

牡鹿半島周辺海域における海洋生活初期サクラマスの卵巣 発達

| | |
|-------|-----------------|
| 誌名 | 日本水産学会誌 |
| ISSN | 00215392 |
| 著者 | 木曾, 克裕 小坂, 淳 |
| 巻/号 | 54巻10号 |
| 掲載ページ | p. 1681-1686 |
| 発行年月 | 1988年10月 |

牡鹿半島周辺海域における海洋生活初期サクラマスの卵巣発達^{*1}

木曾克裕, 小坂淳

(1988年3月3日受付)

Ovarian Development of Masu Salmon *Oncorhynchus masou* during Their Early Marine Phase in Waters near Oshika Peninsula, Northeastern Honshu, JapanKatsuhiko Kiso^{*2} and Sunao Kosaka^{*2}

Ovarian development of masu salmon during their early marine phase was characterized by measuring gonad weight (GW), gonadosomatic index (GSI), oocyte diameters and making histological observations. GW increased with fork length (FL). GSI showed small seasonal changes. Oocytes at the late peri-nucleolus stage were the major component in the ovaries of individuals less than 15 cm FL. The distribution pattern of oocyte diameters was unimodal. It was assumed that this was the stage immediately after migration from a river to the sea. Oocytes in the yolk vesicle stage were detected in ovaries from individuals 15-30 cm FL. The distribution pattern of oocyte diameters was unimodal. This stage was assumed to be the beginning of the northward migration phase. Oocytes in the oil drop stage were seen in ovaries from individuals over 20 cm in FL, and the distribution pattern of oocyte diameters was bimodal.

本州太平洋側における降海型サクラマスの分布南限は千葉県といわれ、降海型の成魚が漁獲されるのは通常宮城県もしくは福島県以北の沿岸域とされる。^{1,2)} サクラマスは降海後沿岸にしばらく滞泳し、沿岸には尾叉長およそ 10~30 cm の魚がみられることが知られている。³⁻⁵⁾ 降海型サクラマスの分布南限に近い牡鹿半島周辺水域では、サクラマスの幼魚は 12 月から 7 月にかけて採集され、その 94% は雌で、相対成長や食物組成などが異なるいくつかの成長段階に属する幼魚が混棲している^{6,7)} という特徴がある。サクラマスのスモルト化には性成熟が抑制的に関与しており、^{8,9)} この水域におけるサクラマスの降海型出現の機構や沿岸生活期の生活様式を知るためには、幼魚の生殖腺の発達過程を明らかにする必要がある。

サクラマスの卵巣および卵母細胞の発達については山本ら、¹⁰⁾ 広井、¹¹⁾ 加藤、¹²⁾ 隆島、¹³⁾ 長内および大塚¹⁴⁾ が報告しているものの降海した幼魚の卵巣についての報告は少ない。この報告では牡鹿半島周辺海域における海洋生活初期のサクラマス (降海直後から北上回遊に移るまでの期間で久保¹⁵⁾ の河口域幼魚期および北上移動幼魚期にあたる) の生殖腺の発達について述べる。

材料と方法

本研究には 1981 年 3 月から 1986 年 6 月の間に、仙台湾から広田湾に至る宮城県の沿岸において主として定置網で混獲されたサクラマス幼魚を、定置網漁場または魚市場で入手して用いた (Fig. 1)。標本は 10% ホルマリンで固定し、尾叉長 (FL) と体重 (BW) を計測した後、生殖腺の形態から雌雄を判別し、雌の生殖腺重量 (GW) を秤量した。成長に伴う卵母細胞の組織学的な変化を見るため、10% ホルマリンまたは Bouin 液で固定した約 110 個体の卵巣から常法に従って 5 μ m のパラフィン切片を作成し、Delafield のヘマトキシリンとエオシン染色を行い光学顕微鏡で観察した。また、一部の個体については卵黄胞と油球を識別するため、切片に Bauer-Feulgen 染色を施し、多糖類の検出を行った。組織切片における卵母細胞、卵黄胞、油球の大きさを万能投影機とリアエンコーダを用いて、円周上の 4 点から直径を求める方法で測定した。卵巣の発達をみる 1 方法として一部の個体について卵巣組織から卵母細胞を分離し、万能投影機と光電式マイクロメータを用い 1 個体あたり 100~150 個の卵母細胞の直径を 1 μ m まで測定して卵

^{*1} 東北区水産研究所業績 第 431 号。この研究の一部は 1985 年 4 月、昭和 60 年度日本水産学会春季大会 (東京) で発表した。

^{*2} 水産庁東北区水産研究所 (Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory, Shinhamacho, Shiogama, Miyagi 985, Japan)。

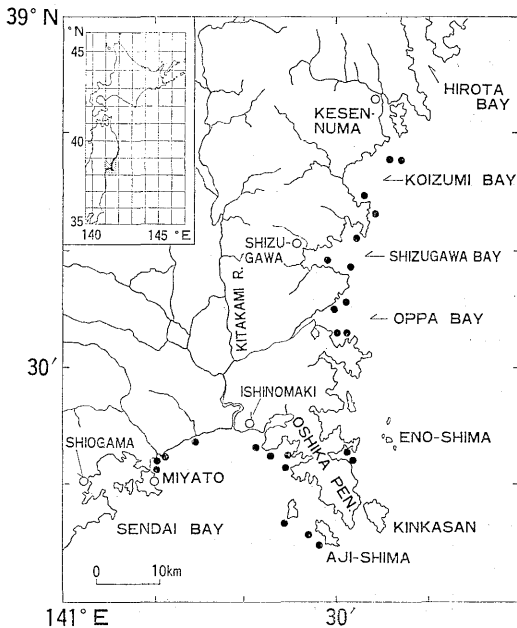


Fig. 1. Sampling area in the northeastern part of Honshu. Samples were collected from set nets or fish markets. Solid circles show the location of set nets and open circles show the location of fish markets.

径組成を求めた。

結 果

卵巣重量および生殖腺指数 幼魚の FL と GW の関係をみると (Fig. 2), GW は FL の増加に伴って増加する傾向を示したが, 個体差がかなり大きかった。FL 21.0 cm 以上になると GW の大きい個体が増加し, 特に FL 22.5 cm 以上になると GW が 0.5 g を越えるものもかなり出現した。しかし FL が 25.0 cm を越えても GW が 0.2 g 未満の個体も認められ, 逆に FL 17.0 cm 以下でも GW 0.15 g となる個体も認められた。

1981年3月から1984年7月の間に採集したサクラマスの雌幼魚 636 尾の生殖腺指数 (GSI) を $GSI = GW \times 100 / BW$ によって求め, 頻度分布を描いた (Fig. 3)。幼魚の GSI は範囲が 0.03 から 0.67 に, モードが 0.13 にあり, 93% の個体が 0.05 から 0.30 の間の値を示した。幼魚の尾叉長階級ごとに GSI の値の頻度分布をみると, その値が 0.05 から 0.30 の間にある個体の割合は FL 15.0 cm 未満が 95%, 15.0~19.9 cm が 95%, 20.0~24.9 cm が 92%, 25.0 cm 以上が 89% で尾叉長階級間で GSI の値に顕著な差は認められなかった。

1983年12月から1984年7月の間に採集した個体の GSI の季節変化をみると (Fig. 4), その値の最大値が

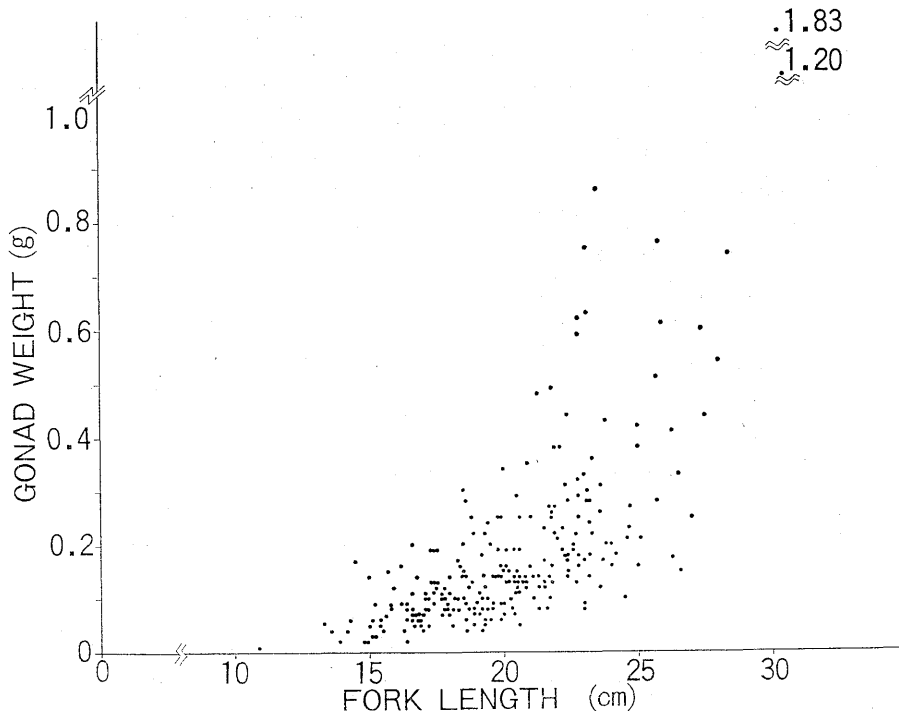


Fig. 2. Relation between gonad weight (g) and fork length (cm) of masu salmon caught from December 1983 to July 1984.

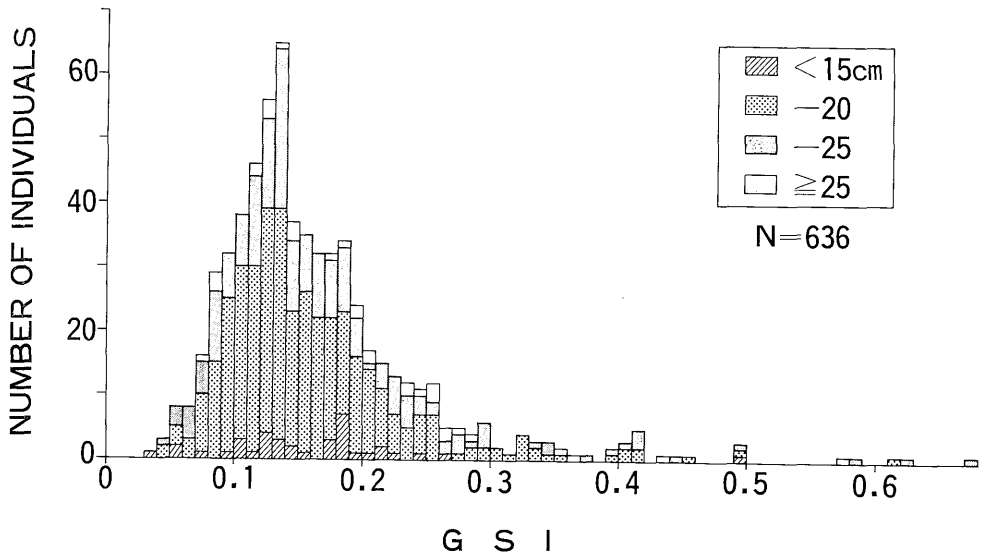


Fig. 3. Frequency distribution of gonadosomatic index (GSI) of young female masu salmon caught from 1981 to 1984. Each column is divided into four fork length classes. $GSI = GW \times 10^2 / BW$ (GW: Gonad weight, BW: Body weight).

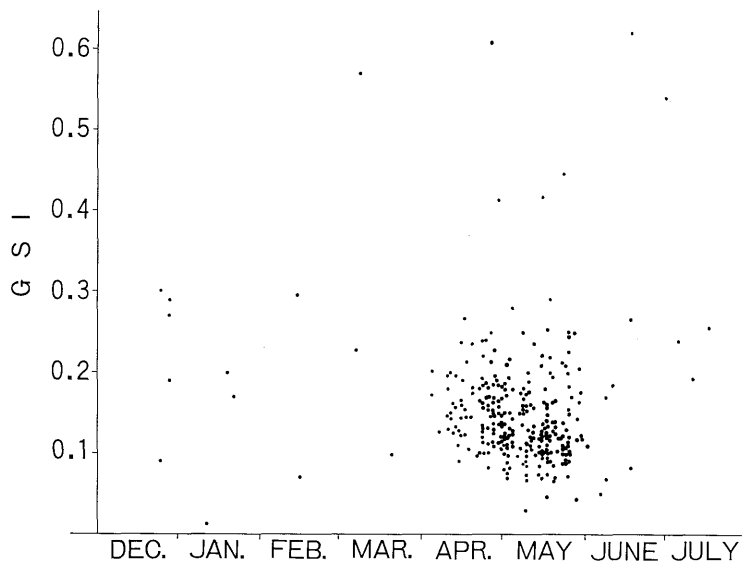


Fig. 4. Seasonal changes of GSI from December 1983 to July 1984.

0.62, 最小値が 0.02 であり, ばらつきがあるものの, 採集個体数の多い 4 月, 5 月でも, 採集個体数の少ない 12 月から 3 月や 6 月, 7 月でも, 多くは 0.07 から 0.27 の範囲にあり, 季節変化は小さかった。

卵母細胞の発達 卵巢の組織切片を顕微鏡で観察したところ, 周辺仁後期 (late peri-nucleolus stage), 卵黄胞期 (yolk vesicle stage), 油球期 (oil drop stage) の卵母細胞が認められた。これらの発達段階の卵母細胞が主群を占める卵巢組織の観察結果について述べる。なお, 発達段階および卵黄物質の名称は山本ら^{10,16)}に従った。

周辺仁後期の卵母細胞が主群をなす卵巢 (Fig. 5 A) では, 卵母細胞の直径に対して核は相対的に大きく, その周辺にヘマトキシリンに濃く染まった仁がみられ, 細胞質はヘマトキシリンに薄く染色された。卵母細胞の大きさは比較的揃っていた。周辺仁後期の卵母細胞の直径の平均値 $\bar{x} \pm$ 標準偏差 SD は $215.2 \pm 17.8 \mu m$ (個体数 $N = 27$) であったが, 山本ら¹⁰⁾が述べるように外套層状構造を有する若い卵母細胞も存在し, その直径は $164.8 \pm 13.3 \mu m$ ($N = 20$) であった。

卵黄胞期の卵母細胞が主群をなす卵巢 (Fig. 5 B) は,

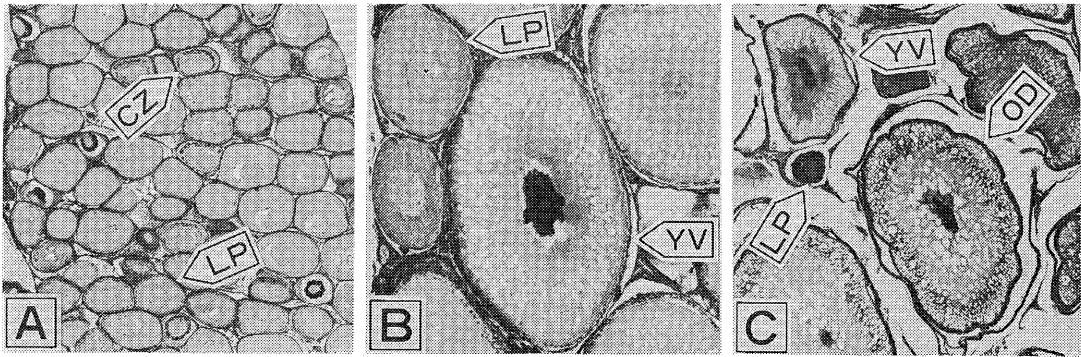


Fig. 5. Micrographs of ovary fixed with Bouin's solution and stained with Delafield's hematoxylin and eosin. A: An ovary with oocytes at the late peri-nucleolus stage. FL 14.4 cm, BW 36.0 g, GW 0.07 g, collected on May 9, 1986. $\times 130$ B: An ovary with oocytes at the yolk vesicle stage. FL 27.3 cm, BW 290.3 g, GW 0.31 g, collected on May 12, 1986. $\times 335$ C: An ovary with oocytes at the oil drop stage. FL 24.2 cm, BW 203.1 g, GW 1.10 g, collected on June 30, 1984. $\times 130$ CZ: Oocyte showing cytoplasmic zoning. LP: Oocyte at late peri-nucleolus stage. YV: Oocyte at yolk vesicle stage. OD: Oocyte at oil drop stage.

観察した 110 個体のうち最も多くみられた。卵黄胞期の卵母細胞では卵黄胞はまず細胞の周辺部に現れ、初めは直径数 μm 以下と極めて小さかったが、しだいに数と大きさを増して中心部へ拡がり、終わりころには直径 20~30 μm となった。卵母細胞の直径は卵黄胞期の初めには 220~240 μm と周辺仁後期のものと比べてほとんど変わらなかったが、終わりには 400~470 μm と約 2 倍になった。この段階の卵巣には卵黄胞期の初めから終わりに至る過程の卵母細胞のほか周辺仁後期の卵母細胞も多く含まれていた。

油球期の卵母細胞が主群をなす卵巣 (Fig. 5 C) には油球期の卵母細胞のほか周辺仁後期から卵黄胞期の終わりに至る多くの段階の卵母細胞が認められた。油球期の卵母細胞の直径は $798.5 \pm 62.1 \mu\text{m}$ ($N=28$) と卵黄胞期の終わりの卵母細胞より一層大型になり、核の周囲には卵黄胞より大型の油球 (大型のものでは直径 50~75 μm) が現れた。油球はヘマトキシリン-エオシン染色では卵黄胞と同様に見えるが、多糖類の反応は陰性で、作成した組織切片では空胞状を呈していた。

卵母細胞の卵径組成 組織学的な観察を行った個体の一部について主群をなす卵母細胞の発達段階を基準に個体別に卵径組成を求めた (Fig. 6)。

周辺仁後期の個体 (GW 0.02 g) では卵径組成は 0.20~0.25 mm にモードを持つ単峰型を示した (Fig. 6 A)。

卵黄胞期に入ると、卵径組成は単峰型を示すものの、卵径の範囲は GW の増加と共に拡大してゆく。卵径のモードは卵黄胞期の初めの個体 (GW 0.07 g) では 0.25~0.30 mm に (Fig. 6 B), 卵黄胞のやや発達した個体 (GW 0.25 g) では 0.40~0.45 mm に (Fig. 6 C), 卵

黄胞がよく発達した個体 (GW 0.45 g) では 0.55~0.60 mm にあった (Fig. 6 D)。主群を成す卵母細胞は卵黄胞期にあるものの、油球期の卵母細胞が一部に現れた個体 (GW 0.75 g) では卵径の範囲はさらに拡大し、卵径組成では峰が不明瞭となった (Fig. 6 E)。

油球期の個体 (GW 1.10 g) では卵径組成は多峰型を示した。その最大の山は 1.10~1.15 mm にモードを持つものであり、このほかに 0.30~0.35 mm および 0.55 付近に小さな山が存在した (Fig. 6 F)。

尾叉長および卵巣の発達段階ごとにみた卵巣重量 山本ら¹⁰⁾はサクラマス¹⁰⁾の卵形成を完全同時発生型として卵巣の発達段階を主群を成す卵母細胞の発達段階を指標として表すのが適当であるとしている。そこでこの報告では山本ら¹⁰⁾に従い主群を成す卵母細胞の発達段階の名称を用いて卵巣の発達段階を区分した。ただし、Fig. 6 E に示すような各段階の移行期というべき段階は、最も進んだ卵母細胞の発達段階で表現することにした。

卵巣組織を観察した 100 個体を卵巣の発達段階と尾叉長階級によって分類し、その個体数と GW の平均値を検討した (Table 1)。

FL 15.0 cm 未満の 4 個体の卵巣は全て周辺仁後期であった。FL 15.0~19.9 cm では 34 個体のうち 9 個体 (25%) が周辺仁後期、25 個体 (75%) が卵黄胞期の卵巣を持っていた。FL 20.0~24.9 cm では 48 個体のうち 43 個体 (90%) の卵巣が卵黄胞期であり、周辺仁後期と油球期がそれぞれ 2 個体 (4%) および 3 個体 (6%) みられた。FL 25.0 cm 以上では 14 個体のうち 12 個体 (86%) が卵黄胞期の卵巣を持ち、周辺仁後期と油球期が 1 個体 (7%) ずつみられた。

周辺仁後期の卵巣を持った個体の GW の平均値は

Table 1. Number of individuals (N) and gonad weight (in grams) of masu salmon classified by ovarian developmental stage, and fork length. Gonad weight is indicated by mean (\bar{x}), standard deviation (SD) and range (R). The developmental stage of each ovary is defined as that of the most advanced oocytes

| Stage | | Fork length (cm) | | | | Total |
|---------------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | <15 | 20 | 25 | ≥25 | |
| Late peri-nucleolus stage | N | 4 | 9 | 2 | 1 | 16 |
| | $\bar{x} \pm SD$ | 0.053 ± 0.005 | 0.088 ± 0.038 | 0.095 ± 0.007 | 0.14 | 0.083 ± 0.036 |
| | R | 0.05-0.06 | 0.05-0.17 | 0.09-0.10 | — | 0.05-0.17 |
| Yolk vesicle stage | N | 0 | 25 | 43 | 12 | 80 |
| | $\bar{x} \pm SD$ | — | 0.152 ± 0.068 | 0.245 ± 0.181 | 0.441 ± 0.191 | 0.246 ± 0.180 |
| | R | — | 0.05-0.33 | 0.08-1.12 | 0.15-0.74 | 0.05-1.12 |
| Oil drop stage | N | 0 | 0 | 3 | 1 | 4 |
| | $\bar{x} \pm SD$ | — | — | 0.817 ± 0.257 | 0.65 | 0.775 ± 0.225 |
| | R | — | — | 0.60-1.10 | — | 0.60-1.10 |

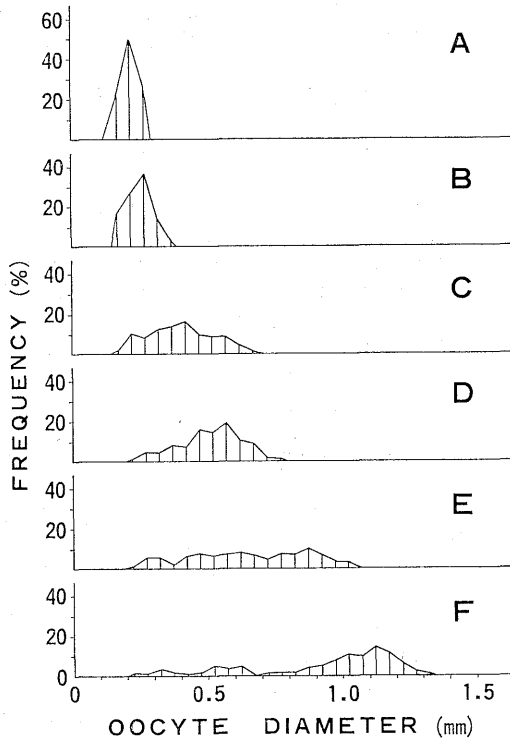


Fig. 6. Frequency distribution of oocyte diameters in successive developmental stages of the oocytes.
 A: Ovary mainly filled with late peri-nucleolus stage oocytes. (FL 12.8 cm, GW 0.05 g, collected on May 2, 1984)
 B-D: Ovary mainly filled with yolk vesicle stage oocytes. (B; FL 18.7 cm, GW 0.07 g, collected on May 23 1984. C; FL 25.8 cm, GW 0.25 g, collected on May 17, 1984. D; FL 27.9 cm, GW 0.45 g, collected on May 29, 1984)
 E: Ovary with mainly yolk vesicle stage oocytes and some oil drop stage oocytes. (FL 23.1 cm, GW 0.75 g, collected on May 6, 1983)
 F: Ovary mainly filled with oil drop stage oocytes. (FL 24.2 cm, GW 1.10 g, collected on June 30, 1984).

FL 15.0 cm 未満が 0.05 g, 15.0~19.9 cm が 0.09 g, 20.0~24.9 cm が 0.10 g, 25.0 cm 以上 (1 個体) が 0.14 g, 全個体平均が 0.08 g であった。卵黄胞期の卵巢を持った個体の GW の平均値は FL 15.0~19.9 cm が 0.15 g, 20.0~24.9 cm が 0.25 g, 25.0 cm 以上が 0.14 g, 全個体平均が 0.25 g であった。油球期の卵巢を持った個体の GW の平均値は FL 20.0~24.9 cm が 0.81 g, 25.0 cm 以上 (1 個体) が 0.65 g, 全個体平均が 0.78 g であった。

これらのことは、個体差があるものの卵巢の発達段階が FL の増大に伴って進み、FL が同じなら卵巢の発達段階が進んだものほど GW の値が大きく、卵巢の発達段階が同じなら FL が大きいほど GW が大きいという傾向を示している。

考 察

サクラマスは尾叉長 11~14 cm で降海するとされている。²⁾ 山本ら¹⁰⁾および広井¹¹⁾は河川で採集したスマルトおよび降海直後のスマルトの卵巢が周辺仁後期であると述べている。今回の結果によると、卵巢の発達段階が周辺仁後期である個体は、FL 15.0 cm 未満では 100%, FL 15.0~19.9 cm では 25% を占めており、それらの卵径組成は単峰型であった。これらのことは本州東岸の牡鹿半島周辺海域における降海直後のサクラマスの卵巢の発達段階は周辺仁後期であり、卵径組成は単峰型であることを示しており、山本ら¹⁰⁾および広井¹¹⁾の行った北海道におけるサクラマスの卵径組成や組織観察の結果と一致している。

沿岸で多く採集される FL 15.0~22.9 cm のサクラマスの卵巢の多くが卵黄胞期であり、卵黄胞の蓄積の程度に個体差がみとめられることは、沿岸生活の期間を通じて卵黄胞をしっかりと蓄積してゆくことを示している。

FL 23 cm 以上の個体の卵巢は、卵黄胞期の卵母細胞を主群とする卵径組成が単峰型のものが大部分で、4 月

上旬から6月下旬にわたって採集された一部の個体には油球期の卵母細胞を主群とする2峰型のものがみとめられた。牡鹿半島周辺海域ではFL 24 cm以上の個体は少なく,^{6,5)} 標識放流の再捕結果では幼魚は北上傾向を示す¹⁷⁾ので、幼魚の主群はFL 23 cm前後の大きさで、卵径組成が単峰型である卵黄胞期の卵巣の発達段階で離岸して北上移動すると考えられる。

広井¹¹⁾は12月から3月の間に採集した接岸・索餌回遊期のサクラマス(満2歳)の卵巣が油球期または第1次卵黄球期の初期であることを報告している。石田¹⁸⁾は北洋水域のベニザケ *Oncorhynchus nerka* やサケ *Oncorhynchus keta* で漁期初めにあたる5月中旬から下旬に卵巣の発達段階が油球期にあるものはその年に産卵する可能性があるとして述べている。隆島¹³⁾はヤマメにおいて5月の卵径モードは1100 μm であり、1000 μm 以上の卵には油球がみとめられるとして述べている。今回の結果でも油球期の卵母細胞を主群とする卵巣の卵径モードは1000 μm を越えており、隆島¹³⁾の結果と一致している。またサクラマスの亜種とされるアマゴ *Oncorhynchus masou macrostomus*¹⁹⁾の降海型は11月頃から降海し翌年5,6月に溯上して9,10月頃に産卵する。²⁰⁾九州や本州では秋から初冬にもサクラマスが降海することが知られている。^{4,9,21)}太平洋側において降海型の出現する海域としては南に位置する牡鹿半島周辺海域で、春季に卵巣の発達段階が油球期にあり、卵径組成が2峰型を示す大型個体の一部はアマゴの降海型と同様な生活史を示し、北上移動をしないで沿岸域に滞泳した後、河川に溯上して産卵する「沿岸滞泳型」であるという仮説も成り立つと思われる。

謝 辞

サクラマスの採集にあたって、宮城県水産試験場、宮城県気仙沼水産試験場、宮城県内水面水産試験場、宮城県石巻水産事務所、宮城県気仙沼水産事務所の職員の方々、気仙沼魚市場、志津川魚市場、宮戸魚市場の職員の方々、ならびに定置網漁業者の方々には多大な御協力をいただいた。これらの皆様に対して厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) 田中昌一: INPFC 研報, 16, 75-135 (1965).
- 2) 待鳥精二, 加藤史彦: INPFC 研報, 43, 1-118 (1985).
- 3) 佐野誠三, 阿部進一: 北海道さけますふ化場研報, 21, 1-10 (1967).
- 4) 加藤史彦: 昭和 57 年度マリーナランニング計画プログレスレポート サクラマス, 3, 北海道さけますふ化場, 札幌, 1983, pp. 106-115.
- 5) 木曾克裕: 昭和 60 年度マリーナランニング計画プログレスレポート サクラマス, 6, 北海道さけますふ化場, 札幌, 1986, pp. 176-187.
- 6) 木曾克裕: 昭和 58 年度マリーナランニング計画プログレスレポート サクラマス, 4, 北海道さけますふ化場, 札幌, 1984, pp. 93-104.
- 7) 木曾克裕, 竹内 勇: 昭和 59 年度マリーナランニング計画プログレスレポート サクラマス, 5, 北海道さけますふ化場, 札幌, 1985, pp. 101-108.
- 8) 大島正満: 桜鱒と琵琶鱒, 楡書房, 札幌, 1957, 79 pp.
- 9) 久保達郎: 北海道さけますふ化場研報, 28, 9-26 (1974).
- 10) 山本喜一郎, 甲斐久行, 石田力一: 北水研研報, 20, 109-119+1 pl. (1959).
- 11) 広井 修: 昭和 58 年度マリーナランニング計画プログレスレポート サクラマス, 4, 北海道さけますふ化場, 札幌, 1984, pp. 120-128.
- 12) 加藤 守: 日水研研報, 23, 55-67 (1971).
- 13) 隆島史夫: 日水誌, 52, 231-237 (1986).
- 14) 長内 稔, 大塚三津男: 北海道水産孵化場研報, 24, 45-53 (1969).
- 15) 久保達郎: 北海道さけますふ化場研報, 34, 1-95 (1980).
- 16) 山本喜一郎, 太田 勲, 高野和則, 石川徹三: 日水誌, 31, 123-132 (1965).
- 17) 木曾克裕, 熊谷五典, 埴山雅秀: 東北水研研報, 49, 89-101 (1987).
- 18) 石田力一, 高木健治, 有田節子: INPFC 研報, 5, 23-39 (1961).
- 19) 荒賀忠一: 日本産魚類大図鑑, 解説編(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, pp. 38-39.
- 20) 加藤文男: 魚類学雑誌, 20, 225-234 (1973).
- 21) 木村清朗, 塚原 博: 魚類学雑誌, 16, 131-134 (1969).