

福島県産シラウオの研究—Ⅱ.

イシカワシラウオの産卵期

竹内 啓

Studies of the Icefish in Fukushima Prefecture—Ⅱ.

Spawning Season of *Salangichthys ishikawai* WAKIYA et TAKAHASI

Akira TAKEUCHI

まえがき

先報で報告したように福島県沿岸では、冬春期に船曳網や刺網を用いて、イシカワシラウオ¹⁾親魚を対象に漁業が営まれている。冬春期は本種の成熟期にあっており、この時期が最も高価である。

シラウオ類の産卵生態については、WAKIYA and TAKAHASI²⁾、堀田³⁾、藤本⁴⁾などの研究があり、また近年では堀⁵⁾が、イシカワシラウオ成魚の左右卵巢の位置と形態変化および卵径から、産卵について興味深い研究を展開しているが、産卵期についての研究は少ない。

昭和41年から昭和44年まで県下のシラス・イカナゴ船曳網漁業の調査を行って、イシカワシラウオをみる機会を得たので本種の産卵期について報告する。

標本魚採集に便宜を計られた請戸漁業協同組合長・小松晴信氏および組合員諸氏、本報告にあたって各種の測定に助力をいただいた東京水産大学学生・高間浩氏に厚くお礼申し上げる。

材料および方法

1967年2月から3月の間に図1に示した福島県請戸地先付近で船曳網によって漁獲されたイシカワシラウオ親魚10標本を採集し、10%ホルマリンで固定した。供試魚の10標本1,371尾を雌雄に分けたのち、下記の区分にしたがって、腹部外観から、採集日毎に雌魚を、A Stage・未熟、B Stage・稍熟、C Stage・成熟に分離した。

A Stage・未熟 腹部外観から抱卵が認められない。

B Stage・稍熟 抱卵が認められるが、熟卵がほとんどなく、腹部も膨れていない。

C Stage・成熟 抱卵が認められ、熟卵が多く、腹部が膨れている。また腹部は黄色味を帯びているものが多数認められる。

この雌親魚10標本561尾のうち、表1に示した5標本64尾は、腹部外観からの熟度区分の妥当性を

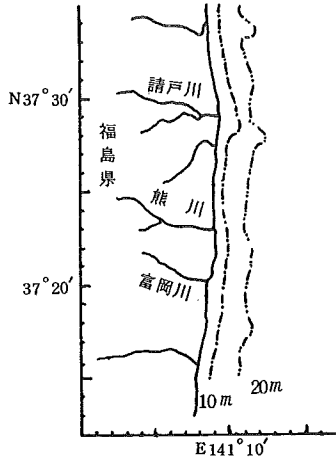


図1. 漁獲位置

表1. 腹部外観観察による熟度区分の妥当性検討のための雌魚卵径等測定材料

漁獲月日	熟度区分		
	A・未熟	B・稍熟	C・成熟
2月18日	2 (5)	4 (5)	10 (10)
2月26日	0 (1)	0 (1)	1 (1)
3月17日	2 (2)	5 (5)	10 (10)
3月24日	0 (0)	5 (5)	10 (10)
3月26日	0 (0)	5 (5)	10 (10)
計	4 (8)	19 (21)	41 (41)

註()内は、体長、体重、卵巣重量測定尾数

検討するため、A・B・C Stageの全個体について体長、体重、卵巣重量、大型卵卵径、大型卵抱卵数を測定し、3月25日採集分を除いた残りの4標本は、C Stageの雌個体についてのみ、体長、体重、卵巣重量、大型卵卵径を測定した。C Stage個体は、一標本あたり10尾迄測定することを原則とした。

卵径は、左側卵巣(腹側観・右葉卵巣)中央部から卵塊を適量、およそ0.05 gをとり出し、大型卵を選別して、大型卵20粒の卵径を測定し、その平均値を大型卵卵径とした。

卵数は、とり出した卵塊の大型卵卵数から、次式で全卵巣中の大型卵卵数を、C Stage個体についてのみ求めた。

大型卵卵数 = 摘出卵塊中の大型卵卵数 × 卵巣重量 / 摘出卵塊の重量

また、測定して得られた体長・BLと卵巣重量・GWから、次式で成熟係数を計算し、C Stage個体の熟度指標の一つとした。

成熟係数 $K_G = GW / BL^3 \times 10^7$

結 果

腹部外観観察からの熟度区分と性比による産卵期の推定

前記の熟度区分による各熟度の出現尾数割合を、採集日毎に表2、図2に示した。1967年2月18日～3月26日の調査期間内ではC Stage・成熟個体の出現割合が、ほぼ50%以上を占める。これは調査期間を成熟期のみに限定したためであるが、そのなかにあつて、時期がすすむにつれてA Stage・未熟雌魚が減少し、B Stage・稍熟、C Stage・成熟雌魚の割合が漸増する。C Stage雌魚割合が最も多い時期は3月中旬～下旬で、2月下旬にもその割合が多い時期がある。またその直後にはC Stageの雌魚が減少する傾向がみられる。

性比は変化が顕著で、雌が多い時と、雄が多い時および雌雄同数になる時がある。シラウオ類では雄の臀鰭鱗の吸着性から生殖行動が指摘されているが⁵⁾⁹⁾、既に堀田⁹⁾がシラウオで指摘しているように、イシカワシラウオでも成熟期には、雌雄が各々別個の群れをつくり、産卵時に生殖行動に参与して雌雄同数になるものと考えれば、産卵時期の推定に有用であろう。

C Stage・成熟雌魚の多い日に雌雄同数になっており、この後C Stage・成熟雌魚が減少している現象を統一してとらえれば、この時期が産卵期と推定される。

表2. 雌魚腹部外観観察熟度区分による各熟度の出現尾数と性比

漁獲日	漁獲位置	採集 個体数	雌 個体数	雄 個体数	性比 雌/雄	A Stage尾数	B Stage尾数	C Stage尾数
						(A/全雌尾数)	(B/全雌尾数)	(C/全雌尾数)
2月18日	請戸前	244	226	18	92.6	94(41.5%)	28(12.4%)	104(46.0%)
2月21日	熊川前	86	39	47	45.3	4(10.3)	10(25.6)	25(64.1)
2月23日	請戸前 9m	44	35	9	79.5	8(22.9)	8(22.9)	19(54.3)
2月26日	請戸川口 6m	83	3	80	3.6	1(33.3)	1(33.3)	1(33.3)
* 3月4日	請戸前 6~9m	270	86	184	31.9	8(9.3)	29(33.7)	49(57.0)
** 3月16日	請戸~棚塩 11m	167	14	153	8.4	1(7.1)	3(21.4)	10(71.4)
** 3月17日	請戸 11m	207	35	172	16.9	2(5.7)	11(31.4)	22(62.9)
3月24日	富岡前	141	70	71	49.6	0(0)	23(32.9)	47(67.1)
3月25日	富岡前	28	24	4	85.7	0(0)	7(29.2)	17(70.8)
3月26日	請戸前 8m	101	29	72	28.7	0(0)	19(65.5)	10(34.5)
	計	1,371	561	810				

* 同一日に3隻から3標本を採集 ** 同一日に2標本を採集

腹部外観観察による熟度区分の妥当性の検討

前項で外観観察による熟度の時間的変化から産卵期を推定したが、この項では各熟度区分が妥当であるかどうか、またA Stageを未熟、B Stageを稍熟、C Stageを成熟と仮称したが妥当であるか、実測した熟度指標を用いて検討した。

表3および図3に、A・B・C Stageの個体から大型卵20粒の卵径を測定し、個体平均した大型卵径の卵径頻度分布を示した。A Stageでは0.40~0.49mm, B

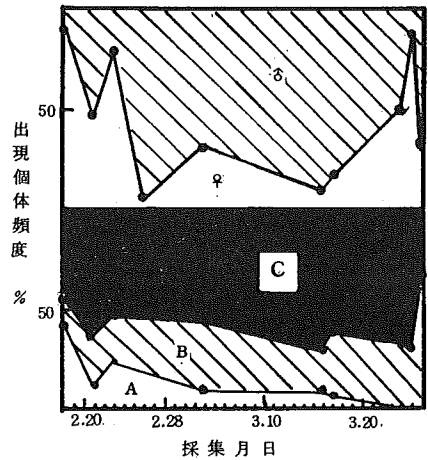


図2. 雌魚外部観察による各熟度の出現個体割合と性比の季節変化

表3. 雌魚外部観察による各熟度の大型卵径卵径分布

熟度区分 卵径階級mm	A Stage (未熟雌魚) 個体数 (%)	B Stage (稍熟雌魚) 個体数 (%)	C Stage (成熟雌魚) 個体数 (%)
0.40~0.49	3 (75.0)	3 (15.8)	
0.50~0.59	1 (25.0)	11 (57.9)	
0.60~0.69		4 (21.1)	2 (4.9)
0.70~0.79		1 (5.3)	1 (2.4)
0.80~0.89			2 (4.9)
0.90~0.99			19 (46.3)
1.00~1.11			17 (41.5)
計	4 (100.0)	19 (100.0)	41 (100.0)

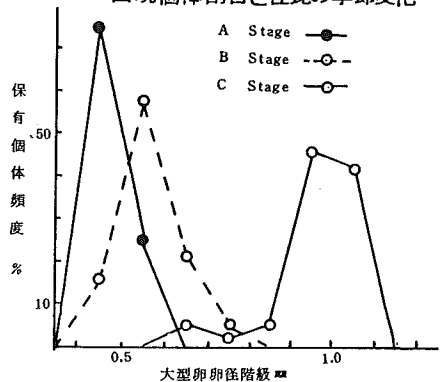


図3. 外部観察による各熟度の大型卵径

Stageでは0.50~0.59 mm, C Stageでは0.90~1.00 mmにモードがあって、熟度区分が妥当であることを示唆する。

表4は各Stageの大型卵卵径(個体平均,以下略)の母集団平均 μ の95%信頼区間(区間推定値)で、Aの大型卵卵径は 0.473 ± 0.0747 mm, Bのそれは 0.546 ± 0.0315 , Cのそれは 0.969 ± 0.0295 となる。AとB Stageの大型卵卵径の母集団平均は接近しているが、BとC Stageのそれは接近していない。

表4. 外部観察による各熟度の大型卵径母集団平均

熟度区分	個体数 n	平均値 \bar{x}	偏差平方和 $\sum x^2$	標準偏差 S	標準誤差 $S_{\bar{x}}$	自由度 d.f.	μ の信頼区間 $\bar{x} - t_{.05} S_{\bar{x}} \leq \mu \leq \bar{x} + t_{.05} S_{\bar{x}}$
A Stage	4	0.473	0.006621	0.0469	0.0235	3	$0.398 \leq \mu \leq 0.548$
B Stage	19	0.546	0.077149	0.0654	0.0150	18	$0.515 \leq \mu \leq 0.578$
C Stage	41	0.969	0.350455	0.0936	0.0146	40	$0.940 \leq \mu \leq 0.999$

表5は各Stageの平均体長, 体重, 卵巣重量および大型卵卵径範囲を示したものである。平均体長, 平均体重, 平均卵巣重量ともStage間で差があるが、特に平均卵巣重量の差が顕著で、A Stageでは0.0339 g, Bでは0.0688 g, Cでは0.2208 gを示し、大型卵卵径の差と同様にBとC Stage間の差が明瞭である。

また成熟係数の係数頻度分布を各Stageについて示すと図4のようになって、AとB間では重なりが大きい、BとC間では差が明瞭である。表6に各Stageの平均成熟係数を示した。

表6. 各熟度別の雌魚成熟係数平均

熟度区分	個体数 n	平均値 \bar{x} (g)	標準偏差 S (g)
A Stage	8	1.70	0.63
B Stage	21	3.02	0.92
C Stage	41	9.66	2.89

次に大型卵卵径の各Stage平均値を統計的に検討する。表7にAとB Stage間の大型卵卵径平均値の比較をした。平均値差0.073 mmは、 $t_{.050} < P < t_{.025}$ で有意であり、2つの母集団として区別できる。また表8はBとC Stage間のそれで、平均値差0.423 mmは、 $P < t_{.001}$ で有意であり、同じく2つの母集団として区別される。

表5. 外部観察による各熟度の平均体長, 平均卵巣重量および大型卵径卵径範囲

熟度区分	平均体長 mm	平均体重 g	平均卵巣重量 g	大型卵卵径 範囲 mm
A Stage	58.0	0.54	0.0339	0.414~0.529
B Stage	60.5	0.79	0.0688	0.433~0.711
C Stage	60.8	0.92	0.2208	0.684~1.066

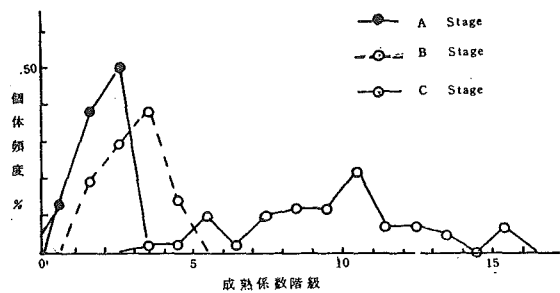


図4. 外部観察による各熟度の雌魚成熟係数

表7. AとB Stage間の大型卵卵径平均値の比較

熟度区分	個体数 n	自由度 d.f.	大型卵卵径 平均値 \bar{x} mm	偏差平方和 $\sum x^2$
B Stage	19	18	0.546	0.077149
A Stage	4	3	0.473	0.006621
	和=21		差= $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$ = 0.073	和=0.083770

こみにした平均平方 $= S^2 = 0.083770 / 21 = 0.003989$

$S_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \sqrt{S^2 (n_1 + n_2) / n_1 n_2} = 0.0347$

$t = 0.073 / 0.0347 = 2.10374$, d.f. = 21, $t_{.05} = 2.080$

$t_{.025} = 2.414$, $\therefore t_{.05} < P < t_{.025}$

以上腹部外観観察によって、A Stage・未熟、B Stage・稍熟、C Stage・成熟の3 Stageに熟度区分をすることの妥当性を、大型卵卵径、卵巣重量、成熟係数の3実測熟度指標から検討した。AとB Stage間には差がやゝ不明瞭であるが、A・BとC Stage間には明瞭な差があり、区分は妥当であると判断される。

またC Stage個体は外観上「成熟」として観察されると共に、実測した熟度指標も最大値を示すから、成熟雌個体と判定される。したがって成熟雌親魚・C Stage個体の割合が増加する。すなわち、群成熟がもっともすすんだ時期を産卵直前と推定してよいであろう。このような方法は産卵期を推定するのに簡便な方法である。

成熟雌親魚(C Stage)実測熟度諸指標の時間的変化からみた産卵期の推定

次に成熟雌親魚(C Stage個体、以下略)のみをとりあげ、実測した熟度諸指標の時間的変化から産卵期を再検討しよう。

表9は成熟雌親魚の採集日別平均体長、体重、卵巣重量、大型卵卵径、大型卵卵数、成熟係数を示したものである。2月26日・供試個体数1尾をのぞけば、3月中下旬の熟度がもっとも高い。大型卵平均卵数は、2月21日と3月26日が少ないが、傾向的に顕著な変化が認められない。

表9. 成熟雌魚の採集日別平均体長・体重・卵巣重量・大型卵卵径・大型卵卵数および成熟係数

漁獲月日	漁獲位置	平均体長 mm	平均体重 g	平均卵巣 重量 g	大型卵卵径 平均 mm	大型卵卵 数平均	成熟係数 平均	供試 個体数
2月18日	請戸前	60.1	0.86	0.1770	0.932	443	8.08	10
2月21日	熊川前	60.3	0.79	0.2100	1.041	308	9.61	10
2月23日	請戸前 9m	60.0	0.92	0.1392	0.881	475	7.92	10
2月26日	請戸川口 6m	59.8	1.05	0.2572	1.066	410	12.03	1
3月4日	請戸前 6~9m	61.8	0.96	0.2253	0.969	476	9.57	10
3月16日	請戸~棚塩 11m	62.3	1.10	0.2621	0.972	430	10.82	10
3月17日	請戸前 11m	61.7	0.91	0.2282	0.993	391	9.71	10
3月24日	富岡前	62.4	1.07	0.2811	0.983	523	11.42	10
3月26日	請戸前 8m	58.8	0.83	0.1756	0.971	331	8.60	10

図5には成熟雌親魚の3熟度指標を、適当な階級に分けて採集日別に頻度で示した。卵巣は時期がすすむにつれて、重量が増し、3月24日がもっとも重く、3月26日には軽くなる。

大型卵卵径は、2月21日に長い卵径をもつ個体が多くなり、その後1.00~1.09mmの最大卵をもつ個体は50%程度を示し、増減が顕著でないが、0.90~0.99mmの卵をもつ個体は、時期がすすむにしたがい増加する。成熟係数は卵巣重量の時間的変化とはほぼ同じ傾向を示し、3月中・下旬の値が大きく、3月26日には小さくなる。

表8. BとC Stage間の大型卵卵径平均値の比較

熟度区分	個体数 n	自由度 d.f.	大型卵卵径 平均値・ \bar{x} mm	偏差平方和 $\sum x^2$
C Stage	41	40	0.969	0.350455
B Stage	19	18	0.546	0.077149
		和=58	差= $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$ = 0.423	和=0.427604

こみにした平均平方 $S^2 = 0.427604 / 58 = 0.0073725$

$$S_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \sqrt{S^2(n_1 + n_2) / n_1 n_2} = 0.02448$$

$$t = 0.423 / 0.02448 = 17.2794, \text{ d.f.} = 58$$

$$t_{.05} = 2.004, t_{.001} = 3.476 \text{ (但し d.f.} = 55 \text{)}$$

$$\therefore P < t_{.001}$$

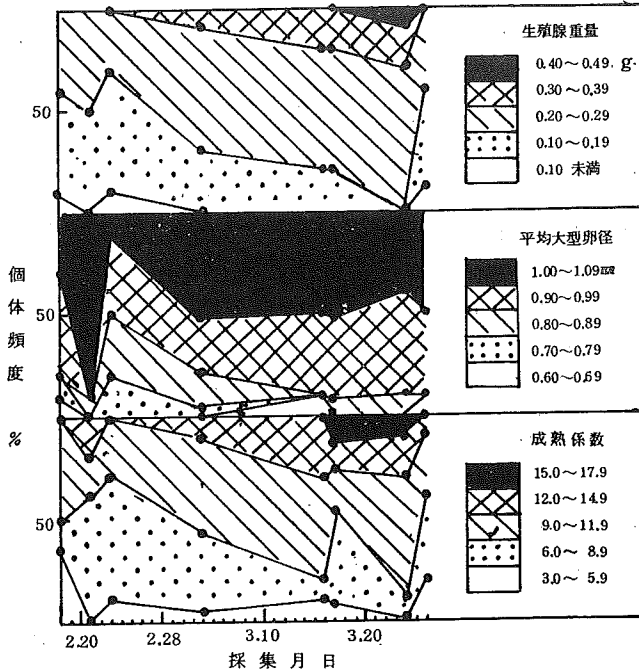


図5. 成熟雌魚の熟度指標季節変化

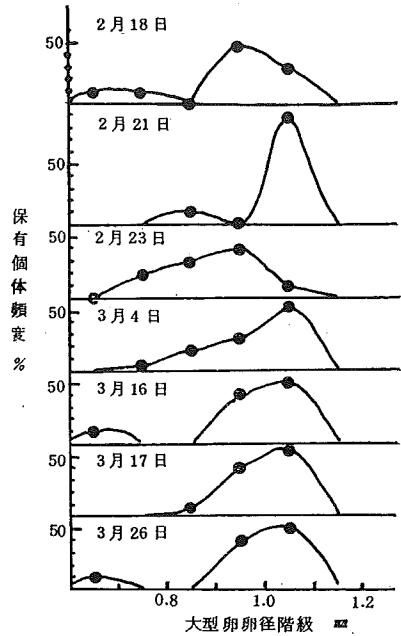


図6. 成熟雌魚の大型卵卵径季節変化 (請戸地先のみ)

図6は成熟雌親魚の大型卵卵径の卵径階級別頻度を、採集日別に示したもので、図5と同じデータであるが、最大卵所有個体への移行の過程がより明瞭にうかがえる。

この項では成熟雌親魚の3熟度指標を用い、それぞれの群熟度の季節的進行から、産卵期の推定を試みた。卵巣と成熟係数の群熟度は、3月24日が最も高く、大型卵のうちで卵径が最大に達し、発育が止まった最大卵を所有する個体は、2月21日に最も多いことがわかった。この両日の直後には熟度諸指標による群熟度が低下するから、この間に産卵が行われたものと考えられる。

考 察

イシカワシラウオ *Salangichthys ishikawai* WAKIYA et TAKAHASI の体が半透明で、腹部外観から、雌個体が熟卵を抱卵している状態が、容易に観察できることから、外部観察によって三熟度に区分し、最も熟度がすんだとみられるC Stage 個体の増減を、産卵期推定の第1の方法とした。しかるに、本報告の調査期間が、成魚期に限られたため、C Stage 個体は各採集日も、ほぼ50%以上を占め、またその増減が顕著でないが、A Stage 個体の減少とC Stage 個体の漸増、A→B→C Stage への移行の極を産卵直前と考えた。

しかし、幸いにも雌雄同数になる日が、C Stage 個体最多出現日と一致することから、堀田³⁾が、シラウオ *Salangichthys microdon* BLEEKER で指摘しているように、生殖行動⁵⁾⁶⁾ のために雌雄同数になるものとして、これをも一つのよりどころとした。

また外部観察による熟度区分(A・B・C Stage)の妥当性とその熟度を、大型卵卵径、卵巣重量、成熟係数の三実測熟度指標を用いて検討した。A・B Stage とC Stage 間では、熟度指標に明瞭な差がみられ、抱卵状態の観察から熟度区分を行うことは有用であると考えられる。C Stage 個体が抱

卵する大型卵は、発育が最もすみ、発育を停止したとみられる最大卵(径)であり、卵巢重量、成熟係数も他の2 Stage 個体より大きいから、成熟雌親魚であると判断される。C Stage 個体は、外観からみて抱卵が認められ、熟卵が多く、腹部が膨れている個体を選別したから、常に最大卵を抱卵し、卵巢重量実測値が最大であるのは、当然の結果である。

さらに産卵期を厳密に検討するため成熟雌親魚(C Stage 個体)の3 熟度指標を用い、それぞれの群熟度の季節的進行から、産卵期の推定を試みた。その結果卵巢(重量)と成熟係数の群熟度は、3月24日に最大値を示すが、最大卵所有からみた群熟度は、2月21日が最も高く、次いで3月17日、24日が高い。そして2月23日には大型卵卵径組成からみた群熟度の低下が顕著であり、また3月26日には卵巢(重量)と成熟係数が顕著に低下するから、この間に放卵が行われたと考えられる。

堀³⁾は卵巢の左右両葉がよく発達したもので右葉が大きく、その重量が左右卵巢の60~70%を占めるものをType A、左葉が極端に小さく10 mg 前後であるのに対し、右葉が大きくその重量が両葉重量の90%以上を占めるものをType B、両葉とも常に小さく10 mg 前後で、尾鰭黒斑の多い個体をType Cとし、Type Aでは左右両葉とも卵径が最大卵径(約1 mm)に達しているが、Type Bでは重量が大きい右葉のみが1 mm 前後の卵で満たされ、左葉は常に0.4 mm 以下であったこと、またType Cは両葉とも0.4 mm 以下の微小卵のみみられるだけでType Bの左葉に似ていたとイシカワシラウオについて報告し、Type Aは産卵前、Type Bは左葉からの放卵が終ったもの、Type Cは右葉から放卵し、左右両葉とも放卵したものと考え、A type → B type (左葉放卵) → C type (右葉放卵)の過程から、2回の産卵を推定している。本報告は堀の報告以前に作業を終えていたので、このような観察結果を利用して検討できなかったが、少なくとも本報告の成熟雌親魚は、堀³⁾がいうType AとType Bの個体とみられ、卵径は右葉(腹側側)から摘出した卵を測定したことになる。堀³⁾の結果を引用して大胆な推察を行うと、両葉卵巢重量が2月21日の小極大から、23日に減少しているのは、重量の軽い左葉卵巢の卵を放出した結果で、その後右葉卵巢が肥大し(堀³⁾は供試卵巢重量の最大はType Bであったと報告している)、3月24日の極大に達し、3月26日には右葉卵巢の卵を放卵したと考えられる。調査期間が短いうらみがあり、充分ではないが、生殖行動のためとみられる雌雄同数日が本調査期間中2回あって、その日が、2月21日と3月24日であることを考えあわせると、前述のように2月下旬と3月下旬の2回にわたり産卵が行われたと推察される。

要 約

1967年2月~3月の間に、福島県請戸地先付近において、船曳網で漁獲されたイシカワシラウオ *Salangichthys ishikawai* WAKIYA et TAKAHASI 成魚を採集し、熟度の検討を行い、産卵期の推定を行った。

1. イシカワシラウオの魚体が半透明で、熟卵の抱卵状態や腹部の膨み具合から、外部観察による熟度判別が容易であることを利用し、A Stage 未熟雌魚、B Stage 稍熟雌魚、C Stage 成熟雌魚に分け、各Stageの出現割合を検討した。その結果C Stage 成熟雌魚は各採集日とも50%前後を占め、3月中下旬にむけて漸増すが、増減傾向が顕著でなかった。しかし2月21日~23日、3月24、25日~26日にかけてはC Stage 成熟雌魚の増減がやゝ顕著であって、2月23日にはA Stage 未熟雌魚、3月26日にはB Stage 稍熟雌魚が増加した。
2. 雌雄同数になる日が調査期間中2回(2月21日と3月24日)認められた。他の採集日は雌または雄が多く、雌雄比が周期的に変化する傾向がみられた。
3. A・B・C Stage 雌魚の大型卵径、卵巢重量および成熟係数を実測し、各Stage間の熟度指標差を検討したところ、AとB Stage 雌魚の差はやゝ不明瞭であったが、A・BとC Stage 雌魚差は明瞭

であり、外部観察による熟度区分は妥当であると共に、熟度判別に有用であると思われる。

4. C Stage 雌魚が抱卵する大型卵（腹側観・右葉卵巢から摘出）は、発育がもっともすんだ最大卵（卵径1.00～1.09 mm）を含み、卵巢重量、成熟係数ともに、他のStage雌魚より大きいことから成熟雌魚とみられる。

5. 成熟雌魚の卵巢（重量）と成熟係数の群熟度は3月24日に最大値を示し、3月26日には顕著に低下する。最大卵所有からみた群熟度は、2月21日が最も高く、2月23日には顕著に低下する。

6. 以上の結果から、2月21日～23日、3月24日～26日の2回にわたり産卵が行われたと推察される。

文 献

- 1) 竹内 啓：福島県産シラウオの研究-I., 種の査定, 福島県水産試験場研究報告, 1, 1～6 (1972).
- 2) Y. WAKIYA and N. TAKAHASI: Study on fishes of the family Salangidae, *Journal of the College of Agriculture Tokyo Imperial University*, 14(4), 280～281 (1937).
- 3) 堀田秀之・田村 正：シラウオ (*Salangichthys microdon* BLEEKER) の生態について, *Bulletin of the Faculty of Fisheries Hokkaido University*, 5(1), 41～46 (1954).
- 4) 藤本 武：シラウオ *Salangichthys microdon* (BLEEKER) の抱卵数について, 茨城県水産試験場試験報告, 昭和25・26年度, 143～145 (1954).
- 5) 堀 義彦：イシカワシラウオ (*Salangichthys isikawai* WAKIYA et TAKAHASI) の生活について, I 成長・二次性徴・卵巢・抱卵数について, 茨城県水産試験場試験報告, 昭和43年度, 41～46 (1969).
- 6) 松原喜代松・落合 明：魚類学(下), 水産学全集19, 初版, 516～518, 恒星社厚生閣, 東京(1965).