

大阪湾におけるマコガレイの漁業生物学的研究

辻野耕實・安部恒之・日下部敬之

Fisheries Biology of the Pleuronectid Flounder, *Pleuronectes yokohamae*, in Osaka Bay

Koji Tsujino, Tsuneyuki Abe and Takayuki Kusakabe

はじめに

大阪府の1988年におけるマコガレイ漁獲量は308tで、このうち小型底びき網で125t、刺網で178t漁獲されている¹⁾。これは小型底びき網、刺網漁業全体のそれぞれ15%、37%を占め、大阪府においてマコガレイは両漁業種の重要な漁獲対象種の一つとなっている。

一方、大阪府におけるマコガレイ漁獲量を経年的にみると、近年は比較的高い漁獲水準を示しているものの¹⁾、年による漁獲変動が大きく、当該漁家経営の不安定さの大きな要因となっている。また、瀬戸内海東ブロックでは本種の漁獲量は近年減少傾向にあると考えられ、特に播磨灘以西海域でその傾向が大きいことが判っている²⁾。

このような背景から、本種の適切な資源管理手法を策定するため、1988年から兵庫、岡山、香川県と共同でマコガレイの漁業、資源調査を実施した。結果の概要は、平成元年度広域資源培養管理対策推進事業報告書¹⁾等に掲載したが、ここでは報告書中に記載できなかった項目あるいはその後のとりまとめで新しく得られた知見等を書き加えるとともに、既往の知見も含めて大阪湾におけるマコガレイの全体像を明らかにしようとした。今後大阪湾におけるマコガレイ研究の一助となれば幸いである。

方 法

1. 漁獲量調査

漁獲情報として1955～1993年の大阪農林水産統計年報（近畿農政局大阪統計情報事務所）、府下の小型底びき網漁業の主要水揚げ漁業協同組合（以下漁協）である泉佐野、北中通両漁協が独自に集計している1965～1993年の小型底びき網での魚種別漁獲量および大阪府が実施した1988年のカレイ類漁獲量調査結果¹⁾を用いた。

2. 漁獲物調査

2.1. 調査期間、調査対象漁協

調査期間は1988年8月～1990年9月で、各解析に用いた試料の採集年月日、漁法、採集地、個体数を総括して表1に示した。調査対象漁協は図1に示したように、小型底びき網は北中通、泉佐野、刺網は堺市、忠岡、春木、下荘、谷川の計7漁協である。小型底びき網の調査地は両漁協の当該漁船がほぼ大阪湾全域を漁場としていること、両漁協のマコガレイの漁獲量が大阪府の小型底びき網で漁獲されるマコガレイの約70%を占めることから選定した。また、刺網の調査地は大阪府下でマコガレイを対象とする刺網漁業が活発に行われている漁協を選んだ。

2.2. 魚体の精密測定

精密測定に供した試料は大部分が漁協の共同販売あるいは漁業者から直接入手したもので、入手に当

表1 各項目解析に用いた個体数

採集年月	漁法	採集地	全長体 重関係	肥満度	産卵期 (GI)	性 比	GIと 卵 径	孕卵数	耳 石 縁辺部	耳 石 輪紋数	耳 石 輪紋径	年齢別 漁獲数	分 布
1988. 8	小底 ^{*1}	泉佐野 ^{*2}	—	—	—	—	—	—	26	26	26	—	—
10	小底	泉佐野	41	41	41	41	—	—	41	41	—	539	539
11	小底	泉佐野	70	70	70	70	—	—	70	70	—	965	965
	刺網	忠 岡	30	30	30	30	—	—	—	—	—	30	—
	刺網	春 木	35	35	35	32	—	—	—	—	—	35	—
	刺網	下 荘	30	30	30	30	—	—	—	—	—	30	—
12	小底	泉佐野	122	122	122	122	19	40	121	121	20	920	920
	刺網	堺 市	101	101	101	101	17	22	2	2	—	101	—
	刺網	忠 岡	179	179	179	179	9	12	15	15	—	180	—
	刺網	春 木	102	102	102	102	16	14	1	1	—	102	—
	刺網	下 荘	92	92	92	92	9	5	1	1	—	92	—
1989. 1	小底	泉佐野	105	105	106	106	—	—	101	101	19	439	439
	刺網	堺 市	45	45	45	45	—	—	45	45	—	45	—
	刺網	忠 岡	90	90	90	90	—	—	91	91	—	91	—
	刺網	春 木	47	47	47	47	—	—	47	47	—	47	—
	刺網	下 荘	164	164	164	164	—	—	55	57	57	164	—
2	小底	泉佐野	262	262	262	262	—	—	261	261	29	1,053	1,053
	刺網	堺 市	28	28	28	28	—	—	28	28	—	28	—
	刺網	忠 岡	91	91	91	91	—	—	90	90	—	91	—
	刺網	春 木	64	64	64	64	—	—	64	64	—	64	—
	刺網	下 荘	7	7	7	7	—	—	7	7	—	7	—
3	小底	泉佐野	516	516	516	516	—	—	517	517	—	3,872	3,872
	刺網	堺 市	52	52	52	52	—	—	52	52	—	516	—
	刺網	忠 岡	79	79	79	79	—	—	79	79	—	52	—
	刺網	春 木	110	110	110	110	—	—	110	110	—	110	—
	刺網	下 荘	24	24	24	24	—	—	24	24	—	24	—
4	小底	泉佐野	106	106	106	106	—	—	106	106	—	2,803	2,803
	刺網	堺 市	63	63	63	63	—	—	63	63	—	63	—
	刺網	忠 岡	105	105	105	105	—	—	105	105	—	105	—
	刺網	春 木	97	97	97	97	—	—	97	97	—	97	—
5	小底	泉佐野	97	97	97	97	—	—	97	97	—	1,071	1,071
	刺網	堺 市	64	64	64	64	—	—	64	64	—	71	—
	刺網	忠 岡	83	83	83	83	—	—	83	83	—	83	—
	刺網	春 木	61	61	62	62	—	—	61	61	—	81	—
6	小底	泉佐野	472	472	472	472	—	—	469	469	—	3,041	3,041
	刺網	堺 市	43	43	43	43	—	—	43	48	—	48	—
	刺網	忠 岡	83	83	83	83	—	—	83	83	—	83	—
	刺網	春 木	72	72	72	72	—	—	41	81	—	81	—
7	小底	泉佐野	326	326	178	178	—	—	177	177	—	5,479	5,479
	刺網	春 木	85	85	85	85	—	—	18	18	—	90	—
8	小底	泉佐野	152	152	152	152	—	—	152	152	—	6,106	6,106
9	小底	泉佐野	218	218	218	218	—	—	220	218	—	2,591	2,591
10	小底	泉佐野	—	195	195	195	—	—	—	—	—	—	—
11	小底	泉佐野	—	114	114	114	—	—	64	—	63	—	—
	刺網	春 木	—	65	65	65	—	—	63	—	63	—	—
12	小底	泉佐野	—	165	165	165	—	—	105	—	105	—	—
	刺網	堺 市	—	60	60	60	—	—	—	—	—	—	—
	刺網	忠 岡	—	64	64	64	—	—	63	—	63	—	—
	刺網	春 木	—	35	35	35	—	—	35	—	35	—	—
1990. 1	小底	泉佐野	—	158	158	158	—	—	91	—	91	—	—
2	小底	泉佐野	—	111	111	111	—	—	59	—	59	—	—
4	小底	泉佐野	—	181	181	181	—	—	—	—	—	—	—
5	小底	泉佐野	—	43	43	43	—	—	—	—	43	—	—
6	小底	泉佐野	—	88	88	88	—	—	—	—	—	—	—
7	小底	泉佐野	—	59	59	59	—	—	—	—	—	—	—
	小底	試験曳	—	4	4	4	—	—	—	—	—	—	—
9	小底	泉佐野	—	—	—	—	—	—	—	—	13	—	—
合 計			4,612	5,999	5,805	5,805	70	93	4,207	3,772	686	31,490	28,879

* 1 小型底びき網 * 2 泉佐野、北中通漁協

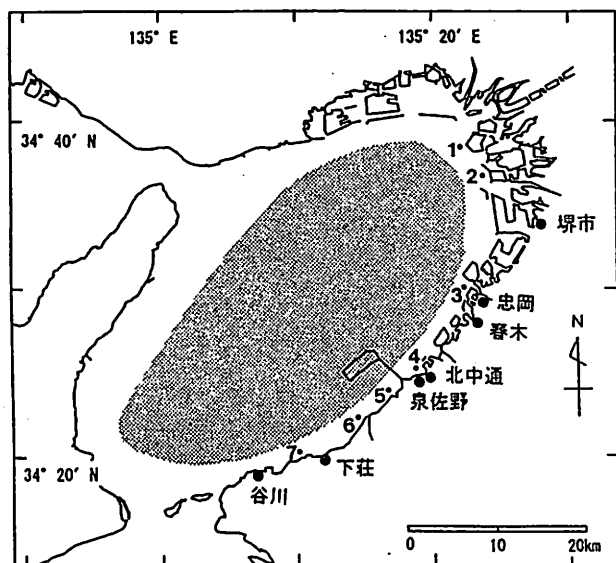


図1 調査対象漁業協同組合および幼稚魚分布調査定点
網掛け部は北中通、泉佐野両漁協所属の小型底びき網漁場、
また、刺網の漁場は各漁協地先海域

たってはできるだけサンプリングの偏りがないうように、小型底びき網、刺網ともに1隻単位で漁獲物の全量を買上げた。入手したマコガレイは全長（1mm単位）、体重（1g単位）、性、生殖腺重量（0.1g単位）を測定後、耳石（扁平石）を取り出し、乾燥保存した。

耳石は原則として無眼側^{3,4)}のものをを用い、不透明帯の数を数えることにより年齢を推定した。このうち686尾については輪紋径、耳石径についても計測した。輪紋径、耳石径の測定は、測定軸を耳石の核中心から後端部方向に定め、核中心から各透明帯の外縁および耳石外縁までの直線距離をマイクロメーター内蔵の実体顕微鏡により計測した。また、同時に耳石の縁辺部が透明か不透明かを観察した。

卵巣内卵の卵径測定は、1988年12月に漁獲された70尾について、卵巣の中央部から一部を採取し、万能投影機で1尾当たり100～150個の卵径を計測した。卵巣内卵数は同年12月のよく成熟しかつ卵の流失していない93尾について、卵巣の中央部付近から一部採取し、その卵数を計測することにより全数を推定した。

なお、事前に卵巣の前、中、後部から一部採取し、卵径を計測したところ、各部位での卵径組成に違い

はみられなかった。また、卵径の測定は全て生標本のまま実施した。

2.3. 漁獲物の年齢組成

2.3.1. 試料の収集

調査期間は1988年10月～1989年9月で、小型底びき網漁獲物ではできるだけ多くの全長データを得るため、泉佐野、北中通漁協の共同販売場にある2台のセリ台のうちの1台において、台上をとる全てのマコガレイについて写真撮影を行い、写真から実際のマコガレイの大きさを推定する方法を用いた。写真は撮影角度が一定でなく、また、写真自体にも歪みが生じているので、写真測量に使われている比調和比の応用により歪みを修正、実長を計算した^{5,6)}。このような作業により、のべ220隻の小型底びき網で漁獲された全てのマコガレイ28,879尾を測定することができた。

一方、刺網では調査対象漁協に所属する刺網漁船1隻から1日の全漁獲物を買上げることにより、合計2,611尾について測定した。（合計31,490尾、表1）

2.3.2. 漁獲物の年齢分離

図2に漁獲物の年齢分離の手順を示した。小型底びき網では同時に買い上げたマコガレイの全長階級別性比、年齢査定結果（付表1）をもとに、写真撮影から求めた全長データを年齢別に分離した。既述のとおり泉佐野、北中通漁協の漁船はほぼ大阪湾全域を漁場としているので、この調査結果と大阪府の小型底びき網によるマコガレイの月別の漁獲量から、小型底びき網全体の月別、年齢別漁獲尾数を推定した。

刺網については調査地における年齢組成結果を4つの地区（大阪市～高石市、泉大津～忠岡、春木～樽井、尾崎～小島の各漁協）の代表値とし、地区別、月別のマコガレイの漁獲量から、刺網全体の月別、年齢別漁獲尾数を推定した。

さらに、小型底びき網と刺網で大阪府におけるマコガレイ漁獲量の98.3%が漁獲されるので、この両漁業種の漁獲尾数の和がほぼ大阪府全体の年齢別漁獲尾数割合を表しているものとし、年齢別に一定割合（1000/983）を乗ずることにより、大阪府全体の年齢別漁獲尾数を算出した。

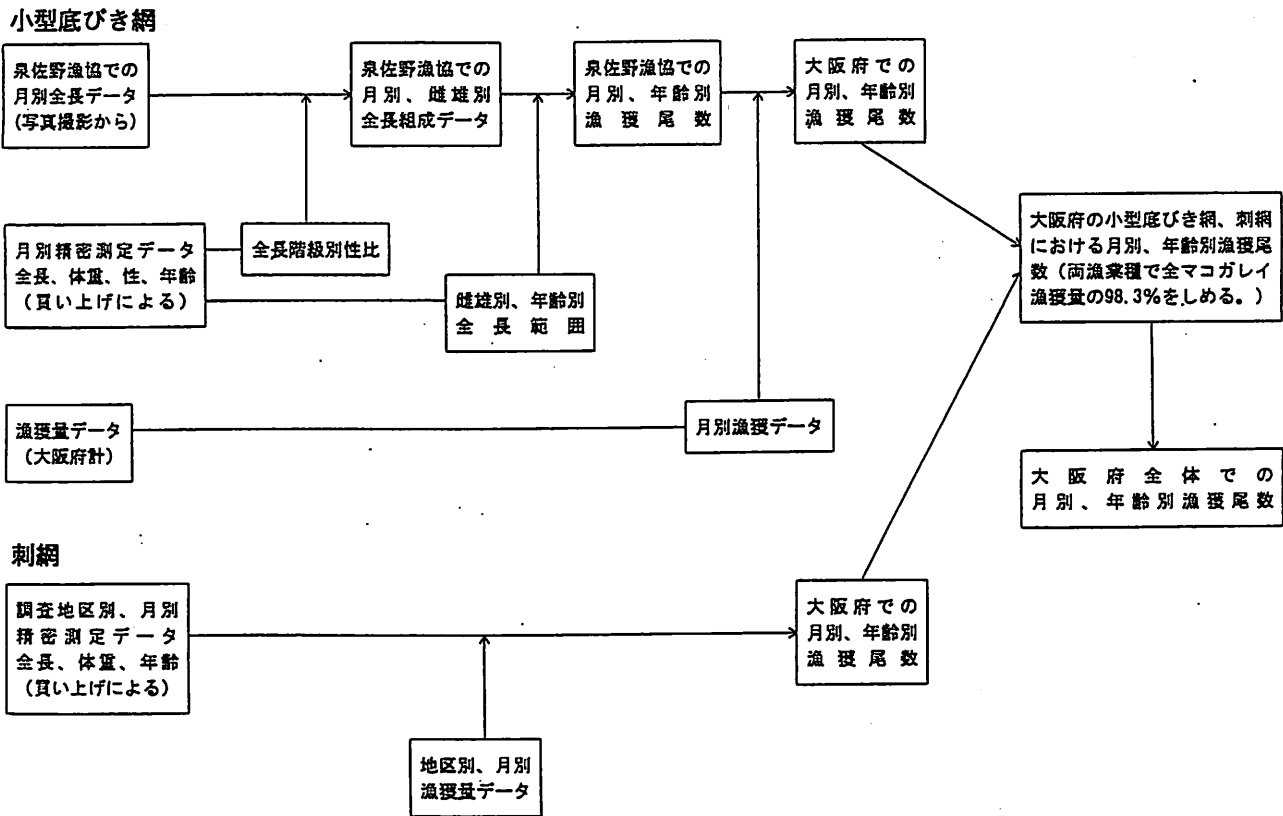


図2 漁獲物の年齢分離の方法

2.4. 分布と移動

2.3. 漁獲物の年齢組成に用いた原データ (小型底びき網漁船ごとの全長測定データ、延べ220隻、28,879尾、表1) を利用した。また、毎回漁船ごとに漁法、漁場を聞き取るとともに、随時漁具の構造、曳網速度等の操業状況についても主に聞き取りによる調査を行った。

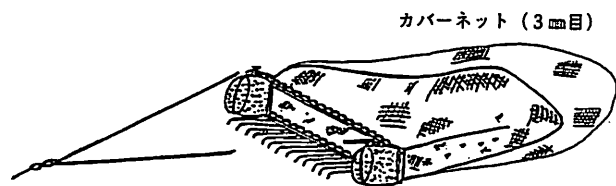
3. 幼稚魚分布調査

調査は1985年4月27日、6月26日、8月23日、11月21日、1986年2月7日の5回行った。使用漁具は図3に示したように、石げた網 (手操第3種漁業) の袋網の外側にさらに目の細かい (3mm目) カバーネットを取り付けたもので、図1に示した大阪府沿岸域の7定点において、石げた網漁船により約2ノットの速度で、15分間曳網した。また、1回の操業には通常の操業と同様に4丁の石げた網を同時に曳網したが、ここではカバーネットを取り付けた1丁の石げた網およびカバーネットに入ったマコガレイ0歳魚の総数を1調査定点の採集尾数とした。

結果と考察

1. 漁獲量

大阪農林水産統計ではマコガレイは1971年までは単独で掲載されていたが、1972年からはメイタガレイ、イシガレイ、ウシノシタ類などとともにカレイ類として一括掲載されている。図4に大阪府におけるカレイ類、マコガレイの漁獲量と泉佐野、北中通両漁協におけるカレイ類中のマコガレイの漁獲量割合の経年変化を示した。カレイ類は1973年までは横這いなし漸減傾向を示していたが、1974年以降は



(石げた網)
網口約1.5m、爪の長さ30cm、爪の間隔5cm

図3 幼稚魚分布調査に使用した漁具

増加傾向に転じ、1983年には1,067tと過去最高となった。その後やや減少したがそれでも近年は500～600tの高水準で推移しているといえる。一方、1965年以降の泉佐野、北中通両漁協でのマコガレイのカレイ類中における割合は年により変動があるが、概ね40～50%程度で傾向的なものはみられない。このことと、既述のカレイ類の経年変化と考えあわせると、マコガレイは1955～1970年代前半まで横這いしないしやや減少傾向にあったが、その後増加傾向に転じ、近年は高水準で推移しているものと推察される。

漁業種類別には1988年の状況¹⁾を図5に示したが、最も多くマコガレイを漁獲しているのが刺網で全体の約57.8%を占める。次いで小型底びき網(40.5%)が多く、この両種で全体の98.3%を占めている。その他には小型定置網(1.4%)、一本釣(0.2%)で若干量が漁獲される。また、小型底びき網のうちでは石げた網(手繰第3種漁業)が最も多くマコガレイを漁獲しており、小型底びき網漁獲

量全体の82.2%を占めている。次いで板びき網(その他の小型底びき網漁業、17.3%)で、えびこぎ網(手繰第2種漁業、0.4%)は近年着業隻数が減少傾向にあり、マコガレイの漁獲量も極めて少ない。

図6に同じく1988年における月別の漁獲状況¹⁾を示した。月別にはマコガレイは4～6月(春～初夏)および12月(冬季)に漁獲が多く、9～11月(秋季)に少ない傾向がみられる。これを漁業種類別にみると、刺網では既述の全体傾向と同様で、4～6月および12～1月に多く、7～11月には少ない。一方、小型底びき網では刺網とやや傾向が異なり、2～8月に多く漁獲されるが、10～11月には少ない傾向がみられる。これは後述するように刺網と小型底びき網で漁場が異なるためで、この年にはよく表れていないが、標本船の漁業日誌(1983～1993年)をまとめた結果⁷⁾などでは、小型底びき網は夏季に漁獲の中心があり刺網と相反する漁獲動向が明瞭にみられる。

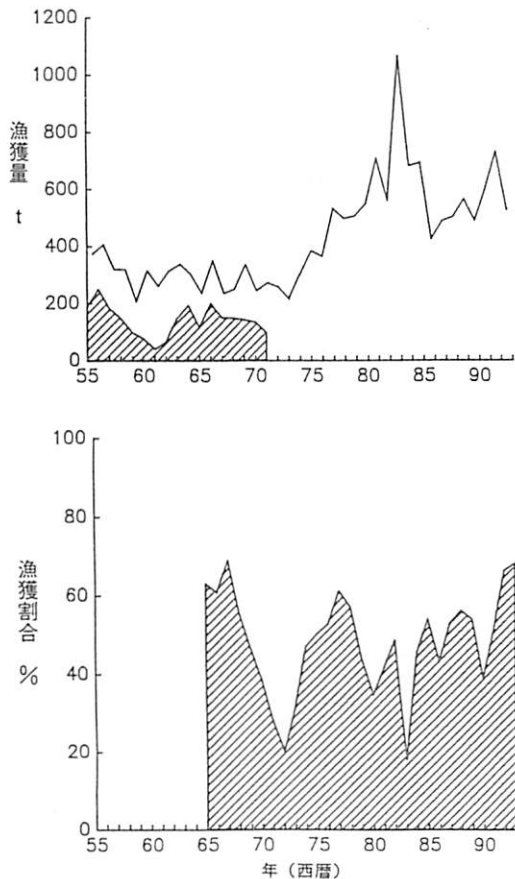


図4 大阪府におけるカレイ類、マコガレイ(斜線部)の漁獲量(上)と泉佐野、北中通両漁協におけるカレイ類中のマコガレイの割合(下)

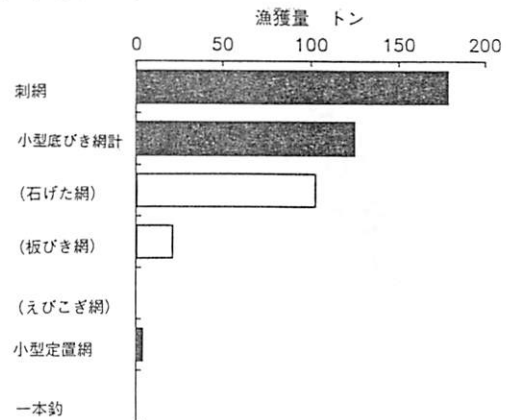


図5 漁業種類別のマコガレイ漁獲量(大阪府・1988年)

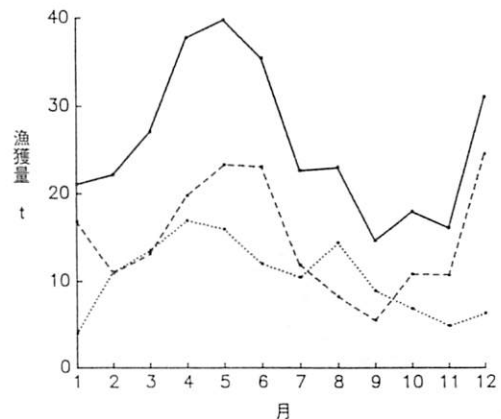


図6 漁業種類別、月別のマコガレイ漁獲量(大阪府・1988年)
実線: 全体、破線: 刺網 点線: 小型底びき網

2. 年齢と成長

2.1. 相対成長

2.1.1. 全長-体重の関係

1988年10月～1989年9月までの1カ年に測定した資料(合計4,612尾)により、雌雄別の全長と体重の関係を図7、8に示した。図から全長(TL:mm)と体重(BW:g)は指数関数で近似され、以下の関係式が得られた。(n:個体数、r:相関係数、以下同じ)

雌: $BW=7.653 \times 10^{-6} \cdot TL^{3.121}$ n=2,230 r=0.94

雄: $BW=2.805 \times 10^{-5} \cdot TL^{2.868}$ n=2,382 r=0.94

全体: $BW=1.301 \times 10^{-5} \cdot TL^{3.017}$ n=4,612 r=0.93

また、 $W=aL^3$ 式では

雌: $BW=1.452 \times 10^{-5} \cdot TL^3$

雄: $BW=1.361 \times 10^{-5} \cdot TL^3$

全体: $BW=1.415 \times 10^{-5} \cdot TL^3$ となった。

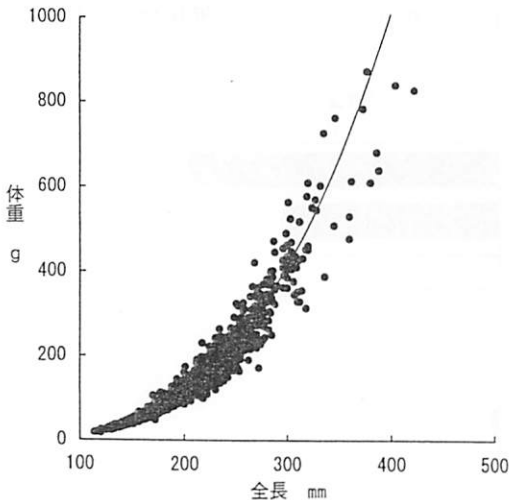


図7 全長と体重との関係(雌)

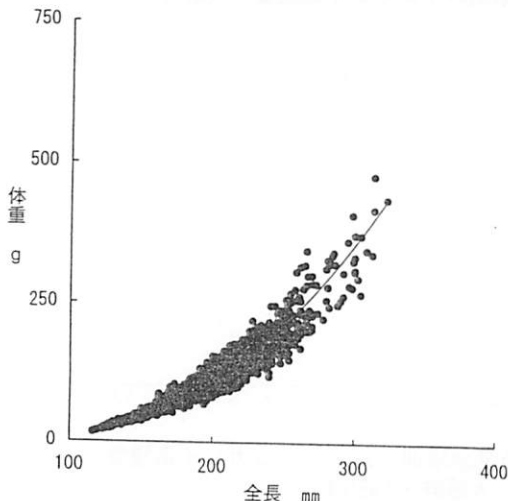


図8 全長と体重との関係(雄)

2.1.2. 雌雄別肥満度の月別変化

雌雄別の肥満度 $\{(体重:g-生殖腺重量:g) \div (全長:mm)^3 \times 10^5\}$ の月別変化をそれぞれ図9、10に示した。雌の肥満度は4、5月に最も高くなるが、その後は徐々に低下し、産卵期である12、1月に最低となる。しかしその後の魚体の回復は急速で、数ヶ月程度で再び肥満度は最高となる。このような肥満度の変化は年により1ヶ月程度のずれはみられるが、毎年同じような季節変動を繰り返しているものと考えられる。また、雄も雌と同様の傾向がみられるが、雌よりもその変動幅は大きい。

陸奥湾⁵⁾では雌雄ともにマコガレイの肥満度は11～3月に極小値を、その後8月頃まで増大傾向を示す。本報告とは冬季において肥満度が最小となる点においては同様であるが、その後の魚体の回復期間に大きな違いがみられる。これは冬季における大阪

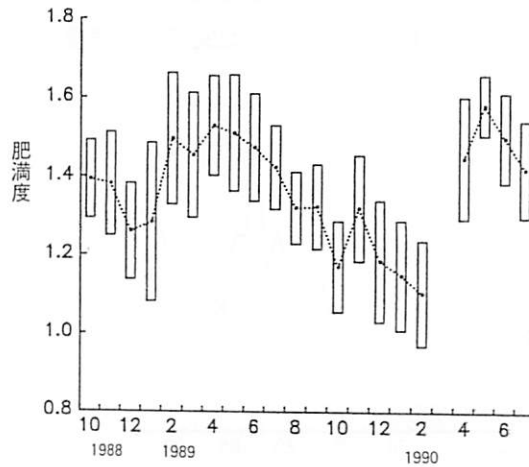


図9 肥満度の月別変化(雌)

点線は平均値、縦棒は標準偏差

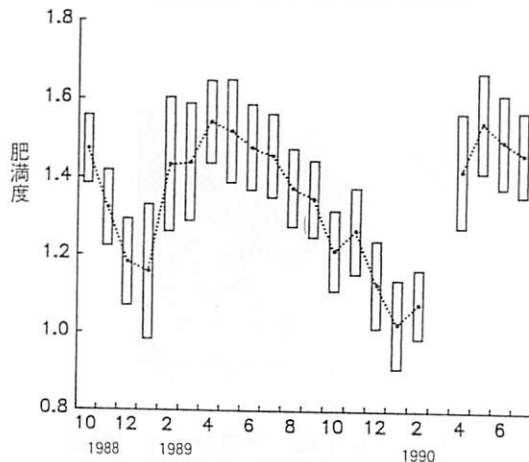


図10 肥満度の月別変化(雄)

点線は平均値、縦棒は標準偏差

湾と陸奥湾との水温の違いによるもので、大阪湾では産卵後すぐ摂餌活動を開始するのに対して、陸奥湾では産卵後に冬季の摂餌停止期に入るため⁸⁾と考えられる。ちなみに、陸奥湾のマガレイは春季に産卵するので、産卵後まもなく索餌期に移行し、約3ヶ月で魚体が回復する⁸⁾。

2.2. 耳石の読みとり結果と年齢別の全長

2.2.1. 輪紋形成時期

耳石縁辺部が透明帯で終わる個体の割合を透明帯比率として、その月別変化を図11に示した。これを見ると、透明帯と不透明帯が年1回交互に現れ、年齢査定の基準として耳石の輪紋を利用できるのが判る。また、透明帯は5~11月に、不透明帯は12~4月にそれぞれ形成され、後述するマコガレイの産卵期の知見から、透明帯の外縁（不透明帯の形成され始める時期）はほぼ産卵期と一致し、本調査で測定した耳石の中心から透明帯外縁までの距離はほぼ満年齢時の全長に換算できるものと考えられる。

この透明帯、不透明帯の出現時期を東京湾⁹⁾、周防灘⁴⁾、播磨灘北西部¹⁰⁾と比較すると、透明帯出現率等の客観的な数値変化ではいずれの海域ともよく一致していた。(報告書の記述は、研究者の判断基準の違いにより、若干の差異がみられる。)

2.2.2. 耳石径-全長関係、年齢別耳石輪紋径

耳石径と全長の関係を図12に示した。図から雌雄ともに耳石径 (R : mm) と全長 (TL : mm) にはほぼ直線関係が見いだされ、以下の関係式を得た。

雌 $TL=108.16 \cdot R-34.18$ $n=371$ $r=0.93$

雄 $TL=91.93 \cdot R-4.92$ $n=377$ $r=0.84$

表2に耳石の輪紋径の計測結果を示した。表から雌雄ともに耳石の輪紋にLee現象が認められ、雄では特に顕著であり、周防灘⁴⁾と全く逆の傾向がみられた。なお、東京湾では特徴的な傾向はみられていない⁹⁾。

2.2.3. Walfordの定差図、von Bertalanffyの成長式

輪紋形成時の平均輪径(表2)を耳石径-全長関係式に代入し、輪紋形成時の全長を求め、この全長を基に作成したWalfordの定差図を図13に示した。雌では5-6輪群が下方にずれるほかは良く直線上

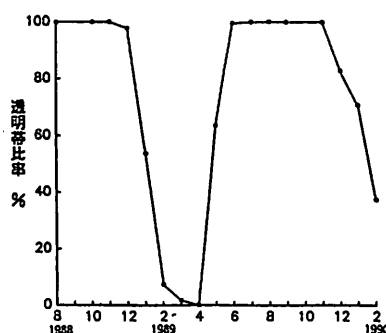


図11 透明帯比率の月別変化

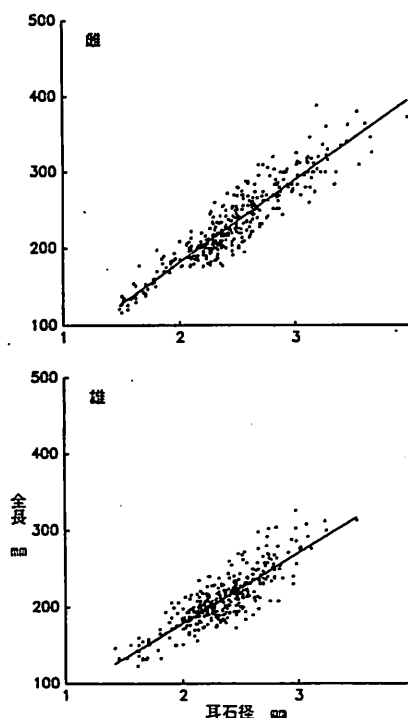


図12 耳石径と全長の関係

表2 雌雄別、輪群別耳石輪紋径

雌		mm					
	個体数	r 1	r 2	r 3	r 4	r 5	r 6
1 輪群	159	1.205					
2 輪群	128	1.166	2.155				
3 輪群	35	1.132	2.077	2.695			
4 輪群	7	1.111	2.094	2.727	3.040		
5 輪群	6	1.140	2.092	2.700	3.062	3.295	
6 輪群	4	1.238	1.920	2.405	2.750	2.975	3.123
平均		1.180	2.130	2.678	2.979	3.167	3.123
雄		mm					
	個体数	r 1	r 2	r 3	r 4	r 5	r 6
1 輪群	204	1.197					
2 輪群	118	1.159	2.113				
3 輪群	14	1.099	2.046	2.556			
4 輪群	6	1.043	2.007	2.515	2.748		
5 輪群	5	1.184	1.988	2.412	2.696	2.810	
6 輪群							
平均		1.177	2.097	2.517	2.725	2.810	

r 1 : 1 輪目の輪紋径、以下同じ 平均 : 加重平均

にのっている。また、雄では全ての点で良く当てはまった。そこで雌では5-6輪群を除いた点で、雄では全ての点を用いて最小二乗法で回帰直線を求めたのち、それぞれの係数を算出した。

その結果以下の成長式が得られた。{tは年齢、Lt、Wtはそれぞれt歳に対応する全長(mm)と体重(g)}

雌 $Lt=334.1 [1 - \exp \{-0.557 (t - 0.413)\}]$

雄 $Lt=260.8 [1 - \exp \{-0.769 (t - 0.342)\}]$

また、体重では

雌 $Wt=576.7 [1 - \exp \{-0.557 (t - 0.413)\}]^{3.121}$

雄 $Wt=238.5 [1 - \exp \{-0.769 (t - 0.342)\}]^{2.868}$

上式から計算した輪紋形成時(既述のとおり、ほぼ満年齢に置き換えることができる)の全長、体重を表3に示した。これを見ると雌雄ともに若齢魚では成長がよいが、高齢になるほど成長度が鈍くなる。また、雄の方が雌よりも早くから成長度が低下し、年齢別の全長も雌の方が雄よりも1歳を除いて大きい傾向がみられた。

なお、この結果を付表1に示した漁獲物の年齢別魚体組成表と比較すると、完全加入したのちも1月における漁獲物の年齢別平均全長は耳石からの推定値よりもかなり大きな値が得られている。

2.2.4. 他海域との比較

本調査結果と他海域との調査結果を表4に示した。まず、同じ大阪湾ということで大阪湾西部⁹⁾と本報告を比較すると、1歳魚や4歳魚以上では雌雄ともに本報告の方が大阪湾西部よりも小さいが、2、3歳魚では両者ともよく一致している。また、周防灘⁴⁾とは1歳を除き、若齢魚では本報告の方が大きい、高齢魚ではよく似た値が、播磨灘北西部¹⁰⁾とは1歳魚では本報告の方が小さいが、2、3歳魚ではよく似た値が得られている。東京湾⁹⁾とはいずれの年齢ともに本報告の方が小さかった。

なお、本報告と大阪湾西部域との推定体長の違いは耳石径-全長関係式の与え方の違いによるものであり(年齢別の耳石輪紋径は両者でほとんど変わらない)、本報告では1次の直線関係式を与えているのに対して、大阪湾西部での報告はべき乗回帰式を

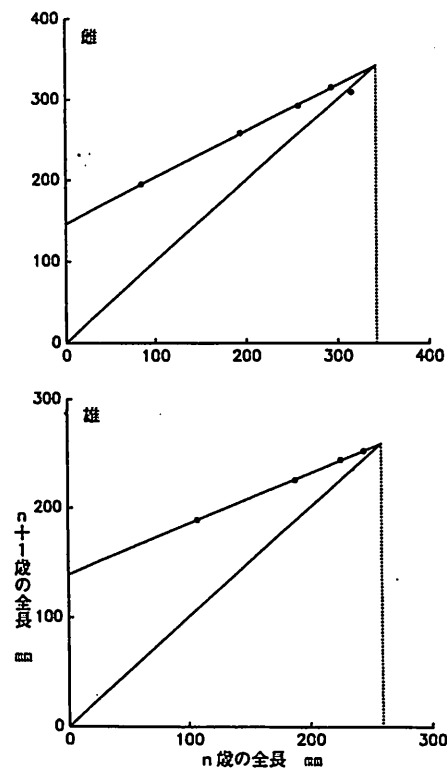


図13 Walfordの定差図

表3 計算式から求めた性別、年齢別の全長、体重

年齢	雌		雄	
	全長(mm)	体重(g)	全長(mm)	体重(g)
1	93.2	10.7	103.5	16.8
2	196.0	109.2	187.9	93.1
3	255.0	248.1	227.0	160.2
4	288.8	366.0	245.1	199.6
5	308.1	447.8	253.5	219.8
6	319.2	500.1	—	—

表4 年齢別体長の海域比較

年齢	雌				
	周防灘 ⁴⁾	東京湾 ⁹⁾	播磨灘北西部 ¹⁰⁾	大阪湾北西部 ³⁾	大阪府*
1	90	119.4	95-110	89	75
2	149	184.5	155-175	164	161
3	193	232.2	200-225	213	210
4	225	267.1	225-280	246	238
5	248	292.7		267	254
6	265	311.5		281	264

年齢	雄				
	周防灘 ⁴⁾	東京湾 ⁹⁾	播磨灘北西部 ¹⁰⁾	大阪湾北西部 ³⁾	大阪府*
1	92	108.3	95-110	92	84
2	144	169.1	140-165	152	154
3	178	205.6	170-210	192	187
4	200	227.5		217	202
5	214	240.6		234	209
6	223			244	

4, 9, 3)は耳石輪紋径よりの計算体長、10)は耳石の輪紋数のみ計数
*本報告、正木¹⁾の式より全長を標準体長に変換

与えているため、データの多い関係式中央付近では両報告ともによく一致するが、耳石径の最小、最大付近では西部域で値が大きくなることによる。図12から判るように耳石径と全長との相関はそれほど良くない。また、魚体の大きさによっては回帰直線からのばらつきに偏りがみられることからみて、本報告では1本の直線で全体を回帰したが、この方法では多少無理があったのかもしれない。正木⁴⁾は体長のかなり小さな魚体から多数耳石径を測るとともに(1歳魚の体長への変換も内挿できる)、耳石径の範囲を4区分し、各範囲毎の耳石径-体長関係式から輪紋径を体長に変換している。今後の耳石を基にした成長把握にはこのようなきめの細かい作業が必要となろう。

3. 成熟と産卵

3.1. 産卵期

生殖腺熟度指数 |GI、生殖腺重量÷(体重-生殖腺重量)×100| の月別変化を雌雄別にそれぞれ図14、15に示した。1988年10月以降時期を追ってみると、雌ではGIは11月から増加し始め、12月に急速に増加する。12月のGIは平均で20、最大では80を超えるほど大きくなる。1989年1月になると平均値は急激に減少するが、最大値は60程度でなお成熟個体が見られる。しかし2月になると平均値、最大値ともに極めて小さくなり、同年の9月まで同様の傾向が続く。1989年10月以降では大略1988年と同様であるが、1988年と比べてやや成熟が遅れていることが読みとれる。このように年により成熟時期に若干の遅速はあるが、ほぼ12~1月が大阪湾におけるマコガレイの産卵期であるといえる。このことは仔魚の出現からの調査結果¹¹⁾ともよく一致する。

各地におけるマコガレイの産卵期は瀬戸内海では周防灘が12月下旬~1月下旬(盛期は1月上旬)¹²⁾あるいは成熟盛期は12月中旬¹³⁾、播磨灘北西部では12月中旬~1月中旬(盛期は12月下旬)¹⁴⁾、またその他の海域では東京湾南部で12~2月¹⁵⁾、陸奥湾で12月を盛期に産卵を行う⁸⁾と報告されており、本報告とはほぼ同様であった。

一方、雄のGIは1988、1989年ともに11月になる

と急増し、雌よりも約1月程度早く成熟し始める。12月にはGIが最大になるのは雌と同様であるが、雄では2、3月においても一部の個体では成熟状態にあり、成熟期間は雌よりも長期に及ぶ。このことは瀬戸内海周防灘の報告¹³⁾とよく一致しており、また播磨灘北西部でも雄の成熟時期の早いことを報告¹⁴⁾している。

3.2. 産卵場

既往の文献によれば、大阪湾西部海域でのマコガレイの産卵場は沿岸の水深30mを中心とする急斜面の下部から平坦面に移行する海域に³⁾、別府湾ではマコガレイ卵の採集結果から産卵場は湾口から湾外の比較的水深の深い砂場に¹⁶⁾それぞれ形成されると報告している。

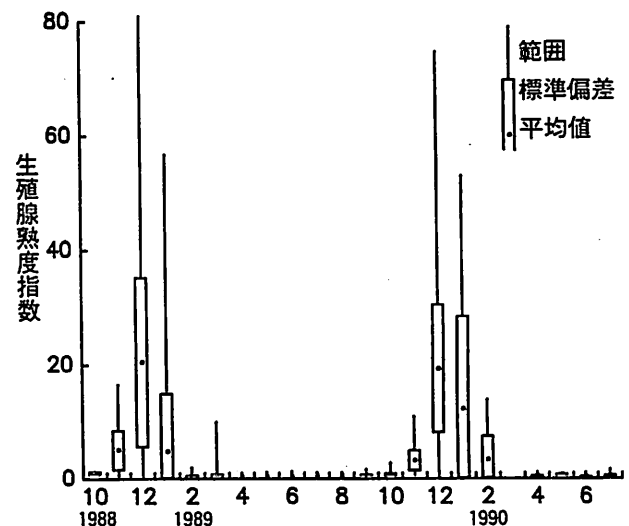


図14 生殖腺熟度指数の月別変化(雌)

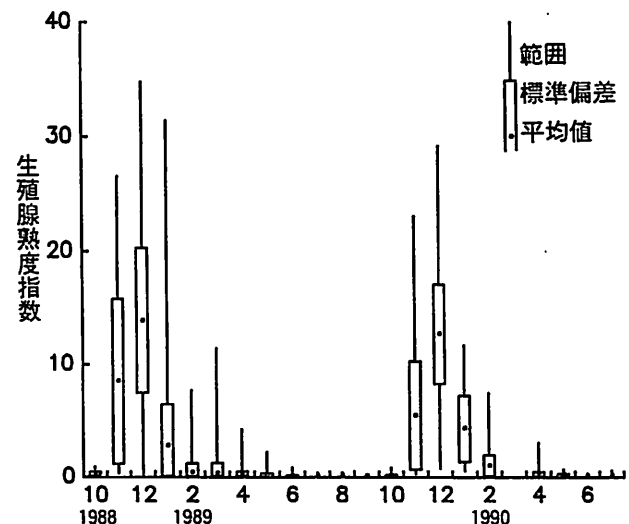


図15 生殖腺熟度指数の月別変化(雄)

大阪湾東部では後述のように卵が採集されていないので産卵場の確定はできないが、時期別、地域別の漁獲量（特に産卵期にどの地域でマコガレイが多獲されるか）や漁獲物の成熟状況（卵を流出しているような完熟個体がいるかどうか）あるいは漁業者からの聞き取りなどから、大阪府北部と南部（湾口部）の沿岸域でマコガレイは産卵し、特に北部の沿岸域に主産卵場があるものと推察される。しかしながら、既述の他海域での産卵場の環境と比較すると、大阪府南部域では概ね産卵場としての条件は一致するが、大阪府北部沿岸域は底質が泥である、水深が浅い、海水の滞留時間が長いなど他海域とは環境が明らかに異なっている。マコガレイの卵は粘着性で少なくとも泥質の海底では産卵できないものと考えられるので、今後大阪府北部沿岸域におけるミクロな底質の分布と卵の採集など産卵場を確定できるデータを整備していく必要がある。

3.3. 最小成熟年齢、成熟率、生物学的最小形

図16に雌の生殖腺熟度指数 (GI) と卵巣内の平均卵径の関係を示した。各点は傾きの異なる2本の直線により回帰でき、その交点はGIが20、卵径が0.6mm付近にあり、GIが20以下ではGIが大きくなれば卵径も急速に大きくなるが、GIが20を超えると卵径の増大率は緩やかになり、各点のばらつきも大きくなる。種苗生産のために採卵されたマコガレイの卵は0.6~0.8mmで^{17,18)}、卵径0.7mm前後で透明卵が確認される¹⁹⁾ことから、この2つの直線の交点であるGI20を超えたものはほぼ成熟状態であると考えられる。

次に、最もGIが大きくなる1988年12月において、GI20以上あるいはすでに放卵後の状態が認められた個体の漁獲物中における割合をみると、0歳魚（生後11ヶ月）では25%、1歳魚62.5%、2歳魚90.5%、3歳魚以上は100%であった。一方、雄では0歳魚のほぼ全数で精液の流出等成熟状態が認められた。

陸奥湾では雄では満2歳でごく一部が成熟するが、雌は満3歳から成熟を開始する⁸⁾。瀬戸内海の周防灘では正木¹³⁾は0歳魚（生後11ヶ月）の成熟率を

0%、1歳では70%、2歳では90%、3歳以上では100%と、藤ら¹²⁾は満1歳でほとんどのものが産卵に加わるとしており、他の瀬戸内海の報告と同様、本報告でも陸奥湾よりも成熟の早い傾向がみられた。また、正木¹³⁾は成熟最盛期におけるmf（生殖腺重量/内蔵除去体重×1000）が10以上を示す雌雄の各個体の割合を年齢別に求め成熟率としており、本報告とは判定基準はやや異なるが、0歳魚の漁獲物への加入量等を勘案すれば、大阪湾では藤ら¹²⁾の報告よりも正木¹³⁾に近い値となるものと考えられる。

一方、大阪湾における成熟最小個体は雌では全長170mm、雄では134mmであった。陸奥湾では成熟最小個体は雌17.8cm、雄15.4cm⁸⁾、山田湾では雌で17.1cm²⁰⁾、周防灘では雌雄ともに17cm前後が最小型¹²⁾としている。既述のとおり大阪湾や周防灘と陸奥湾とは雌の成熟個体に達する年齢にはかなりの違いがあったが、成熟最小形ではいずれの海域ともによく一致していた。

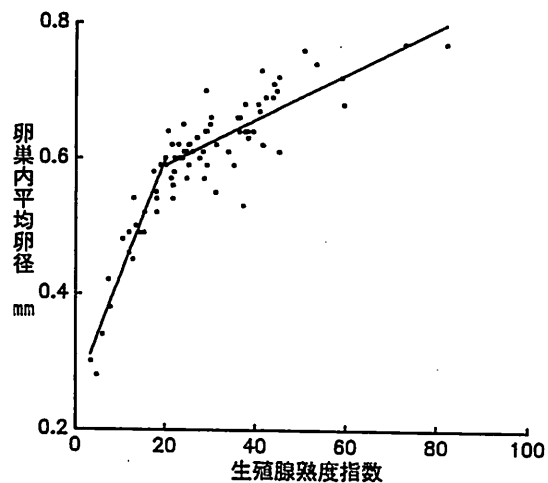


図16 生殖腺熟度指数と卵巣内卵径の関係

3.3. 産卵数

マコガレイの全長と孕卵数の関係を図17に示した。図から全長 (TL: mm) と孕卵数 (EN: 粒) とは指数関数で近似され、以下の関係式を得た。

$$EN = 0.00817 \times TL^{3.230} \quad n = 93, r = 0.91$$

上式より全長200mmの個体で孕卵数は約22万粒、250mmで45万粒、300mmで82万粒、350mmで135万粒と計算される。マコガレイの卵巣内卵はいずれの卵もほぼ同一の発生であり、いずれの卵も一度に産卵さ

れると考えられるので、この孕卵数はほぼ産卵数に相当する²¹⁾ものと推察される。

表5にマコガレイの産卵数を海域別に示したが、同じ大きさの個体では大阪湾産の方が他の海域産よりもたくさんの卵を産出する傾向がみられる。

3.4. 性 比

本調査で採集された全てのマコガレイのうち、性の判明した個体は雌2,743尾、雄3,062尾で、性比(全体の中の雌の割合=47%)は50%に近い、すなわち大阪湾では雌と雄がほぼ同数生息しているものと考えられる。次に、マコガレイ性比の季節的な変動をみるため、図18に漁業種類別、月別の性比を示した。小型底びき網では産卵期である1月、あるいは11、12月に雌の割合が高くなる傾向がみられ、それ以外の月では逆に雌の割合が低い傾向がみられる。一方、刺網では産卵期である12、1月には雌の割合が低く、その前後で高くなっている。このことと、

小型底びき網(主に沖合域で操業)、刺網(沿岸域で操業)の漁場を勘案すると、産卵期には沿岸域の産卵場で雄の割合が高くなる傾向が類推される。また、春季～秋季には沖合域で雄が多い傾向が読みとれるが、岡山水試¹⁰⁾でも7～11月に同様の傾向がみられることを報告している。

4. 初期生態

4.1. 卵、仔魚

マコガレイの卵は脂球が1つある粘着性の沈性卵で、水温が12.4～13.9℃で6日間、10.5～13.3℃で8日間でふ化する¹⁷⁾。そのため通常の卵稚仔採集用ネット調査ではマコガレイ卵は採集されない。大阪湾では天然海域におけるマコガレイ卵はいままで採集された記録がなく、既述のとおり産卵場が確認されていないのが現状である。

大阪湾における卵稚仔採集用ネットによるマコガレイ仔魚の採集結果¹¹⁾を図19に示した。マコガレイ

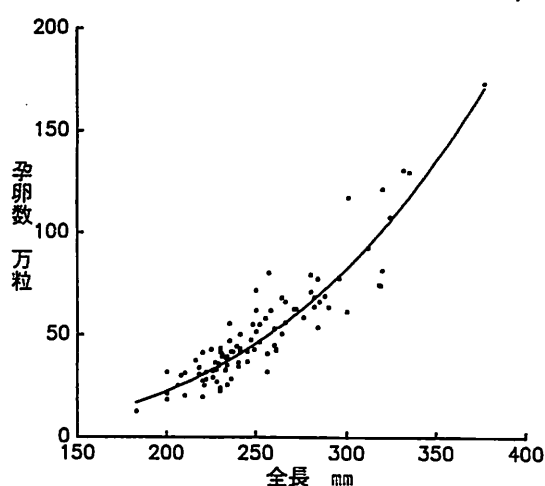


図17 全長と孕卵数の関係

表5 海域による体長別産卵数の比較

	周防灘 ²²⁾ *1	福島県沿岸域 ²¹⁾ *1	茨城県 ¹⁹⁾	大阪湾 ²⁾
体長150mm	5.3万	12.5万		16.6万
200	18.5万	31.1万	} 20～40万	41.4万
250	49.0万	63.3万		84.4万
300	108.7万	113.1万	} 40～80万	151.1万
350				

*1 体長、産卵数の関係式より算出

*2 正木⁴⁾の全長、標準体長の関係式より体長を全長に変換後、本報告の全長、産卵数の関係式より産卵数を計算

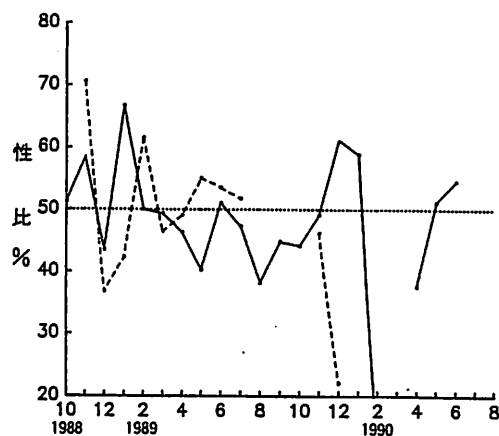


図18 漁業種類別、月別の性比

実線：小型底びき網 破線：刺網

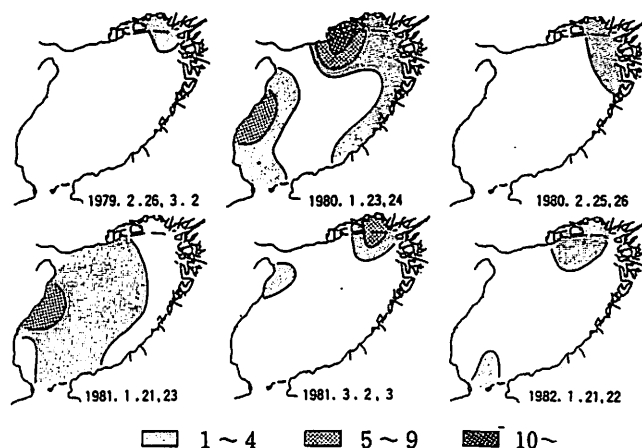


図19 マコガレイ仔魚の分布(辻野¹¹⁾から)

仔魚は12月～3月に採集されるが、1月中旬～2月中旬に多い。海域別にはマコガレイ仔魚は湾奥域での採集数が多く、発生量の多い年では淡路島沿岸域でも分布の集中域がみられる。採集されたマコガレイ仔魚の多くは全長3～5mm程度のものであった。大阪湾の冬季の水温を勘案すると採集魚は大きなものではふ化後20日程度も経過している¹⁷⁾と考えられるので、採集海域が産卵場と一致するとはいえないが、これらの分布は推定産卵場とよく合っている。仔魚はその後着底するが、着底時の大きさは飼育試験によれば、10～18℃において9.4～9.8mmで、水温が高いほど小さい。また、半数以上の個体が着底するのは10℃で40日目、14℃で30日目、18℃で24日目、それに要する積算水温は350～430℃²³⁾である。

4.2. 着底場、成育場

マコガレイの大阪湾における産卵の盛期は12、1月である。大阪湾の12月中旬から1月中旬までの湾奥部の底層における年平均水温は10.4～15.1℃、2月中旬8.7～9.0℃、3月中旬9.0～9.1℃なので、マコガレイのふ化には12℃、その後の成長には9.0℃を用いると、産卵後ふ化までに8日、その後着底までに35日程度かかることになる。すなわち産卵後1.5ヵ月で着底する。産卵が12月中旬頃からのので、早

い個体では2月初めから着底を開始する。

図20に1985～1986年に実施した石げた網調査での大阪湾沿岸部におけるマコガレイ0歳魚の採集尾数を示した。マコガレイ0歳魚は4、6月にのみ採集され、4月には全長15～17mmのかなり小型個体も採集された。海域別には湾北部域で多く、湾北部の定点1、2で全体の88.6%が採集された。6月も4月と同様に湾北部(定点1、2)で出現数の大部分が出現し、湾中、南部域での採集数は極めて少なかった。安部ら²⁴⁾は1993年5月に大阪湾全域を底びき網により調査し、マコガレイの0歳魚は北部沿岸域に多いことを、辻野ら²⁵⁾は大阪湾南部の碎波帯で調査を行い、碎波帯はマコガレイの着底場にはなっていないことを報告しており、これらの結果から、大阪湾におけるマコガレイの主着底場は湾北部の沿岸域であると推察される。

また、着底後は漁獲対象となるまでの間沿岸域で引き続き生息するものと考えられるが、夏季に湾北部沿岸域を中心に底層水の強い貧酸素化が起こると、マコガレイは南下あるいは沖合に移動する。このことは、1985年8月調査でマコガレイ0歳魚が沿岸域で全く漁獲されなかったことや安部らの1992、1993年夏季の調査^{24,26)}からも窺える。

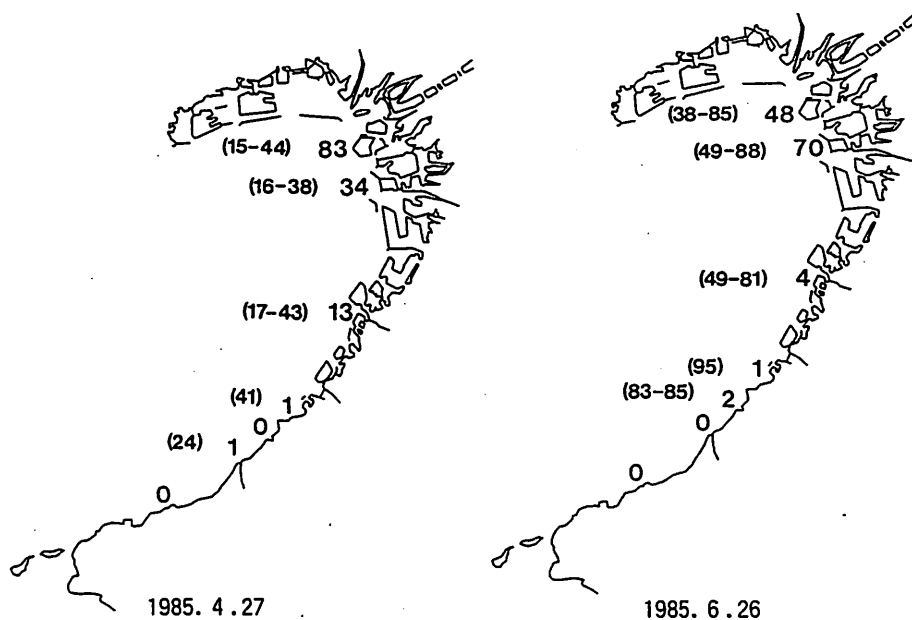


図20 マコガレイ0歳魚の採集尾数

数字は石げた網1曳網あたりの採集尾数、()内は全長範囲(mm)

(1985.8.23, 1985.11.21, 1986.2.7 調査時にはマコガレイ0歳魚は採集されなかった。)

5. 漁獲物の年齢組成、生残率と自然死亡計数

5.1. 漁獲物の月別全長組成

小型底びき網は写真撮影により、刺網は買い上げにより得られたデータを月別にまとめ、全長組成を図21、22に示した。図から小型底びき網では秋季～冬季にかけて全長200～300mmの大型個体が、3月以降は200mmまでの小型個体が主に漁獲されている。また、刺網でも冬季には大型個体が漁獲の主体となるが、2月以降は200mmを中心としたほぼ同じ大きさの個体が長期にわたり漁獲されている。別項の年齢調査結果(付表1)から、秋季の200mm前後の群や、冬季の小型群、3月以降の漁獲物の大部分は1歳魚であった。

5.2. 年齢別、月別の漁獲尾数

1988年の大阪府における小型底びき網と刺網および大阪府全体の年齢別漁獲尾数を表6に示した。マコガレイは小型底びき網(約134万尾)と刺網(約142万尾)で大阪府全体の98.3%が漁獲されている。そこで、この2漁業種の合計を基に大阪府での全漁獲尾数を推定すると約281万尾となった。最も多く漁獲されたのは1歳魚で全体の87.44%、次いで2歳魚、3歳魚と順次少なくなる。また、0歳魚も1%程度漁獲されている。漁法別には小型底びき網と刺網でよく似た傾向を示しているが、刺網の方が小型底びき網よりもやや低年齢魚の割合が高い傾向が窺える。

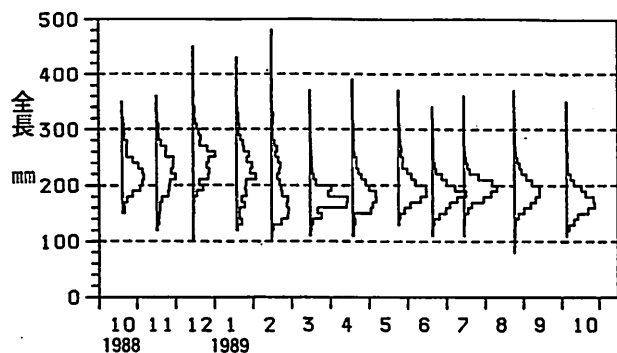


図21 マコガレイの全長組成 (小型底びき網)

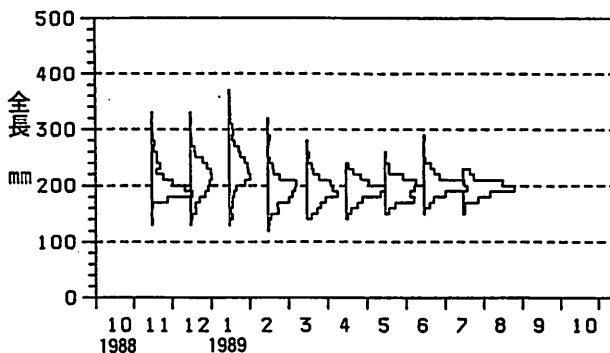


図22 マコガレイの全長組成 (刺網)

表6 漁業種類別、年齢別の漁獲尾数 (大阪府)

	0歳魚	1歳魚	2歳魚	3歳魚	4歳魚	5歳魚	6歳魚	7歳魚	合計
小型底びき網	5,441 (0.41)	1,161,451 (86.51)	121,942 (9.08)	35,578 (2.65)	12,798 (0.95)	3,167 (0.24)	1,389 (0.10)	831 (0.06)	1,342,597
刺網	24,407 (1.71)	1,257,364 (88.32)	119,677 (8.40)	20,323 (1.43)	269 (0.02)	801 (0.06)	90 (0.01)	666 (0.05)	1,423,597
両漁業種計	29,848 (1.08)	2,418,815 (87.44)	241,619 (8.74)	55,901 (2.02)	13,067 (0.47)	3,968 (0.15)	1,479 (0.05)	1,497 (0.05)	2,766,194
大阪府計	30,364 (1.08)	2,460,646 (87.44)	245,798 (8.74)	56,868 (2.02)	13,293 (0.47)	4,037 (0.15)	1,505 (0.05)	1,523 (0.05)	2,814,034

表中の数字は漁獲尾数、括弧内の数字は百分率

大阪府における漁法別、年齢別、月別の漁獲尾数を図23、24に示した。小型底びき網では1月を除き大部分の月で1歳魚が最も多く漁獲された。また、各月ともに2歳魚、3歳魚、4歳魚の順序で少なかった。また、1歳魚は秋～冬季に少なく、春、夏季に多い傾向がみられるのに対して、2歳魚以上では冬季～春季に多く、夏季に少ない傾向がみられた。一方、0歳魚は8月から漁獲され始め（この時期から成長の良いものは漁獲物として売買されるということ。0歳魚の小型底びき網への入網自体はもっと早い時期からみられるが、魚体が小さいことから海上で投棄される。）、11、12月には増加する。また、刺網でも小型底びき網と同様の傾向を示すが、2歳魚以上の夏季を中心とした漁獲の落ち込みは小型底びき網よりも大きい。

5.3. 資源の解析および診断

表6を基に対数グラフ上に年齢別漁獲尾数を示したのが図25である。図から各点は1歳を頂点として、7歳を除き、右下がりの直線上にほぼプロットされる。この図は完全加入年齢が満1歳で、1歳以降の右下がりの直線の傾きは加入量が定常時における毎年の減耗割合を表している。図より、1～6歳魚の値を用いて対数回帰法で求めた毎年の生残率 S は0.234（全減少係数 $Z=1.451$ ）で、漁獲、自然死亡により毎年76.6%のマコガレイが減少していくことになる。次に生残率 S を0.1～0.9まで変化させたときの相対資源重量の変化を計算し、寿命（本報告では10年とした）時における資源重量が初期資源重量の1/10となる生残率を、処女資源状態での生残率 S_0 と考え、 $S_0=0.519$ を求めた。これにより自然死亡係数 M （0.656）が決まり、全減少係数 Z =自然死亡係数 M +漁獲死亡係数 F の関係から、漁獲死亡係数 $F=0.795$ が得られた。また、漁獲率 E は0.420で、毎年海中資源の4割強のマコガレイが漁獲されることになる。これを周防灘²⁷⁾と比較すると、大阪湾でのマコガレイの生残率は周防灘（ $S=0.365$ ）よりかなり低い。処女資源時の生残率は周防灘（ $S_0=0.55$ ）と大阪湾とであまり変わらないので、この原因は周防灘（漁獲死亡係数 $F=0.409$ ）

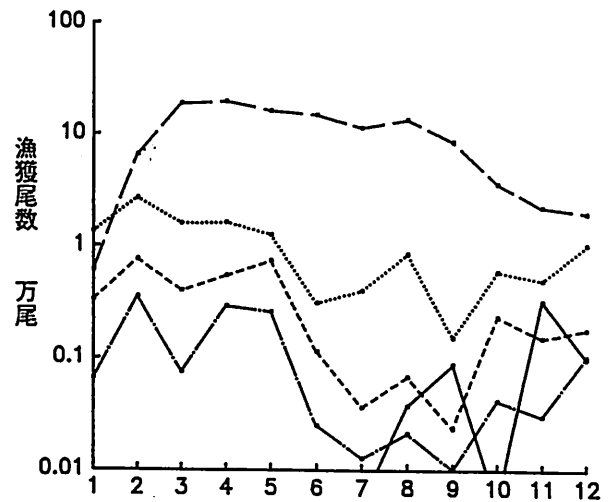


図23 年齢別、月別の漁獲尾数（小型底びき網）

実線：0歳魚、長破線：1歳魚、点線：2歳魚
破線：3歳魚、1点鎖線：4歳魚

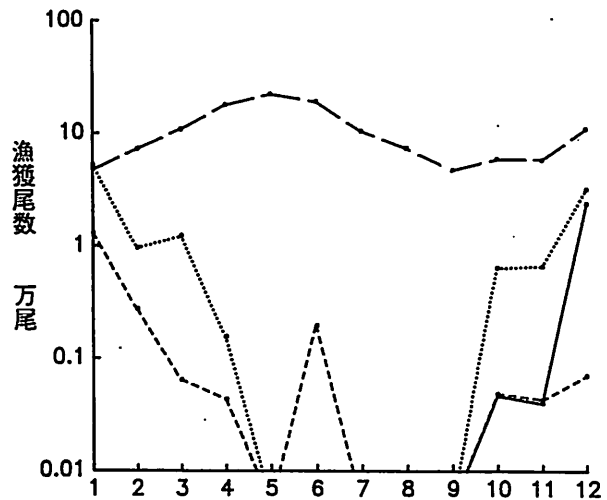


図24 年齢別、月別の漁獲尾数（刺網）

実線：0歳魚、長破線：1歳魚
点線：2歳魚、破線：3歳魚

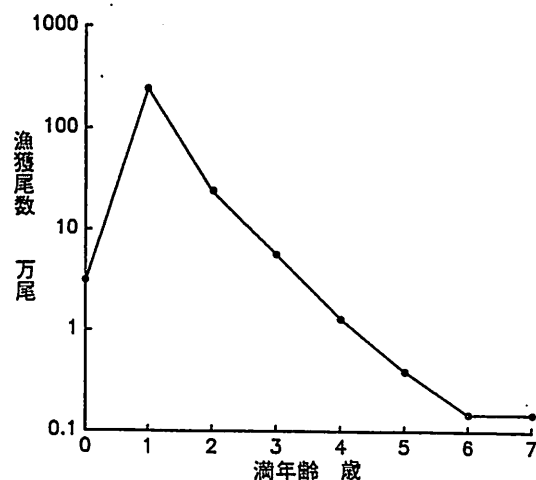


図25 大阪府における年齢別漁獲尾数
(1988.10～1989.9)

と比べて大阪湾でのマコガレイに対する漁獲圧が高いことによる。

次に大阪湾の1988年当時の漁獲状況が乱獲状態であるかどうか調べるため、表7に1988年と処女資源時の資源量、漁獲量、親魚量、産卵数を示した。表から処女資源に対する1988年の残存率は資源量で62.9%、親魚量27.4%、産卵数15.8%となった。一般に最大持続生産をもたらし漁業の強さは、親魚量、総産卵数が処女時の50%あるいはその近傍に減ったところにあるので、これを目安として判断すると、1988年当時の漁獲の状態は乱獲と見なしても大きな間違いはないものと推察される^{28,29)}。

なお、広域資源培養管理対策推進事業報告書³⁰⁾では大阪湾におけるマコガレイの再生産関係式を求め、SY曲線から1988年当時の資源状況を診断(既述の結果と同様、乱獲状態にあると結論)しているが、本報告では再生産式あるいは再生産式を求める過程に問題点が多いと判断したため、その結果については記載しなかった。興味のある人は上記の報告書の方も、参照されたい。

また、兵庫県においてもマコガレイ漁獲物の大きさは、大阪府で漁獲されるものと大差のないことが判っている³¹⁾。

表7 1988年当時の資源と処女資源との比較(資源診断表、大阪湾)

年 齢	1988年の資源 (S=0.234, E=0.420)				処女資源 (S ₀ =0.519)		
	資 源 量 (x10 ⁴ 尾)	漁 獲 量 (x10 ⁴ 尾)	親 魚 量 (x10 ⁴ 尾)	産 卵 数 (x10 ⁸ 粒)	資 源 量 (x10 ⁴ 尾)	親 魚 量 (x10 ⁴ 尾)	産 卵 数 (x10 ⁸ 粒)
1	1,209.0	507.1	36.3	34.0	1,209	36	34
2	283.4	118.9	177.1	1,833.8	627	392	4,061
3	66.4	27.9	60.1	1,456.1	326	295	7,139
4	15.6	6.5	15.6	563.7	169	169	6,120
5	3.6	1.5	3.6	162.8	88	88	3,915
6	0.9	0.4	0.9	42.8	46	46	2,278
7	0.2	0.1	0.2	10.7	24	24	1,260
8	0.0	0.0	0.0	2.6	12	12	678
9	0.0	0.0	0.0	0.7	6	6	359
10	0.0	0.0	0.0	0.2	3	3	189
合 計	1,579.1	662.4	293.8	4,107.4	2,510	1,071	26,033
残存割合*	62.9	—	27.4	15.8	—	—	—

*1988年の資源/処女資源×100(%)

6. 分布と移動

6.1. 異なった漁業種の基準化

大阪府における小型底びき網はえびこぎ網、石桁網、板びき網の3種の漁業が営まれており、同一漁船が季節により漁具を使い分けたり、あるいは周年同一漁具で操業したりしている。(近年えびこぎ網は非常に少なくなっており、本調査においても石桁網と板びき網についてのみ調査を実施した。)

同じ漁業種では、各漁船ともに漁具や曳網速度、曳網回数に大きな違いがないので、様々な底質の漁

場での漁獲効率が同じであると仮定すれば、1日あるいは操業面積当たりの漁獲尾数はほぼその漁場の生息密度の指標として海域ごとに比較することができる。しかし、本調査のように異なった2漁業種の資料が混在する場合は相互に比較することはできない。そこで、漁獲尾数を一方の漁業種に統一するため、両漁業種間でのマコガレイに対する漁獲効率の比を求めた。

図26は同じ日に同じ漁場で操業していた石桁網の操業1畝当たりの平均漁獲尾数(NDN)と同じく

板びき網の平均漁獲尾数 (NOT) を示したものである。図から判るように両者にほぼ直線関係がみられ、

$$\text{NDN} = 1.516 \times \text{NOT} \quad n = 13 \quad r = 0.89$$

の関係が導きだされる。

すなわち、同じ漁場の同じ面積を両漁業種で操業すると、石桁網の方が板びき網よりも1.5倍多くのマコガレイが漁獲される。実際は石桁網の方が1日の操業面積も1.57倍大きいので、1日当たりでは板びき網よりも2.39倍も多くのマコガレイを漁獲してくることになる。

ちなみに1988年の大阪府全体の板びき網、石桁網によるマコガレイ漁獲量¹⁾を同じく出漁日数(大阪農林水産統計)で除した1日当たりの漁獲量は板びき網2.47kg、石桁網6.54kgとなり、その比は1:2.65となる。板びき網の出漁日数には、日数的にはそれほど多くはないものの、マダイやスズキを主対象とする漁船の出漁日数も含まれているので、実際の比は1:2.65よりももう少し小さい値となる。このように、漁獲尾数と重量との違いはあるが、既述の調査結果と漁獲統計という別の方法から導きだした結果と近似することから、本調査結果の妥当性が示唆される。

6.2. マコガレイの分布

図26から得られた関係を基に板びき網の漁獲尾数を修正し、月別、漁区(緯経度5分升目)別に、石桁網操業1 km^2 当たりのマコガレイの漁獲尾数を計算した。図27は漁区毎の漁獲尾数の計算値から等値線を描いたものである。図から10~12月は沿岸域でマコガレイの漁獲が多く、沖合域では少ない、また北部域で漁獲が多く、南部域で少ない傾向がみられる。1月になると沖合域でも漁獲の多い海域がみられ、2月は10~12月とは逆に、沖合域で漁獲が多く、沿岸域で少ない。また、南北方向(湾奥、湾口方向)での漁獲尾数の違いがみられなくなる。3~5月は再び沿岸域での漁獲が多くなり、特に3月の北部沿岸域では5,000尾を超える濃密分布域がみられたことが特徴的である。6月になると主分布域はやや沖合になり、7月には沖合域の方が沿岸域よりも漁獲が多くなる。8、9月には再び沿岸域で漁獲が多くな

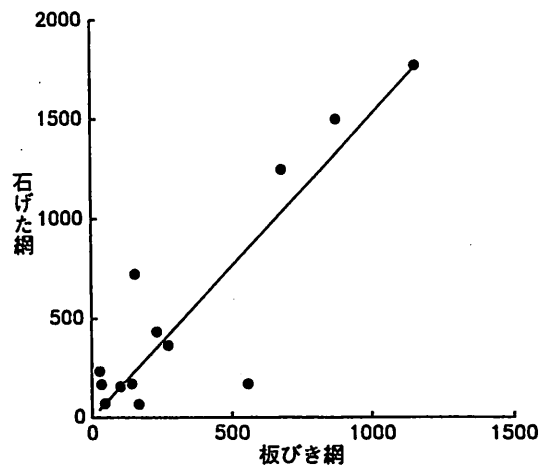


図26 石げた網と板びき網の操業1 km^2 当たり平均漁獲尾数

るが、8月は沿岸、沖合域での漁獲量の差が非常に小さく、9月は南部域で漁獲が多く、北部域で全く漁獲されないという、他の月と比べて特異な分布を示している。

上記のことを月をおって沿岸、沖合方向で整理すると、マコガレイは3~5月は沿岸域に主に分布しているが、6~9月には沿岸から沖合域まで漁場全体に広く分布するようになり、10~12月になると分布は沿岸域に縮小するが、1、2月には再び沖合域に拡大するといえる。

また、南北方向では全般的に北部域での漁獲尾数が南部域よりも多い傾向がみられた。

6.3. 漁獲物の大きさ分布

1988年10月~1989年9月の間に測定した全てのマコガレイについて、月別、漁区別に全長を平均し、等値線を描いたのが図28である。マコガレイの平均全長は10、11月には沿岸域で小さく、沖合域で大きい、また北部域で小さく、南部域で大きい傾向がみられる。12月になるとこの傾向は一変し、南部域で小さく、北部域で大きくなる。また、沿岸、沖合域で大きさに違いがみられなくなる。1月は沿岸域で大きく、沖合域で小さい、さらにその沖合域では再び大きくなるという複雑な分布様式がみられる。2月は12月同様南北方向でのみ大きさに違いがみられ、10、11月や3月以降の傾向と大きく異なる。これは産卵期である1月の前後、すなわちに12月は産卵のために沖合域から沿岸域へ、2月は産卵後に沿岸域

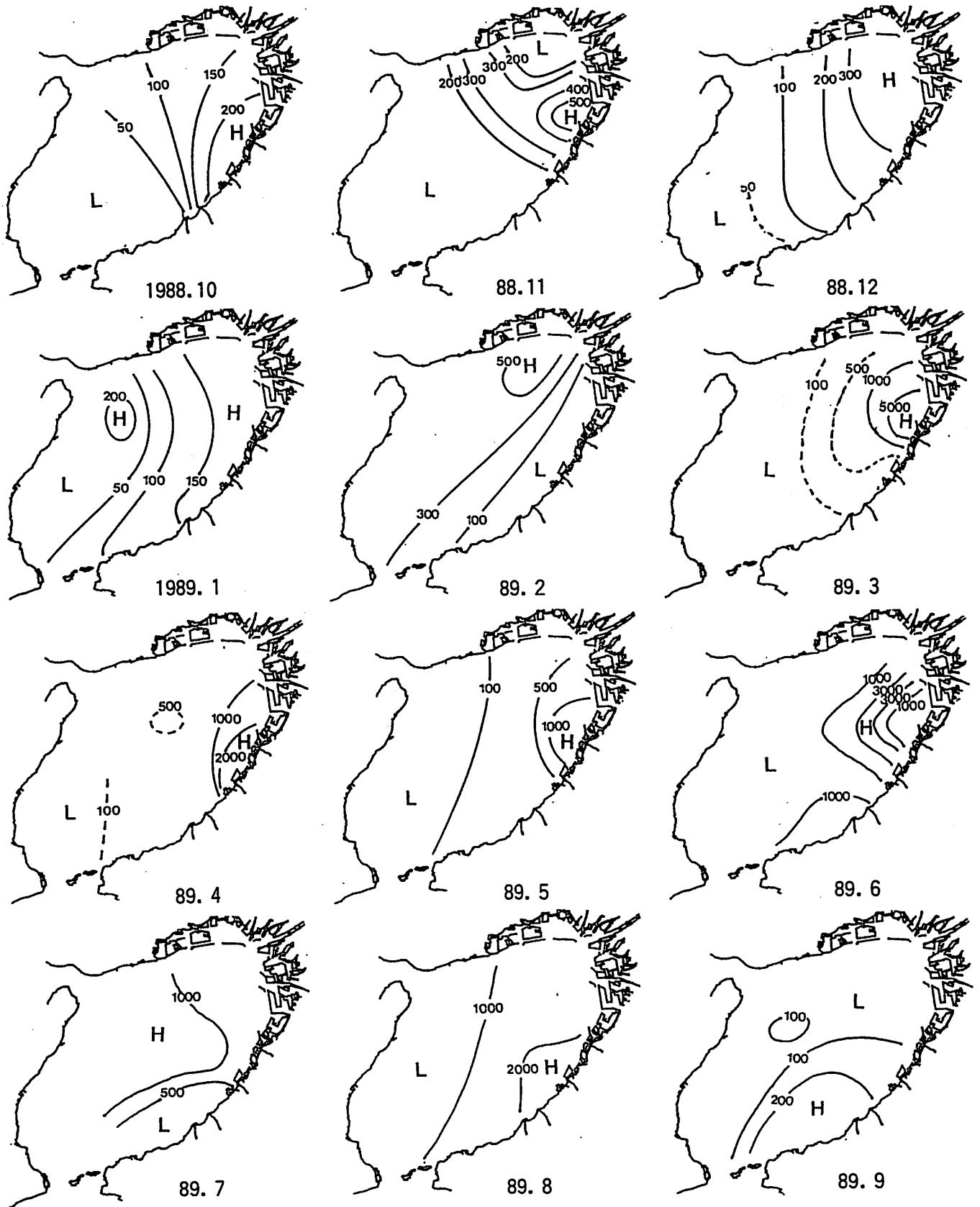


図27 マコガレイの漁獲尾数分布
石げた網操業1回当たりの漁獲尾数

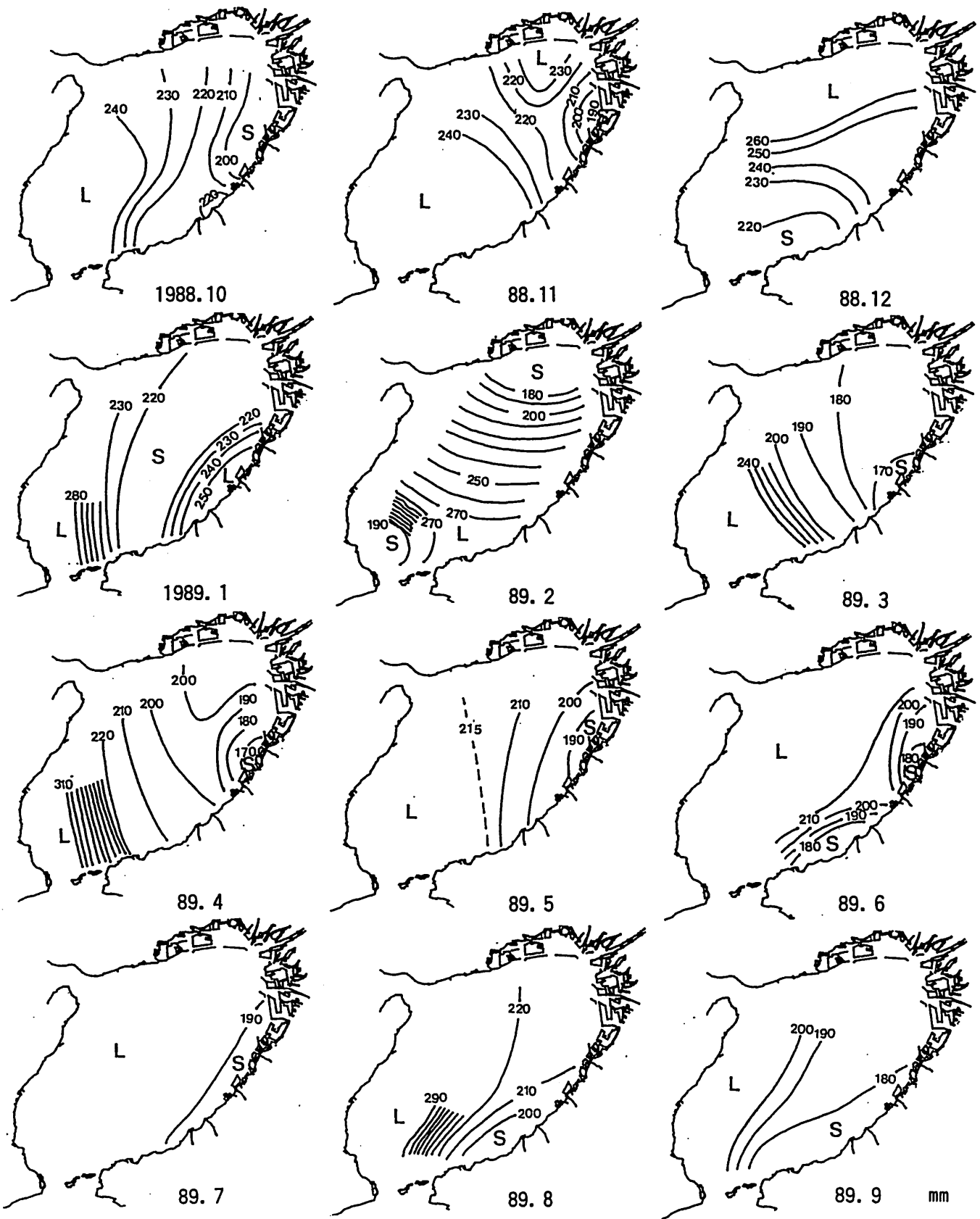


図28 マコガレイ漁獲物の平均全長の分布

から沖合域へ大型群が大きく移動するためと考えられる。3月になると再び北部および沿岸域で他の海域と比べて平均全長が小さくなる。4～10月まではどの月においても沿岸域で小さく、沖合域で大きい傾向がみられるが、4、5月は北部域で、8、9月は南部域で小型個体が出現している。また、7月は各漁区ともに大きさがほとんど変わらなかった。

このように12～2月の産卵期やその前後で特異な分布様式を示す以外、概ね沿岸域では小型個体が、沖合域では大型個体が分布している傾向がみられる。また、図27で示した分布量を重ね合わせると、特異な分布を示す12～2月を除き、分布密度の高い海域では小型個体が、分布密度の低い海域では大型個体が多い傾向も認められた。

6.4. 大阪湾におけるマコガレイの移動

既述のことに幼稚仔魚期の知見も含め、マコガレイの移動様式を図29に示した。まず、0歳魚はふ化後1カ月程度で沿岸漁場よりも浅い海域に着底する。その後同所で生育し、同年の8月になると成長の良いものは沿岸漁場に加入し始め漁獲されるようになる。しかし、主群はなお浅海域に留まっており、翌年の3月から沿岸漁場に大挙して加入してくる。これらの群は6～10月には沿岸～沖合域まで漁場全体に広く分布するようになり、6、7月ではむしろ沖合域での分布量が多くなる。11、12月には分布域は沿岸に縮小するが、翌年1月には2歳魚となって再び沖合に分布域を拡大し、2月以降は沖合漁場から深所に移動する。

また、2歳以上の大型群は、3～11月までは主群は沖合漁場の外の深所で生息しているが、12月には産卵場への移動のために漁場内に大量に加入してくる。1月には沿岸まで分布域を拡大するが、2月以降は再び沖合漁場から深所に移動するものと推測される。

このようなマコガレイの時期的な動きは既述の刺網や小型底びき網の漁獲量の変化とよく一致する。すなわち、刺網では小型魚が沿岸漁場に多量に加入してくる春季および大型魚が産卵のために沿岸漁場まで押し寄せる冬季に多獲され、小型底びき網では

沿岸漁場に加入した小型群が沖合漁場まで分布域を拡大する夏季を中心に多獲しており、マコガレイの分布、移動とそれを漁獲する漁業の操業形態や漁場、漁獲量との間に密接な関係のあることがわかった。

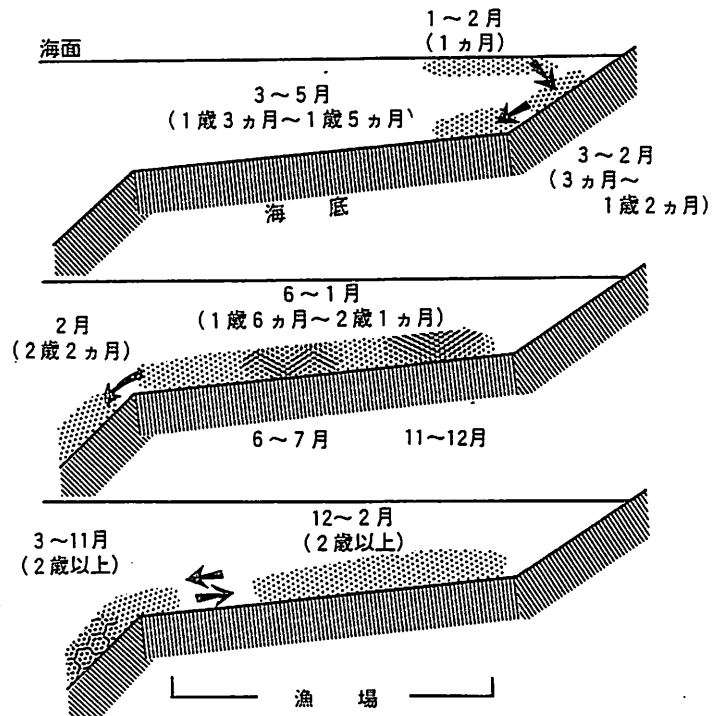


図29 マコガレイの成長に伴う移動様式
(括弧内はふ化後の経過月数)

謝 辞

本研究を進めるにあたって、魚体測定プログラムの構築面でいろいろお世話になった大阪府企業局宅地整備課 藤田真一氏および写真の整理、実長への変換等に多大な協力をいただいた高瀬玲子、大野照代両氏にこの場をかりて深謝する。

また、写真撮影や漁場の聞き取り等について協力していただいた泉佐野、北中通両漁業協同組合の関係者の方々並びに漁業日誌の記帳等でいろいろ協力していただいた各漁協の方々にも感謝の意を表する次第である。

要 約

- 1) 1985～1990年の間に大阪湾で漁獲されたマコガレイの生物資源調査および1955年以降の漁獲統計数値の解析により、以下の結果を得た。

2) 大阪府におけるマコガレイの漁獲量は1955～1970年代前半まで横這いしないしやや減少傾向にあったが、その後増加傾向に転じ、高水準で推移しているものと推察される。

3) マコガレイの全長 (TL: mm) と体重 (BW: g) は指数関数で近似され、以下の関係式が得られた。

$$\text{雌: } BW = 7.653 \times 10^{-6} \cdot TL^{3.121}$$

$$\text{雄: } BW = 2.805 \times 10^{-5} \cdot TL^{2.868}$$

4) 雌の肥満度は4、5月に最も高くなるが、その後は徐々に低下し、産卵期である12、1月に最低となる。また、雄も雌と同様の傾向がみられるが、雌よりもその変動幅は大きい。

5) 耳石の透明帯は5～11月に、不透明帯は12～4月にそれぞれ年1回形成される。

6) 耳石の輪紋径よりマコガレイの成長を推定し、次式を得た。(tは年齢、Ltはt歳に対応する全長: mm)

$$\text{雌 } Lt = 334.1 [1 - \exp \{-0.557 (t - 0.413)\}]$$

$$\text{雄 } Lt = 260.8 [1 - \exp \{-0.769 (t - 0.342)\}]$$

7) 生殖腺を指標とし産卵期を推定した結果、大阪湾におけるマコガレイの産卵期は12～1月で、他の海域の報告とほぼ同様であった。また、雄の成熟期間は雌よりも長期に及ぶことが判った。

8) マコガレイの全長 (TL: mm) と孕卵数 (EN: 粒) とは指数関数で近似され、以下の関係式を得た。また、同じ大きさの個体では大阪湾産の方が他の海域産よりもたくさんの卵を産出する傾向がみられた。

$$EN = 0.00817 \times TL^{3.230}$$

9) 性比は月により差がみられたが、全体としてはほぼ1:1であった。各年齢別の成熟割合は1歳魚(1年11ヶ月、ほぼ満2歳)で62.5%、2歳魚で90.5%、3歳魚以上では100%であった。

10) 大阪湾におけるマコガレイの主着底場は湾北部の沿岸域である。

11) 1988年にはマコガレイは大阪府で約281万尾漁獲され、小型底びき網(約134万尾)と刺網(約142万尾)で大阪府全体の98.3%を占めた。最も

多く漁獲されたのは1歳魚で全体の87.4%、次いで2歳魚、3歳魚が多かった。

12) 資源診断の結果、大阪湾ではマコガレイは乱獲状態にあった。

13) マコガレイは季節により沿岸、沖合(東西方向)移動をするが、全般的に漁獲尾数は北部域で南部域よりも多い傾向がみられた。

14) マコガレイは12～2月の産卵期やその前後で特異な分布様式を示す以外、概ね沿岸域では小型個体が、沖合域では大型個体が、また分布密度の高い海域では小型個体が、分布密度の低い海域では大型個体が多い傾向が認められた。

15) 既述のことに幼稚仔魚期の知見も含め、マコガレイの移動様式を推定した結果、マコガレイの移動と漁業種類別の漁獲量の変化はよく一致しており、マコガレイの分布、移動とそれを漁獲する漁業の操業形態や漁場、漁獲量との間に密接な関係のあることが判った。

文 献

- 1) 大阪府:平成元年度広域資源培養管理対策推進事業報告書、(1990)。
- 2) 和歌山県、大阪府、兵庫県、岡山県、香川県、徳島県:昭和63年度広域資源培養管理対策推進事業報告書 瀬戸内海東ブロック、(1989)。
- 3) 兵庫県:昭和62・63年度広域型増殖場造成事業調査結果報告書(大阪湾北西部地区:マコガレイ)、(1989)。
- 4) 正木康昭、伊東 弘、東海 正、山口義昭:周防灘産マコガレイの年令と成長。日水誌、52、423-433 (1986)。
- 5) 木本氏寿:新版写真測量の実際、山海堂、東京、(1981)。
- 6) 辻野耕實、安部恒之、日下部敬之:写真撮影による魚体計測方法について。第24回南西海ブロック内海漁業研究会報告、52-57 (1992)。
- 7) 安部恒之:底魚類資源調査。平成5年度大阪水試事業報告、65-70 (1995)。
- 8) 高橋豊美、斉藤重男、前田辰昭、木村 大:陸

- 奥湾におけるマガレイとマコガレイ成魚の生活年周期。日水誌、49、663-670 (1983)。
- 9) G. Solomon, M. Sano, M. Shimizu and Y. Nose: Age and Growth of the Pleuronectid Flounder *Limanda yokohamae* in Tokyo Bay, Japan. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 53, 711-716 (1987).
- 10) 松村真作、服部洋生、篠原基之、寺島 朴：昭和48年度瀬戸内海栽培漁業事業魚類放流技術開発調査事業経過報告 (カレイ・ガザミ)、5-41 (1976)。
- 11) 辻野耕實：大阪湾におけるカレイ類3種 (メイタガレイ、マコガレイ、イシガレイ) の卵稚仔の出現期およびその分布について。第18回南西海区ブロック内海漁業研究会報告、49-58 (1986)。
- 12) 藤 紘和、多胡信良：福岡豊前水試昭和46年度研究業務報告、29-50 (1972)。
- 13) 正木康昭、伊東 弘、上城義信、横松芳治、小川 浩、山口義昭、東海 正：周防灘産マコガレイの成熟と産卵期。日水誌、53、1181-1190 (1987)。
- 14) 松村真作、服部洋生、寺島 朴：瀬戸内海栽培漁業事業魚類放流技術開発調査事業 昭和47年度経過報告 (マコガレイ・ガザミ)、(1973)。
- 15) 中込 淳：東京湾南部におけるマコガレイの漁獲量と魚体特性の変動。神奈川水試研究報告、1、91-97 (1980)。
- 16) 上城義信：別府湾北部海域におけるマコガレイ卵・稚仔とその他の生物種組成。第18回南西海区ブロック内海漁業研究会報告、59-81 (1986)。
- 17) 谷本尚則、土肥和一、長江修身、荒木 茂：海産魚類の種苗生産技術試験-V マコガレイの量産化試験について。徳島水試事業報告 (昭和40年~46年-追補、昭和47年~51年)、14-18 (1978)。
- 18) 睦谷一馬：マコガレイ種苗生産試験。昭和62年度大阪水試事業報告、95-100 (1989)。
- 19) 茨城水試：太平洋北区栽培漁業漁場資源生態調査結果報告書、総括 (昭和47・48・49年度)、(1975)。
- 20) 山本和稔、寺島 淳、小野田新一郎、土田健治、長岡幸夫、大向幸三、佐々木 星、大野賢二：太平洋北区栽培漁業漁場資源生態調査 ('72~'74年総合報告)。昭和49年度岩手県水試年報、46-53 (1976)。
- 21) 福島県：昭和59年水産庁委託事業沿岸域漁業管理適正化方式開発調査報告書 (福島県沿岸域海域別調査事業報告書)、(1985)。
- 22) 大分県浅海漁業試験場、山口県内海水産試験場、山口県内海栽培漁業センター：昭和59年度放流技術開発事業 (マコガレイ) 総合報告書、(1985)。
- 23) 睦谷一馬：人工飼育におけるマコガレイ仔稚魚の成長と変態について。水産増殖、36、1、27-32 (1988)。
- 24) 安部恒之、鍋島靖信、日下部敬之：資源管理型漁業推進総合対策事業 I 広域回遊資源 (カレイ類、ヒラメ、マダイ) 調査。平成4年度大阪水試事業報告、88-122 (1994)。
- 25) 辻野耕實、安部恒之、日下部敬之：大阪湾南部砕波帯に出現する幼稚仔魚。本誌、9、11-32 (1995)。
- 26) 安部恒之、鍋島靖信、日下部敬之：資源管理型漁業推進総合対策事業 I 広域回遊資源 (カレイ類、ヒラメ、マダイ) 調査。平成3年度大阪水試事業報告、77-93 (1993)。
- 27) 山口県、福岡県、大分県：昭和60年度沿岸域漁業管理適正化方式開発調査周防灘域海域別調査事業報告書、(1986)。
- 28) 土井長之：水産資源力学入門。日本水産資源保護協会、(1975)。
- 29) 阪本俊雄、土井長之、岩井昌三、石岡清英：瀬戸内海東部海域におけるマダイの生物情報と資源診断。東海水研研究報告、105 (1981)。
- 30) 和歌山県、大阪府、兵庫県、岡山県、香川県、徳島県：平成2年度広域資源培養管理対策推進事業報告書瀬戸内海東ブロック、(1991)。
- 31) 和歌山県、大阪府、兵庫県、岡山県、香川県、徳島県：平成元年度広域資源培養管理対策推進事業報告書瀬戸内海東ブロック、(1990)。

