

むつ小川原地域漁業開発関連調査

I セタシジミ移植適地調査

小坂 善信・林 義孝

1. 調査目的

小川原湖淡水化後の漁業振興対策策定のために、小川原湖内へのセタシジミの移植適地を検討すると共に、ヤマトシジミの生息状況をは握して小川原湖漁業振興対策の資料とする。

2. 調査場所

図1に示した。

3. 調査時期

昭和58年7月20日

昭和58年10月17日

4. 調査方法

(1) 水質調査

湖央(St. 7)は5mごとにバンドーン採水器を用いて採水し、他地点は表層水を採水し、常法(水質汚濁調査指針, A Practical Handbook of seawater Analysis)に従って、pH, DO, COD, 塩素イオン, アルカリ度, K, Na, SO₄, 総硬度, Ca, Mg, 総鉄, 濁度, Si, Al, Ni, Zn, Mn, Cu, クロロフィルを分析した。

(2) 底質調査

エックマンバージ型採泥器を使用して採泥し、現場で混合試料として持ち帰り、常法に従って、水分含有率, 強熱減量, COD, T-S, T-Pを分析した。なお、間隙水中の塩素イオンは、実験室に持ち帰った試料の上澄水について、上澄水の得られない試料については、毎分5,000回転で20分間遠心分離し、その上澄水についてモール氏法で分析した。

(3) ヤマトシジミ分布調査

エックマンバージ型採泥器を使用して採集し、現場でホルマリン固定したうえ、実験室に持ち帰り、1mm篩に残ったヤマトシジミを測定した。

5. 結 果

(1) 水 質 調 査

水質結果を表1, 2, 3に示した。表層水の塩素量は, 7月で226~594 mg/ℓ, 10月で306~491 mg/ℓであり, 湖南ほど低い値だった。濁度は, 7月で1.2~4.0 mg/ℓ, 10月で1.6~3.9 mg/ℓであり, 湖南ほど高い値であった。

湖央最深部の水深別水温, DO, 塩素量を図2に示した。DO, 塩素量について, 15mを境として躍層が認められ, 底層の高塩素, 低酸素が目立っていた。

(2) 底 質 調 査

表3, 4に底質分析結果を示した。IL, CODが湖南(St.3, St.4)及び湖央(St.7)で高い値であった。間隙水は, 湖央で最高値(4762 mg/ℓ)で, 湖南のSt.3で最低値(282 mg/ℓ)であった。

(3) ヤマトシジミ分布調査

ヤマトシジミの生息数を図3, 4に示した。7月において0~1,422 個/m², 平均682 個/m²で, 10月において30~833 個/m², 平均306 個/m²であった。St.4の生息数が一般に低かった。また, 各地点の平均殻高, 平均体重は表5のとおりだった。

水深別のヤマトシジミの生息数を図5, 6に示した。水深9.8mで1,044 個/m²と最も多く生息していた。また, 水深14mでは10mm以上のヤマトシジミは生息していなかった。

6. 考 察

小川原湖水の塩素イオンは, 昭和40年以降高濃度化の傾向にあると指摘されているが, 今回の調査においても, 表層水で226~594 mg/ℓと塩素イオンの高濃度化が観察された。湖央の15m以深では, 7月で2625 mg/ℓ, 10月で1,895 mg/ℓと高塩分の水が停滞していた。

底質については, IL, COD, シルト含有量が, 湖南及び湖央の最深部で高い。また, これとともに湖南ではヤマトシジミの生息数も少ない。

ヤマトシジミと習性の似た淡水系のセタシジミの放流通地については, 八郎湖残存調整池の経験より, 塩素量80mg/ℓ, シルト含有率50%以下が放流通地条件であることを目安とすれば, 現在小川原湖内で塩素量80mg/ℓのところは見当らない。しかし, 将来, 小川原湖が淡水化した場合, 10m以浅の湖南を除く地域が適地として利用できる可能性があるものと思われる。

参 考 文 献

- 1) 青森県むつ小川原開発室: 小川原湖の湖沼学的研究中間報告, (1972)
- 2) 日本水産資源保護協会: 小川原湖利水の影響事前調査報告(水産漁業), (1972)
- 3) 小川原湖淡水化対策調査委員会: 小川原湖生産力予察調査報告書, (1975)

4) 青森県：むつ小川原地域開発調査報告書，（1980）

5) 林：小川原湖ヤマトシジミの資源分布予備調査，昭和57年度青森県内水試事業報告書，205-221

表1. 水質結果表

	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7 0m	St. 7 5 m	St. 7 10m	St. 7 15 m	St. 7 20m
採水月日	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20
採水時間	14:25	/	17:00	09:50	/	13:20	12:10	/	/	/	/
天候	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c
気温 °C	16.8	17.0	16.8	20.0	20.9	16.4	18.0	/	/	/	/
水温 °C	17.1	17.8	19.6	19.8	19.6	17.3	19.3	18.5	15.6	15.6	13.2
水深 m	5.3	6.2	3.2	4.7	4.4	5.4	21.9	/	/	/	/
透明度 m	3.3	3.0	1.7	2.5	4.0	2.6	3.1	/	/	/	/
pH	7.3	7.3	7.4	7.1	7.5	7.3	7.4	7.4	7.3	7.2	6.9
DO mg/l	9.17	9.34	9.25	9.29	8.93	9.30	9.36	9.79	9.02	9.01	1.56
溶存酸素飽和度%	95.7	98.9	101.7	102.6	98.1	97.5	102.3	105.2	91.1	91.0	14.9
COD mg/l	1.33	1.29	1.46	1.44	1.44	1.57	1.36	1.49	1.18	1.11	1.18
Cl mg/l	594	549	226	361	559	583	535	559	646	622	2625
アルカリ度 mg/l	25.5	24.8	29.4	24.8	25.9	25.7	24.4	24.8	25.3	25.5	45.3
カリウム mg/l	16.4	15.3	8.7	11.2	15.0	15.8	15.5	15.6	16.5	17.6	51.0
ナトリウム mg/l	297	280	130	316	290	287	278	252	274	306	1520
SO ₄ mg/l	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
総硬度 mg/l	252	227	111	154	230	227	218	235	238	248	967
Ca mg/l	18.4	15.7	11.2	13.2	16.9	17.0	15.4	17.9	11.3	18.2	64.0
Mg mg/l	50.1	45.6	20.1	29.4	45.6	44.7	43.5	46.2	51.0	49.2	196
総鉄 mg/l	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
濁度 mg/l	1.4	1.9	4.0	3.5	1.2	2.0	2.0	2.2	1.7	1.7	1.2
Si mg/l	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Ai mg/l	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Ni mg/l	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Zn mg/l	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Mn mg/l	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
Cu mg/l	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
クロロフィル a	2.88	4.44	6.27	4.51	2.29	(-)	3.74	3.20	4.03	3.31	/
クロロフィル b	0.37	0.43	1.39	0.48	0.25	73.28	0.26	0.20	0.44	0.31	/
クロロフィル c	0.63	0.82	0.88	0.79	0.50	(-)	0.66	0.45	0.50	0.66	/

	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7 0 m	St. 7 5 m	St. 7 10 m	St. 7 15 m	St. 7 20 m
採水月日	10.17	10.17	10.17	10.17	10.17	10.17	10.17	10.17	10.17	10.17	10.17
採水時間	11:26	10:38	17:00	10:00	15:30	14:25	16:03	/	/	/	/
天候	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c	c
気温 °C	15.9	18.5	7.8	17.5	10.6	12.4	11.5	/	/	/	/
水温 °C	15.5	15.2	13.8	14.1	15.0	15.2	15.2	15.6	15.3	15.4	13.5
水深 m	1.7	2.4	5.0	4.1	5.3	6.9	/	/	/	/	/
透明度 m	底	底	2.3	2.1	3.4	底	3.0	/	/	/	/
pH	7.1	7.1	7.2	7.1	7.2	7.1	7.2	7.2	7.2	7.2	6.8
DO mg/l	9.72	9.39	10.10	9.11	8.94	9.60	9.13	9.14	9.15	9.05	/
溶存酸素飽和度%	97.7	93.7	97.8	88.8	88.9	95.8	91.1	92.1	91.5	90.7	/
COD mg/l	1.03	1.10	1.40	1.05	0.92	1.11	0.87	1.06	1.15	0.10	1.02
Cl mg/l	332	425	308	306	493	493	491	493	486	480	1895
アルカリ度 mg/l	25.9	25.9	28.1	25.3	26.3	25.9	25.9	26.3	26.3	26.3	45.8
カリウム mg/l	12.5	11.8	8.8	8.9	13.0	13.8	13.5	12.9	12.9	12.8	47.5
ナトリウム mg/l	260	236	176	179	276	276	272	272	268	260	1000
SO ₄ mg/l	67.5	63.5	49.5	51.0	69.0	69.5	70.5	66.0	70.0	69.5	99.0
総硬度 mg/l	192	176	133	135	199	201	196	194	197	197	715
Ca mg/l	17.9	16.9	15.4	15.6	18.4	17.5	17.7	17.5	18.2	17.9	55.5
Mg mg/l	35.8	32.4	22.9	23.4	37.2	38.2	36.9	36.6	36.9	36.9	140
総鉄 mg/l	0.05	0.05	0.25	0.31	0.05	0.09	0.04	0.05	0.06	0.05	0.04
濁度 mg/l	2.2	2.5	3.2	3.9	1.8	2.3	1.6	2.0	1.7	1.7	1.2
Si mg/l	7.4	8.3	9.2	8.7	6.0	7.5	8.1	7.5	7.1	8.3	9.6
Ai mg/l	0.114	0.154	0.198	0.298	0.106	0.146	0.084	0.026	0.180	0.084	0.040
Ni mg/l	(-)	0.002	0.002	(-)	0.002	0.001	0.001	0.002	(-)	/	(-)
Zn mg/l	0.038	0.004	0.004	0.005	0.010	0.003	0.005	/	0.008	/	0.145
Mn mg/l	0.415	0.052	0.048	0.087	0.055	0.044	0.052	0.049	0.049	/	0.445
Cu mg/l	0.021	0.003	0.003	0.002	0.003	0.004	0.003	0.004	0.004	/	0.021
クロロフィル a	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
クロロフィル b	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
クロロフィル c	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

表 2. 水質分析結果総括表

	最 大 値	最 小 値	平 均 値	標 準 偏 差
水 温 ℃	19.8	13.2	16.24	2.06
水 深 m	21.9	1.7	5.88	5.02
透 度 m	底	1.7		
p H	7.5	6.8	7.20	0.16
溶存酸素飽和度 %	105.2	14.9	91.77	18.26
C O D mg/l	1.57	0.10	1.166	0.309
C l mg/l	2625	226	639.1	547.8
アルカリ度 mg/l	45.8	24.4	27.70	5.88
カリウム mg/l	51.0	8.7	16.68	10.85
ナトリウム mg/l	1520	130	350.2	308.4
S O ₄ mg/l	99.0	49.5	67.73	12.77
総 硬 度 mg/l	967	111	256.5	196.8
Ca mg/l	64.0	11.2	20.35	12.99
Mg mg/l	196	20.1	49.94	40.12
総 鉄 mg/l	0.31	0.04	0.095	0.094
濁 度 mg/l	4.0	1.2	2.13	0.82
Si mg/l	9.6	6.0	7.97	1.02
Al mg/l	0.298	0.026	0.1300	0.0776
Ni mg/l	0.002	(-)	0.0010	0.0009
Zn mg/l	0.145	0.003	0.0247	0.0464
Mn mg/l	0.445	0.044	0.1296	0.1589
Cu mg/l	0.021	0.002	0.0068	0.0075
クロロフィル a	6.27	(-)	3.467	1.637
クロロフィル b	73.28	0.20	7.741	23.03
クロロフィル c	0.88	(-)	0.589	0.252

表3 底質分析結果表

昭和58年 7月20日採泥

地点	水深	深外	観	水 %	分	IL %	COD mg/g	T-S mg/g	T-P mg/g
1	5.3	砂							
2	6.2			23.8	2.21	2.25	0.	0.143	
3	3.2			64.2	14.46	137.37	0.232	0.542	
4	4.7			63.3	13.99	54.45	0.484	0.786	
5	4.4			33.4	2.69	8.11	0.282	0.138	
6	5.4	水草		51.0	8.58	29.87	1.242	0.288	
7	21.9			88.5	18.24	100.70	23.799	0.375	

昭和58年10月17日採泥

地点	水深	泥温	色	外	観	水 %	分	IL %	COD mg/g	T-S mg/g	T-P mg/l	間隙水塩素量 mg/l
1'-1	1.7			小石	水草							
1'-2	3.7		2.5 Y 4/2 暗灰黄	砂		21.5		1.60	0.46	0.016		493
1'-3	6.0		1 0 Y R 4/3 にぶい黄褐		水草	23.0		1.71	0.97	0		529
1'-4	8.3		2.5 Y 3/1 黒褐	砂	水草少々	37.9		3.11	5.70	0.029		522
1'-5	9.8		1 0 Y R 2/1 黒	砂		31.6		2.40	2.80	0.037		557
1'-6	12.0		7.5 Y R 3/1 黒褐	砂泥	カビ	43.9		4.80	11.14	0.403		508
1'-7	13.95		7.5 Y R 3/3 暗褐	砂泥	カビ	36.6		3.17	5.68	0.023		529
2	2.4		1 0 Y R 3/2 黒褐	砂	水草	20.5		1.43	0	0.009		493
3	5.0	13.7	7.5 Y R 2/1 黒	泥	カビ ゴミ	63.8		14.64	50.50	0.742		282
4	4.1		1 0 Y R 3/1 黒褐	泥	カビ 臭酸化層	58.6		13.52	43.20	0.426		352
5	5.3		1 0 Y R 2/3 黒褐	砂		32.0		0.64	1.98	0.003		515
6	6.9		2.5 Y 2/1 黒	泥		27.7		3.77	2.99	0.119		543
7			1 0 Y R 1.7/1 黒	泥		85.6		16.67	72.05	10.443		4762

表 4. 粒度組成分析結果表 (%)

昭和58年 7月20日採泥

調査地点	> 1 mm	1 ~ 0.5	0.5 ~ 0.25	0.25 ~ 0.125	0.125 ~ 0.063	0.063 ~ 0.037	0.037 mm)	Silt)	中央粒径	淘汰係数
2	2.15	0.25	51.15	41.43	2.35	0.11	2.56	2.67	1.93	1.32
3	1.41	1.16	1.86	8.49	32.32	15.36	39.40	54.76	4.31	
4	0.38	3.85	1.34	1.58	16.28	17.06	59.52	76.58		
5	0.32	0.42	14.16	71.35	8.72	0.85	4.18	5.03	2.49	1.15
6	2.59	1.54	7.04	59.61	14.58	2.48	12.16	14.64	2.65	1.21
7	0.10	0.10	0.16	1.13	2.85	4.15	91.51	95.66		

昭和58年10月17日採泥

調査地点	> 1 mm	1 ~ 0.5	0.5 ~ 0.25	0.25 ~ 0.125	0.125 ~ 0.063	0.063 ~ 0.037	0.037 mm)	Silt)	中央粒径	淘汰係数
St. 1-2	9.62	12.13	53.07	23.27	1.24	0.03	0.64	0.67	1.53	1.38
1-3	6.07	8.74	49.63	32.17	2.91	0.04	0.44	0.48	1.71	1.39
1-5	1.06	3.67	31.51	49.06	11.95	0.35	2.40	2.75	2.28	1.30
1-6	1.61	0.68	7.55	60.89	21.33	1.47	6.48	7.95	2.66	1.19
1-7	0.49	0.97	6.17	62.02	22.68	1.28	6.40	7.68	2.68	1.19
No. 2	0.56	0.02	51.32	45.07	1.99	0.03	1.01	1.04	1.96	1.30
3	0.38	1.11	1.11	2.33	17.88	15.39	61.80	77.19		
4	0.12	1.57	1.22	2.47	21.02	18.06	55.53	73.59		
6	3.82	1.51	53.59	35.30	2.40	0.30	3.07	3.37		
7	0.08	0.11	0.16	3.77	2.58	5.42	87.88	93.30		

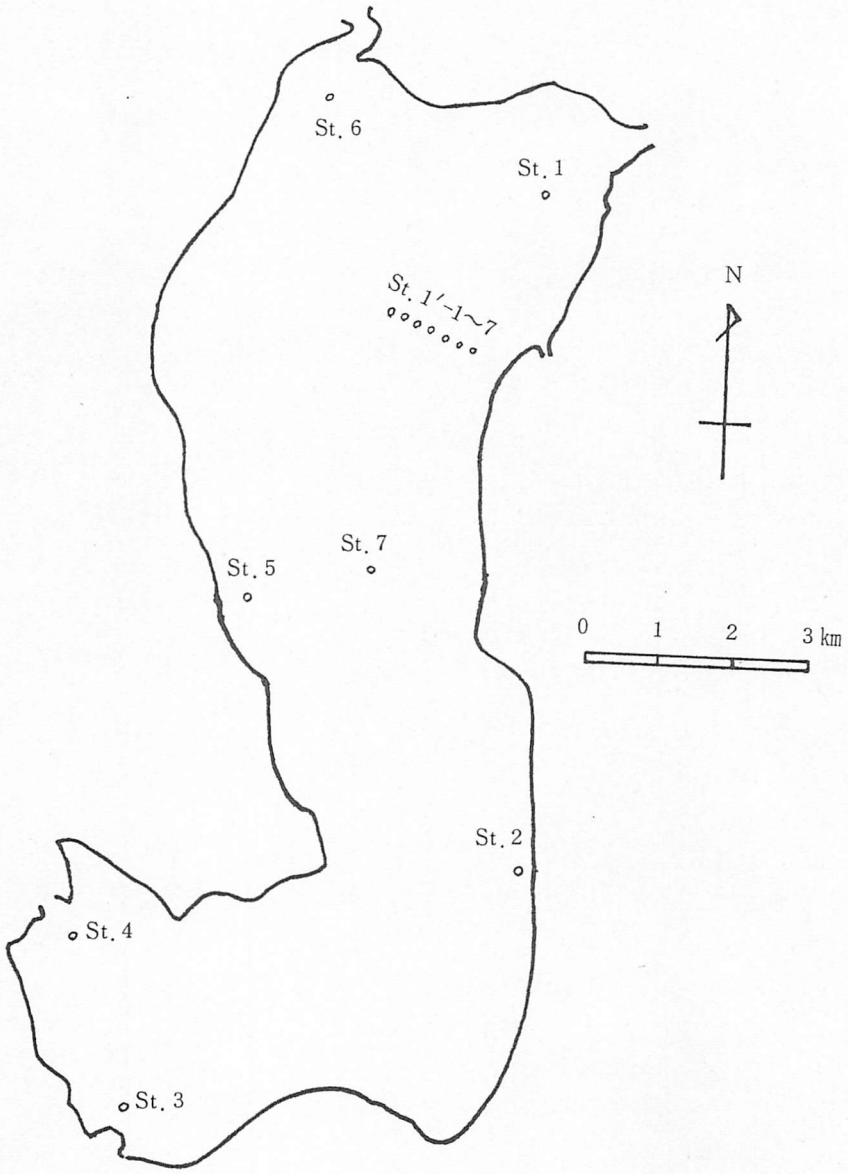


图1. 調査地点图

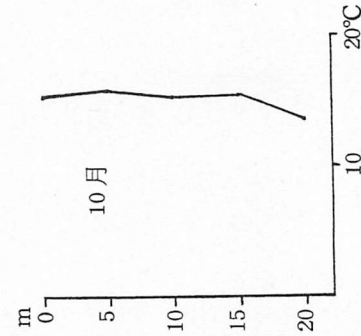
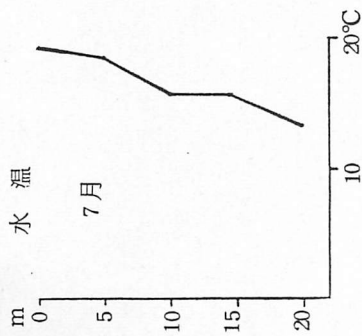
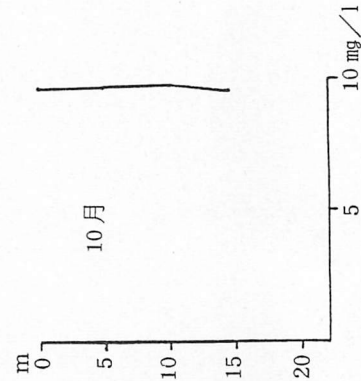
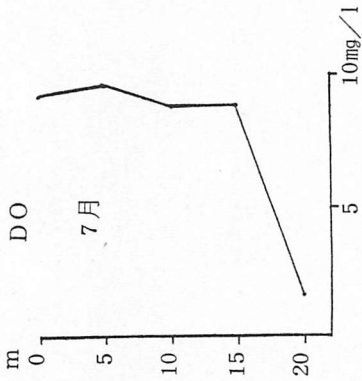
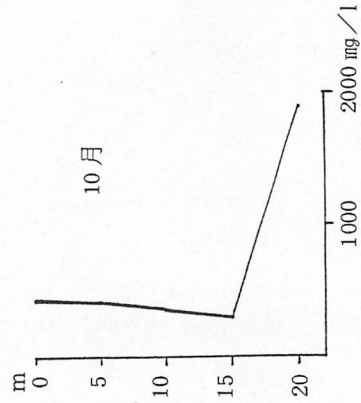
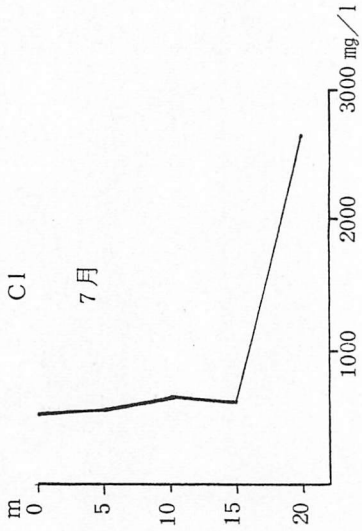


图 2. 水深別, 水温, DO, 塩素量分布

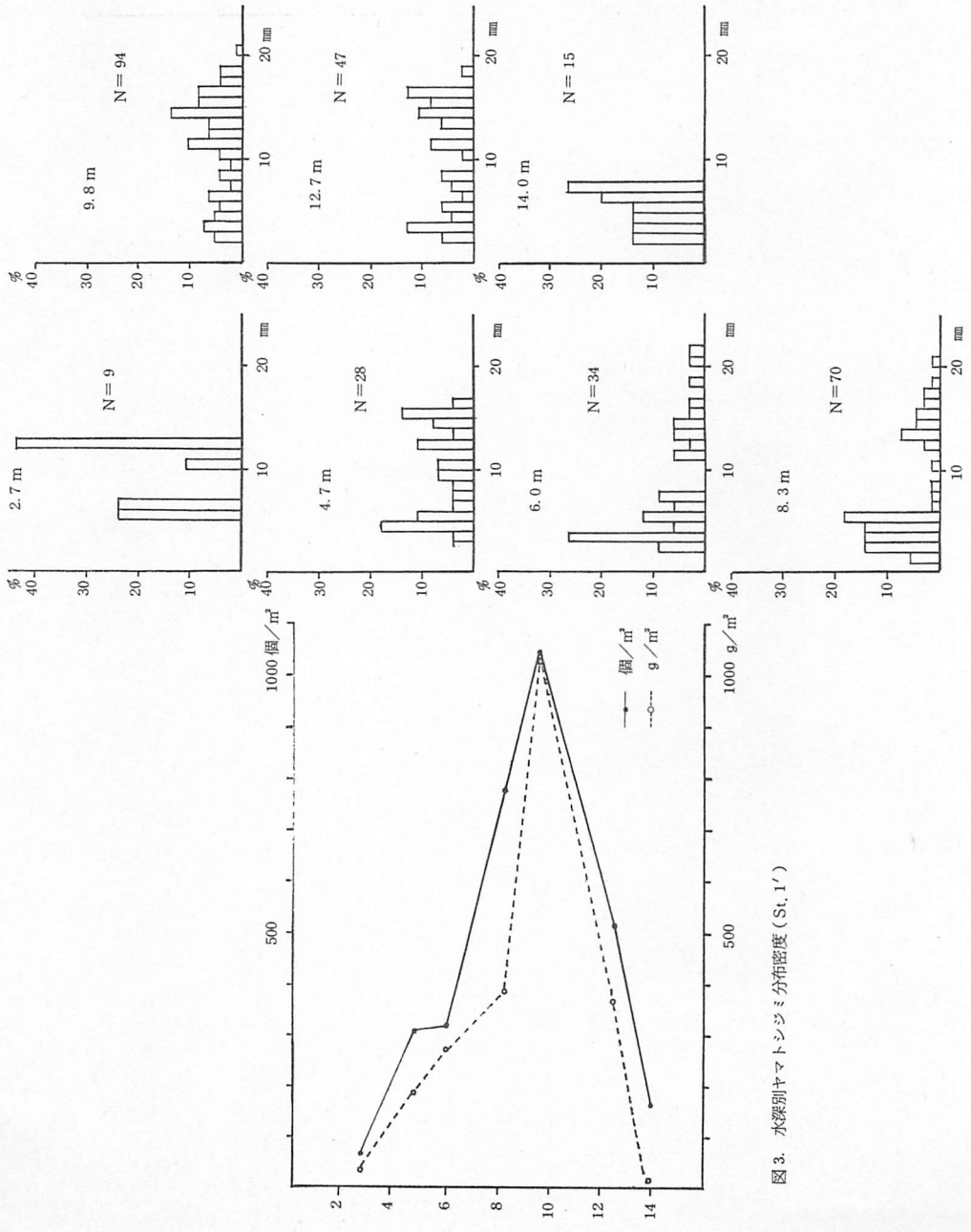


図3. 水深別ヤマトシジミ分布密度 (St. 1')

図4. 水深別ヤマトシジミ縦高組成 (St. 1')

Ⅱ スジエビ生態調査

1. 目 的

小川原湖のスジエビの生態をは握ることにより、小川原湖漁業振興対策の資料に資する。

2. 調 査 場 所

図1に示すとおり。

3. 調 査 月 日

(1) スジエビ分布調査

昭和58年8月3日

昭和58年9月28日

(2) スジエビミシス分布調査

昭和58年7月20日

4. 調 査 方 法

目合4mm、手網20mの胴網を、水深2～5mに設置し、翌日取り揚げて、現場でホルマリン固定し持ち帰り、捕獲尾数、体長、体重、雌雄、抱卵数を計測した。ミシスは、北太平洋標準ネットGG54の網地を使用し、100m/mimの速度で水深5m層を曳航して採集した。試料は現場でホルマリン固定し持ち帰り、計数及び体長の測定を行った。

5. 結 果 及 び 考 察

(1) 性比について

表1に示すように、全体の中に占める雄の比率は8月で34.5%～72.5%と、かなり地点によって性比が異なる。湖北で雄の比率が低く、湖南で雄の比率が高い傾向がある。10月も同様な傾向を示した。松井らは、十和田湖内において水深6m以浅での性比が6%と低く、24～25mでは71%と高く、雌雄のすみわけが見られると報告している。また、片岡らは、奥只見湖において、7、9月に30m以深の性比が高く、10月では30m以深の性比が低いが、雄エビが比較的活発に動くため見かけ上の性比が変化すると報告している。小川原湖においては、水深よりも湖内の塩素量分布によるものと思われる。

(2) 体 長 組 成

表2、図2に示した。8月では、雄が2.3～4.3cm、雌が1.9～5.5cm、9月では、雄が2.3～

4.2 cm, 雌が2.3～5.6 cmであった。また, 8月より9月の方が平均体長, 平均体重が低い傾向にあり, 8月より9月の方が雄が3 cm以下, 雌で4 cm以下の体長の比率が高くなっている。今回の調査では, 年齢組成を推定することは難しかった。

(3) 抱 卵 率

表3に示すとおり, 8月の抱卵率は4.5～12.4%であったが, 9月では抱卵エビが見られなかった。片岡らは, 奥只見湖の産卵期は6～10月で, 8月が産卵盛期と報告しているが, 小川原湖においては, 8月で産卵期が終わるものと思われる。

体重と抱卵数との関係を図3に示した。抱卵数は, 46～279粒で, 同一体重のものでもかなりの幅が認められる。1尾当りの平均抱卵数は109粒であり, 生物学的最少体長, 体重は, 3.6 cm, 0.86 gであった。小川原湖の平均抱卵数は, 奥只見湖の平均卵数(230粒)の約半分である。

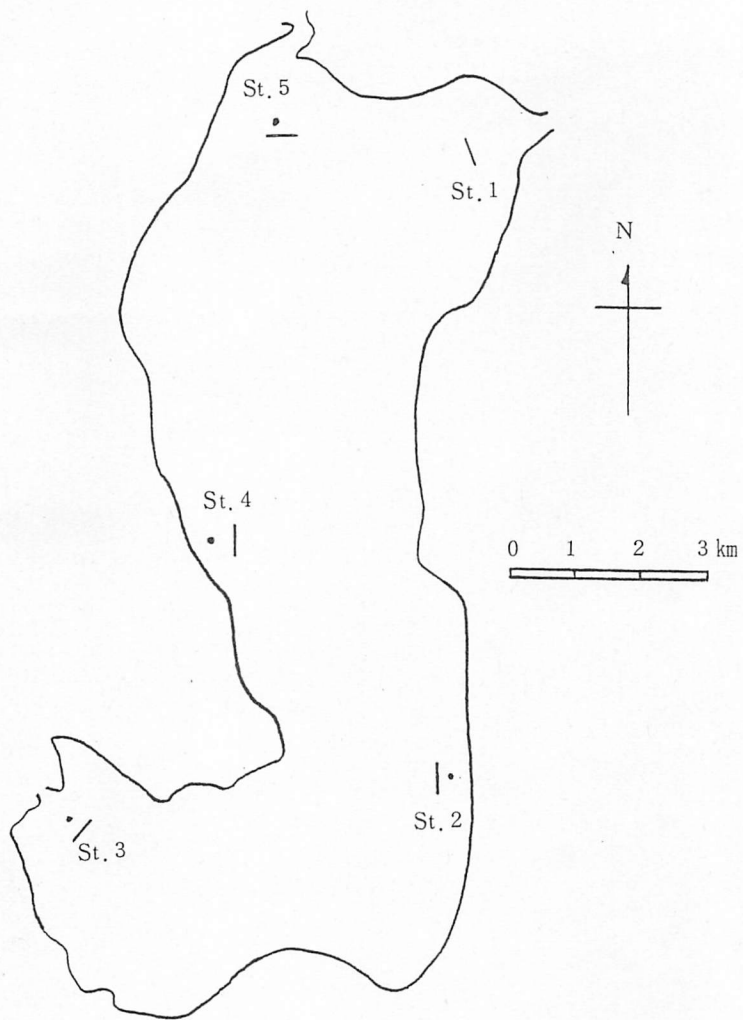
(4) スジエビミシス分布調査

表4にスジエビミシスの分布を示した。湖北のSt. 4, St. 5でスジエビミシスが捕獲され, その平均体長は5.0 mmであった。St. 4, St. 5は, エビモ, ホサキノフサモ等が多いところである。このことは, 水草等に定着し, 食害から身を守っているものと思われる。

今回は2回だけの調査だけだったが, 今後月別, 地点別等のより詳細に調査する必要がある。

参 考 文 献

- 1) 松井 魁・和井内貞一郎: 十和田湖に於けるスジエビの生態学的研究, 陸水学, 7(1)
- 2) 本多信行ら: 奥只見湖における湖産サクラマス再生産に関する研究Ⅱ, 新潟県内水試調査研究報告書, 9, 24-30, (1981)



・ 胴網位地
 — プランクトンネット曳航位置

図1. 調査地点

表 1. 地点別の性比

		(1) 全個体数	(2) 雄個体数	(3) 雌個体数	(2)/(1)×100
8月	St. 2	365尾	208尾	157尾	57.0%
	St. 3	160	116	44	72.5
	St. 4	299	124	175	41.5
	St. 5	148	51	97	34.5
10月	St. 3	126	71	55	56.3
	St. 5	286	138	148	48.3

表 2. 地点別平均体長, 平均体重

		雄		雌	
		平均体長	平均体重	平均体長	平均体重
8月	St. 2	3.14±0.04 cm	0.47±0.03 g	3.95±0.08 cm	1.09±0.06 g
	St. 3	3.30±0.05	0.46±0.02	4.25±0.12	1.32±0.11
	St. 4	3.21±0.06	0.54±0.02	4.13±0.07	1.15±0.06
	St. 5	3.06±0.06	0.43±0.02	4.13±0.07	1.21±0.09
10月	St. 3	3.08±0.09	0.46±0.05	3.73±0.19	0.98±0.17
	St. 5	3.09±0.08	0.47±0.04	3.78±0.12	0.99±0.09

表 3. 地点別の抱卵率

		(1) 雌総尾数	(2) 抱卵尾数	(3) 発眼卵 抱卵尾数	抱卵率 (2)/(1)×100	発眼卵抱卵率 (3)/(1)×100
8月	St. 2	157尾	16尾	13尾	10.2%	8.3%
	St. 3	44	2	2	4.5	4.5
	St. 4	175	8	6	5.1	3.4
	St. 5	97	12	12	12.4	12.4
10月	St. 3	55	0	—	—	—
	St. 5	148	0	—	—	—

表4. スジエビミシス分布

St.		時刻	水深(m)	曳網水深(m)	採捕尾数	平均体長(mm)
St. 1	1回目	14:30 ~ 14:35	5.60 ~ 8.40	5	0	—
	2回目	14:43 ~ 14:48	8.40 ~ 7.90	5	0	—
	3回目	14:56 ~ 15:01	5.20 ~ 6.90	5	0	—
St. 2	1回目	16:15 ~ 16:20	8.20 ~ 4.80	5	0	—
	2回目	16:25 ~ 16:30	4.80 ~ 9.50	5	0	—
	3回目	16:35 ~ 16:40	10.00 ~ 11.50	5	0	—
St. 3	1回目	10:03 ~ 10:08	5.00 ~ 6.40	5	0	—
	2回目	10:15 ~ 10:20	6.40 ~ 5.20	5	0	—
	3回目	10:25 ~ 10:30	5.20 ~ 5.40	5	0	—
St. 4	1回目	11:20 ~ 11:25	9.15 ~ 8.20	5	2	5.1
	2回目	11:31 ~ 11:36	8.20 ~ 9.40	5	0	—
	3回目	11:43 ~ 11:48	9.40 ~ 7.20	5	0	—
St. 5	1回目	13:30 ~ 13:35	8.80 ~ 7.50	5	124	5.0
	2回目	13:46 ~ 13:51	7.50 ~ 8.60	5	5	4.9
	3回目	14:02 ~ 14:07	8.60 ~ 8.60	5	0	—

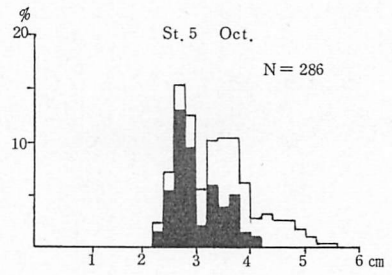
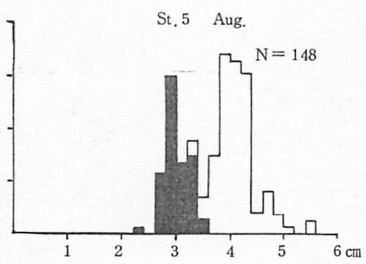
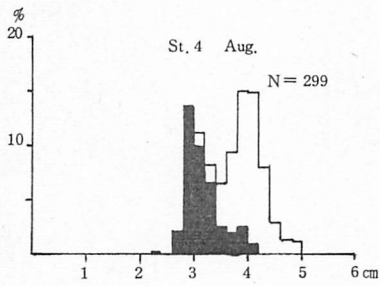
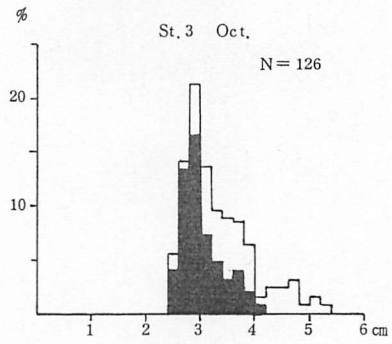
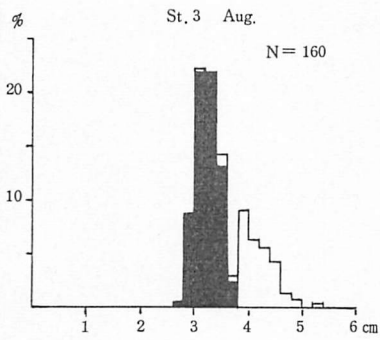
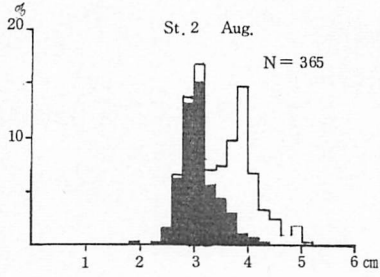


图2. 地点別体長組成

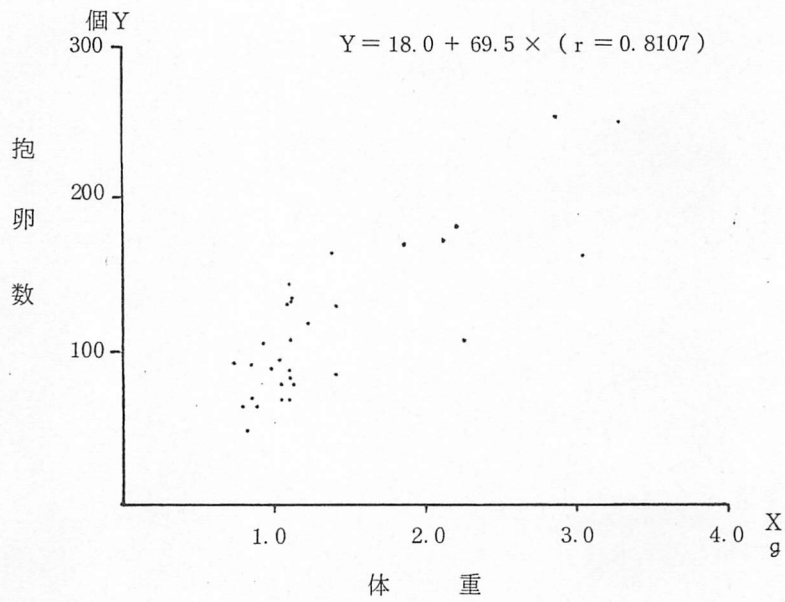


図 3. 体重と抱卵数の関係

関根浜及びその周辺地域漁業振興調査

I 底生動物及びサクラマス

原 子 保

1. 調 査 目 的

野牛川における生物学的環境調査及びサクラマスの生態、稚魚等の生息許容量を明らかにする。

2. 調 査 場 所

野 牛 川

3. 調 査 期 間

1983年5月～10月

4. 調 査 方 法

野牛川の本流及び支流に5カ所のSt.(調査点)を設定し底生動物、魚類調査を実施した。

魚類の投網による採捕は、St.以外にも任意に行った。

底生動物は0.25 m²を採集しホルマリンで固定した後、同定、計数及び秤量を行った。重量はろ紙で資料を軽く押して水分がにじみ出なくなってから行った。

Ephemeroptera の分類はEdmunds and Traver (1954) の方法に従った。

5. 結 果

(1) 河 川 形 態

野牛川は沖積層の平野を流れる小河川で河床底質はC点近くまでが泥質及び泥炭質が露出し、その上に上流域から搬出された砂、小石等が薄く乗っていた。流量が増加することで、河床が浸食され溝筋が大きく変化し非常に不安定な様相を示した。護岸はC点まで完全に整備されているが、河床の泥の流出を防ぐため、いたるところにジャカゴ、コンクリートブロックが埋め込まれていた。

流域の山林は、ほぼ完全に伐採が行われ杉が植林されてはいるが樹齢は10年にも満たないので、降雨時には河川水が短時間で増水していた。

(2) 底 生 動 物

底生動物は砂利、玉石がある場所を選択して行った。出現種類数は4回の調査を通じて55種で新第三紀層上を流れる河川の約1/2で少なかった。現存量は春期に多く夏期に少ない一般的傾向を

示し、Ephemeroptera が優占種であった。種多様度指数 H' は 1.32 ~ 3.74 とその変動は大きいが、最大種多様度指数 H'_{\max} は St. 1 を除き 3.45 ~ 4.32 と比較的安定していた。 *H. brevilineata* が St. 5 まで分布し、St. 3 より下流域には *A. hilgendorffii* が出現した。

(3) サクラマス

サクラマス稚魚を 5 月 10 日 C 点に 5,000 尾放流し追跡調査をした。標識部位は脂鱗と左腹鱗を切除した。放流翌日に St. 3 付近まで数尾が降下して来ていたが、その後 10 月までの間ほとんど分散しなかった。天然魚は B 点周辺の狭い範囲に少数生息していた。10 月の時点で B 点まで降下した少数の標識魚は、天然魚と同様の成長を示した。天然魚もごく少数が C 点まで溯上していた。これらの稚魚は、いずれも上流域の個体は小さく下流域の個体は大きかった。

4 回の調査で採捕した尾数は標識魚 176 尾、天然魚 46 尾であった。天然魚の生息密度は 4 ~ 6 m^2 に 1 尾で、その密度は低い。6 月から 8 月にかけて天然魚は *Simulium* sp. を選択的に捕食していたが、標識魚は陸生昆虫類が主体であった。

サクラマス稚魚の鰓に寄生する *Salvelinema salmonicola* の寄生状況は、中間宿主である *Gammarus* の分布と一致し、天然魚 6.5 %、標識魚 22.7 % の寄生率であった。

1+ 才魚は採捕されなかった。

6. 考 察

(1) 底 生 動 物

H' の値及び出現種から野牛川は有機的にやや汚染された環境である。流域に広がった水田への取水、出水、河川改修工事等による人為的環境形成により、下流域ほど汚染は顕著で、サクラマス稚魚の生息は B 点より下流約 300 m までである。夏期渇水期には、さらに悪化するが魚類が生息できないほどではない。根本的に現状を改善するには、流域の植物相を長い時間をかけて、保護養生しなければならない。

(2) サ ク ラ マ ス

天然親魚は溯上産卵しているが、その尾数は数尾である。天然産卵床は、河川環境上またジャカゴ等が設置されていない B 点周辺に限定されるようである。C 点より上流は、完全にアメマス生息域となるが、アメマスは B 点まで広く分布している。

天然魚も標識魚も移動分布の形態は異なるが B ~ C 点の約 2 km 間の狭い範囲に生息し、大きな移動はしていない。河川及び流域環境が単純化し、魚類がやっと生息できる空間しか残されていないことが最大の原因と考えられる。

サクラマス稚魚生息流域面積は、単純計算で 12,000 m^2 で、ここに生息する天然魚は 2,000 ~ 4,000 と推定される。

また、標識魚と天然魚の採捕率から計算すれば天然魚は 1,250 尾生息していることになる。C 点

から移動分散しなかった標識魚は平均FLL7.5cm, 5.5gで, サクラマス保護水面河川での適正許容尾数の場合の成長より悪い結果であった。したがって天然魚を含めた生息許容尾数は1,000～3,000尾程度であろうと考えられる。

文 献

石田昭夫, 他 1978 人工ふ化サクラマス稚魚の河川放流に関する研究—7報 北海道さけ, ますふ化場研究報告(32): 1—6

大熊一正, 他 1980 人工ふ化サクラマス稚魚の河川放流に関する研究—8報 北海道さけ, ますふ化場研究報告(34): 97—103

表1. 野牛川水質

St.	月 日	時 間	天 候	気 温	水 温	p H	DO PPM	DO %
1	5.11	8:28	c	11.7℃	11.7℃	7.0	10.24	97.6
	6.6	13:33	c	14.4	14.4	7.1	9.57	98.2
	8.25	13:40	r	18.8	18.8	7.1	8.30	91.8
	10.5	14:20	c	14.3	14.3	7.2	9.45	95.3
2	5.10	14:00	bc	19.1	19.1	7.5	8.92	99.3
	6.6	13:45	c	15.6	15.6	7.1	10.20	105.8
	8.25	15:43	r	15.8	15.8	7.1	8.60	92.6
	10.5	15:30	c	13.6	13.6	7.2	9.63	95.7
3	5.11	9:12	c	11.6	11.6	7.2	10.66	101.3
	6.6	14:05	c	13.2	13.2	7.4	10.59	104.3
	8.25	14:45	r	15.8	15.8	7.1	8.94	92.3
	10.5	16:11	c	12.3	12.3	7.2	9.61	92.7
4	5.11	10:05	c	10.2	10.2	7.0	11.51	105.9
	6.6	14:45	r	14.2	14.2	7.2	10.94	110.1
	8.26	9:24	c	14.4	14.4	6.8	9.61	97.1
	10.6	9:33	c	12.1	12.1	7.0	9.78	94.0
5	5.11	10:45	c	11.6	11.6	7.2	10.61	100.8
	6.6	15:00	c	11.6	11.6	7.4	10.50	99.7
	8.26	10:30	c	14.2	14.2	6.8	9.25	93.1
	10.6	9:53	c	11.1	11.1	7.0	9.91	93.0

表2. 野牛川魚類相

魚種	A	St. 1	St. 2	B	St. 3	C	St. 4	St. 5
アメマス					○	○	○	△
サクラマス				○	○	○	○	
ワカサギ	○	○						
アユ		○		○	○			
ウグイ	○							
ドジョウ	○	○						
シマドジョウ				○	○			
イトヨ		○	○					
カジカ			○					
アシシロハゼ	○							
ウキゴリ	○	○	○	○	○	○		
ヌマガレイ	○							
イサザアミ	○							
エビジャコ	○							
スジエビ	○							
モクズガニ	○							

注, ○:採捕 △:目視

表3. 野牛川サクラマス稚魚の尾叉長及び体重

月日	放流魚 個体数				天然魚 個体数				
5.11	♂	FL 5.0 ± 0.6 cm	BW 1.78 ± 0.6 g	35	♂	FL 4.4 ± 0.4 cm	BW 3.86 ± 0.8 g	4	
	♀	5.1 ± 0.8	1.83 ± 0.8	35	♀	BW			
6.6	♂	7.1 ± 1.0	5.22 ± 2.0	11	♂	7.4 ± 0.4	6.50 ± 1.1	4	
	♀	6.1 ± 0.9	3.43 ± 1.7	16	♀	7.7 ± 0.8	7.28 ± 2.6	7	
8.25	♂	8.2 ± 1.4	8.36 ± 5.4	10	♂	10.3 ± 1.3	18.08 ± 6.5	6	
	♀	7.8 ± 0.9	6.48 ± 2.6	16	♀	9.7 ± 1.3	13.50 ± 4.5	12	
10.5	B	♂	9.5	10.3	1	♂			
		♀	10.9 ± 0.8	16.4 ± 3.5	3	♀	9.9 ± 0.4	12.25 ± 1.5	4
	St	♂	7.4 ± 0.7	5.35 ± 1.3	4	♂	8.9 ± 0.6	10.20 ± 2.1	2
		♀	8.2 ± 0.9	6.94 ± 2.2	10	♀	9.4 ± 0.9	10.60 ± 2.8	5
	C	♂	7.5 ± 0.5	5.58 ± 1.3	12	♂	5.8	2.5	1
		♀	7.6 ± 0.8	5.53 ± 1.9	23	♀	9.3	9.5	1

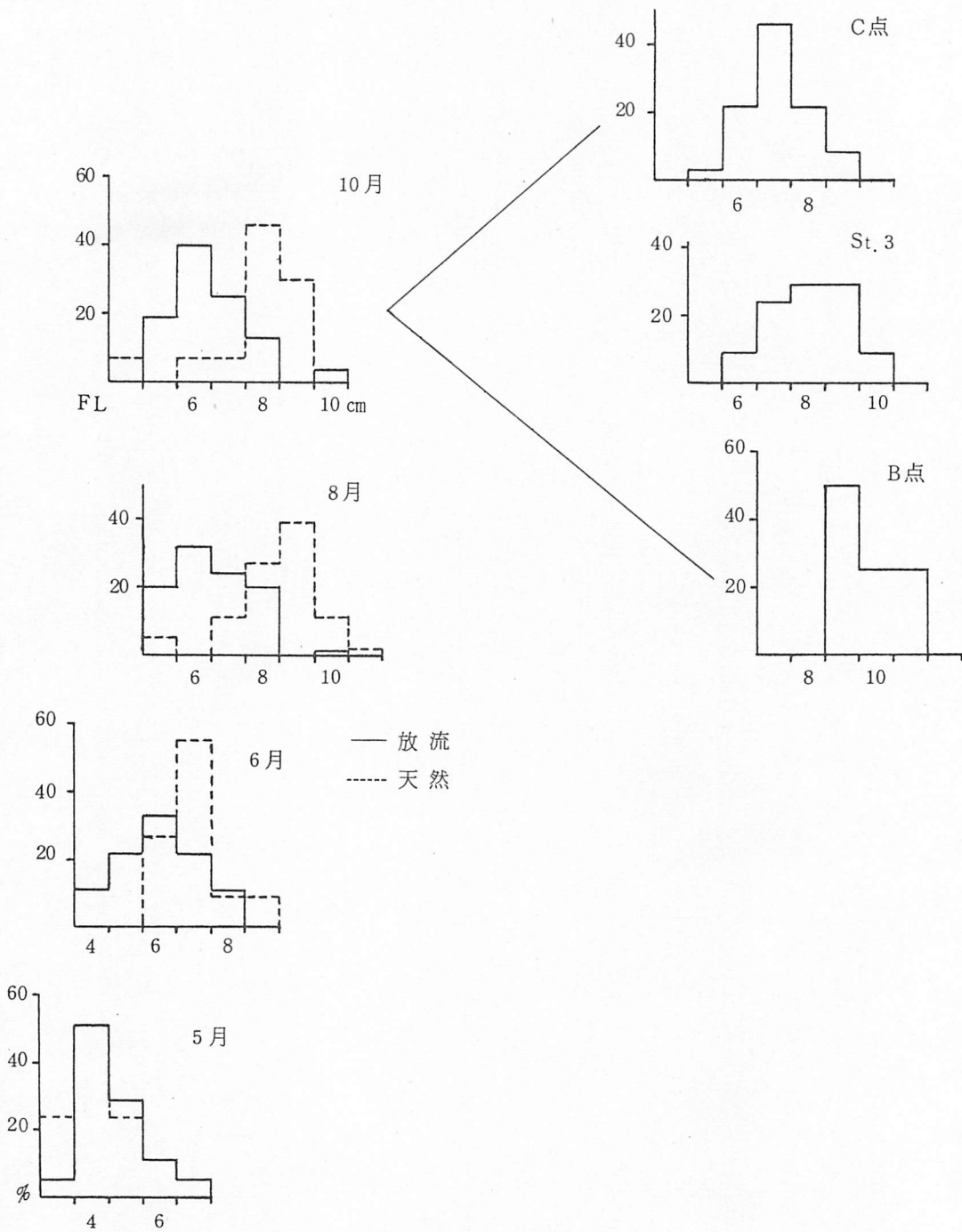


図1. サクラマス稚魚の成長傾向

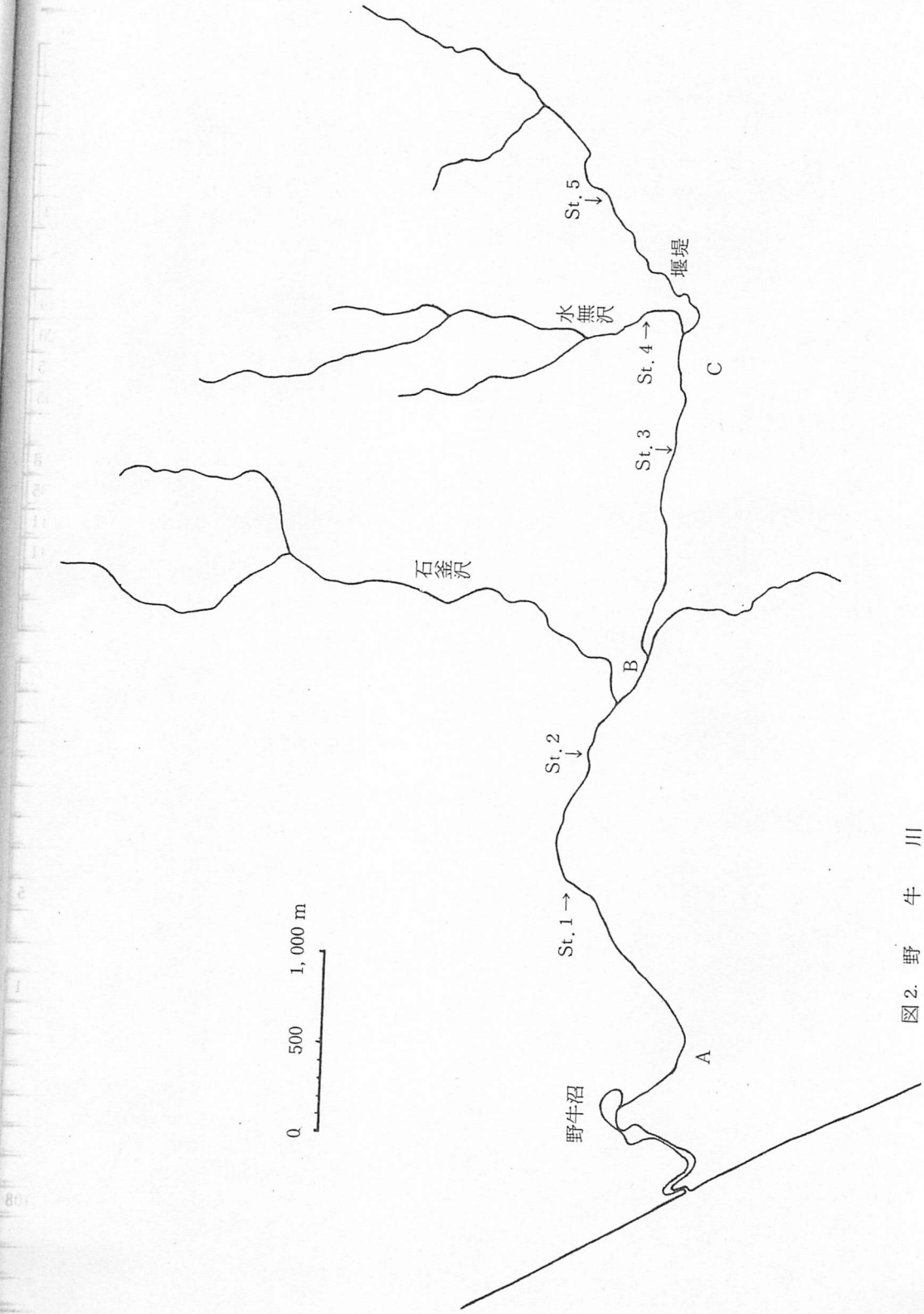


図2. 野牛川

表4-1. 野牛川底棲動物個体数

調 査 月 日	5. 11					6. 6		
	St. 1	2	3	4	5	1	2	3
Ephemeroptera								
1 Ameletus montanus	2	6	1		39			
2 Isonychia japonica								
3 Epeorus uenoi								
4 E. aesculus	14			1	21			
5 E. latifolium	3	4	23	44	27	2	1	13
6 E. curvatulus								
7 Ecdyomurus sp. EA								
8 Cinygma sp.	34	31	45	93	77	91	57	49
9 Baetis sp.	205	110	8	89	16	90	17	20
10 Paraleptophlebia spinosa					13			5
11 Ephemerella cryptomeria	101	132	25	72	15	25	52	55
12 E. basalis	3	1		28	17			
13 E. bifurcata		15					4	8
14 E. trispina	71	51	87	33	15		26	35
15 E. okumai	3		31	3	11	36	1	11
16 E. denticula			6			4		11
17 E. sp.								
18 Ephemera japonica								
Odonata								
19 Davidius fujiama								
Plecoptera								
20 Nemura sp.								
21 Amphinemura sp.								
22 Protonemura sp.								
23 Acroneuria jezoensis					1			
24 Perla sp.				3				
25 Alloperla bimaculata					15		2	5
26 Alloperla sp.		1						
Megaloptera								
27 Protohermes grandis							1	1
Tricoptera								
28 Rhyacophila articulata			6	12	5			
29 R. nigrocephala				2				
30 R. sp. RH	1			2	1			
31 R. tranquilla								
32 R. niwae								
33 Mystropora inops	5	3	77		1	6	59	108
34 Stenopsyche griseipennis			1					
35 Polycentropus sp. PA								
36 P. sp. PB				1				

6	8.25						10.5					
	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
3		1										
				1	3						13	
13	49	18	1	3	15	42	10		3	12	9	4
												1
												1
49	24	129		15	12		7	9	23	13	10	15
20	14	44	101	96	10	38		54	140	140	35	3
5	5		1				50		2	2	3	
55	10	61		27	8	1	5		1	1		
	22											
8		7										
35	6	14										
11	4											
11			17	6	15		2					
									11	11		4
		1				2					1	
						1						
			6	1	3							
	1					1		1	1	7	1	
	1					60		3	3	25		
										5		
5								5	5	112	3	
						33	17					
1				1								1
	10	2			2	4	1		6	6	13	2
		2							2	2		
	6					1	1		2	2	2	
									9	9		14
									1	1		
108	7	2		6	53			1	23	23		
	1				2	2			7	7	2	
	2										4	

表 4-2.

37	<i>P. sp. PC</i>								
38	<i>Arctopsyche maculata</i>								
39	<i>Hydropsychodes brevilineata</i>	3		2				2	
40	<i>Hydropsyche ulmeri</i>	34	23	323	17	7		7	39
41	<i>Goera sp.</i>		3					1	4
42	<i>Micrasema sp.</i>								
43	<i>Dinarthrodes japonica</i>								
Coleoptera									
44	<i>Enochrus sp.</i>	1							
Diptera									
45	<i>Tipula sp.</i>								
46	<i>Eriocera sp.</i>		2		1	7		3	
47	<i>Antocha sp.</i>	4	3	16	10	3	5	2	
48	<i>Simulium sp.</i>	2			3	2	2	30	62
49	Chironomidae	74	78	5	2	1	79	26	34
50	<i>Atherix sp.</i>	2		1			3		2
Triclada									
51	Palanariidae					3		1	
Archioligochaeta									
52	Oligochaeta		2					20	
Amphipoda									
53	<i>Rivulogammarus nipponensis</i>					1			
54	<i>Anisogammarus annandalei</i>		2				6		
Isopoda									
55	<i>Asellus higendorfii</i>								
	総個体数	561	467	660	416	298	349	312	462
	H'	2.75	2.85	2.58	3.08	3.68	2.63	3.30	3.40
	H' max	3.99	3.90	3.70	3.90	4.08	3.58	3.80	3.99
	J'	0.68	0.73	0.69	0.78	0.88	0.73	0.86	0.85

清 浄 H' 3.28 <

やや汚染 1.21 ~ 3.28

強い汚染 1.21 >

										1		
				1		3				11		
	1							2				
9	2	10		27	93	3	5		26	40	4	17
4				1					2			
				1	1		1					
				1	1							1

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

							1					
	1	3		3		14	7		5	2	23	2
	2	6	16	4	10	1	22		1	10		9
32	5	11	83	12	9	489	129		1	2	168	82
34	17	7	89	102	12	12	3	8	9	3	3	
2			2		4			1	1	3	1	1

	5								7	1	7	1
--	---	--	--	--	--	--	--	--	---	---	---	---

				1			3		2			
--	--	--	--	---	--	--	---	--	---	--	--	--

	9						1					9
			2				2					1

				1					1	1		
--	--	--	--	---	--	--	--	--	---	---	--	--

62	203	318	320	306	255	705	770	74	300	300	469	163
40	3.74	2.76	2.30	2.64	3.07	1.78	2.66	1.32	2.11	2.98	3.12	2.73
99	4.16	3.80	2.99	3.45	3.90	3.45	3.80	1.58	3.80	4.27	4.32	3.45
85	0.89	0.72	0.76	0.76	0.78	0.51	0.70	0.83	0.55	0.69	0.72	0.79

表 5-1. 野牛川底棲動物現存量

調 査 月 日	5. 11					6. 6		
	St. 1	2	3	4	5	1	2	3
Ephemeroptera								
<i>Ameletus montanus</i>	25	105	15		291			
<i>Isonychia japonica</i>								
<i>Epeorus uenoi</i>								
<i>E. aesculus</i>	163			15	288			
<i>E. latifolium</i>	142	100	362	549	450	11	17	189
<i>E. curvatulus</i>								
<i>Ecdyomurus sp. EA</i>								
<i>Cinygma sp.</i>	144	155	217	408	454	475	203	371
<i>Baetis sp.</i>	887	487	46	280	58	163	29	101
<i>Paraleptophlebia spinosa</i>					66			11
<i>Ephemerella cryptomeria</i>	403	448	175	148	23	408	537	220
<i>E. basalis</i>	362	136	1,814	2,607	1,506			
<i>E. bifurcata</i>		199					141	289
<i>E. trispina</i>	2,039	1,188	569	809	229	2,245	1,061	1,160
<i>E. okumai</i>	39		922	73	140		27	170
<i>E. denticula</i>			63			5		22
<i>E. sp.</i>								
<i>Ephemera japonica</i>								
Odonata								
<i>Davidius fujiama</i>								
Plecoptera								
<i>Nemura sp.</i>								
<i>Amphinemura sp.</i>								
<i>Protonemura sp.</i>								
<i>Acroneuria jezoensis</i>					18			
<i>Perla sp.</i>				1)				
<i>Alloperla bimaculata</i>					75		12	14
<i>Alloperla sp.</i>		1)						
Megaloptera								
<i>Protohermes grandis</i>							13	32
Tricoptera								
<i>Rhyacophila articulata</i>			305	249	102			
<i>R. nigrocephala</i>				1)				
<i>R. sp. RH</i>	5			21	5			
<i>R. tranquilla</i>								
<i>R. niwae</i>								
<i>Mystrophora inops</i>	55	42	703			15	234	77
<i>Stenopsyche griseipennis</i>			193		366			
<i>Polycentropus sp. PA</i>								
<i>P. sp. PB</i>				11				

39
 71
 01
 11
 20
 39
 50
 '0
 22
 4
 32
 7

		8. 25					10. 5				
4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	6										
			4	37							
										150	
713	233	21	67	92	247	53		19	75	12	5
											8
											6
182	407		25	40		41	64	124	69	68	78
71	292	137	110	17	24	72	73	255	106	28	4
9		1>							7	1>	
40	513		364	53	7	47			10		
2, 268											
	265										
199	746										
62											
		82	6	54		8					
								8	7		1>
		1>				1>					4
					87						
		17	1>	1>							
1>					1>				5	25	3
					175	32			18	219	11
										870	
								17			
1>											
								1>	1>	72	1>
			1>					5			313
137	76					1>			59	104	11
	3							9	9		
27				7	25	1>			4	1>	
									38		
									6		
5	6		9	173					20		
453				92	30				662	88	
16										32	

表5-2.

P. sp. PC								
Arctopsyche maculata								
Hydropsychodes brevilineata	18		12				20	
Hydropsyche ulmeri	506	354	2,878	245	58		153	331
Goera sp.		91					26	92
Micrasema sp.								
Dinarthrodes japonica								
Coleoptera								
Enochrus sp.								
Diptera								
Tipula sp.								
Eriocera sp.		105		1>	179		65	
Antocha sp.	19	17	38	34	13	39	15	
Simulium sp.	1>			1>	1>	1>	46	95
Chironomidae	65	62	1>	1>	1>	67	23	30
Atherix sp.	47		14			10		51
Triclada								
Palanariidae					18		11	
Archioligochaeta								
Oligochaeta		8					34	
Amphipoda								
Rivulogammarus nipponensis					13			
Anisogammarus annandalei	1>					32		
Isopoda								
Asellus higendorffii								
現存量 (mg)	4,919	3,497	8,326	5,449	4,352	3,470	2,667	3,255

										12		
				42	61	63				728		
	6							8				
1	17	182	46	201	575		15	151	236	15	131	
2					12			33				
			5	1>			10					9
				9	17							
			1>									
						148						
	1>	205		66		510	191	171	132	362	47	
	19	31	167	40	56		47	8	42		21	
5	4	11	120	17	10	649	162	1>	1>	283	130	
0	11	5	49		13	6	4	5	4	1>	1>	
1			1>		12	1>		4		15	42	26
	35	3							23	1>	11	5
				15			25	8	9			1>
	1>						16				107	
			44		5		69				69	741
				1>				1>	1>			
5	4,268	2,990	683	929	1,289	1,838	1,003	154	856	1,520	3,301	1,566

Ⅱ 水 質 調 査

林 義孝・吉田 由孝

1. 調 査 目 的

サクラマス稚魚放流河川及び放流用サクラマス種苗飼育池の水質環境を把握し、放流河川及び飼育管理を水質面から評価し、当該地域のサクラマス資源増大を図るための基礎的な資料を得る。

2. 調 査 内 容

1) 調 査 項 目

- (1) 放流河川環境調査
- (2) 飼育池調査

2) 調 査 期 間

昭和58年4月～昭和59年3月

3) 調 査 場 所

- 野牛川 4地点
大畑川 4地点
飼育池 用排水

4) 水 質 分 析 法

分析は、水温、透視度、pH、DO、硫酸塩、アルカリ度、浮遊物質、濁度についてはJIS-K0101に従った。COD、BOD、塩素イオンについては水質汚濁調査指針に従った。ケイ酸塩、全磷、 PO_4-P 、 NH_4-N 、 NO_2-N 、 NO_3-N は、A Practical Handbook of Seawater Analysisに従った。K、Naはフレイム光度法で行った。Mg、Ca、珪素は原子吸光法で行った。Fe、Cu、Zn、Pb、Mn、Ni、Alは原水に0.1Nの濃度まで硝酸を加えて、10倍に加熱濃縮し、これを試料として原子吸光法で分析した。又全硬度はMg、Ca濃度から計算により求めた。又アルカリ度、全硬度の表示は $CaCO_3$ で表示し、濁度はカオリン換算である。

3. 調 査 結 果 及 び 考 察

1) 放 流 河 川 調 査

野牛川は表1、大畑川は表2のとおり調査結果を得た。この結果は、流出泥に由来するAl、Feを除き表9、10に示したさけます生息環境基準に適合していた。

主な成分の相関係数は7、8のとおりで、野牛川と大畑川の主成分の相関係数はかなり異なっていた。この差と河川生物環境との差異を結びつけるような調査が必要と思われる。

表9. さけます飼育用水の水質基準（さけます増殖事業の手引きより）

水質(項目)	好適な範囲	備考
水温	4～12°C, (最適7～10°C)	国の手引
pH	6.5～7.5	〃
SS	25 (mg/ℓ) 以下	水産用水基準
COD	3 (mg/ℓ) 以下	〃
DO	7 (mg/ℓ) 以下	〃
Fe	0.1 (PPM) 以下	国の手引
SiO ₂ /Ca	4 以下	〃
NH ₄ -N	0.1 (PPM) 以下	〃

表10. 金属成分の基準（水産環境用水基準）

マンガン	鉄	ニッケル	銅	亜鉛	アルミニウム
1.0	1.0	0.1	0.005	0.1	0.1

※ mg/ℓ

2) 飼育池調査

大畑町さけふ化場の用水は表3, 排水は表4, 当场用排水は表5のとおり調査結果を得た。沢水に流入したと思われる泥由来のFe, Alを除くと, 前記さけます飼育用水基準に適合していた。

又, サクラマス稚魚を飼育することにより負荷がかかり, 悪化すると思われるDO, COD, 濁度について, 飼育用水と排水を比較すると, 平均値でDO%は101.7→100.3, CODmg/ℓ 0.27→0.30, 濁度mg/ℓは0.6→0.7とその変化は僅少であった。

水質面からみると試験区のサクラマス飼育密度は余裕があった。

4. ま と め

- 1) 野牛川, 大畑川はサクラマス放流河川として適合する水質環境であった。
- 2) 野牛川と大畑川は異なった水質的な側面を有していた。
- 3) 大畑さけふ化場のふ化飼育用水は用水として適当な水質であったが, 当场の用水は一部不安な面があった。
- 4) スモルト化飼育試験における飼育密度は, 水質面からみると余裕があった。

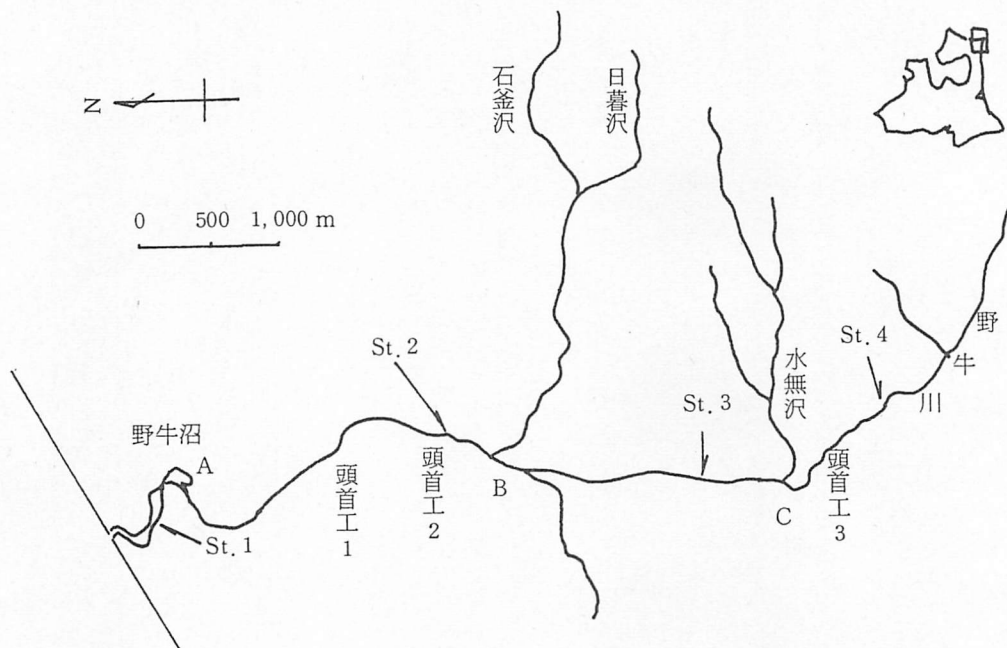


図1. 野牛川調査点

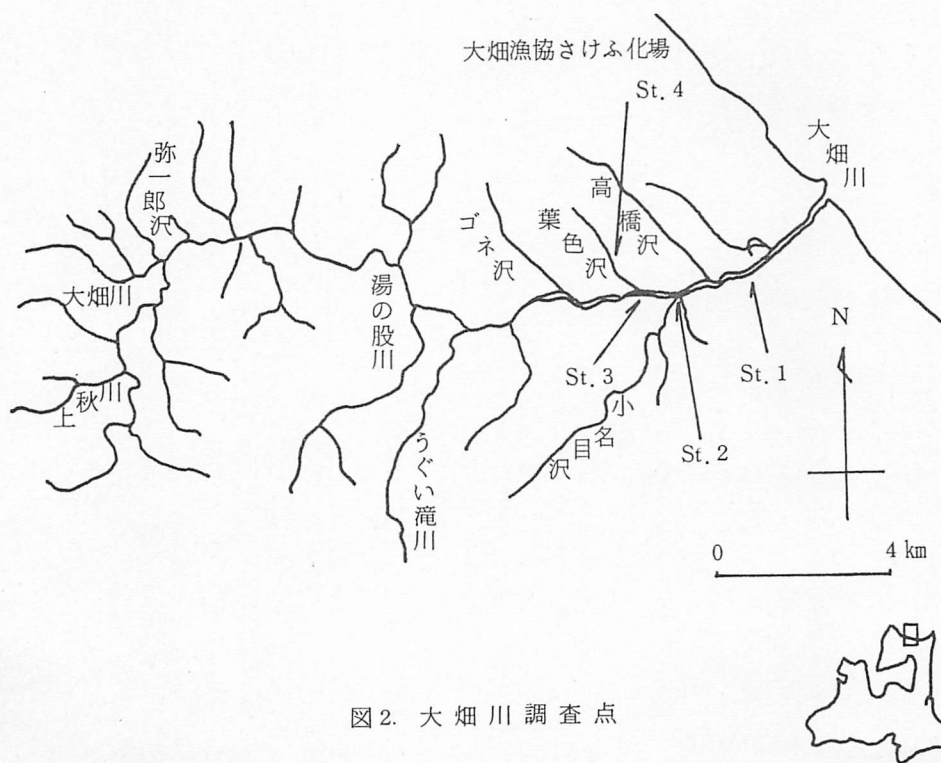


図2. 大畑川調査点

表5. 内水試飼育用水水質分析結果

	第1ふ化室用水	第2ふ化室用水
採水年月日	11.22	4.14
水温 °C	12.0	12.8
透視度 cm	100<	100<
pH	6.3(7.3)	7.0
DO mg/l	/	8.69
DO飽和度 %	/	84.9
COD mg/l	/	(-)
Cl mg/l	22.6	11.5
アルカリ度 mg/l	44.2	45.1
カリウム mg/l	2.26	2.20
ナトリウム mg/l	17.1	11.1
ケイ酸塩 mg/l	1.07	/
全 磷 g/l	2.4	/
PO ₄ -P g/l	2.0	/
SO ₄ mg/l	25.3	14.0
総硬度 mg/l	/	49.7
Ca mg/l	/	10.5
Mg mg/l	/	5.7
NH ₄ -N μg/l	97	/
NO ₂ -N μg/l	(-)	/
T-N μg/l	4545	/
総 鉄 mg/l	0.02	0.05

表 6. 内水試ふ化用水水質分析結果

項目	第 1 ふ 化 室				第 2 ふ 化 室			
	注 水		排 水		注 水		排 水	
	11/21	12/17	11/21	12/17	11/21	12/17	11/21	12/17
水 温	12.3	12.0	12.3	11.9	12.3	11.8 ~ 12.0	12.3	11.7 ~ 11.9
pH	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2 ~ 6.8	6.2 ~ 6.5	6.2 ~ 6.6	6.3 ~ 6.6
RpH	6.7	7.0	6.8	6.8	6.7 ~ 7.0	6.8 ~ 7.0	6.7 ~ 7.0	6.8 ~ 7.0
DO mg/l	9.74	9.77	9.32 ~ 9.61	9.64 ~ 9.97	9.60 ~ 10.33	9.80 ~ 10.27	9.14 ~ 9.78	8.93 ~ 9.04
DO %	94.0	91.6	90.0 ~ 92.8	92.2 ~ 95.4	92.7 ~ 99.7	94.0 ~ 98.0	88.2 ~ 94.4	85.5 ~ 86.5
アルカリ度 CaCO ₃ mg/l	43.2	—	43.2 ~ 44.2	—	43.2 ~ 44.2	—	43.2 ~ 47.5	—
塩 素 量 mg/l	22.9	—	22.6 ~ 23.9	—	22.3 ~ 22.6	—	21.9 ~ 22.3	—
COD mg/l	—	—	—	0.00 ~ 1.38	0.05 ~ 0.13	—	0.10 ~ 0.29	0.02 ~ 0.18
注水量 l	0.88 ~ 0.91	—	—	—	0.03 ~ 0.04	—	—	—

表 7. 主な成分の相関係数, 野牛川

アルカリ度	0.501							
K	0.963	0.557						
Na	0.999	0.508	0.972					
硫酸塩	0.979	0.474	0.921	0.974				
全 硬 度	0.951	0.732	0.948	0.954	0.933			
Ca	0.673	0.939	0.690	0.680	0.655	0.860		
Mg	0.992	0.553	0.978	0.993	0.976	0.967	0.701	
全 鉄	0.383	0.729	0.419	0.384	0.391	0.739	0.739	0.425
	塩 素 量	アルカリ度	K	Na	硫酸塩	全 硬 度	Ca	Mg

表 8. 主成分の相関係数, 大畑川

アルカリ度	-0.309						
K	0.334	-0.116					
Na	0.695	-0.240	0.681				
全 硬 度	0.375	0.430	0.327	0.523			
Ca	0.432	0.345	0.362	0.597	0.981		
Mg	0.116	0.586	0.137	0.172	0.814	0.685	
全 鉄	0.476	-0.433	0.338	0.131	-0.054	-0.014	-0.159
	塩 素 量	アルカリ度	K	Na	全 硬 度	Ca	Mg

表1. 水質分析表

	野										牛				川			
	サクラ マ 放流場所	野牛橋	木立山橋	新ボーリ ン グ 水	木立山橋	放流場所	野牛橋	野牛橋 下	野牛橋 上	野牛橋 流	木立山橋	放流場所	野牛橋 流	野牛橋 流	木立山橋	放流場所	野牛橋	
採水年月日	83.5.10	83.5.11	83.5.11	83.7.11	83.7.11	83.7.11	83.7.11	83.7.11	83.10.5	83.10.5	83.10.5	83.10.5	83.10.5	83.10.5	83.10.5	83.10.6	84.1.28	
採水時間	15:40	9:15	9:45	13:51	14:15	14:30	15:10	14:30	14:30	13:55	13:55	14:30	14:30	15:37	15:37	9:15	10:10	
天候	b	b	b	b	b	b	b	b	c	R	b	b	c	c	c	c		
気温 °C	17.1	15.8	19.8	18.0	18.6	17.9	17.6	13.9	13.1	13.9	17.6	13.9	13.1	11.3	11.3	14.5	-1.1	
水温 °C	13.6	13.1	13.5	9.7	15.9	13.7	20.0	14.7	13.6	14.7	20.0	14.7	13.6	12.6	11.3	11.3	0.6	
透視度 cm				100<	100<	100<												
pH	7.1	7.1	7.3	7.3	7.1	7.1	7.1	7.8	7.2	7.8	7.1	7.1	7.2	7.2	7.2	7.2	6.8	
DO mg/ℓ	10.49	9.81	10.74	10.49	9.56	10.00	8.86	9.34	9.89	9.34	8.86	9.34	9.89	10.28	10.43	10.43	13.17	
DO飽和度 %	99.0	91.7	101.1	92.4	97.2	96.8	98.2	92.2	95.3	92.2	98.2	92.2	95.3	96.9	95.4	95.4	91.4	
COD mg/ℓ	0.66	1.61	0.11	0.11	0.82	0.77	1.72				1.72						0.67	
BOD mg/ℓ				(-)	0.28	0.16	0.58				0.16	0.58					0.20	
Cl mg/ℓ	21.9	241.5	21.3	23.6	19.1	19.8	26.3	74.3	18.4	74.3	26.3	74.3	18.4	19.1	19.2	19.2	148	
アルカリ度 mg/ℓ	23.7	39.3	34.3	27.1	20.7	14.7	29.1	55.7	30.6	55.7	29.1	55.7	30.6	23.7	24.0	24.0	37.3	
カリウム mg/ℓ	1.18	7.35	1.33	1.71	0.86	0.83	1.38	3.18	1.54	3.18	1.38	3.18	1.54	1.01	0.98	0.98	7.00	
ナトリウム mg/ℓ	12.5	130.0	12.8	19.0	12.1	12.1	16.6	43.0	11.6	43.0	16.6	43.0	11.6	12.5	12.0	12.0	85.0	
ケイ酸塩 mg/ℓ				12.4	15.1	12.7	14.7				14.7						3.53	

全 磷	μg/l																					19	
PO ₄ -P	μg/l																						11
SO ₄	mg/l	4.5	39.5	6.0	2.5>	3.5	3.2	10.6	11.0	4.5	4.0	3.5	21.1										
総 硬 度	mg/l	20.0	107.0	30.8	27.2	20.5	15.2	34.9	71.3	29.8	22.7	22.1	78.9										
Ca	mg/l	4.3	14.0	7.9	7.1	4.9	3.1	7.2	17.5	7.9	5.7	5.4	10.7										
Mg	mg/l	2.25	17.50	2.70	2.30	1.95	1.80	4.10	6.70	2.45	2.05	2.10	12.66										
NH ₄ -N	μg/l				0	3	0	29					39										
NO ₂ -N	μg/l				1	1	2	3					(-)										
T-N	μg/l				31	45	78	163															
総 鉄	mg/l	0.14	1.12	0.18	0.05>	0.19	0.12	0.79	2.00	1.75	0.58	0.29	0.84										
SS	mg/l				0.5	2.3	2.3	3.1					4.0										
濁 度	mg/l	1.3	7.8	1.6	0.2>	1.0	0.8	2.6					5.5										
Si	mg/l								13.7	12.1	11.3	13.7	12.0										
Al	mg/l				0.170	0.125	0.180	0.320	1.320	0.500	0.180	0.050	0.158										
Ni	mg/l								0.002	(-)	0.003	(-)	0.001										
Zn	mg/l								0.017	0.007	0.005	0.004	0.008										
Mn	mg/l				0.056	0.029	0.009	0.148	0.160	0.087	0.025	0.014	0.127										
Cu	mg/l								0.004	0.001	0.001	0.001	0.002										

表1-2. 水質分析表

		野牛川	
		野牛橋	ふ下場下
採水年月日	84.1.28	84.3.2	
採水時間		12:30	
天候		c	
気温 °C	-1.1	1.4	
水温 °C	3.9	7.7	
透視度 cm	26.5		
pH	7.1	7.2	
DO mg/l	13.19	12.00	
DO飽和度 %	100.2	100.6	
COD mg/l	0.54	1.02	
BOD mg/l	0.32		
Cl mg/l	20.5	21.5	
アルカリ度 mg/l	33.2	31.7	
カリウム mg/l	1.41	1.19	
ナトリウム mg/l	13.1	12.5	
けい酸塩 mg/l	2.46		

全 磷	$\mu\text{g}/\ell$	26	
PO ₄ -P	$\mu\text{g}/\ell$	14	
SO ₄	mg/ ℓ	1.7	3.6
総 硬 度	mg/ ℓ	26.7	31.2
Ca	mg/ ℓ	5.7	8.2
Mg	mg/ ℓ	3.03	2.60
NH ₄ -N	$\mu\text{g}/\ell$	15	
NO ₂ -N	$\mu\text{g}/\ell$	(-)	
T-N	$\mu\text{g}/\ell$		
総 鉄	mg/ ℓ	0.68	0.17
SS	mg/ ℓ	20.6	
濁 度	mg/ ℓ	18.0	
Si	mg/ ℓ	12.2	14.9
Al	mg/ ℓ	0.850	0.080
Ni	mg/ ℓ	(-)	(-)
Zn	mg/ ℓ	0.009	0.004
Mn	mg/ ℓ	0.016	0.021
Cu	mg/ ℓ	0.003	0.001

表2. 水質分析表

	大 畑 川										
	河 口 通 過 点	葉 色 沢	葉 色 沢	小 目 名 橋	葉 色 沢	葉 色 沢	大 畑 川	葉 色 沢	大 畑 川	葉 色 沢	大 畑 川
採水年月日	83.4.15	83.4.15	83.7.1	83.7.1	83.7.12	83.7.28	83.7.28	83.7.28	83.9.8	83.10.7	83.10.7
採水時間	12:30	13:20	13:00	15:10	8:30	8:50	8:35	12:10	13:50	9:00	13:50
天候	c	c			c	c	c	R	R	bc	bc
気温 ℃	16.4	16.3	15.9	15.7	16.4	18.2	18.4		17.2		13.9
水温 ℃	7.0	6.9	10.5	13.3	12.9	12.4	16.2	13.7	15.7	8.4	11.5
透視度 cm					100<	100<					
pH	6.7	7.0	7.1	7.1	7.1	7.2	7.1	7.1	7.1	7.1	7.2
DO mg/ℓ	11.87	11.78	11.32	10.21	10.21	10.97	9.46	9.58	9.55	11.51	11.45
DO飽和度 %	100.9	99.9	104.8	100.8	97.0	96.9	99.4	95.4	99.3	101.3	108.5
COD mg/ℓ	0.70	0.49	0.57	1.89	0.77	0.35	2.24			0.19	0.85
BOD mg/ℓ					0.20	(-)					
Cl mg/ℓ	16.3	10.7	12.3	13.6	14.1	11.0	14.8			12.0	15.8
アルカリ度 mg/ℓ	10.8	13.8	16.8	13.6	16.2	17.7	17.5			20.7	17.7
カリウム mg/ℓ	0.58	0.50	0.51	0.69	0.69	0.51	0.47	0.49	0.61	0.54	0.82
ナトリウム mg/ℓ	9.1	6.9	7.6	8.8	10.4	7.7	7.2	6.9	8.4	7.7	11.5
ケイ酸塩 mg/ℓ					12.09	15.56					

全 磷	μg/ℓ																		
PO ₄ -P	μg/ℓ																		
SO ₄	mg/ℓ	7.8	3.0					8.8	2.5										
総 硬 度	mg/ℓ	16.6	14.0	15.5	17.7	18.0	15.4	19.7	26.7	17.0	18.4	18.7	24.4						
Ca	mg/ℓ	4.0	3.3	3.9	4.6	4.9	3.7	5.1	7.0	4.4	4.8	5.0	7.2						
Mg	mg/ℓ	1.60	1.40	1.35	1.45	1.40	1.45	1.70	2.25	1.45	1.55	1.50	1.55						
NH ₄ -N	μg/ℓ					15	2	(-)											
NO ₂ -N	μg/ℓ					2	1												
T-N	μg/ℓ					126	122												
総 鉄	mg/ℓ	0.18	0.05	0.05	0.33	0.06	0.05	0.11	0.02	0.26	0.82	0.06	0.24						
SS	mg/ℓ					1.3	1.4												
濁 度	mg/ℓ	1.8	1.0			0.8	0.5												
Si	mg/ℓ			7.3	8.0			10.2	15.6	8.7	9.2	12.4	13.2						
Al	mg/ℓ			0.085	1.090	0.180	0.050	0.078	(-)	0.445	1.086	0.050	0.128						
Ni	mg/ℓ							(-)	0.001	(-)	(-)	0.003	0.001						
Zn	mg/ℓ							(-)	(-)	(-)	0.006	0.008	0.001						
Mn	mg/ℓ			0.023	0.015	0.005	0.006	0.012	(-)	0.014	0.037	0.013	0.007						
Cu	mg/ℓ									0.001	0.002	0.001	0.001						

表2-2. 水質分析表

	大 畑 川					
	葉色沢	葉色沢	大畑川	葉色沢	大畑川	葉色沢
採水年月日	83.10.20	83.11.18	83.11.18	83.12.20	83.12.20	84.3.1
採水時間	14:30	8:35	8:25	13:20	11:40	15:30
天候	c	s	s	b	b	b
気温 °C	12.8	3.8	2.5	0.9	1.4	-2.7
水温 °C	7.9	6.0	6.1	3.1	2.1	2.3
透視度 cm	50>					
pH	7.1	7.0	6.9	7.0	7.0	6.9
DO mg/l	11.68	11.99	12.06	13.37	13.76	13.47
DO飽和度 %	98.4	99.4	100.2	102.8	102.9	98.0
COD mg/l	0.23	0.56	2.21	(-)	0.26	0.28
BOD mg/l	0.24					
Cl mg/l	13.0	12.6	14.4	13.3	16.1	14.0
アルカリ度 mg/l	22.7	22.4	16.2	23.1	16.6	24.8
カリウム mg/l	0.55	0.48	0.77	0.41	0.57	0.64
ナトリウム mg/l	8.1	7.6	9.1	7.9	11.3	8.2
ケイ酸塩 mg/l	1.18					

全 磷	μg/ℓ	6																		
PO ₄ -P	μg/ℓ	3																		
SO ₄	mg/ℓ	2.5	1.7	8.0	3.4	17.3	1.5	3.0												
総 硬 度	mg/ℓ	25.0	21.1	23.0	22.1	28.0	18.1	23.3												
Ca	mg/ℓ	6.7	5.4	6.0	5.7	7.8	4.0	6.2												
Mg	mg/ℓ	2.00	1.85	1.95	1.92	2.06	1.97	1.90												
NH ₄ -N	μg/ℓ	5																		
NO ₂ -N	μg/ℓ	1																		
T-N	μg/ℓ	225																		
総 鉄	mg/ℓ	0.08	0.05	0.42	0.05	0.10	0.08	0.09												
SS	mg/ℓ	(-)																		
濁 度	mg/ℓ	0.5>	0.5>	17.0																
Si	mg/ℓ	12.9	10.2	9.9	12.2	11.1	12.2	12.4												
Al	mg/ℓ	0.046	(-)	0.004>	0.016	0.118	0.059	0.050												
Ni	mg/ℓ	0.001	0.005>	0.005>	(-)	(-)	(-)	(-)												
Zn	mg/ℓ	0.003	0.001	0.008	0.002	0.002	(-)	0.001												
Mn	mg/ℓ	0.013	0.006	0.028	0.009	0.008	0.005	0.010												
Cu	mg/ℓ	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001												

表3-1. 水質分析表

	大 畑 フ 化 場 用 水												
	湧水	河川水	サクスラマ注水	サクスラマ注水	フ化用水	No.3 河川水注水	No.6 湧水注水	No.6 水注水	No.3 河川水注水	No.6 湧水注水	No.3 河川水注水		
採水年月日	83.4.15	83.4.15	83.4.15	83.5.10	83.5.10	83.6.14	83.6.14	83.7.1	83.7.1	83.7.1	83.7.28	83.7.28	83.9.8
採水時間	13:30	13:40	13:50	13:40	13:30	13:40	13:40		12:15		9:30		11:45
天候	c	c	c	b	b	R	R				c	c	R
気温 °C			17.3			12.9					20.3		17.6
水温 °C	8.5	6.6	6.9	8.9	11.3	9.8	9.2	8.9	10.3		12.5	9.1	13.6
透視度 cm	100<	100<	100<	100<	100<	100<	100<	100<	100<	100<	100<	100<	100<
pH	7.2	7.0	6.9	7.1(7.1)	6.9	7.0	7.1	7.2	7.1	7.1	7.1	7.2	7.1
DO mg/l	12.53	11.99	10.96	12.51	9.67	11.07	12.12	11.63	10.82	10.10	11.36	11.36	9.81
DO飽和度 %	110.6	100.9	93.0	106.5	86.8	100.8	108.8	103.7	99.7	98.0	101.8	101.8	97.5
COD mg/l	0.13	0.51	0.43	0.76	0.35	1.26	0.19	0.03	0.55	0.65	0.03	0.03	
BOD mg/l													
Cl mg/l	13.7	11.6	11.2	14.2	12.1	11.3	13.0	14.3	11.4	12.0	13.6	13.6	
アルカリ度 mg/l	28.1	14.0	14.0	28.9	19.9	16.8	24.4	26.8	16.2	21.2	28.7	28.7	
カリウム mg/l	0.80	0.50	0.52	0.91	0.68	0.51	0.78	0.81	0.48	0.65	0.47	0.47	0.48
ナトリウム mg/l	9.1	6.8	6.9	8.8	7.5	7.2	8.7	9.2	7.3	9.3	7.3	7.3	6.9
ケイ酸塩 mg/l													

表3-2. 水質分析表

	用 水										
	No.6 湧注水	No.3 沢注水	No.6 湧注水	フ化場 用水	新ボ-リ ング 用水	No.2 沢注水	No.6 湧注水	沢注水	湧注水	No.2 沢注水	湧注水
採水年月日	83.9.8	83.10.7	83.10.7	83.10.20	83.11.18	83.11.18	83.11.18	83.11.18	83.11.18	83.11.18	83.12.20
採水時間	11:55	8:55	8:40	14:10	14:20	8:50	9:05	13:00	11:30	11:30	10:50
天候	R	bc	bc	c	c	s	s	s	b	b	b
気温 °C		9.4		12.8	12.8				0.7		5.4
水温 °C	9.3	8.4	8.6	8.5	8.5	6.0	8.2	5.0	3.1	2.9	7.8
透視度 cm	100<	100<	100<	50>	50>	100<	100<	100<	100<	100<	100<
pH	7.2	7.1	7.2	7.2(7.2)	6.8(7.1)	7.0	7.1	7.0	7.0	7.0	7.2
DO mg/ℓ	11.94	11.55	12.47	12.76	10.93	12.15	12.03	12.35	12.62	13.32	12.51
DO飽和度 %	107.5	101.7	110.4	109.1	93.4	100.7	105.4	96.5	106.3	102.4	108.6
COD mg/ℓ		0.14	0.11	0.17	(-)	0.61	(-)	0.08	(-)	(-)	(-)
BOD mg/ℓ				0.06	0.12						
Cl mg/ℓ		12.0	12.3	14.3	14.0	12.8	14.5	12.7	14.3	12.8	14.7
アルカリ度 mg/ℓ		21.2	28.5	28.5	30.2	21.4	30.0	21.6	29.1	23.3	29.1
カリウム mg/ℓ	0.72	0.55	0.80	0.79	1.66	0.48	0.86	0.50	0.72	0.41	0.71
ナトリウム mg/ℓ	8.8	7.7	8.9	9.1	9.9	7.6	9.1	7.6	8.8	7.7	8.8
ケイ酸塩 mg/ℓ				2.57	4.49						

全 磷	$\mu\text{g}/\ell$						21												
PO ₄ -P	$\mu\text{g}/\ell$						7												
SO ₄	mg/ℓ						2.5	1.4	4.0	2.1	3.4	3.2	3.2						4.6
総 硬 度	mg/ℓ	27.0	19.2	24.4	29.3	31.9	31.9	22.1	27.7	21.8	27.4	26.2	26.2						32.4
Ca	mg/ℓ	7.2	5.2	6.8	8.1	8.8	8.8	5.7	7.3	5.6	7.2	6.1	6.1						7.2
Mg	mg/ℓ	2.20	1.50	1.80	2.20	2.40	2.40	1.90	2.30	1.90	2.30	2.66	2.66						3.50
NH ₄ -N	$\mu\text{g}/\ell$				4	3	3												
NO ₂ -N	$\mu\text{g}/\ell$				6	(-)	(-)												
T-N	$\mu\text{g}/\ell$				163	(-)	(-)												
総 鉄	mg/ℓ	0.05	0.10	0.06	0.03	0.07	0.07	0.06	0.02	0.07	0.02	0.05	0.05						0.05
SS	mg/ℓ				0.2	(-)	(-)												
濁 度	mg/ℓ				0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5								
Si	mg/ℓ	14.8	12.7	17.1	16.3	33.0	33.0	10.9	18.3	11.0	11.9	11.2	12.3						15.3
Al	mg/ℓ	0.062	0.050	0.030	0.102	0.046	0.046	0.020	0.029	0.093	(-)	0.045	0.010						0.007
Ni	mg/ℓ	(-)	(-)	(-)	0.001	(-)	(-)	0.005	0.005	0.005	0.005	(-)	(-)						0.001
Zn	mg/ℓ	0.002	0.001	0.004	0.046	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002	0.001	0.002	0.003						0.003
Mn	mg/ℓ	0.001	0.011	0.002	0.002	0.001	0.001	0.007	0.004	0.011	0.001	0.010	0.013						0.005
Cu	mg/ℓ	0.002	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001	0.002						0.002

表3-3. 水質分析表

	用				水					
	No. 2 注水	No. 6 水注	7化場 用水	湧水 注水	沢水 注水	No. 1 水注	No. 6 水注	湧水 注水	沢水 注水	水 注水
採水年月日	84.1.26	84.1.26	84.1.26	84.3.1	84.3.1	84.3.1	84.3.1	84.3.1	84.3.28	84.3.28
採水時間	9:05	9:25	9:30	15:23	15:15	9:16	9:40	15:10	15:30	
天候	b	b	b							
気温 °C	1.5			4.3	3.4	-0.3	-0.3			
水温 °C	1.9	7.1	2.0	7.6	2.5	2.0	4.8	7.7	4.6	
透視度 cm	100 <	100 <	100 <	100 <	100 <	100 <	100 <	100 <	100 <	
pH	7.0	7.0	7.0	7.2	7.0	7.0	7.0	7.2	7.0	
DO mg/ℓ	13.51	10.70	13.53	12.93	13.50	13.18	10.92	13.01	11.72	
DO飽和度 %	100.5	91.2	101.0	108.1	98.7	95.1	84.9	112.6	93.7	
COD mg/ℓ	0.31	0.11	0.28	0.16	0.30	0.99	0.41	0.05	0.52	
BOD mg/ℓ										
Cl mg/ℓ	12.7	13.7	12.7	15.4	12.7	11.6	12.8	14.1	12.7	
アルカリ度 mg/ℓ	24.4	30.0	24.8	29.5	24.6	24.4	27.6	29.8	24.8	
カリウム mg/ℓ	0.66	1.25	0.65	0.87	0.63	0.60	0.89	0.88	0.63	
ナトリウム mg/ℓ	7.9	9.5	8.4	9.1	8.2	8.3	8.8	8.2	6.6	
ケイ酸塩 mg/ℓ										

ケイ酸塩 mg/l

全 磷	μg/l																
PO ₄ -P	μg/l																
SO ₄	mg/l	2.4	2.3	1.4	2.4	3.5	4.4	2.8	3.0	2.8	2.8	3.0	2.8	2.8	3.0	2.8	2.8
総 硬 度	mg/l	19.8	22.0	18.1	27.1	22.6	23.3	26.4	25.8	23.9	23.9	25.8	23.9	23.9	25.8	23.9	23.9
Ca	mg/l	4.6	4.9	4.0	7.3	6.0	6.2	7.1	6.7	6.6	6.6	6.7	6.6	6.6	6.7	6.6	6.6
Mg	mg/l	2.02	2.36	1.97	2.15	1.85	1.90	2.10	2.20	1.80	1.80	2.20	1.80	1.80	2.20	1.80	1.80
NH ₄ -N	μg/l																
NO ₃ -N	μg/l																
T - N	μg/l																
総 鉄	mg/l	0.07	0.03	0.08	0.06	0.11	0.10	0.10	0.05	0.08	0.08	0.05	0.08	0.08	0.05	0.08	0.08
SS	mg/l																
濁 度	mg/l																
Si	mg/l	11.4	14.5	11.5	15.3	13.0	12.5	14.2	15.6	12.4	12.4	15.6	12.4	12.4	15.6	12.4	12.4
Al	mg/l	0.050	0.010	0.028	0.090	0.070	0.040	0.090	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
Ni	mg/l	(-)	(-)	(-)	0.001	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Zn	mg/l	(-)	0.003	0.006	0.001	0.001	0.004	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001
Mn	mg/l	0.006	0.002	0.007	0.010	0.010	0.010	0.010	0.030	0.025	0.025	0.030	0.025	0.025	0.030	0.025	0.025
Cu	mg/l	0.001	0.002	(-)	0.001	0.001	0.001	0.001	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)

表4-1. 水質分析表

	大 畑 フ 化 場 排 水												
	サク マ 排 水	ラ ス 水	サ ク マ 排 水	No.1 排 水	No.3 河 川 排 水	No.6 湧 水 排 水	No.3 沢 水 排 水	No.1 水 沢 排 水	No.6 水 湧 排 水	No.3 河 川 水 排 水	No.6 湧 水 排 水	No.1 河 川 水 排 水	No.3 河 川 水 排 水
採水年月日	83.4.15	83.5.10	83.4.15	83.6.14	83.6.14	83.6.14	83.7.1	83.7.1	83.6.14	83.7.1	83.7.1	83.9.8	83.9.8
採水時間	14:00	13:20	15:30	15:30	15:30	15:30		12:35				11:40	11:50
天候	c	b	R	R	R	R				c	c	R	R
気温 °C	17.3			12.1				15.7					
水温 °C	7.0	11.5	10.0	10.1	10.1	9.1	10.6	10.5	9.1	12.7	9.5	13.7	13.7
透視度 cm	100<	100<	100<	100<	100<	100<	100<	100<	100<	100<	100<	100<	100<
pH	6.9	6.9	7.0	7.0	7.0	7.0	7.1	7.1	7.2	7.1	7.2	7.1	7.1
DO mg/ℓ	11.0	9.77	10.97	10.75	10.75	11.89	10.64	10.78	11.61	10.05	11.44	9.99	9.85
DO飽和度 %	93.5	88.2	100.5	98.6	98.6	106.5	98.8	99.8	104.0	97.9	103.4	99.5	98.1
COD mg/ℓ	0.44	0.66	1.12	1.14	1.14	0.14	0.52	0.71	0.02	0.71	0.08		
BOD mg/ℓ													
Cl mg/ℓ	11.4	12.1	12.1	11.9	11.9	13.0	11.3	11.3	14.4	12.7	14.1		
アルカリ度 mg/ℓ	15.1	19.4	17.3	17.0	17.0	24.4	16.8	17.3	26.8	21.6	28.9		
カリウム mg/ℓ	0.52	0.66	0.54	0.53	0.53	0.74	0.51	0.50	0.79	0.47	0.69	0.48	0.47
ナトリウム mg/ℓ	6.9	7.5	7.6	7.4	7.4	8.7	7.4	7.4	9.4	7.3	8.6	6.9	6.7
ケイ酸塩 mg/ℓ													

全	磷	μg/ℓ																
PO ₄ -P		μg/ℓ																
SO ₄		mg/ℓ		2.6	2.6	2.5>												
総硬度		mg/ℓ	14.5	15.0	15.5	20.4	15.3	15.5	23.2	19.5	26.3	16.0	17.4					
Ca		mg/ℓ	3.5	3.7	4.0	5.2	3.8	3.9	6.0	5.0	6.9	4.1	4.5					
Mg		mg/ℓ	1.40	1.40	1.35	1.80	1.40	1.40	2.00	1.70	2.20	1.40	1.50					
NH ₄ -N		μg/ℓ																
NO ₂ -N		μg/ℓ																
T-N		μg/ℓ																
総鉄		mg/ℓ	0.05>	0.05>	0.08	0.05>	0.05>	0.05>	0.05>	0.09	0.02	0.10	0.07					
SS		mg/ℓ																
濁度		mg/ℓ	0.9	0.5>														
Si		mg/ℓ		10.7	11.5	13.0	9.2	8.9	12.3	10.2	15.4	8.7	8.7					
Al		mg/ℓ			0.210	0.120	0.105	0.075	0.085	0.075	(-)	0.210	0.228					
Ni		mg/ℓ								0.003	(-)	(-)	(-)					
Zn		mg/ℓ								(-)	0.001	0.003	0.013					
Mn		mg/ℓ			0.006	0.003	0.005	0.005	0.003	0.004	0.001	0.003	0.010					
Cu		mg/ℓ								(-)	(-)	0.002	(-)					

表4-2. 水質分析表

	排						水					
	No.6 湧水 排水	No.1 湧水 排水	No.3 湧水 排水	No.6 湧水 排水	No.2 湧水 排水	No.1 湧水 排水	No.6 湧水 排水	水 湧 水	水 湧 水	No.1 湧水 排水	No.2 湧水 排水	No.6 湧水 排水
採水年月日	83.9.8	83.10.7	83.10.7	83.10.7	83.11.18	83.11.18	83.11.18	83.11.18	83.11.18	83.11.18	83.12.20	83.12.20
採水時間	12:00	8:45	8:50	8:45	8:55	9:00	9:15	13:30	11:20			
天候	R	bc	bc	bc	s	s	s	s	b	b	b	b
気温 ℃												
水温 ℃	9.5	8.7	8.7	8.9	6.0	6.0	8.2	8.0	2.8	2.8	2.8	2.9
透視度 cm	100<	100<	100<	100<	100<	100<	100<	100<	100<	100<	100<	100<
pH	7.2	7.1	7.1	7.2	7.0	7.0	7.1	7.1	7.0	7.0	7.0	7.0
DO mg/l	11.76	11.79	11.85	12.53	12.26	12.01	11.82	12.08	13.27	13.35	13.31	13.31
DO飽和度 %	106.3	104.6	105.1	111.7	101.7	99.6	103.6	101.8	101.1	101.8	101.8	101.8
COD mg/l		0.24	0.24	0.05	0.32	0.08	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	0.07
BOD mg/l												
Cl mg/l		12.4	12.3	13.0	12.6	12.7	14.5	14.1	12.6	12.3	12.3	12.8
アルカリ度 mg/l		21.6	21.4	28.5	22.6	21.6	29.8	29.1	22.7	23.1	23.1	23.3
カリウム mg/l	0.72	0.55	0.55	0.79	0.48	0.48	0.88	0.72	0.43	0.43	0.43	0.41
ナトリウム mg/l	8.6	7.9	7.8	9.1	7.6	7.6	9.1	8.8	7.7	7.9	7.9	7.7
ケイ酸塩 mg/l												

表4-3. 水質分析表

	排水										水					
	沢 水 排	水 水 排	湧 水 排	No.1 水 排	No.2 水 排	No.6 水 排	No.2 水 排	湧 水 排	水 水 排	沢 水 排	No.1 水 排	No.2 水 排	No.6 水 排			
採水年月日	83.12.20	83.12.20	83.12.20	84.1.26	84.1.26	84.1.26	84.1.26	84.3.1	84.3.1	84.3.1	84.3.1	84.3.1	84.3.1			
採水時間				9:10	9:16	9:20	9:35	15:40	15:15	9:25	9:36	9:30				
天候	b	b	b	b	b	b	b									
気温 °C								4.3	3.4	-0.2	-0.3	-0.3				
水温 °C	2.8	7.8	7.8	1.8	1.9	7.0	1.9	7.6	2.5	2.0	4.8	4.3				
透視度 cm	100<	100<	100<	100<	100<	100<	100<	100<	100<	100<	100<	100<				
pH	7.0	7.2	7.2	7.0	7.0	7.0	7.0	7.2	7.0	7.0	7.0	7.0				
DO mg/ℓ	13.15	11.87	11.87	13.58	13.58	10.57	12.91	12.27	13.03	13.44	10.92	11.11				
DO飽和度 %	100.2	103.0	103.0	100.7	101.0	89.9	96.1	102.6	95.2	97.0	84.9	85.2				
COD mg/ℓ	0.02	(-)	(-)	0.26	0.28	0.18	0.59	0.25	1.24	0.11	0.41	0.44				
BOD mg/ℓ																
Cl mg/ℓ	14.1	14.0	14.0	12.1	12.7	14.1	13.3	13.6	13.3	12.0	12.8	13.8				
アルカリ度 mg/ℓ	23.1	29.1	29.1	24.4	24.6	30.2	24.8	29.8	24.8	24.6	27.6	27.6				
カリウム mg/ℓ	0.41	0.69	0.69	0.66	0.68	1.18	0.69	0.91	0.64	0.60	0.89	0.85				
ナトリウム mg/ℓ	7.9	8.8	8.8	8.2	8.7	9.4	8.2	9.1	8.2	8.2	8.8	8.8				
ケイ酸塩 mg/ℓ																

全	磷	$\mu\text{g}/\ell$																		
	$\text{PO}_4\text{-P}$	$\mu\text{g}/\ell$																		
	SO_4	mg/ℓ	2.9	3.2	1.1	1.8	2.7	0.8	5.2	3.3	1.9	2.8	2.2							
	総 硬 度	mg/ℓ	23.1	35.0	18.3	17.1	21.7	17.1	27.4	23.8	23.6	26.4	25.5							
	Ca	mg/ℓ	5.9	7.6	4.0	3.6	4.9	3.6	7.2	6.4	6.3	7.1	6.9							
	Mg	mg/ℓ	2.02	3.90	2.02	1.97	2.31	1.97	2.30	1.90	1.90	2.10	2.00							
	$\text{NH}_4\text{-N}$	$\mu\text{g}/\ell$																		
	$\text{NO}_2\text{-N}$	$\mu\text{g}/\ell$																		
	T-N	$\mu\text{g}/\ell$																		
	総 鉄	mg/ℓ	0.09	0.02	0.07	0.10	0.02	0.45	0.07	0.05	0.11	0.10	0.07							
	SS	mg/ℓ																		
	濁 度	mg/ℓ																		
	Si	mg/ℓ	11.6	15.5	11.4	11.3	15.8	10.5	15.3	12.6	13.0	14.2	14.5							
	Al	mg/ℓ	0.026	(-)	0.021	0.006	0.006	0.123	0.070	0.070	0.060	0.090	0.040							
	Ni	mg/ℓ	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)							
	Zn	mg/ℓ	0.005	0.004	(-)	0.001	(-)	(-)	0.009	(-)	0.001	(-)	0.001							
	Mn	mg/ℓ	0.011	0.001	0.007	0.004	0.001	0.015	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010							
	Cu	mg/ℓ	0.001	0.002	0.001	0.002	0.001	0.001	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001							

Ⅲ サクラマス飼育

吉 田 由 孝

A サクラマス初期歩留り向上試験

1. 試 験 目 的

当場におけるサクラマスふ化飼育において、ふ化から餌付における減耗が、歩留り向上をはかる上で重要な問題となっている。減耗の主原因は卵のう異常（水腫症および突起症）であり、その発生は、水温、水質、水流、収容密度等の環境の影響によるものと言われている。ここでは、それらの環境因子の影響について検討し、初期歩留り向上の資料としたい。

2. 試 験 場 所

青森県内水面水産試験場第1，第2ふ化室と大畑町漁業協同組合さけますふ化場

3. 試 験 期 間

昭和58年10月29日～昭和59年2月（餌付まで）

4. 試 験 方 法

(1) 供 試 卵

昭和58年10月29日に北海道さけますふ化場渡島支場尻別事業場より搬入した発眼卵（積算温度350.5℃）12万粒を供試卵とした。

(2) 試験区および飼育条件

試験水槽，用水，収容密度等について表1と図1のように設定した。

(3) 試 験 項 目

水質と水流，収容密度，用水のちがいによる影響について，それぞれA～C区，D・E区とF・G区，そしてF・H区においてふ化率，浮上率等をもとに比較を行なった。ふ化率，浮上率の算出のため死卵，斃死魚の記録を行なった。また，飼育水温，水質（pH，DO，COD，アルカリ度，塩素イオン）についても調べた。

5. 試 験 結 果

(1) 水温および水質について

1) A ～ E 区

湧水利用のため水温はほぼ一定しており、期間中 11.6～12.4℃の範囲にあった(図2)。水質では、B区(曝気)でpH 6.5～6.8と他区の6.2～6.3に対してやや高く経過し、DOも注水で0.50～0.73 mg/l多く、曝気の効果がみられた。pH値がB区を除いて低く、基準値(6.5～7.5)⁽¹⁾に達していなかった。

2) F～H区

湧水(F・G区)では、途中沢水に移動したのを除けば、7.8～8.7℃とほぼ一定していた。一方、沢水(H区)では、徐々に水温の低下がみられ、1.7～7.2℃と変動した。pH値が7.0～7.2と良好で、DOも充分にあった。

(2) ふ化率および浮上率について

1) A～C区

ふ化時期、餌付開始ともに同じであり、ふ化率についてもほぼ同程度であった。しかし、浮上率でA>B>Cとなり、B-Cの差が7.8%とA-Bの1%より明らかに差がみられた(表3)。C区ではふ化後30日目以降に卵のう異常魚の発生が顕著となり、その後の減耗が他区に比べて多く(図3)、餌付1カ月後では約20%も低い生残率を示した。

2) D・E区

ふ化率はほぼ同じであった。浮上率では、D区で同一水槽でも下側の方(②、④)が上の方(①、③)より、39.8%上回った。一方、E区ではD-①、③とほぼ同様の減耗で、低い生残率であった(表4)。D-4を除いてふ化後20日目以降斃死が増加し、徐々に卵のう異常魚がみられ、餌付1カ月後で30%台まで低下した。

3) F・G区

両区ともにふ化、浮上率良好で、差はほとんどみられなかった(表5)。餌付までの生残率の推移をみると50日目以降徐々に減耗がみられ、餌付後約1カ月目で約90%となった(図3)。ふ化終了後55日目～89日目まで、サケ飼育の方に湧水を用いたため沢水に移した(図2)が、その影響もあったものと考えられる。

4) H区

水温が低く、ふ化、餌付時期ともに遅れたが、浮上率は平均99%と高く、斃死はごくわずかであった(表5、図3)。

6. 考 察

サケ科魚類の卵のう異常は、非感染性疾病の中の物理化学的要因性疾病としてとりあげられ、多く

の場合原因不明とされているが、⁽²⁾高密度飼育や不適当な流れ、アンモニアの蓄積、卵の取り扱い等が原因と考えられている。⁽³⁾ 当場でもサクラマス、イワナにおいてその発生が顕著であり、ウイルス、細菌および寄生虫によるものかどうか常法により検査したところ、マイナスであった。当場では、湧水（約12℃）飼育においてふ化から餌付までに、サクラマスで約40日を要し、ニジマスで約20日、イワナで約30日と比べ不安定な卵黄吸収期が長く、種々の環境の影響をうけやすいものと考えられる。

本実験では、金網使用区（C区）とコンクリート水槽区（D、E区）で発症がみられた。金網でふ化仔魚を中層においたものでは、水流が稚魚の安静を防げたか、あるいは材質による魚体への損傷が発症要因と考えられる。また、コンクリート水槽飼育に関しても、水の偏流と材質がひきがねとなっているものと考えられる。水温、水質の面でA～E区がF～E区より劣っており、少なからず魚体に負担がかかっているものと思われ、それに加えて、水流と底質環境が不適当となった時に発症が顕著となるものと考えられる。原因をより明確にするためには、さらに実験を重ね検討する必要がある。

今回の試験の結果から、当場でサクラマスをふ化飼育する場合、用水が不適当な面もあるが、魚体に損傷を与えないような飼育水槽の改善（材質、均一な流れとなる構造など）をはかることによって、収容密度 15000 粒/m²でも浮上率95%以上は可能と考えられる。

参 考 文 献

- (1) 本洲鮭鱒増殖振興会 1983年9月、さけ・ます増殖事業の手引：104～107
- (2) 佐野徳夫訳 昭和55年12月10日 文永堂、魚病学：252～254
- (3) 日本鮭鱒資源保護協会 昭和54年9月、サケ・マスの魚病診断と対策：252～254

表1. ふ化飼育方法

項目		Ⅰ			Ⅱ		Ⅲ		
		A	B	C	D	E	F	G	H
場所		内水試 第2ふ化室			内水試 第1ふ化室		大畑町漁協さけますふ化場		
水槽	材質	杉板			コンクリート		塩化ビニール		木材
	長さ×巾×水深 cm cm cm	67×20×15			428×63×19 430×63×25		73×33×20		50×30×22
用水	種類	湧水			湧水		湧水		沢水
	注水量(ℓ/秒)	0.03～0.04			0.88～0.91		0.25		0.11
	換水率(回/時)	5.4～7.2			4.7～6.6		18.7		12.0
収容密度(粒/m ²)		15,000			10,000	15,000	10,000	15,000	10,000
備考			曝気	金網					

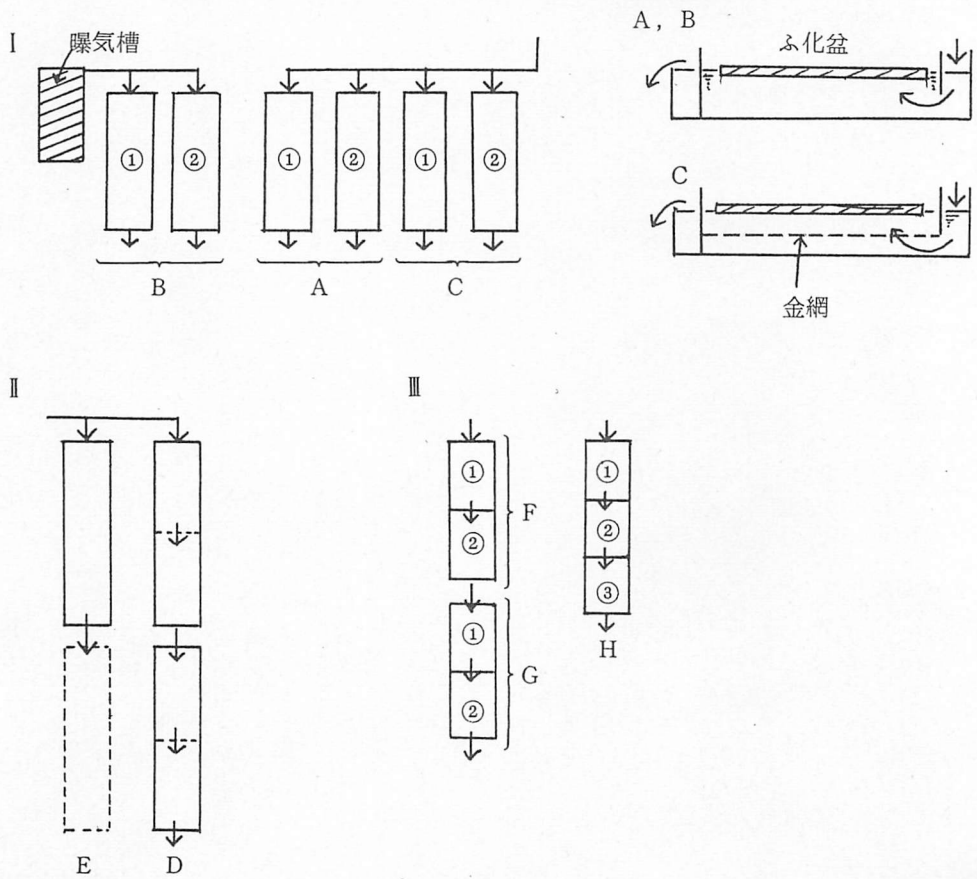


図1. ふ化飼育水槽配置

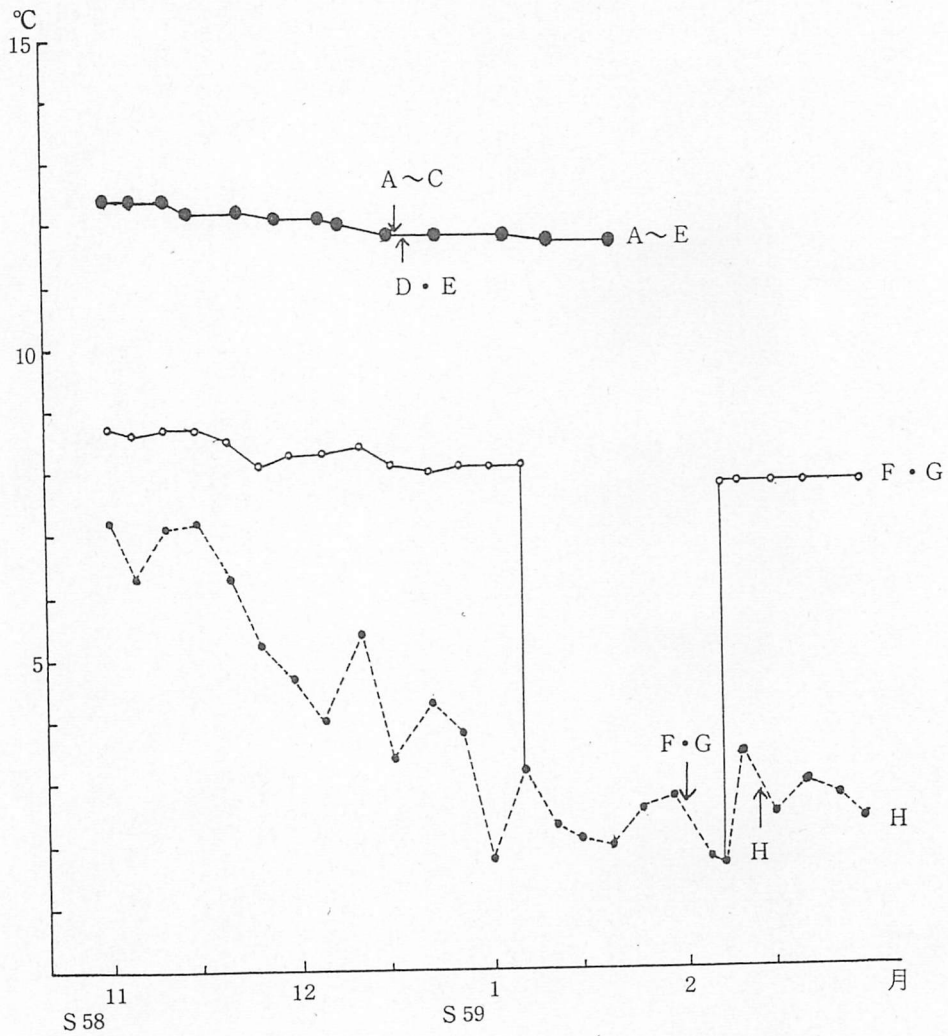


図2. 飼育水温の推移 (矢印は餌付開始を示す)

項
測
水
p
D
C
ア
(C
塩

項
測定
水
pH
DO
CO
ア
(Ca
塩素

項
測定
水
pH
DO
CO
アル
(CaC
塩素

表2. ふ化飼育用水の水質調査結果

採水部 項目 区分	注 水						排 水			
	A・C		B		D・E		A		B	
測定月日(月/日)	11/21	12/17	11/21	12/17	11/21	12/17	11/21	12/17	11/21	12/17
水 温 (°C)	12.3	12.0	12.3	11.8	12.3	12.0	12.3	11.9	12.3	11.7
pH	6.2	6.2	6.8	6.5	6.2	6.2	6.2	6.3	6.6	6.6
DO (mg/l)	9.60	9.80	10.33	10.27	9.74	9.77	9.38	8.93	9.78	9.03
(%)	92.7	94.0	99.7	98.0	94.0	91.6	90.5	85.5	94.4	86.0
COD (mg/l)	0.13	—	0.05	—	—	—	0.10	0.18	0.13	0.02
アルカリ度 (CaCO ₃ mg/l)	44.2	42.0	43.2	41.8	43.2	42.0	47.5	41.8	44.2	42.0
塩素イオン(mg/l)	22.6	—	22.3	—	22.9	—	21.9	—	22.0	—

採水部 項目 区分	排 水								注 水	
	C		D-②		D-④		E		F・G	
測定期日(月/日)	11/21	12/17	12/21	12/17	11/21	12/17	11/21	12/17	11/18	12/20
水 温 (°C)	12.3	11.9	12.3	11.9	12.3	11.9	12.3	11.9	8.0	7.8
pH	6.2	6.3	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	6.2	7.1	7.2
DO (mg/l)	9.14	9.04	9.61	9.64	9.60	9.80	9.32	9.93	12.62	12.51
(%)	88.2	86.5	92.8	92.2	92.7	93.8	90.0	95.0	110.0	108.6
COD (mg/l)	0.29	—	—	1.38	—	—	—	—	—	—
アルカリ度 (CaCO ₃ mg/l)	43.2	42.0	43.2	41.8	43.2	41.8	44.2	42.0	29.1	29.1
塩素イオン(mg/l)	22.3	—	23.3	—	22.6	—	23.9	—	14.3	14.7

採水部 項目 区分	注 水				排 水					
	F・G		H		G-②			H-③		
測定月日(月/日)	1/26	11/18	12/20	1/26	11/18	12/20	1/26	11/18	12/20	1/26
水 温 (°C)	2.0	5.0	2.9	2.0	8.0	7.8	1.9	5.0	2.8	1.9
pH	7.0	7.0	7.0	7.0	7.1	7.2	7.0	7.0	7.0	7.0
DO (mg/l)	13.53	12.35	13.39	13.53	12.08	11.87	12.91	12.04	13.15	12.89
(%)	101.0	99.8	102.4	101.0	105.3	103.0	96.1	97.3	100.2	95.9
COD (mg/l)	0.28	0.08	—	0.28	—	—	0.59	0.18	0.02	—
アルカリ度 (CaCO ₃ mg/l)	24.8	21.6	22.9	24.8	29.1	29.1	24.8	22.2	23.1	—
塩素イオン(mg/l)	12.7	12.7	13.3	12.7	14.1	14.0	13.3	12.6	14.1	—

表3. ふ化率, 浮上率結果Ⅰ

区 項目	A		B		C	
	①	②	①	②	①	②
収容卵数 (粒)	2,102	2,145	2,127	2,096	2,039	2,104
収容密度 (粒/m ²)	15,687	16,007	15,873	15,642	15,216	15,701
ふ化期間 (月/日)	11/1 ~ 11/4, 4日間		11/1 ~ 11/4		11/1 ~ 11/4	
ふ化積算水温 (°C)	395.5 ~ 432.7		395.5 ~ 432.7		395.5 ~ 432.7	
死卵数 (粒)	38	39	195	34	39	31
ふ化尾数 (尾)	2,064	2,106	1,932	2,062	2,000	2,073
ふ化率 (%)	98.2	98.2	90.8	98.4	98.1	98.5
餌付開始 (月/日)	12/17		12/17		12/17	
餌付積算水温 (°C)	967.1		967.1		967.1	
斃死尾数 (尾)	10	15	32	33	180	204
生残尾数 (尾)	2,054	2,091	1,900	2,029	1,820	1,869
浮上率 (%)	99.5	99.3	98.3	98.4	91.0	90.2
餌付後1カ月目の生残率 (%)	93.7	95.2	91.0	92.5	72.2	71.4

表4. ふ化率, 浮上率結果Ⅱ

区 項目	D				E
	①	②	③	④	
収容卵数 (粒)	13,500	13,500	14,000	14,000	40,000
収容密度 (粒/m ²)	10,000	10,000	10,370	10,370	14,815
ふ化期間 (月/日)	11/1 ~ 11/4		11/1 ~ 11/4		11/1 ~ 11/4
ふ化積算水温 (°C)	395.5 ~ 432.7		395.5 ~ 432.7		395.5 ~ 432.7
死卵数 (粒)	169	191	188	162	553
ふ化尾数 (尾)	13,331	13,309	13,812	13,838	39,447
ふ化率 (%)	98.7	98.6	98.7	98.8	98.6
餌付開始 (月/日)	12/19		12/19		12/19
餌付積算水温 (°C)	969.6		969.6		969.6
斃死尾数 (尾)	6,760	4,416	6,953	1,447	21,315
生残尾数 (尾)	6,571	8,893	6,859	12,391	18,132
浮上率 (%)	49.3	66.8	49.7	89.5	46.0
餌付後1カ月目の生残率 (%)	35.7	53.9	42.6	87.5	38.6

表 5. ふ化率, 浮上率結果Ⅲ

区 項目	F		G		H		
	①	②	①	②	①	②	③
収容卵数 (粒)	2,500	2,500	3,600	3,600	1,500	1,500	1,500
収容密度 (粒/m ²)	10,417	10,417	15,000	15,000	10,000	10,000	10,000
ふ化期間 (月/日)	11/7 ~ 11/12		11/7 ~ 11/12		11/9 ~ 11/13		
ふ化積算水温 (°C)	435.3 ~ 479.0		435.3 ~ 479.0		434.9 ~ 469.6		
死卵数 (粒)	28	30	48	33	15	15	24
ふ化尾数 (尾)	2,472	2,470	3,552	3,567	1,485	1,485	1,476
ふ化率 (%)	98.9	98.8	98.7	99.1	99.0	99.0	98.4
餌付開始 (月/日)	2/1		2/1		2/12		
餌付積算水温 (°C)	991.0		991.0		785.5		
斃死尾数 (尾)	237		418		16	9	20
生残尾数 (尾)	4,705		6,701		1,469	1,476	1,456
浮上率 (%)	95.2		94.1		98.9	99.4	98.6
餌付後1ヵ月目の生残率 (%)	90.7		90.3		98.6		

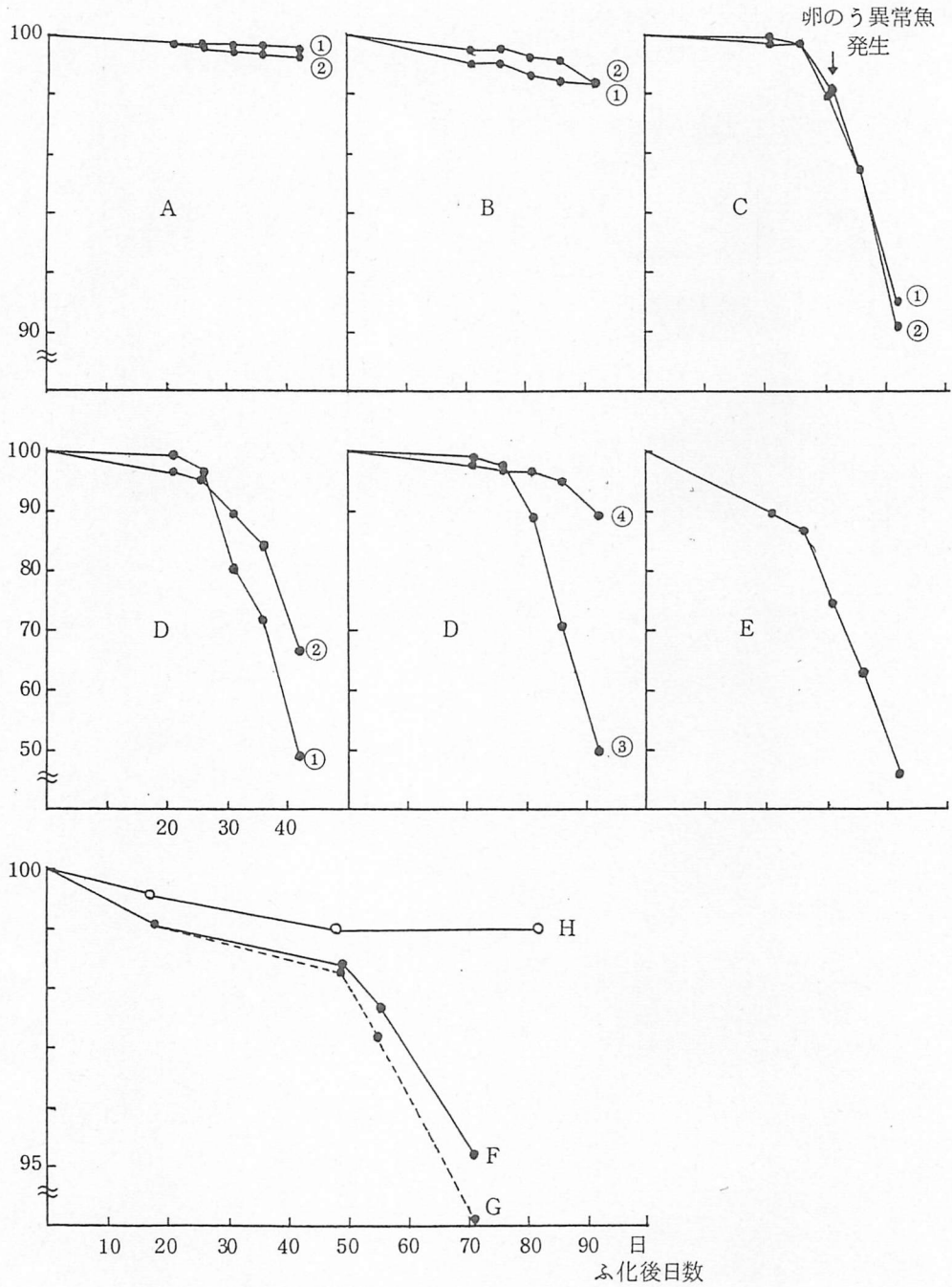


図3. ふ化～餌付までの生残率の推移

B スモルト化率向上飼育試験

1. 試験目的

サクラマス資源の増大を図るためには、サケと同様に人工ふ化飼育によって、天然資源への添加量を増やしてやることも重要とされている。しかし、サケに比べてサクラマスでは、1年あるいは2年間の河川生活後降海魚（スモルト化）としての特性をあらわすため、長期にわたる飼育管理が必要である。しかも、ふつうに飼育したものでは、スモルト化率が28～70%（久保，1980）と不安定であり、安定した高スモルト化率をふ化後1年半で得るためには、雄の成熟を抑えかつ小型化しないよう人為的に成長をコントロールしながら飼育することも必要である。

ここでは、給餌量と飼育水温の成長に及ぼす影響を検討し、当県におけるサクラマス飼育に際して高スモルト化率を得るための飼育方法の基礎資料としたい。

2. 試験場所

大畑町漁業協同組合さけますふ化場

3. 試験期間

昭和58年6月14日から昭和59年5月16日までの338日間

4. 試験期間

(1) 供試魚

昭和57年10月29日に北海道さけますふ化場尻別事業場より発眼卵を内水試に運搬し、内水試で昭和58年2月23日まで飼育後大畑町漁協さけますふ化場に移し、継続飼育中のサクラマス稚魚約16,965尾を供試魚とした。

(2) 試験区及び飼育条件

試験区及び飼育条件について表1に、飼育池配置を図1にそれぞれ示した。

6月に選別し、小型群（平均体重2g）をA、B区に中型群（3g）をC、D区に用いた。収容密度を約140尾/m²とした。注水量は約10ℓ/秒で換水率約2.5回/時であった。

A区では、成長抑制として10月まで隔日給餌を行ない、その後成長促進を図るため給餌量を多くすることにした。また、D区は湧水を用い、沢水使用区（C区）との比較を試みた。給餌には、市販のマス用配合飼料を用い、手まきで1日2～3回行なった。なお、測定前日と当日は休餌とした。

(3) 試験項目

飼育尾数、飼育重量、平均体重等の魚体測定と飼育水の水質測定を月1回実施し、また、水温（毎日10時観測）、斃死尾数、給餌量の記録を大畑町漁協に委託した。

前記の測定項目から、生残率、飼料効率、成長率、給餌率等を「養鱒の研究」に従って算出した。また、性比、スマルト化率についても調べた。

5. 試験結果

(1) 飼育水温および水質

沢水では、夏季に最高水温17℃となり、以後徐々に低下し、12月～翌年3月までの約4カ月間は4℃以下の低水温が続いた。各期間中の水温変動は約5℃であった。湧水では、沢水ほど変動がないものの夏季に11℃をピークに12月に7.1℃まで低下した。6月～10月では沢水の方が湧水よりも平均水温が高く経過し、それ以後は逆となった(図2)。

水質については、今回調べた項目においてマス類飼育上不適な項目はなく、期間中安定した値を示した(水質調査関係参照)。

(2) 成長

6月選別時にA、B区で平均体重2.2gと同じであったが、約4カ月後でB区の方がA区より約2倍の成長率を示し(表2)、A区の平均体重4.2gに対しB区では8.9gであった(図3)。11月以降は、A、B区とも成長が横ばいとなり、3月頃から再び伸びがみられた。C、D区では、ほぼ同様の成長を示し、10月には平均体重10gとなった。11月～翌年2月にはA、B区と同様成長が停滞し、3月以降成育が顕著であり、4月末で平均体重約21gとなった。

平均尾叉長の推移をみると、6月にA、B区6.1cm、C、D区6.6cmであったのが10月にはA6.8cm、B9.0cm、C9.3cm、D9.4cmとなり、ふ化後1年6カ月目の4月でA9.9cm、B11.6cm、C12.4cm、D12.7cmとなった(表3、図4)。

成長にともなって魚体のばらつきがみられ、特にD区で顕著であった(図5)。

(3) 生残率

6月～10月での生残率は、A81.7%、B85.3%、C86.7%、D78.4%であり、選別時中型群の沢水飼育の区で良好であった(表2)。また、10月～翌年1月では、10月の飼育尾数を100とすると各区とも90%以上であった。

生残率の低下要因として斃死および不明(鳥害、共食い、測定誤差等)があげられるが、今回の飼育結果では、6月～10月の斃死率(%)A1.7、B1.4、C0.8、D0.4と低かったのに対して、不明率(%)A16.6、B13.3、C12.5、D21.2と高い値を示した。魚体の小さい区で斃死率が高く、また、隔日給餌区で初期に不明率が高かった。さらに、10月～翌年1月では斃死魚および不明魚ともに少なかったが、1月27日～3月1日の期間で不明率高く、A71.8、B91.7、C81.8、D29.7の割合であった。この時期には積雪が多く、鳥の飛来が目立ち、実際に鳥による被害が確認されており、鳥害が主原因と考えられる。

(4) 給餌率、飼料効率

6月～10月における飼料効率(%)は、A 64.9, B 85.2, C 71.3, D 76.7と良好であり、特に6～7月で80%以上の高い値を示した。一方、10月以降では著しい飼料効率の低下がみられた。

給餌率については、設定した率(表1)に比べて(A) $L \times 0.22$, (B) $L \times 0.35$, (C) $L \times 0.40$, (D) $L \times 0.41$ と若干下回った。

(5) 性 比

6月選別時に魚体の小さい群ではほぼ1対1であり、中型群では雌の比率が高い傾向にあった(表2)。尾叉長分布における雌雄の割合は、10月時点でほぼ同様であり、3月では小型群で、雌の割合が体長の大きい方で高いようであった(図6)。

10月に各区で雄の成熟魚がみられた。成熟雄の出現率(%)は、A 2.0, B 3.0, C 1.8, D 5.7であり、D区で若干高かった。また、成熟雄の体長組成は表4のとおりで、各区とも体長の大きい個体にみられ、尾叉長7.8～11.5 cm, 体重6.45～21.33 gの範囲にあった。

(6) スモルト化

ふ化後約1年6カ月目でスモルトが確認された。完全にスモルトと思われる個体は少なく、前期スモルトが多かった。今回は前期スモルトをスモルトとして考えてスモルト化率を算出したところ、C区で77%と高かった(表2)。また、測定尾数中、成長の良い群にスモルトが多く、尾叉長でみると10cm以上のもののみスモルトがみられた(図6)。スモルト群に占める雌の割合は65.2%と雄の約2倍であった。5月16日測定時スモルト群の平均尾叉長13.5 cm(11.5～15.7 cm), 平均体重28.7 g(15.6～41.9 g)であった。

6. 考 察

今回は、給餌を $L \times 0.5$ の毎日給餌と隔日給餌の2通りで行なったところ、6月選別時に平均体重2 gと3 gの群における成長の推移を把握することができた。各群において、春から夏にかけての成長が著しく、冬季には成長の停滞がみられた。天然河川でのサクラマス稚魚の成長について原子(1983)が老部川で調べており、ここではC, D区で同様な結果を得た。6月～12月において沢水と湧水とで飼育した場合、成長に顕著な差はみられず、成長については日照時間の影響が大きいものと考えられる。また、隔日給餌区で毎日給餌区の約半分の成長を示し、給餌量による成長コントロールの可能性をうかがうことができた。

サクラマスでは、7月に尾叉長70～80mm以上に成長した雄がその年に成熟する可能性が高い(宇藤, 1976)ことが知られており、雄の成熟を抑えるため隔日給餌による成長抑制を図ったところ、成長は確かに抑えられ、雄の成熟率も低かったが、高いスモルト化率を得ることはできなかった。一方、 $L \times 0.5$ 毎日給餌区では雄の成熟を抑えることができ、かつスモルト化率が6月に3 gサイズの群で77%と高かった。成長とスモルト化と密接な関係にあることは、加藤(1983), 原子(1983)らが述べており、ここでも同様に推察することができる。スモルト化率の高かった群の10月における平均尾叉長

は約9 cmであり、秋季でのスマルト適正体長の目安としてさらに検討したい。

佐野・尾崎(1969)は、合理的な飼育方法・環境の整備によって70%以上75%までの降海型の出現が推察されるものとしており、合理的飼育方法としてサクラマスで顕著な魚体のばらつきを少なくし、適正体長となるように、選別と適正給餌の組み合わせを検討する必要がある。

参 考 文 献

- 久保達郎, 1980. 北海道のサクラマス生活史に関する研究. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 34: 1-95
- 宇藤 均, 1976. サクラマス *Oncorhynchus masou* Brevoort の降海型と河川残留型の分化機構に関する研究. 1. 早熟な河川残留型の体生長と性成熟. 北大水産 報, 26: 321-326
- 原子 保, 1983. 日本海北部河川の降海特性. 昭和57年度マリーンランチ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: 63-81
- 加藤禎一, 1983. 池中飼育サクラマスの成熟とスマルト化. : 1-12
- 佐野誠三・尾崎豈志, 1969. サクラマス *Oncorhynchus masou* (Brevoort) の生態研究(人工飼育及び標識放流). 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 23: 1-8

表1. 飼育試験区分

		A	B	C	D
58年 6/14 }	使用池	No.1 ①, ②	No.1 ③, ④	No.3	No.6
	用水の種類	沢水	沢水	沢水	湧水
	10/7 給餌量	L×0.5 隔日	L×0.5 毎日	L×0.5 毎日	L×0.5 毎日
58年 10/8 }	使用池	No.1 ①, ②	No.1 ③, ④	No.2	No.6
	用水の種類	沢水	沢水	沢水	湧水 沢水
	3/1 給餌量	L×0.7 毎日	L×0.5 毎日	L×0.5 毎日	L×0.5 毎日
59年 3/2 }	使用池	No.1 ③	No.1 ②	No.1 ④	No.1 ①
	用水の種類	沢水	沢水	沢水	沢水
	4/26 給餌量	L×0.5 毎日	L×0.5 毎日	L×0.5 毎日	L×0.5 毎日

L: ライトリッツ給餌率

表2. 飼育結果

()内は推定値

項目	期間(月/日)	A		B		C	D
		①	②	①	②		
総重量 (g)	6/14(0日目)	3240	2850	3225	2960	16230	17270
	7/28(44日目)	3850	3410	5520	4830	27380	28405
	9/7(85日目)	4395	3850	9100	7850	38800	39200
	10/7(115日目)	5000	4510	11070	10070	48454	47600
	10/8(116日目)	4780	4320	10620	9650	49814	47110
	11/18(157日目)	6700	6040	11550	11300	57250	59570
	12/20(189日目)	6820	6350	11510	11340	(62206)	(60021)
	1/26(226日目)	6500	6040	10800	10590	(55717)	(49328)
	3/1(260日目)	2260		1180		8940	13640
	4/26(316日目)	4420		1890		9919	12930
総尾数 (尾)	6/14(0日目)	1400	1400	1400	1400	(5410)	(5955)
	7/28(44日目)	1233	1209	1318	1273	(4563)	(4814)
	9/7(85日目)	1170	1145	1287	1243	(4512)	(4780)
	10/7(115日目)	1148	1139	1189	1200	4692	4669
	10/8(116日目)	1098	1089	1139	1150	4747	4619
	11/18(157日目)	1079	1034	1111	1120	4574	4448
	12/20(189日目)	1038	1027	1103	1107	(4574)	(4446)
	1/26(226日目)	1010	1003	1100	1094	(4567)	(4444)
	3/1(260日目)	338		107		616	1000
	4/26(316日目)	454		119		463	615
平均体重 (g/尾)	6/14(0日目)	2.3	2.0	2.3	2.1	3.0	2.9
	7/28(44日目)	3.1	2.8	4.2	3.8	6.0	5.9
	9/7(85日目)	3.8	3.4	7.1	6.3	8.6	8.2
	10/7(115日目)	4.4	4.0	9.3	8.4	10.3	10.2
	10/8(116日目)	4.4	4.0	9.3	8.4	10.3	10.2
	11/18(157日目)	6.2	5.8	10.4	10.1	12.5	13.4
	12/20(189日目)	6.6	6.2	10.4	10.2	(13.6)	(13.5)
	1/26(226日目)	6.4	6.0	9.8	9.7	(12.2)	(11.1)
	3/1(260日目)	6.7		11.0		14.5	12.7
	4/26(316日目)	9.7		15.9		21.4	21.0

項目	期 間 (月/日)	A		B		C	D
		①	②	①	②		
斃 死 尾 数 (尾)	6/14 - 7/28	17	11	9	16	24	16
	7/29 - 9/7	12	6	3	10	9	1
	9/8 - 10/7	1	1	1	1	9	9
	6/14 - 10/7	30	18	13	27	42	26
	10/8 - 11/18	2	0	3	0	0	1
	11/19 - 12/20	3	0	0	0	0	2
	12/21 - 1/26	5	6	3	3	7	2
	1/27 - 3/1	3		7		22	4
	3/2 - 4/26	11		5		78	197
	10/8 - 4/26	30		21		107	206
不 明 尾 数 (尾)	6/14 - 7/28	150	180	73	111	—	—
	7/29 - 9/7	51	58	28	20	—	—
	9/8 - 10/7	21	5	97	42	—	—
	6/14 - 10/7	222	243	198	173	(676)	(1260)
	10/8 - 11/18	17	55	25	30	173	171
	11/19 - 12/20	38	7	8	13	—	—
	12/21 - 1/26	23	18	0	10	—	—
	1/27 - 3/1	1571		2030		(3881)	(1371)
	3/2 - 4/26	-127		-17		75	188
	10/8 - 4/26	1602		2099		(4129)	(1730)
処 理 尾 数 (尾)	6/14 - 7/28	0	0	0	0	0	0
	7/29 - 9/7	0	0	0	0	0	0
	9/8 - 10/7	50	50	50	50	50	50
	6/14 - 10/7	50	50	50	50	50	50
	10/8 - 11/18	0	0	0	0	0	0
	11/19 - 12/20	0	0	0	0	0	0
	12/21 - 1/26	0	0	0	0	0	0
	1/27 - 3/1	101		50		48	2069
	3/2 - 4/26	0		0		0	0
	10/8 - 4/26	101		50		48	2069

項目	期 間 (月/日)	A		B		C	D
		①	②	①	②		
処 理 重 量 (g)	6/14 - 7/28	0	0	0	0	0	0
	7/29 - 9/7	0	0	0	0	0	0
	9/8 - 10/7	220	190	450	420	510	490
	6/14 - 10/7	220	190	450	420	510	490
	10/8 - 11/18	0	0	0	0	0	0
	11/19 - 12/20	0	0	0	0	0	0
	12/21 - 1/26	0	0	0	0	0	0
	1/27 - 3/1	761		542		802	25242
	3/2 - 4/26	0		0		0	0
	10/8 - 4/26	761		542		802	25242
給 餌 量 (g)	6/14 - 7/28	1256	1026	2556	2193	12650	13216
	7/29 - 9/7	1586	1396	4383	3807	16782	14334
	9/8 - 10/7	1196	1053	3796	3276	16146	12220
	6/14 - 10/7	4038	3475	10735	9276	45578	39770
	10/8 - 11/18	4056	4953	3666	4524	23205	22039
	11/19 - 12/20	2320	2175	2900	2755	10730	14645
	12/21 - 1/26	600	600	675	600	3300	3300
	1/27 - 3/1	3940		2735		4550	9000
	3/2 - 4/26	-		-		-	-
	10/8 - 4/26	-		-		-	-
増 重 量 (g)	6/14 - 7/28	610	560	2295	1870	11150	11135
	7/29 - 9/7	545	440	3580	3020	11420	10795
	9/8 - 10/7	605	660	1970	2220	9654	8400
	6/14 - 10/7	1760	1660	7845	7110	32224	30330
	10/8 - 11/18	1920	1720	930	1650	7436	12460
	11/19 - 12/20	120	310	-40	40	(4956)	(451)
	12/21 - 1/26	-320	-310	-710	-750	(-6489)	(-10693)
	1/27 - 3/1	-9519		-19668		-45975	-10446
	3/2 - 4/26	2160		710		979	-710
	10/8 - 4/26	-3919		-17838		-39093	-8938

項目	期 間(月/日)	A		B		C	D
		①	②	①	②		
補 正 增 重 量 (g)	6/14 - 7/28	1061	1018	2562	2245	11258	11205
	7/29 - 9/7	762	638	3755	3172	11486	10802
	9/8 - 10/7	695	682	2774	2536	9739	8483
	6/14 - 10/7	2518	2338	9091	7953	32483	30490
	10/8 - 11/18	2015	1990	1206	1928	7436	12472
	11/19 - 12/20	382	352	43	172	(4956)	(478)
	12/21 - 1/26	-138	-164	-680	-621	(-6399)	(-10668)
	1/27 - 3/1	633		1476		6130	5917
	3/2 - 4/26	1209		549		3725	5777
	10/8 - 4/26	6279		4073		15848	13976
成 長 倍 率 (%)	6/14 - 7/28	134.8	140.0	182.6	181.0	200.0	203.5
	7/29 - 9/7	122.6	121.4	169.1	165.8	143.3	139.0
	9/8 - 10/7	115.8	117.7	131.0	133.3	119.8	124.4
	6/14 - 10/7	191.3	200.0	404.4	400.0	343.3	351.7
	10/8 - 11/18	140.9	145.0	111.8	120.2	121.4	131.4
	11/19 - 12/20	106.5	106.9	100.0	101.0	108.8	100.8
	12/21 - 1/26	97.0	96.8	94.2	115.5	89.7	82.2
	1/27 - 3/1	108.1		112.2		118.9	114.4
	3/2 - 4/26	144.8		144.5		147.6	165.4
	10/8 - 4/26	231.0		178.7		207.8	205.9
生 残 率 (%)	6/14(0日目)	100	100	100	100	(100)	(100)
	7/28(44日目)	88.1	86.4	94.1	90.9	(84.3)	(80.9)
	9/7(85日目)	83.6	81.8	91.9	88.8	(83.4)	(80.3)
	10/7(115日目)	82.0	81.4	84.9	85.7	(86.7)	(78.4)
	10/8(116日目)	100	100	100	100	100	100
	11/18(157日目)	98.3	95.0	97.5	97.4	96.4	96.3
	12/20(189日目)	96.2	94.3	96.8	96.3	(96.4)	(96.3)
	1/26(226日目)	92.0	92.1	96.6	95.1	(96.2)	(96.2)
	3/1(260日目)	20.1		6.9		14.0	66.4
	4/26(316日目)	20.8		5.2		9.8	13.3

項目	期 間 (月/日)	A		B		C	D
		①	②	①	②		
原 物 飼 料 効 率 (%)	6/14 - 7/28	48.6	54.6	89.8	85.3	88.1	84.3
	7/29 - 9/7	34.4	31.5	81.7	79.3	68.0	75.3
	9/8 - 10/7	50.6	62.7	51.9	67.8	59.8	68.7
	6/14 - 10/7	43.6	47.8	73.1	76.6	70.7	76.3
	10/8 - 11/18	47.3	34.7	25.4	36.5	32.0	56.5
	11/19 - 12/20	5.2	14.3	- 1.4	1.5	(46.2)	(3.1)
	12/21 - 1/26	- 53.3	- 51.7	- 105.2	- 125.0	(-196.6)	(-324.0)
	1/27 - 3/1	- 241.6		- 719.1		(-1010.4)	(-116.1)
	3/2 - 4/26	-		-		-	-
	10/8 - 4/26	-		-		-	-
補 正 飼 料 効 率 (%)	6/14 - 7/28	84.5	99.2	100.2	102.4	89.0	84.8
	7/29 - 9/7	48.0	45.7	85.7	83.3	68.4	75.4
	9/8 - 10/7	58.1	64.8	73.1	77.4	60.3	69.4
	6/14 - 10/7	62.4	67.3	84.7	85.7	71.3	76.7
	10/8 - 11/18	49.7	40.2	32.9	42.6	32.0	56.6
	11/19 - 12/20	16.5	16.2	1.5	6.2	(46.2)	(3.3)
	12/21 - 1/26	-	-	-	-	-	-
	1/27 - 3/1	16.1		54.0		(134.7)	(65.7)
	3/2 - 4/26	-		-		-	-
	10/8 - 4/26	-		-		-	-
成 長 率 (%/日)	6/14 - 7/28	0.68	0.76	1.37	1.35	1.57	1.61
	7/29 - 9/7	0.50	0.47	1.28	1.23	0.88	0.80
	9/8 - 10/7	0.49	0.54	0.90	0.96	0.60	0.73
	6/14 - 10/7	0.56	0.60	1.21	1.20	1.07	1.09
	10/8 - 11/18	0.84	0.91	0.27	0.45	0.47	0.67
	11/19 - 12/20	0.20	0.21	0	0.03	0.26	0.03
	12/21 - 1/26	-0.08	-0.09	-0.16	0.39	-0.29	-0.53
	1/27 - 3/1	0.22		0.33		0.49	0.38
	3/2 - 4/26	0.66		0.66		0.69	0.90
	10/8 - 4/26	0.42		0.29		0.36	0.36

項目	期 間 (月/日)	A		B		C	D
		①	②	①	②		
給 餌	6/14 - 7/28	0.81	0.75	1.36	1.30	1.35	1.34
	7/29 - 9/7	0.94	0.94	1.49	1.49	1.25	1.04
	9/8 - 10/7	0.85	0.84	1.26	1.22	1.24	0.94
	6/14 - 10/7	0.86	0.83	1.47	1.39	1.34	1.15
率 (%/日)	10/8 - 11/18	1.74	2.35	1.81	1.05	1.06	1.01
	11/19 - 12/20	1.07	1.09	0.77	0.74	(0.56)	(0.76)
	12/21 - 1/26	0.24	0.26	0.16	0.15	(0.15)	(0.16)
	1/27 - 3/1	1.68		1.00		(0.49)	(0.58)
	3/2 - 4/26	-		-		-	-
	10/8 - 4/26	-		-		-	-
	性♀ 比♂	10/8	0.92	1.04	1.13	1.13	1.39
	3/1	1.24		1.00		1.18	1.00
ス化 モ率 ルト(%)	4/26	19.2		56.3		77.3	63.6

表3. 魚体測定結果

{ N : 測定尾数 (尾)
 FL : 平均尾叉長 (cm) ()内は
 BW : 平均体重 (g) 最小-最大

測定月/日	項目	A		B		C	D
		①	②	①	②		
1983 6/14	N	30				33	30
	FL	6.1 (4.3-7.4)				6.7 (5.7-7.3)	6.5 (5.0-8.2)
7/28	N		30		30	40	30
	FL		6.2 (4.8-7.6)		6.9 (5.1-8.7)	8.1 (5.9-9.9)	8.2 (6.3-10.6)
9/7	N	30	30	30	30	50	50
	FL	6.9 (5.4-8.8)	6.6 (5.1-9.0)	8.4 (5.9-10.1)	8.1 (6.6-10.4)	8.8 (6.0-10.7)	9.1 (6.3-11.9)
10/7	N	50	49	49	51	55	53
	FL	7.0 (4.9-8.6)	6.5 (4.7-8.5)	9.2 (6.2-10.8)	8.7 (6.6-10.8)	9.3 (6.5-11.6)	9.4 (6.1-11.5)
	BW	4.4 (1.6-8.1)	3.7 (1.4-6.7)	9.8 (2.4-15.1)	8.4 (3.5-14.6)	10.2 (3.0-19.2)	10.8 (2.9-21.3)
11/17	N	30	30	30	30	30	30
	FL	8.8 (6.5-10.7)	8.3 (6.5-10.5)	10.0 (7.5-11.5)	10.0 (7.5-11.2)	10.9 (7.8-13.3)	10.4 (7.8-13.4)
	BW	6.8 (2.8-11.6)	5.5 (2.3-11.0)	9.4 (3.6-13.8)	9.7 (3.9-12.7)	12.7 (5.7-22.9)	12.5 (2.4-26.2)
12/20	N	31	31	31	30	51	50
	FL	8.6 (5.3-10.6)	8.5 (6.8-11.2)	10.1 (7.6-12.2)	10.4 (8.0-12.1)	10.5 (7.8-12.6)	10.8 (8.6-12.8)
	BW	5.4 (1.0-11.5)	5.9 (2.8-13.1)	9.5 (3.5-13.7)	10.4 (4.7-15.3)	11.2 (3.8-21.4)	13.7 (3.7-19.0)
1984 1/25	N	30	31	30	30	30	30
	FL	8.6 (6.4-11.2)	7.7 (6.2-9.5)	10.2 (7.8-11.9)	10.0 (7.0-11.5)	10.8 (8.2-12.4)	10.3 (7.1-13.9)
	BW	6.0 (2.7-12.0)	4.1 (2.0-7.0)	9.8 (4.2-16.0)		12.2 (5.0-18.8)	11.1 (3.3-26.2)
3/1	N	101		50		48	60
	FL	8.6 (6.1-10.2)		9.7 (6.6-12.3)		11.3 (9.4-14.6)	10.3 (6.0-13.2)
	BW	7.5 (2.7-16.0)		10.8 (3.5-17.8)		16.7 (9.6-35.9)	13.0 (2.3-24.1)
4/25	N	50		53		49	53
	FL	9.9 (6.6-14.5)		11.6 (7.5-13.8)		12.4 (9.0-14.6)	12.7 (8.9-15.4)
	BW						
5/16	N	46			測定魚は全てスマルト		
	FL	13.5(10.7-15.2)					
	BW	28.7(15.6-41.9)					

表4. 成熟雄の魚体組成 (昭和58年10月8日採集)

区分	No.	尾叉長 cm	体長 cm	体重 g	精巢重量 g	肥満度	成熟度	
A	①	1	7.8	7.0	6.45	0.62	18.8	96.1
	②	1	8.5	7.6	8.12	0.73	18.5	89.9
B	①	1	8.7	7.9	8.45	0.76	17.1	89.9
		2	8.8	8.0	9.66	0.79	18.9	81.8
	②	1	9.9	9.0	13.90	1.51	19.1	108.6
C	1	10.2	9.4	14.52	1.34	17.5	92.3	
D	1	11.4	10.5	20.61	1.42	17.8	68.9	
	2	9.7	8.8	12.37	0.96	18.2	77.6	
	3	11.5	10.5	21.33	2.16	18.4	101.3	
平均		9.6	8.7	12.82	1.14	18.3	89.6	

$$\text{肥満度} = \frac{\text{体重}}{(\text{体長})^3} \times 10^3$$

$$\text{成熟度} = \frac{\text{精巢重量}}{\text{体重}} \times 10^3$$

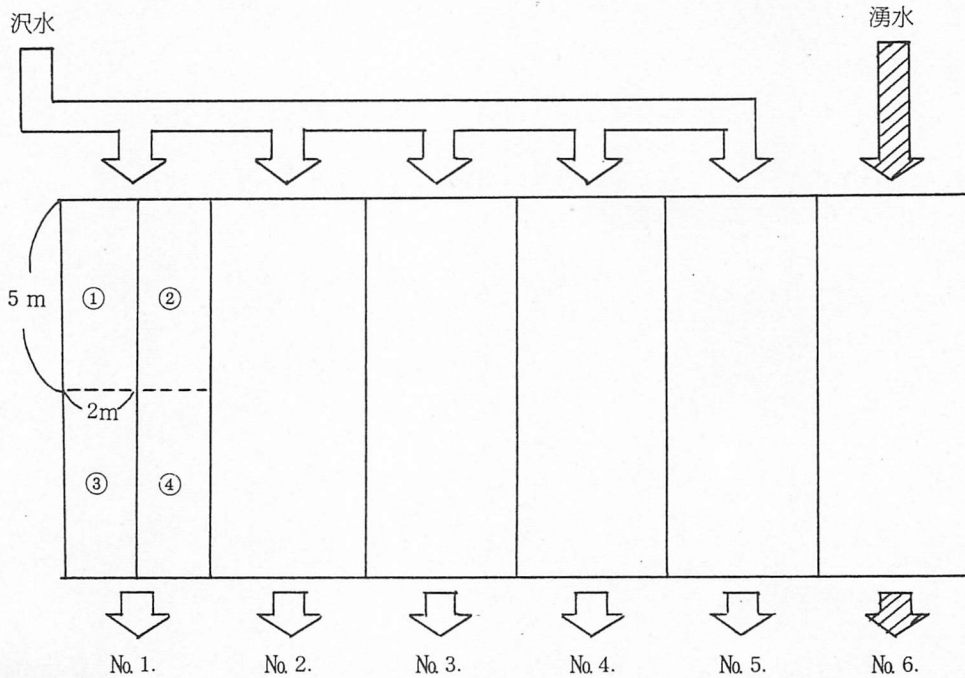


図1. 飼育池配置

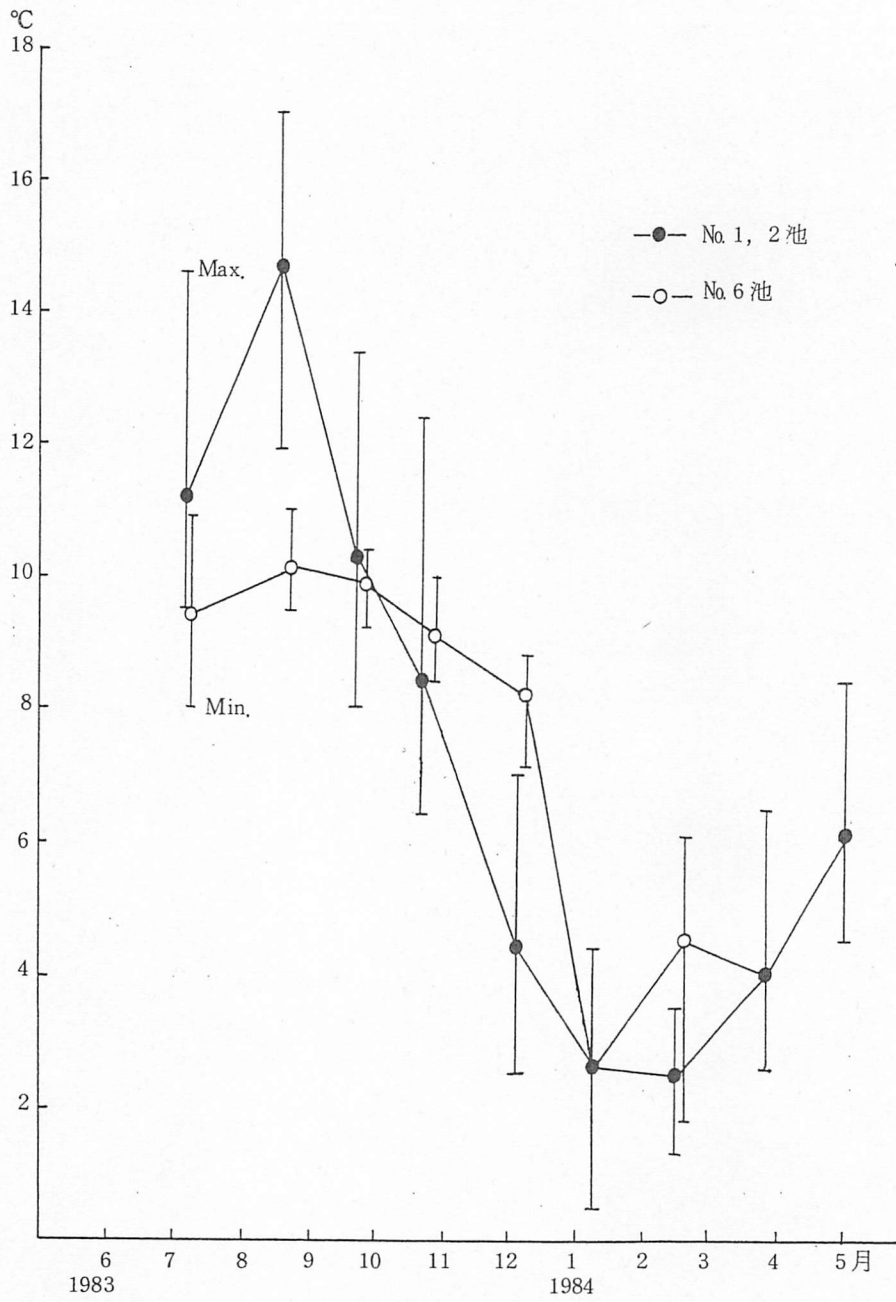


図2. 飼育水温の推移

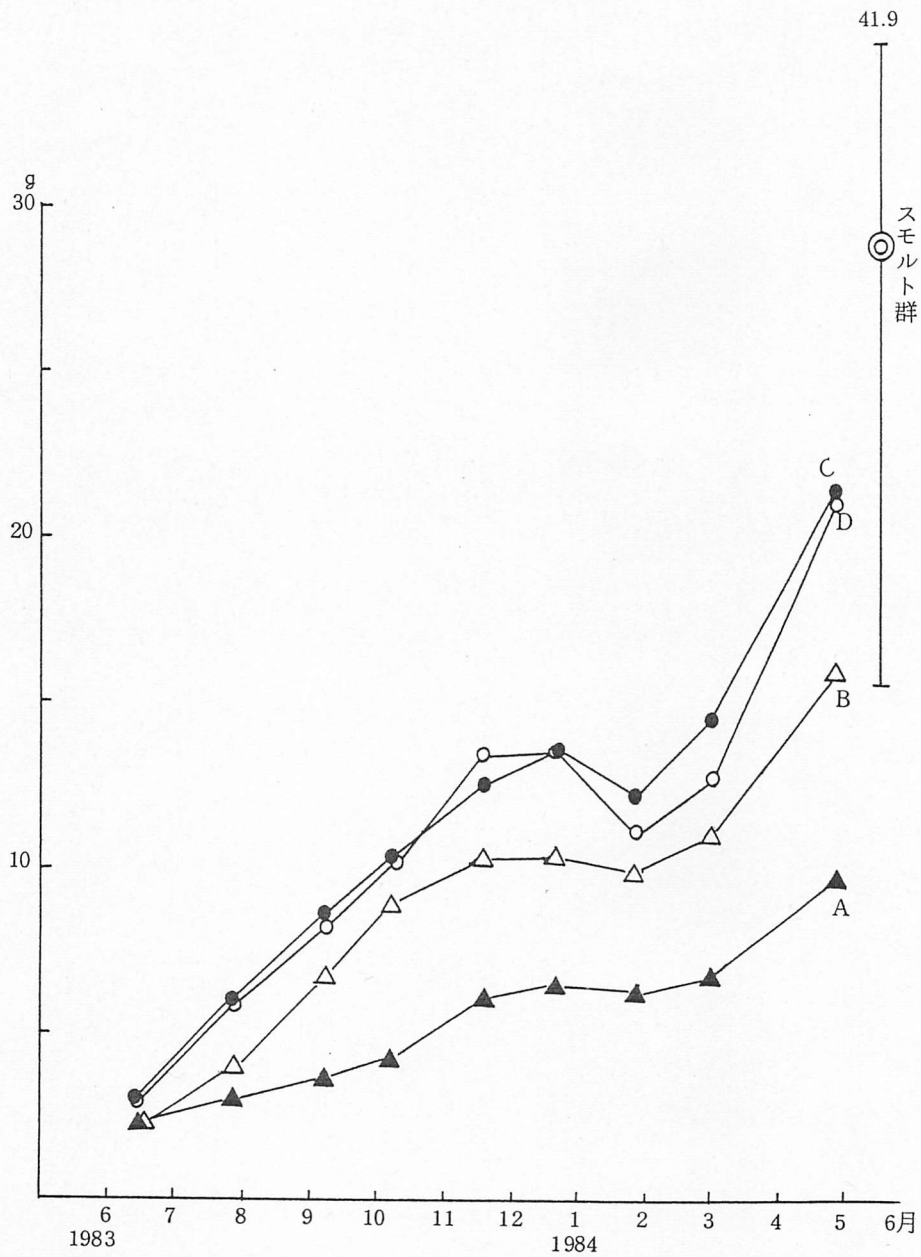


図3. 平均体重の推移

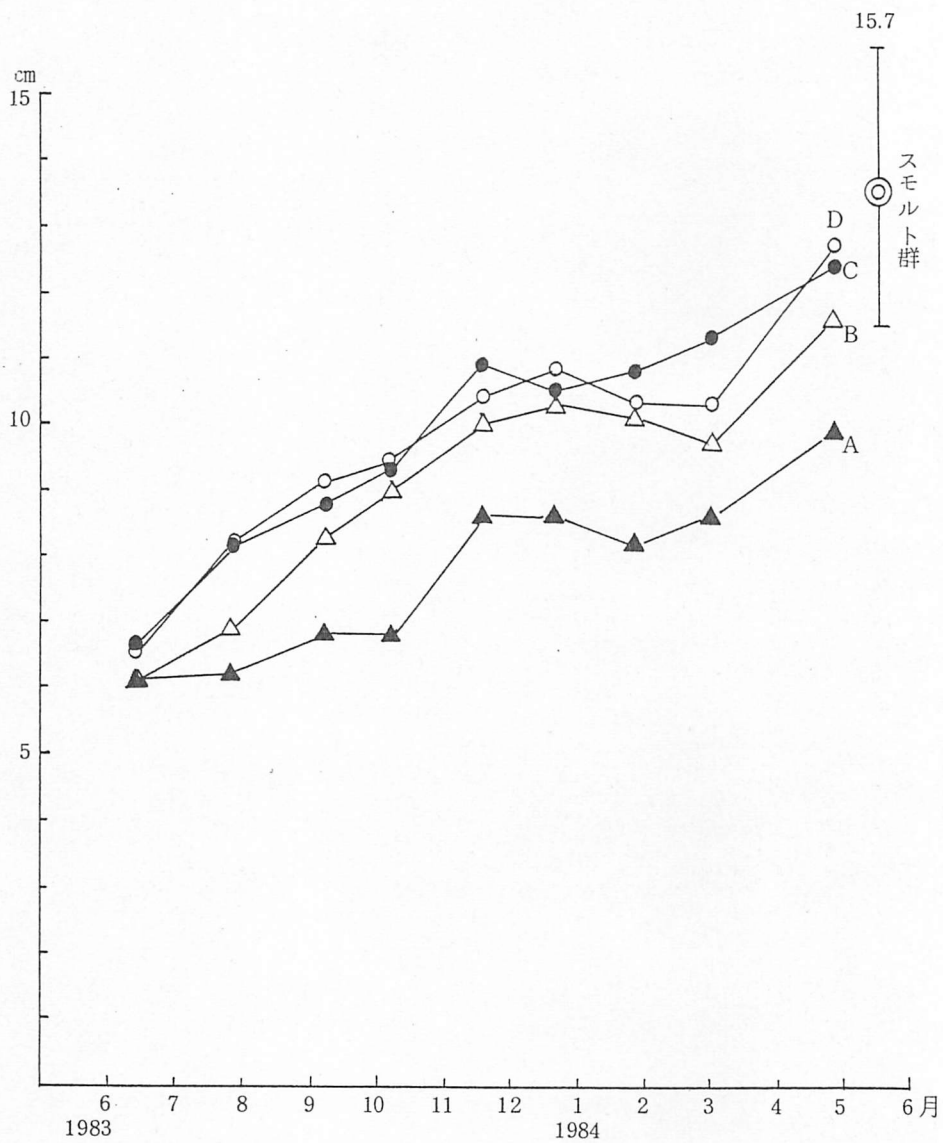


図4. 平均尾叉長の推移 (30~50尾測定による)

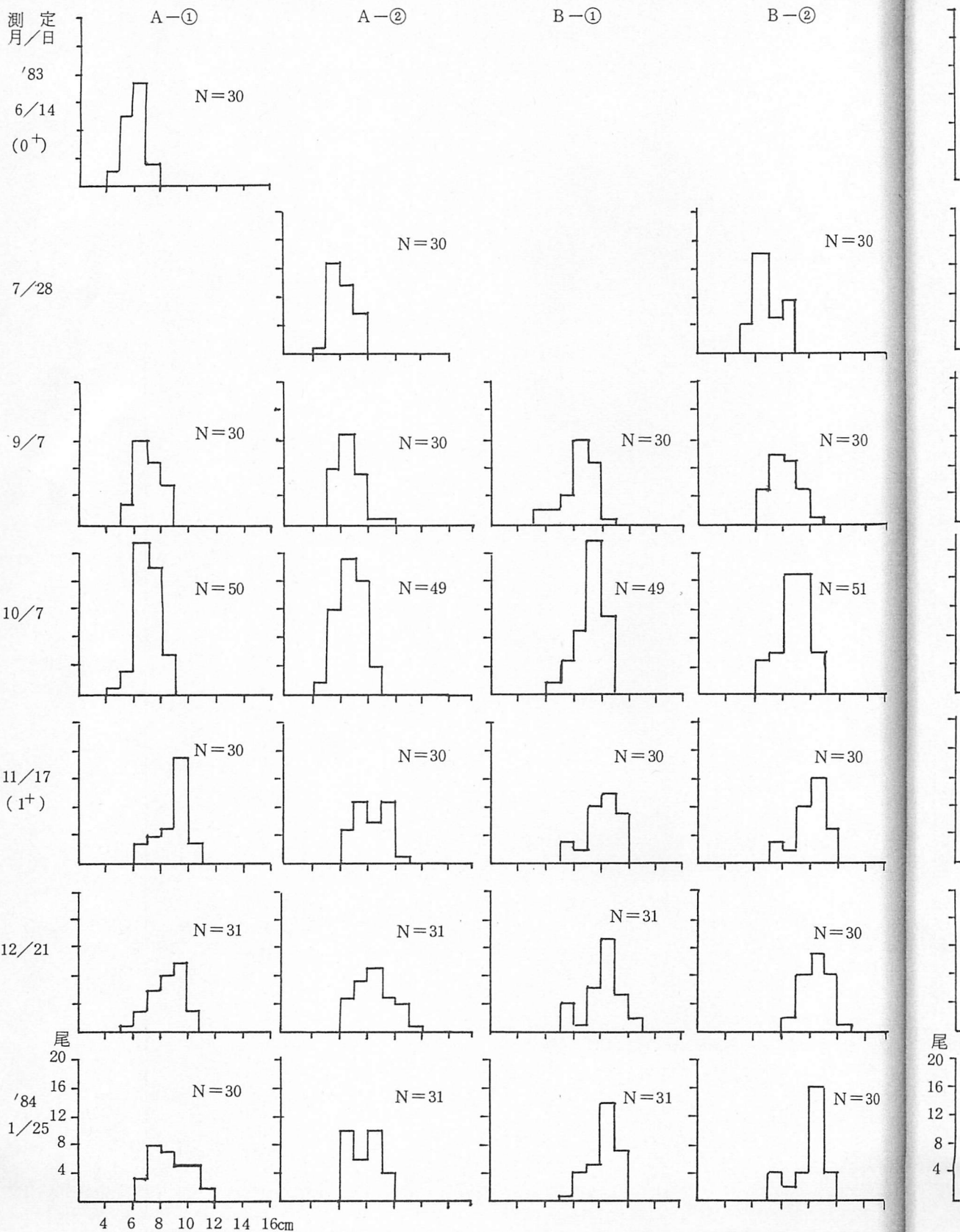
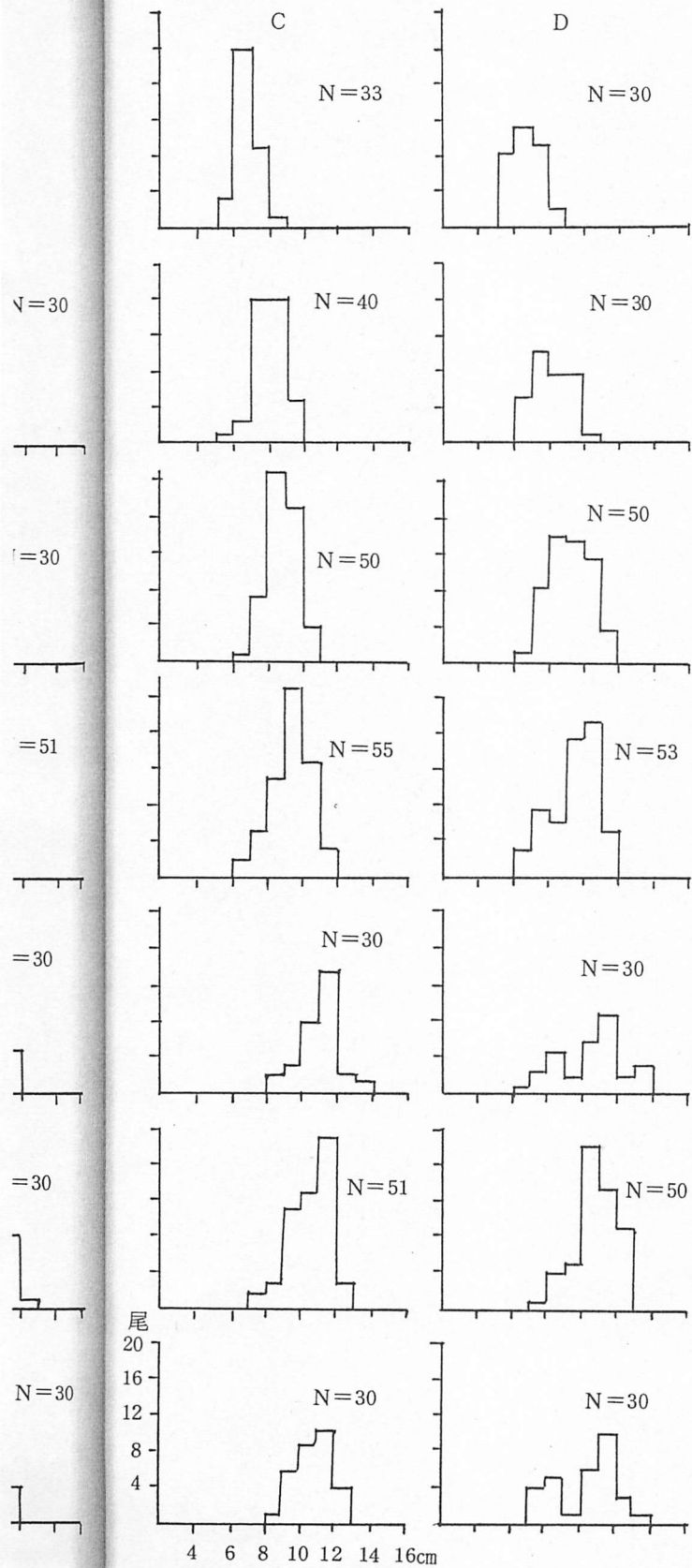


図5. 尾叉長分布推移



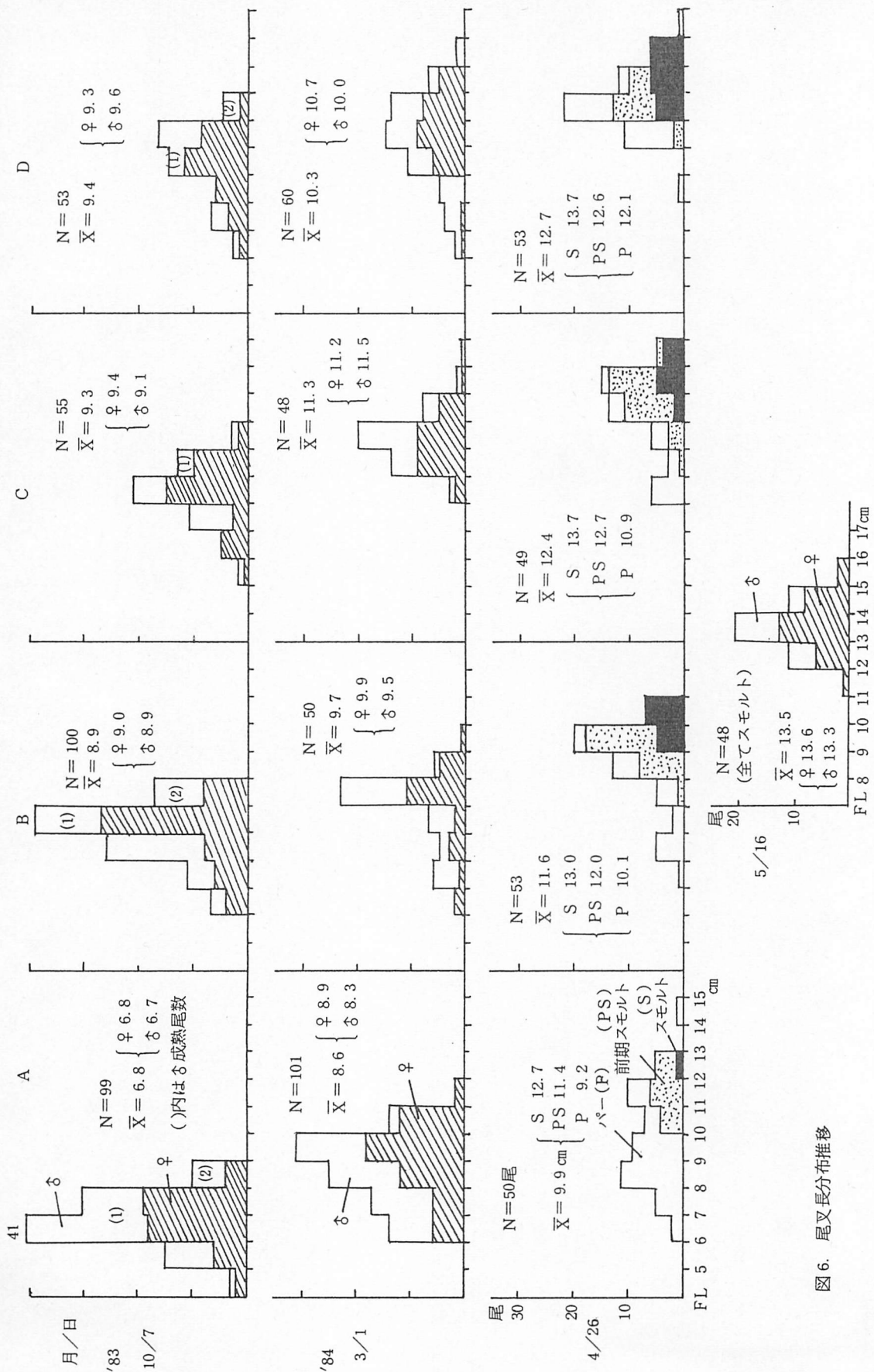


図6. 尾叉長分布推移