



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	北海道噴火湾におけるウナギガジ雌魚の性成熟
Author(s)	筒井, 浩之; 中谷, 敏邦; 高津, 哲也 他
Citation	日本水産学会誌, 61(5), 707-712 https://doi.org/10.2331/suisan.61.707
Issue Date	1995
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/38816
Rights	© 1995 公益社団法人日本水産学会
Type	journal article
File Information	takahashi1-27.pdf



北海道噴火湾におけるウナギガジ雌魚の性成熟

筒井 浩之, 中谷 敏邦, 高津 哲也, 高橋 豊美

(1994 年 12 月 5 日受付)

Gonadal Maturation of Female Ribbon Prickleback in Funka Bay, Hokkaido

Hiroyuki Tsutsui,* Toshikuni Nakatani,* Tetsuya Takatsu,* and Toyomi Takahashi*

Gonadal maturation of female ribbon pricklyback, *Lumpenus sagitta*, collected in Funka Bay, Hokkaido, from September 1991 to May 1994 was examined histologically. Oocytes from the chromatin nucleolus stage to the migratory nucleus stage were observed in the ovary. Based on the developmental stages of ovarian eggs, the maturity of female of *L. sagitta* was divided into five stages: the yolk vesicle stage, the oil drop stage, the early yolk formation stage, the late yolk formation stage and the migratory nucleus stage. In January, 91.6% of the females had oocytes at the yolk vesicle stage and 8.4% at the oil drop stage. In the same period, postovulatory follicles were found in the ovary. Percentages of oocytes at the oil drop stage increased to 80% in May. In the middle of September, all of the females were in the late yolk formation stage. In November, many oocytes at the migratory nucleus stage were observed. These observations, indicate that *L. sagitta* spawn from December to January in Funka Bay.

キーワード: 噴火湾, ウナギガジ, 性成熟, 産卵期

ウナギガジ *Lumpenus sagitta* は富山県, 東北以北の本邦沿岸および北太平洋に分布する底生魚類である。¹⁾ 北海道南西部に位置する噴火湾ではスケトウダラ *Theragra chalcogramma* 幼魚とアカガレイ *Hippoglossoides dubius* が卓越し, ウナギガジはこれに次ぐ重量比を占めている。²⁾ また, 本種の未成魚はアカガレイに被食されており, ベントスと高次の消費者を結ぶ食地位にあることも指摘されている。³⁾ このような捕食・被食関係を持つ魚類の生態を解明することは底生魚類群集の生産構造を明らかにするうえで不可欠である。しかし, 商業漁獲の対象とはなっていない本種に関する知見はほとんどなく, その生態には不明な点が多い。そこで, 著者らは当海域のウナギガジについて 1991 年以来, 生活年周期, 分布, 産卵など生物生産に関わる調査を行ってきた。本報では周年にわたり採集された雌魚の生殖腺の成熟過程から産卵期を推定した。

材料および方法

本研究に用いた材料は 1991 年 9 月から 1994 年 5 月までの期間に北海道噴火湾 (Fig. 1) において, 北海道大学水産学部研究調査船うしお丸 (107.85 t 後に 128 t)

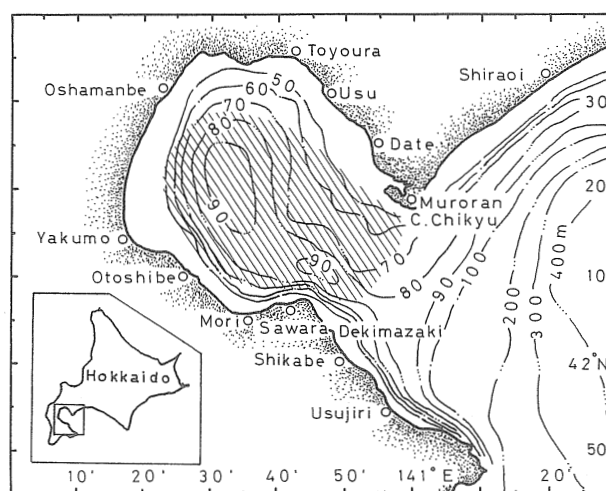


Fig. 1. Bottom topography and sampling area (striped area) in Funka Bay and offshore waters.

のオッター・トロールネット (オッター・ボード間隔: 30 m, 袖網先端間隔: 10.4 m, 網口の高さ: 1.5 m, 袖網の長さ: 10 m, 袖網の目合い: 90 mm, 袋網の長さ: 17 m, 袋網の目合い: 60 mm, 胴尻の内網目合い:

* 北海道大学水産学部 (Faculty of Fisheries, Hokkaido University, Minato, Hakodate 041, Japan).

12 mm) を用いて採集した。採集されたウナギガジは、1991 年 9 月から 1992 年 3 月までは 10% ホルマリン溶液で、それ以降はブアン液で固定して研究室に持ち帰り、標準体長 (1 mm 単位)、体重 (0.1 g 単位)、生殖腺重量 (0.01 g 単位) を測定した。生殖腺重量指数 (GSI) は以下の式によって求めた。

$$\text{生殖腺重量指数 (GSI)} = \frac{\text{生殖腺重量 (g)}}{\text{体重 (g)}} \times 10^2$$

得られた生殖腺は通常のパラフィン法により 8~14 μm の連続切片とし、マイヤーの酸性ヘマラウンとエオシンの二重染色を施し、周辺仁期以上に発達した卵巣卵を計数した。その際、核が明瞭な卵を対象に、同一の卵を重複して計数することがないように配慮した。卵径は 70% エタノールに移した段階で万能投影機を用いて 50 μm 単位で測定した。卵黄胞の検出は脱パラフィンした切片を 0.5% 過ヨウ素酸水溶液に 10 分間浸漬し、蒸留水で洗浄後シッフ液および亜硫酸水素ナトリウム液で発色させた標本を観察した (PAS 法)。

結 果

生殖腺重量指数の季節変化 ウナギガジの生殖腺重量指数 GSI の季節変化を Fig. 2 に示した。得られた標本のうち、組織観察から明らかに未成魚であると考えられた個体は除外した。1 月から 5 月まで GSI は 1 未満でほとんど変化しないが、9 月初旬に平均値で 2.05 まで増加した。その後 GSI は急激に増加し、11 月の平均値は 8.67 となり、12 月には 10.23 で最大となった。

卵形成過程 ウナギガジの卵形成過程の区分は山本のクロガレイ *Pleuronectes obscurus* (*Liopsetta obscura*: 原著) の基準⁴⁾に準じて行った。本研究では核移動期までの卵細胞 (以下、卵とする) が観察され、これを染色仁期から核移動期までの 8 期に分けた。

1) 染色仁期 (Fig. 3-A)

卵の直径は約 20 μm までで、卵巣中に観察された最も小型の卵であった。核内には大きな仁が 1 個見られ、核の周りを薄い細胞質が囲む。

2) 周辺仁前期 (Fig. 3-B)

卵の直径が 20 μm を越えると細胞質は次第に厚くなり、ヘマトキシリンに濃染する。核内には 1 個の大型の仁と数個の小型の仁が核内縁部に配列する。

3) 周期仁後期 (Fig. 3-C)

細胞質がさらに肥厚し、卵の直径が 70~160 μm になると、細胞質のヘマトキシリンに対する染色性が薄れる。また、細胞周辺部に濾胞が認められるようになる。

4) 卵黄胞期 (Fig. 3-D, E)

卵の直径が約 150 μm になると、細胞質の外縁部に卵黄胞が認められるようになる。これはヘマトキシリンに

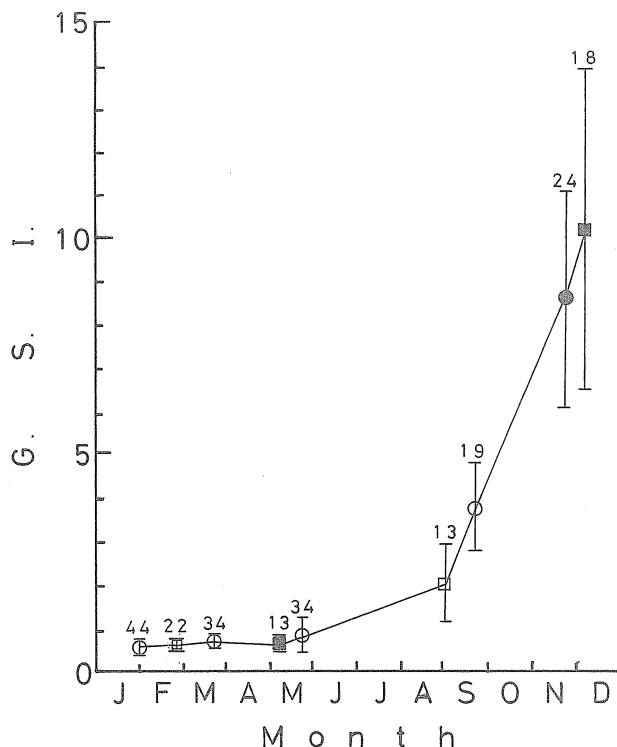


Fig. 2. Seasonal change in gonadosomatic index (GSI=gonad weight $\times 10^2$ /body weight) of female *L. sagitta* collected in Funka Bay from September 1991 to May 1994.

Each point and bar represent the mean and standard deviation. Numerals above bars represent the numbers of fish examined. ●: 1991, ○: 1992, ■: 1993, □: 1994.

もエオシンにも染まらず、PAS 法で赤紫色に染まる。卵黄胞は次第に数と大きさを増し、求心的に細胞質を占めていく。

5) 油球期 (Fig. 3-F, G)

卵の直径が約 250 μm に達すると、細胞質中央から核の周辺にかけて、空胞状の構造として観察される顆粒が出現する。これは、卵黄胞よりも大きく、ヘマトキシリンやエオシンには染まらず、PAS 法にも反応を示さない。

本研究では油球の検出を行わなかったが、この顆粒は油球と考えられる。

6) 卵黄形成前期 (Fig. 3-H)

卵の直径がおおよそ 400 μm になると、細胞質の中央から外縁にかけてヘマトキシリンに濃染する卵黄顆粒が出現する。この顆粒は次第に数と大きさを増し、細胞質中に蓄積される。卵黄胞は細胞質外縁部に配列する。

7) 卵黄形成後期 (Fig. 3-I)

卵の直径がおおよそ 700 μm に達するころ、卵黄顆粒は大型となり細胞質を完全に占める。卵黄胞は細胞質外縁

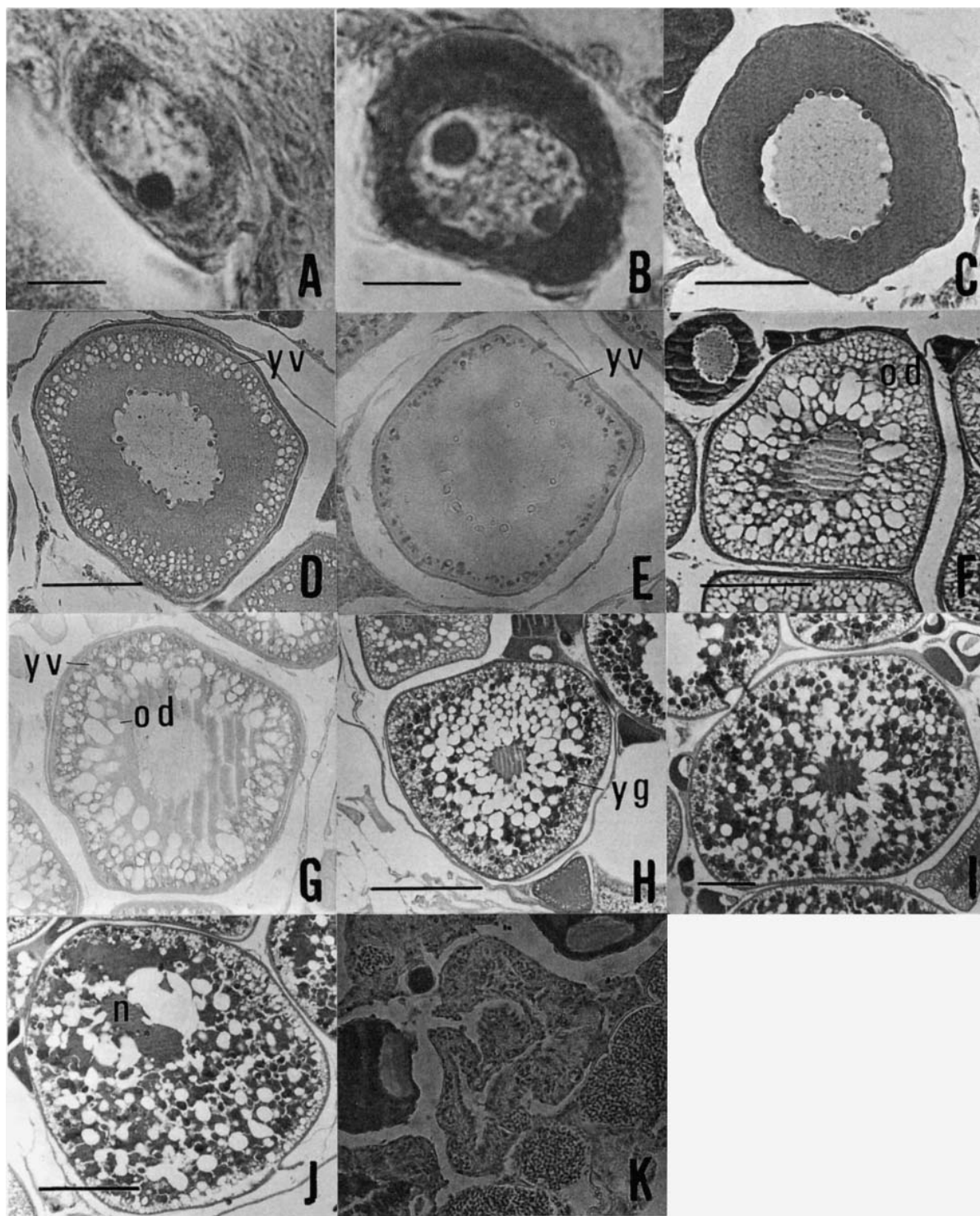


Fig. 3. Photomicrographs of sections of oocytes from female *L. sagitta* collected in Funka Bay from September 1991 to May 1994.

A: chromatin nucleolus stage. Scale bar=10 μ m, B: early peri-nucleolus stage. Scale bar=10 μ m, C: late peri-nucleolus stage. Scale bar=20 μ m, D: yolk vesicle stage. *yv* yolk vesicle. Scale bar=50 μ m, E: yolk vesicle stage. Bouin's fluid and PAS preparation, F: oil drop stage. *od* oil drop. Scale bar=50 μ m, G: oil drop stage. Bouin's fluid and PAS preparation, H: early yolk stage. *yg* yolk globules. Scale bar=100 μ m, I: late yolk stage. Scale bar=100 μ m, J: migratory nucleus stage. *n* nucleus. Scale bar=100 μ m. K: empty follicle.

部に薄い層をなす。

8) 核移動期 (Fig. 3-J)

卵の直径が約 1.5 mm に達すると、卵の中央部に位置

していた核が卵門に向けて移動し、卵黄顆粒は次第に融合する像を示す。

卵巣卵の発達様式と成熟度 ウナギガジの卵巣内卵の

卵径分布の季節変化を Fig. 4 に示した。卵径の測定には卵巣内に油球期以上に発達した卵, または排卵痕の観察された個体を用い, 月ごとにその特徴をよく表していると考えられたものを1個体ずつ示した。卵径が $250\ \mu\text{m}$ 以下の卵 (周辺仁期および卵黄胞期) が卵巣中に周年みられた。1月から3月にかけて卵径の大きな卵群が成長し, 5月には卵径が $250\ \mu\text{m}$ よりも小さいものと, それ以上のものの2つが認められた。この大型の卵群は9月から11月にかけてさらに成長を続け, 11月には大型の卵群 (卵黄形成後期および核移動期) は小型のものと完全に分離した。すなわち, ウナギガジは成熟途上で二峰型の卵径分布を示し, 卵の発達様式はニジマス⁵⁾およびスケトウダラ⁶⁾などと同様に, 部分同期発生

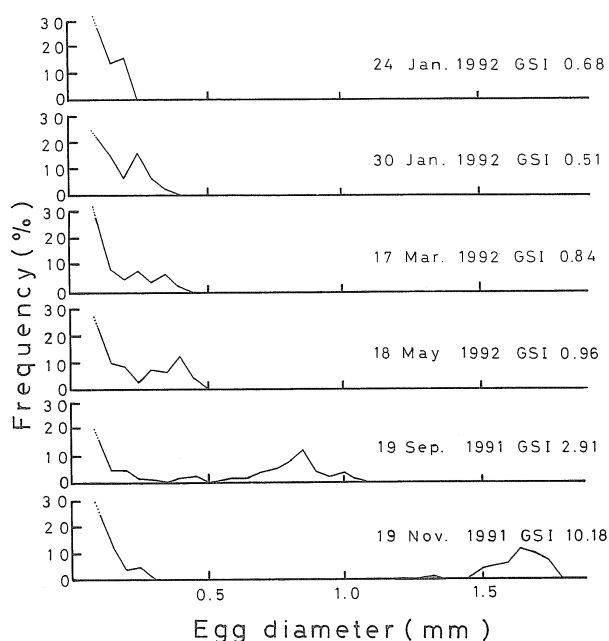


Fig. 4. Frequency distributions of egg diameter of *L. sagitta* collected in Funka Bay from September 1991 to May 1992.

型に属することが示された。

ウナギガジ雌魚の成熟度を最も発達の進んだ卵群の成熟度をもとに以下のように区分し, 成熟度の季節変化を Table 1 に, 成熟度と GSI との関係を Table 2 に示した。

I. 卵黄胞期: 卵黄胞期までの卵からなり, 1月および2月の大半と3月および5月の一部がこの時期のものであった。1月および2月の個体では卵巣壁が厚く, 残留卵および排卵痕 (Fig. 3-K) が観察され, 経産魚と認められる個体が含まれていた。GSI は平均 0.64 で全ての時期を通じて最も低い値を示した。

II. 油球期: 1月から5月にかけてこの成熟度の個体が出現し, その割合は5月には全体の80%に達した。GSI は前期と比べ大きな変化はなく, 平均 0.74 であった。

III. 卵黄形成前期: 1993年9月1日に採集された標本のうち2個体がこの時期のものであった。GSI はそれぞれ 1.21 と 1.68 であった。

IV. 卵黄形成後期: ここでは, 卵黄胞期以前の未熟な

Table 1. Seasonal change in maturity composition of female *L. sagitta* collected in Funka Bay from September 1991 to February 1994

Month	Number of fish examined	Maturity Stage*				
		I	II	III	IV	V
Jan. 1992	12	91.6	8.4			
Feb. 1994	22	81.8	18.2			
Mar. 1992	12	58.3	41.7			
May 1992	15	20.0	80.0			
Sep. 1993	10			20.0	80.0	
Sep. 1991	13				100	
Nov. 1992	6				11.1	88.9

* Stage I: Yolk vesicle stage, Stage II: Oil drop stage, Stage III: Early yolk formation stage, Stage IV: Late yolk formation stage, Stage V: Migratory nucleus stage.

Table 2. Means, standard deviations, and ranges of GSI of female *L. sagitta* from yolk vesicle stage to migratory nucleus stage

Maturity	Number of fish examined	Gonadosomatic index	
		Mean $\pm$ SD	Range
Yolk vesicle stage	38	0.64 ± 0.17	0.37–1.00
Oil drop stage	22	0.74 ± 0.17	0.51–1.09
Early yolk formation stage	2		1.21–1.68
Late yolk formation stage	18	2.99 ± 0.87	1.76–5.15
Migratory nucleus stage	6	6.76 ± 1.28	5.08–8.68

Samples were collected in Funka Bay from September 1991 to February 1994.

卵と発達卵群がほとんど分離し、油球期の卵はほとんど観察されなくなった。また、この段階では卵粒が肉眼で容易に観察されるようになった。9月の個体の大部分および11月の一部がこれにあたり、GSIは平均2.99に増加した。しかし、11月の個体は9月に比べて卵粒は明らかに大きく、核移動期の卵とほぼ同じ大きさであったため、まもなく核の移動を開始するものと考えられた。

V. 核移動期：本研究で採集された標本のうち、成熟度が確認できた中で最も成熟の進んだ時期で、11月の発達卵群は卵黄形成をおおむね完了していると考えられる。GSIは大きく増加し、平均6.76に達した。

考 察

卵巣の組織観察の結果からウナギガジにはアカガレイ⁷⁾およびニジマス *Oncorhynchus mykiss*⁸⁾と同様に周辺仁期および卵黄胞期の卵が周年存在し、無卵黄期は存在しなかった。卵黄胞期の卵の一部が1~5月にかけて油球期へと発達し、9月までの間に卵黄形成前期に移行した。9月には卵黄形成が著しく進み、卵黄形成後期へと移行した。また、9月1日に採集された個体のうち、成熟度が最も未熟であったのは卵黄形成前期の2個体であり、それ以外はすべて卵黄形成後期に達していたことから、この時期は活発に卵黄を形成しているものと考えられる。その後11月には卵黄形成が終了し、核移動期に進んでいた。ここで、11月の個体のうち組織観察が可能で成熟度が核移動期であると確認された個体のGSIの平均値は6.76 (Table 2) で11月の平均値8.67および12月の10.23 (Fig. 2) に比べて低かったことから、先に述べたように観察できなかった11月の一部および12月の個体はさらに成熟の進んでいる可能性が高いが、肉眼観察から吸水後の完熟卵は観察されなかった。

ウナギガジの卵巣卵は成熟の進行とともに未熟な卵と発達卵が完全に分離し (Fig. 4)、クロガレイ、⁴⁾ ニジマス、⁵⁾ スケトウダラ⁶⁾と同様に、部分同期発生型の発達様式に属することが示された。本研究では、吸水を済ませた完熟卵を持つ個体が採集されず、産卵様式は明らかにできなかった。しかし、11月の卵巣内には発達の進んだ卵黄形成後期および核移動期の卵以外には卵黄形成を行っていない未熟卵しか存在しないことから、同じ部分同期発生型の発達様式でありながら、産卵期間中に数回産卵するスケトウダラやアカガレイとは異なり、クロガレイおよびニジマスと同様に産卵期間中に1回の産卵を行うものと予想される。

本研究では産卵直前と思われる個体が採集されなかったが、核移動期に達した卵が産卵されるまでの期間はク

ロガレイで10~30日と推定されている。⁴⁾ また、アカガレイについては3月に核移動期のものが採集され、4月中旬以降に前成熟期、成熟期および完熟期の卵が出現している。⁷⁾ このように他魚種では核移動期の卵が最終的に産卵に至るまで1カ月程度を要する。先に11月および12月上旬に採集された個体が核移動期よりもさらに発達した卵を持つ可能性があると思われたが、この時期には完熟卵および排卵後濾胞を持つ個体が観察されなかったことから、まだ産卵が始まっていないものと考えられる。以上の結果とGSIの季節変化 (Fig. 2) から判断して、ウナギガジの産卵は当海域では12月中旬以降に開始されると推察される。また、1月下旬に採集された標本の成熟度はその大半が卵黄胞期であり、大型の残留卵および排卵後濾胞が観察されたことから、この時期にはすでに産卵を終了していると考えられる。

飼育実験からウナギガジの近縁種である *Lumpenus lampraeformis* は海底の底質中に穴を掘り巣を作ることが明らかにされている。⁹⁾ また、ウナギガジと同じタウエガシ科の魚類であるナガゾカ *Stichaeus grigorjewi* は産み付けた卵塊を親魚が保護する。¹⁰⁾ ウナギガジの産卵行動は不明であるが、海底の巣穴の中で産卵し、かつ卵を保護する行動を取るとすれば、トロール網で産卵個体を採集することは困難であり、前述の結果よりも早い時期から産卵が始まっていることも予想される。今後は、飼育実験により本種の産卵行動を調べる必要があろう。

謝 辞

本報告にあたり、ご指導を賜った北海道大学水産学部前田辰昭名誉教授に謝意を表します。標本の採集に御協力頂いた北海道大学水産学部研究調査船うしお丸乗組員の皆様に深謝します。組織標本の作成に際し、御指導を頂いた同学部桜井泰憲博士ならびに池田 譲博士に心から感謝いたします。また、標本の採集および生物測定に労を願った同学部大学院生藤岡 崇、羽生正勝、大矢正樹、高木繁郎、井口 謙、小岡孝治、澤村正幸の諸氏、ならびに1991年~1993年度漁場学講座学生に対し感謝いたします。

文 献

- 1) 落合 明、矢頭卓児：日本産魚類図鑑 (益田 一、尼岡邦夫、荒賀忠一、上野輝彌、吉野哲夫編)、東海大学出版会、東京、1984、p. 319。
- 2) 横山信一、前田辰昭、高橋豊美、中谷敏邦、松島寛治：噴火湾およびその沖合における底生魚類群集の時空間分布。北大水産集報、40、8-21、(1989)。
- 3) 横山信一：噴火湾およびその沖合におけるアカガレイの分布および摂餌に関する生態学的研究。博士学位論文、北海道大学、函館、1992、pp. 131。

- 4) 山本喜一郎: 海産魚類の成熟度に関する研究 II. クロガレイ雌魚の成熟度について. 北水研報, **11**, 68-77 (1954).
- 5) 山本喜一郎, 甲斐久行, 石田カー: マス *Oncorhynchus masou* の卵形成について (予報). 北水研報, **20**, 109-116 (1959).
- 6) 尹 泰憲: 北海道噴火湾のスケトウダラ雌魚の生殖周期. 北大水産彙報, **32**, 22-38, (1981).
- 7) 石田カー, 北片正章: アカガレイ *Hippoglossoides dubius* の雌魚の性成熟に関する研究. 東海水研報, **107**, 61-105 (1982).
- 8) 山本喜一郎, 太田 勲, 高野和則, 石川徹三: ニジマスの成熟に関する研究 I. 1 年魚の卵巣の発達について. 日水誌, **31**, 123-132 (1965).
- 9) R. D. M. Nash: Laboratory observation on the burrowing of the snake blenny, *Lumpenus lampretaeformis* (Walbaum), in soft sediment. *J. Fish Biol.*, **16**, 639-648 (1980).
- 10) 前田圭司: 北のさかなたち (長澤和也, 鳥澤 雅編), 北日本海洋センター, 札幌, 1991, pp. 146-147.