マコガレイの初期生活史^{*1,2}

南 卓 志

(1981 年 5 月 21 日受理)

The early life history of a flounder *Limanda yokohamae*Takashi MINAMI^{*3}

The early life history of a flounder *Limanda yokohamae* (GÜNTHER) was studied in the western Wakasa Bay, the Japan Sea.

General morphology and characteristics of the larvae and juveniles ranging from 3.05 mm to 9.90 mm BL, were described.

Judging from records of occurrence of early larvae, actual spawning may occur in the western Wakasa Bay during the short period from late January to early February. Prelarvae were caught mainly off the mouth of Maizuru Bay, early postlarvae were caught around the mouth of the Bay, and late postlarvae were caught mainly in the central part of the Bay. Early juveniles were captured in the beach of the Bay, and this area may be their nursery ground.

Analyses of the gut contents showed that the food items were phytoplankton, veliger larvae and copepod nauplii in prelarvae, veliger larvae, copepod nauplii and copepods in postlarvae, and copepods, nematoda and polychaeta in early juveniles.

マコガレイ *Limanda yokohamae* (GÜNTHER) は、本邦近海に普通に見られるカレイ科魚類で、各地の沿岸で多く漁獲されている産業的価値の高い魚種である。また、近年では種苗生産の対象魚種としてとりあげられ、各地で仔魚の飼育が行われている。したがって、本種に関する研究は、比較的多く見られ、初期生活史に関しては、人工受精と室内飼育によって得られた標本にもとづいて卵発生と仔稚魚の記載が行われたほか¹⁻⁴⁾、天然の海域から稚魚網によって採集された標本により仔稚魚の形態発育史が記載されている^{5,6)}。その中でも加藤ら⁶⁾の研究は、日本海沿岸からの標本によるもので、同属のマコガレイ *L. herzensteini* JORDAN et SNYDER との識別点を明確にした点で注目される。

形態発育史に関する研究がこのように豊富であるにもかかわらず、生態に関する研究は、非常に乏しく、仔魚の出現に関する情報が断片的に見られるだけである。

筆者は、1971 年以来、日本海の若狭湾沿岸において、カレイ目魚類の初期生活史の研究を行ってきたが、その中でマコガレイについてまとめた結果を得た。本報では、仔稚魚の形態の変化、浮遊期仔魚の出現時期、発育に伴う分布域の変化、食性および着底期の生態等についてまとめ、若狭湾沿岸におけるマコガレイの初期生活史

の概要を明らかにしようと試みた。

材 料 と 方 法

この研究に用いた材料は、1971 年 5 月から 1979 年 6 月までの期間に、日本海の若狭湾西部海域において行われた一連の調査によって得られたものである。調査海域は、すでに発表した一連の研究^{7,8)}と同じであるが、予備調査の結果、本種の仔魚は、沖合の海域には出現しないことが分かったので、岸寄りの海域を中心に定点を定めた (Fig. 1)。従って、本種についての調査海域は、由良川河口域と舞鶴湾である。

浮遊期仔魚は、口径 130 cm、網目 GG. 54 の稚魚網および口径 71.5 cm、網目 GG. 38 の稚魚網の水平曳により採集した。曳網水深は、表層および中層で、ここで中層というのは 5 m から 10 m の水深をさす。舞鶴湾湾奥部では栈橋と岸において水中集魚灯 (500 W. ハロゲンランプ使用) を用いて仔稚魚を集め、手網で採集した。着底期稚魚および幼魚の採集には手網、桁網およびビーム・トロールを用いた。

なお、本種の卵は、沈性粘着卵⁹⁾、これらの方法では採集できなかった。

標本は、船上で約 10% 海水ホルマリンで固定した後、

^{*1} 若狭湾におけるカレイ目魚類の初期生活史の研究-III (Study on the early life history of flatfishes in Wakasa Bay-III).

^{*2} 本報の要略は昭和 56 年度日本水産学会春季大会 (東京) で発表した。

^{*3} 京都大学農学部水産学科 (Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Kyoto University, Sakyo, Kyoto 606, Japan).

Fig. 1. Maizuru Bay and the estuary of Yura River of the western Wakasa Bay where this study was carried out. Open circles show the position of sampling stations.

実験室に持ち帰り、選別と計測を行った。仔稚魚の形態の観察には、アリザリン・レッドSによる染色処理を行った。この研究に用いた標本数は、仔稚魚が246尾で幼魚が40尾である。

調査海域の概要 若狭湾西部海域の概要については、すでに述べたが⁷⁾、特に今回の調査を行った岸寄りの海域および舞鶴湾について詳しく述べる。

舞鶴湾は、若狭湾の一支湾で、湾口部はすぐ西に由良川河口部と接する。湾口部は、幅1000m前後でかなり狭く、湾口部の正面に位置する戸島の東西に分かれた二つの支湾を持つ。1957年発行の海図(海上保安庁水路部海図、舞鶴港、海図番号1167)によると沿岸部は急勾配の斜面となり、かなり湾奥部まで10m等深線が海岸線に接近している。しかし、おおむね平坦で、水深15m前後である。湾口部では水深25mを越すところもある。底質は、ほぼ全般に泥底であるが、一部岸寄りで岩または砂泥底も見られる。由良川河口は、若狭湾の南西端に位置する。河口から沖にかけて海底はなだらかで、舞鶴湾湾口あたりで水深が15~20mとなる。底質は水深10mまでが砂、20~30m付近は砂泥となり、それより深いところでは泥となる。水温、塩分などの海洋環境の概要については、すでに述べた⁷⁾。

結 果

仔稚魚の形態 稚魚網で採集した標本を用いてマコガレイ仔稚魚の形態を記載する。

1. 前期仔魚 体長3.05mm (Fig. 2A)。体は細長く、脊索末端は直線状。膜鰭は幅広い。腹腔には卵黄があり、ふ化後間もない。口はまだ開いていないが、小さなへこみが見られる。眼は体の左右にあり、まだ色素は少ない。肛門は体の前方約1/3に位置する。小さな胸鰭基底部が認められるが他の鰭はまだ出現していない。黒色素胞は、卵黄腹面に特に多く存在し、消化管背面や頭部にも少し見られる。尾部では背側と腹側に分離して色素叢が並び、その数は背側に3個、また腹側は連続的に分布し、背側第3番目の色素叢に對する腹側の部分が最も濃くなっている。仔魚膜上には背側にうっすらと樹枝状色素が見られるが、ほとんど判別しがたい。筋節数は $9+28=37$ 。

2. 前期仔魚 体長3.20mm (Fig. 2B)。体は細長く、脊索末端は直線状。膜鰭は幅広い。腹腔の卵黄はほとんど吸収されているがまだ残る。口は開き、眼には色素の分布が多くなる。消化管はまだ回転部を形成していない。肛門の位置は、わずかに前進する。黒色素胞の分布状態は、先述したものに加えて尾部後方の脊索末端近くに背、腹に分離した2つの黒色素叢が現われる。筋節数は $9+28=37$ 。

3. 後期仔魚 体長4.60mm (Fig. 2C)。卵黄を吸収し、後期仔魚になる。頭部および腹部の体高が増す。耳囊は大きくなる。消化管は回転部を形成する。鰓が見える。脊索末端は依然として直線状。胸鰭の膜鰭は大きくなる。黒色素胞は、新たに下顎に現われる。他の黒色素胞には大きな変化はない。筋節数は $9+30=39$ 。

4. 後期仔魚 体長5.50mm (Fig. 2D)。体は依然として細長い。脊索末端は、まだ上屈していないが、下尾軸骨基底部がわずかにふくらむ。背鰭、腹鰭、臀鰭および尾鰭はまだ形成されていない。胸鰭は、うちわ状の膜鰭である。黒色素胞の分布には、大きな変化は見られないが、尾部の背側および腹側に並ぶ色素叢が明瞭になる。第3、第4色素叢は背、腹で対称的な位置に分布するが、第1、第2色素叢の位置は背、腹で対称的ではない。筋節数は $9+28=37$ 。

5. 後期仔魚 体長6.30mm (Fig. 2E)。体形は体高を増し、体は著しく側扁して異体類の仔魚としての形が明瞭になる。尾鰭鰭条の形成が進み、8条が認められる。背鰭、腹鰭、および臀鰭はまだ出現せず、胸鰭は膜鰭状である。黒色素胞の分布に大きな変化は見られないが、尾鰭基底部の背側と腹側の黒色素胞が顕著になる。筋節数は $9+30=39$ 。

Fig. 2 A-J. Prelarvae, postlarvae and juvenile of *Limanda yokohamae*.

A, BL 3.05 mm; B, BL 3.20 mm; C, BL 4.60 mm; D, BL 5.50 mm;

E, BL 6.30 mm; F, BL 7.45 mm; G, BL 7.60 mm; H, BL 7.65 mm;

I, BL 8.20 mm; J, BL 9.90 mm

6. 後期仔魚 体長 7.45 mm (Fig. 2F)。体形に大きな変化は見られないが、腹部の体高が増し、全体としてかなり側扁してくる。脊索後端は上屈しはじめており、尾鰭鰭条の形成が進むが、まだ定数には達していない。背鰭の原基がわずかに形成されている。他の鰭については変化が見られない。黒色素胞の分布にも大きな変化は見られない。筋節数は $9+29=38$ 。

7. 後期仔魚 体長 7.60 mm (Fig. 2G)。体高がさらに増加し、側扁の度合いが大きくなる。左側の眼がわずかに上方に移動し、体は左右相称でなくなる。脊索後端がさらに上屈する。背鰭鰭条は 56 条、臀鰭鰭条は 46 条、尾鰭鰭条は 13 条を数え、腹鰭は小さな原基が出現する。胸鰭は膜鰭状。黒色素胞の分布には大きな変化は見られない。筋節数は $9+29=38$ 。

8. 後期仔魚 体長 7.65 mm (Fig. 2H)。体高が増し、体形は太短くなる。頭部縁辺がくぼみ、左眼の上縁が右側から十分に見ることができる。鼻孔は中央にくびれを生じてくるがまだ単一である。鰓が見える。脊索末端はさらに上屈する。背鰭、臀鰭および尾鰭の鰭条は、それぞれ 66 条、51 条、18 条を数える。腹鰭の原基が存在する。胸鰭は大きい、依然として膜鰭状である。黒色素胞の分布に大きな変化は見られないが、尾鰭基底の黒色素胞が顕著になる。体の左右で黒色素胞の分布に違いは見られない。筋節数は $11+28=39$ 。

9. 後期仔魚 体長 8.20 mm (Fig. 2I)。体高がさらに増す。左眼は頭部の背縁に達する。脊索末端は完全に上屈する。腹鰭鰭条が形成され、依然として膜鰭状の胸鰭を除いて各鰭は完成する。背鰭鰭条は 67 条、臀鰭鰭

条は 50 条、尾鰭鰭条は 18 条、腹鰭鰭条は 6 条。鰓はほとんど見えなくなる。体の右側の黒色素胞が増し、尾部体側中央や背鰭、臀鰭上に分布する。体の左側には大きな変化は見られない。筋節数は $11+27=38$ 。

10. 稚魚期 体長 9.90 mm (Fig. 2J)。体形は成魚に似る。左眼は完全に頭の右側に移っているが、その一部は背正中線に接している。前頭部のくぼみは消失する。胸鰭の鰭条が形成され、すべての鰭が完成する。背鰭鰭条は 69 条、臀鰭鰭条は 51 条、胸鰭鰭条は 10 条、腹鰭鰭条は 6 条、尾鰭鰭条は 18 条。黒色素胞は、有眼側で著しく増加し、斑紋を形成する。斑紋は、体の背側縁辺に 4 個、腹側縁辺に 4 個および体側中央に 4 個ほど見られ、そのほか下顎付近、消化管背側および尾鰭基底部などに黒色素胞が分布する。

以上のようにマコガレイの発育に伴う形態の変化を 10 段階に区分して記載したが、形態の変化には個体差が見られ、体長と形態変化の進行は、必ずしも一定の関係ではない。採集した仔稚魚 246 尾のうち、破損の少ない 235 尾について体長とステージ (Fig. 2A-J) の関係を Table 1 に示す。ふ化直後のステージ A を除いて他のステージではいずれも体長とステージの間に幅が見られ、成長が進むにつれてその幅は大きくなっている。これは、体長の増加よりも体高の増加が進行しながら変態が進むという異体類特有の成長様式を示すと同時に、特に、ステージ H および I といった生態的に底生移行期にある仔魚の形態変化の柔軟性を示すものと思われる。

仔稚魚の出現時期 若狭湾西部海域の沿岸部では、マコガレイの仔魚は、1974 年から 1979 年を通じて毎年 1

月から 3 月の間に出現する。特に発育初期のステージ A から C までに限ると、1 月下旬から 2 月中旬の短い期間に集中して出現する。採集尾数は、年によって差があるが、最も多くの個体を採集した 1979 年では、2 月中旬に出現時期が集中しており、最も個体数の少なかった 1976 年でも出現時期は同様であった。3 月に出現した個体は、発育が進んだものがほとんどであった。このことから、本調査海域でのマコガレイの産卵は、毎年 1 月中旬から 2 月上旬の短い期間に行われていると思われる。

仔稚魚の分布 仔稚魚が採集された海域をステージごとに Fig. 3 (A-J) に示す。A-J は、先に Fig. 2 に図示したステージに対応する。白丸は採集尾数が 0 の定点で、採集尾数は、黒丸の大きさで示す。前期仔魚のステージ A は舞鶴湾外の最も沖の定点でのみ採集された。前期仔魚のステージ B は、湾口に多く、湾外や湾内でも少数が採集された。後期仔魚のステージ C は、湾口で多数採集されるとともに湾内でも採集され、その分布範囲は、ステージ A や B よりも広がっている。ステージ D では、採集された海域はステージ C と同じであるが、採集尾数が湾口に集中する現象は見られなくなっている。ステージ E でもほぼ同様の傾向が見られる。このようにステージが進むにつれて分布域は広がり、湾内で採集される割合が大きくなる。ステージ F・G では、湾内でのみ採集されるようになる。底生移行期であるステージ H・I も同様に湾内だけで採集されたが、特に湾中央部に多く、このあたりが着底場になっていると思われる。変態の完了した稚魚期のステージ J は、湾奥でのみ採集された。

Table 1. Relationship between developmental stage and body length of larvae in *Limanda yokohamae*. Numbers indicate the frequency (N=235)

Stage BL (mm)	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Total
3.0- 3.4	2	2	2								6
3.5- 3.9		19	22								41
4.0- 4.4		3	43	2							48
4.5- 4.9		1	32	7							40
5.0- 5.4			2	10	6	1					19
5.5- 5.9				2	3	1					6
6.0- 6.4					1	3					4
6.5- 6.9							1				1
7.0- 7.4					1	2	1		2		6
7.5- 7.9					1	1	6	2			10
8.0- 8.4							3	4	2	1	10
8.5- 8.9							5	11	9	1	26
9.0- 9.4							1	4	3	3	11
9.5- 9.9								2	2		4
10.0-10.4							1	1		1	3
Total	2	25	101	21	12	8	18	24	18	6	235

Fig. 3. Distribution of *Limanda yokohamae* larvae in each stages collected by larvae nets in survey area during 1974-1979. A-J are correspond to A-J stages in Fig. 2.

図には示していないが、底生期稚魚および幼魚は、湾奥の波打際で多数が採集された。

このように、マコガレイの浮遊期仔魚は、湾外ないしは湾口付近で産卵された後、発育が進むにつれて湾内に移動してゆき、湾中央部の水深 15 m 前後の泥底に着底し、その後、湾奥の波打際に移動して幼稚魚期をすごす。成育場は、岸に近い浅海にある。浮遊期仔魚は、由良川河口域や舞鶴湾の東西の支湾奥では採集されず、底生期幼魚も見られなかった。これらの海域は、河川水の影響が大きい部分で、本種の初期生活期において、河川水の影響の大きい海域は、主要な分布域とはなっておら

ず、ヒラメやイシガレイの仔魚の分布と大きく違っている。

次に、浮遊期仔魚が採集された層を表層と中層別にステージごとに Fig. 4 に示す。ステージAの全個体が表層で採集されたほかは、すべてのステージで中層に多い。舞鶴湾の水深は湾中央部で 15 m 前後なので、中層はほとんど底層に近く、マコガレイの初期生活期における鉛直分布は、比較的底に近い海域に偏っていると判断してよいであろう。日周期の移動や昼夜の採集効率の差の問題があるが、ヒラメやイシガレイのような他のカレイ目魚類は、マコガレイよりも表層で採集される割合が大きかった（南、未発表）。

仔稚魚の食性 マコガレイ仔魚の消化管内容物は、卵黄のまだ残っているステージBから認められ、珪藻類、貝類幼生、橈脚類ノープリウス等が出現した。卵黄を消費した後期仔魚のステージCでも同様に珪藻類、貝類幼生、橈脚類ノープリウスが多いが、甲殻類の卵、纖毛虫類、鞭毛虫類等、餌生物が多様になり、小型の橈脚類 *Microsetella* spp. の成体のようにこれまでに比べて大きな餌生物も出現するようになる。ステージが進むにつれて橈脚類ノープリウスや橈脚類の割合がふえ、それに対して珪藻類の出現頻度は減る。ステージEから着底前後のステージIまでの仔魚の消化管内容物には夜光虫が見られたことが注目される。ステージH・Iでは、浮遊性の夜光虫のほかに線虫類等の底生性の生物も見られ、摂

Fig. 4. Vertical distribution (surface and middle layer) of *Limanda yokohamae* larvae in each stage.

Table 2. Percentage composition of gut contents of *Limanda yokohamae*

	STAGE						
	B	C	D	E	F. G	H. I	J
Larvae examined	20	82	17	10	7	12	6
No. empty	9	22	3	1	1	0	0
% empty	45.0	26.8	17.6	10.0	14.3	0	0
Food items							
<i>Coscinodiscus</i> spp.	0	3.3	7.1	0	0	0	0
<i>Rhizosolenia</i> spp.	9.1	3.3	7.1	0	0	0	0
<i>Chaetoceros</i> spp.	18.2	6.7	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia</i> spp.	36.4	23.3	21.4	11.1	0	8.3	0
Other diatoms	18.2	10.0	21.4	0	0	0	0
<i>Dinophysis</i> spp.	0	6.7	0	0	0	0	0
<i>Noctiluca scintillans</i>	0	0	0	11.1	16.7	66.7	0
<i>Ceratium furca</i>	0	3.3	0	0	0	0	0
<i>Tintinopsis</i> spp.	0	3.3	0	0	0	0	0
<i>Codonellopsidae</i> spp.	0	1.7	14.3	0	0	0	0
<i>Favella</i> spp.	0	1.7	0	0	0	0	0
Invertebrate eggs	0	18.3	21.4	11.1	16.7	0	0
Cypri-form larvae	18.2	1.7	7.1	0	0	25.0	0
<i>Bivalvia veliger</i>	45.5	35.0	50.0	33.3	16.7	8.3	0
<i>Podon</i> sp.	0	3.3	0	0	16.7	0	0
Copepods nauplii	27.3	36.7	14.3	33.3	50.0	25.0	0
Copepods	0	1.7	0	22.2	16.7	16.7	0
<i>Paracalanus</i> sp.	0	0	0	0	0	8.3	16.7
Amphipod	0	0	0	0	0	8.3	0
Nematoda	0	0	0	0	0	16.7	0
Polychaeta	0	0	0	0	0	0	83.5
Unknown	27.3	31.7	35.7	22.2	0	8.3	0

餌行動の複雑さを思わせる。ステージ J では多毛類と橈脚類 *Paracalanus* sp. が見られた。ステージの進んだ仔魚の主要な餌生物である橈脚類は、ステージ E-G では小型の種 *Microsetella* spp. が多く出現したが、発育が進むにつれて *Paracalanus* sp. などの比較的大きな種に変わった (Table 2)。

餌生物の大きさと体長の関係を Fig. 5 に示す。発育が進むにつれて餌生物の種類が変わることは先に述べたが、餌生物の大きさは、体長の増加に伴って大きくなる。体長の大きな仔魚では小さな餌生物はほとんど食べておらず、餌生物の大きさには一定の範囲がある。

次に摂餌の昼夜による差異を調べるために摂餌率（消化管内に餌生物が認められた個体の調査個体に対する割合）を昼夜にわけて Table 3 に示す。夜間の採集尾数が少ないので断言はできないが、昼の摂餌率が大きく、マコガレイの初期における摂餌は、主として昼間に行われているものと思われる。

今回の仔稚魚採集時には、餌生物の海水中の分布調査は行っていないが、1981 年 2 月 15 日に舞鶴湾内外の 4 点でプランクトン採集を行った結果を Fig. 6 (A-D) に示す。沈殿量は湾口で特に多く 19 ml (北原式定量ネット 10m 鉛直曳当り)、湾奥がこれに次ぎ 11 ml、湾中央

Fig. 5. Relationship between larval size (BL) and prey size.

部で 8 ml、湾外が最も少なく 5 ml であった。湾口の沈殿量が多いのは、すでに始まった珪藻の増殖 (主として

Table 3. Diurnal incidence of feeding in various stages

	Stage							Total
	B	C	D	E	F, G	H, I	J	
Total larvae (day)	15	58	12	9	7	12	6	119
No. larvae with food	11	53	11	8	6	12	6	107
% feeding	73.3	91.4	91.7	88.9	85.7	100	100	89.9
Total larvae (night)	5	24	5	1	0	2	0	37
No. larvae with food	0	7	3	1	—	0	—	11
% feeding	0	29.2	60.0	100	—	0	—	29.7

Fig. 6. Settling volume (ml/10 m haul) and distributions of occurrence of veliger larvae, copepods nauplii and copepods (number of individuals/10 m haul) at each stations of outside and inside Maizuru Bay.

Chaetoceros spp. や *Skeletonema costatum*) によるものである (Fig. 6A)。貝類幼生は、湾外から湾奥にかけてそれぞれ 3.4, 3.7, 16.1, 5.8 個体/10 m haul で湾中央部がやや多い (Fig. 6B)。橈脚類ノープリウスは、湾外が 12.7 個体/10 m haul、湾口では 1.4 個体/10 m haul と少なく、湾中央部は 89.8 個体/10 m haul ときわめて多い。湾奥は 37.2 個体/10 m haul であった (Fig. 6C)。橈脚類の成体は、ノープリウスと同様な傾向を示し、湾外から湾奥にかけてそれぞれ 14.5, 5.5, 122.3, 69.6 個体/10 m haul と湾中央部で最も多かった (Fig. 6D)。他のプランクトンでは枝角類が湾奥で最も多く、5.2 個体/10 m haul、

尾虫類は湾口で最も多く 7.2 個体/10 m haul であった。

この結果を先に述べたマコガレイの仔魚の分布および食性と照合してみると、植物プランクトンを摂食しているステージ B-D は、植物プランクトンの多い湾口に多く分布し、発育の進んだ仔魚は、橈脚類ノープリウスや橈脚類成体の多い湾中央部に分布し、それらを摂食していた。このように、本種の仔稚魚の発育とそれに伴う分布域の変化は、仔魚の食性および餌生物の海水中的の分布状態と大まかではあるがよく対応していることが明らかになった。

考 察

マコガレイは、沈性粘着卵を産み、⁹⁾ 産卵後ふ化までは海底ですごす。産卵からふ化までは、飼育実験の結果が報告されており、¹⁰⁾ 平均水温 6.8°C で 13 日、8.8°C で 10 日、10.7°C で 8 日、15.5°C で 5 日かかる。また、別の飼育実験では水温 7.0~9.2°C ではふ化までに 15.5 日かかる¹⁾。ステージAは、ふ化直後であろう。山本の実験結果に基づいて推察すると、¹¹⁾ 卵黄の残るステージBはふ化後約 3 日、後期仔魚に入るステージCは約 9 日経過していると思われる。発育の進んだ仔魚については水田や陣之内の報告があり、^{4,10)} 尾鰭鱗条の原基が確認できるのはふ化後約 12 日 (ステージD)、左眼の移行が終るのはふ化後約 35 日から 40 日 (ステージJ) となっていて、その時の全長は 10.0 mm 程度である。天然での着底は、左眼が背正中線上に達する前後であるので、マコガレイの浮遊期間は、30 日より短いと推測される。これは、カレイ科魚類の中では短いほうで、着底時の体長もカレイ科の中では小さい部類に属する。^{8,9)}

浮遊期仔魚の分布に関しては、これまでに断片的な情報しか報告されていないが、着底前後の仔稚魚が比較的岸に近い海域に分布するのは確かなようで、陸奥湾では、インガレイの稚魚が波打際に、マコガレイとスナガレイの稚魚がその沖合に分布するという¹²⁾。舞鶴湾においても着底期稚魚の分布は同様の結果であった。マコガレイの仔魚および着底期稚魚が由良川河口域や舞鶴湾の東西の支湾奥に出現しなかった結果について考察するために定点間で環境を比較してみると、1975 年 2 月の採集時に水温は、由良川沖が 10.1°C (表層)、11.0°C (中層)、河口付近でそれぞれ 10.4°C、12.1°C、舞鶴湾中央部で 8.4°C、10.1°C、湾奥で 7.6°C、10.5°C となっていて、塩分 (Salinity) は、由良川沖で 26.3‰ (表層)、32.8‰ (中層)、河口付近で 24.9‰、27.5‰、舞鶴湾中央部で 33.6‰、33.7‰ 湾奥で 23.4‰、32.8‰ となっており、仔魚の出現の見られなかった定点は、河川水の影響で低塩分となっていた。着底後の幼稚魚も同様に河口付近には出現していない。これに対し、インガレイ仔稚魚は、由良川河口付近や舞鶴湾の支湾奥にも出現し (南、未発表)、マコガレイとは幼稚仔魚期の分布に差が見られる。

マコガレイの仔魚は、卵黄を消費しつくす前のステージBから摂食が認められた。placé *Pleuronectes platessa* の仔魚でも同様な結果が得られており、¹³⁾ このような早期の摂食は、カレイ科の魚類には共通しているようである。岩井は、¹⁴⁾ 卵黄保有期と摂食開始時の重複している仔魚は個体維持の面で有利であると述べている。

発育初期の仔魚の消化管内容物で、珪藻を主とした植

物プランクトンの出現頻度が高い値を示したが (Table 2), flounder *Platichthys flesus* や dab *Limanda limanda* の餌生物となっている渦鞭毛藻類や繊毛虫類¹⁵⁾はほとんど出現していない。しかし、渦鞭毛藻類は、きわめて破壊されやすいこともあり、消化管内容物調査では過少評価される可能性がある。消化管内容物としての高い出現頻度にもかかわらず、植物プランクトンは、量としては橈脚類ノープリウスより少なく、餌料価値としては疑問が残る。田中は、¹⁶⁾ 植物プランクトンは、寒海性の魚種や冬季に産卵する魚種より見出される場合が多く、また、卵黄をまだ保有した後期仔魚の初期によく出現するので、低水温域では内部栄養から外部栄養へと栄養源を転換する期間が長く、しかも基礎代謝量が少ないために、このような条件下では植物プランクトンは仔魚後期への移行上、補助的な餌として一定の役割を果たしているのではないかと述べている。若狭湾沿岸産のタマガンゾウビラメやササウシノシタでは、仔魚の消化管内から植物プランクトンは見出されなかったが、^{7,8)} これらの魚種の産卵期が 5-6 月であることは、田中の指摘と一致する¹⁶⁾。

多くの仔魚にとってそうであるように、マコガレイ仔魚の主要な餌生物は、橈脚類ノープリウス、貝類幼生および橈脚類成体であった。陣之内・岩本は¹⁷⁾、マコガレイの種苗生産を行った際、餌料としてシオミズツボムシを 100~1000 個体/l 与えており、この値は、舞鶴湾の動物プランクトンの密度と比べるとかなり大きい。カレイ科の魚類について、生残に必要な餌料密度を推定する実験は、かなり行なわれているが、マコガレイについては見あたらない。マコガレイと同属の *Pseudopleuronectes americanus* の仔魚の代謝要求量から必要餌料密度を推定した LAURENCE¹⁸⁾ は、その値を橈脚類ノープリウスで 0.3~0.8 個体/ml とした。今回の調査で得た海水中の動物プランクトン量は、分布密度が最も大きかった舞鶴湾中央部で、橈脚類ノープリウスが 89.8 個体/l、貝類幼生が 16.1 個体/l、橈脚類成体が 122.3 個体/l で合計 228.2 個体/l となり、かなり低い値である。初期生活期の仔魚が多く分布する湾外や湾口では、それぞれ 30.6 個体/l、10.6 個体/l と、もっと低い値が得られており、舞鶴湾の周年のプランクトン調査結果を見てもそのような多量の摂食を支えるに足る値は得られていない。¹⁹⁾ このような餌生物の分布密度の中で仔魚が生残のためにどのような摂食を行っているのか、さらに詳細な研究を進めたい。

要 約

日本海の若狭湾西部海域の沿岸で、マコガレイの仔稚魚の形態、出現時期、分布および食性等、初期生活史に関する研究を行い、以下の知見を得た。

1) 仔稚魚の形態發育史を記載し、黒色素胞の分布や形態変化の特徴を述べ、体長と形態変化の関係にある程度の幅が見られることを示した。

2) 浮遊期仔魚は、毎年1月から3月の間に出現し、とくに發育初期の個体は、1月下旬から2月上旬の短い期間に集中して現われる。分布域は、發育初期のものが舞鶴湾外や湾口に、發育の進んだものは、湾内に出現し、着底前後のものは、湾中央部に多かった。着底後の幼稚魚は波打際で成育する。このように、マコガレイの初期生活期には、發育に伴って分布域を変えることが明らかになった。

3) 消化管内容物は、卵黄の残る前期仔魚から見られ、發育初期には珪藻などの植物プランクトン、貝類幼生、橈脚類ノープリウスなどを摂食し、發育が進むにつれて橈脚類成体なども摂食するようになる。着底前後では夜光虫、貝類幼生、橈脚類ノープリウス、橈脚類成体等、浮遊性の餌生物と線虫類等底生性の餌生物も摂食する。着底後は橈脚類成体や多毛類が主要な餌生物である。

4) 以上の結果にもとづき、マコガレイの初期活期における分布域の変化と食性について考察し、両者の関係についてふれた。

謝 辞

この研究を御指導いただき、論文の校閲をして下さった京都大学岩井保教授に心から感謝の意を表する。標本の採集にあたっては京都大学農学部附属水産実験所の職員の方々、とくに緑洋丸の中島義徳、山田秀雄、武田一雄の各氏、中村泉助教授、中原紘之助手の御協力をいただいた。餌生物の同定に際しては、上記の水産実験所で

研究中だった桑原昭彦(現、京都府立海洋センター)、上田拓史(現、琉球大学理学部)の各氏の御教示を得た。マコガレイの人工種苗の標本をいただき、同定法を御教示下さった山口県内海水産試験場の陣之内征竜氏に深謝する。

文 献

- 1) T. YUSA: *Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab.*, No. 17, 15-31 (1960).
- 2) 遊佐多津雄: 底魚情報, 25 号, 69-72 (1960).
- 3) T. A. PERTSEVA-OSTROUMOVA: 極東産カレイ類の繁殖と發育(平野義見訳), 水産庁, 東京, 1961, pp. 457-474.
- 4) 水田洋之介: 栽培技研, 2, 33-38 (1973).
- 5) 内田恵太郎: 魚類・円口類・頭索類, 岩波書店, 東京, 1932, pp. 82-83.
- 6) 加藤史彦・沖山宗雄・田島迪生: 日水研報, 25 号, 63-87 (1974).
- 7) 南 卓志: 日水誌, 47, 849-856 (1981).
- 8) 南 卓志: 日水誌, 47, 857-862 (1981).
- 9) 山本喜一郎: 水産孵化場試報, 6, 173-179 (1951).
- 10) 陣之内征竜: 山口内海水試報, 2 号, 22-27 (1971).
- 11) 山本孝治: 水研誌, 34, 343-347 (1939).
- 12) 遊佐多津男: 水産海洋研報, 20 号, 68-75 (1972).
- 13) J. E. SHELBOURNE: *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 36, 539-552 (1957).
- 14) 岩井 保: うみ, 10, 71-82 (1972).
- 15) J. M. LAST: *Mar. Biol.*, 45, 359-368 (1978).
- 16) 田中 克: 海洋と生物, 2, 440-447 (1980).
- 17) 陣之内征竜・岩本哲二: 山口内海水試報, 3 号, 52-66 (1973).
- 18) G. C. LAURENCE: *Fish. Bull.*, 75, 529-546 (1977).
- 19) 古橋賢造: 海と空, 33, 14-23 (1957).