

Table 4 Various basic data of smelt resource indices used in this study.

Resource index	Unit
Effective number of spawned eggs	X10 ⁸ inds.
Density index of juveniles	inds. /tow
Survival index	x10 ⁻⁸
Sea - run index	inds. /day
Initial stock abundance in the first half of autumn fishing season	tons

Resource indices are referred from Torisawa¹⁰⁾

第3章 結果と考察

第1節 仔魚期の生活様式

1. 生息環境

1.1. 水温、塩分およびクロロフィルa量の鉛直的季節変化

Fig. 8に、1995年～1997年までの5月から6月の湖央域のSt. 9における水温、塩分、クロロフィルa量の鉛直分布の季節変化、および0～2mの平均クロロフィルa量とそのサイズ組成を示した。水温はどの年も5～6mまでは鉛直的に一様であった (Fig. 8a)。3ヶ年の5～6m以浅の水温は、1995年は5月上旬から中旬が12～14℃、5月下旬から6月上旬が14～16℃、6月中旬以降は18℃以上となった。1996年は5月上旬から中旬には6～10℃と低く、5月下旬から6月上旬は12～14℃、6月中旬以降は16℃となり、水温の上昇は1995年よりも1旬遅れて推移した。1997年は5月上旬から中旬には8～12℃、5月下旬から6月上旬は12～14℃、6月中旬以降は16～18℃となった。

塩分は3ヶ年ともに明瞭な塩分躍層が発達しており、1995年と1996年は5～6m、1997年は6～8mで塩分が鉛直的に大きく変化した (Fig. 8b)。これ以浅では塩分は一様であり、1995年は1～2 psu、1996年は5月に1～2 psu、6月は1 psu以下、1997年は5月中旬に4 psu、これ以降は3～4 psuであった。

クロロフィルa量も鉛直的にはほぼ一様であり、1995年と1996年は5月から6月にかけて20μg/lから30～40μg/lへと増加した (Fig. 8c)。一方、1997年には表層で80μg/l、4m以浅では60μg/lと高濃度のクロロフィルaが観測された。そして、クロロフィルa量は6月には減少したものの、2m以浅では40μg/l以上、4～7mでは20～40μg/lの濃度を維持していた。0～2m

の平均クロロフィルa量は、3ヶ年ともに約10μg/l以上で推移し、1995年と1996年は10～40μg/l、1997年は40～80μg/lであった。クロロフィルa量のサイズ組成は1996年6月を除き、0.2～20μm画分が62～91%を占めて卓越していた (Fig. 8d)。

以上、3ヶ年の湖沼環境の特徴を整理すると、1996年は最も低水温・低塩分の傾向があり、1995年は高水温、1997年は高塩分であった。クロロフィルa量はどの年も約10μg/l以上の高濃度で存在し、特に高塩分であった1997年のクロロフィルa量は高濃度であった。クロロフィルa量のサイズ組成は、0.2～20μm画分が優占するが、低水温・低塩分であった1996年には、20μm以上の大型サイズも優占した。

1.2. 水温、塩分、クロロフィルa量および微小動物プランクトンの水平分布

網走湖の水温、塩分から見た物理環境の鉛直分布は、塩分躍層以浅では均一な水塊構造を示した。そこで、1995年から1997年の3年間に亘り、湖内に7～9地点を設定して、表層の環境を調べることにより仔魚期の湖沼環境を詳しく把握した。ここでは、湖を3つの湖域、すなわち、湖口域 (Mouth area; St. 4, 5, 6)、湖央域 (Central area; St. 8, 9, 10)、湖奥域 (Inner area; St. 12, 14, 15) のそれぞれに区分し (Fig. 5)、各湖域区分に属するそれぞれの調査地点の表層の水温、塩分、クロロフィルa量、および微小動物プランクトン総個体数密度の平均値を求めて、湖域区分毎に5月から6月までの季節変化を示した (Fig. 9)。また、湖央域のSt. 9で5月から7月に、網目100μmの北原式プランクトンネットの鉛直曳採集によって得られた甲殻類プランクトンの季節変化も示した。

水温と塩分は各湖域ともに同様の値で変動し、春季の

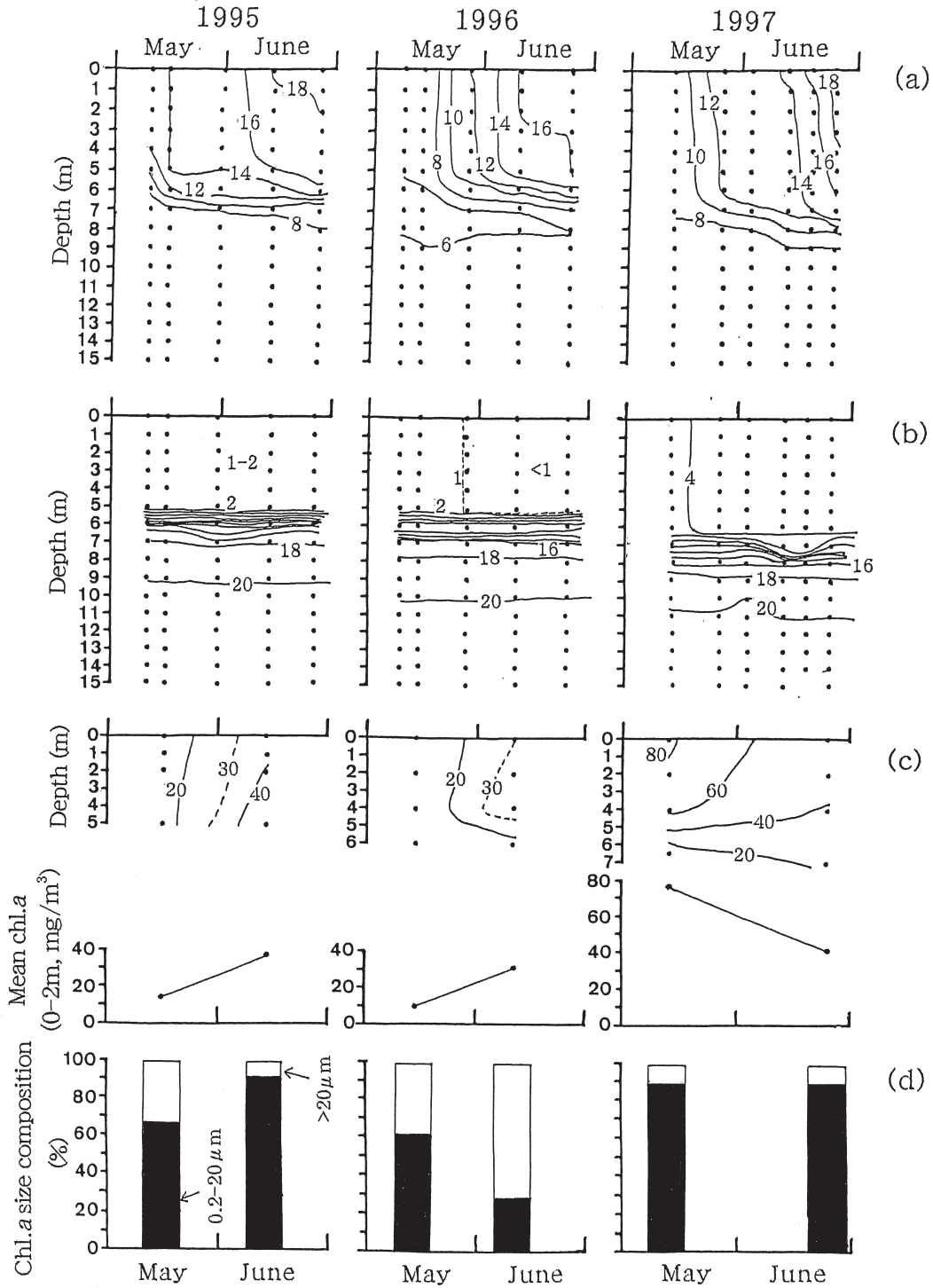


Fig.8 Vertical distribution of temperature (°C) (a), salinity (psu) (b), chl.a concentration ($\mu\text{g}/\ell$) (c, top), and its mean (0–2 m; mg/m^3) (c, bottom), and size fractionated chl.a (%) (d) at St.9 in Lake Abashiri from May to June in 1995, 1996 and 1997.

網走湖の表層の物理環境は極めて一様な分布を呈していた (Fig. 9ab)。1995年には水温は各湖域ともに、5月中旬には既に約15°Cに達し、これ以降は徐々に昇温して6月下旬には約18°Cとなった。また、1997年には5月中旬の水温は約10°C以下と低水温であったが、5月下旬には

15°Cとなり、6月下旬には約19°Cに達した。一方、1996年は5月中旬には約7°C、5月下旬には約12°C、そして6月中旬になってようやく約15°Cとなり、一定点の鉛直分布の季節変化同様、水平分布においても他の2年と比較して低水温であった。塩分は、1995年は1~2 psu、1996

年は0.5~1.5psu, 1997年は3~4.5psuであり, 各年ともに徐々に減少した。

各湖域のクロロフィルa量は, 3ヶ年ともに10 μ g/l以上で推移した (Fig.9c)。水温, 塩分と同様にクロロフィルa量も, 1996年6月と1997年5月中旬を除いて湖域間で大きな違いが認められず, 概ね水平的に一様に変動した。1997年5月中旬には, 湖奥域で極めて高濃度のクロロフィルa量が観測された。これは, 後述するように1997年5月4日に湖奥域で発生した青潮による影響である。

水温, 塩分, クロロフィルa量と比較して, 微小動物

プランクトン総個体数密度は1995年や1997年に見られるように, その増加期に湖域間の違いが大きくなる傾向があった (Fig.9d)。しかし, 総個体数密度の季節変動パターンは3つの湖域間で同様であり, 1995年と1997年は5月中旬から下旬, 1996年は5月下旬から6月中旬にかけて微小動物プランクトン総個体数密度は極大に達した。この極大時期は水温の変動と関係し, 水温が10~15 $^{\circ}$ Cになった時に微小動物プランクトンは急激に増加し, 15 $^{\circ}$ C以上では急激に減少した。また, 微小動物プランクトンの増加時期はクロロフィルa量の増加時期とも概ね一致した。この時期の甲殻類プランクトンはすべて

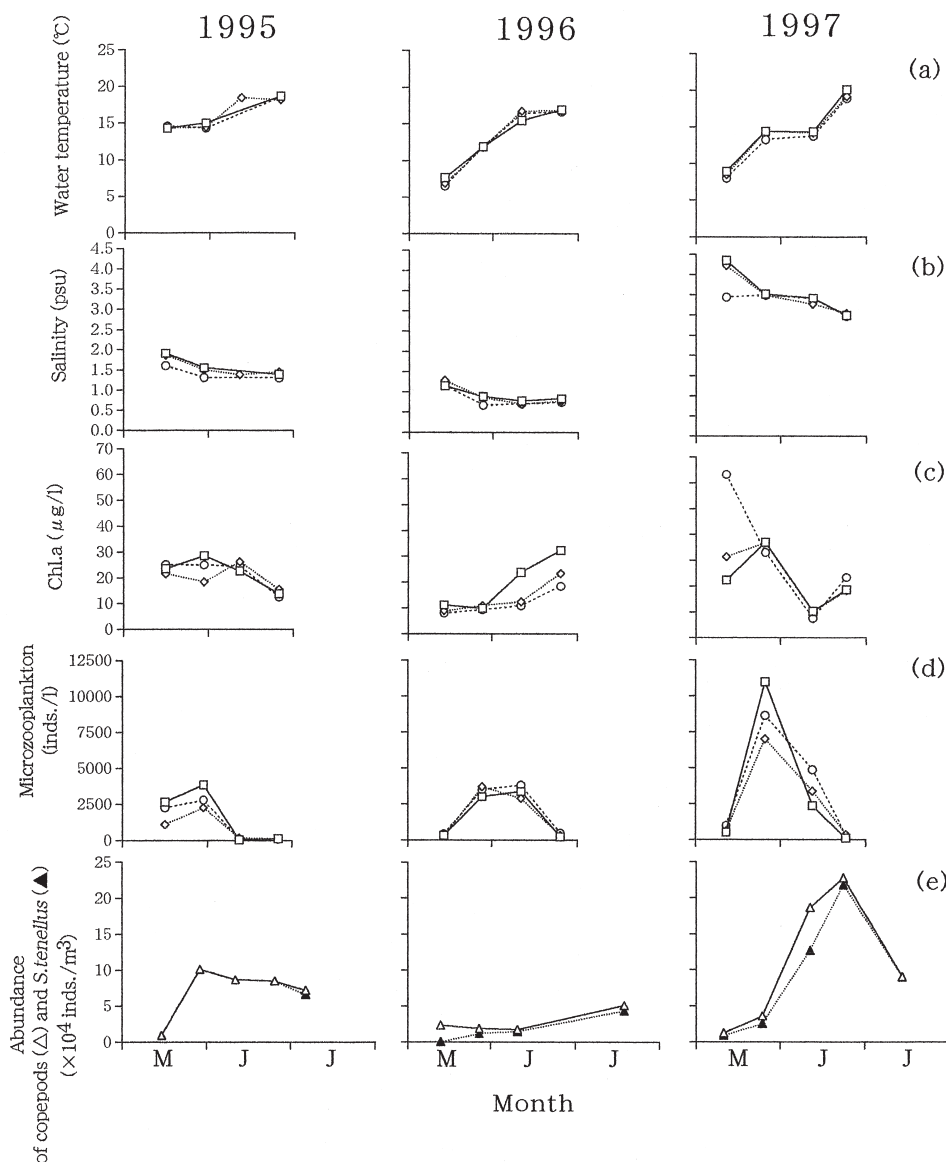


Fig.9 Changes in surface water temperature (a), salinity (b), chlorophyll a concentration (c) and microzooplankton abundance (d) (>40 μ m Net collections) in Mouth area (\square ; St.4, 5, 6) Central area (\diamond ; St.8, 9, 10) and Inner area (\circ ; St.12, 14, 15) of Lake Abashiri during May - June of 1995 through 1997. The values indicate the averages of each station in each area. In 1995 and 1996, the data of St.6 and St.12 are missing. Abundance of total copepods and *S.tenellus* excluding nauplii (>100 μ m Net collections) at St.9 from May to early July are also shown to clarify the fluctuations of zooplankton in spring (e).

カイアシ類からなり、カイアシ類の変動は主に、汽水性カイアシ類の*Sinocalanus tenellus*によるものであった (Fig. 9e)。カイアシ類総個体数密度は、1995年が $0.9 \sim 10.0 \times 10^4$ 個体/m³、1996年が $0.04 \sim 4.3 \times 10^4$ 個体/m³、1997年が $0.9 \sim 22.0 \times 10^4$ 個体/m³であり、1996年が最も低密度で推移した。カイアシ類総個体数密度は、微小動物プランクトン総個体数密度が大きく減少した時に増加し、特に1995年と1997年ではこの傾向が明らかであった。しかし、1996年は微小動物プランクトン総個体数密度の減少後、カイアシ類総個体数密度の増加は他の2ヶ年よりも明瞭ではなかった。

微小動物プランクトンは主に、原生動物、輪虫類とそれらの卵、カイアシ類の卵とノープリウス期で構成されており、その組成は各湖域間で大きな違いはなかった (Fig. 10)。微小動物プランクトン総個体数密度が最大となった時には、輪虫類とそれらの卵の組成率が増加し、1995年には総個体数密度の95~97%、1996年には63~93%、1997年には60~72%を占めて優占した。また、1996年と1997年には原生動物もその組成率は高く、微小動物プランクトン総個体数密度極大時の輪虫類以外の組成は、ほとんどが原生動物で占められていた。

Table 5 に、3ヶ年の各調査日の各湖域で、輪虫類の

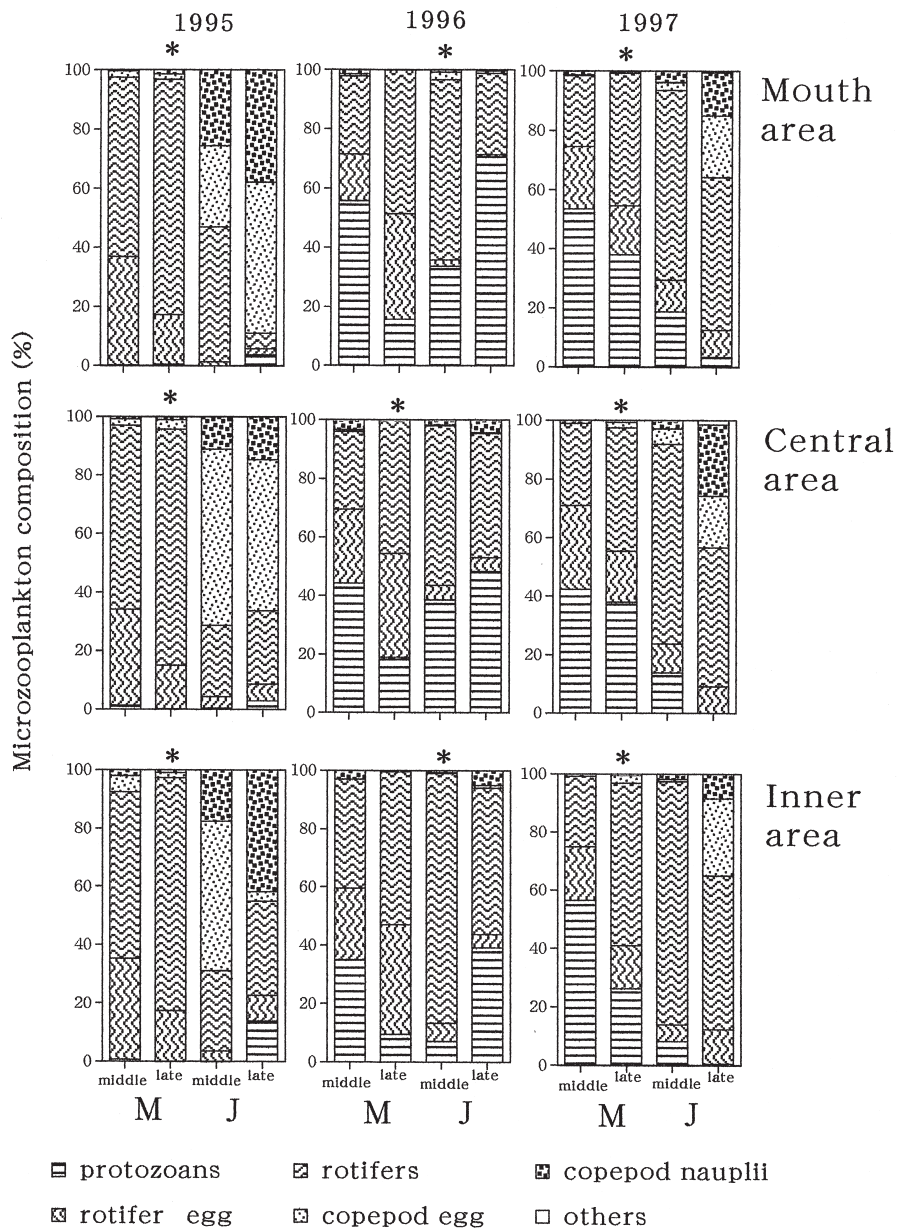


Fig.10 Taxonomic composition of microzooplankton in the three areas of Lake Abashiri during May and June, 1995 through 1997. Symbol * indicates the dates of maximum abundance of microzooplankton were found. The composition represents means of stations within each area.

Table 5 Abundance (inds./l) and percent composition (%) of dominant rotifer genera of species which occupied more than 1% of total rotifers at three regions of Lake Abashiri during May - June, 1995 through 1997.

Genus or species	1995			May 16			May 30			June 12			June 26		
	Mouth	Central	Inner	Mouth	Central	Inner	Mouth	Central	Inner	Mouth	Central	Inner	Mouth	Central	Inner
<i>Brachionus</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	4 (0.2)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (2.7)
<i>Euchlanis</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (2.7)
<i>Keratella cochlearis</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (0.1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	17 (59.5)	26 (70.3)
<i>K. cochlearis</i> egg	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (0.04)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (2.7)
<i>K. cruciformis</i>	1590 (60.8)	685 (63.8)	1280 (61.1)	3085 (82.4)	1706 (84.2)	2225 (82.0)	10 (90.9)	43.3 (84.4)	27 (81.8)	6 (75.0)	6 (21.4)	3 (8.1)	2 (25.0)	5 (19.0)	5 (13.5)
<i>K. cruciformis</i> egg	1006 (38.5)	374 (34.9)	801 (38.2)	660 (17.6)	317 (15.6)	484 (17.8)	1 (9.1)	7 (13.0)	5 (15.2)	2 (25.0)	5 (19.0)	5 (13.5)	8	28	37
Total abundance of rotifers (inds./l)	2613	1073	2096	3746	2027	2714	11	51	33	8	28	37			
1996															
Genus or species	May 13			May 27			June 10			June 24					
	Mouth	Central	Inner	Mouth	Central	Inner	Mouth	Central	Inner	Mouth	Central	Inner	Mouth	Central	Inner
<i>Brachionus</i>	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (0.1)	1.3 (0.1)	0 (0)	36 (51.4)	64 (40.2)	43 (16.9)	0 (0)	7 (4.6)	2 (0.8)
<i>Brachionus</i> egg	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<i>Conochilus</i>	12 (9.6)	10 (6.3)	19 (7.0)	294 (11.5)	237 (7.2)	470 (14.7)	31 (1.5)	132 (6.8)	195 (5.3)	28 (40.0)	67 (41.8)	162 (63.8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<i>Conochilus</i> egg	0 (0)	0 (0)	0 (0)	241 (9.4)	269 (8.2)	405 (12.7)	11 (0.5)	41 (2.1)	102 (2.9)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<i>Euchlanis</i>	0 (0)	0 (0)	1 (0.4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1.4)	1 (0.4)	7 (2.8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<i>Filinia longisetata</i>	0 (0)	0 (0)	13 (4.8)	0 (0)	0 (0)	4 (0.1)	1 (0.1)	3 (0.1)	4 (0.1)	0 (0)	2 (1.3)	7 (2.8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<i>Keratella cruciformis</i>	13 (10.4)	55 (34.9)	107 (39.6)	528 (20.7)	1422 (44.0)	1307 (40.9)	1368 (65.4)	1087 (56.1)	2877 (81.7)	0 (0)	0 (0)	2 (1.3)	0 (0)	2 (1.3)	1 (0.4)
<i>K. cruciformis</i> egg	40 (32.0)	79 (50.0)	101 (37.4)	687 (26.9)	1079 (32.9)	858 (26.9)	48 (2.3)	59 (3.1)	134 (3.8)	2 (2.9)	9 (5.9)	15 (5.9)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<i>K. quadrata</i>	28 (22.4)	7 (4.2)	12 (4.4)	521 (20.4)	72 (2.2)	23 (0.7)	594 (28.4)	559 (28.9)	74 (2.1)	1 (1.4)	2.7 (1.7)	2 (0.8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<i>K. quadrata</i> egg	5 (4.0)	2 (1.3)	6 (2.2)	167 (6.5)	12 (0.3)	5 (0.2)	15 (0.7)	12 (0.6)	3 (0.1)	0 (0)	0 (0)	1 (0.4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<i>Notholca</i>	27 (21.6)	6 (3.8)	6 (2.2)	11 (0.4)	0.7 (0.02)	4 (0.1)	5 (0.2)	0.7 (0.03)	4 (0.1)	1 (1.4)	0.7 (0.4)	4 (1.6)	1 (1.4)	0.7 (0.4)	4 (1.6)
<i>Polyarthra</i>	0 (0)	0 (0)	4 (1.5)	84 (3.3)	136 (4.2)	90 (2.8)	12 (0.6)	38 (2.0)	112 (3.2)	1 (1.4)	2.7 (1.7)	6 (2.4)	1 (1.4)	2.7 (1.7)	6 (2.4)
Total abundance of rotifers (inds./l)	125	159	270	2554	3279	3195	2092	1396	3522	70	159	254			
1997															
Genus or species	May 12			May 26			June 12			June 24					
	Mouth	Central	Inner	Mouth	Central	Inner	Mouth	Central	Inner	Mouth	Central	Inner	Mouth	Central	Inner
<i>Conochilus</i>	66 (28.2)	100 (31.1)	113 (29.4)	1913 (27.7)	1142 (27.3)	2820 (43.7)	26 (1.4)	30 (1.1)	75 (1.7)	0 (0)	0 (0)	2.7 (1.8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<i>Conochilus</i> egg	52 (22.1)	80 (24.9)	62 (16.1)	535 (7.8)	365 (8.7)	388 (6.0)	3 (0.08)	7 (0.3)	3 (0.08)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
<i>Keratella cruciformis</i>	36 (15.4)	40 (12.5)	54 (13.9)	3031 (44.0)	1785 (42.7)	2228 (34.5)	1473 (76.5)	2137 (80.4)	3964 (89.6)	22 (33.7)	63 (32.9)	75 (50.5)	22 (33.7)	63 (32.9)	75 (50.5)
<i>K. cruciformis</i> egg	55 (23.5)	78 (924.2)	91 (23.6)	1300 (18.9)	851 (20.4)	991 (15.3)	180 (9.6)	245 (9.2)	272 (6.2)	2 (3.1)	8 (4.2)	13 (8.6)	2 (3.1)	8 (4.2)	13 (8.6)
<i>K. quadrata</i>	13 (8.2)	16 (5.0)	46 (12.0)	74 (1.1)	17 (0.4)	10 (0.2)	109 (95.8)	53 (92.0)	33 (0.7)	32 (49.0)	99 (51.6)	45 (30.2)	32 (49.0)	99 (51.6)	45 (30.2)
<i>K. quadrata</i> egg	3 (1.4)	6 (1.9)	14 (3.7)	21 (0.3)	3 (0.08)	2 (0.03)	26 (1.4)	9 (0.4)	11 (0.3)	9 (13.3)	21 (11.1)	12 (8.1)	9 (13.3)	21 (11.1)	12 (8.1)
<i>Notholca</i>	2 (0.7)	0.3 (0.1)	1 (0.3)	19 (0.3)	12 (0.3)	15 (0.2)	58 (3.1)	113 (4.2)	61 (1.4)	0.7 (1.0)	0 (0)	0 (0)	0.7 (1.0)	0 (0)	0 (0)
<i>Notholca</i> egg	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (0.03)	0 (0)	0 (0)	35 (1.9)	58 (2.2)	3 (0.1)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Total abundance of rotifers (inds./l)	236	321	385	6896	4179	6459	1879	2657	4423	65	193	148			

Figures are an average of the stations in each lake region.

平均総個体数密度に占める組成率が、いずれかの調査日で1%以上を占めたものについて、その平均個体数密度と平均組成率を示した。平均総個体数密度で1%以上を占めた輪虫類は*Brachionus*属、*Conochilus*属、*Euchlanis*属、*Filinia*属、*Keratella*属、*Notholca*属、*Polyarthra*属の7属であった。3ヶ年とも、輪虫類の平均総個体数密度が急激に増加した時には、各湖域で汽水性の輪虫類*Keratella cruciformis*が 10^3 個体/ℓの密度で大増殖していた。*K. cruciformis*の増加時期は、1995年が5月16日から30日、1996年は5月27日から6月10日、1997年は5月26日から6月12日までと、微小動物プランクトン総個体数密度の増加時期と一致していた。各湖域とも、*K. cruciformis*の衰退と同時に輪虫類の平均総個体数密度は減少し、1995年6月下旬には*Keratella cochlearis*、1996年6月下旬には*Brachionus*属および*Conochilus*属、1997年6月下旬には*Keratella quadrata*などが優占した。

Table 6に、3ヶ年の5月から6月までの間に合計4回行われた表層の水温、塩分、クロロフィルa量、および微小動物プランクトン総個体数密度の年による違いを統計的に比較、検定した結果を示した。ここでは、それぞれの項目別に5月から6月までの間に各地点で得られたデータをすべて集めて平均値を求め、各年で比較した。その結果、水溫、塩分、クロロフィルa量および微小動物プランクトン総個体数密度のいずれにおいても3年間で統計的に有意な差が認められ (Kruscal-Wallis test, $P < 0.05$)、仔魚期の生息環境は年による変動が大きいことが示唆された。

2. 仔魚の表層水平分布

2.1. 採集個体数

1995年と1997年には、調査を開始した5月中旬に流入河川近くのSt.8とSt.14で仔魚が最も多く採集された (Fig. 11)。そして、これらの地点で採集された仔魚は卵黄嚢を持つ個体の割合が高く、1995年5月16日にはSt.8で90%、St.14で63%、1997年5月12日にはSt.8ですべての個体が卵黄嚢を持っていた。一方、1996年には調査を開始した5月13日には仔魚は全く採集されず、2週間後の5月27日に、流入河川近くのSt.8で最も多く採集され、64%の個体が卵黄嚢を持っていた。どの年も卵黄嚢を持つ個体の割合は時期が進むにつれて減少し、1995年には5月30日、1996年には6月24日、1997年には6月12日にほとんどの地点で0%となった。仔魚の表層水平分布は、調査開始時に流入河川近くに多く分布したという以外は、3年間で共通した現象は認められなかった。また、湖を湖口域、湖央域、湖奥域に分けてそれぞれの湖域間で仔魚の採集個体数密度を比較すると、1995年はどの時期も、湖奥域、湖央域ついで湖口域の順で仔魚は多く採集される傾向があった (Fig. 12)。一方、1996年は5月下旬には湖央域、6月中旬には湖奥域、6月下旬には再び湖央域で最も多くの仔魚が採集され、一定の傾向は認められなかった。また、1997年も5月中旬には湖央域で多く分布し、5月下旬には湖内一様に分布したが、これ以降は湖口域と湖央域で多くの仔魚が採集された。

2.2. 体長頻度分布

Fig. 13に、1995年から1997年までの各湖域における仔

Table 6 Between year differences in each environmental variable.

Environment variable	Year			Differences between years*
	1995	1996	1997	
Water temperature (°C)				
Mean±SD	16.0±2.2 (23)	13.0±4.1 (28)	14.0±4.0 (36)	p<0.05
Range	13.4-19.3	6.5-17.3	7.2-20.8	
Salinity (psu)				
Mean±SD	1.5±0.2 (23)	0.9±0.2 (28)	3.5±0.5 (36)	p<0.05
Range	1.1-1.9	0.4-1.5	2.7-4.4	
Chl.a (μg/l)				
Mean±SD	20.2±5.5 (27)	14.1±8.4 (28)	26.0±20.0 (36)	p<0.05
Range	6.4-31.9	3.8-35.2	5.9-125.5	
Microzooplankton (x10³ inds./l)				
Mean±SD	1.20±1.39 (27)	1.85±2.06 (28)	3.34±4.05 (36)	p<0.05
Range	0.008-4.86	0.094-7.13	0.078-4.05	

* Kruscal-Wallis test

魚の体長頻度分布を示した。3ヶ年を通して採集された仔魚の体長は3~19mmの範囲にあった。1995年5月16日には、湖央域で5~6mmの個体が約80%を占めていたが、湖口域と湖奥域では6~9mmの個体が70~80%を占めていた。5月30日には、湖域間で体長組成には大きな違いが認められず、各湖域ともに5~15mmの個体が分布した。6月12日には湖口域で15~18mmの比較的大型の個体が約20%を占め、湖域間で体長組成に若干の違いが観察された。しかし、6月26日には各湖域ともに10~15mmの個体が多くを占め、各湖域の体長組成は類似していた。1996年には、5月27日に4~6mmの個体

が湖内全域に分布した。6月10日も各湖域間で体長組成に大きな違いはなく、5~10mmの個体が湖内全域に分布した。6月24日には、5~10mmの個体に加えて10~15mmの個体も各湖域に分布し、特に湖口域では10~15mmの個体が70%を占め、大型個体の占める割合が高かった。1997年は、各採集日ともに体長組成は湖域間でほぼ同様であり、5月12日は4~7mm、5月26日は4~11mm、6月12日は4~16mm、6月24日は4~19mmの個体がそれぞれ、湖内全域に広く分布した。

以上3ヶ年の観察から、仔魚の体長頻度分布に湖域間で若干の違いが見られたものの、採集地点や採集時期の

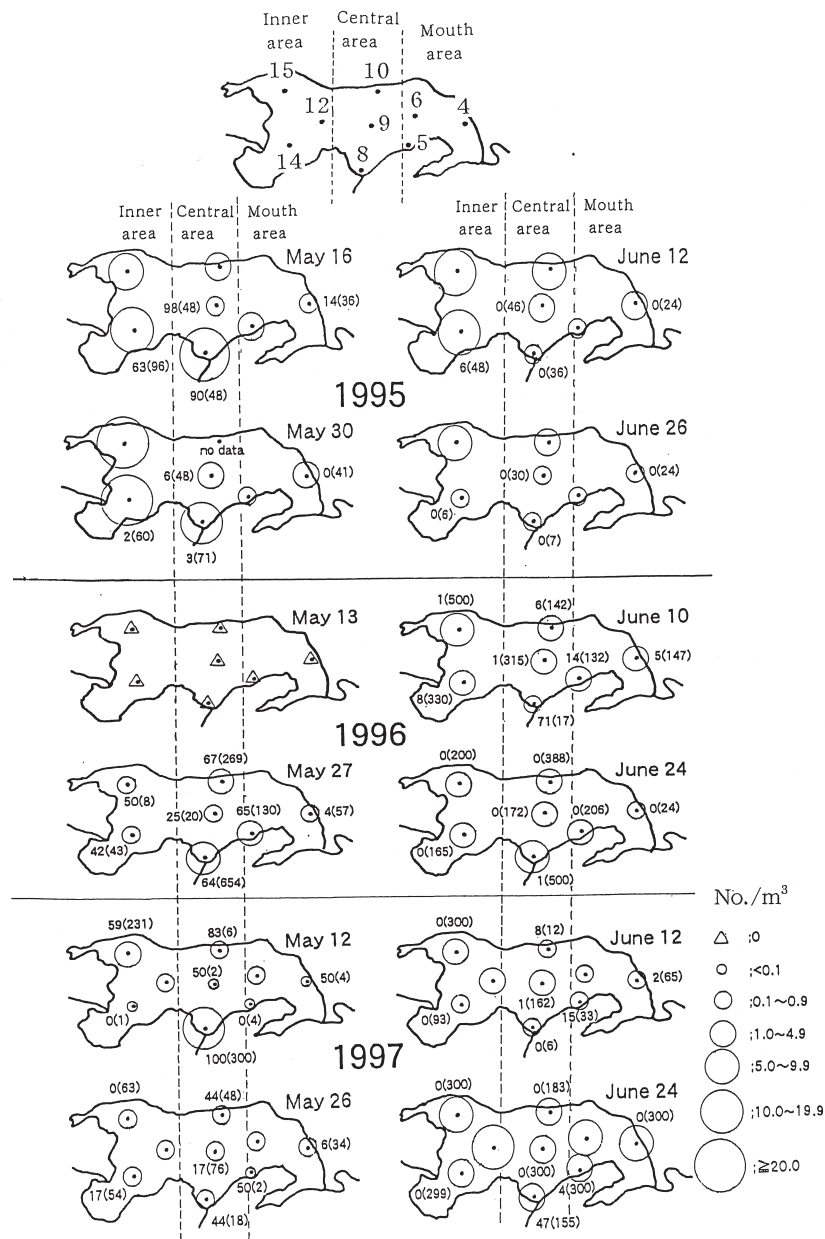


Fig.11 Abundance (circles) of smelt larvae in Lake Abashiri in 1995 - 1997. Values alongside the circles denote the ratio(%) of yolk-sac larvae to all larvae, and those in parentheses denote the number of the larvae examined. The number of stations are also shown in the top.

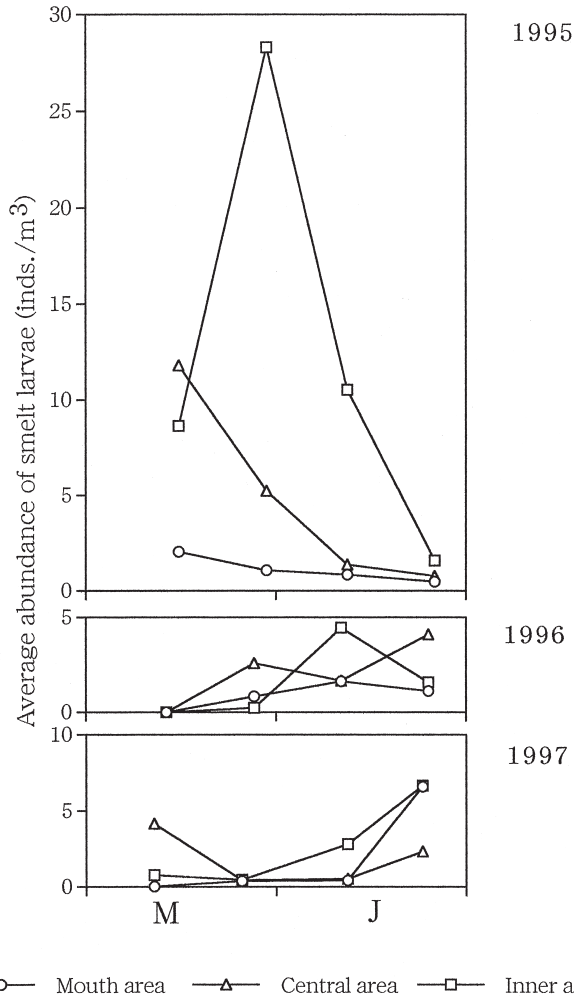


Fig.12 Changes in average abundance of smelt larvae in the three areas of Lake Abashiri from May to June in 1995 - 1997.

推移と関係した一定の傾向は認められなかった。

2.3. 表層水平分布と環境要因

ここでは、1997年の結果を例に、仔魚の採集と同時に観測した水温、塩分、クロロフィルa量および微小動物プランクトン総個体数密度の各環境要因と仔魚の表層水平分布との関係をSpearmanの順位相関係数 (r_s) の有意性から、仔魚の採集個体数密度がどの環境要因に影響されているかどうかを検討した (Table 7)。また、微小動物プランクトンとして、後述するように仔魚が最も良く餌生物として利用した輪虫類の*K. cruciformis*とカイアシ類ノープリウス期の各地点での分布密度との相関関係も調べた。その結果、仔魚の採集個体数密度と各環境要因との間には、有意な相関関係はなく、わずかに5月12日にクロロフィルa量との間に有意な正の相関 ($r_s=0.79, P<0.05$)、6月12日に*K. cruciformis*個体数密度との間に有意な正の相関 ($r_s=0.65, P<0.05$)、および

6月24日にノープリウス期個体数密度との間に有意な負の相関 ($r_s=-0.89, P<0.05$) が認められた。

2.4. 卵黄嚢保有個体と摂餌個体の出現率および動物プランクトンの変動との関係

3ヶ年を通して、摂餌個体の出現率は卵黄嚢保有個体の出現率の減少に伴い増加した (Fig. 14a)。すなわち、1995年5月16日には摂餌個体は27%であったが、約2週間後の5月30日には急激に増加して80%となった。この間、卵黄嚢保有個体は68%から1%に大きく減少した。1996年は、5月27日から6月10日にかけて摂餌個体は1%から35%に増加したのに対して、卵黄嚢保有個体は63%から5%へ減少し、摂餌個体は96%まで増加した。6月24日には卵黄嚢保有個体は0%となった。1997年には5月12日から26日にかけて摂餌個体は15%から29%まで増加したのに対して、卵黄嚢保有個体は82%から18%まで減少した。微小動物プランクトン総個体数密度は、3ヶ年ともに水温が10~15℃となった時に、輪虫類とそれらの卵を主な構成種として極大となり (Fig. 14 bcd)、この極大期は卵黄嚢保有個体の減少および摂餌個体の増加と良く一致した。微小動物プランクトン総個体数密度は極大期以降急激に減少して、替わって*S. tenellus*を中心としたカイアシ類が1995年と1997年には増加した (Fig. 14c)。しかし、低水温・低塩分の傾向があった1996年では、微小動物プランクトンからカイアシ類への交替は明らかではなかった。

2.5. 消化管内容物およびその年変動

3年間に亘って、プランクトンネットの表層曳きで採集された仔魚の消化管内容物組成をTable 8に示した。ここでは、仔魚の体長 (全長) を1mm毎に区切り、体長毎に仔魚1個体当たりの消化管内容物組成を個体数百分率組成で示した。

1995年の仔魚の主な消化管内容物は、輪虫類の*K. cruciformis*とその卵、カイアシ類ノープリウス期と*S. tenellus*で占められていた。このなかでも、*K. cruciformis*とその卵は最も良く利用された餌生物であり、5月16日が体長5~10mm、5月30日が体長5~14mm、6月12日が体長5~13mm、6月26日が体長9~11mmの仔魚の消化管内に観察された。カイアシ類ノープリウス期も同様に良く利用され、調査期間を通じて体長15mm以下の個体で観察された。一方、カイアシ類の*S. tenellus*は、これらの餌生物に混じって体長8mm以上の個体の消化管中に観察された。特に、6月12日の*S. tenellus*の組成率は、体長13~17mmの個体で75~100%、6月26日は体長10mm以上の個体で71~100%と高い値であった。

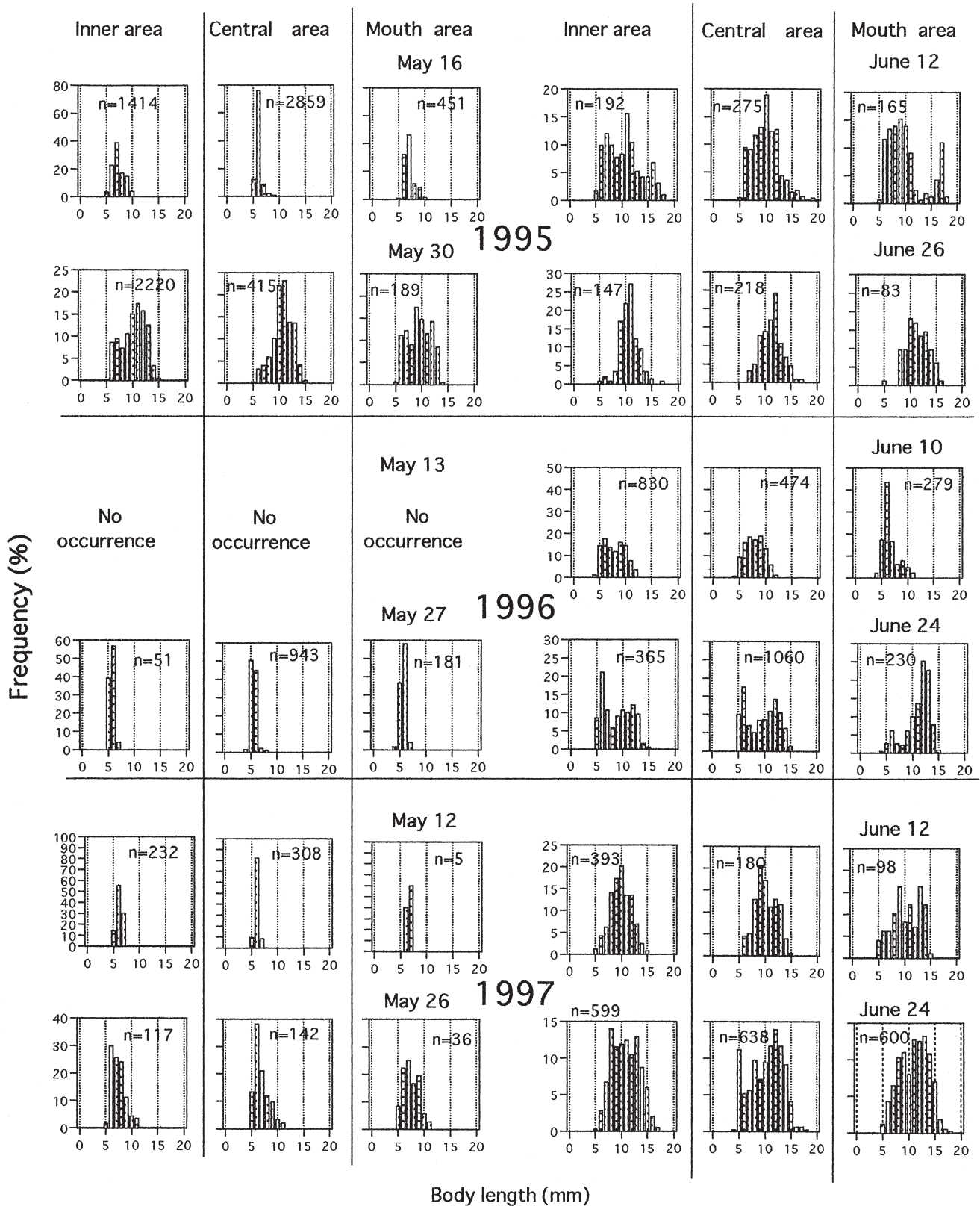


Fig.13 Frequency distribution of body length of smelt larvae in the three areas of Lake Abashiri in 1995 - 1997.

Table 7 Spearman's correlation coefficients (r_s) for the relationship between smelt larvae abundance and environmental parameters in 1997.

Environmental parameters	Date											
	May 12			May 26			June 12			June 24		
	r_s	S or N.S.	Samples	r_s	S or N.S.	Samples	r_s	S or N.S.	Samples	r_s	S or N.S.	Samples
Water temperature	-0.29	N.S.	9	0.05	N.S.	9	-0.47	N.S.	9	0.32	N.S.	9
Salinity	-0.35	N.S.	9	0.09	N.S.	9	0.26	N.S.	9	0.20	N.S.	9
Chl. a	0.79	S	9	0.30	N.S.	9	-0.30	N.S.	9	0.09	N.S.	9
Total zooplankton abundance	-0.03	N.S.	9	0.03	N.S.	9	0.58	N.S.	9	-0.50	N.S.	9
Prey zooplankton abundance												
<i>Keratella cruciformis</i>	-0.69	N.S.	9	0.23	N.S.	9	0.65	S	9	-0.13	N.S.	9
<i>K. cruciformis</i> egg	-0.30	N.S.	9	0.27	N.S.	9	0.55	N.S.	9	-0.04	N.S.	9
copepod nauplii	-0.38	N.S.	9	0.06	N.S.	9	-0.50	N.S.	9	-0.89	S	9

S and N.S. indicate significant ($P < 0.05$) and not significant, respectively.

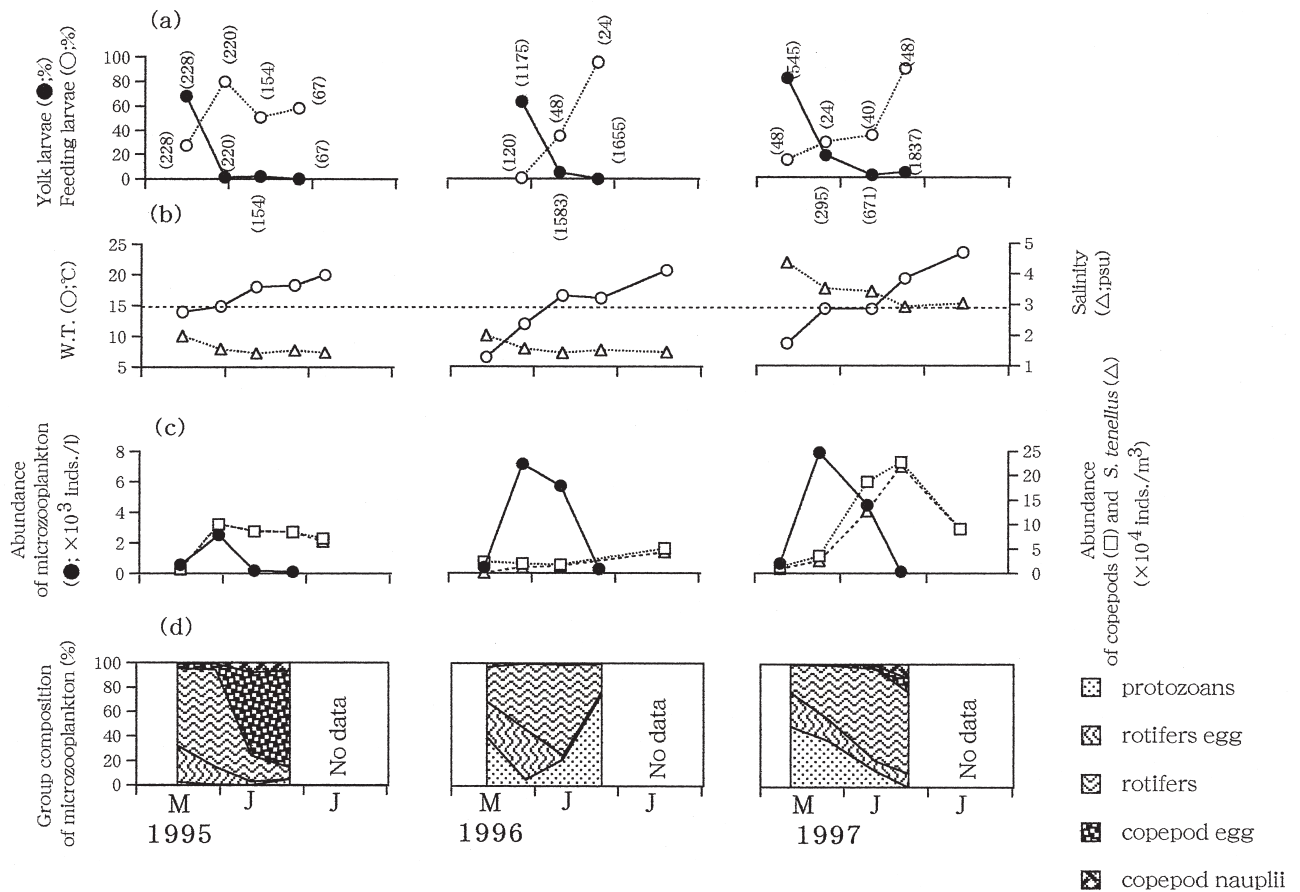


Fig.14 Changes in the relative abundance (%) of yolk larvae and feeding larvae with the progress season in 1995 – 1997 (a). The number of the larvae examined is in parentheses. Surface water temperature and St.9 during the same season (b). Abundance of microzooplankton, copepods and *S. tenellus* at St. 9 during the same season (c). Taxonomic composition of microzooplankton at St.9 during the same season (d).

Table 8 Relative importance (%) of the item of prey organisms for smelt larvae in Lake Abashiri collected from May to June 1995.

Date (Station)	Food items	Length group (mm)													
		4 to <5	5 to <6	6 to <7	7 to <8	8 to <9	9 to <10	10 to <11	11 to <12	12 to <13	13 to <14	14 to <15	15 to <16	16 to <17	17 to <18
May 16 (St.4,8,9,14)	rotifers														
	<i>Keratella cruciformis</i>	0	66	49	25	25	50								
	<i>K. cruciformis</i> egg	0	26	23	0	50	50								
	copepods														
	copepod nauplii	0	8	28	50	25	0								
	unidentified	0	0	0	25	0	0								
	No. of food items /larvae	0.00	0.69	0.66	0.12	0.14	0.50								
No.of larvae examined	2	89	71	34	28	4									
May 30 (St.4,8,9,14)	rotifers														
	<i>Keratella cruciformis</i>		57	55	54	59	59	63	63	51	49				
	<i>K. cruciformis</i> egg		29	33	38	32	34	31	32	32	29				
	copepods														
	copepod nauplii	14	13	8	8	5	6	4	10	4					
	<i>Sinocalanus tenellus</i>	0	0	0	0	1	1	1	4	9					
	unidentified	0	0	0	0	0	0	0	1	0					
	No. of food items /larvae	7.00	4.00	8.32	10.06	14.96	17.39	16.65	8.35	4.50					
	No.of larvae examined	1	10	19	32	50	44	31	23	10					
	June 12 (St.4,8,9,14)	rotifers													
<i>Keratella cruciformis</i>		25	71	63	67	73	49	31	40	0	0	0	0	0	0
<i>K. cruciformis</i> egg		0	6	25	21	16	15	15	0	0	0	0	0	0	0
copepods															
copepod egg		25	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
copepod nauplii		50	24	8	8	8	26	38	60	0	18	0	0	0	0
<i>Sinocalanus tenellus</i>		0	0	0	3	2	9	15	0	100	82	75	100	0	0
cladocerans		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0
unidentified		0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
No. of food items /larvae		0.44	1.89	5.62	5.44	2.33	1.61	0.68	0.56	1.00	1.10	0.67	1.00	0.00	0.00
No.of larvae examined		9	9	13	16	21	33	19	9	2	10	6	5	2	2
June 26 (St.4,8,9,14)	rotifers														
	<i>Keratella cruciformis</i>					0	16	14	0	0	0	0	0	0	0
	<i>K. cruciformis</i> egg					0	16	0	0	0	0	0	0	0	0
	copepods														
	copepod egg					0	16	0	0	0	0	0	0	0	0
	copepod nauplii					100	33	14	0	25	0	0	0	0	0
	<i>Sinocalanus tenellus</i>					0	17	71	100	75	93	100	100	100	100
	other copepod					0	0	0	0	0	7	0	0	0	0
	No. of food items /larvae					0.50	0.75	0.70	0.70	0.92	0.94	1.40	1.50	1.00	1.00
	No.of larvae examined					2	8	10	10	13	16	5	2	1	1

Table 8 Continued in 1996.

Date (Station)	Food items	Length group (mm)												
		4 to <5	5 to <6	6 to <7	7 to <8	8 to <9	9 to <10	10 to <11	11 to <12	12 to <13	13 to <14	14 to <15		
May 27 (St.8)	rotifers													
	<i>Keratella cruciformis</i> egg	100	0	0										
	No. of food items /larvae	0.04	0.00	0.00										
	No.of larvae examined	50	64	6										
June 10 (St.9)	protozoans													
	ciliates	0	0	0	0	0	18	0	0					
	rotifers													
	<i>Brachionus</i> sp.	0	0	0	25	0	0	20	11					
	<i>keratella cruciformis</i>	0	0	0	0	40	55	0	33					
	<i>Polyarthra</i> sp.	0	33	0	25	10	18	0	22					
	rotifers egg other than <i>Keratella</i>	100	33	100	50	50	9	80	33					
	copepods													
	copepod nauplii	0	33	0	0	0	0	0	0					
	No. of food items /larvae	1.00	0.75	0.33	0.36	1.00	1.38	0.83	4.50					
No.of larvae examined	1	3	4	8	7	4	4	1						
June 24 (St.9)	rotifers													
	<i>Brachionus</i> sp.					100	100	74	80	61				67
	<i>Brachionus</i> egg					0	0	26	20	39				33
	No. of food items /larvae					1.00	1.50	3.38	2.50	4.00				6.00
No.of larvae examined					1	4	8	2	7				2	