

大阪湾奥部におけるマコガレイの動態について

有山 啓之・佐野 雅基

Dynamics of the Marbled Sole
Pleuronectes yokohamae
in the Innermost Area of Osaka Bay

Hiroyuki Ariyama and Masaki Sano

はじめに

マコガレイ *Pleuronectes yokohamae* は大阪湾における重要な底魚資源で、小型底曳網や刺網で多く漁獲される。大阪湾での本種の生態や漁獲実態については、辻野ら¹⁾によって多くの調査が行われ、その中で主な産卵場や着底場は北部の沿岸域であることが明らかにされた。一方、有山ら²⁾は、1993年11月～1996年2月に神戸市から堺市沿岸の大阪湾奥部で小型底曳網による試験操業を行い、5月にマコガレイ当歳魚が大量に生息すること、夏期には貧酸素水塊を避けて移動するが一部は死亡すると推察されること、秋以降に一部が戻ってきて2月頃まで成育することを明らかにした。しかしながら、この調査を実施したのは5月、8月、11月、2月のみであったため、それ以外の月における状況についてはわかっていない。また、調査期間も2年余りと短く、上記のような状況が恒常的かどうかは不明である。

湾奥部での試験操業は、その後もヨシエビ *Metapenaeus ensis* の採捕を目的として1998年7月まで継続され、多数のマコガレイも採集された。そこで、有山ら²⁾の結果も合わせて、6年分の分布量や体長組成について解析し、大阪湾のマコガレイ漁獲量の変動要因について考察したので報告する。

材料と方法

調査年月日と漁具のタイプを表1に示した。調査

は1993年11月から1998年7月までの延べ23回実施した。1日の調査で11～16回、幅156cmの石桁網4丁を15～20分間曳網してマコガレイを採集した。調査には実際に操業している石桁網漁船を使用したため、2種類のタイプの漁具を使用せざるを得なかった。これらは、網口の下部が開いているもの(タイプa)と網口が桁に固定されたもの(タイプb)である³⁾。

調査場所を図1・図2に示した。1993年11月～1996年2月の10回の調査では図1に示す12調査線で

表1. 調査年月日および用いた石桁網のタイプ

No.	調査年月日	石桁網のタイプ
1	1993. 11. 17	a
2	1994. 2. 8	b
3	5. 25	b
4	8. 24	b
5	11. 9	a
6	1995. 2. 5	b
7	5. 18	b
8	8. 23	b
9	11. 16	a
10	1996. 2. 22	a
11	12. 24	a
12	1997. 2. 5	a
13	3. 19	a
14	5. 1	b
15	5. 29	b
16	6. 18	b
17	7. 24	a
18	1998. 1. 21	a
19	3. 16	a
20	5. 6	a
21	5. 27	a
22	6. 17	a
23	7. 8	a

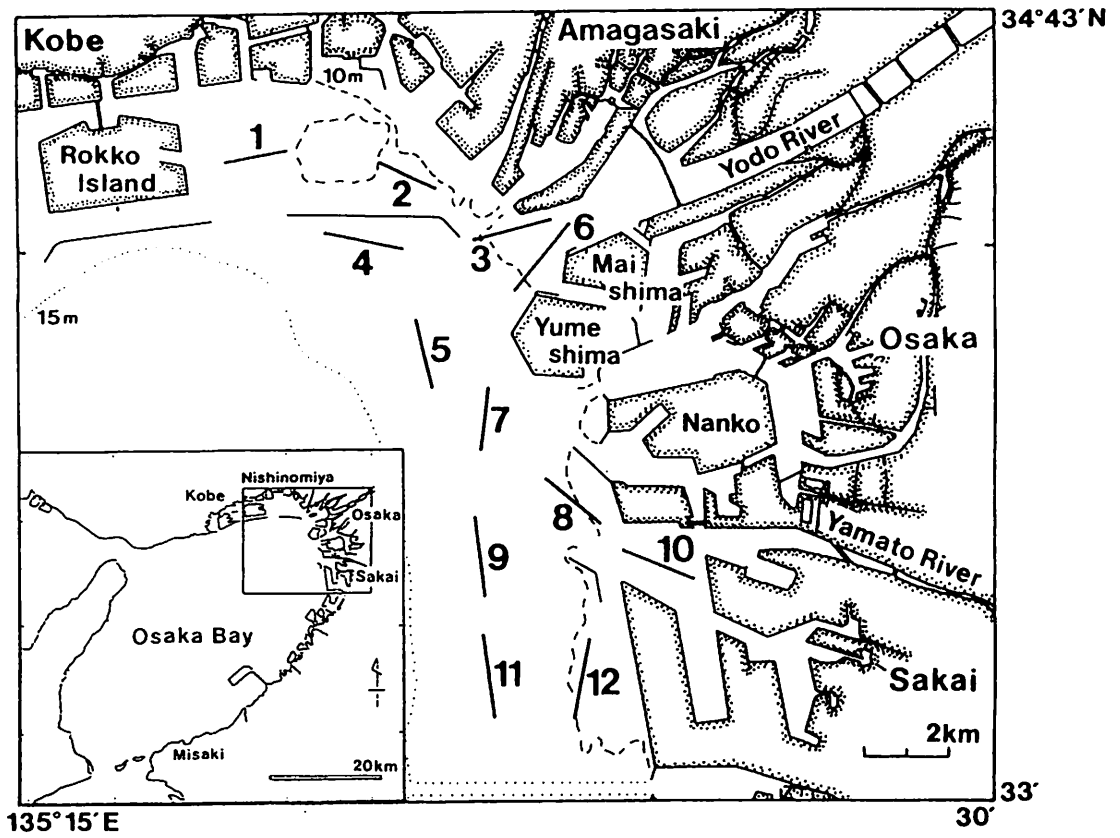


図1. 調査場所 (1993年11月～1997年3月)

1993年11月～1996年2月は全調査線，1996年12月～1997年3月は調査線1～7と調査線10で曳網した。

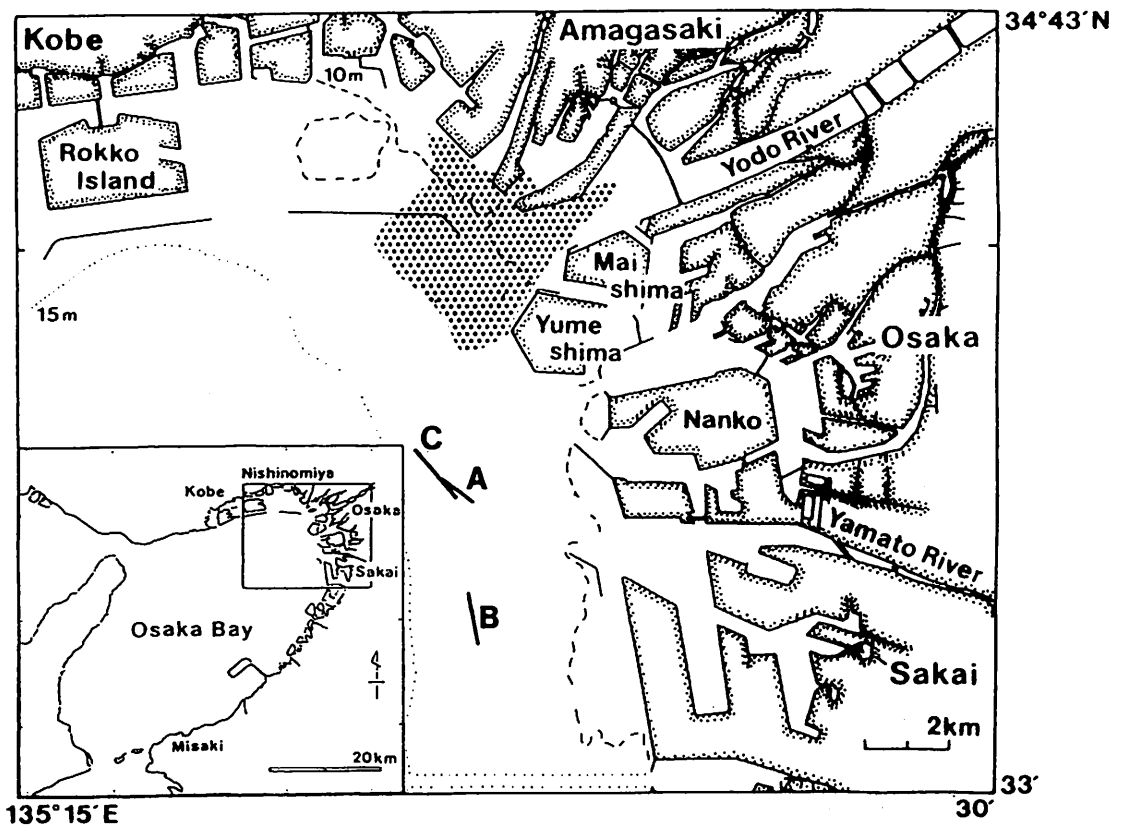


図2. 調査場所 (1997年5月～1998年7月)

主に網掛け部を曳網した。1997年7月は調査線A・B，1998年7月は調査線Cでも曳網した。

曳網した。1996年12月～1997年3月の3回の調査では、調査線1～7と10で調査し、うち調査線3と6は3回ずつ曳網した。また、1997年5月～1998年7月の10回の調査では、淀川河口前の最奥部（図2の網掛け部）で集中的に曳網し、1997年7月と1998年7月には貧酸素化が顕著であったため、それぞれ調査線A・Bおよび調査線C（図2）でも調査を行った。

船上で選別したマコガレイは大阪府立水産試験場に持ち帰り、冷凍保管後解凍し、個体数と全長を測定した。個体数については、曳網面積10000m²当りに換算した。

なお、1994年8月、1995年8月、1997年7月および1998年7月の調査時には、溶存酸素計（長島商事製ND-10型）を用いて、各調査線における底層水（海底上約20cm）の酸素飽和度を測定した。

結 果

1. マコガレイ採捕状況

各調査時の曳網面積、マコガレイ採捕数および曳網面積当たりの採捕数を表2に示した。23回の調査で、計7637尾のマコガレイが採捕された。時期別には特に5・6月に多く、8月には全く採捕されなかった。11～3月には少数のマコガレイが生息していたが、採捕数は年により大きく異なっていた。

2. 7月と8月における採捕状況

採捕状況から6～8月の間にマコガレイ生息数の減少があったとみられるため、7月と8月における採捕状況を他の魚類や甲殻類も含めて詳細に述べる。

1997年7月24日における底層の酸素飽和度は5～13%（平均7.4%）と低く、いずれの調査線も著しく貧酸素化していた。表3に7月における甲殻類・魚類の曳網面積当たりの個体数を示した。場所別の個体数は調査線B>調査線A>最奥部（図2の網掛け部）となる種類が多く、この傾向はヨシエビ以外のエビ類、ヒメガザミ *Portunus hastatoides*、フタホシシガニ *Charybdis bimaculata* およびマコガレイ等の魚類で顕著であった。採集物の中には死骸も含まれ、最奥部でシャコ *Oratosquilla oratoria*、イシガニ *Charybdis japonica*、ケブカエンコウガニ *Car-*

表2. 曳網面積、マコガレイ採捕数および曳網面積当たり採捕数

調査年月日	曳網面積 (×10000m ²)	マコガレイ 採捕数 (尾)	曳網面積当 たり採捕数 (尾/10000m ²)
1993. 11. 17	14.65	62	4.2
1994. 2. 8	14.60	116	7.9
5. 25	11.85	495	41.8
8. 24	10.75	0	0.0
11. 9	14.94	5	0.3
1995. 2. 5	15.13	33	2.2
5. 18	13.24	405	30.6
8. 23	11.38	0	0.0
11. 16	13.48	4	0.3
1996. 2. 22	12.54	126	10.0
12. 24	12.69	67	5.3
1997. 2. 5	14.30	61	4.3
3. 19	12.78	25	2.0
5. 1	13.70	795	58.0
5. 29	16.26	2481	152.6
6. 18	11.43	1807	158.1
7. 24	14.41	14	1.0
1998. 1. 21	11.87	19	1.6
3. 16	11.31	58	5.1
5. 6	13.35	533	39.9
5. 27	14.63	309	21.1
6. 17	14.33	219	15.3
7. 8	14.62	3	0.2

表3. 7月における甲殻類・魚類の採捕状況
(10000m²当たり採捕数)

種 名	1997. 7. 24			1998. 7. 8	
	最奥部	A	B	最奥部	C
シャコ	32.7	517.7	272.4	63.9	134.0
スジオシャコ	—	—	—	2.9	4.3
ヨシエビ	9.1	24.2	42.1	42.6	4.3
スベスベエビ	—	25.8	43.4	0.4	2.1
オニテッポウエビ	0.1	14.5	47.4	—	4.3
テナガテッポウエビ	0.1	11.3	26.3	—	—
その他のエビ類	—	—	2.6	0.6	—
ヒメガザミ	0.1	29.0	50.0	0.1	1.1
イシガニ	2.5	17.7	18.4	11.4	6.4
フタホシシガニ	—	88.7	178.9	0.4	5.3
ケブカエンコウガニ	34.2	14.5	17.1	24.0	137.2
マルバガニ	12.3	27.4	14.5	3.4	156.4
その他のカニ類	4.1	11.3	40.8	2.3	1.1
テンジクダイ	0.1	—	5.3	0.6	—
スジハゼ	0.2	4.8	10.5	—	—
ハタタテヌメリ	—	3.2	46.1	—	—
マコガレイ	—	1.6	17.1	0.2	—
アカシタビラメ	—	6.5	11.8	—	—
その他の魚類	—	1.6	9.2	0.9	—
合 計	95.5	799.8	853.9	153.7	456.5

cinoplax vestita, マルバガニ* *Eucrate crenata*, コノシロ *Konosirus punctatus*, カタクチイワシ *Engraulis japonicus*, 調査線Aでオニテッポウエビ *Alpheus distinguendus*, テナガテッポウエビ *Alpheus japonicus*, マアジ* *Trachurus japonicus*, イボダイ *Psenopsis anomala*, 調査線Bでハタタテヌメリ* *Repomucenus valenciennesi*, マコガレイ小型魚*, アカシタピラメ* *Cynoglossus joyneri*の死骸が見られた。これらの内、アスタリスクを付したものは特に個体数が多かった。

1998年7月8日の底層酸素飽和度は1~61% (平均30.3%) とばらつきが大きく、調査線Cで最低であった。採捕生物の曳網面積当たりの個体数は、ケブカエンコウガニやマルバガニで調査線Cが最奥部を上回った(表3)。魚類は最奥部でテンジクダイ *Apogon lineatus* やマコガレイ等が少数採捕されたが、調査線Cには出現しなかった。また、最奥部ではシャコ、イシガニ、ケブカエンコウガニ、マルバガニの死骸が多数観察され、ヨシエビとガザミ *Portunus trituberculatus* の死骸もそれぞれ1個体ずつ見られた。調査線Cでは、シャコ、オニテッポウエビ、ケブカエンコウガニ、マルバガニの死骸が多かった。

次に、1994年8月24日と1995年8月23日の調査時における甲殻類・魚類の採捕数を表4に示した。両年ともシャコがわずかに採捕されたのみで、マコガレイを含めて他の種はほとんど見られなかった。死骸は、1994年はシャコ、ガザミ、スズキ *Lateolabrax japonicus*, 1995年はシャコ、イシガニで確認されたが、いずれも量的にはわずかであった。なお、底層の酸素飽和度は、1994年は1~22% (平均10.8%)、

1995年は1~18% (平均7.4%) で、貧酸素化が顕著であった。

3. マコガレイの全長組成

採捕されたマコガレイの全長範囲は広く、最小30mm (1998年3月)、最大355mm (1996年2月) であった(図3)。調査回次ごとの組成にはいくつかのモードがみられるが、それらの位置はどの年でもほぼ等しかった。5~6月には全長60~80mm前後の小型個体が多数採捕されており、1997年5月1日の調査時を除いて、大型個体はわずかであった。11月には全長約100mmのモード群がみられ、12月、1月には、それぞれ120mm、140mm前後にモードがあった。2~3月には大型個体も混在したが、主群のモードは130~150mm程度となっている。

各群の全長の平均値を図4に示した。この図には、群の個体数が1~4尾と少ないものは含めていない。年により調査時期が様々であるので、平均的な成長を知るために、全年分を合わせたものを図5に示した。この図から、成長は1年目の5月頃まで速く全長約80mmに達するが、その後停滞する。また、11月頃から翌年の5月頃まで再び速い成長を示して約190mmに到達し、それから成長速度は低下することが窺われる。

考 察

今回の調査結果について全体を合わせて考察すると、大阪湾奥部には5~6月までマコガレイ当歳魚が大量に生息しているが、7月頃に分布量は激減し8月には全く生息しなくなるということができる。1997年7月24日の調査時にはマコガレイは最奥部に生息していなかったが、大阪市南港沖の調査線Aには少数、堺市沖の調査線Bには比較的多く生息していた。このことより海域の貧酸素化のため最奥部から逃避してきたことが示唆されるが、調査線Bでマコガレイ小型魚の死骸が観察されたことから、前報²⁾の指摘の通り、貧酸素から逃げ切れずに死亡する個体もいることが確認される。酸素濃度の経時的観測をしていないため厳密にはいえないが、貧酸素水塊が押し寄せた後では、1998年7月8日のようにほとんどの魚類が生息せず一部の甲殻類のみ生残するよ

表4. 8月における甲殻類・魚類の採捕状況
(10000m²当たり採捕数)

種 名	1994. 8. 24	1995. 8. 23
シャコ	3.5	2.8
ガザミ	0.2	0.1
イシガニ	0.1	—
フタホシイシガニ	—	0.1
マルバガニ	0.1	—
シマイサキ	—	0.3
クロダイ	—	0.1
キチヌ	—	0.1
合 計	3.9	3.5

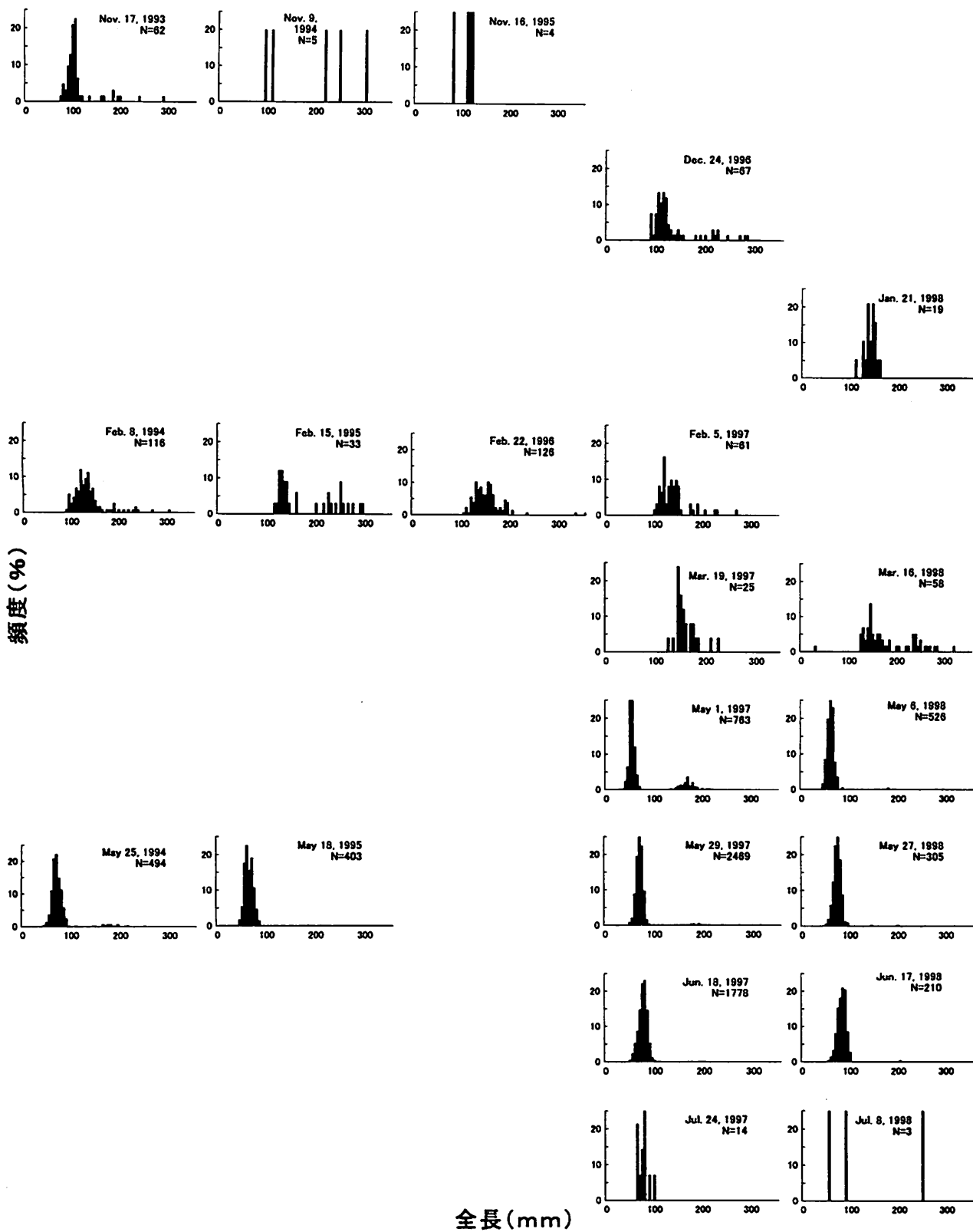


図3. マコガレイの全長組成
破損個体は除いた。

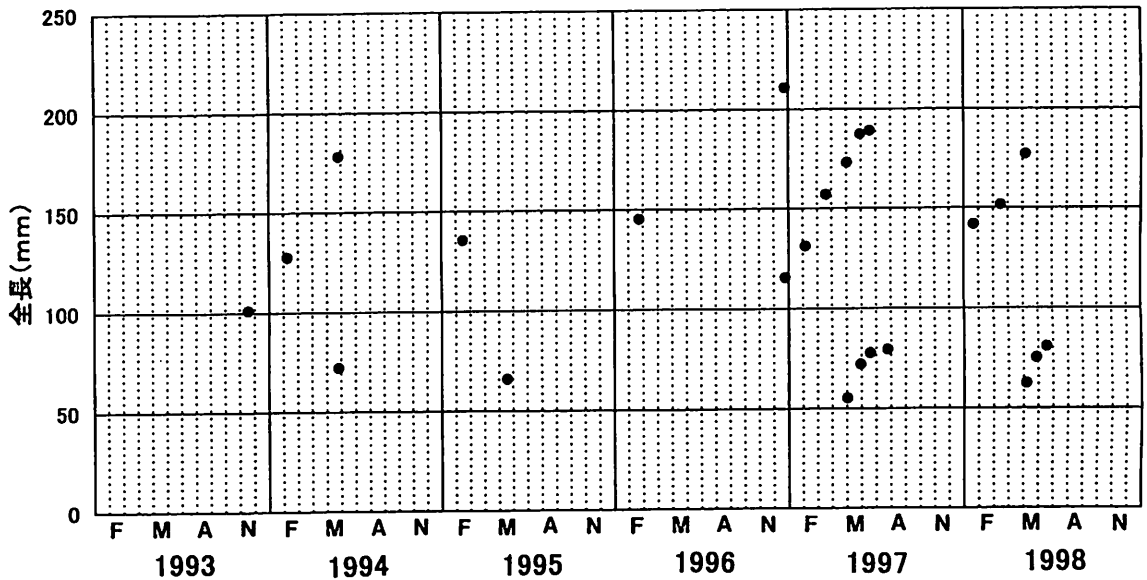


図4. 各群の全長モードの推移

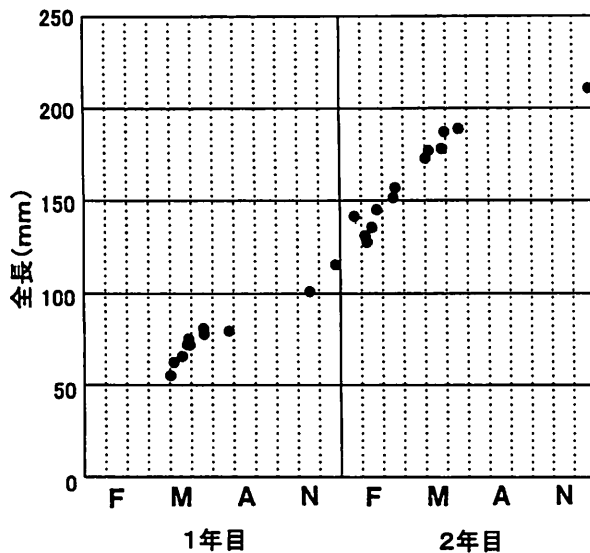


図5. 全年分を合わせた全長モードの推移

うになり、貧酸素化がさらに昂進すると、1994年8月や1995年8月のように甲殻類もほとんど生息できなくなると推測される。

11月になると再びマコガレイが生息するようになるが、その分布量は様々で、この海域の貧酸素化からの回復状況やマコガレイの生残状況が年により異なっていることが窺われる。この群の平均全長は約100mmで、7月頃移動した群の一部が戻ってきたものと考えられる。2～3月になると生息量は増加しており、湾奥部へは秋から冬の間徐々に回帰することがわかる。これらの個体の全長は100～180mm程

度で、大部分が1歳魚と推定される。この群は6月以降ほとんど見られないことから、5月頃までにこの海域から移動するものと思われ、3月から1歳魚が漁獲され始める¹⁾ことと概ね一致する。

次に、この海域に生息するマコガレイの生息量と漁獲量との関係を調べるために、まず各年の当歳魚と1歳魚の密度を標準化した。当歳魚では、1994・1995・1997・1998年の5月後半の調査において、共通して曳網している最奥部（図1の調査線3・6と図2網掛け部）の10000m²当たりの平均採捕尾数を求めた。1歳魚では、1994・1995・1996年の2月の調査において、1歳魚と推定されるモード群の全調査線の平均採捕尾数を算出した。なお、1997年2月の調査結果は曳網場所が異なっているため比較に用いなかった。次に、大阪府におけるマコガレイの漁獲量を推定した。大阪府の統計²⁾では、1994年までは“かれい類”としてマコガレイ・メイタガレイ *Pleuronichthys cornutus* 等のカレイ類やウシノシタ類 *Cynoglossidae* が合わさっており、1995年以降もウシノシタ類が分かれたものの種別には明らかになっていない。そこで、泉佐野漁業協同組合が集計している統計での比率を用いて比例配分し、マコガレイの漁獲量を計算した。なお、1999年の漁獲量については、現時点（1999年10月）までの漁獲状況を他の年と比較して推定した。

これらの計算結果を表5に示した。当歳魚の標準密度は、1994・1995・1997年では124.6～147.8尾と高かったが、1998年は21.0尾と著しく低かった。また、1歳魚の標準密度も1.22～8.07尾と変動が大きかった。一方、漁獲量は1994年と1996年は200トン以上と多かったが、1995年は67トンと少なく、1999年は1995年よりさらに少ない模様である。標準密度とマコガレイ漁獲量との関係を見ると、当歳魚の標準密度と翌年の漁獲量の間には相関はなく、1994年のように当歳魚が多くても翌年の漁獲量が少ないことがあった(図6)。しかし、1歳魚の標準密度とその年の漁獲量の間には、標本数はわずか3であるが、正の相関がみられ(図7)、両者の関係は以下の式で示された。

$$C = 30.0 D + 35.5 \quad (r = 0.987)$$

ここで、 C は漁獲量、 D は標準密度である。すなわち、2月に多くの1歳魚が湾奥部に生息していれば、その年の漁獲量は多いといえる。清水⁵⁾は、東京湾のマコガレイ漁獲量の増減傾向について、前年の当歳魚採集個体数のそれとよく一致すると述べている。今回の結果はこれとは異なっていたが、1998年のように当歳魚の標準密度が著しく低かった時に翌年の漁獲量も少ない場合もあり、当歳魚の発生量は漁獲量とある程度関係があることが示唆される。しかしながら、大阪湾の場合には、1歳魚の標準密度とその年の漁獲量の間には相関があることから、漁獲量の決定要因としては前年の当歳魚発生量以外に、当歳から1歳にかけてどの位生き残るかが重要と考えられる。この生残率については、上にも述べたように、夏期の貧酸素化が大きく影響を与えるものと思われる。中嶋⁶⁾は、1994年の貧酸素化は“例年と比較して強固だった”と述べており、1995年におけるマコガレイの低漁獲量はこれが最大の原因と推論される。おそらく、貧酸素の直接的、または間接的影響により多くの当歳魚が死亡したものと思われる。ところで、1997年の夏期の貧酸素化は概ね例年並みであったが⁷⁾、マコガレイ当歳魚の死骸が観察された。このことから、現在の湾奥部の夏期の状況は、貧酸素化が例年並みであってもマコガレイ当歳魚の生残限界付近にあることが推察される。

表5. 調査結果より計算された当歳魚と1歳魚の標準密度および大阪府のマコガレイ漁獲量推定値

年	5月後半の当歳魚密度 (尾/10000㎡)	2月の1歳魚密度 (尾/10000㎡)	年漁獲量推定値 (トン)
1994	124.6	6.28	243
1995	141.8	1.22	67
1996	— ^{*1}	8.07	263
1997	147.8	—	193
1998	21.0	—	146
1999	—	—	40 ^{*2}

*1データなし

*21999年10月までの漁獲状況から推定値

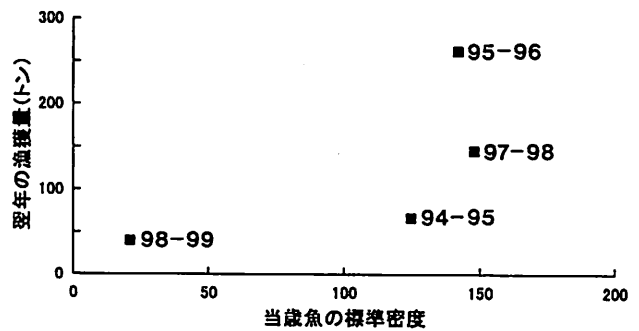


図6. 当歳魚の標準密度と翌年の漁獲量との関係

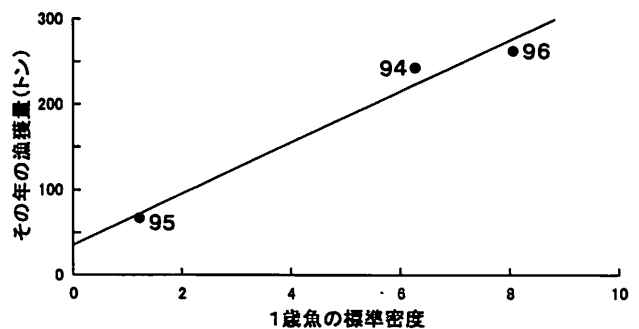


図7. 1歳魚の標準密度とその年の漁獲量との関係

以上に述べたことをまとめると、大阪府のマコガレイ漁獲量は、前年の湾奥部における当歳魚の発生量と貧酸素化の程度により大きく変動するといえる。今後、マコガレイ資源を安定的に漁獲するためには、第一に、夏期の底層酸素濃度を今より上げることが必要である。海水の交換を妨げる埋立の抑制は言うまでもなく、負荷量の削減や浅場の造成等が望ましい。酸素条件の目標としては、マコ

ガレイの貧酸素耐性から考えて、1日以上継続して飽和度30% (1.6ml/l) を下回ることがなく、月平均値としては飽和度50% (2.6ml/l) 以上⁹⁾が適切である。それとともに、当歳魚の発生量を左右する要因、具体的には産卵量や浮遊期の生残について解明する必要がある。

謝 辞

本研究を進めるに当たり、試験操業にご協力いただいた堺市出島漁業協同組合京柄貞樹氏、大阪府立水産試験場矢持 進主任研究員（現大阪市立大学工学部）、青山英一郎主任研究員、当時近畿大学学生山本貴史君、北脇伸基君に感謝する。並びに、本稿をまとめるに当たっていろいろ論議していただいた同試験場大美博昭研究員にもお礼を申し上げる。

文 献

- 1) 辻野耕實・安部恒之・日下部敬之 (1997) 大阪湾におけるマコガレイの漁業生物学的研究. 大阪水試研報, 10, 29-50.
- 2) 有山啓之・矢持 進・佐野雅基 (1997 a) 大阪湾奥部における大型底生動物の動態について II. 主要種の個体数・分布・体長組成の季節変化. 沿岸海洋研究, 35, 83-91.
- 3) 有山啓之・矢持 進・佐野雅基 (1997 b) 大阪湾奥部における大型底生動物の動態について I. 甲殻類と魚類の種類数・個体数・湿重量の季節変化. 沿岸海洋研究, 35, 75-82.
- 4) 近畿農政局大阪統計情報事務所 (1999) 平成9年大阪府漁業等の動き, 42-43.
- 5) 清水 誠 (1987) 東京湾の魚介類 (5) マコガレイの個体群生態. 海洋と生物, 9, 434-439.
- 6) 中嶋昌紀・山本圭吾・辻野耕實 (1996) 大阪湾漁場水質監視調査. 平成6年度大阪水試事報, 21-24.
- 7) 中嶋昌紀・山本圭吾・辻野耕實 (1999) 大阪湾漁場水質監視調査. 平成9年度大阪水試事報, 21-23.
- 8) 矢持 進・有山啓之・佐野雅基 (1998) 大阪湾湾奥沿岸域の環境修復一堺泉北港干潟造成予定地周辺の水質・底質ならびに底生動物相とマコガレイの貧酸素に対する応答一. 海の研究, 7, 293-303.