

ふ化実験による浮遊性魚卵の同定

池田知司¹・中馬 敏¹・沖山宗雄²

¹530 大阪市北区中崎西 2-3-39 関西総合環境センター

²164 東京都中野区南台 1-15-1 東京大学海洋研究所

Identification of Pelagic Eggs of Marine Fishes by Rearing Method

Tomoji Ikeda¹, Satoshi Chuma¹ and Muneo Okiyama²

¹Kansai Environmental Engineering Center Co., 2-3-39 Nakazaki-nishi, Kita-ku, Osaka 530, Japan

²Ocean Research Institute, University of Tokyo, 1-15-1 Minamidai, Nakano-ku, Tokyo 164, Japan

Pelagic fish eggs are usually fixed by formalin solution just after collection in the field. Most of these eggs are difficult to be identified to species, because only limited characters are available for identification and considerable changes in structures take place with fixation. In this study, species names of formalin fixed eggs were estimated by comparing their egg diameters and the diameter and number of oil globules with those of the fresh ones identified by the rearing method. Materials were collected in Wakasa Bay in May, August, and October, 1979-1982. Fresh eggs were classified into 40 species or types by the rearing method, but fixed eggs were divided into only 24 types. Comparison of fresh and fixed eggs revealed that 7 out of 24 types of fixed eggs were referable to species, and 13 types were composed of species groups. The rearing method is surely a useful step in indentifying species names and/or species types of fixed eggs.

浮遊性魚卵の分布調査は魚類の産卵生態や成魚の資源量を推定する上で重要である。しかし、採集された卵は通常直ちにホルマリン固定されるため、卵内構造に変化が起り、種の同定を困難なものにしている。また、卵期の識別形質が少なく、発生段階による変化も同定を困難にする要因のひとつとなっている。

筆者らは若狭湾に出現する浮遊性魚卵の同定法の検討を目的として、ホルマリン固定用卵の採集に併せて生存卵を採集した。これをふ化飼育し、種の同定をおこない(以降ふ化実験とする)生存卵と固定卵の外部形態の特徴を比較して固定卵の種名推定を試みた。

ふ化実験を併用した固定不明卵の種名推定については、成果の一部および方法の概要をすでに池田(1983)と池田・水戸(1988)にそれぞれ報告した。しかし、これらは出現種に限られる冬期についての調査であり、今回は出現卵の多様化する春-秋期について検討した。

方 法

標本の採集は1979年8月から1982年11月に若狭湾西南部にある高浜湾で実施した(Fig. 1)。使用した標本は生存卵、固定卵ともに、それぞれ下記に示すプランク

トンネットにより表層部において水平曳網(1 m/s で10分間)により得たものである。

1. 生存卵の採集と同定 生存卵の採集には通称CMネット(網口口径約71 cm, 側長2 m, 網目前半0.74 mm, 後半0.49 mm)を改良した生存卵採集用ネットを用いた。できるだけ健全な卵を得るため、ネット後端に塩化ビニールパイプを取り付け、5lポリビンが着脱できるようにし、ポリビン中に採集された卵を標本として用いた。この方法により、1 m/s 程度の曳網であれば卵のふ化までの間の生残率をほぼ80%以上に保つことができた。

生存卵の採集は固定用標本の採集と同時、あるいはその直後におこなった。採集後直ちに現地において卵を分離し、実体および生物顕微鏡下で発生段階と外部形態の特徴より区分し、100-500 ml ビーカに入れ、海域の表層水温に調整した乾式恒温器中でふ化飼育した。飼育期間中に通気や投餌などはおこなわなかった。

卵径と油球径は生物顕微鏡に取り付けた接眼マイクロメータにより測定した。

2. 固定卵の採集と同定 固定卵の採集にはCMネットあるいはMTDネット(網口口径57 cm, 側長2.5 m, 網目0.33 mm)を用いた。

採集した標本は直ちに中性ホルマリンで固定した後、

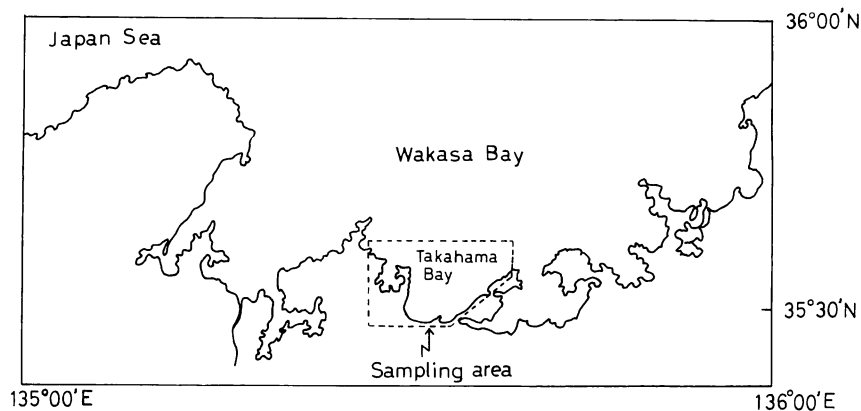


Fig. 1. Location of sampling area (broken lines) in Wakasa Bay.

研究室に持ち帰り、同定可能卵と不明卵に区分した。不明卵については、発生段階、卵膜の特殊構造の有無、油球数、囲卵腔の広狭などにより区分し、タイプ別に卵径と油球径を万能投影器の光電マイクロメーター (Nikon, V12) により 1 μm の精度まで測定した。

結 果

1. 生存卵と固定不明卵の比較 魚卵の主な識別形質について、固定前後の状態の変化の有無から、生存卵と固定卵の比較が可能な形質を選定し、Table 1 に示した。

なお発生段階の区分は渡部 (1970) に従った。

初期-中期における外部形態の特徴として、卵の形状、卵膜の特殊構造、油球数、囲卵腔の広狭、卵黄の亀裂の有無、卵径、油球径があげられる。後期になるとこのほかに筋肉節数、黒および黄色素胞の有無とその分布、油球の位置、胚体上の特徴(各鰭の発達状態、体に出現する突起構造など)があげられ、発生が進むにしたがって固定不明卵のタイプ区分は細分化が可能となる。しかし、海域で採集される卵の多くは初期-中期卵であり、生存卵と固定卵を比較できる形質は、主に初期-中期卵に出現するものに限定される。この中で卵黄の亀裂

Table 1. Comparison of some egg characters before and after fixation for pelagic fish eggs in Wakasa Bay. +, available character; ±, available or unavailable; -, unavailable.

Characters	Conditions	Early or middle stage		Late stage		
		Fresh	Fixed	Fresh	Fixed	
Egg type	agglutinated (ribbon, balloon or isolated)	+	+	+	+	
Egg shape	spherical or other shape	+	+	+	+	
Egg size	small or big	+	+	+	+	
Oil globule	{ Number	present or not; number	+	±	+	±
	{ Size	small or big	+	±	+	±
	{ Position	anterior, middle or posterior	-	-	+	±
Chorion	{ smooth or not (hexagons, pustules, polygonal or other ornamentation)	+	+	+	+	
Perivitelline space	narrow or wide	+	+	+	+	
Yolk	segmented or not	+	±	+	±	
Myotome	number	-	-	+	+	
Melanophore	{ Embryo	present or not; distribution	-	-	+	+
	{ Yolk	present or not; distribution	-	-	+	+
	{ Oil globule	present or not; distribution	-	-	+	+
Other pigments	{ Embryo	present or not; distribution	-	-	+	-
	{ Yolk	present or not; distribution	-	-	+	-
	{ Oil globule	present or not; distribution	-	-	+	-
Ornamentation on embryo	present or not; feature	-	-	+	+	

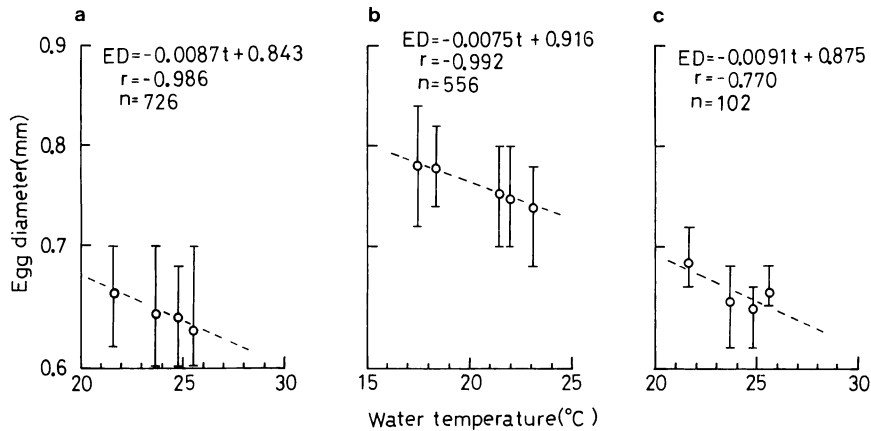


Fig. 2. Relationship between egg diameter (ED) and water temperature (t , °C) for pelagic eggs of three species collected from Wakasa Bay. Each bar and open circle indicate range and average of egg diameter, respectively. a, *Halichoeres tenuispinnis*; b, *Pseudolabrus japonicus*; c, *Sillago japonica*.

の有無は魚種によっては識別困難となるものが多く（シロギス *Sillago japonica*, アカカマス *Sphyaena pinguis*, ウシノシタ亜目 *Soleoidei* など）、必ずしも比較形質として利用できない。

一方、卵の形状が特殊なもの、卵膜に特殊構造のあるもの、囲卵腔の広いものは種類が限られており、またこのほとんどが固定しても同定できる種類であるため、固定不明卵の同定にはこれらの形質は必ずしも有効でない。このため、ここでは主に卵径、油球径、油球数により比較をおこなった。

2. 固定による卵径の変化 1982年9月から10月に天然で採集したササノハベラ *Pseudolabrus japonicus* の卵を初期、中期、後期に区分し、まず生存時の卵径を測定した。この後ホルマリン固定し(約3%)、2か月後に再び卵径を測定し、比較した (Table 2)。平均卵径からみると、固定による変化は1-14 μm 、平均卵径の最大1.85%であり、固定による卵径の変化はごく僅かであった。

3. 水温による卵径の変化 高浜湾において量的に多

く、かつ比較的長期間にわたって出現するホンベラ *Halichoeres tenuispinnis*、ササノハベラ、シロギスの3種類の卵について、水温と卵径の関係を Fig. 2 に示した。

卵径の測定は生存時におこない、水温は卵を採集した日の水深3m層の24時間の平均値を用いた。なお、当海域においてホンベラとシロギスは5月下旬-9月に、ササノハベラは9月-12月に出現した。

各魚種とも高水温期に採集される個体ほど卵径が小さく、低水温期のものほど大きくなる傾向を示した。

卵径は魚種ごとに種固有の範囲を持つと考えられるが、その範囲の中で水温により変化する可能性が示唆された。

4. ふ化実験法による生存卵の同定 ふ化実験により同定した魚卵の卵径、油球径の範囲と採集時期を Table 3 に示した。

1979年から1982年までの総出現種類数は40種であった。このうち、亜目までの段階を含めて帰属の明らかとなった卵は26種、不明卵は14種であった。不明卵

Table 2. Effect of fixation (7-8 weeks in 3% formalin) on the egg diameter (mm) of *Pseudolabrus japonicus*.

	September				October			
	Early stage		Middle stage		Early stage		Late stage	
	Fresh	Fixed	Fresh	Fixed	Fresh	Fixed	Fresh	Fixed
Range	0.70-0.78	0.68-0.78	0.70-0.80	0.70-0.78	0.72-0.78	0.70-0.78	0.72-0.80	0.70-0.80
Average	0.743	0.740	0.755	0.741	0.755	0.756	0.759	0.751
Sample number	136	199	120	104	74	102	110	104
Fresh - Fixed	0.003		0.014		-0.001		0.008	

のタイプ名称は主に水戸(1960a)に従った。なお、Table 3には固定状態である程度識別可能なコノシロ *Konosirus punctatus*, カタクチイワシ *Engraulis japonicus*, エソ科 Synodontidae (卵膜に亀甲模様を有する種類), ミシマ

オコゼ科 Uranoscopidae, ネズッポ科 Callionymidae, セトウシノシタ *Pseudaesopia japonica* は除いた。

5. ふ化実験法による固定不明卵の同定 1979-1982年の5, 8, 10月に生存卵および固定卵を採集し, ふ化実

Table 3. List of pelagic fish eggs collected in Wakasa Bay in May, August and October during 1979-1982. S.O.G., single oil globule.

Type	Species	Oil globule	Egg diameter (mm)	Diameter of oil globule (mm)	Occurrence			
					May	Aug.	Oct.	
I	1. <i>Saurida elongata</i>		1.00-1.10	—	○	○		
	2. Synodontidae sp.		0.80-0.90	—		○	○	
	3. Synanceiidae sp.	absent	1.00-1.10	—		○		
	4. Scorpaenidae-type 1		0.84-0.90	—		○	○	
II	5. <i>Liza carinata carinata</i>		0.80-0.90	0.32-0.36	○			
	6. <i>Liza haematocheila</i>		0.94-1.04	0.40-0.46	○			
	7. <i>Sphyaena</i> sp. (<i>S. pinguis</i> ?)		0.64-0.68	0.18		○		
	8. <i>Branchiostegus</i> sp. (<i>B. japonicus</i> ?)		0.86-1.00	0.18-0.20	○		○	
	9. <i>Goniistius</i> sp.		0.98-1.10	0.20-0.22			○	
	10. <i>Girella punctata</i>		0.94-1.04	0.20-0.24	○			
	11. <i>Halichoeres poecilopterus</i>		0.60-0.66	0.14-0.16		○		
	12. <i>Halichoeres tenuispinnis</i>		0.60-0.66	0.14-0.16	○	○		
	13. <i>Pseudolabrus japonicus</i>		0.70-0.82	0.14-0.16			○	
	14. Labridae sp.		0.60-0.66	0.14-0.16		○		
	15. <i>Leiognathus</i> sp.		0.58-0.60	0.12-0.14		○		
	16. Mullidae sp.		0.58-0.60	0.14-0.16		○		
	17. Serranidae sp.		0.72-0.76	0.14-0.18		○		
	18. <i>Sillago japonica</i>		0.62-0.66	0.14-0.16	○	○		
	19. <i>Acanthopagrus schlegeli</i>		0.78-0.96	0.20-0.24	○			
	20. <i>Pagrus major</i>		0.90-1.00	0.20-0.24	○			
	21. Sparidae sp.	single	0.86-0.96	0.18-0.22			○	
	22. <i>Hypodytes rubripinnis</i>		0.84-1.10	0.14-0.18	○	○		
	23. Triglidae sp. 1		1.12-1.26	0.30-0.34	○			
	24. Triglidae sp. 2		1.24-1.34	0.32-0.34			○	
	Unidentified species							
	25. Labridae-type			0.82-0.98	0.14-0.16	○		
	26. Pinguipedidae-type 1			0.62-0.68	0.12-0.16		○	
	27. Pinguipedidae-type 2			0.92-1.06	0.20-0.24	○		○
	28. Scorpaenidae-type 2			0.70-0.74	0.14-0.16		○	
	29. Scorpaenidae-type 3			0.84-1.10	0.14-0.20		○	○
	30. <i>Sillago japonica</i> -type			0.60-0.66	0.14-0.16		○	
	31. S.O.G. egg type 1 (Spring type)			0.68-0.76	0.12-0.14	○		
	32. S.O.G. egg type 2 (Spring type)			0.80-0.82	0.12-0.14	○		
	33. S.O.G. egg type 3 (Summer type)			0.58-0.60	0.12		○	
	34. S.O.G. egg type 4 (Summer type)			0.88-0.90	0.20		○	
	35. S.O.G. egg type 5 (Autumn type)			0.64-0.70	0.14-0.16			○
	36. S.O.G. egg type 6 (Autumn type)			0.68-0.70	0.14-0.16			○
	III	37. <i>Heteromycteris japonica</i>		0.80-1.00		○	○	
		38. Soleoidei sp. 1		0.64-0.70			○	
		39. Soleoidei sp. 2	many	1.16-1.24				○
40. Opistognathidae-type			0.80-1.00			○	○	

験の結果を参考に固定不明卵の種名推定をおこなった。

5月 5月には無油球卵, 単一油球卵, 多油球卵が出現するが, ここでは最も出現量の多い単一油球卵について検討した。

1981年の固定卵の油球径別卵径の頻度分布と1982年の卵径頻度分布を Fig. 3 に示した。1981年は卵径と油球径により区分した。この結果によると油球径 0.18 mm 以下では卵径 0.64–0.76 mm の A グループ, 卵径 0.76–0.98 mm の B グループに, 油球径 0.18–0.28 mm のグループでは卵径 0.80–0.98 mm の C グループ, 油球径 0.30–0.40 mm では卵径 0.78–0.94 mm の D グループ, 油球径 0.40–0.50 mm では卵径 0.92–1.02 mm の E グループの 5 グループに区分できた。1982年にはこのほかに卵径 1.06–1.18 mm の F グループが出現し, 合計 6 グループに区分できた。1981年と1982年の卵径グループは F グループを除くと, 年により著しい差はなかった。ふ化実験では単一油球卵で 14 種類が出現した。これらの油球径, 卵径と固定不明卵の各グループを比較して不明卵を構成する種類を整理すると次のようになった。

A グループはホンベラ, シロギス, 不明単一油球卵 type 1 の合計 3 種, B グループはアマダイ属 *Branchiostegus* sp., Labridae type, 不明単一油球卵の type 2 の合計 3 種, C グループはメジナ *Girella punctata*, クロダイ *Acanthopagrus schlegeli*, マダイ *Pagrus major*, Pinguipedidae-type 2 の合計 4 種, D グループはセスジボラ *Liza carinata carinata*, E グループはメナダ *L. haematocheila*, F グループはハオコゼ *Hypodytes rubripinnis* とホウボウ科 *Triglidae* sp. 1 の合計 2 種により構成されているものと推定された。

D, E グループは生存卵の出現種がそれぞれ 1 種であり, また卵径に対する油球径の比率の特徴からふ化実験を併用することにより同定可能であった。一方, 他のグループは 2–4 種により構成されていることが判明した。最も出現量の多かった C グループは 4 種より構成されているが, 生存卵の採集量からみてその大部分がクロダイと推定された。

油球径を加味した区分は D, E グループにおいては有効であるが, B, C グループの区分については油球の移動や破裂などにより測定困難な場合も多く, 正確に区分できなかった。油球径による区分はその範囲に大きな差があれば有効であるが, その差が小さい場合, 細かい区分は有効ではなかった。

8月 無油球卵, 単一油球卵および多油球卵について検討した。

固定卵の卵径頻度分布を Fig. 4 に示した。無油球卵で

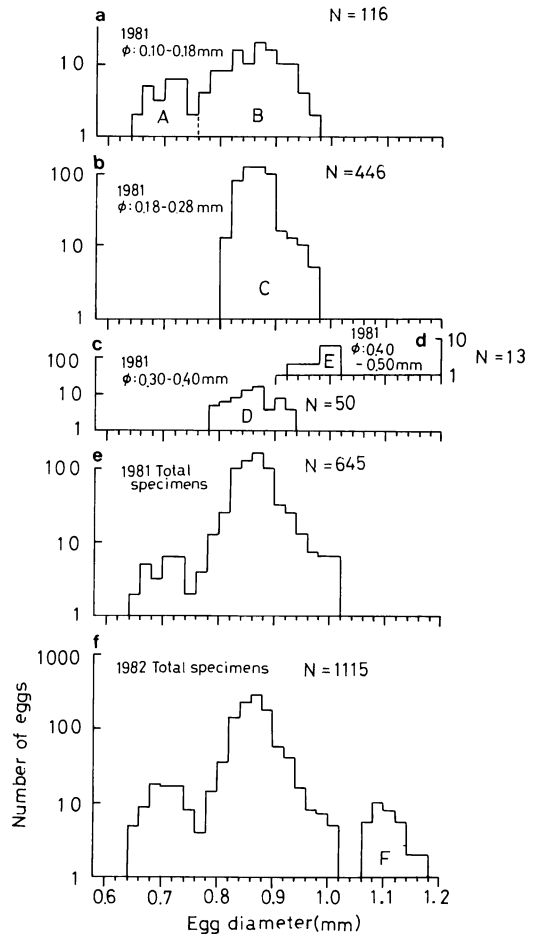


Fig. 3. Frequency distributions of egg diameter of type I eggs (no oil globules) collected in May, 1981 (a-e) and 1982 (f). a to d show frequency distributions by size group of oil globule (ϕ), and e and f show those of total eggs in 1981 and 1982. A to F represent possible size groups. Measurements were made for fixed materials.

は卵径 0.64–0.70 mm (A グループ), 0.80–0.98 mm (B グループ), 1.00–1.50 mm (C グループ), および発生が進み卵黄に黒色素のある卵径 1.00–1.10 mm (D グループ) の 4 グループに区分できた。C グループの後期卵は卵黄に黒色素がなく D グループと区分できた。

単一油球卵は卵径 0.54–0.80 mm (E グループ) と 0.80–0.96 mm (F グループ) の 2 グループに区分できた。

多油球卵は卵径 0.60–0.72 mm (G グループ), 0.82–0.94 mm (H グループ), 1.08–1.10 mm (I グループ) の 3 グループに区分できた。

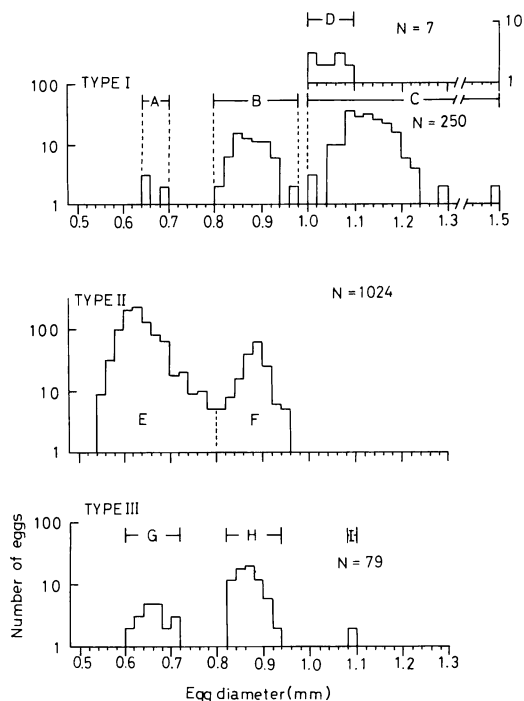


Fig. 4. Frequency distributions of egg diameters of three-type eggs (I-III) collected in August, 1979. Group D is discriminated from the similar size group C by the presence of melanophores on yolk. Measurements were made for fixed materials. Type I, eggs with no oil globules; Type II, eggs with a single oil globule; Type III, eggs with many oil globules.

ふ化実験では無油球卵で4種, 単一油球卵で15種, 多油球卵で3種の合計22種が出現した。

生存卵の卵径と固定不明卵のそれを比較して不明卵を構成する種類を推定すると次のようになった。Bグループはエソ科 sp. と Scorpaenidae-type 1 の合計2種, Cグループはトカゲエソ *Saurida elongata* とオニオコゼ科 Synanceiidae sp. (初期-中期卵)の2種, Dグループはオニオコゼ科 sp. (後期卵), Eグループはカマス属 *Sphyræna* sp., ヒイラギ属 *Leiognathus* sp., ヒメジ科 Mullidae sp., ホンベラ, キュウセン *Halichoeres poecilopterus*, ベラ科 Labridae sp., シロギス, ハタ科 Serranidae sp., Pinguipedidae-type 1, Scorpaenidae-type 2, *Sillago japonica*-type, 不明単一油球卵の Type 3 の合計12種, Fグループはハオコゼ, Scorpaenidae-type 3, 不明単一油球卵の type 4 の合計3種, Gグループはウシノシタ亜目 Soleoidei sp. 1, Hグループはササウシノシタ *Heteromycteris*

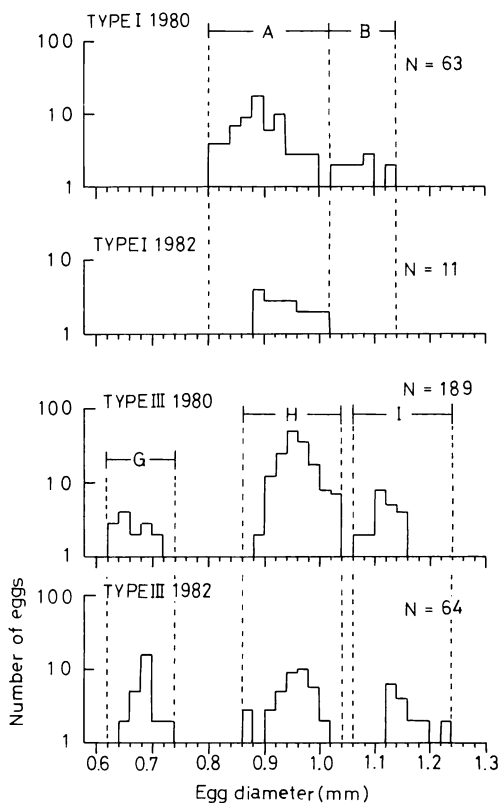


Fig. 5. Frequency distributions of egg diameter of type I (no oil globules) and III (many oil globules) collected in October, 1980 and 1982. Measurements were made for fixed materials.

japonica と *Opisthognathidae*-type の合計2種により構成されているものと推定された。

AグループおよびIグループは生存卵には出現しなかった。

10月 無油球卵, 単一油球卵, 多油球卵について検討した。固定卵の無油球卵と多油球卵の卵径頻度分布を Fig. 5に, 単一油球卵の卵径頻度分布を Fig. 6に示した。

無油球卵では卵径 0.80-1.02 mm (Aグループ)と 1.02-1.14 mm (Bグループ)の2グループに区分できた。単一油球卵では 0.60-0.70 mm (Cグループ), 0.70-0.82 mm (Dグループ), 0.82-1.12 mm (Eグループ), および 1.14-1.32 mm (Fグループ)の4グループに区分できた。多油球卵では 0.62-0.74 mm (Gグループ), 0.86-1.04 mm (Hグループ), 1.06-1.24 mm (Iグループ)の3グループに区分できた。

卵径範囲は年により若干相違がみられるが, 総体的には大きな差はなく, 経年的にはほぼ同じ卵径グループが出

現するものと推察された。

ふ化実験では無油球卵が2種、単一油球卵が9種、多油球卵が2種の合計13種が出現した。

生存卵の卵径と固定不明卵のそれを比較して固定不明卵を構成する種類を推定すると次のようになった。Aグループはエソ科 sp. と Scorpaenidae-type 1 の合計2種、Cグループは不明単一油球卵の type 5, 6 の合計2種、Dグループはササノハベラ、Eグループはアマダイ属 sp., タカノハダイ属 *Goniistius* sp., タイ科 Sparidae sp., Pinguipedidae-type 2, Scorpaenidae-type 3 の合計5種、Fグループはハウボウ科 sp. 2, Hグループは Opistognathidae-type, Iグループはウシノシタ亜目 sp. 2 により構成されていると推定された。B, Gグループは生存卵には出現せず、構成種の確認は困難であった。

考 察

油球数、卵径および油球径の区分により、若狭湾沿岸部に春から秋にかけて出現する固定不明卵は合計24グループに区分できた。

このうち生存卵のふ化実験により、単一種で構成されているため、グループの種名の特定が可能となったものが7グループ、数種で構成されており、種の特定は困難であるが不明卵の構成種の推定が可能となったものが13グループ、ふ化実験で確認できなかったものが4グループであった。このように、ふ化実験法を併用した場合、固定不明卵の構成種を推定する上では有効な方法であることが明らかとなった。特に10月のように出現する種類が比較的少ない時期には種名の特定が可能なものも多く、冬期(池田, 1983)の場合と同様、季節によっては特に有効な方法と考えられた。しかし、出現種類数の多様な春-夏期では不明卵の種名を特定することが困難な場合が多く、手法として限界が認められた。

一般に固定卵の同定で春から秋に出現する多油球卵をウシノシタ亜目、夏に出現する無油球卵をトカゲエソと推定している場合がある。今回の結果では前者に Opistognathidae-type, 後者にオニオコゼ科 sp. が含まれており、固定卵の観察のみによる種名の推定は危険度が高く、ふ化実験により海域の出現魚卵の構成を確認することが重要であることがうかがわれた。

ホルマリン固定による卵径の変化について水戸(1960b)は10%以内、福原(1979)はマダイ卵で最大約8%程度としている。今回の結果はこれに比べ卵径の収縮が小さく(0.13-1.85%), 生存卵と固定不明卵の卵径を比較する上で固定による変化はあまり大きな障害とはならない

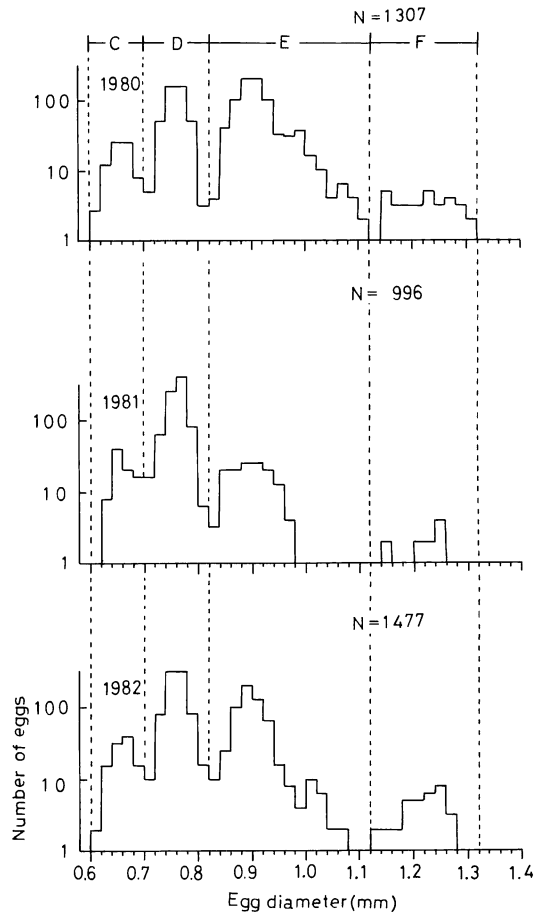


Fig. 6. Frequency distributions of egg diameter of type II (single oil globule) collected in October, 1980-1982. Measurements were made for fixed materials.

と考えられた。一方、油球径は同一卵径グループの中で特に著しい差があれば識別形質として用いることも可能であるが、その差が小さい場合は油球の変形、分裂、移動などによって識別困難であった。

同一種の卵径の季節変化は採集が長期にわたる場合、生存卵と固定不明卵を比較する上で大きな問題となる。これを解決するには固定卵の採集時には調査水域を代表するいくつかの調査点において生存卵を採集するか、あるいは1年間にわたり高頻度の採集をおこない、魚種ごとの卵径変化の特徴を把握しておくなどの必要がある。

筆者らは若狭湾のほかにも能登外海域、和歌山県外海域、瀬戸内海などでふ化実験を実施したが、それぞれの地域的特性、あるいは調査場所の特徴がみられた。例えば若狭湾と和歌山県を比較した場合、ともに夏期にはべ

ラ科が多く出現するが、若狭湾ではホンベラやキュウセンが主体であるのに対し、和歌山県側ではこれらの種も出現するが、種までの同定が困難な多様なベラ科卵が採集された。また、同じ若狭湾内においても、調査対象域が岩礁地帯の場合、7-9月に出現する卵径0.6-0.7mmの卵は、ベラ科(主にホンベラ)が主体であるのに対して、砂泥域ではシログスやヒイラギ属が主体となった。しかし、同じ海域でふ化実験を数年間にわたり継続した場合、優占種についてはほとんど変化はみられなかった。また固定卵についても卵径グループは経年的にはほぼ同じ大きさで構成されていた。これらの結果から同じ海域で長期にわたって調査を実施する場合、最低2年間にわたって高頻度のふ化実験を実施すれば、ほぼその水域で出現する優占種の季節的変遷の把握は可能と考えられる。

不明卵の種名推定の精度向上をはかるために利用可能な方法として卵膜や卵門の微細構造の観察による方法があるが(Hirai, 1988)、現状においてはまだ充分な知見の集積がない。今回のふ化実験による方法では、春-夏期にみられたように出現種の多様化する時期には比較すべき形質が少なすぎるため、同定法として十分とはいえない場合があり、今後卵膜の微細構造などの観察も含めた手法の検討を進める必要があると考えられる。

謝 辞

新日本気象海洋(株)大阪支店の関係者諸氏には試料採集や魚卵の選別に協力していただいた。論文作成においては東京大学海洋研究所原 政子技官のご協力をえた。(株)関西総合環境センター顧問松枝功喜氏には本研究当初より多大な御支援、御批判をいただいた。併せてここに感謝の意を表す。

引用文献

- 福原 修. 1979. ホルマリン固定によるマダイ卵稚仔の収縮について. 水産増殖, 27(3): 129-136.
- Hirai, A. 1988. Fine structures of the micropyles of pelagic eggs of some marine fishes. Japan. J. Ichthyol., 35(3): 351-357.
- 池田知司. 1983. 冬~春季の若狭湾沿岸に出現する無油球卵の同定. 水産増殖, 31(2): 81-87.
- 池田知司・水戸 敏. 1988. 卵と孵化仔魚の検索. 沖山宗雄編: 日本産稚魚図鑑, pp. 999-1083. 東海大学出版会, 東京.
- 水戸 敏. 1960a. 日本近海に出現する浮遊性魚卵および孵化仔魚の検索. 九州大学農学芸誌, 18(1): 71-94.
- 水戸 敏. 1960b. 浮遊性魚卵および孵化仔魚の同定について. 九州大学農学芸誌, 18(1): 61-70.
- 渡部泰輔. 1970. マサバの発育初期における形態・生態ならびに資源変動に関する研究. 東海区水産研究所報告, (62): 1-283.

(Received May 11, 1990; accepted November 27, 1990)