

水槽内でのウミタナゴの出産と出生後の若魚の形態変化

櫻井 真・中園 明信

812 福岡市東区箱崎 6-10-1 九州大学農学部水産学第二教室

Parturition and Metamorphosis of the Young in the Viviparous Surfperch, *Ditrema temmincki*

Makoto Sakurai and Akinobu Nakazono

Fisheries Laboratory, Faculty of Agriculture, Kyushu University,
Hakozaki, Higashi-ku, Fukuoka 812, Japan

The parturition of 4 *Ditrema temmincki* females (153–162 mm TL, 1 year old), captured off Tsuyazaki (130°29'E, 33°47'N), northern coast of Kyushu, Japan, was observed in the aquarium using VTR from May 20 to 26, 1985. The 4 female released 6, 8, 8, and 10 embryos, respectively, within 1 or 2 days during the daytime. Of these, 29 were born alive and 3 dead. Just before and at parturition, respiration of the female became frequent and 2 white spots appeared on the female's side. At the initial phase of parturition of living embryos, the caudal fin appeared first from the gonopore. Within a minute to several hours, the caudal peduncle protruded and the embryo (51.4–58.2 mm TL) slipped out. It was also observed that several embryos were released successively at intervals of several seconds to about 10 minutes. The three dead embryos, 1 of which was degenerating, were extruded headfirst. The young formed an aggregation and fed immediately after birth. Female parents swam indifferently from their young and did not show parental care. Observations on metamorphosis of embryos taken out from the female revealed that the embryos just before parturition had ruddy body color and large fins with a developed capillary system and spatulate extensions at their margins. These embryonic features disappeared within 1 or 2 days after embryos were transferred into seawater.

ウミタナゴ科魚類は、北米西岸及び日本-韓国沿岸に生息する磯魚である。本科魚類は高度に進んだ胎生を示すため、生殖周期、胎児数や胎児の成長等に関する多くの研究がなされてきた (Hubbs, 1921; Turner, 1938; Triplett, 1960; Wiebe, 1968)。また、Webb and Brett (1972) は、卵巣内での胎児への栄養供給、ガス交換と胎児の形態の関係について詳細な観察を行っている。本科魚類は日本に2属3種が分布しており (大島, 1955; Yamane, 1964; Abe, 1969)、これらの生殖周期と胎児の成長が報告されている (内田, 1938; Ishii, 1957; 水江, 1961; Igarashi, 1961, 1962)。また、Hayase and Tanaka (1980a, b) はアマモ場におけるウミタナゴ科魚類3種の生態を、Nakazono et al. (1981) はウミタナゴ *Ditrema temmincki* の交尾生態について報告している。

一方、ウミタナゴ科魚類の出産については、Wiebe (1968) が *Cymatogaster aggregata*、内田 (1964) がオキタナゴ *Neoditrema ransonneti* について、水槽飼育中の親魚が逆子の胎児を出産することを報告しているが、これら

の観察は断片的なものである。筆者らの観察によると、北部九州沿岸では春先に腹部の膨れたウミタナゴの雌が岸近くの岩礁に現われる。それにやや遅れて、体色が赤味を帯びて鱗面積の大きい若魚が、群がりを作っているのが見られるようになる。これらのことは、出産が岸近くで行われること、出産直後の若魚の体色や形態は胎児の特徴を留めていることを示している。胎児がどのような時間的な間隔で産み出され、それらの個体がどの程度の遊泳力を持つかは被食の回避や摂餌など生態学的にも重要な意味を持つと考えられる。そこで本研究では、出産直前のウミタナゴ親魚を水槽中で飼育して出産させ、出産時の雌と胎児の行動、および出生前後の胎児の形態変化について検討したので報告する。

方 法

本研究では、卵巣内にあるものを胎児、産み出されたものを若魚と呼ぶことにする。

出産の観察 九州北西部の佐世保湾におけるウミタナゴの出産期は5月初めとされている(水江, 1961)。九州北岸に位置する福岡県宗像郡津屋崎町でも4月や5月に採集される多くのウミタナゴ雌は、卵巣内に発育した胎児を多数持つために腹部が膨れており、出産時期が近いことを示していた。そこで、1985年4月30日と5月10日に小型定置網によって漁獲されたウミタナゴのうち、腹部が膨れた雌15尾を水槽で飼育した。このうちの4尾を150l流水式水槽に1尾づつ収容し、VTRを用いて出産行動、出産時刻、産み出された若魚の数とその行動を詳細に観察して記録するとともに、産み出された若魚の全長、体長(標準体長)を測定した(出産観察 Nos. 1-4)。残りの11尾も300lの流水式水槽2槽で飼育し、出産を観察した。出産を終えた親魚は水槽から取り上げて全長を測定するとともに、鱗と耳石を採取してその年輪数を Mizue (1962) に従って判読し年齢を査定した。飼育中の親魚には冷凍オキアミ、または小型の生エビを投餌した。出産観察中の水温は18.7-20.1°Cであった。飼育実験中は日の出、日没時刻に合わせて水槽照明の点灯と消灯を行った。

出生直後の若魚の形態変化 出産に伴う胎児から若魚への形態変化を明らかにするために、生殖口から胎児の尾鰭がのぞいており出産直前と判断された雌(5月10日採集、全長162mm、1才)の卵巣から8尾の胎児を摘出し、100l流水式水槽で飼育した。一方、出産観察 No. 4で産み出された若魚6尾も150l水槽で飼育した。これらの若魚は出生後120時間の内に時間の経過を追って水

槽から取り上げて、肉眼および双眼実体顕微鏡下で体色や鰭の形態変化を観察するとともに、全長、体長、鰭面積(背鰭+臀鰭+尾鰭)を測定した。鰭面積は若魚全体を撮影した写真から、プランメーターを用いて各鰭の面積を測定して求めた。その測定値に基づき鰭面積率((背鰭+臀鰭+尾鰭面積)×100/鰭を除く体面積)の経時的変化について検討した。

結 果

水槽内でのウミタナゴの出産 出産観察 Nos. 1-4に用いた親魚の年齢と全長、出産日と時刻、産み出された若魚の尾数、若魚の全長と体長を Table 1 に示す。

親魚の年齢はいずれも1才で、全長はほぼ等しく153-162mmの範囲にあった。これらの親魚の出産は、5月20日から26日の間に観察された。出産を1-2日後にひかえた親魚は腹部が著しく膨れ、卵巣内の胎児の動きが親魚の腹部の動きとして外部からも観察されるようになった。さらに、この時期になると生殖突起が突出して充血し、桃色を呈した。出産時にはまず、生殖口から胎児の尾鰭先端が現われた (Fig. 1A)。この状態が普通1分から数時間続く。胎児の尾柄部まで生殖口の外部へ現われると (Fig. 1B)、親魚は水槽内を落ち着きなく泳ぎ回るようになり、胎児はこの後約1分の間に産み出された。胎児は体の一部が海水中に現われても動かない場合と、海水中に現れた体を激しくくねらせて (Fig. 1C, D) 親魚から離れる場合が見られた。親魚はすばやく泳ぎ回

Table 1. Results of aquarium observation on parturition in *Ditrema temmincki*. N, number of embryos born. *Including one degenerating embryo (32.1 mm TL); **two embryos were dead, but not degenerating (49.8, 49.9 mm TL). †, starting time of parturition was unknown.

Experiment No.	1		2		3		4	
Female parent	1		1		1		1	
Age (year)	1		1		1		1	
TL (mm)	157		155		162		153	
	Date & Time	N	Date & Time	N	Date & Time	N	Date & Time	N
	May 20		May 22		May 24		May 26	
	17:26	1	10:24	1	-5:20†	3	6:05-6:07	2
	17:30-18:00	5*	12:58-13:00	4**	5:40	1	7:52	1
	19:48	1	May 23		11:20-11:30	3	11:12-11:14	3
	May 21		-6:45†	2	May 25			
	-8:00†	1	6:50-7:16	3	5:17	1		
	Total	8	Total	10	Total	8	Total	6
Size of normal young (mm)								
TL (mean)	55.5-58.2 (56.7)		51.4-54.2 (52.9)		53.9-54.5 (54.2)		51.5-54.9 (53.6)	
SL (mean)	44.3-46.3 (45.1)		41.0-43.9 (42.4)		41.3-42.8 (41.9)		42.1-44.1 (42.9)	

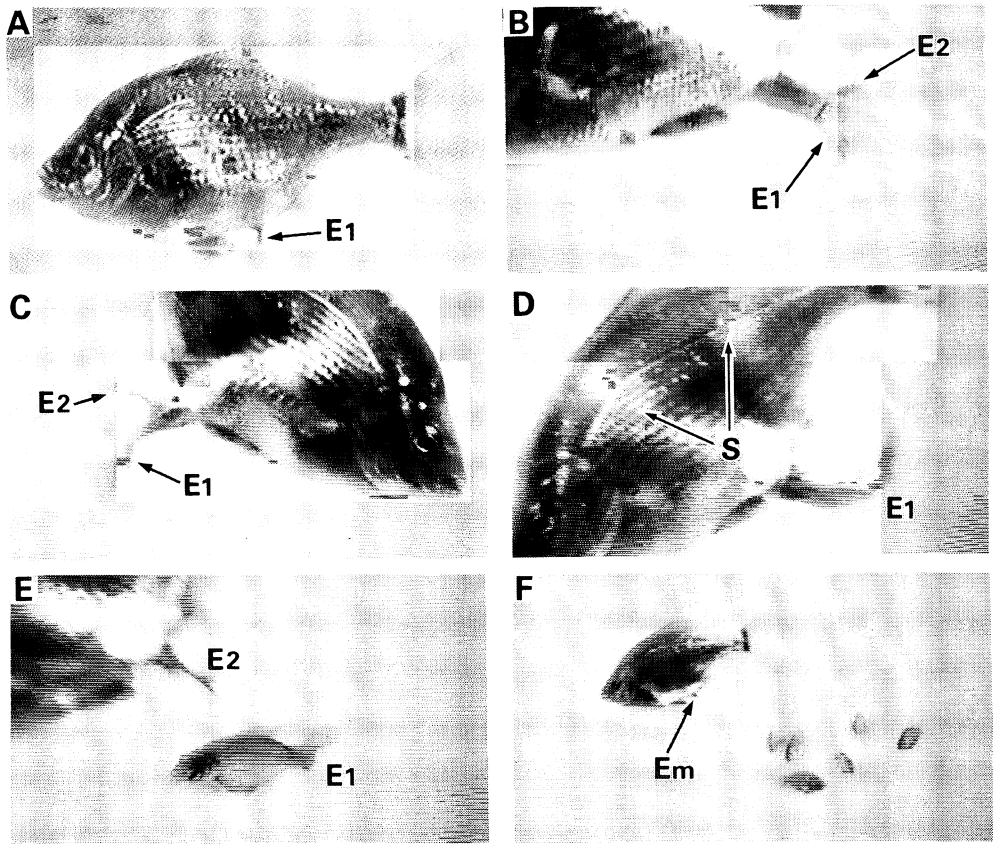


Fig. 1. Serial photographs of parturition in *Ditrema temmincki* in the aquarium taken from VTR monitor. A: A female just before parturition. Caudal fin of embryo (E1) is protruding from gonopore. B: Caudal peduncles of embryos (E1, E2) are protruding (98 min after A). C and D: Embryo (E1) bending the body and trying to leave the female. Two white spots (S) are seen on the side of female. E: Embryo just released. F: Aggregation of 6 young born from the female. Caudal fin of the next embryo (Em) is protruding.

る間に胎児を産み落とすか (Fig. 1E), または中層に静止している状態で腹部を震わせる瞬間に出産した。出産直前および出産中には、親魚の鰓蓋運動は頻繁になり、出産の瞬間には体側に2つの白色斑が現れた (Fig. 1D)。

Table 1 から明らかなように、各親魚の出産時刻は夜明けから日没の間であったが、この間特定の時刻に出産が集中する傾向は認められなかった。親魚は一度に全部の胎児を続けざまに出産するのではなく、1-5尾ずつを数回に分けて出産した。親魚がすべての胎児を出産するのに要する時間は、3尾 (Nos. 1-3) では2日間にわたっていたが、No. 4 では約5時間であった。1尾の胎児が出産されて次の胎児が出産されるまでの間隔は、数秒から約18時間とばらつきが認められた。1尾ずつ1時間以上の間隔を開けて産み出される例 (計5尾) もあったが、

数秒から約10分の間隔で2-5尾が続けて産み出されること (計27尾) が多かった。親魚1個体から産み出される胎児の尾数は6-10尾で、4尾の親魚から計32尾の胎児が出産された。これらの胎児のうち29尾 (全長51.4-58.2mm, 平均53.6mm) は尾鰭から産み出され直ちに遊泳した。残り3尾の胎児は頭部から産み出され、そのうち2尾 (全長49.8, 49.9mm) は外観は正常な胎児と同じであったが、親魚の体外に出ても鰓蓋運動は観察されず死亡していた。また、出産観察 No. 1 では、発育途上で死亡したと考えられる死亡胎児1尾 (全長32.1mm) が産み出された。この個体は体色が薄黄色で血流は観察されず、脊椎骨が湾曲して体が歪んでおり、各鰭は鰭条が認められるがいずれも小さく収縮していた。

出産観察 Nos. 1-4 の他にも、2水槽に分けて飼育した



Fig. 2. External appearance of young *Ditrema temmincki* before and after birth. A to C show metamorphosis of embryos removed through an incision in the ovary wall just before birth, and kept in the aquarium. D was born in the aquarium. A: Just after removal from the ovary. Embryo has large fins with developed capillary system, and the margins of fin membranes have spatulate extensions. Body color is ruddy. 52.8 mm TL. B: 4 hrs. after removal. Fins are shrinking and losing ruddy color, indicating reduction of capillary system. Body color becomes silvery. 51.8 mm TL. C: 30 hrs. after removal. Fins are shrinking further and the spatulate extensions of the fin margins are almost disappearing. Body color is silvery but still slightly ruddy. 53.5 mm TL. D: 120 hrs. after birth. Fins show normal proportion for young. Body color is silvery. 51.5 mm TL.

親魚 11 尾 (全長約 150–220 mm, 1–4 才) の出産を観察した。これら親魚の出産は 5 月 17–25 日の日中に行われた。産み出された若魚の全長は 51.2–59.3 mm ($\bar{x}=54.8$, $n=13$) であった。

産み出された若魚は、親から離れると中、底層で直ちに泳ぎ始め、水槽底に落ちるものは見られなかった。若魚はすぐに、先に産み出された若魚と共に、直径 20–40 cm の群がりを形成して静かに泳いだ (Fig. 1F)。さらに、若魚には産み出された直後から、水槽底や水槽壁面をついばむ行動が観察された。水槽内にオキアミや魚肉を投与すると、若魚はこれらの餌を摂食した。一方、親魚は若魚の群がりと離れて泳ぎ、親魚による子の世話行動と考えられる行動は観察されなかった。

産み出された若魚の形態変化 胎児から若魚への形態変化を明らかにするために、出産間際の親魚 1 尾の卵巣から摘出した胎児 8 尾、および出産観察 No. 4 の雌から産み出された若魚 6 尾について外部形態、全長と体長、鱗面積を経時的に観察、測定した。摘出した胎児については摘出直後から 30 時間後までを、産み出された若魚については出産直後から 120 時間の間観察した。外部形態の変化を経過時間毎に述べる。

卵巣から摘出直後：背鰭、臀鰭、尾鰭が発達しており、鱗面積率は 76 であった。鱗膜上には毛細血管が高密度に分布して血流が観察された。体側の銀白色色素は明瞭でなく、体色は薄赤色を呈していた (Fig. 2A)。

摘出後 0.5 時間：背鰭、臀鰭、尾鰭が収縮し始め、鱗膜上にある毛細血管の血流は緩やかになった。

摘出後 4 時間：各鰭は収縮して鱗面積率は 62 となり、それと共に鱗膜縁辺部のへら状突起も小さくなった。鱗膜に高密度に分布していた血管は、消失または一部がくびれて分断されたように見え、鰭の赤味は薄くなった。体色の赤味も薄れ、銀色を帯びてきた (Fig. 2B)。

摘出後 30 時間：各鰭はさらに収縮し鱗膜縁辺部のへら状突起は小さな痕跡を残すだけとなった。鱗面積率は 56 となった。体色はわずかに薄赤色を呈するだけで銀白色が強くなった (Fig. 2C)。これら摘出した個体は、自然に産み出された若魚と同様に遊泳し、生存可能と考えられた。

出産された若魚：体色は摘出した胎児と同様、出産後約 30 時間で銀白色を呈し、鱗面積率は 54 に達した。48 時間後には鰭の形態や体色における胎児の形質はほとんど消失して変態を終了した。その後は大きな変化が見られず、120 時間後に測定した鱗面積率は 45–50 であった (Fig. 2D)。

出産間際の 1 尾の親から取り出した胎児を、飼育開始

直後から時間を違えて 1–2 尾ずつ取り上げて測定した。これらの個体の体長は、飼育開始直後：40.3 mm, 0.5 hr.: 41.2, 1.5 hrs.: 40.8, 4 hrs.: 40.4, 9.5 hrs.: 41.7, 20 hrs.: 42.3, 30 hrs.: 43.5 であった。これらの体長は、一腹の胎児の体長分布の範囲内であり (Table 1), 出生後 30 時間は体長の大きな変化は認められなかった。

このように、出生直後の若魚は特に背鰭、臀鰭、尾鰭の形態や面積および体色に胎児の特徴を残しているが、出生後数時間から 1, 2 日の間にこれらの形質を消失することが明らかになった。

論 議

本研究では、ウミタナゴ親魚 4 尾の水槽内での出産を詳細に観察することができた。出産中の親魚には体側に 2 つの白色斑が現われたが、この斑紋の現われる位置や大きさは、雌に求愛する雄の体側に現われるもの (Nakazono et al., 1981) と同じであった。胎児は他のウミタナゴ科魚類と同様に尾鰭から先に産み出された (Wiebe, 1968; 内田, 1964)。

ウミタナゴの出生時の若魚を観察した報告はなく、出生時の全長など不明な点が多かった。今回水槽内で産み出された正常な個体は全長 51.2–59.3 mm であった。従来の報告では、卵巣内の胎児や野外で採集された若魚のサイズから判断して、出生時の若魚の全長を 55–60 mm (水江, 1961), あるいは 52.0–59.5 mm (Abe, 1969) と推測している。また、Hayase and Tanaka (1980b) は卵巣内に見られる全長 50–52 mm の胎児は出生準備が完了していると報告している。今回の結果は、Abe (1969) のものとよく一致した。

本研究において 1 尾の親魚から産み出された若魚の大きさはほぼ同じで、成長段階は揃っていた。妊娠期間中のウミタナゴでも胎児の成長段階が揃っていることが知られているが (水江, 1961; Yamane, 1964; Abe, 1969; Hayase and Tanaka, 1980b), このことは、すべての胎児を 1–2 日の間に産み出す習性を持つウミタナゴでは必要なことと考えられる。

ウミタナゴ科魚類の妊娠中期の胎児は、1) 後腸部が肥大する、2) 背鰭や臀鰭や尾鰭が発達する、3) 体表および鱗膜には毛細血管が高密度に分布するという形態的特徴が現われる。これらの形質は、胎児が卵巣内で成長する際に外部からの栄養吸収や酸素供給のための機能を果たしていると推測されているが、出産直前には消失すると言われている (Hubbs, 1921; Turner, 1938; Triplett, 1960; 水江, 1961; Igarashi, 1962; Wiebe, 1968;

Dobbs, 1975). 出生直前の胎児を卵巣から摘出して観察した結果では、前述の1)の形質は消失していたが、2)と3)の特徴は収縮または消失する傾向にあるものの、完全に失われてはいなかった。そして、摘出後約1-4時間の間に鰭の収縮、体側の銀白色素胞の出現が起こり、摘出後または出生後30-48時間で前記の胎児の特徴はほとんど消失した。このように、ウミタナゴでは産出されたばかりの個体は胎児としての形態を一部留めているが、出生後約48時間の内に胎児の特徴を消失することが明らかになった。出生後にも鰭の収縮が起こることは、Webb and Brett (1972)が*Rhacochilus vacca*と*Embiotoca lateralis*でも報告している。

さらに、本研究では出生直後の若魚はすぐに群がりを作って泳ぎ、摂餌することが明らかになった。以上の結果ならびに雌親による保護行動が見られなかったことから、ウミタナゴ若魚は出生直後から独立して生活すると考えられた。

謝 辞

本研究をまとめるにあたり御指導を賜った、九州大学農学部奥田武男教授に深謝する。また、九州大学農学部附属水産実験所の米康夫名誉教授をはじめ、所員の方々には、実験所の使用にあたり便宜をいただいた。同実験所古川哲二技官には、標本の採集と実験魚の飼育にあたり御協力いただいた。これらの方々に感謝する。

引 用 文 献

- Abe, Y. 1969. Systematics and biology of the two species of embiotocid fishes referred to the genus *Ditrema* in Japan. *Japan. J. Ichthyol.*, 15(3): 105-121.
- Dobbs, G. H. 1975. Scanning electron microscopy of intraovarian embryos of the viviparous teleost, *Micrometrus minimus* (Gibbons), (Perciformes:Embiotocidae). *J. Fish Biol.*, 7: 209-214.
- Hayase, S. and S. Tanaka. 1980a. Habitat and distribution of three species of embiotocid fishes in the *Zostera marina* belt of Odawa Bay. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 46(8): 955-962.
- Hayase, S. and S. Tanaka. 1980b. Growth and reproduction of three species of embiotocid fishes in the *Zostera marina* belt of Odawa Bay. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, 46(9): 1089-1096.
- Hubbs, C. L. 1921. The ecology and life-history of *Amphigonopterus aurora* and of other viviparous perches of California. *Biol. Bull.*, 40(4): 181-209.
- Igarashi, T. 1961. Histological and cytological changes in the ovary of a viviparous teleost, *Neoditrema ransonneti* Steindachner during gestation. *Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ.*, 12(3): 181-188, pls. 1-5.
- Igarashi, T. 1962. Morphological changes of the embryo of a viviparous teleost, *Neoditrema ransonneti* Steindachner during gestation. *Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ.*, 13(2): 47-52, pls. 1-2.
- Ishii, S. 1957. Seasonal changes in the ovary and testis of the viviparous teleost, *Ditrema temmincki*. *Annot. Zool. Japon.*, 30(4): 204-210.
- 水江一弘. 1961. ウミタナゴの研究—III. ウミタナゴの卵巣の成熟並びに季節的循環に関する研究. 長崎大学水産学部研究報告, 11: 1-17, pls. 1-4.
- Mizue, K. 1962. Studies on marine viviparous teleost, *Ditrema temmincki* Bleeker—II. On the annulus of otilith and the growth. *Rec. Oceanogr. Works Japan*, Spec. No. 6: 73-85, pls. 1-5.
- Nakazono, A., Y. Tateda and H. Tsukahara. 1981. Mating habits of the surfperch, *Ditrema temmincki*. *Japan. J. Ichthyol.*, 28(2): 122-128.
- 大島正満. 1955. 本邦産ウミタナゴに就て. *動物学雑誌*, 64(12): 375-379.
- Triplett, E. L. 1960. Notes on the life history of the barred surfperch, *Amphistichus argenteus* Agassiz, and a technique for culturing embiotocid embryos. *Calif. Fish Game*, 46: 433-439.
- Turner, C. L. 1938. Histological and cytological changes in the ovary of *Cymatogaster aggregatus* during gestation. *J. Morph.*, 62: 351-368, pls. 1-3.
- 内田恵太郎. 1938. 胎生魚ウミタナゴの生活史. *動物学雑誌*, 50(4): 194.
- 内田恵太郎. 1964. 稚魚を求めて. 岩波新書, 岩波書店, 東京, vii + 207 + 5 pp.
- Webb, P. W. and J. R. Brett. 1972. Respiratory adaptations of prenatal young in the ovary of two species of viviparous seaperch, *Rhacochilus vacca* and *Embiotoca lateralis*. *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 29(11): 1525-1542.
- Wiebe, J. P. 1968. The reproductive cycle of the viviparous seaperch, *Cymatogaster aggregata* Gibbons. *Can. J. Zool.*, 46: 1221-1234.
- Yamane, S. 1964. A revisional study of the surf-fishes, referable to the genus *Ditrema*. *Bull. Misaki Mar. Biol. Inst., Kyoto Univ.*, 5: 1-10.

(Received February 19, 1990; accepted May 22, 1990)