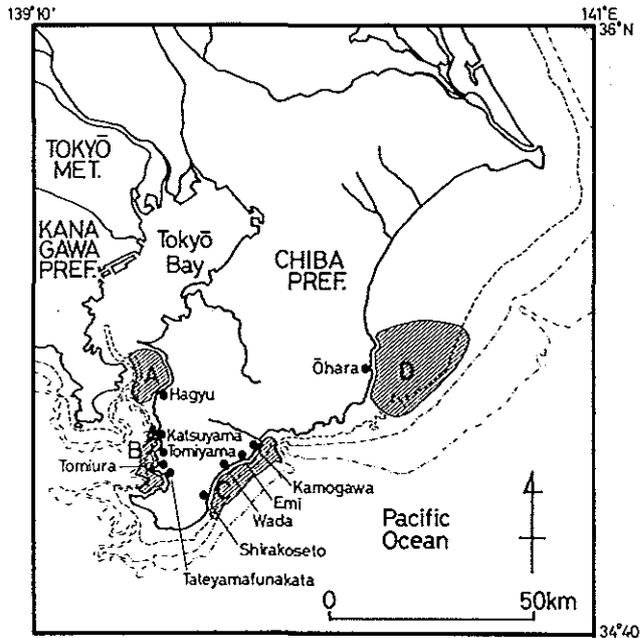


Fig. 1 Fish markets where released-recaptured red sea bream *Pagrus major* were purchased in this study (closed circle) and their major fishing grounds (hatched area, A-D). A, The North of Naibo; B, The South of Naibo; C, The East of Awa; D, Isumi. Broken line, one pointed chain line and two pointed chain line show 50, 100 and 200m depth line respectively.

買い取りを行った市場(黒丸)と海域別漁場(斜線部, A-D)の位置

A:内房北部, B:内房南部, C:東安房, D:夷隅
破線, 1点鎖線, 2点鎖線はそれぞれ50, 100, 200mの等深線を示す。

考えられる個体のべ976個体を買取った。放流魚は、標識、標識脱落痕、鼻孔隔皮欠損^{14,15)}、胸鰭変形^{15,16)}のいずれかが確認された個体とした。なお、それぞれの市場での漁獲方法、標本数、大きさをTable 1に示した。

市場での買い取り時の漁獲物は、標識魚では-20~-5℃前後の冷凍庫で1~2週間保存したもの、標識脱落魚および鼻孔隔皮欠損魚では当日漁獲し氷冷したものの2種類であった。市場から実験室までは全て氷冷して輸送し解剖に供した。

測定方法

魚体重および尾叉長の測定後、腹部を切開し胃を取り出し、胃の全内容をシャーレに絞り出し、その重量を測定した。内容物が液体のみの場合には胃内容物が無いものとみなし、重量を0とした。その後、水道

水を加え、内容物を検鏡し、動物群を同定記録した。取り出した胃内容物は消化が進んでいる場合が多く、摂餌された生物の分類群別の個体数や重量を測定することはできなかった。

解析方法

調査資料から、摂餌個体数割合、胃充満度指数および摂餌生物の個体ごとの出現頻度を求めた。まず、摂餌個体数の割合を求め、さらに、大きさの異なる個体間での比較を行うため、摂餌個体について胃充満度指数を下式により計算した。

$$TI = TW / (FL)^3 \times 10^7$$

ただし、TIは胃充満度指数、TWは胃内容物重量(g)、FL(mm)は尾叉長である。

出現頻度は分類群ごとに下式により計算した。

$$F_k (\%) = n_k / N \times 100$$

ただし、 F_k は餌料生物kの出現頻度、 n_k はkの出現したマダイの個体数、Nは総調査個体数である。

食性の表現法には、胃内容物の組成としての表現と、胃内に出現する率による表現の2つがある¹⁷⁾。本報告では分類群別の重量などが測定できなかったため、後者に属する出現頻度により集計を行った。

解析の単位は、海域、季節、大きさごとにそれぞれいくつかに区分した。海域による区分では、菖生を内房北部、勝山・富山・富浦・館山船形を内房南部、白子瀬戸・和田・江見・鴨川を東安房、大原を夷隅とした(Fig. 1)。季節による区分では、漁獲日を基準として、1~3月を冬期、4~6月を春期、7~9月を夏期、10~12月を秋期とした。大きさによる区分では、尾叉長を基準として、100mm以上200mm未満を小型、200mm以上300mm未満を中型、300mm以上400mm未満を大型とした。この大きさを年齢と対応させると小型が1~2歳、中型が2~3歳、大型が3~4歳となる¹⁵⁾。

解析単位別の測定個体数をAppendix Tableに示した。

結 果

摂餌個体数割合 (Fig. 2)

摂餌個体数割合は、全体では61%であった。海域間で比較すると、内房で低く(北部:49%, 南部:41%)、外房の東安房(72%)および夷隅(74%)で高い傾向が認められた。季節では、冬期(35%)が極端に低く、その他の季節は60%前後と高い傾向が認められた。大きさでは、小型の個体ほど高く(75%)、大型になるにつれ低くなる(46%)傾向があった。

Table 1 Number and Fork length range of examined red sea bream *Pagrus major* used for stomach contents analysis from Apl., 1985 to Mar., 1990.

標本の買い取りを行った市場および漁法別の個体数

Sea area	Fish market	Fishing method	No. of fish examined	Fork length (mm)	
				Minimum size	Maximum size
North of Naibo	Hagyu	Gill net	313	103	383
		Unknown	2	146	336
South of Naibo	Katsuyama	Set net	39	187	364
		Gill net	3	233	280
		Unknown	3	298	366
	Tomiyama	Set net	47	169	364
		Tomiyama	Anglin	3	104
	Tateyamafunakata	Gill net	23	111	295
		Unknown	14	103	131
		Angling	2	187	197
		Gill net	1	364	364
East of Awa	Shirakoseto	Set net	9	197	337
		Wada	1	146	146
	Emi	Set net	24	100	374
		Angling	3	176	313
		Set net	73	100	300
	Kamogawa	Gill net	9	121	380
		Unknown	2	140	207
		Angling	1	114	114
		Set net	246	100	382
		Gill net	18	109	286
		Unknown	8	219	274
Isumi	Ohara	Longline	129	195	398
		Unknown	3	332	378
Total			976	100	398

胃充満度指数組成 (Fig. 3)

胃充満度指数は、海域間で比較すると、10以下では大きな差は認められなかったが、内房南部では指数10以上の個体が比較的多く出現した。季節では、冬期に指数4以下の個体が多く出現する傾向がみられた。反面、指数8以上の個体も出現したが、冬期では調査個体数が少なく (Appendix Table)、詳細は不明である。大きさでは、大型になるにつれ指数が低い個体が多くなり、摂餌個体の割合と同様の傾向が認められた。

出現動物群と頻度 (Table 2, Fig. 4)

種まで同定できた個体はわずかで、ほとんどは目以上の同定までにとどまった。胃内容物からは計9門、

12綱にわたる、広範囲の動物群が出現した。出現した分類群の中で、節足動物門 (ARTHROPODA) 甲殻綱 (CRUSTACEA) が卓越しており、出現頻度は46%に達した。中でも十脚目 (Decapoda) に属する短尾類 (Brachyura) (22%) と端脚目 (Ampipoda) に属するワレカラ科 (Caprellidae) (13%) の出現頻度が比較的高かった。

この他、硬骨魚綱 (CHONDRICHTHYES) (7%)、軟体動物門 (MOLLUSCA) (6%)、棘皮動物門 (ECHINODERMATA) (5%)、多毛綱 (POLYCHAETA) (5%) の順であった。

海域間の比較では、甲殻綱の出現頻度が外房の東安

房・夷隅海域で60%前後とかなり高く、内房海域では20~30%と比較的低い(Fig. 4)。この他、内房南部および東安房海域では硬骨魚網が10%以上出現したことが特徴的であった。

季節では、春期・夏期・秋期では甲殻網が多く出現する似通った出現状況であったが、冬期には甲殻網が全く出現しなかった。

大きさでは、出現状況に極端な差は認められなかった。

全体を通して最も多く出現した節足動物門について、さらに下位の分類群まで示したものがFig. 5である。

海域間の比較では、十脚目のうち、短尾類はどの海域でも多く出現したが、他の海域と比較して、内房北部では長尾類(Macrura)が、夷隅では異尾類(Anomura)が比較的多く出現した。この他、端脚目は東安房のみで非常に多く出現し、そのほとんどはワレカラ科に属した。

季節では、端脚目は春期および夏期に多く出現する

ことが特徴的であった。

大きさでは、短尾類には顕著な差は認められなかったが、長尾類および異尾類は大型になるほど多く出現する傾向があった。これに反し、端脚目は小型個体で非常に多く出現し、中型と大型では少なかった。

考 察

胃内容物の特徴としては、9門12網にわたる広範囲の動物群が確認され、特に甲殻網が卓越していることがあげられ、この中でも短尾類・ワレカラ科がかなり多く出現している。これより広食性魚類であると同時に餌料生物として甲殻網が重要であると推察される。

本報告と同程度の大きさの個体を調査した報告では、島本・渡辺³⁾が、摂餌の対象が8動物門にわたる広範囲の動物群であり、主な動物群は橈脚類(Copepoda)・端脚類・長尾類であると述べている。また、木曾⁷⁾は、未成魚期を通じて多毛綱・短尾類・遊泳類(Natantia)が主要な餌となっており、トビムシ類(Gammaridea)・

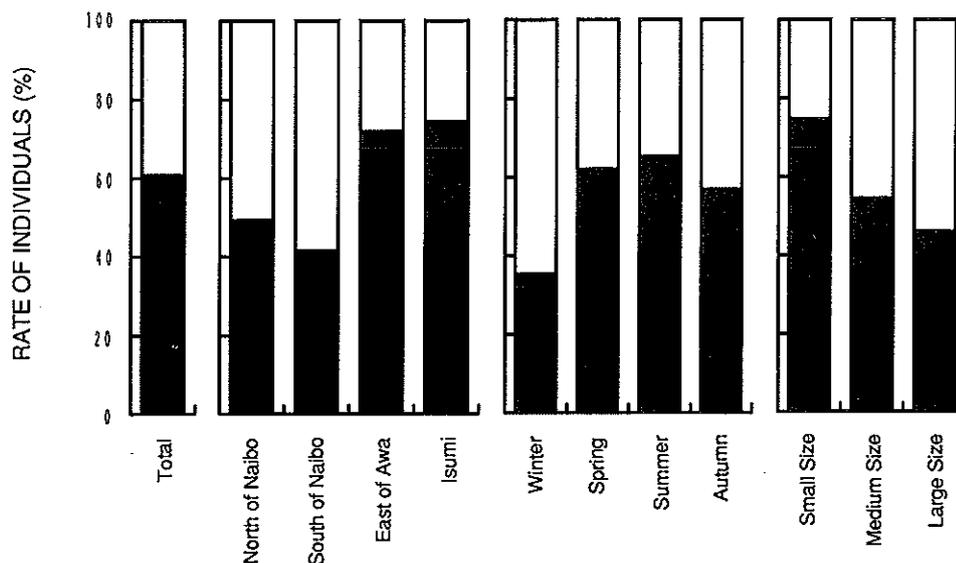


Fig. 2 Rete of released-recaptured red sea breams *Pagrus major* with stomach contents (■) and empty stomach (□).

North of Naibo, South of Naibo, East of Awa and Isumi; sampling sea area (see Fig. 1)

Winter, Feb. - Apr; Spring, May - July; Summer, Aug. - Oct.; Autumn, Nov. - Jan.

Small Size, $100 \leq \text{Fork Length (mm)} < 200$;

Medium Size, $200 \leq \text{FL} < 300$; Large Size, $300 \leq \text{FL} < 400$

摂餌個体(■)および空胃個体(□)の割合

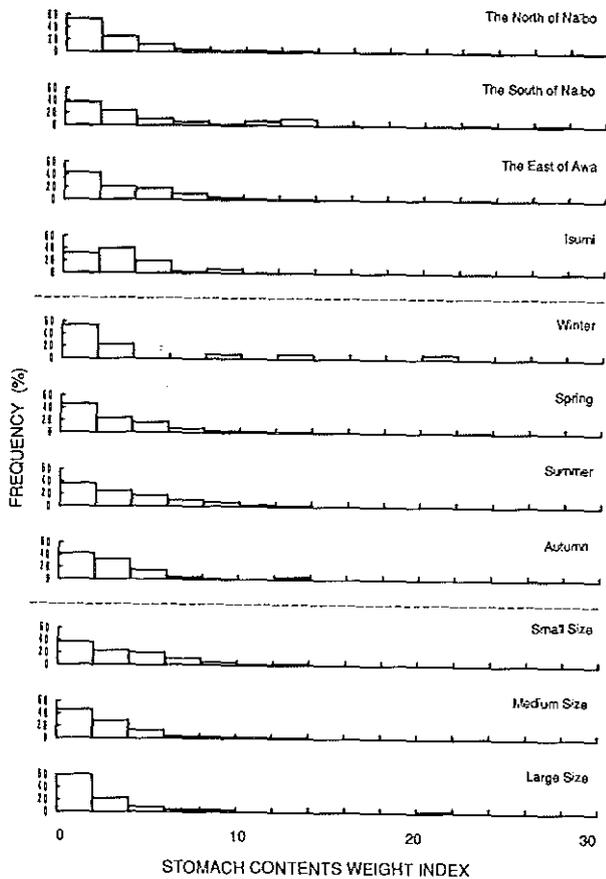


Fig. 3 Frequency distribution of stomach contents weight index(SCWI) in released-recaptured red sea bream *Pagrus major* in the sea area(upper), in the season(middle), in the size of the fish(lower).
 $SCWI = \text{Stmach contents weight (g)} / \{ \text{Fork length (mm)} \}^3 \times 10^7$.
 Sampling sea area, see Fig. 1; sampling period and size, see explanation in Fig. 2.

胃充満度指数の組成

アミ類(Mysidacea)・蛇尾類(Ophiuroidea)などがこれに次いで多く利用されているとしている。このように他の海域における天然魚も含めた結果と比較しても、広食性と甲殻類の重要性という点で同様の結果が得られた。

¹³⁾ 高場は放流直後から半年間放流魚と天然魚を追跡し、その胃内容物組成を調べ、天然魚と同様の食性を持つようになる時期を把握し、放流魚は放流後1ヵ月以内に野生化するとしている。千葉県では0.5歳前後

で放流されているため、本研究で取り扱った1~4歳魚はすべて放流後半年以上が経過していることになる。したがって、胃内容物の特徴や高場¹³⁾の結果を考えあわせると本調査海域の1~4歳の放流マダイは天然魚と同様の食性を持ち、野生化している可能性が高いと考えられる。

海域間の出現頻度では、甲殻網の重要性という点では一致したものの、これに属する動物群間の出現傾向にばらつきがみられた。前述の高本・渡辺³⁾および木曾⁷⁾の結果でも海域間で同様の差異がある。また、当

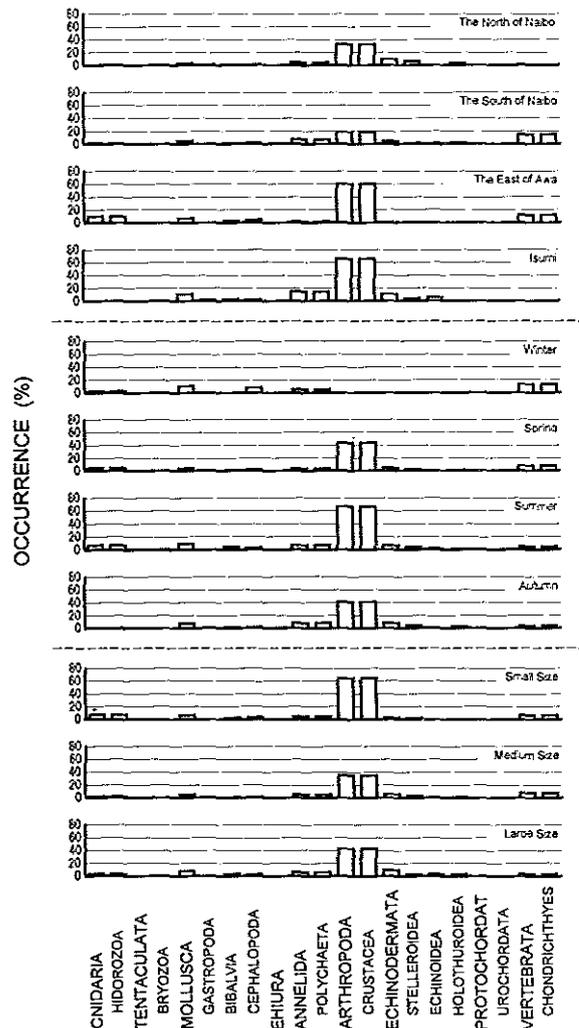


Fig. 4 Taxonomic occurrence of the preys in the stomach contents of released-recaptured red sea bream *Pagrus major* in the sea area (upper), in the season (middle), in the size of the fish (lower).
 Sea area, see Fig. 1; season and size see explanation in Fig. 2.

分類群別胃内容物出現頻度割合

Table 2 Taxonomic occurrence of the prey in the stomach contents of released-recaptured red sea bream *Pagrus major* and number of fish examined.

胃内容物の分類群別出現頻度および調査個体数

Taxon	Occurrence	Occurrence (%)
CNIDARIA (刺胞動物門)	42	4.30
HIDOROZOA (ヒドロ虫綱)	42	4.30
TENTACULATA (触手動物門)	1	0.10
BRYOZOA (苔虫綱)	1	0.10
MOLLUSCA (軟体動物門)	59	6.05
GASTROPODA (腹足綱)	5	0.51
Archaeogastropoda (原始腹足目)	1	0.10
Fissurellidae (スカシガイ科)	1	0.10
<i>Scutus sinensis</i> (オトメガサガイ)	1	0.10
BIBALVIA (二枚貝綱)	19	1.95
Pteriomorphia (翼形目)	11	1.13
Mytilidae (イガイ科)	11	1.13
CEPHALOPODA (頭足綱)	24	2.46
Decembrachiata (十腕形目)	23	2.36
Octobrachiata (八腕形目)	1	0.10
EHIURA (ユムシ動物門)	2	0.20
ANNELIDA (環形動物門)	52	5.33
POLYCHAETA (多毛綱)	52	5.33
Phyllodocida (サシバゴカイ目)	1	0.10
Polynoidae (ウロコムシ科)	1	0.10
ARTHROPODA (節足動物門)	453	46.41
CRUSTACEA (甲殻綱)	453	46.41
OSTRACODA (貝虫亜綱)	3	0.31
CIRRIPEDIA (蔓脚亜綱)	2	0.20
MALACOSTRACA (軟甲亜綱)	445	45.59
Mysidacea (アミ目)	10	1.02
Cumacea (クマ目)	3	0.31
Isopoda (等脚目)	5	0.51
Idoteidae (ヘラムシ科)	1	0.10
Amphipoda (端脚目)	139	14.24
Caprellidae (ワレカラ科)	130	13.32
<i>Caprella acutifrons</i> (マルエラワレカラ)	1	0.10
Decapoda (十脚目)	282	28.89
Macrura (長尾類)	54	5.53
Aristeinae (チヒロエビ科)	1	0.10
<i>Aristaeomorpha foliacea</i> (ツノナガチヒロエビ)	1	0.10
Alpheidae (テッポウエビ科)	1	0.10
Anomura (異尾類)	14	1.43
Upogebiidae (アナジャコ科)	2	0.20
Brachyura (短尾類)	214	21.93
Cacridae (イチョウガニ科)	1	0.10
Portunidae (オウギガニ科)	1	0.10
Stomatopoda (口脚目)	6	0.61
Squillidae (シャコ科)	6	0.61
ECHINODERMATA (棘皮動物門)	53	5.43
STELLEROIDEA (星形綱)	30	3.07
ECHINOIDEA (ウニ綱)	9	0.92
Clypeastroidea (タコノマクラ目)	1	0.10
HOLOTHUROIDEA (ナマコ綱)	14	1.43
PROTOCHORDATA (原索動物)	1	0.10
UROCHORDATA (尾索綱)	1	0.10
VERTEBRATA (脊椎動物門)	69	7.07
CHONDRICHTHYES (硬骨魚綱)	69	7.07
Clupeiformes (ニシン目)	36	3.69
Clupeidae (ニシン科)	33	3.38
<i>Sardinops melanostictus</i> (マイワシ)	33	3.38
Engraulididae (カタクチイワシ科)	3	0.31
<i>Engraulis japonicus</i> (カタクチイワシ)	3	0.31
Perciformes (スズキ目)	3	0.31
Leiognathidae (ヒイラギ科)	2	0.20
Scombridae (サバ科)	1	0.10
No. of fish no prey was found	384	39.30
Total	976	100.00

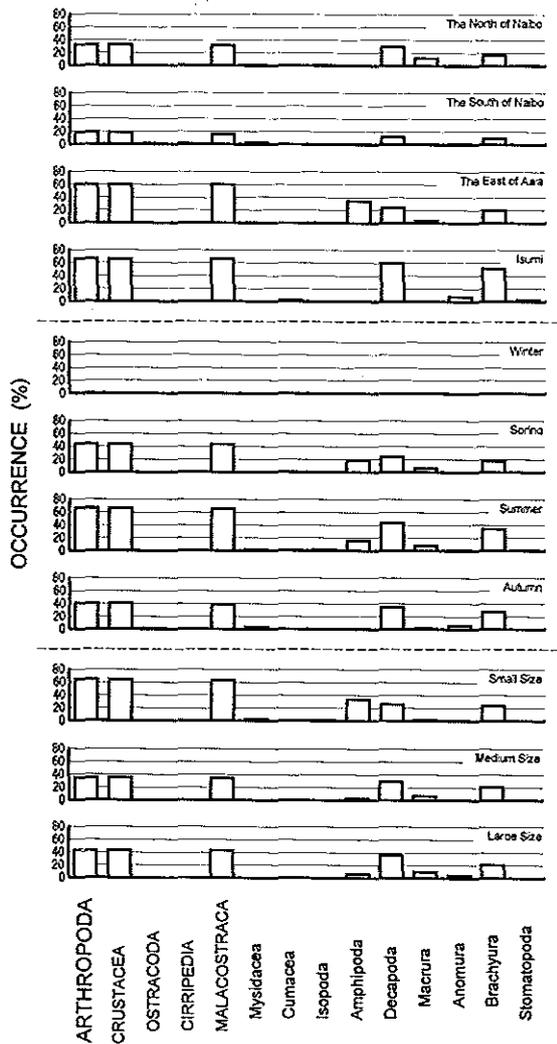


Fig. 5 Taxonomic occurrence of the preys belonging to ARTHROPODA in the stomach contents of released-recaptured red sea bream *Pagnis major* in the sea area (upper), in the season (middle), in the size of the fish (lower).

Sea area, see Fig. 1; season and size, see explanation in Fig. 2.

節足動物門における分類群別胃内容物出現頻度割合

歳魚では、岡田¹⁾が長尾類、島本・渡辺³⁾が遊泳類、大森²⁾がワレカラ科およびトビムシ類、今林⁵⁾がトビムシ類の重要性を指摘しており、それぞれの海域で甲殻綱以下の分類群が異なっている。さらに、木曾⁶⁾は一つの湾内の複数の場所でマダイ当歳魚胃内容物および底性生物を調査し、胃内容物と生息する生物との関係を

比較検討した結果、小生息場所によりマダイの大きさおよび密度や餌となる生物の組成および量が異なるため、同時期に湾内で採捕されたマダイでも小生息場所の違いによりその胃内容物は異なるとしている。

これらから、本調査における甲殻綱に属する動物群の出現傾向のばらつきも餌生物環境などの海域の特性を反映したものと考えている。

冬期は特に摂餌個体が少なく、胃充満度指数も比較的低い個体が多い結果が得られた。島本・渡辺³⁾も11月以降の冬期に摂餌個体と胃充満度指数の減少を報告しており、冬期の低水温によるマダイの捕食行動および餌料生物の活動の不活性化による遭遇機会の減少あるいは食欲の減退などにより摂餌条件が悪化するためと考察している。

阪本¹⁸⁾は冬期の水温の低い年が続くと幼魚補給が悪くなることを指摘し、島本・渡辺³⁾は当歳魚の冬期の摂餌量の減少および肥満度の低下から、冬期の摂餌条件の悪化が当歳群の生き残りに影響を与えている可能性を示唆している。

本結果では摂餌個体および胃充満度指数の減少はみられたが、季節別の肥満度を求めると2.22(春期)~2.23(冬期)^{*}であり、年間を通じてほとんど変化はなく、ここで取り上げた1歳魚以上では冬期の低水温が生残に影響しているとは考えにくい。また、摂餌個体および胃充満度指数の減少から摂餌量の減少が推測されるが、肥満度はこれを反映しておらず、この不一致の原因は不明である。

要約

尾叉長100~400mm(1~4歳)のマダイ放流魚の胃内容物を調査し、分類群ごとの出現頻度により、海域別、季節別、大きさ別の食性の特徴を明らかにすることを試みた。

冬期は摂餌個体割合および胃充満度指数が低下し、摂餌量が減少する傾向がみられた。

胃内容物からは9門12綱にわたる広範囲の動物群が出現し、この中でも甲殻綱(CRUSTACEA)が卓越しており(60.66%)、マダイの広食性と甲殻綱の重要性を示唆している。甲殻綱に属する端脚目(Amphipoda)・長尾類(Natantia)・異尾類(Anomura)・短尾類(Brachyura)の出現頻度は海域、季節、大きさ別で異なる傾向がみられた。

他の報告による天然魚を含めた調査と比較した結果、

* 山崎未発表資料 肥満度 = $\frac{\text{湿重量(g)} - \text{胃内容物重量(g)}}{\{\text{尾叉長(mm)}\}^3} \times 10^6$

天然魚とほぼ同様の食性を保持していると考えられた。

文 献

- 1) 岡田啓介 (1965) : 黄海産若齢マダイの摂餌生態について. 日水誌, 31(12), 999-1005.
- 2) 大森迪夫 (1980) : 油谷湾におけるマダイ当歳魚の食性. 西水研研報, (54), 93-109.
- 3) 島本信夫・渡辺淳 (1994) : 瀬戸内海東部海域におけるマダイの食性とその季節変化. 日水誌, 60(1), 65-71.
- 4) 木曾克裕 (1980) : 平戸島志々伎湾におけるマダイ当歳魚個体群の摂餌生態-I 成長に伴う餌料の変化とその年変動. 西水研研報, (54), 291-306.
- 5) 今林博道・花岡資・矢野実 (1977) : 生物群集内における稚魚期および若齢期のマダイの摂餌生態-II 底生動物群集と関連した底魚群集の変動. 南西水研研報, (10), 73-86.
- 6) 木曾克裕 (1982) : 平戸島志々伎湾におけるマダイ当歳魚個体群の摂餌生態-II 食物を中心にみた生息場所の利用について. 西水研研報, (57), 31-46.
- 7) 木曾克裕 (1985) : 平戸島志々伎湾におけるマダイ未成魚の分布様式と摂餌生態. 西水研研報, (62), 1-17.
- 8) 今林博道・花岡資・矢野実 (1977) : 生物群集内における稚魚期および若齢期のマダイの摂餌生態-III 個体群の種内関係. 南西水研研報, (10), 87-100.
- 9) 今林博道・花岡資・高森茂樹 (1975) : 生物群集内における稚魚期および若齢期のマダイの摂餌生態-I 他魚種との関係. 南西水研研報, (8), 101-111.
- 10) 東幹夫・畔田正格・三丸和明 (1983) : 志々伎湾におけるマダイ若魚と共存魚種との食物をめぐる種間関係. 西水研研報, (59), 101-118.
- 11) 大森迪夫 (1984) : 油谷湾におけるマダイ幼稚魚と他魚種との間の食物及び生息場をめぐる関係. 西水研研報, (61), 245-256.
- 12) 三重県・静岡県・神奈川県・東京都・千葉県 (1975) : 太平洋中区栽培漁業資源生態調査結果概要 (昭和47・48・49年度) マダイ
- 13) 高場稔 (1992) : 広島県東部, 中部海域の放流マダイ幼魚の食性. 広島水誌研報, (17), 59-70.
- 14) 傍島直樹・宗清正廣・船川秀之助 (1986) : 鼻孔隔皮の欠損によるマダイ放流種苗と天然魚の識別の可能性. 京都府海洋センター研報, (10), 35-40.
- 15) 千葉県・東京都・神奈川県・静岡県・愛知県・三重県 (1993) : 平成4年度資源管理型漁業推進総合対策事業栽培資源調査 (マダイ) 報告書太平洋中ブロック. 千葉県, 18-49.
- 16) 宗清正廣・傍島直樹・船田秀之助 (1985) : 胸鰭の形状によるマダイ人工魚と天然魚との識別. 栽培技研, 14(2), 79-84.
- 17) 田中昌一 (1985) : 水産資源学総論. 154 P, 恒星社厚生閣, 東京.
- 18) 阪本俊雄 (1980) : 瀬戸内海の水産と海洋環境. 海と空, 56, 115-133.

