

## 伊勢湾産イカナゴの成熟, 産卵と水温環境

富山 実<sup>1)</sup>・船越茂雄<sup>2)</sup>・向井良吉<sup>2)</sup>・中村元彦<sup>1)</sup>Maturation and spawning of Japanese sand eel (*Ammodytes personatus*)  
and water temperature environment in Ise BayTOMIYAMA Minoru<sup>1)</sup>, FUNAKOSHI Shigeo<sup>2)</sup>, MUKAI Ryoukichi<sup>2)</sup>, and NAKAMURA Motohiko<sup>1)</sup>

## Abstract

Maturation of Japanese sand eel (*Ammodytes personatus*) at the adjacent sea of Ise Bay was investigated with gonad weight index (KG) and macroscopic observation. The maturation process was divided into four stages by the macroscopic observation.

Maturation started in November during the last period of the estivation. The start of spawning was related to the decrease of water temperature.

In general, one-year-old adult fish occupied more than 80% in samples. But in 1996, one-year-old adult fish occupied only 10% and 2-year old 90%.

Older fish started spawning earlier than younger one and the duration of spawning was short. On the other hand, the spawning season of younger fish lasted longer.

The relationship between the peak of the larvae and the water temperature was investigated during 1986-1998.

The environmental factor to promote maturation of sand eel was presumed the decrease of temperature from October to November.

And it is considered that the final maturation need the further decrease in December and January.

キーワード；イカナゴ, 成熟, 産卵期, 水温

伊勢湾のイカナゴは, 11月~12月に砂中での夏眠から覚醒し, 遊泳生活に移行し, その後成熟して, 12月~2月に伊勢湾口で産卵する。伊勢・三河湾のイカナゴが夏眠から覚醒してから産卵に至る過程は, 最近, 飼育実験で明らかになりつつある<sup>1-3)</sup>が, 天然海域では体脂肪量の変動<sup>4)</sup>等断片的な情報しかなく, 成熟過程に関しては不明な点が多い。特に, 産卵時期, 継続期間はその後の漁況に大きな影響を及ぼすことから, 解禁日の設定といった資源管理方策の決定にも重要である。そこで, 本研究では, 成熟と産卵の年変動を調べ, それらの変動に関する水温環境について検討を加えた。

## 材料と方法

## 1. 夏眠親魚および夏眠後遊泳魚の成熟度

1994年~1997年の11, 12月(夏眠終期)に, 潜砂個体を空釣りにより採集し, 体長, 体重, 性別, 生殖腺重量を測定した。採集場所は湾口部の出山海域を中心に行い, 一部鯛の島でも実施した(Fig.1, Table1)。12~2月には, 夏眠覚醒後の遊泳個体を船びき網, 小型底びき網採集魚の混獲物, すくい網漁獲物から採集し, 供試材料とした。採集位置をFig.2に, 用いた標本の一覧をTable2に示す。年齢は, 体長組成データまたは, 耳石の年輪

\*1 愛知県水産試験場漁業生産研究所

(Marine Resources Research Center, Aichi Fisheries Research Institute, Toyohama, Minamichita, Aichi 470-3412, Japan)

\*2 愛知県農業水産部水産振興室

(Aichi Prefecture Fisheries Promotion Division, Nakaku, Nagoya, Aichi 460-8501, Japan)

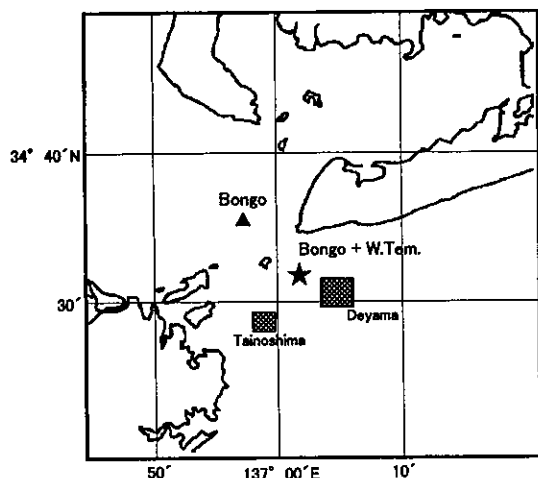


Fig.1 調査位置図

斜線部分は夏眠調査実施場所を示す。

三角の点では、ボンゴネットによるふ化仔魚の採集を行った。星印の点ではボンゴネットによるふ化仔魚の採集に加え、30m層の水温を測定した。

Map showing the surveys were carried out. The shaded area indicated the place where sampling of estivating sand eels. Triangle indicated the site of larvae sampling. Star indicates the site of larvae sampling and CTD survey.

「休止期」の4区分を用いた。成熟卵の卵径は700 $\mu$ mを越えるので、計測しやすい卵径の情報を組み込み、熟度区分を次のように行った。

未成熟期：卵巣は淡黄色でほぼ透明に近く、卵巣卵粒は肉眼では認められない。

発達期：卵巣は帯黄色～オレンジ色で不透明となる。卵粒は、肉眼で認められる。

成熟期：卵巣は体前方へ伸張し、オレンジ色となる。卵粒は透明化し、卵径は700 $\mu$ m前後に達する。

休止期：放卵後の卵巣。放卵直後は熟卵と同程度の卵径の残留卵を有することがある。時間が経過すると、残留卵も認められなくなり、卵巣の形状は未成熟卵と見分けにくくなる。

肉眼観察法による生殖腺観察を行ったのは、1995年産卵群から1998年産卵群の雌親魚である。

### 3. 産卵場の水温環境

産卵ふ化場所付近の水温に関しては、CTD観測による愛知県水産試験場実施の沿岸定線観測の結果<sup>7)</sup>を用いた。産卵場の指標とした定点は湾口部外海側の水深32m

Table 1 夏眠最終期における採集日、場所、年級別平均体長、1歳親魚比率

Date of sampling, locality, average body length and occurrence (ratio in %) of one-year-old adult

Date of Catch	Locality	1		2		% of 1-year class
		Av. BL	N	Av. BL	N	
Nov. 21, 1994	Deyama	7.49	4,208	11.22	9	99.8
Dec. 13, 1994	Deyama		4,034		22	99.5
Nov. 13, 1995	Deyama	7.91	9	10.46	87	9.4
Nov. 14, 1995	Deyama	-	0	10.66	27	0
Nov. 14, 1995	Tainoshima	-	0	10.33	13	0
Nov. 20, 1996	Deyama	9.24	393	12.07	22	94.7
Nov. 27, 1997	Deyama	9.63	208	12.84	28	88.1

により判別した。

なお、産卵は12月～翌2月に行われるが、漁期(3～4月)を基準に、例えば1995年産卵群といえ、1994年12月～1995年2月に産卵したものを指すものとする。

また、イカナゴは生後満1年で、雄雌ともに成熟するが、本研究では生後10ヶ月程度の夏眠最終期に採集された個体から1歳親魚と称することとする。

生殖腺指数KGは次式により求めた。

$$KG = (GW/BL^3) \times 10^4$$

GW：生殖腺重量 (g)

BL：体長 (cm)

### 2. 雌親魚生殖腺の成熟判定

肉眼観察法を用いて親魚の成熟度を判定した。石田・北片<sup>5)</sup>の肉眼観察法による6区分を簡略化した正木他<sup>6)</sup>の区分法に順じ、「未成熟期」、「発達期」、「成熟期」、

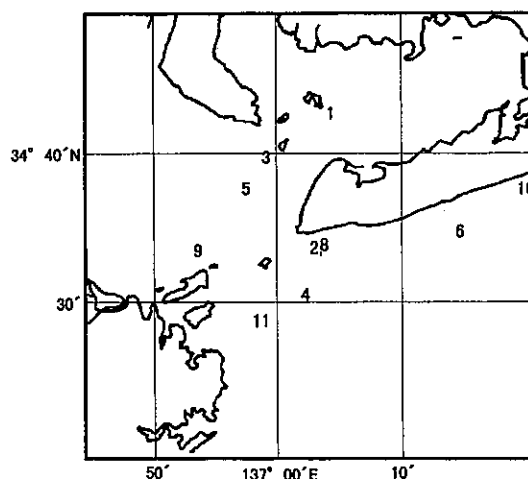


Fig.2 遊泳状態のイカナゴの採集場所

Collection sites of sand eels 1:Sakushima 2:Shiroishi 3:East of Nojima 4:Deyama 5:Okinose 6:Takamatsu 7:Dogase 8:Mitsubishi 9:Toshijima 10:Shirahama 11:Tainoshima

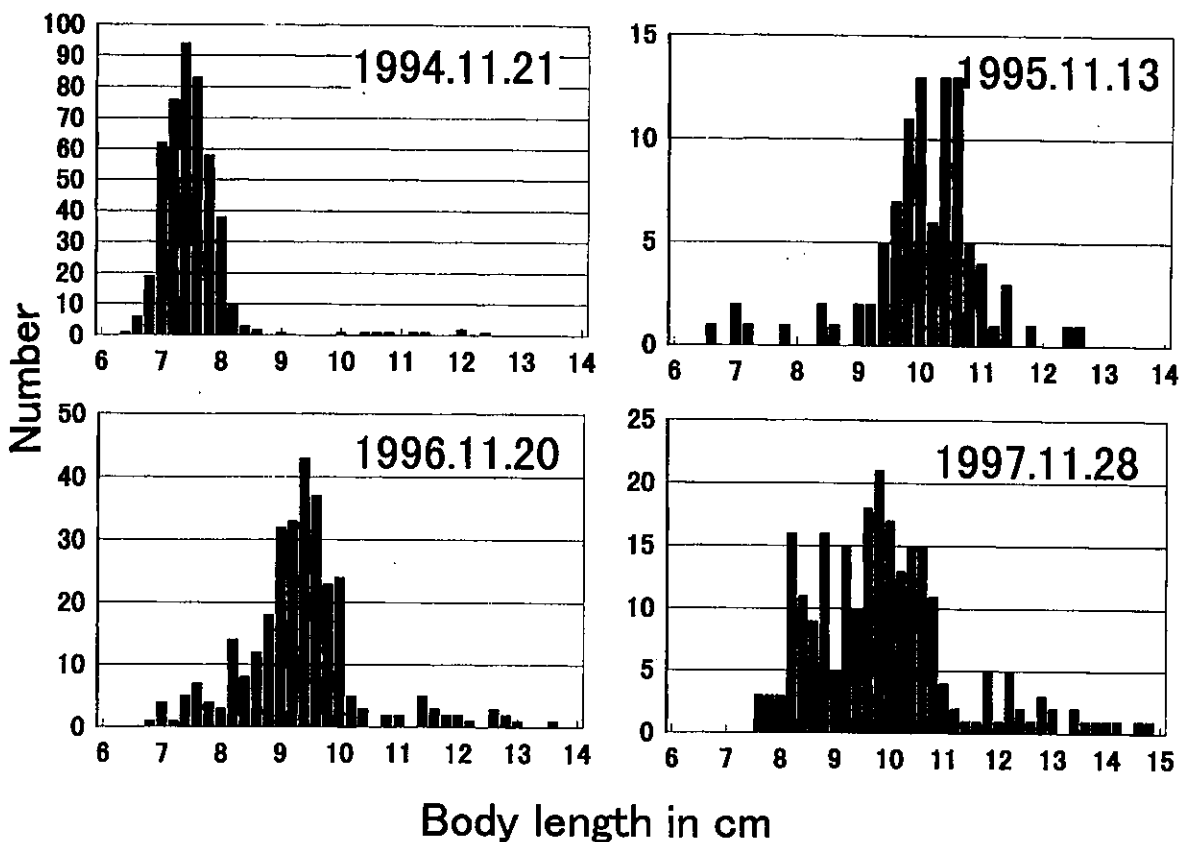


Fig.3 夏眠最終期におけるイカナゴ親魚の体長組成 (1995産卵年~1998産卵年)  
Size frequency distributions of sand eel collected during estivation (1995-1998 sampling year)

の定点 (Fig.1) で, その30m層水温を基準とした。期間としては, 1985年~1998年の各年の水温降下期である10月~翌1月について検討した。

4. ふ化仔魚の採集

イカナゴは産卵後, 約12日でふ化する。<sup>2)</sup>そこで, 産卵

日を推定するために, ふ化場所と推定される湾口部の内湾側と外海側各1点 (Fig.1) でポンゴネット斜め引きにより, 海底近くから曳網し, 採集尾数を濾水計により濾水量当たり採集量に換算した。

採集されたイカナゴのうち, ホルマリン固定体長4mm

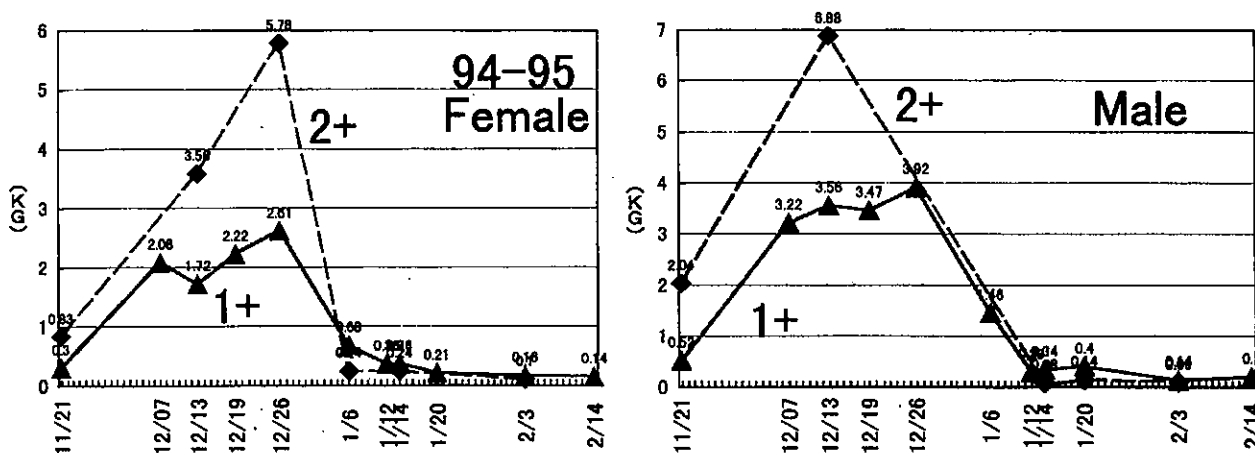


Fig.4 1995産卵年におけるKGの経時変化  
左側は雌, 右側は雄。実線は1歳親魚, 点線は2歳親魚を示す。  
Changes in KG ( $KG = \text{Gonad Weight} \cdot 10^4 / \text{Body length}^3$ ) from Dec.1994 to Feb.1995  
Left and right graph showing the female and male respectively. Solid line and the dotted one showing the 1-year group and 2-year group respectively.

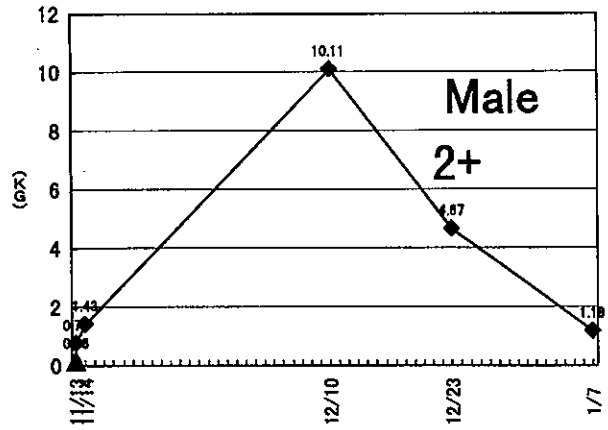
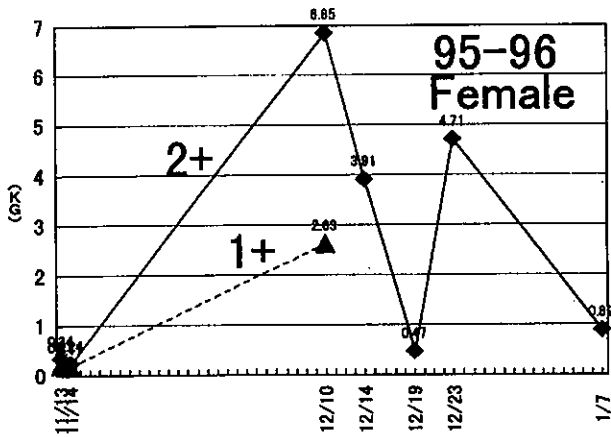


Fig.5 1996産卵年におけるKGの経時変化

凡例は、1995産卵年に同じ。

Changes in KG (KG=Gonad weight\*10<sup>4</sup>/Body length<sup>3</sup>) from Dec.1995 to Feb. 1996

Legend is same as Fig.4

以下の個体をふ化直後とした。ポンゴネットの口径は60cm、ネットはナイロン目合335 $\mu$ mである。

結 果

1. 夏眠終期からの熟度変化

1994年～1997年の夏眠終期における採集日、年級別平均体長、1歳親魚比率をTable1に示す。さらに体長組成をFig.3に示す。Table1, Fig.3を見ても分かるように、年により、親魚の平均体長、年級組成は大きく異なる。そこで、生殖腺重量の測定および肉眼観察から、産卵年別にその産卵状況を概説した。

①1995年産卵群

1995年産卵群の1歳魚親魚は平均体長7.49cmと小型で、肥満度も低かった。親魚の年級組成は、99%以上が1歳親魚であった。

1994年11月21日に行った夏眠魚採集調査での1歳親魚の雌、雄のKGは、それぞれ0.30, 0.52で雄の方が高かった (Fig.4)。雄の一部は成熟が進んでいるが、雌はほとんど未熟だった。2歳親魚、雌、雄のKGはそれぞれ0.83, 2.04で同様に雄の方が高かった。年級間で比較すると、雌、雄ともに1歳魚親魚よりも2歳魚親魚のほうがKGが高かった。

12月13日には、船びき網による遊泳個体調査 (Fig.2) と夏眠魚調査を同日に行い、比較した。遊泳個体は、外海の白石、伊勢湾内の野島西で採集されたが、全て1歳親魚であった。そして、1歳親魚は遊泳個体、夏眠中の個体ともに、一部の雄親魚で生殖腺が膨らみかけていた以外は、未成熟期であった。一方、2歳親魚の生殖腺は、雌雄ともに成熟が進んでおり、雌の生殖腺は発達期に入っていた。

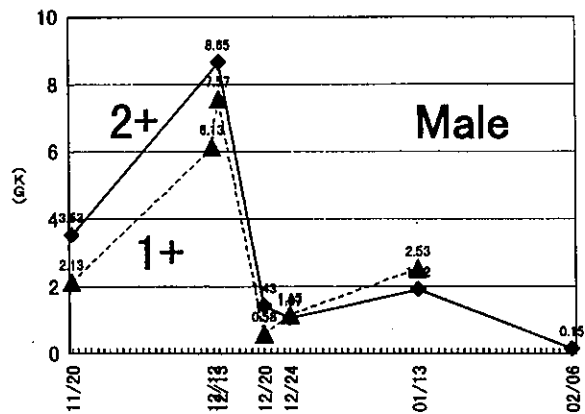
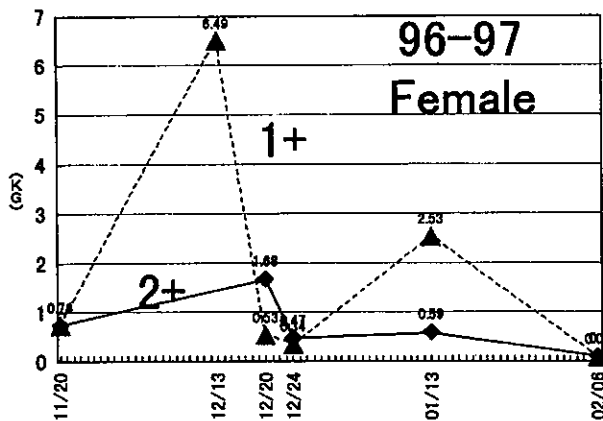


Fig.6 1997産卵年におけるKGの経時変化

凡例は、1995産卵年に同じ。

Changes in KG (KG=Gonad Weight\*10<sup>4</sup>/Body length<sup>3</sup>) from Dec.1996 to Feb. 1997

Legend is same as Fig.4

12月26日採集された1歳雌親魚では、生殖腺は発達期のものが多くなり、KGも2.61に上昇していた。

1月6日に伊勢湾内の沖の瀬で採集された群では、1歳、2歳とも雌親魚で産卵済みである休止期の個体が始めて確認された。ただ、この日に採集された1歳雌親魚のうち、一部の生殖腺は全く発達する兆しが見られなかった。

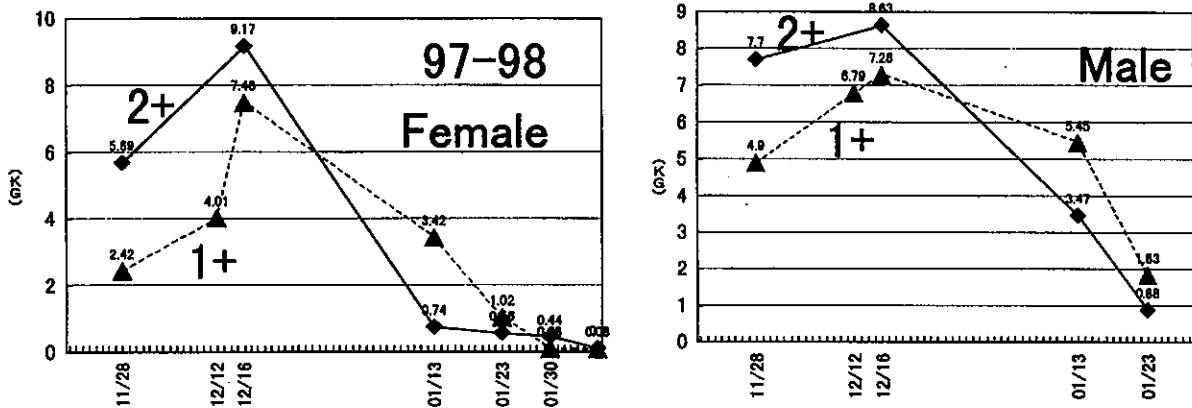


Fig.7 1998産卵年におけるKGの経時変化

凡例は、1995産卵年に同じ。

Changes in KG (KG=Gonad Weight\*10<sup>4</sup>/Body length<sup>3</sup>) from Dec.1997 to Feb.1998

Legend is same as Fig.4

1月12,14日に伊勢湾内で採集された個体は、ほとんどが休止期(産卵済み)だった。従って、1995年産卵群の産卵盛期は、1歳親魚は、1月10日前後と推定される。2歳親魚は、採集数が少ないためはっきりは分からないが、12月13日の夏眠魚のKGが1歳親魚より高いことから、産卵は1歳親魚よりやや早かったと推定される。

#### ②1996年産卵群

1995年11月の空釣り調査では、親魚の年級組成が1歳魚親魚9.4%、2歳魚親魚90.6%と、例年とは逆転していて、2歳親魚がほとんどだった(Table1)。これは、1994年産卵群が卓越し、2歳親魚が多く残存するのに対し、1995年産卵群は残存数が少なかったためである。

夏眠終期には2歳親魚の雌、雄のKGは、それぞれ0.34、0.77で、雌はほとんど未熟、雄は一部で成熟が始まっていた。

遊泳個体の2歳雌親魚の成熟度の経時変化を見ると(Fig.5)、12月10日出山で採集された個体は、成熟期の個体が多く含まれていた。湾口部付近の三石、白石で12月14日にKGが高かったが、まだ発達期だった。12月19日に、出山で採集された個体は、全てが休止期(産卵済み)だった。一方、12月23日に湾口部より東側の高松で採集された群は、成熟期の個体も多く含まれた。この

ように、同一年級内でも、幾つもの成熟段階のサブグループがあり、次々に産卵していた。この高松で採集された個体には、成熟期あるいは産卵直後と思われる個体も含まれることから、湾口部のみならず、やや東側の外海の高松周辺でも産卵している可能性が示唆された。

#### ③1997年産卵群

1996年11月の調査では、親魚の年級組成は、例年並みに1歳親魚が94.7%を占めていた(Table1)。

夏眠終期の11月20日には2歳雌親魚は、成熟が始まっていた(Fig.6)。1歳雌親魚でも発達期に入った個体が多く見られた。12月20日に三石で採集された個体では、1歳、2歳親魚とも、一部が産卵済みだったが、1歳親魚では、発達期、成熟期のものも含まれており、産卵途中であった。

また、1996年12月13日には、伊勢湾内である答志島北で、非常に熱度の高い1歳親魚群がすくい網で採集されていた(Fig.6)。今までにも、ふ化直後の仔魚の分布状況から、湾口部内湾側で産卵が行われていることが推察されていたが、今回のこの群は、内湾での産卵直前群と思われる。

#### ④1998年産卵群

1997年10、11月の水温は平年より低かったため、夏眠終期の時点で成熟は進行していた。KGの変化をみても(Fig.7)、空釣りにより採集された2歳雌親魚では、1997年11月28日採集個体のKGは5.69と高かった。このことから、2歳魚以上は、潜砂中にかかなり成熟が進むのに対し、1歳魚は未成熟の段階で夏眠からさめ、遊泳

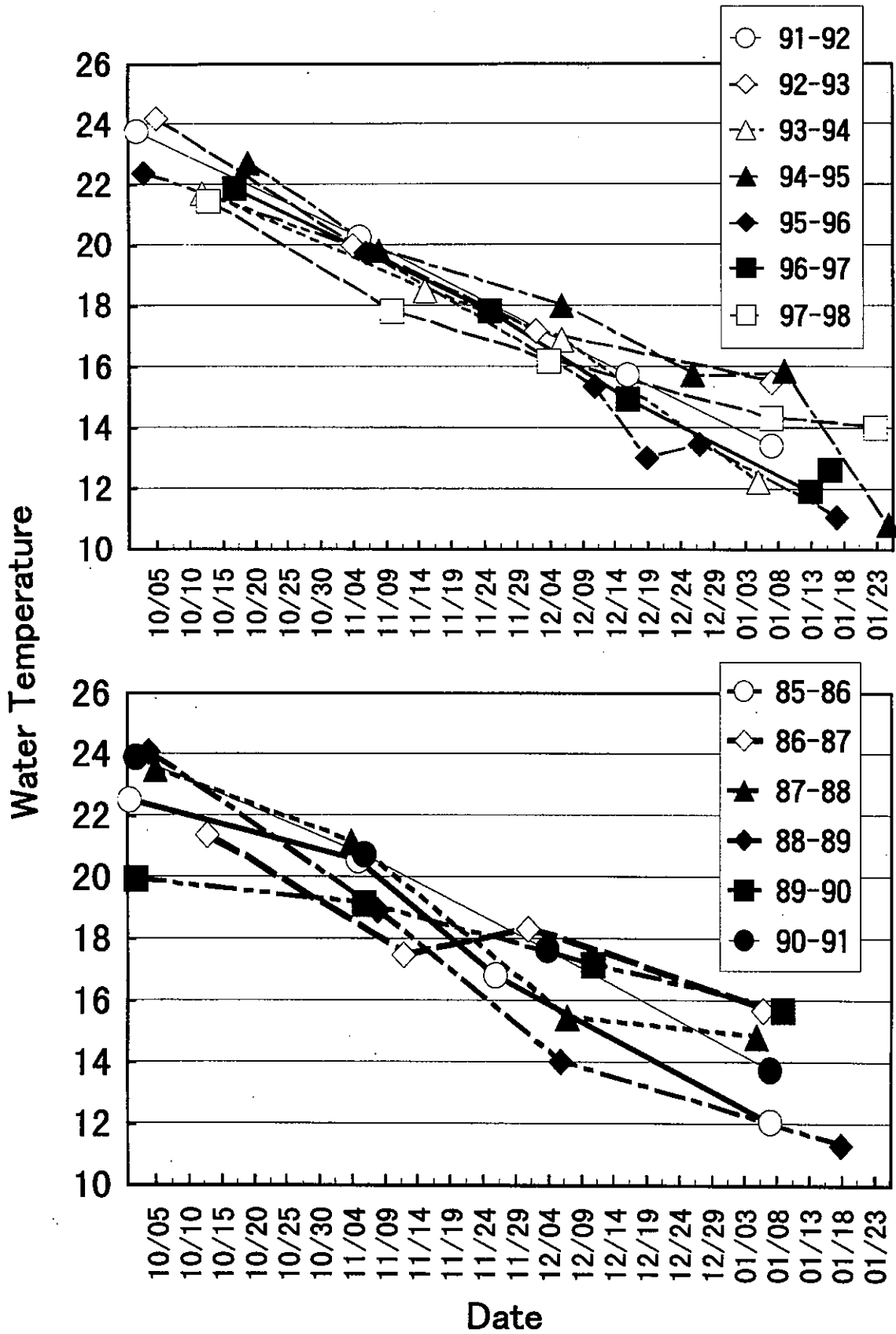


Fig.8 10月～翌2月における湾口部水深30m層水温  
 上図は1992～1998年, 下図は1986～1991年  
 Changes in water temperature (50m depth) at the mouth of Ise Bay(Fig.1)  
 Upper showing between 1986-1991, under showing between 1992-1998.

状態に入ることが分かる。

しかし後述のように、12月、1月と水温低下が鈍ったため (Fig.8)、一部は産卵を中断した。1998年1月13日に湾口部の出山で採集された個体は、雌雄ともKGが高く、完熟に近いものも多かった。一方同日に鯛の島で採集された個体は、放卵後のやせた個体が多かった。また、年級組成を見ても、出山はほとんどが1歳親魚であるに対し、鯛の島では、2歳親魚の割合も高かった。

例年は、1月中旬にはほとんどの個体が産卵を終えているが、この年は12月以降の高水温のために産卵期が延長したものと考えられる。

## 2. 夏眠、産卵場付近の水温

湾口部外海側の10月から1月の30m層水温の経時変化を1986年～1998年産卵期まで比較したものがFig.8である。繁雑を避けるために、1986～1991年産卵期と1992～1998年産卵期の2つに分けて表示した。この時期は、夏期の成層期から冬期の混合期への移行期で、底層水温は気温の影響を受けながら降下する。しかし、黒潮系の暖水の接岸あるいは流入による影響により、低下の度合いは年による違いが見られた。1986-87, 1989-90, 1992-93, 1994-95年には水温降下が鈍く、1月になっても比較的高水温だった。一方、1985-86, 1988-89, 1995-96年は速やかに水温が低下した。また、1988, 1998年産卵期のように、前年11月までは順調に降下していながら、後半に低下が鈍る年もあった。

## 3. ボンゴネット採集結果からの推定ふ化日

湾口部でのボンゴネット調査により得られた、ふ化直後(ホルマリン固定体長4mm以下)の仔魚の出現ピークを、各年のふ化ピーク日とした (Fig.9)。

最もふ化のピークが早かったのは、1989年産卵期の12月26日、逆に遅かったのは1995年産卵期の1月25日であった。また、ピークには、1987, 1991, 1992, 1995, 1997年産卵期に見られる単峰型と、1986, 1988, 1989, 1990, 1993, 1994, 1996, 1998年産卵期に見られる双峰型とがあった。

## 考 察

### 成熟の開始、終了と環境刺激

魚類の成熟の引き金としては、水温、日長、餌料条件等が考えられている。<sup>9)</sup> 秋冬産卵型のアユ、サケ科、ボラ、タナゴ類では短日化もしくは短日条件が成熟・産卵促進要因であることが明らかになっている。<sup>9) 10)</sup> イカナゴの場合、潜砂中で、光環境の影響を受けない夏眠終期の個体で既に成熟が開始していることから、成熟開始に、日長による影響はないと考えてよい。飼育実験でも、

水温を一定にし、何段階かに設定した場合、14℃以下への水温低下が成熟開始のきっかけになると<sup>11)</sup> 報告されている。天然海域でも同様に、イカナゴの成熟開始には、底層付近の水温低下がきっかけとなっていると推定される。

イカナゴの場合、1歳親魚で夏眠前に十分な栄養蓄積ができなかった場合、潜砂中には、生殖腺を発達させることができず、夏眠覚醒後に摂餌し、生殖腺を発達させた後に成熟産卵する。しかし、産卵終了を告げる環境刺激も存在すると思われ、ある時期に達すると卵巣は退行することが知られている。<sup>11, 12)</sup> この卵巣退行は、卵巣が休止期のままで留まるのか、発達期に達してから退行するか不明である。また、このような親魚の栄養不良による生殖腺の退行は、マイワシ<sup>13)</sup> でも報告されている。

さらに、産卵終了シグナルについては、水温上昇や、日長伸張が考えられるが、まだ不明であり、今後このような問題について明らかにしていく必要がある。

### 水温低下と成熟度の関係

水温低下と成熟度の関係を見ると、1995～1998年産卵期のうち、高水温で推移した1995年産卵期は1月10日前後と、遅めだったが、ふ化仔魚の出現ピークも、1月25日と遅かった。一方、この4年間で、最も低水温で推移した1996年産卵期は、KGのピークが12月10日であることから産卵期も12月10日前後と早く、ふ化仔魚のピークも1月12日と、4年の中では最も早かった。

山田・久野<sup>14)</sup> は飼育実験結果から、成熟期への移行には、水温14℃以下への水温低下が不可欠であるとしている。今回の研究でも、湾口部30m層水温が15℃以下に低下した日が、1986年産卵期以降で最も早かった1989年産卵期は、ふ化仔魚の出現ピークも12月26日と、ふ化仔魚の出現期調査を行った期間の中では最も早かった。1995年産卵群と1996年産卵群を比較すると、前者は成熟・産卵期に高水温、親魚の栄養蓄積が少ないのに対し、後者は逆となっている。この水温と栄養蓄積の2つの影響により、両年で産卵期にはほぼ1月の差が現れたものと思われる。

興味深いのは、水温が10, 11月と低めに推移し、12月になってから一転して、高温傾向となった1998年産卵期である。2歳親魚のKGは、12月16日をピークに、1月13日には、低下している。しかし、1歳親魚のKGは、12月16日に、7.48と高かったが、1月13日にもまだ3.42と、かなり高く、成熟期の個体を多く含んでいた。このことは、2歳親魚では、高水温化という条件悪化の影響を受けずに産卵を完了させたのに対し、1歳親魚では、一部の個体の産卵が中断したことを意味している。さら

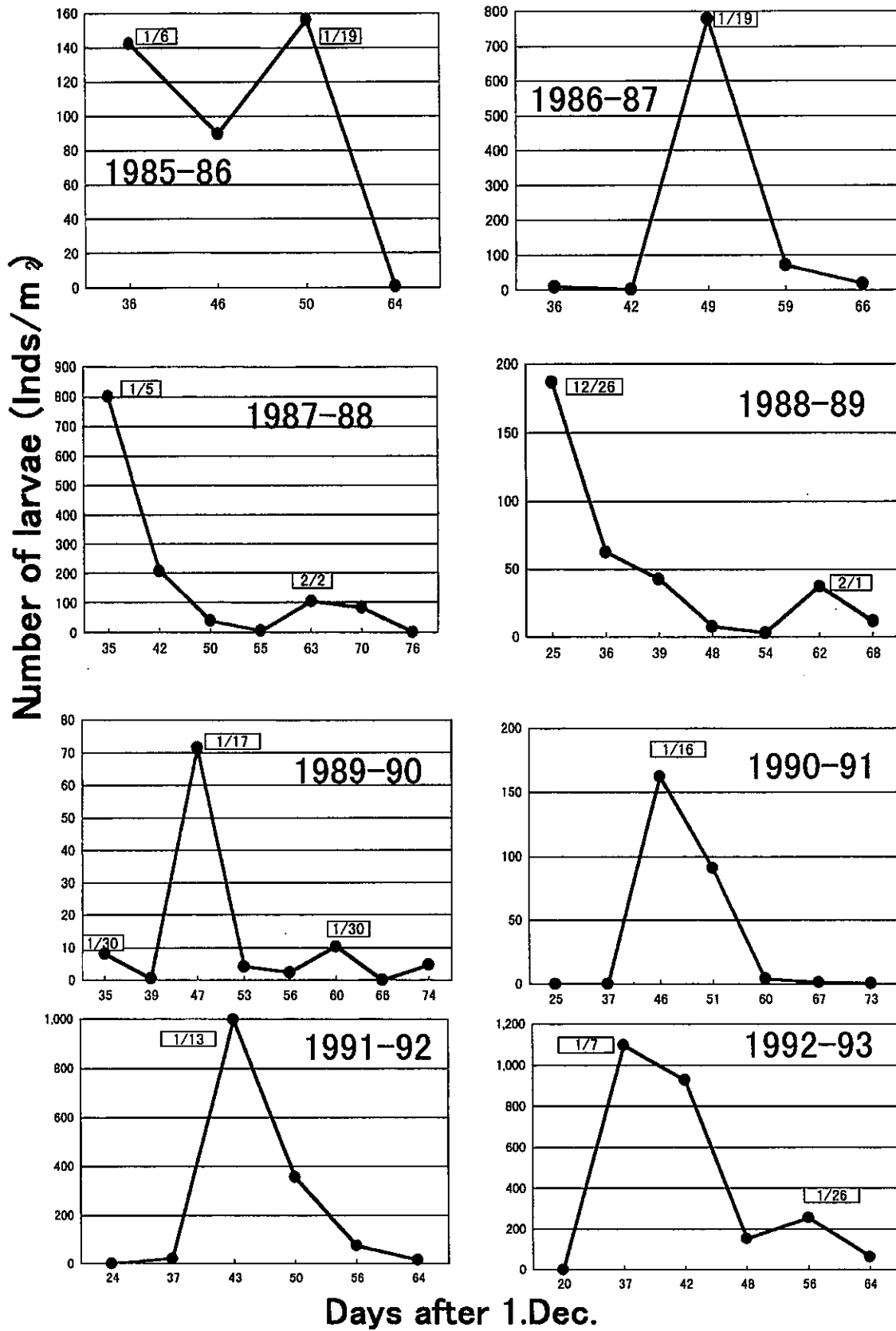


Fig.9 湾口部におけるふ化仔魚採集密度の経時変化  
 横軸は12月1日からの日数。縦軸は湾口部内湾側，外海側の平均採集密度（尾/m<sup>2</sup>），枠で囲ったのはピークの日付。  
 Changes in density (inds./m<sup>2</sup>) of larvae sand eel (Bl < 4 mm) at the mouth of Ise Bay (Fig. 1). Angled date indicates the peak of larvae density.



に、ふ化仔魚のピークにも、1月12日にピークがあり、2月6日にまた、小さいピークが認められる。これは、1月初旬までに、産卵を完了しなかった1歳親魚がその後産卵したためと考えられる。糸川<sup>14)</sup>は高齢魚ほど産卵が早いと述べており、高齢魚は、成熟に関して高水温の影響を受けなかったために産卵が早く開始されたものと推察される。アカアマダイ<sup>15)</sup>でも同様の現象が報告されていることは、この推論が正しいことを支持している。

1988年産卵期も、水温低下の状況は1998年産卵期と類似している。この時もふ化仔魚のピークが双峰型となっていた。1988年産卵期は、湾内へ加入した仔魚の特異的な減耗が報告され、<sup>16)</sup>予想外の不漁となった。また、1998年産卵期のKGの経時変化では、12月16日から1月13日まで比較的高い値が維持されており、産卵期が長かったと思われる。そして、1998年産卵期も、漁期前予測を大きく下回る不漁となった。

漁業者の言い伝えでは、イカナゴは寒冷年ほど好漁に

なるという。糸川<sup>14)</sup>は、伊勢湾のイカナゴは産卵期間が長いと不漁の傾向があると述べている。一方、播磨灘、大阪湾では浜田<sup>17)</sup>は12~1月の水温降下の大きい年は好漁の傾向が強いと述べている。これらは、同じ現象を指していると思われる。今回の成熟・産卵調査からは、水温低下が急激な年は、産卵期が短い傾向があることが分かった。KGの経時変化からは、水温低下の停滞する年には、成熟が抑制され、産卵期が長期化したように見え、ふ化のピークは双峰型になり、その様な年は不漁になる傾向が強い。しかし、産卵期が短いとなぜ好漁になるかについては不明である。さらに、産卵開始時期、産卵継続期間には、夏眠前の栄養蓄積も関与することが示唆されていること、<sup>11,12)</sup>低水温とふ化仔魚の生残について海況の面から解析する必要があることなど、今後検討を加える必要がある。

また、湾口部におけるふ化仔魚採集数について、1月20日以降に比較的大きな第二のピークが見られたのは、

Table2 生殖腺重量測定、肉眼観察法による熟度判定を行った標本の一覧

List of samples investigating the maturation by optical/macroscopic observation

Date of catch	Locality	Gear used	No of specimens
Dec. 7, 1994	Sakushima	Funabiki	69
Dec. 13, 1994	Shiroishi	Funabiki	100
Dec. 13, 1994	East of Nojima	Funabiki	100
Dec. 19, 1994	Gaikai	Funabiki	100
Dec. 26, 1994	Deyama	Trawl	22
Jan. 6, 1995	Okinose	Trawl	36
Jan. 12, 1995	Ozagase	Trawl	20
Jan. 14, 1995	Okinose	Funabiki	50
Jan. 20, 1995	Takamatsu	Funabiki	21
Feb. 3, 1995	Dogase	Trawl	6
Feb. 14, 1995	Okinose	Trawl	4
Dec. 10, 1995	Deyama	Funabiki	45
Dec. 10, 1995	Deyama	Trawl	1
Dec. 14, 1995	Shiroishi	Funabiki	6
Dec. 14, 1995	Mitsuishi	Funabiki	4
Dec. 19, 1995	Deyama	Funabiki	10
Dec. 23, 1995	Takamatsu	Funabiki	19
Jan. 7, 1996	Deyama	Funabiki	16
Dec. 12, 1996	Deyama	Trawl	3
Dec. 13, 1996	Deyama	Trawl	1
Dec. 13, 1996	Toshijima	Sukui net	32
Dec. 20, 1996	Mitsuishi	Funabiki	33
Dec. 24, 1996	Shiroishi	Funabiki	66
Jan. 13, 1997	Deyama	Funabiki	44
Jan. 13, 1997	Shiroishi	Funabiki	30
Jan. 13, 1997	Takamatsu	Funabiki	18
Feb. 6, 1997	Takamatsu	Funabiki	115
Dec. 12, 1997	Shirahama	Funabiki	100
Dec. 16, 1997	Shiroishi	Funabiki	100
Jan. 13, 1998	Deyama	Funabiki	36
Jan. 13, 1998	Tainoshima	Funabiki	40
Jan. 23, 1998	Deyama	Funabiki	100
Jan. 23, 1998	Tainoshima	Funabiki	50
Jan. 30, 1998	Takamatsu	Funabiki	18

1988, 1989, 1993年産卵期である。1988, 1993年の二峰型は, 12月以降の水温低下の鈍かったためと推察される。一方, 1989年産卵期の後半期にふ化のピークが出現した理由については不明である。

#### 親魚の年齢と産卵期間の関係

本研究では1歳親魚の産卵期は2歳親魚より長かった。これは, 以下の様なメカニズムによると推察される。つまり, 高齢魚は, 夏眠開始時に栄養蓄積が十分なため, 夏眠終期には成熟が途中まで進行しており, 夏眠覚醒後は, 速やかに産卵を終える。しかし, 1歳親魚のうち, 夏眠開始時点での栄養蓄積が十分な個体は, 2歳親魚と同等のペースで成熟が進むが, 栄養蓄積が不十分な個体は, 未成熟な状態で覚醒し, その後遊泳生活に入ってから活発に摂餌し, 栄養蓄積が進んだ段階で成熟, 産卵するため, 一部の個体は産卵が遅くなる。このようなメカニズムで, イカナゴの場合, 現象としてみると, 高齢魚の産卵期が早く始まり, 短く, 1歳魚の産卵期が長くなるものと思われる。この様に, 若齢魚の産卵期間が, 高齢魚より長い現象は, イサキ<sup>18)</sup>とは, 逆である。

#### 資源管理の手法としての成熟度判別

石田・北片<sup>6)</sup>は魚類の性成熟過程を調査する方法として, 組織学的方法, 卵径計測法, 生殖腺重量法(KG), 肉眼観察法を比較検討し, 組織学的方法が最も正確であるが, 資源生物学上は, 肉眼観察法に生殖腺重量法を組み合わせるにより, 実用上十分な精度の成熟度判定が可能であるとしている。

卵巣の発達様式は魚種により異なり, 一生に一度しか産卵しないサケ科や, 一産卵期に多回産卵するマイワシ, そして一産卵期間に一度しか産卵しないイカナゴでは, 成熟の進行に多少の違いがある。そこで, 肉眼観察法は対象とする魚種により多少の変形をする必要がある。今回のイカナゴの場合は, 肉眼観察法では発達期と成熟期の判別が困難な場合に, 卵径計測法を組み合わせ, 精度の向上を図った。

伊勢湾では十分な産卵量を確保するために, 毎年1月中旬頃に, 愛知・三重の両県研究者の行う生殖腺肉眼観察結果をもとに, 実際に親魚漁獲の解禁日を決定している。<sup>19)</sup> この場合, 生殖腺の観察から解禁日の決定という漁業者の意志決定までの時間的猶予は数時間程度しかない。この場合でも肉眼観察法による成熟度判別基準があれば, 漁業者の実践する資源管理漁業に科学的データの裏付けができ, 合意形成の助けとなる。

この様に, 迅速に結果を求められる資源管理型漁業の実践現場では, 肉眼観察法は非常に有効であると考えられる。

## 文 献

- 1) 柳橋茂昭・船越茂雄・向井良吉・中村元彦(1997)伊勢湾産イカナゴの夏眠期における生き残り成熟,

- 産卵機構. 愛知水試研報, 4, 23-31.
- 2) 山田浩且(1998)伊勢湾産イカナゴのふ化特性と外部栄養への転換. 日水誌, 64(3), 440-446.
- 3) 山田浩且(1994)伊勢湾におけるイカナゴ. 水産学シリーズ, 恒星社厚生閣, 98, 109-121.
- 4) 関口秀夫(1977)伊勢湾産イカナゴ親魚の体脂肪の変動. 日水誌, 43(2), 123-127.
- 5) 石田力一・北片正章(1982)アカガレイ *Hippoglossoides dubius* (Schmidt) の雌魚の性成熟に関する研究. 東海水研報, 107, 61-105.
- 6) 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(1987)周防灘産マコガレイの成熟と産卵期. 日水誌, 53(7), 1181-1190.
- 7) 愛知県水産試験場(1986-1998)昭和60年度~平成9年度漁況海況予報事業結果報告書.
- 8) Scott, D.B.C. (1979) Environmental timing and the control of reproduction in teleost fish, *Symp. zool. Lond.* 44, 105-132.
- 9) 羽生 功・小栗幹郎(1991)生殖. 新版 魚類生理学, 恒星社厚生閣, 158-192.
- 10) 朝比奈 潔(1989)生殖周期とその調節. 水族繁殖学, 緑書房, 隆島史夫・羽生 功編, 103-131.
- 11) 山田浩且・久野正博(1997)イカナゴの成熟と外部環境要因. 漁場生産力モデル開発基礎調査(伊勢・三河湾)平成6-7年度研究報告, 中央水研, 56-59.
- 12) 鶴田義成(1995)栄養蓄積が不十分なイカナゴは産卵不能になる?. 水産海洋研究, 59(3), 317-320.
- 13) 村山 司・青木一郎・石井丈夫(1990)土佐湾における産卵期のマイワシ親魚の成熟状態と分布について. 水産海洋研究, 54(4), 357-363.
- 14) 糸川貞之(1980)伊勢湾産イカナゴの資源研究-IV イカナゴの産卵について・昭和53年度三重県伊勢湾水産試験場年報, 30-39.
- 15) 林 康行(1977)東シナ海産アカアマダイの成熟と産卵に関する研究-I 生殖腺熟度指数の経月変化からみた産卵期の推定, 日水誌, 43(11), 1271-1277.
- 16) 向井良吉(1988)伊勢湾におけるイカナゴの漁況予測. 水産海洋研究会報, 52(4), 380-383.
- 17) 浜田尚雄(1966)播磨灘, 大阪湾におけるイカナゴ発生量変動に関する研究-III 産卵期前後の海気象との関係. 日水誌, 32(7), 579-584.
- 18) 木村清志・鈴木 清(1981)熊野灘におけるイサキの成熟と産卵. 日水誌, 47(1), 9-16.
- 19) 富山 実・船越茂雄・山田浩且(1996)伊勢湾イカナゴ資源管理. 水産海洋研究, 60(2), 166-170.