

ウナギ目魚類の卵期および前葉形仔魚期における油球の性状

浅野博利*・久保喜計*・林 久司**

Location and Numbers of Oil Globules in Unfertilized and Fertilized Eggs,
and Larvae in the Preleptocephalic Stage in the Order Anguilliformes

Hirotoshi ASANO*, Yoshikazu KUBO*, and Hisashi HAYASHI**

Synopsis

Most fish in the order Anguilliformes can be classified into three groups depending on whether oil globules present or not in unfertilized and fertilized eggs, and in larvae in the preleptocephalic stage period. In one group, eggs lack oil globules; in another group, eggs have a single large oil globule and, uncommonly, a few small oil globules; in the third, eggs have many small oil globules. In a study due to facilitate species identification of eggs and larvae collected in field investigations, we examined such oil globules in eggs and larvae more closely.

In all species, in four of the five families examined (Synphobranchidae, Congridae, Muraenesocidae, and Ophichthidae) oil globules were found in eggs still in the ovaries. The exception was Muraenidae, in which oil globules could not be found during oogenesis.

In artificially fertilized eggs examined, oil globules were decreased in number by fusion during developing period. Eggs of *Ariosoma anagoides* and *A. shiroanago major* (family Congridae) had only one large oil globule until optic vesicles appeared, well before hatching. However, in the same family, *Gnathophis nystromi nystromi* eggs had 12 to 40 oil globules just before hatching, with some moving toward the vegetal pole during development and later scattering again into the yolk sac. In *Mystriophis porphyreus* (family Ophichthidae), there were at least 20 oil globules before hatching, they moved as did those in *Gnathophis nystromi nystromi*.

In larvae of the preleptocephalic stage, *A. anagoides* and *A. shiroanago major* had an elongated oil droplet on the ventral edge of the anterior part of the yolk sac, with the longest dimension more than 5 times the eye diameter of larvae one day old. The droplet disappeared by the time the larvae were 5 days old. Early larval-stage *Gnathophis nystromi nystromi* (Congridae) and *Mystriophis porphyreus* (Ophichthidae) had a few oil globules, as did fertilized developing eggs of these species. In the former species, the oil globules had disappeared in larvae about 1 day old. Larva of the latter species had at least 20 oil globules at about 1 day of age, most of the oil globules were in the anterior part of the yolk sac.

It is difficult to presume details of the relationship between where oil globules are during oogenesis and where they are in fertilized eggs. When eggs still in the ovaries have a few small oil globules, they tended to have a few small oil globules after being fertilized. When eggs in ovaries had many oil globules moderate in size, they tended to have a single large oil globule and,

* 水産学科水産生物学研究室 (Lab. of Fish Biology, Dept. of Fisheries, Kinki Univ., Nakamachi, Nara 631, Japan)

** 日本メンテナンスエンジニアリング株式会社 (Nihon Maintenance Engineering Co., Ltd., Doshin 1-7-14, Kitaku, Osaka 530, Japan)

less commonly a few small oil globules after being fertilized.

I 緒 言

野外調査で採集される魚卵や仔稚魚は同定の困難なものがあり、種名の解明が進んでいない分類群も少なくない。ウナギ目魚類の採集卵は、分離浮性卵で卵膜に特殊な構造がなく、また囲卵腔が広いことなどの特徴を持ち、他の分類群からある程度識別されることが知られているが¹⁾、種の同定が行われているものはごく一部に過ぎない。なお、本目魚類の卵は、油球の性状から、油球のないもの、通常1個の大きな油球を持つもの、および多数の小さな油球を持つものの3型に大別されることが知られている¹⁻³⁾。

本研究では、特に油球の特徴に注目して、卵巢内の卵形成過程の卵、卵発生過程の卵および孵化直後の前葉形仔魚における油球の性状などについて比較観察し、ウナギ目魚類の卵・仔稚魚の同定に役立てる手掛かりを得ることを目的とした。

II 材料および方法

本研究に用いた材料は、下記の5科27種である。

ウツボ科 Muraenidae 1. トラウツボ *Muraena pardalis*, 2. ウツボ *Gymnothorax kidako*, 3. アミウツボ *G. reticularis*, 4. モバウツボ *G. richardsoni*, 5. アラシウツボ *Echidna delicatula*。

ホラアナゴ科 Synbranchidae 6. イラコアナゴ *Synbranchus affinis*, 7. コンゴウアナゴ *Simenchelys parasiticus*, 8. メクラアナゴ *Dysomma anguillare*。

アナゴ科 Congridae 9. ゴテンアナゴ *Anago anago*, 10. ハナアナゴ *Ariosoma anagoides*, 11. オオシロアナゴ *A. shiroanago major*, 12. メダマアナゴ *Parabathymyrus macrophthalmus*, 13. クロアナゴ *Conger japonicus*, 14. ギンアナゴ *Gnathophis nystromi nystromi*, 15. ニセギンアナゴ *G. n. ginanago*, 16. キツネアナゴ *Rhynchoconger ectenurus*, 17. ツマグロアナゴ *Rhechias retincta*, 18. アイアナゴ *Uroconger lepturus*。

ハモ科 Muraenesocidae 19. ハモ *Muraenesox cinereus*, 20. ハシナガアナゴ *Oxyconger leptognathus*。

ウミヘビ科 Ophichthidae 21. セレベスヒレアナゴ *Myrophis microchir*, 22. ホタテウミヘビ *Pisodonophis zophistius*, 23. ミナミホタテウミヘビ *P. cancrivorus*, 24. ゴイシウミヘビ *Myrichthys*

aki, 25. ムラサキウミヘビ *Mystriophis porphyreus*, 26. スソウミヘビ *Ophichthus urolophus*, 27. ダイナンウミヘビ *Ophisurus macrorhynchus*。

これらのうち11種(1, 2, 8, 9, 10, 11, 14, 17, 21, 25, 27)は1992~'93年に採集した試料で、卵の染色効果を比較するため、処置の直前まで生鮮状態で冷凍保存した後、摘出した卵巣を10%ホルマリンで固定したものをを用いた。残りの種類の卵巣摘出用試料は1973~'93年に採集し、当初から10%ホルマリンで固定し保存されていたものである。

油球の染色にあたっては、魚体から取り出した卵巣片や放出された卵を50%エタノールに1分間浸漬した後、スダンIVで1~3時間染色し、再び50%エタノールに1分間浸漬した。染色卵は5%ホルマリンで保存し、油球の観察は光学顕微鏡と実体顕微鏡を用いて行った。卵内部の観察は、ピンセットやメスで卵膜を破るか、または2枚のスライドグラスで押潰して行った(押潰し法)。また、一部の試料はゼラチンで包埋後、卵1個を取り出して凍結切片法により厚さ25 μ mの連続切片を作り、スダンIVで染色して観察した(切片法)。スダンIVによって、油球は濃赤色に、卵黄球は橙色に染色され、また核、仁、卵膜などは染色されなかった。なお、押潰し法による油球染色は、試料標本の保存期間、試料の厚み、染色液の透過性などによって、切片法に比べて幾分色調や形状の異なる場合が見られたが、油球の有無を判定するのに著しい支障とはならなかった。また、切片標本には油球の脱落痕と思われる空胞が観察されたが、押潰し標本との対応によって、それらの多くが脱落痕であると判定した。

ハナアナゴ、オオシロアナゴ、ギンアナゴおよびムラサキウミヘビの4種については、人工受精によって卵と孵化仔魚を得た。

ハナアナゴは1992年と'93年の7月に、和歌山県串本町大島の定置網漁獲物中から採集し、本学水産研究所浦神実験場に持ち帰って飼育した。生殖腺刺激ホルモン(ゴナトロピン: 帝国臓器製薬)による催熟処理を行い、自然産卵により受精卵を得た('92年では媒精は乾導法を用いて受精卵を得た)。卵発生および孵化仔魚の飼育水温は1992年次では22.6~23.8°C, '93年次では24.8~25.6°Cであった。

オオシロアナゴの親魚の採集場所、ホルモン投与および飼育の方法は前種と同様である。また飼育水温は25.2~26.4°Cであった。

ギンアナゴは1993年8月に紀伊水道で操業する底曳網漁船の漁獲物中から採集した。船上で媒精させて受精卵を得た。飼育水温は24.0~26.3°Cであった。

ムラサキウミヘビは1992年8月に、ギンアナゴと同様の方法で採集し、船上で媒精して受精卵を得た。飼育水温は24.6~26.2°Cであった。

III 結 果

卵期における油球の有無

各魚種の卵について卵径群別に示すと Table 1 の通りである。卵径0.2 mm 以下の卵では、油球を持つ

ものと持たないものが観察された。

a) 未受精卵 (Table 1, Figs. 1-4)

5科27種について観察した。ウツボ科の5種ではいずれも油球は認められなかった。特にモバウツボでは、初期の卵母細胞卵から完熟卵まで観察したが、油球は見られなかった。

ホラアナゴ科の3種、アナゴ科の10種、ハモ科の2種およびウミヘビ科の7種では油球が確認された。また、ハナアナゴ、オオシロアナゴおよびセレベスヒレアナゴにおいて、排卵後の未受精卵にもすべて油球が認められた。

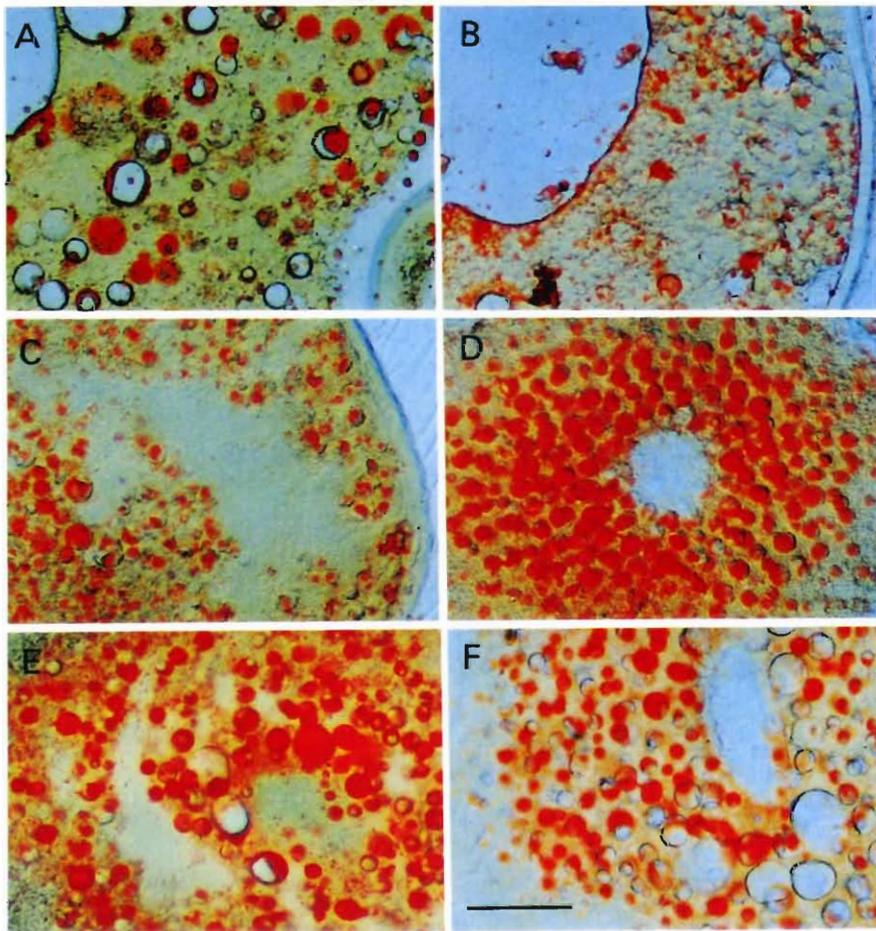


Fig. 1 Micrographs of frozen sections of eggs in ovaries of 3 species of Synphobranchidae and 3 species of Congridae. Sudan IV staining. Scale bar indicates 100 μ m.

A, *Simenchelys parasiticus*, egg diameter 1.02 mm; B, *Synphobranchus affinis*, 1.02 mm; C, *Dysommna anguillare*, 0.74 mm; D, *Anago anago*, 0.65 mm; E, *Artiosoma anagoides*, 0.85 mm; F, *A. shiroanago major*, 0.85 mm. A to D and F, Oocytes in secondary oil globule stage; E, Oocyte in migratory nucleus stage.

Table 1. Findings of oil globules in 27 species of Anguilliformes

Family, species	Finding of oil globules in eggs with diameter (mm) of :															
	0.0 to <0.2	0.2 to <0.4	0.4 to <0.6	0.6 to <0.8	0.8 to <1.0	1.0 to <1.2	1.2 to <1.4	1.4 to <1.6	1.6 to <1.8	1.8 to <2.0	2.0 to <2.2	2.2 to <2.4	2.4 to <2.6	2.6 to <2.8	2.8 to <3.0	3.0 to <3.2
Muraenidae																
<i>Muraena pardalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gymnothorax kidako</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>G. reticularis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>G. richardsoni</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Echidna delicatula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Synphobranchidae																
<i>Synphobranchus affinis</i>	±	+	+	+	+	+	+									
<i>Simencheilus parasiticus</i>	-	+					+	+								
<i>Dysomma anguillare</i>	±	+	+	+												
Congridae																
<i>Anago anago</i>	±	+	+	+												
<i>Ariosoma anagoides</i>	±	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>A. shiroanago major</i>	±	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Parabathymyrus macrophthalmus</i>					+	+										
<i>Conger japonicus</i>	±	+														
<i>Gnathophis nystromi nystromi</i>	±	+	+	+	+	+										
<i>G. n. ginanago</i>	-	+	+	+												
<i>Rhynchoconger ectenurus</i>	±	+	+	+	+	+										
<i>Rhechias retrotincta</i>	-	±	+	+			+	+								
<i>Uroconger lepturus</i>			+	+	+											
Muraenesocidae																
<i>Muraenesox cinereus</i>	±	+	+	+	+	+										
<i>Oxyconger leptognathus</i>	±	+	+													
Ophichthidae																
<i>Myrophis microchir</i>							+	+	+							
<i>Pisodonophis zophistius</i>	±	+	+													
<i>P. cancrivorus</i>		+	+													
<i>Myrichthys aki</i>	±	+	+	+	+	+										
<i>Mystriophis porphyreus</i>	±	+			+	+	+	+	+							
<i>Ophichthus urolophus</i>	±	+		+	+											
<i>Ophisurus macrorhynchus</i>	±	+	+	+												

Upper row for each species: findings from pressed eggs. Lower rows: findings from eggs sectioned frozen. +, found in all eggs; -, not found in any egg examined; ±, found in some eggs and not in others. □, ovulation egg; ○, fertilized egg.

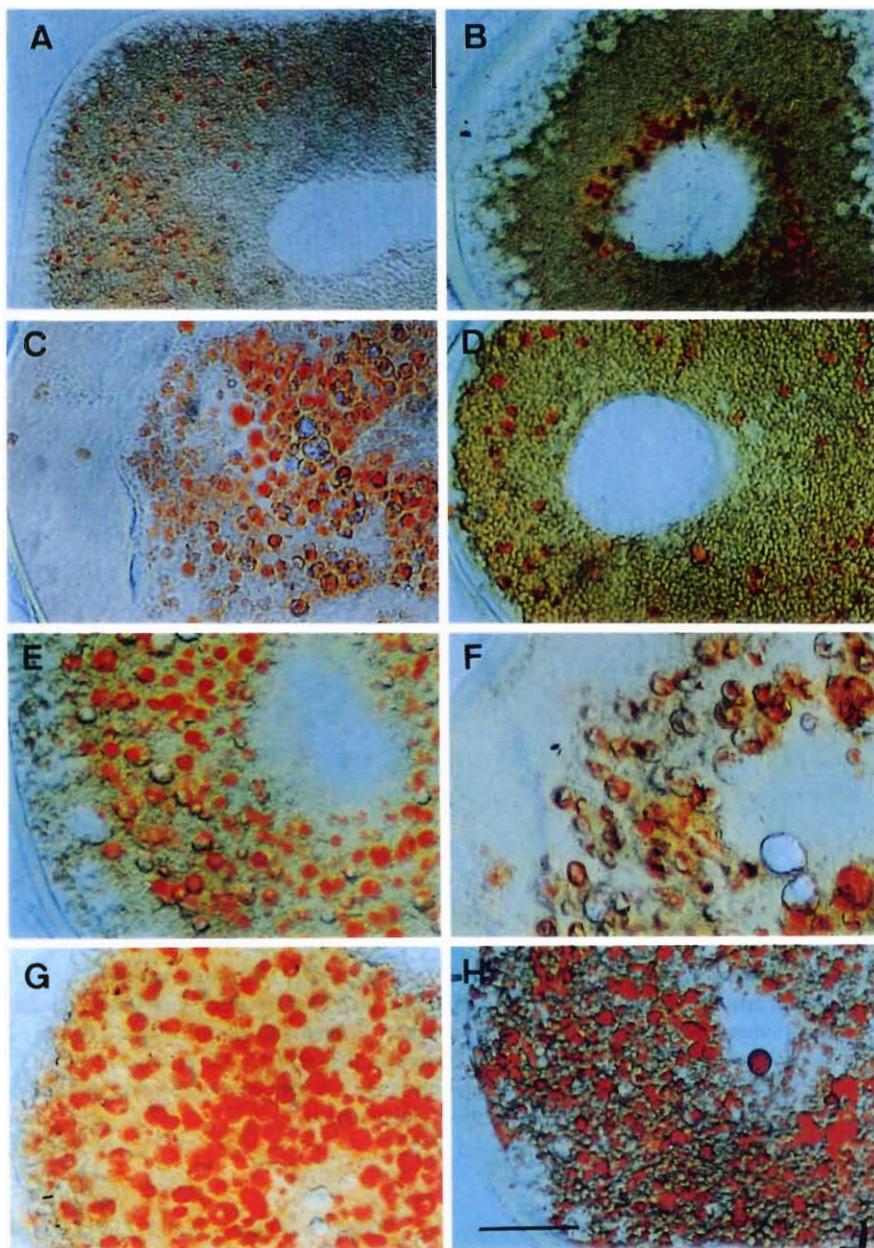


Fig. 2 Micrographs of frozen sections of eggs in ovaries of 4 species of Congridae, 1 species of Muraenesocidae and 3 species of Ophichthidae. Sudan IV staining. Scale bar indicates 100 μm .

A, *Gnathophis n. nystromi*, egg diameter 0.80 mm ; B, *G. n. ginanago*, 0.59 mm ; C, *Rhynchoconger ectenurus*, 0.64 mm ; D, *Rhechias retrotincta*, 0.54 mm ; E, *Muraenesox cinereus*, 0.76 mm ; F, *Myrichthys aki*, 1.05 mm ; G, *Ophichthus urolophus*, 0.80 mm ; H, *Ophisurus macrorhynchus*, 0.72 mm. B, Oocyte in primary oil globule stage ; C, D and F to H, Oocytes in secondary oil globule stage ; A and E, Oocytes in tertiary oil globule stage.

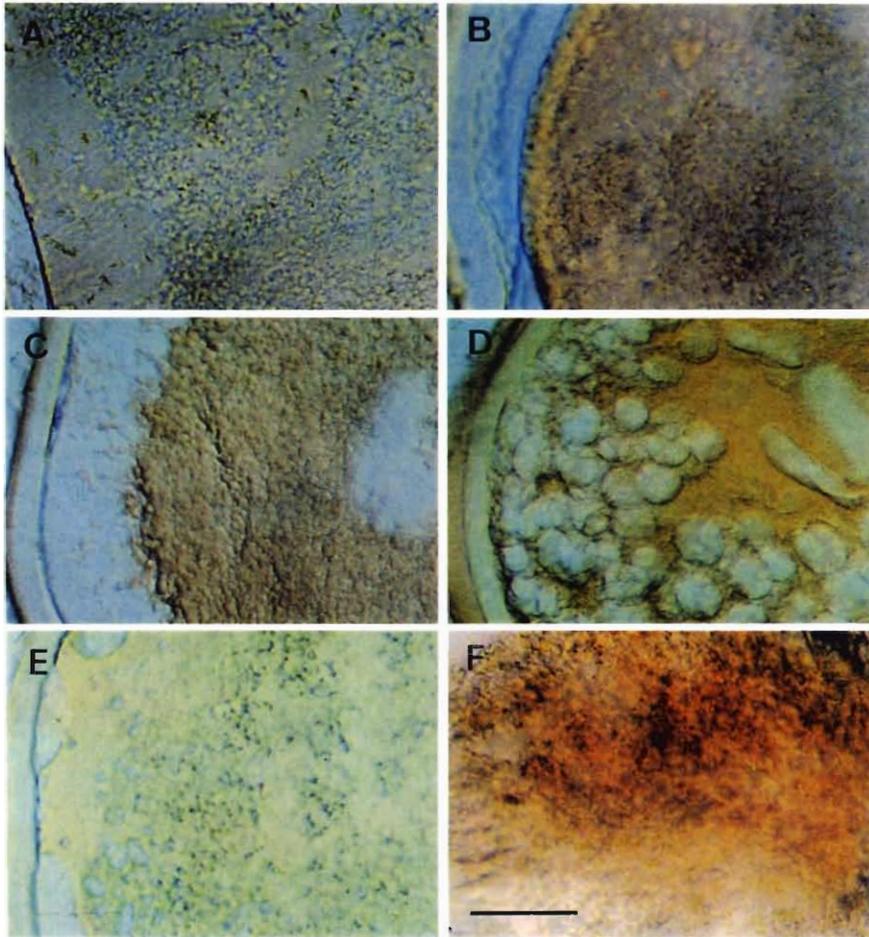


Fig. 3 Micrographs of frozen sections (A to E) and pressed (F) eggs in ovaries of 5 species of Muraenidae. Sudan IV staining. Scale bar indicates 100 μ m. A, *Muraena pardalis*, egg diameter 1.25 mm; B, *Gymnothorax kidako*, 1.30 mm; C, *G. reticularis*, 1.12 mm; D, *G. richardsoni*, 1.55 mm; E, *Echidna delicatula*, 1.25 mm; F, *G. kidako*, 1.54 mm. C, Oocyte in primary to secondary oil globule stage; A, Oocyte in secondary oil globule stage; B, D and E, Oocyte in tertiary oil globule stage.

b) 受精卵 (Table 1, Fig. 5)

人工受精を行ったハナアナゴ、オオシロアナゴおよびギンアナゴのアナゴ科3種とウミヘビ科のムラサキウミヘビについて観察したところ、いずれにも油球が認められた。

卵期における油球の形状

a) 未受精卵 (Figs. 1~4)

魚種によって観察卵の成熟段階は異なっていたため直接比較することは出来ないが、油球の形状には種内の変異や種間の相異が見られた。

ホラアナゴ科のコンゴウアナゴとイラコアナゴの油球は (Fig. 1, A・B), 卵の中心部の大油球 (図中の空胞部が脱落痕に当たる) と周辺部に散在する多数の小油球からなる。両種とも卵径 1 mm 以下の小さな卵では大油球は認められなかった。メクラアナゴ卵はこれらの2種に比べると相対的に小さい (Table 1)。油球数は多いが全体的に小さく、大油球はみられなかった (Fig. 1, C)。

アナゴ科のゴテンアナゴ、ハナアナゴおよびオオシロアナゴの卵には (Fig. 1, D・E・F), いずれ

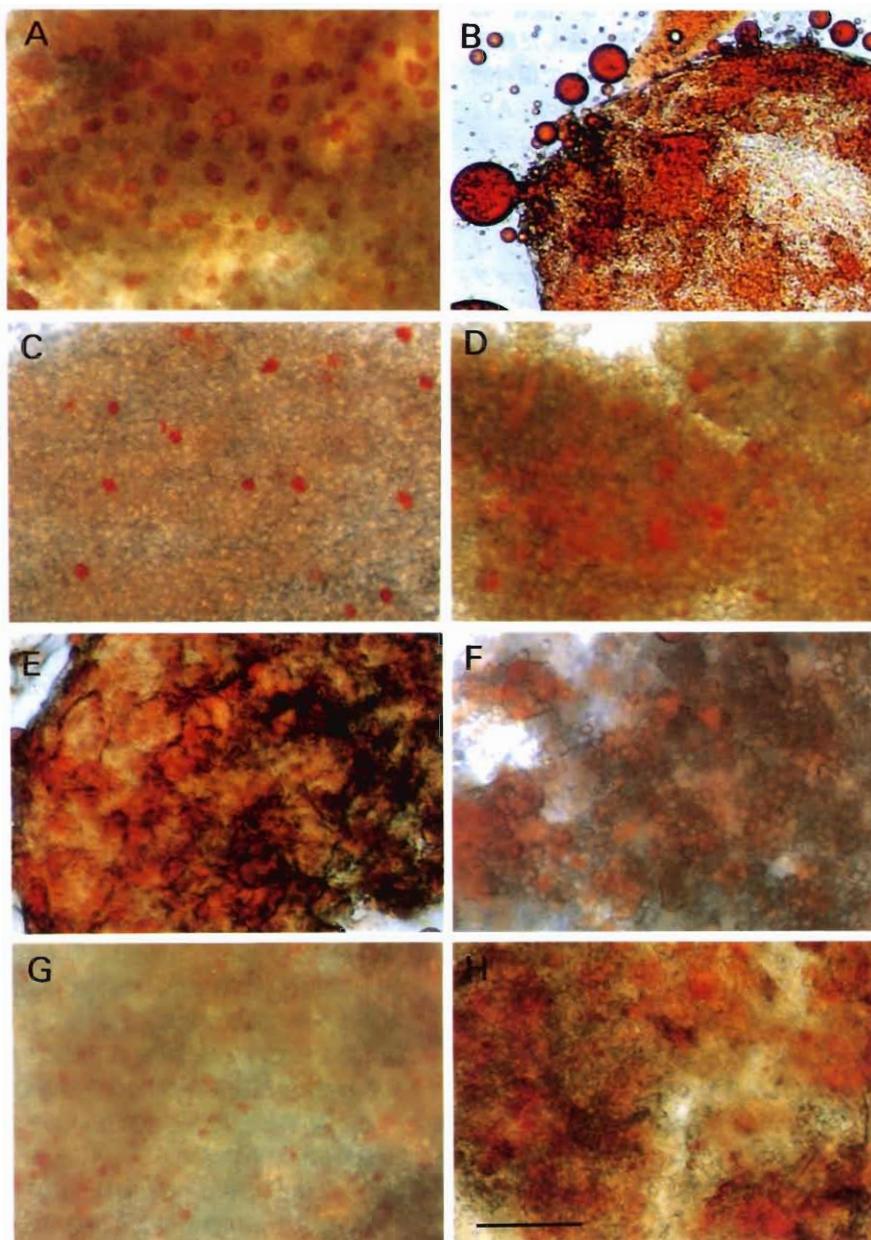


Fig. 4 Micrographs of pressed eggs in ovaries of 3 species of Congridae, 2 species of Muraenocidae and 3 species of Ophichthidae. Sudan IV staining. Scale bar indicates 100 μ m.

A, *Parabathionyx macrophthalmus*, egg diameter 0.74 mm; B, *Conger japonicus*, 0.32 mm; *Uroconger lepturus*, 0.90 mm; D, *Muraenosox cinereus*, 0.98 mm; E, *Oxyconger leptognathus*, 0.44 mm; F, *Pisodomophis zophistius*, 0.66 mm; G, *P. cancrivorus*, 0.53 mm; H, *Myrichthys aki*, 0.48 mm.

も多数の油球が高密度に認められる(径6~43 μm)。ギンアナゴでは卵黄球の蓄積の進んだ卵径0.4 mm以上の卵でも油球径は6~11 μm で相対的に小さく、その数も少く散在的である(Fig. 2, A)。ニセギンアナゴ、キツネアナゴおよびツマグロアナゴの卵でも(Fig. 2, B・C・D), 油球径は相対的に小さく(径8~22 μm)、ニセギンアナゴ(第1次卵黄球期)では核のまわりに偏在し、キツネアナゴ(第2次卵黄球期)では幾分高密度に分散し、ツマグロアナゴ(第2次卵黄球期)ではまばらに存在した。なお、押潰し観察によるメダアナゴ、クロアナゴおよびアイアナゴの卵では(Fig. 4, A・B・C), いずれも油球が認められたが、メダアナゴではやや密に、アイアナゴではまばらに分散した。また、クロアナゴ(Fig. 4, B)では卵径が小さいが崩壊や脱落油球がみられた。

ハモ科のハモ卵では(Fig. 2, E), 油球は分散し(径10~27 μm)、相対的に数も多い。やや大きい押潰し卵でも類似の油球像が観察された(Fig. 4, D)。ハシナガアナゴの押潰し卵(Fig. 4, E)は、ハモ卵に比べて幾分小型の卵であったが、油球の形状はハモのそれと類似していた。

ウミヘビ科のゴイシウミヘビ、スソウミヘビおよびダイナンウミヘビの卵では(Fig. 2, F・G・H), 油球径は7~47 μm で、相対的に数も多い。なお、ゴイシウミヘビ卵の卵径は小さいが、押潰し卵では分散した油球が多数認められた(Fig. 4, H)。ホタテウミヘビとミナミホタテウミヘビの押潰し卵でも(Fig. 4, F・G), 散在する小油球が認められた。セレベスヒレアナゴからは、排卵によって腹部が著しく膨満した親魚から容易に半透明卵が搾出された。無処理の状態でも観察しても多数の油球が認められ、また比較的大きな油球を数個含んでいた。

b) 受精卵

ハナアナゴ、オオシロアナゴ、ギンアナゴおよびムラサキウミヘビについて観察した。ハナアナゴの観察結果は年次(1992, '93年)によってかなり変動が見られたが、ここでは主に1993年の調査結果に基づいて記述した。

ハナアナゴでは未受精卵における卵径は1.18±0.04 mm(固定後の卵100個の平均)で、油球が約140~230個(油球径10~80 μm)であった(Fig. 5, A 1)。囲卵腔がまだ広がっていない卵(受精後18分)では、油球数は15~30個(径20~180 μm)であった(1992年)。囊胚期(受精後8時間)に達すると、油球は融合し、植物極側に1個の大油球と3個の小油

球が形成された(Fig. 5, A 2)。小油球の数は個々の卵によって変異し、これを伴わない卵は比較的少く、その他の観察卵では大油球(径270~300 μm)と共に1~24個の小油球(径30~70 μm 以下)が見られた。大油球は胚体に食道嚢が形成される頃(受精後約20時間)まで卵黄の下縁に位置して、ほぼ球形を呈するが(Fig. 5, A 3), この頃から変形し始め、腹面は扁平となり、次第に前後方向に伸長する。そして、胚体が卵内をほぼ一周する受精後約28時間では、大油球の長径は540 μm (Fig. 5, A 4)から820 μm に達するものもあった。なお、本種の大部分の卵は受精後約27~36時間で孵化した。

オオシロアナゴの未受精卵の卵径は1.19±0.04 mm(固定後の卵100個の平均)であった。囲卵腔がまだ完全に広がっていない卵(受精後約30分)では、油球数が約60個(径20~110 μm)であった(Fig. 5, B 1)。受精後10.5時間の囊胚期卵では、油球は植物極側で1個の大油球(径270~290 μm)に融合した(Fig. 5, B 2)。受精後19.3時間の食道嚢形成期になると、油球は変形を始め、ハナアナゴと同様に腹面が扁平になった。受精後23時間の心拍開始期になると、油球は縦扁して前後方向に伸長し始めた(Fig. 5, B 3)。受精後約33.5時間で、胚体が卵内をほぼ一周する頃になると、大油球は著しく伸長した(Fig. 5, B 4)。なお、本種の卵は受精後約31~33時間で孵化が始まり、大部分のものは38時間までに孵化した。

ギンアナゴでは囲卵腔が形成された受精卵の卵径は1.62~1.89 mm(卵105個)、卵黄径は1.28~1.40 mm(卵84個)であった。受精後3.8時間の桑実胚期卵では多数の油球が認められ、多くのものは植物極側に集まっていたが、胚盤の下面にも数個の油球が見られた。受精後7.7時間の囊胚期卵でも、油球数は約60~140個と多数認められたが、その大きさは径10~90 μm の小油球であった(Fig. 5, C 1)。囊胚期から胚体出現期(受精後約11~15時間)において、油球は植物極に10数個集まり塊を形成したが、稀に卵内に散在するものも見られた(Fig. 5, C 2)。受精後約16~17時間の眼胞形成期になると、植物極に集合していた油球は再び卵内に分散した(Fig. 5, C 3)。受精後約47時間で、胚体が卵内を一周する卵では、油球は約12~40個に減少した(Fig. 5, C 4)。なお、大部分の卵は受精後約52~64時間の間に孵化した。

ムラサキウミヘビでは囲卵腔形成時の受精卵の卵径は2.58~3.19 mm(卵14個)、卵黄径は1.82~2.11

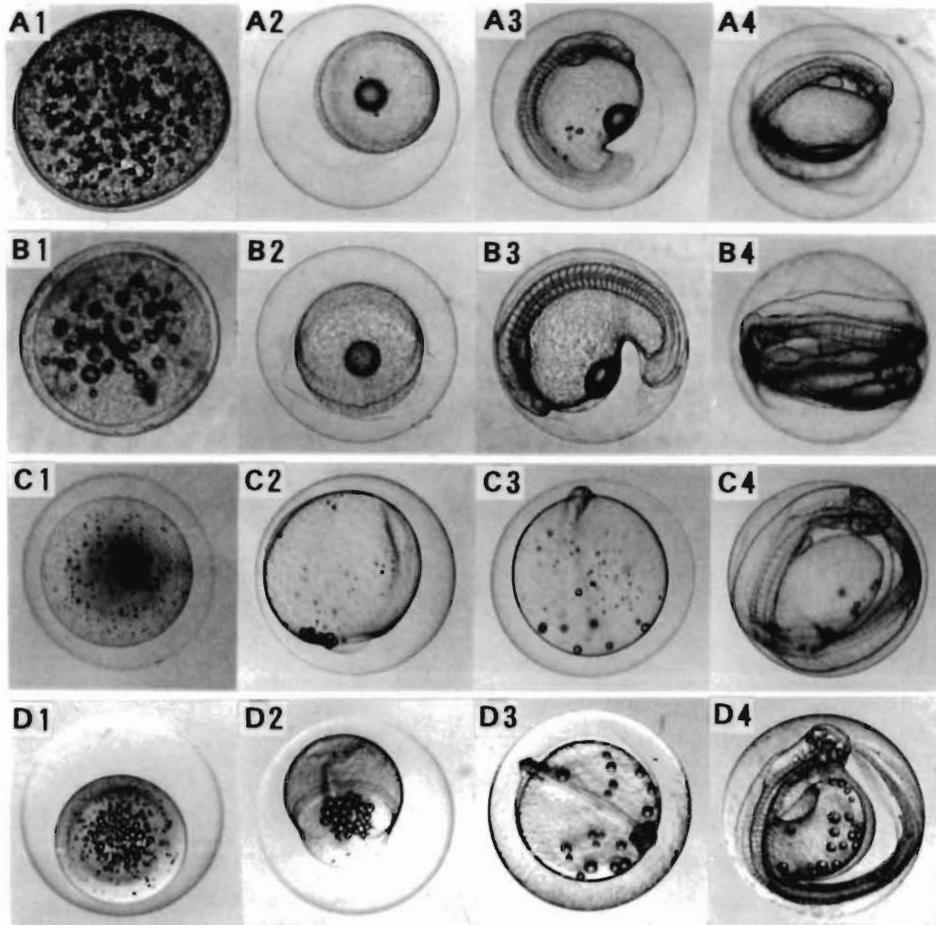


Fig. 5 Location and numbers of oil globules in eggs of 3 species of Congridae and 1 species of Ophichtidae.

A, *Ariosoma anagoides* (1. unfertilized egg; 2. gastrula stage, 8 h after insemination; 3. stage of esophageal pouch formation, 20.4 h; 4. one-cycle embryo within egg, 28.1 h); B, *Ariosoma shiroanago major* (1. stage of perivitelline space formation, 0.5 h; 2. gastrula stage, 10.5 h; 3. stage of heart pulsation, 23 h; 4. one-cycle embryo within egg, 33.6 h); C, *Gnathophis n. nystromi* (1. gastrula stage, 7 h; 2. stage of embryonic body formation, 14.4 h; 3. stage of optic vesicle formation, 16.9 h; 4. one-cycle embryo within egg, 47.1 h); D, *Mystriophis porphyreus* (1. gastrula stage, 10.3 h; 2. stage of embryonic body formation, 16.6 h; 3. stage of optic vesicle formation, 24.6 h; 4. one-cycle embryo within egg, 61.7 h).

mm (卵18個)であった。受精後約10時間の囊胚期卵では、油球は89~182個あり植物極側に集まっていた。油球径は10~170 μm で50 μm 以下の小油球が多かった (Fig. 5, D 1)。受精後17時間前後の胚体形成期卵になると、ほとんどの油球は植物極に集合し、塊を形成した。この時期には油球数は減少して29~35個となり、また油球径は20~180 μm で、80

μm 以下の小油球は極めて少なくなった (Fig. 5, D 2)。受精後約24時間の眼胞形成卵になると、植物極に集まっていた油球は分散するが、まだ植物極側に多く、27個が数えられた (Fig. 5, D 3)。さらに、受精後約62時間で、胚体が卵内をほぼ一周する卵では、1~数個の油球が遊離尾部の卵黄内にも分散していた (Fig. 5, D 4)。なお、観察に供した全ての

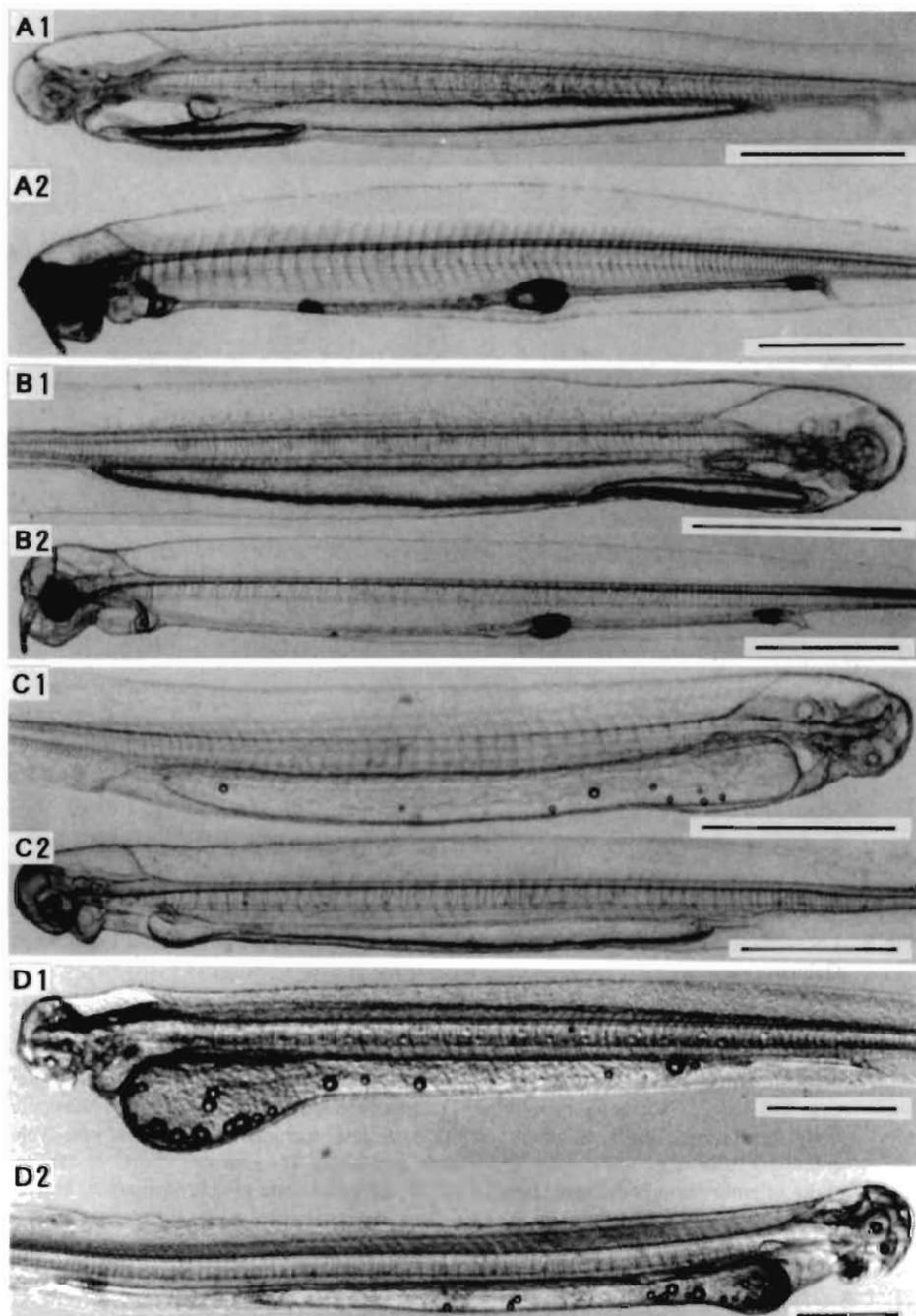


Fig. 6 Location and numbers of oil globules in larvae in the preleptocephalic stage of 3 species of Congridae and 1 species of Ophichthidae. Scales each indicate 1 mm.

A, *Ariosoma anagoides* (1. 6.14 mm TL, 23.5 after hatching; 2. 6.84 mm TL, 74.7 h);
 B, *A. s. major* (1. 5.06 mm TL, 12.5 h; 2. 7.32 mm TL, 75.5 h); C, *Gnathophis n. nystromi* (1. 5.69 mm TL, 1.8 h; 2. 6.57 mm TL, 27.8 h); D, *Mystriophis porphyreus* (1. 8.72 mm TL, 4.6 h; 2. 10.90 mm TL, 33.5 h).

卵は受精後約74～84時間で孵化した。

前葉形仔魚期における油球の性状

人工受精卵から孵化仔魚を得たハナアナゴ、オオシロアナゴ、ギンアナゴおよびムラサキウミヘビについて観察した。

ハナアナゴの孵化後1.1～1.3時間以内の仔魚（3尾：全長3.87～4.37 mm）では、大油球は卵黄の前端部に位置して伸長し、その長径は930～1180 μm （眼径の約5倍）であった（Fig. 6, A 1）。孵化後4日目の仔魚では油球は短縮し（Fig. 6, A 2）、やがて吸収されて消滅した。

オオシロアナゴでもほぼ同様の経過を示した。孵化後3.1～3.7時間以内の仔魚（2尾：全長3.90～4.05 mm）では、卵黄の前端部に位置する大油球は長径が930～940 μm （眼径の5倍以上）であったが、12.5～12.8時間以内の仔魚（2尾：全長4.90～5.06 mm）では、大油球の長径は1050 μm （眼径の約5倍）となった（Fig. 6, B 1）。孵化後4日目の仔魚では油球は著しく短縮していた（Fig. 6, B 2）。

ギンアナゴでは、孵化仔魚の卵黄内にも多数の小油球が散在していた。孵化後2.3～4.5時間以内の仔魚（2尾：全長5.05～5.49 mm）では、油球径10～80 μm の小油球が卵黄全長にわたって約8～25個残存していた。孵化後8時間以内の仔魚でも、9個の残存油球が卵黄内に広がって認められた（Fig. 6, C 1）。しかし、孵化後2日目の仔魚になると油球は認められなくなった（Fig. 6, C 2）。

ムラサキウミヘビでは孵化後4.1～6.3時間以内の仔魚（4尾：全長8.72～9.11 mm）では、卵黄内に油球径60～150 μm の小油球が20～33個卵黄内に広く分散した（Fig. 6, D 1）。本種のうち最も長く生存した2日目の仔魚（全長10.90 mm）では、25個以上の小油球が分散していた（Fig. 6, D 2）。

IV 考 察

ウナギについては卵形成の周辺仁期と卵黄胞期の間に油球期が区分され、また胚胞移動期になると油球は融合して次第に大きくなり、植物極側に分布することが明らかにされている⁴⁾。さらに、人工受精卵の卵発生の経過や孵化直後の仔魚における油球の性状についても詳しい研究報告がなされている⁵⁻⁷⁾。野外採集によって得られる受精卵を飼育し、得られた孵化仔魚から同定された種類は、ウナギ目魚類においても既往の研究で多数知られているが^{3,8)}、同定に疑問のあるものや上位分類群にとどめられているも

のも少なくない。日本産ウナギ目魚類では、ウナギの他にはハモ⁸⁻¹¹⁾とウツボ¹²⁾について人工受精が行われ、油球の性状が明らかにされているに過ぎない。既往の研究も含めて、数少ない魚種についての実験結果ではあるが、卵形成過程に油球をもつ種類は、卵発生の過程や孵化仔魚にも油球が存在するものと考えられる。したがって、既知種の卵巣内卵の油球に関する知見を蓄積することによって、未知の野外採集卵や孵化仔魚の油球の有無と対応させ、同定の手掛かりとすることが可能であると考えられる。

しかし、ヨーロッパウナギ *Anguilla vulgaris* の約50 cmの若ウナギの卵巣には、きまってほんの少しの脂肪が含まれ、卵には油球がなく、またこの大きさの個体の大型卵巣卵は直径約0.2～0.25 mmであった¹³⁾。本研究においても、油球が存在すると判定されるほとんどの種類で、卵巣内の卵径が0.2 mm以下では油球が確認されない場合もあった。日本産ウナギの卵の油球期は卵径0.1 mmを越える頃からとされるが⁴⁾、上記の点を考慮すると、油球の有無の判定は、卵径0.2 mm以上の卵巣卵を用いて行うのが妥当であると考えられる。

油球数による型区分は、一般的にはA. 油球なし、B. 油球1個およびC. 油球多数の3型に大別される。調査魚種中には、1個の大油球だけを持つ卵、大油球の他に数個の小油球を伴う卵が見うけられるが、これらは大油球を持つという特性を重視して、B型に含めるのが妥当であると考えられる。

卵形成から卵発生の過程を通じ、油球は融合して次第に大きくなり、その数が減少する。この過程における油球数の型区分（特にB型とC型）が、個々の魚種でどのように変化するかを推測することは一般的には困難である。それにしても、卵形成期の卵の油球が相対的に小さく、かつ数も少ないもの（油球の容量が全体的に小さいもの：例、ギンアナゴ）では卵発生の卵は油球多数（C型）となる傾向がうかがえる。ニセギンアナゴやツマグロアナゴ（Fig. 2, B・D）はこれに該当すると推定される。一方、油球の容量が著しく大きい卵は、ハナアナゴやオオシロアナゴのように大油球1個（B型）になる傾向がうかがえる。しかし、この推定には今後の調査結果の蓄積が必要である。

本研究ではウツボ科の5種はすべて油球をもっていなかった。*Gymnothorax nigromarginatus*¹⁴⁾、*Muraena herena*¹⁵⁻¹⁷⁾、*Muraena* spp.^{18,19)}においても油球は見られていない。油球の欠除はウツボ科だけでなく、ウナギ科^{13,17)}、アナゴ科^{17,20,21)}、クズアナゴ科 *Nettastomatidae*^{15,22)}、ホラアナゴ科²³⁾ などにも報告

されている。しかし、ウツボ科では報告例がすべて油球欠除種である。このことは、油球の欠除はウツボ科に共通する特徴の1つと考えられる。なお、ウツボ科では精子の頭部が球形で、カライワシ上目内(ウツボ科以外のウナギ目を含み、頭部は鎌型)で特異的である²⁴⁻²⁷⁾。卵との直接の関連性は不明であるが、興味ある特徴である。ギンアナゴとムラサキウミヘビは油球多数卵で、受精卵の卵内発育過程に油球の塊を形成するが、類似の特徴はウミヘビ科 No.5 やウナギ目 No.7 の卵³⁾、ハモ³⁾、*Ophisurus serpens*¹⁶⁾ などでも記述または図示されている。また、アナゴ科のハナアナゴとオオシロアナゴで観察された卵発生の後期や孵化直後の仔魚(前葉形仔魚期以内)の伸長した大油球は、EIGENMANN²⁸⁾ の Fig. 4, Figs. 6~8 に示される仔魚、NAPLIN and OBENCHAIN²⁹⁾ による *Pisodonophis cruentifer* (ウミヘビ科)の受精卵および孵化仔魚、BEEBE³⁰⁾ や SCHMIDT³¹⁾ による *Nessorhamphus ingolfianus* (ヘラアナゴ科)の孵化仔魚、日本産ウナギの孵化仔魚^{7,32)} などで記述や図示されている。このような油球の性状は、分類群内の特徴や分類群間の相互の類縁性を推定する上にも重要な手掛かりになると考えられる。本研究においては、ウツボ科以外の調査魚種に油球の存在が確認されたが、既往の研究結果を含めると、多くの分類群は油球の性状が多様であり、油球数の型区分で3型にわたっている。野外調査で採集される卵や前葉形仔魚の同定にあたって、油球の性状をより有効に利用することが期待される。そのためには、卵期の初期においては油球の性状と特に卵黄径を、また卵発生中の卵や孵化仔魚においては食道嚢や筋節数の発達などを関連づけて考慮に入れ、多くの分類群の代表種について同定の基礎となる知見を蓄積することが望まれる。

V 謝 辞

本研究をすすめるにあたり、本学水産研究所浦神実験場の熊井英水博士、中村元二氏には、供試魚の採集や飼育に多大の御協力と御指導を得た。和歌山県雑賀崎漁業協同組合の東出 智氏、大崎漁業協同組合の西村龍義氏、田ノ浦漁業協同組合の池田義忠氏には、底曳網漁船への乗船に御協力を得た。また供試魚の採取や卵・孵化仔魚の飼育には本学大学院生瀬岡 学氏の協力を得た。ここに記して心から感謝の意を表す。

VI 引用文献

1) 池田知司・水戸 敏：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（1988）
- 2) 水戸 敏：九州大学農学部学芸雑誌，18(1)，71~94（1960）
 - 3) 水戸 敏：九州大学農学部学芸雑誌，18(3)，285~310（1961）
 - 4) 山本喜一郎・大森正明・山内皓平：日本水産学会誌，40(1)，9~15（1974）
 - 5) K. YAMAMOTO and K. YAMAUCHI: *Nature* (5472)，220~222（1974）
 - 6) 山本喜一郎・山内皓平・春日清一：日本水産学会誌，41(1)，21~28（1975）
 - 7) 山本喜一郎：サイエンス，6(5)，66~77(1976)
 - 8) 高井 徹：農林省水産講習所研究報告，8(3)，1~555（1959）
 - 9) 高井 徹：栽培漁業技術開発研究，8(1)，77~82（1979）
 - 10) 広川 潤・藤本 宏：栽培漁業技術開発研究，16(1)，17~24（1987）
 - 11) A. UMEZAWA, T. OTAKI, J. HIROKAWA, K. TSUKAMOTO and M. OKIYAMA: *Japan. J. Ichthyol.*, 38(1)，35~39（1991）
 - 12) 林原 毅：昭和61年度日本水産学会春季大会講演要旨集，日本水産学会，p.51（1986）
 - 13) M.P. FISH: *Science*, N.Y. 64, 455~456（1926）
 - 14) B. ELDRED: *Fla. Bd. Conser. Mar. Lab.*, Leaf. Ser. Vol. 4, pt. 1, No. 13, 1~16（1969）
 - 15) J. SCHMIDT: *Medd. Komm. Havunders.*, ser. Fiskeri., 4(2)，1~13（1913）
 - 16) J.D. HARDY, Jr.: *U.S. Fish Wildl. Serv.*, Biol. Serv. Prog. FWS/OBS-78/12, 1~458（1978）
 - 17) U. D'ANCONA: *Fauna e Flora del Golfo di Napoli*, 38, 94~156（1931）
 - 18) P.N. GANAPATI and N.S. RAJU: *Curr. Sci.*, 32, 361~362（1963）
 - 19) P. BENSAM: *J. Mar. Biol. Ass. India*, 8(1)，181~186（1966）
 - 20) P.H.J. CASTLE: *J.L.B. SMITH Inst. Ichthy.*, Rhodes Univ. Special Publ., (5), 1~5（1969）
 - 21) P.H.J. CASTLE and D.A. ROBERTSON: *New Zealand Jour. Mar. & Freshwater Res.*, 8(1)，95~110（1974）
 - 22) L. SANZO: *Talassogr. Ital.*, 249, 10 pp.（1938）

- 23) N.S. RAJU and R.H. ROSENBLATT: *Copeia*, 1971 (2), 312~313 (1971)
- 24) C. MATTEI and X. MATTEI: Spermiogenesis and spermatozoa of the elopomorpha (teleost fish). In *the functional anatomy of the spermatozoon*, ed. B.A. AFZELIUS, pp. 211~222, Pergamon Press, Oxford (1974)
- 25) 日比谷 京: 養殖, 3(7), 12~14 (1966)
- 26) A. COLAK and K. YAMAMOTO: *Ann. Zool. Japan*, 47 (1), 48~54 (1974)
- 27) B.G.M. JAMIESON: Fish evolution and systematics: evidence from spermatozoa. pp. 122~134, Cambridge Univ. Press, New York (1991)
- 28) C.H. EIGENMANN: *Bull. U.S. Fish Comm.*, 21, 37~44 (1902)
- 29) N.A. NAPLIN and C.L. OBENCHAIN: *Bull. Mar. Sci.*, 30(2), 413~423 (1980)
- 30) W. BEEBE: *Zoologica (N.Y.)*, 20, 25~51 (1935)
- 31) J. SCHMIDT: *Vidensk. Medd. fra Dansk naturh. Foren.*, Bd. 90, 371~376 (1930)
- 32) 山本喜一郎・山内皓平・森岡孝朗: 日本水産学会誌, 41(1), 29~34 (1975)