

福島産ウミタナゴ胎仔の成長

櫻井 真*, 涌井邦浩**, 小城智美*
階元恵美子*, 溝上智美*

Embryonic development in *Ditrema temminckii temminckii* (Embiotocidae)
on subarctic water of Fukushima

Makoto Sakurai, Kunihiro Wakui, Tomomi Kojo,
Emiko Kaimoto and Tomomi Mizoue

福島沿岸で妊娠中のウミタナゴ雌親魚を採集して胎仔の出現時期, 体サイズ, 成長に伴う外部形態の変化を調査した。胎仔は3-7月に出現し, この時期が亜寒帯の福島沿岸水域におけるウミタナゴの妊娠期間と考えられた。孵化後間もない胎仔は卵黄が小さく消化管が発達しており, 鰭膜と脊索を供えていた。その後, 消化管の発達と膨出, 背鰭, 臀鰭, 尾鰭の拡張, 鰭膜上の毛細血管と鰭膜縁辺部の皮弁の発達が顕著となった。これらの形質は, 卵巣内での効率的な酸素摂取と卵巣漿液からの栄養摂取に適応したものと考えられた。消化管や鰭の形質は出産間近の胎仔では退縮して若魚の形態に類似した。

Key words: [ウミタナゴ] [胎仔] [胎生] [妊娠期間] [福島]

(Received September 17, 2008)

I. 緒 言

硬骨魚類の繁殖様式は大部分が卵生である。しかし一部の種は交尾して体内受精を行い, 体内で一定期間子魚を保育した後に生み出す胎生の繁殖様式を有する。胎生種の出現割合は硬骨魚類425科中14科, 3900属中123属, 18000種中510種の約3%である (Breder and Rosen, 1966)。また, 胎生種が出現する分類群は表1に示すように硬骨魚類の多群にわたり, 胎生への特殊化のレベルも多様である (Wourms, 1981)。

ウミタナゴ科魚類Embiotocidaeは北米太平洋沿岸と日本, 韓国沿岸の温帯-亜寒帯に生息する (Tarp, 1952; Nelson, 2006)。本科魚類は特殊化が進んだ胎生の繁殖様式を持ち, 長期間に及ぶ妊娠期間の後に若魚とほぼ同様の形態に成長した胎仔を出産する (水江, 1961; Wiebe, 1968; 櫻井・中園, 1990)。胎仔に関しては特異な形態 (水江, 1961; Dobbs, 1975) とその機能 (Webb and Brett, 1972), 栄養摂取の方法 (deVlaming *et al*, 1983) などが研究されてきた。しかし,

* 鹿児島純心女子短期大学生活学科食物栄養専攻 (〒890-8525 鹿児島市唐湊4丁目22番1号)

** 福島県農林水産部

孵化から出産にいたる間の胎仔の成長には不明な点が多い。そこで、本研究では妊娠中のウミタナゴ親魚から各成長段階の胎仔を採集して、胎仔の成長に伴う外部形態の変化を明らかにすることを目的とした。

また本研究は櫻井他(2008)に引き続き、亜寒帯水域に生息するウミタナゴ科魚類の生活史を温帯域産と比較することで、生活史の可塑性を検討することを目的とした。本論文では福島県沿岸で採集されたウミタナゴを材料に、胎仔の出現時期に基づいて妊娠期間と出産時期を検討したので報告する。

近年、日本産ウミタナゴ属は分類学的に再検討された。その結果、ウミタナゴ *Ditrema temminckii* はアカタナゴ *D. jordani*、ウミタナゴ *D. temminckii tmmminckii* の2種とマタナゴ *D. t. pacificum* の1亜種に再分類された (Katafuchi and Nakabo, 2007)。櫻井他(2008)

でウミタナゴ *Ditrema temminckii* とした福島産の標本は、ウミタナゴ *D. temminckii tmmminckii* であることが確認されたため、本論文でもこの名称に従うこととした。

表1 胎生が出現する硬骨魚類の主な分類群

分類群	胎生が出現する属数と種数
I. 総鱗類	
A. 管椎目 (シーラカンス)	
1. Latimeridae	1属; 1種
II. 条鱗類	
B. タラ目	
2. Zoarcidae	2/28 属; 2/65 種
3. Parabrotulidae	2/2 属; 2/2 種
C. アシロ目	
4. Bythitidae	28 属; 76 種
5. Aphyonidae	5 属; 18 種
D. トウゴロウイワシ目	
6. Hemirhamphidae	4/12 属; 21/78 種
E. カダヤシ目	
7. Goodeidae	18/20 属; 34/38 種
8. Anablepidae	2/3 属; 6/7 種
9. Poecillidae	20/21 属; 136/137 種
F. カサゴ目	
10. Scorpaenidae	4/60 属; 110/330 種
11. Comephoridae	1 属; 2 種
G. スズキ目	
12. Embiotocidae	13 属; 23 種
13. Clinidae	16/21 属; 60/75 種
14. Labrisomidae	2/16 属; 21/100 種

* Wourms (1981) を改変

II. 採集場所と材料

1997年5-7月、および1998年3-7月に、福島県南部に位置する小名浜と請戸において、一本釣りと底曳き網や刺網の漁獲物から妊娠中のウミタナゴ雌54個体を採集した。親魚は直ちに開腹して卵巣を摘出し、さらに卵巣から胎仔を取り出した。親魚は海水希釈した10%ホルマリンで、胎仔は95%エタノールで固定して保存した。福島県太平洋沿岸は黒潮と親潮の影響を受け(福島県水産試験場HP)、温帯域と寒帯域の中間的性質を有する海域と考えられた。

III. 方法

体サイズの計測

親魚は体長 (SL = Standard length) をディバイダで測定した。胎仔は全長 (Total length = TL), 体長, 脊索長 (Notochord length = NL) を実体顕微鏡, またはラウンドルーペ下で

1mm刻みの測定版を用いて測定した。親魚、胎仔いずれも0.1mmの単位で測定した。

胎仔の観察

摘出した胎仔は実体顕微鏡またはラウンドルーペ下で、体躯幹部、頭部、鰭、鱗、消化管などの外部形態を観察した。その後、実体顕微鏡に装着したデジタルカメラと、染色処理した胎仔の描画により記録した。

<染色と描画の方法>

妊娠初期から妊娠後期に至る種々の成長段階にある胎仔8個体を選抜して観察に用いた。蒸留水30mlにシアニン約1.5mgを溶解させて10-15分攪拌して調製したものを染色液とした。保存用アルコールから取り出した胎仔を蒸留水に約1時間浸漬して脱アルコールした。これら胎仔を染色液に3-10分間浸漬して染色した。次に描画装置を装着した実体顕微鏡を用い、HBのシャープペンシルで方眼用紙に描画した。この下書きを基に、ライトボックス上でトレーシングペーパーに製図ペンでトレースすることで清書した。

データ解析

1. 親魚採集日と胎仔サイズの関係, 2. 胎仔の成長とそれに伴う外部形態の変化, これらの項目について検討した。

IV. 結 果

親魚の採集日と体長, 保育胎仔数と胎仔サイズ

実験に用いたウミタナゴ親魚の採集日と体長, 保育胎仔数と胎仔の全長, 脊索長を表2に示す。採集個体数は, 1997年は5月3日, 7個体; 6月10日, 6; 6月28日, 6; 7月13日, 4の合計23個体であった。1998年は3月24日, 4; 4月9日, 2; 4月20日, 4; 4月22日, 1; 4月24日, 5; 5月10日, 3; 5月20日, 1; 5月31日, 5; 6月28日, 5; 7月25日, 1の合計31個体であった。親魚の全長は1997年が164-262mm, 1998年が118-273mmだった。これら親魚の卵巣から, 1997年には全長15.8-68.8mmの胎仔が324個体, 1998年には全長(脊索長)4.2-64.9mmの胎仔が834個体摘出された。親魚一腹が保育する胎仔のサイズは揃っており, 成長段階も均一であった(表2)。

胎仔の出現時期と成長

親魚の採集日と保育する胎仔サイズ(TL, NL)の関係を図1に示す。胎仔サイズは一腹毎で均一であったため各個体の平均値で示した。1997年には5月上旬で約15-35mm, 6月上旬で45-55mm, 6月下旬で50-60mm, 7月上旬で60-70mmに成長した。1998年には3月下旬に4-8mmの最も小型の胎仔が出現して, 4月上旬-下旬で6-10mm, 5月上旬で11-15mm, 5

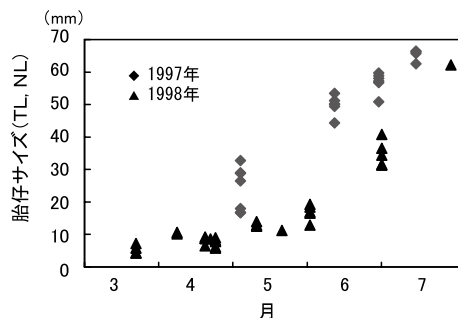


図1 ウミタナゴ胎仔の成長

表2 ウミタナゴ親魚採集日, 親魚体長と保育胎仔数, 胎仔サイズ

No.	採集日・番号	親魚		胎仔サイズ (全長/脊索長 mm)		胎仔数	親魚		胎仔サイズ (全長/脊索長 mm)	
		体長(mm)	胎仔数	平均(±SD)	範囲		体長(mm)	胎仔数	平均(±SD)	範囲
1	1997/5/3-1	210	52	28.9 ± 0.98	26.0 - 30.5	52	193	54	6.2 ± 0.24	5.8 - 6.8
2	1997/5/3-2	180	26	29.0 ± 0.66	28.2 - 30.1	26	180	30	4.8 ± 0.26	4.2 - 5.1
3	1997/5/3-3	129	6	18.0 ± 0.52	17.3 - 18.9	6	212	56	7.6 ± 0.28	7.1 - 8.1
4	1997/5/3-4	135	12	16.8 ± 0.61	15.8 - 17.8	12	188	35	4.7 ± 0.24	4.2 - 5.0
5	1997/5/3-5	176	29	32.8 ± 0.78	31.2 - 34.7	29	201	36	10.5 ± 0.43	9.6 - 11.4
6	1997/5/3-6	166	22	16.7 ± 0.44	16.0 - 17.3	22	215	64	10.9 ± 0.33	10.2 - 11.6
7	1997/5/3-7	182	26	26.5 ± 0.71	24.4 - 28.1	26	189	34	9.0 ± 0.40	8.1 - 9.5
8	1997/6/10-1	159	15	53.4 ± 1.09	51.2 - 55.8	15	155	19	6.8 ± 0.18	6.4 - 7.0
9	1997/6/10-2	150	12	44.4 ± 1.18	42.8 - 45.9	12	184	32	9.5 ± 0.28	9.1 - 10.1
10	1997/6/10-3	160	10	50.1 ± 1.27	47.0 - 51.2	10	189	43	9.1 ± 0.34	8.5 - 9.9
11	1997/6/10-4	144	3	51.2 ± 1.11	50.2 - 52.4	3	194	28	8.9 ± 0.22	8.5 - 9.3
12	1997/6/10-5	157	11	50.1 ± 1.14	48.0 - 51.6	11	153	15	8.1 ± 0.39	7.2 - 8.6
13	1997/6/10-6	163	15	49.4 ± 1.30	46.6 - 51.4	15	164	17	6.5 ± 0.21	6.2 - 6.8
14	1997/6/28-1	152	10	58.0 ± 1.51	56.9 - 61.8	10	153	12	6.2 ± 0.23	5.8 - 6.6
15	1997/6/28-2	163	15	59.7 ± 1.24	57.9 - 61.9	15	188	41	8.5 ± 0.33	7.5 - 9.1
16	1997/6/28-3	155	9	57.2 ± 0.85	56.1 - 58.9	9	186	36	9.3 ± 0.32	8.6 - 10.0
17	1997/6/28-4	149	9	50.9 ± 0.62	50.1 - 51.9	9	193	35	12.8 ± 0.59	11.2 - 13.6
18	1997/6/28-5	155	7	56.7 ± 1.80	54.0 - 59.0	7	190	32	14.2 ± 0.49	12.5 - 15.0
19	1997/6/28-6	168	9	58.9 ± 0.89	58.2 - 60.9	9	184	33	13.1 ± 0.45	12.0 - 13.9
20	1997/7/13-1	157	8	66.4 ± 1.78	64.0 - 68.8	8	187	29	11.5 ± 0.36	10.4 - 12.1
21	1997/7/13-2	165	4	62.6 ± 0.45	62.2 - 63.1	4	117	8	13.1 ± 0.23	12.8 - 13.5
22	1997/7/13-3	155	10	66.2 ± 1.03	65.0 - 68.0	10	131	10	19.4 ± 0.39	18.8 - 20.0
23	1997/7/13-4	162	4	65.8 ± 1.27	64.0 - 67.0	4	124	12	18.6 ± 0.58	17.7 - 19.5
							127	14	16.7 ± 0.38	16.0 - 17.2
							130	12	17.1 ± 0.47	16.1 - 17.8
							135	7	34.2 ± 0.57	33.5 - 35.2
							123	6	31.2 ± 1.93	27.9 - 33.0
							140	6	31.5 ± 1.36	30.2 - 33.6
							138	11	36.3 ± 0.47	35.5 - 37.0
							177	20	40.5 ± 0.63	39.1 - 41.1
							224	47	61.5 ± 1.39	59.0 - 64.9

月下旬で13-20mm, 6月下旬で30-40mm, 7月下旬で60-65mmに成長した。1997年の胎仔の成長は1998年より早かった。また, 同一採集日で比較すると, 大型親魚が保育する胎仔サイズは小型親魚が保育するものより大きい傾向が見られた。

胎仔の外部形態の変化

図2に胎仔の外部形態を写真と描画で示す。

4.9mmNLの胎仔(親魚は1998/3/24-4)を図2-Aに示す。背中部には脊索が認められた。消化管が大きく発達したが, 卵黄は小型であった。未だ開口していなかった。眼の原基は認められたが黒色色素は未発達であった。染色により鰓蓋上部に耳胞が確認された。体躯幹部後方に膜鰭が発達しており, 胸鰭の原基が確認された。

11.9mmTLの胎仔(1998/5/20-1)を図2-Bに示す。卵黄が吸収され開口した。消化管はさらに大きく発達した。脊索末端の上屈が完了した。眼に黒色色素が出現し液浸標本では茶褐色を呈した。鰓蓋骨は発達が十分ではなかった。このため鰓弁の一部が露出し, 鰓蓋後方では開口部が生じて腹腔内部の消化管に接触できた。鰭は膜鰭が発達して背腹部共に外縁が拡張した。尾鰭の原基が出現した。胸鰭はほぼ円形を呈した。

19.4mmTLの胎仔(1998/5/31-2)を図2-Cに示す。消化管の約半分が腹部に収容されたが一部は体外に膨出した。眼の黒色色素がよく発達した。膜鰭は消失して背鰭, 臀鰭, 尾鰭が発達して拡張した。これら鰭膜上に毛細血管が発達して, 鰭膜縁辺は皮弁状を呈した。腹鰭の原基が出現した。

31.2mmTLの胎仔(1998/6/28-3)を図2-Dに示す。消化管の膨出部はさらに小さくなった。鰓蓋骨が発達して鰓弁が収容された。眼上部の体表に黒色色素が出現した。体側面面積に比べて背鰭, 尾鰭, 臀鰭が最も大きく拡張した。鰭軟条の分節が確認された。鰭膜上の毛細血管が太くなり, 鰭膜縁辺の皮弁がさらに発達した。胸鰭の鰭条が伸長した。

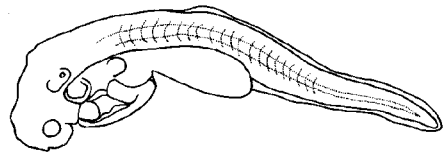
40.5mmTLの胎仔(1998/6/28-5)を図2-Eに示す。消化管の大半が体内に収容されて膨出は一部となった。体側面中央に鱗が発達した。背鰭, 尾鰭, 臀鰭は拡張して鰭膜上の毛細血管がさらに太く発達した。鰭膜縁辺には皮弁が発達した。

51.2mmTLの胎仔(1997/6/10-6)を図2-Fに示した。鱗が体表面に広く出現して背鰭基部にも広がった。頭頂部, 吻, 上顎, 体側背面, 眼の後部など各所に黒色色素が出現した。背鰭, 臀鰭, 尾鰭は収縮した。鰭膜縁辺の皮弁や鰭膜上の毛細血管は退縮傾向にあった。尾鰭の後縁が二叉形を呈した。

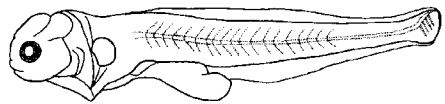
60.6mmTLの胎仔(1998/7/25-1)を図2-Gに示した。頭部の骨はほぼ完成したが, 眼周囲や鰓蓋縁辺部の骨の硬化は十分ではなく柔軟であった。背鰭, 臀鰭, 尾鰭は若魚と同様の大きさに収縮した。鰭膜縁辺の皮弁はさらに退縮し, 鰭膜上の毛細血管は消失した。

68.0mmTLの胎仔(1997/7/13-3)を図2-Hに示した。鰓蓋骨が縁辺部まで硬化した。

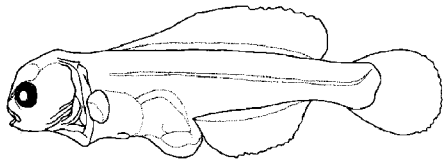
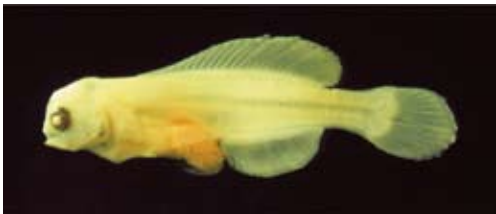
鰭膜縁辺の皮弁は痕跡的となり, 鰭膜は若魚と同様の形態を呈した。



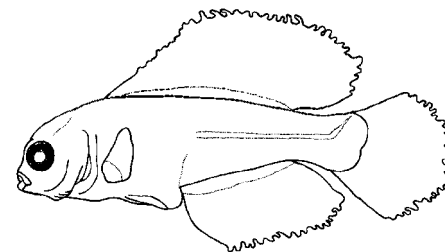
A. 4.9 mmNL



B. 11.9mmTL



C. 19.4mmTL

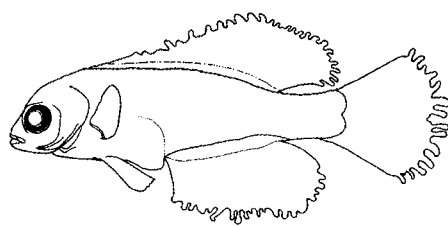


D. 31.2mmTL

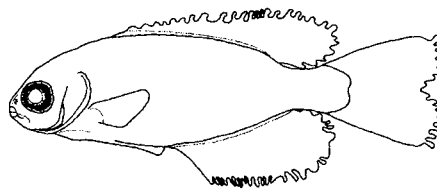
図2 ウミタナゴ胎仔の外部形態の変化 (1)



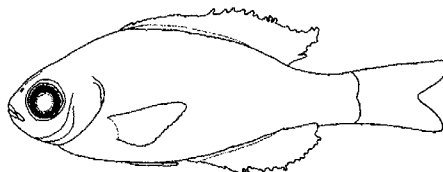
E. 40.5 mmTL



F. 51.2 mmTL



G. 60.6 mmTL



H. 68.0 mmTL

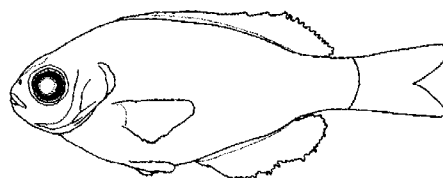


図2 ウミタナゴ胎仔の外部形態の変化 (2)

V. 考 察

胎仔の出現時期と体サイズの成長

3月に得られた胎仔は10mmNL/TL以下の小型であったが、その後体サイズは増大して7月の採集個体では約60-70mmTLに達した(図1)。この間、体サイズの成長に伴って体各部が発達した(図2, A-H)。3月に出現した胎仔(図2-A)は脊索や鰭膜が認められ開口していなかった。ウミタナゴ受精卵は直径約1mm(内田, 1938)であり、孵化時の胎仔の体サイズは約3mmと推測された。これらのことから、4-5mmNLの胎仔は孵化後間もない妊娠初期と考えられた。一方、7月に出現した胎仔は鰭の形態、鰓蓋骨、鱗など体各部の発達状況から出産間近にあり妊娠後期と考えられた(図2-F, G, H)。関東以西の温帯域に生息するウミタナゴでは、妊娠期間は1-5月で5月頃に産出する(Ishii, 1957; 水江, 1961; Abe, 1969; Hayase and Tanaka, 1980; 櫻井・中園, 1990)。これに対して、岩手県大槌湾周辺のウミタナゴ産出時期は7-8月上旬であった(櫻井・新井, 2001)。本研究の胎仔出現時期と胎仔の成長経過に基づくと、福島産ウミタナゴの妊娠期間は3-7月の4-5ヶ月間で産出は7月頃と考えられた。福島におけるウミタナゴの産出時期は、冷水域の岩手産と類似すると考えられた。

出生サイズに関しては、関東や九州産ウミタナゴでは約50-60mmTLである(Hayase and Tanaka, 1980; 櫻井・中園, 1990)が、岩手県大槌湾周辺では60-65mmTL(櫻井・新井, 2001)とやや大型であった。本研究の60.6mmTL(図2-G)、および68.0mmTL(図2-H)の胎仔は外部形態から出生間近と考えられ、福島産ウミタナゴの出生サイズは岩手産に近いと考えられた。

1998年7月25日採集の胎仔サイズは平均61.5mmTLであったのに対し、1997年7月13日では平均66.2mmTLで胎仔サイズは採集個体中最大であった。このように、胎仔の成長は1997年より1998年が早い傾向が認められた。福島県南部沿岸の水温は97年4月上旬が13.3℃、中旬が14.0℃、下旬が14.1℃であったが、1998年は低温傾向にあり4月上旬が8.6℃、中旬が9.1℃、下旬が10.0℃と約4℃以上の差が認められた(福島県水産試験場HP)。海水温の相違が胎仔の成長に影響を与えた可能性が推測された。

ウミタナゴ胎仔の外部形態の発達

本研究により、孵化後間もない妊娠初期から出生間近の妊娠後期にわたり、成長に伴う胎仔の外部形態の変化を明らかにした。ウミタナゴ科の胎仔には1)妊娠初期-中期に消化管が発達して膨出する、2)背鰭、臀鰭、尾鰭が大きく拡張する、3)これら鰭膜には毛細血管が発達して縁辺は皮弁状を呈するなどの特徴が共通して発現することが知られている(内田, 1938; 水江, 1961; Wiebe, 1968; Webb and Brett, 1972, 櫻井・中園, 1990)。本研究の福島産ウミタナゴにおいても同様の形質が発現した。消化管は孵化後間もない胎仔(図2-A)から発達したが、40mmTL頃には体内に収容され膨出はほとんど無くなった(図2-E)。ウミタナゴ胎仔の孵化時の卵黄は小さく、卵巣内壁面から分泌される栄養に富んだ漿液を摂取する(内田, 1938)。このため消化管は孵化後直ぐに発達して機能する必要がある。発達した消化管は妊娠初期には体成長が不十分で体外に膨出するが、体各部の成長に従い体内に収容されると推測された。

鰭膜の拡張、鰭膜の毛細血管と皮弁の発達は、10–20mmTLの間に出現して60mmTL頃には収縮傾向を示した。鰭膜の諸形質は、狭い卵巣内部における効率的な酸素摂取のために機能すると考えられている（Webb and Brett, 1972）が、これらは体各部の発達が著しい妊娠中期を中心に発現した。11.9mmTLの胎仔では鰓蓋骨が未発達で鰓弁が露出しており、鰓蓋後方の開口部からも消化管が露出していた。安全な体内環境において、効率的な酸素摂取や栄養成分の消化吸収に適応した形質と考えられた。

4–5ヶ月に及ぶ長期の妊娠期間を経て若魚の形態で出生するウミタナゴ胎仔では、効率的な呼吸や栄養摂取のための形質が発達し、体各部の成長を卵巣内の環境に適応させていた。

VI. 謝 辞

標本採集にご協力いただいた福島県水産試験場小野剛場長（当時）、福島県農林水産部渡邊昌人氏、涌井智子氏に深謝する。また、標本実験に便宜を図っていただいた鹿児島大学水産学部四宮明彦教授に深謝する。

VII. 引用文献

- Abe, Y. 1969. Systematics and biology of the species of embiotocid fishes referred to the genus *Ditrema* in Japan. Japan. J. Ichthyol., 15(3): 105-121
- Breder C. M. and D. E. Rosen. 1966. Modes of reproduction in fishes. The Natural History Press, Garden City, New York. 941 pp.
- deVlaming V., D. Baltz, S. Anderson, R. Fitzgerald, G. Delahunty and M. Barkley. 1983. Aspects of embryo nutrition and excretion among viviparous embiotocid teleosts: potential endocrine involvements. Comp. Biochem. Physiol., 76A. No. 1, 189-198
- 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
- 福島県水産試験場ホームページ, 福島県沿岸水温の推移
http://www.pref.fukushima.jp/suisan-shiken/kaikyuu/engan_suion/engan_suion.htm
- Hayase, S. and S. Tanaka. 1980. Growth and reproduction of three species of embiotocid fishes in the *Zostera marina* belt of Odawa Bay. Nippon Suisan Gakkaishi, 46(9): 1089-1096
- Ishii, S. 1957. Seasonal changes in the ovary and testis of the viviparous teleost, *Ditrema temmincki*. Annot. Zool. Japon., 30(4): 204-210
- Katafuchi H. and T. Nakabo. 2006. Revision of the east Asian genus *Ditrema* (Embiotocidae), with description of a new subspecies. Ichthyol. Res., 54: 350-366
- 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: 1–18

- Nelson, J. S. 2006. Fishes of the world. John Wiley and Sons, Inc. New York. 4th edition. 601 pp.
- 櫻井真, 中園明信. 1990. 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. Japan. J. Ichthyol., 37(3): 302-307
- 櫻井真, 新井崇臣. 2001. 岩手県大槌湾産ウミタナゴ科3種の出産時期. 魚類学雑誌. 48巻2号: 121-124
- 櫻井真, 涌井邦浩, 溝上智美, 小城智美, 階元恵美子. 2008. 福島産ウミタナゴの生活史特性に関する研究. 鹿児島純心女子短期大学研究紀要, 第38号, 147-154
- Tarp, F. H. 1952. A revision of the family Embiotocidae (The surfperches). Fish. Bull. Calif. Dep. Fish and Game, 88: 1-99
- 内田恵太郎. 1938. 胎生魚ウミタナゴの生活史. Zool. Mag. (Japan), 50(4): 194
- 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. Board Can., 29(11): 1525-1542
- Wiebe, J. P. 1968. The reproductive cycle of the viviparous seaperch, *Cymatogaster aggregata* Gibbons. Can. J. Zool., 46: 1221-1234
- Wourms, J. P. 1981. Viviparity: The maternal-fetal relationship in fishes. Amer. Zool., 21: 473-515