

根室海峡標津沿岸域における春季の動物プランクトンの鉛直分布

関 二郎・斎藤寿彦・清水幾太郎

〒062-0922札幌市豊平区中の島2-2 独立行政法人 さけ・ます資源管理センター調査研究課

Temporal Changes of Vertical Distribution of Zooplankton Communities during Spring and Early Summer in the Nemuro Strait Coastal Waters Off Shibetsu, Eastern Hokkaido

Seki Jiro, Toshihiko Saito, and Ikutaro Shimizu

Research Division, National Salmon Resources Center
2-2 Nakanoshima, Toyohira-ku, Sapporo 062-0922, Japan
(sekijiro@affrc.go.jp)

Abstract. - This paper reported the temporal changes of zooplankton biomass, characteristics of their distribution pattern and succession of items in the coastal waters off Shibetsu, eastern Hokkaido. Zooplanktons were collected with simultaneously horizontal tow nets from 2-6 different layers from May to mid July in 2001 and 2002. The zooplankton wet weight (mg/m^3) in 2001 was 2 to 16 times higher than that in 2002. The number of zooplanktons in 2001 was always superior than that in 2002. The zooplankton compositions were categorized clearly between 2001 and 2002 by principal component analysis. The cold living type zooplanktons (*Acartia longiremis* and *Pseudocalanus* spp.) were dominant from May to mid or late June, while they were replaced by the warm living ones (*Evadne nordmanni* and *Fritillaria* sp.) in late June to July. The change of these dominated items in 2001 was 10 days later than that in 2002. Three dominated items of *A. longiremis*, *Pseudocalanus* spp. and *E. nordmanni* had different distribution pattern of vertically and horizontally.

Key words: coastal waters, zooplankton, vertical distribution, Shibetsu, Hokkaido

緒 言

根室海峡に面する羅臼と標津沿岸における最近10年間(1994-2003年)のサケ(*Oncorhynchus keta*)の平均漁獲量は1,000万尾に達し、国内でも有数の漁獲量を誇っている。これらのサケには、他海域に回遊する資源が含まれているものの、その多くは根室海峡に面した河川に放流された稚魚によって維持されていると考えられる。これらの漁獲魚の回帰年齢を4年魚とみなし、羅臼と標津沿岸域に面する河川に放流されたサケ稚魚数から計算した簡易的な回帰率は8.9%に達し、他海域の回帰率に比較して極めて高い

値を示している。日本系サケは初夏までに日本沿岸を離脱し、その後晩秋までオホーツク海に分布することが知られている(上野ら 1998; 浦和 2000; Urawa et al. 2001)。オホーツク海へ移動した後の日本系サケの生残率は、地域個体群間で類似すると考えられ、沿岸域における海洋生活初期の生残の程度によりサケの回帰率に地域差が生じると考えられる。根室海峡沿岸域での高い回帰率は、この海域がサケ幼稚魚にとって、高い生残率を維持するために好適な条件があることを示唆している。

サケ幼稚魚の海洋生活初期での減耗を左右する要因として、餌の充足度合が挙げられるが(関 2005)、根室海峡沿岸域のサケ幼稚魚の生態とその餌生物量に関しては、笠原(1985)の報告がみられるだけである。根室海峡沿岸域での高い回帰率の維持要因を明らかにするため、1998年から5年間にわたり根室海峡の羅臼、標津沿岸において、サケ幼稚魚の生態と、

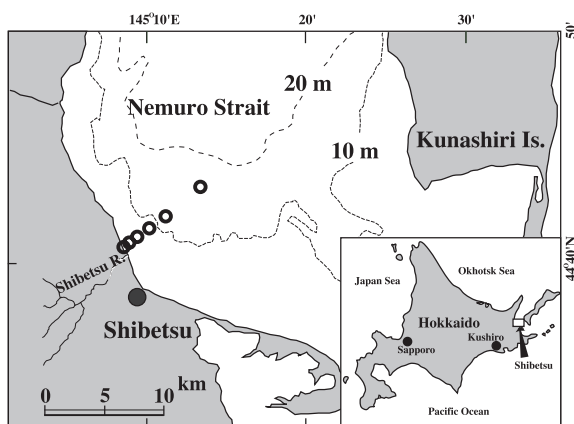


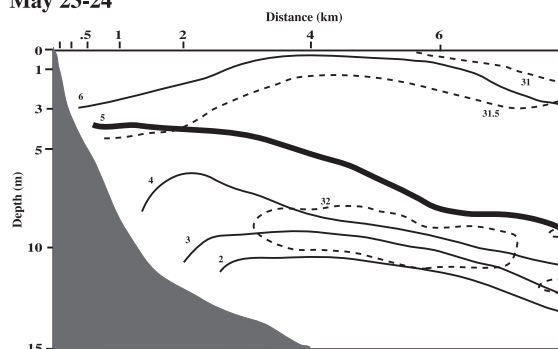
Fig. 1. Map of sampling stations in the Nemuro Strait near Shibetsu, eastern Hokkaido.

餌生物量を含む沿岸環境の調査を実施し、2001年と2002年には標津沿岸で同時水平多層引きによる動物プランクトン採集を行った。本報告では、動物プランクトンの鉛直分布の時期的な年変動について報告する。

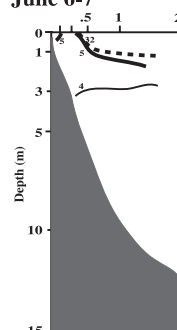
材料および方法

調査は北海道東部の根室海峡に面した標津沿岸域で、2001年には5月23-24日、6月6-7日、6月27-28日および7月18-19日の4回、2002年には5月8-9日、6月5-6日、6月26-27日および7月18日の4回にわたって、Fig. 1に示す距岸50 m、250 m、500 m、1 km、2 km、4 kmおよび8 kmの6定点で行った。採集定点は2001年6月7日には、船舶の都合で2 kmまでの定点に限られ、また海況条件によって適宜増減した。両年の調査は、5月を除きほぼ同一時期に約20日間隔で行った。この水域の底質は砂泥で、距岸8 kmでも水深は18 mに過ぎない遠浅な海域である。この6定点に於いて、CTD（アレック社製、AST-1000）を用い、1 m毎の水温と塩分の鉛直分布の測定を行った。また、口径30 cm、側長180 cm、網目0.27 mmのネットを使用し、0、1、3、5、10、15 mの6層について、船速1-2ノットで5分間の水平同時多層曳きにより動物プランクトンを採集した。なお、水深が15 mに満たない場合は、その水深より浅い層のネットでのみ採集した。1 mと5 mのネットの口輪中央には濾水計を装着し、濾水計の回転数から濾水量を求めた。他の深度層の濾水量は、この1 mと5 m両層のネット濾水量を外挿して求めた。採集した動物プランクトンは10%中性ホルマリン海水で固定し、実験室に持ち帰り湿重量の測定、分類群の査定および個体数の計数を行った。分類群の査定は原則として、種、性別と発生ステージ別に行ったが、それらの判別が出来

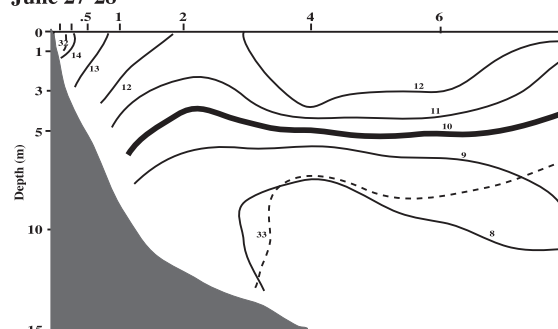
May 23-24



June 6-7



June 27-28



July 18-19

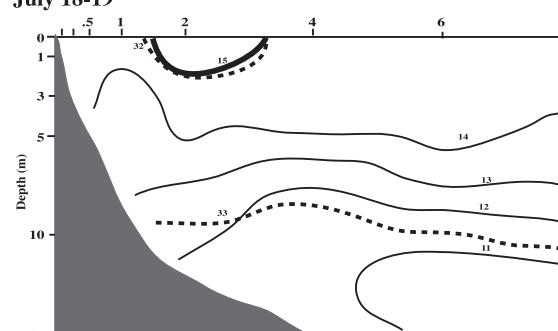


Fig. 2. Temporal changes of vertical distribution of temperature (solid line) and salinity (broken line) along a survey line in the coastal waters off Shibetsu from May 23 to July 19, 2001.

なかったものは、より高次の分類段階に止めた。

結 果

水温塩分の鉛直分布 調査海域における水温の同一

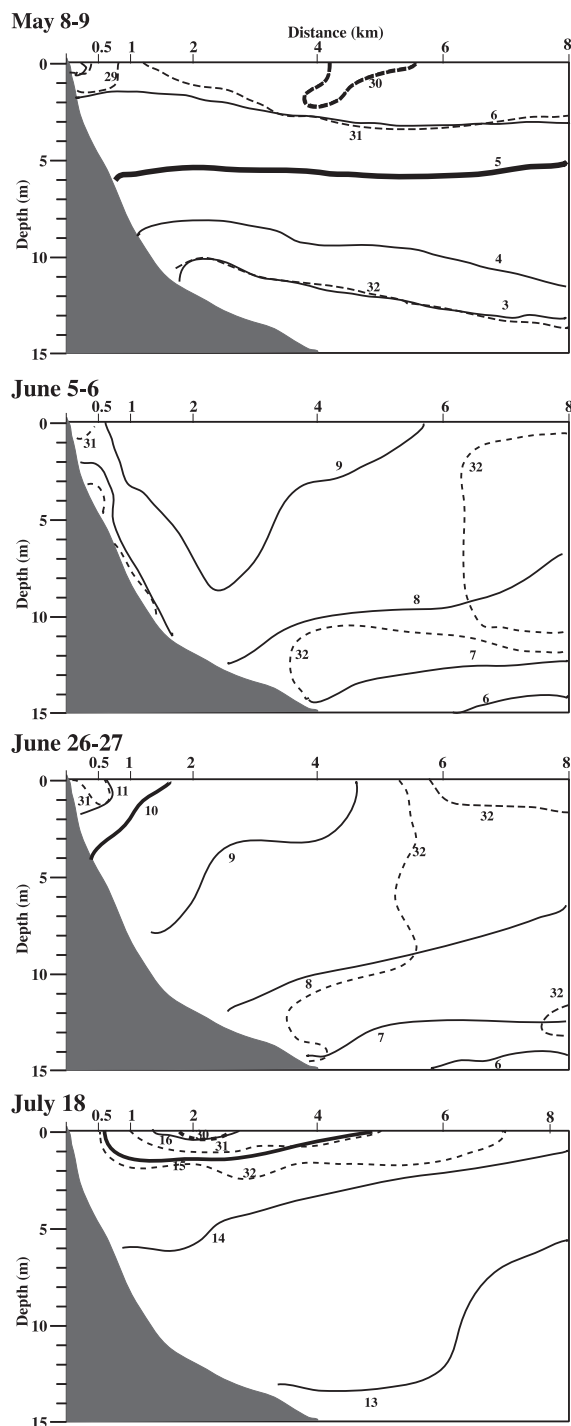


Fig. 3. Temporal changes of vertical distribution of temperature (solid line) and salinity (broken line) along a survey line in the coastal waters off Shibetsu from May 8 to July 18, 2002.

時期の鉛直分布は、6月上旬には2001年の岸側では5台であったが(Fig. 2) 2002年には8台と3ほど高い水温となっていた(Fig. 3)。6月下旬には2001年には岸側が14台で、沖側は12台と2ほど低く、水深5 m付近に5の等温線が分布した。2002年には岸側が11台で、沖側が8台と3ほどの温度差がみられ、2001年と比較して全体的に3-4ほど低い値であった。7月中旬には2001年と2002年の両年とも距岸2 kmの表面付近に部分的に高い水温帯が形成された。この時期の14の等温線は、2001年には岸から沖にかけて水深4 m付近に分布していたのに対し、2002年には岸側で6 mに分布したものが、8 km沖では2 m付近まで上昇し、沖側で高い水温となっていた。また、距岸8 kmの定点の12 m以深の水温は、2001年には10台であったのに対し、2002年には12台と2ほど高かった。すなわち、5月から7月中旬までのこの水域での水温変動は、6月下旬までは2001年の方が高く経過し、7月中旬には2002年の方が高くなった。上下層の水温差は2001年の方が大きく、調査期間を通じて水深5-10 m間に水温差3程度の弱い水温躍層が形成されたのに対し、2002年は上下の水温差が小さく、水温躍層はほとんど形成されなかった。

塩分は2002年の5月8日に最も岸側の定点で28と低かった以外は30-33.5の間にあった。塩分は両年とも2 km沖が最も低かった7月中旬を除き、常に岸側で低かった(Figs. 2, 3)。

動物プランクトン湿重量と動物プランクトン個体数の時期的変動 動物プランクトンの湿重量は、2001年は6月上旬までは 324 mg/m^3 以下と低い値であったが、6月下旬には $1,318 \text{ mg/m}^3$ と急激に増加した(Fig. 4)。しかし、7月中旬には再び 147 mg/m^3 まで低

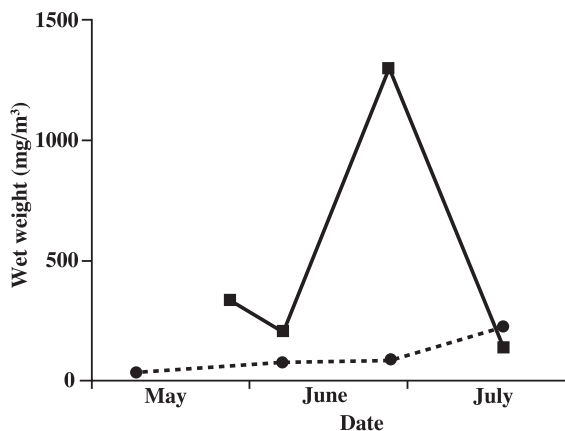


Fig. 4. Temporal changes in wet weight (mg/m^3) of zooplankton in the coastal waters off Shibetsu, 2001 (solid line) and 2002 (dotted line).

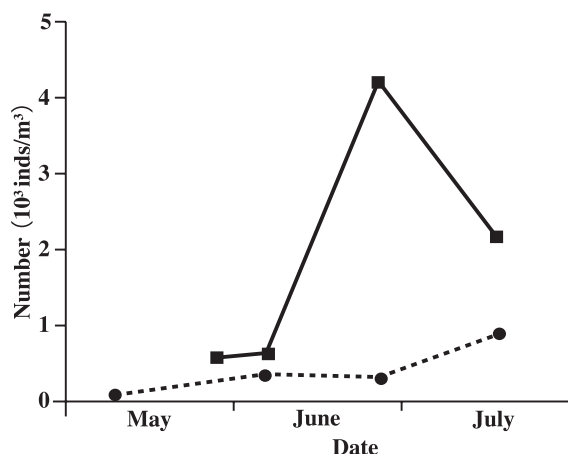


Fig. 5. Temporal changes in number (10^3 inds./ m^3) of zooplanktons in the coastal waters off Shibetsu, 2001 (solid line) and 2002 (dotted line).

下した。2002年は、5月上旬は $19.8 \text{ mg}/m^3$ と低かったが、6月になると $72\sim 84 \text{ mg}/m^3$ に増加し、7月中旬には $226 \text{ mg}/m^3$ まで上昇した。湿重量は、2001年には6月下旬に明瞭なピークが形成され、7月中旬を除いて2002年よりも高い値を示した。これに対し、2002年はその値が全体的に低く、時期が遅くなるに従って増加したものの変動幅は小さく、明瞭なピークは形成されなかった。

動物プランクトンの水柱積算個体数の平均値は、2001年は5月23-24日には $480 \text{ inds}/m^3$ であったが、6月6-7日には $656 \text{ inds}/m^3$ まで増加した(Fig. 5)。6月27-28日に急激に増加し、6月6-7日の6倍以上の $4,194 \text{ inds}/m^3$ まで増加し、7月18-19日にも $2,140 \text{ inds}/m^3$ と高い値を維持した。これに対し、2002年は湿重量と同様に、調査期間を通じ個体数が少なく、その変動幅も小さかった。すなわち、5月8-9日には $71 \text{ inds}/m^3$ と両年を通じて最も少なく、6月になると $260\sim 310 \text{ inds}/m^3$ まで増加し、さらに7月18日には $811 \text{ inds}/m^3$ まで増加したものの、2001年の同時期の6～47%に過ぎず、常に2001年を下回った。

平均湿重量と個体数から求めた1個体あたりの湿重量は、2001年は5月に 0.6 mg を超えたが、6月になると 0.3 mg 台に低下し、7月中旬には 0.06 mg と6月の20%以下となり時期的な変動が大きかった(Fig. 6)。これに対し、2002年は調査期間を通じ $0.27\sim 0.29 \text{ mg}$ とほとんど変動がみられなかった。

主成分分析による動物プランクトン群集の特性

各採集層の動物プランクトン標本で、少なくとも1標本で15%以上を占めた分類群を変数として、2001年と2002年の同一時期の標本について主成分分析を行った。その分析結果から得られた第1成分と第2成分の値に基づいて描いた散布図をFig. 7に示す。第2成分までの累積寄与率は $44.9\sim 62.2\%$ とやや低かった。

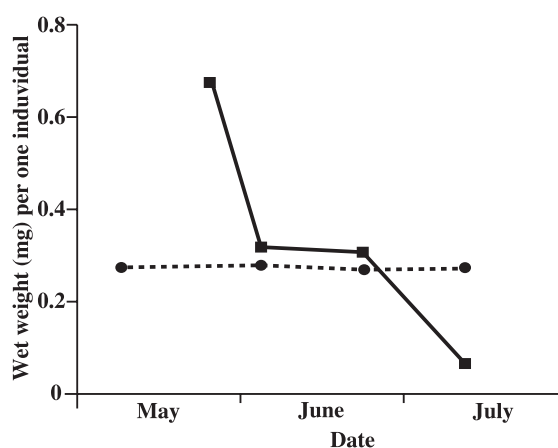


Fig. 6. Temporal changes in zooplankton wet weight (mg) per one individual in the coastal waters off Shibetsu, 2001 (solid line) and 2002 (dotted line).

しかし、両年の標本の分布範囲の重なりは、2001年の標本数が少なかった6月上旬にやや重複したものの、両年の標本群間ではいずれの時期でも明瞭に分離していた。

動物プランクトン群集の時期的変動 2001年と2002年で5%以上を占めた分類群は延べ25分類群で、その中で両年とも出現した分類群は19分類群であった(Figs. 8, 9)。2001年5月23-24日にはHydoroza, *Sagitta* 卵, *Acartia longiremis*, *A. tumida*, カニ幼生, *Fritillaria* sp.が高い割合を占めた。これらの分類群の中で、*Sagitta* 卵の組成割合が高かった層は距岸によって異なり、5%以上を占めたのは、岸側の定点では上層で、距岸8 kmの定点では3 m以深に限られた(Fig. 8)。*A. longiremis*の割合は1 m以浅の層で高く、特に、岸側の定点で高かった。また、*A. tumida*が沖側の3 m以深層に出現し、底棲性のハルバクチ目は岸側の定点の最下層で5%以上を占めた。6月6-7日には*Sagitta*卵が全定点のほとんどの層で卓越した。*A. longiremis*は距岸0.25 kmの定点では24-62%と*Sagitta*卵に次いで多かったが、沖側の定点では最も高い層でも9%に過ぎなかった。6月27-28日には、距岸1 km以内の定点では、Hydoroza, *A. longiremis*, *Fritillaria* sp., カニ幼生など多様な分類群が優占したのに対し、距岸8 kmではそのほとんどが冷水性の*Pseudocalanus* spp.によって占められ、5 m層にはわずかながら*Neocalanus* spp.が出現した。7月18-19日には岸寄りの定点では*Fritillaria* sp., *A. longiremis*が優占したが、距岸1 kmでは表層部で魚卵が、1-10 m層では*Fritillaria* sp.と*A. longiremis*が優占した。さらに沖側の距岸8 kmの定点では暖水性の*Evadne nordmanni*が10 m以浅で優占した。

2002年には、5月8-9日に*Pseudocalanus* spp.が33%を占めて優占し、次いで底棲性のハルバクチ目カイアシ

類および端脚類がそれぞれ13%を占めた(Fig. 9). 6月5-6日には冷水性のカイアシ類である*Pseudocalanus* spp.および*A. longiremis*がそれぞれ51%と43%を占めた. 6月26-27日になると*Pseudocalanus* spp.および*A. longiremis*の割合が減少し, 暖水性の枝角目の*E. nordmanni*および*Podon leuckarti*がそれぞれ42.5%と9.5%を占めた. 7月18日には*Pseudocalanus* spp.はほとんどみられず*A. longiremis*が48%を占め卓越した. また, 暖水性の*E. nordmanni*と*P. leuckarti*では, *E. nordmanni*が最大で21%を占めたのに対し, *P. leuckarti*はわずかに4%を越えたに過ぎなかった.

主要動物プランクトン3分類群の鉛直分布の時期的変動 標津沿岸域では春から初夏にかけて冷水性の*Pseudocalanus* spp., および*A. longiremis*, 暖水性の*E. nordmanni* (Brodsikii 1950; 平川 1984) の3分類群が主要な動物プランクトン分類群として出現し, 時期の推移とともに遷移する. この3分類群の時期的な鉛直分布の変動をFigs. 10, 11に示した. *A. longiremis*は, 2001年には5月下旬から6月上旬の間に, 距岸250 m以内の水域で100-2,800 inds/m³の高い分布域を形成した. 6月下旬にも分布密度は低くなるものの, 距岸2 kmと4 kmの定点で300-400 inds/m³

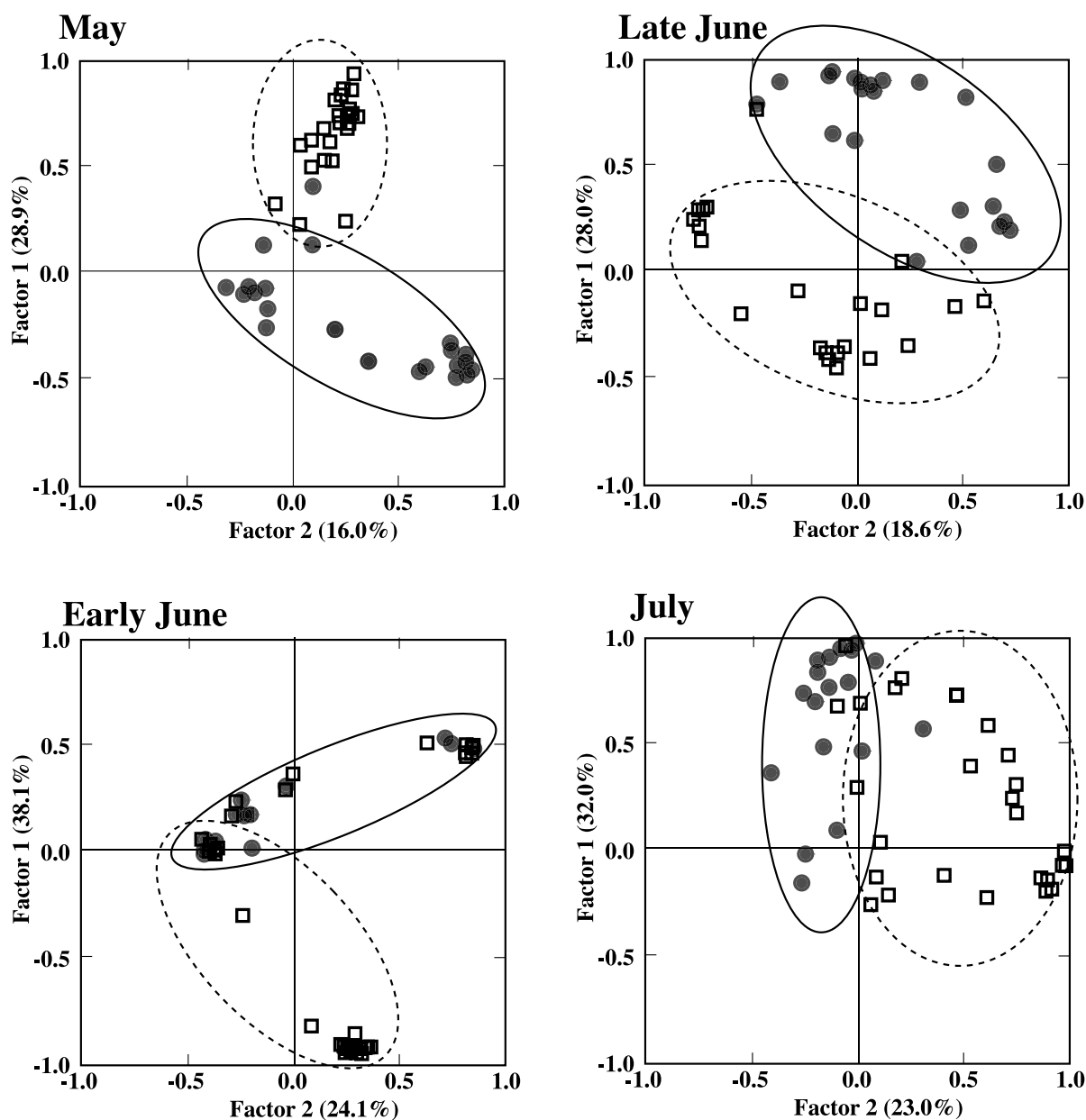


Fig. 7. Relationships between the first component score and the second component score determined by principal component analysis for zooplankton samples to collect in the same period from May to mid July, 2001 (circle) and 2002 (square).

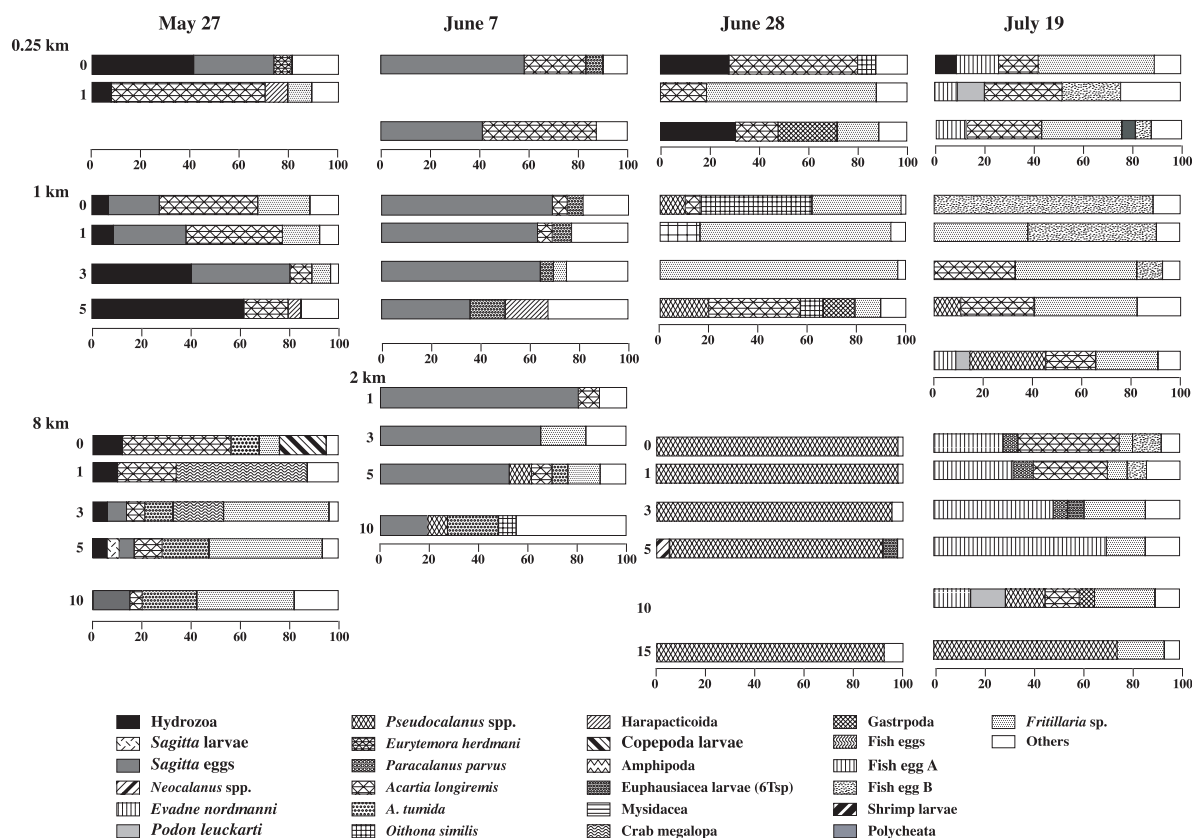


Fig. 8. Composition of zooplankton items along the survey line in the coastal waters off Shibetsu sampled at 2-6 different layers from 27 May to 19 July in 2001.

の分布域がみられ、7月上旬には距岸4 kmに再び1,700 inds/m³の高密度分布域が形成された。2002年にも2001年ほどの高い分布密度でなかったものの、6月上旬と7月中旬に1,000-1,300 inds/m³の高密度分布域がみられた。これらの高分布域がみられた水深は、そのほとんどが採集時の最深層であった。一方、同じ冷水性の*Pseudocalanus* spp.は、2001年には6月下旬に距岸4 kmより沖側の3 m層で浅と10 m以深に6,000 inds/m³以上の高い分布域がみられ、7月中旬にも4 kmより沖側の15 m層に2,600 inds/m³以上の分布がみられた。2002年には、調査期間を通じ2001年よりも分布密度は低かったものの、高分布密度域は距岸4 kmより沖側に形成され、その水深は5月上旬と6月上旬には10 m層に、7月中旬には15 m層に形成され、主な分布水深は*A. longiremis*同様に下層部にあった。すなわち、標津沿岸域で春から初夏にかけてみられる冷水性の主要な動物プランクトンである*Pseudocalanus* spp.と*A. longiremis*の水平的な分布域は異なり、*A. longiremis*は岸側に、*Pseudocalanus* spp.は沖側に分布した。

暖水性の*E. nordmanni*は、水温が低い6月上旬まではほとんどみられず、6月下旬以降に出現した。この種の分布時期とその密度は2001年と2002年では異な

り、2001年には7月中旬にのみ分布した。その分布は、距岸2 kmより沖側に限られ、*Pseudocalanus* spp.と*A. longiremis*の分布域を分断する形で分布し、距岸4 kmの5 m層では1,800 inds/m³の高い値を示した。これに対し、2002年には6月下旬には最大で400 inds/m³を超え、7月中旬には分布密度が50 inds/m³と低下したものの、いずれの時期にも広い水域に分布した。

考 察

標津沿岸水域で2001年と2002年の同一時期に採集した標本中の主要な分類群について行った主成分分析で、両年の標本が容易に分離されたことから、同一時期の動物プランクトン組成が異なっていたことが判る。北海道沿岸の動物プランクトンの組成は、優占種が春から初夏の間で冷水性から暖水性に変遷し、その時期は海域によって異なり、その変遷に伴って優占する種類は、太平洋岸の広尾沿岸では*Pseudocalanus* spp.から*Fritillaria* sp.に変わるのに対し(関・清水 1997)、日本海の石狩湾では*Pseudocalanus* spp.から*Evadne nordmanni*へと変遷する(関ら 1982)。標津沿岸の動物プランクトン群集も冷水性から暖水性への変遷し、その優占種は石狩

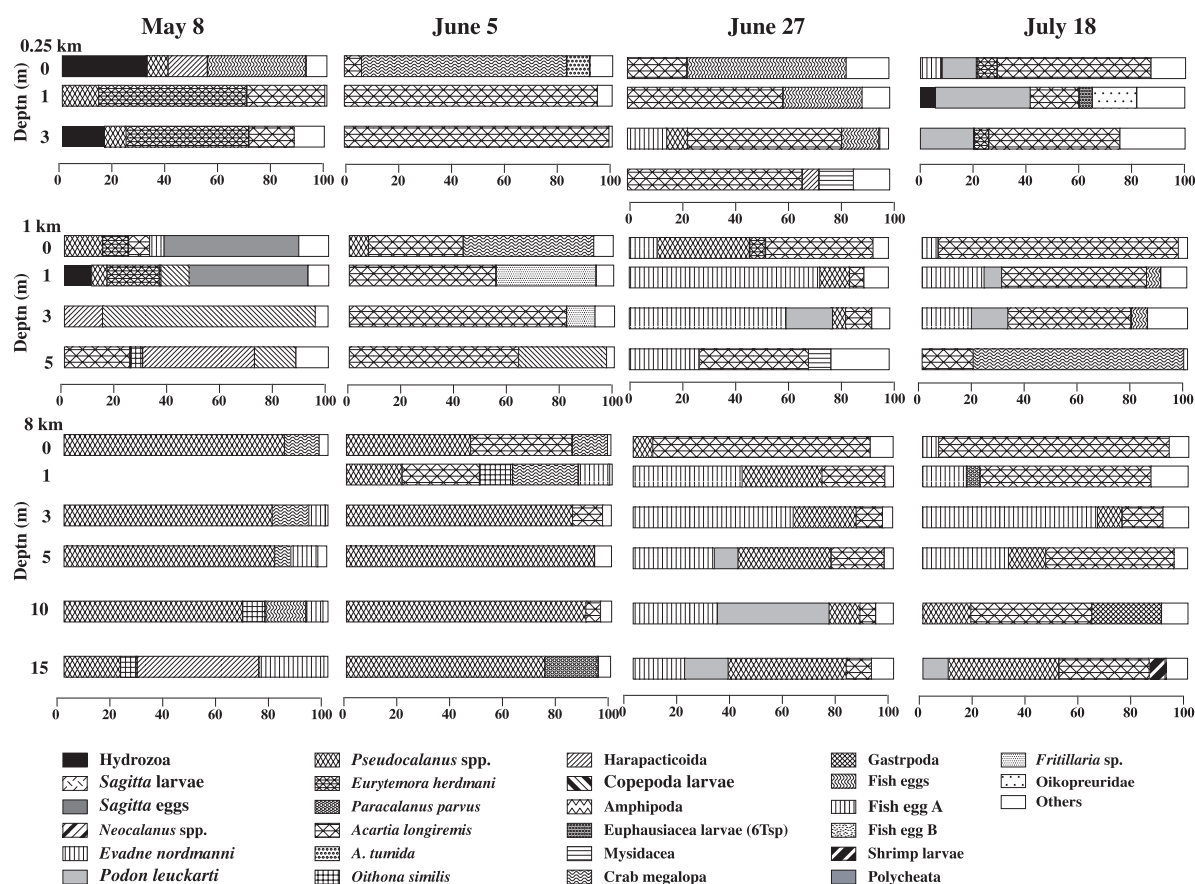


Fig. 9. Composition of zooplankton items along the survey line in the coastal waters off Shibetsu sampled at 3-6 different layers from 8 May to 19 July in 2002.

湾同様に *Pseudocalanus* spp. から *E. nordmanni* に変わった。また、その変遷する時期には年変動がみられ、2001年には6月下旬にはまだ冷水性の *Pseudocalanus* spp. が卓越し、暖水性の *E. nordmanni* は7月になってから優占したのに対し、2002年は6月下旬には暖水性の *E. nordmanni* が最大で42%を占め卓越した。すなわち、優占種が *Pseudocalanus* spp. から *E. nordmanni* へ変化した時期は、2001年は2002年に比較して10日以上遅かった。

標津沿岸水域で春から初夏にかけてみられる動物プランクトン分類群で、冷水性を代表する分類群は *Pseudocalanus* spp. と *A. longiremis* であるが、*Pseudocalanus* spp. は沖側に *A. longiremis* は岸側に分布し、その分布水域は明らかに異なった。また、暖水性種の *E. nordmanni* と *Podon leuckarti* でも同じような関係がみられた。広尾沿岸でも *A. longiremis* と *A. tumida* の間で同様な分布がみられることから(関・清水 1997)、多くの動物プランクトンは互いに分布水域の重複を避けているように見える。しかし、*Pseudocalanus* spp. と *A. longiremis* を鉛直的分布からみれば、両者は主に下層に分布していることから類似した特性を持っていると言える。

2001年には、6月27日と7月19日に高い動物プラン

クトン個体数が維持された。6月27日にはこれらのほとんどは *Pseudocalanus* spp. によって構成され、距岸8 kmの定点の5 m層では冷水性の *Neocalanus* spp. (*N. plumchrus* と *N. fermingeri*) が7%を占めた。この定点の水深は18 mと浅く、下層部の水温が7℃台に上昇していたにもかかわらず冷水性の *Neocalanus* spp. が分布していたことから、これらの動物プランクトンは、低水温層に分布していたものが起源となっていると推察される。標津沿岸より北側の羅臼沿岸域は水深が深く、深層部には *Neocalanus* spp. が高い割合で分布していることから、標津沿岸の沖側の下層部に分布した冷水性種を主体とする動物プランクトンは、この海域から海底に沿うように移動した可能性が考えられる。7月中旬になると、*Pseudocalanus* spp. が高い割合を維持したのは最下層部だけで、多くの採集層では *E. nordmanni*、*A. longiremis* と魚卵が卓越した。特に、暖水性である枝角類の *E. nordmanni* が上中層に多かったことから、上層を暖水が覆い、下層には6月下旬から継続して冷水性の *Pseudocalanus* spp. が残留していたと考えられる。

湿重量と個体数から求めた動物プランクトン1個

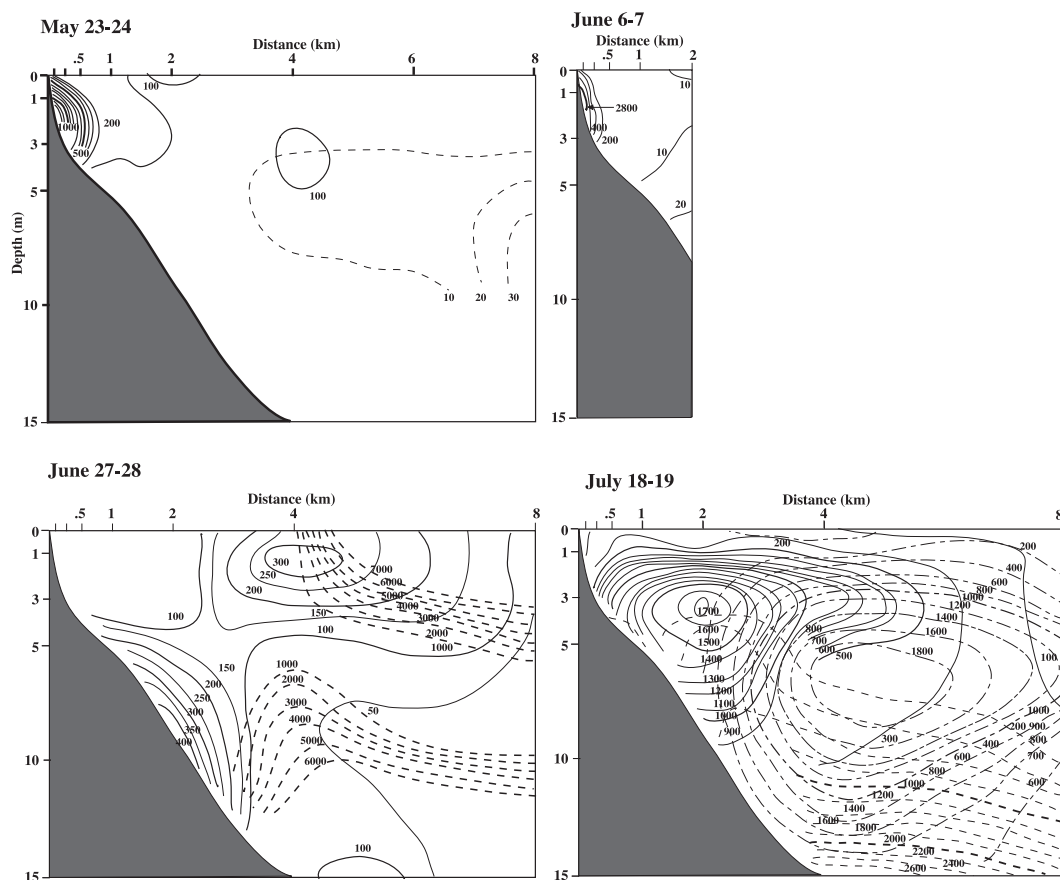


Fig. 10. Vertical distribution of three dominant zooplankton items of *Acartia longiremis* (solid line), *Pseudocalanus* spp. (dotted line) and *Evadne nordmanni* (dash-dotted line) along the survey line in the coastal waters off Shibetsu from 23 May to 19 July, 2001.

体当たりの重量は、2001年には時期によって大きく変動し、5月下旬には0.6 mgを超えが、7月中旬には0.06 mgと6月下旬の20%程度まで低下した。このような重量の変動は優占した種の変遷によるもので、5月にはHydorozaの割合が高かったため高い値となり、*Pseudocalanus* spp. と *A. longiremis* が主体となった6月には0.3 mgまで低下し、小型の *E. nordmanni* と *Fritillaria* sp. が高い割合を占めた7月にはさらに著しい減少がみられた。これに対して、2002年には1個体当たりの重量は0.28 mg前後で推移した。この理由として、2002年の6月下旬以降には *E. nordmanni* や *P. leuckarti* の割合が高くなり優占種となったものの、*Pseudocalanus* spp. や *A. longiremis* の減少割合がそれほど著しくなかったためと考えられる。

2001年と2002年の動物プランクトンについての主成分分析の結果からも、同時期の組成が両年で異なっていることは明らかであるが、動物プランクトンの湿重量は2001年の6月下旬までは2002年よりも高い値を示し、特に6月下旬には1,318 mg/m³と2年間を通じて最も高く、その時には個体数も4,194 inds/m³と極めて高い値であった。また、この期間内の動物プ

ランクトン1個体当たりの重量も2001年の方が2002年よりも高い値であった。当海域の1998年から2002年までの5年間で、ノルパックネットで採集した動物プランクトンの湿重量と個体数は、2001年には最大で2,000 mg/m³を超えたのに対し、2002年を含むそれ以外の年は650 mg/m³以下で、それらの値は近似していたことから（関 2004）、2001年は通常年に比較して、根室海峡沿岸域の動物プランクトン現存量が極めて高かったことが判る。また、同時に行った羅臼沿岸での動物プランクトン湿重量でも2001年が卓越していたことから（関 未発表）、2001年は標津沿岸ばかりでなく、根室海峡沿岸域全体で動物プランクトン量が多かったと推察される。2001年と2002年の調査期間を通じ、出現割合が5%以上を占めた分類群は、延べ25分類群で、そのうち76%に当たる19分類群が共通して出現した。2001年の6月下旬の高い現存量を持った時期に優占したのは *Pseudocalanus* spp. で、この分類群は2002年にも高い組成割合を示し、この海域では普遍的な分類群となっている。すなわち、2001年の高い動物プランクトン現存量は、例年に比較して冷水性動物プランクトンが遅くまで分布

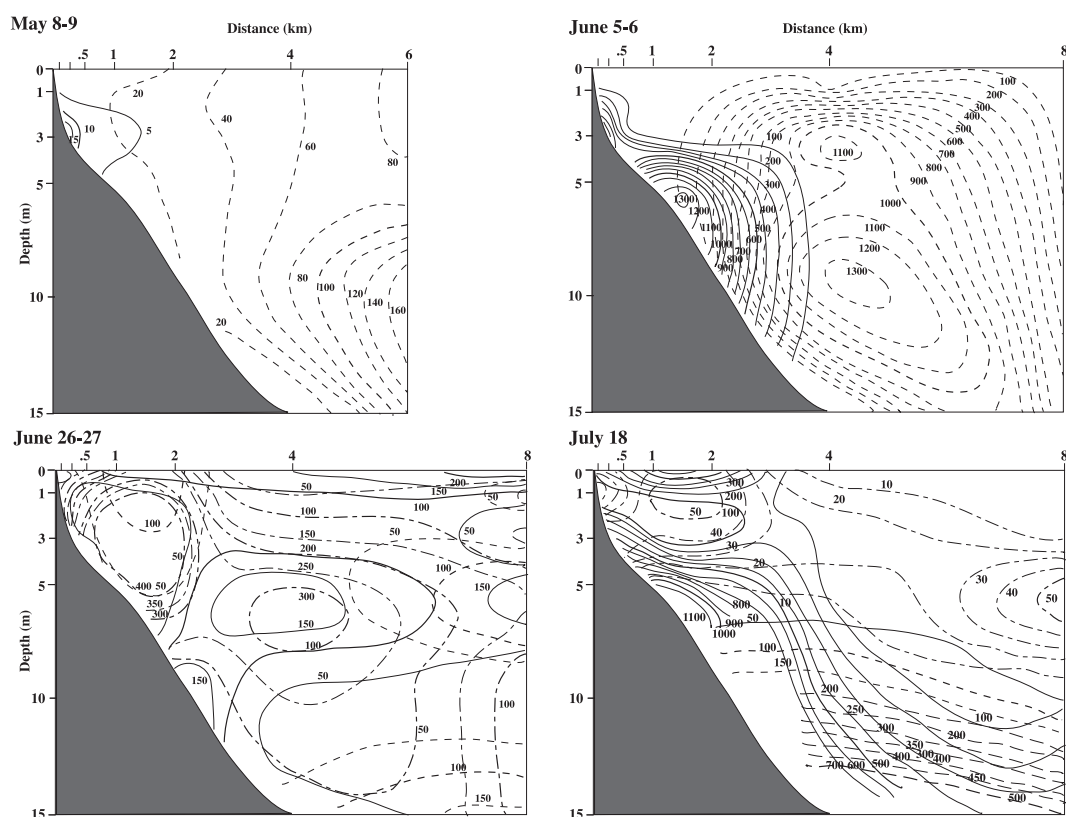


Fig. 11. Vertical distribution of three dominant zooplankton items of *Acartia longiremis* (solid line), *Pseudocalanus* spp. (dotted line) and *Evdane nordmanii* (dash-dotted line) along the survey line in the coastal waters off Shibetsu from May 8 to July 18, 2002.

し、その現存量が多かったことによると考えられる。

関（2005）は深層に分布する動物プランクトンが湧昇などによって上層部に供給され、サケ幼稚魚のような表層域を主な生息域とする（入江 1990; Moulton 1997）魚種に対する餌生物量の推定には、深層にストックされている動物プランクトンが表層域まで運搬されるメカニズムを明らかにする必要があることを指摘している。標津沿岸の動物プランクトンの鉛直的な分布量は下層に多く（関 2004）、水深が浅いため、動物プランクトンは湧昇の発生によって容易に下層から上層に運搬されるであろう。笠原（1985）は、根室海峡の標津沿岸に隣接する羅臼と野付、別海沿岸域に分布するサケ稚魚の主要な餌は、小魚、昆虫類と甲殻類で、動物プランクトン組成は *A. longiremis* と *Pseudocalanus* が主要な割合を占めたことを報告している。前述のように、2001年に根室海峡では動物プランクトン量が *Pseudocalanus* spp. の高い現存量によって特異的に多くなった。この分類群は標津沿岸に広く分布し、サケ幼稚魚の餌として高い割合で利用されていることから（関ら 未発表）、このような現象は、サケ幼稚魚の沿岸域での生残に有利に働くことは容易に推測できる。従って、その発生の原因と頻度を明らかにすることは、

海洋生活初期のサケ幼稚魚の餌環境を考える上で極めて重要な課題である。また、2001年の春季に根室海峡沿岸域に分布した2000年級群サケの回帰資源解析によって、このような現象がサケ幼稚魚の生残に与えた影響を明らかにできると考えられる。

謝 辞

調査に当たり、根室漁業協同組合には調査船"はくちょう"の運行でお世話になった。また調査時には千石修船長はじめ乗組員の皆様にお世話になった。海上での調査作業と資料収集に際しては、さけ・ます資源管理センター根室支所の職員の皆様に協力いただいた。記してお礼申し上げる。

引用文献

- Brodschii, K. A. 1950. Calanoida of the Far Eastern Seas and Polar Basin of the USSR. Nauka, Leningrad, pp. 440 (Israel Program for Scientific translation, Jerusalem, 1967).
- 平川和正. 1984. 噴火湾における浮游性橈脚類の季節分布並びに *Calanus pacificus*, *Calanus plumchrus* お

- よび*Eucalanus bungii bungii*の生活史に関する研究. 日本海洋生物研究所, 東京. 48 p.
- 入江隆彦. 1990. 海洋生活初期のサケ稚魚の回遊に関する生態学的研究, 西水研報, 68: 1-142.
- 笠原恵介. 1985. 根室海峡沿岸域の1984年春におけるサケ稚魚の生態および環境調査. さけ・ます研報, 39: 91-111.
- Moulton, L. L. 1997. Early marine residence, growth, and feeding by juvenile salmon in northern Cook Inlet, Alaska. Alaska Fish. Res. Bull., 4: 154-177.
- 関 二郎. 2004. 根室海峡沿岸における動物プランクトンの変動とサケ幼稚魚の分布. さけ・ます資源管理センターニュース, 12: 1-6.
- 関 二郎. 2005. 北海道太平洋沿岸におけるサケ幼稚魚の摂餌特性と餌料環境に関する研究. さけ・ます資源管理センター研報, 7: 1-104.
- 関 二郎・眞山 紘・清水幾太郎・大熊一正・野村哲一. 1982. 石狩湾におけるサケ稚魚の食性と餌料生物の消長について. サケ別枠1981年「河川型研究レポート」, 北水研, 釧路. pp. 129-144.
- 関 二郎・清水幾太郎. 1997. 北海道広尾沿岸における春-夏季の動物プランクトン群集の分布性状. 日本プランクトン学会報, 44: 1-30.
- 上野康弘・永田光博・河村 博・鈴木研一・眞山 紘・関 二郎・浦和茂彦・有吉智宏・中村紀章. 1998. 秋季にオホーツク海に分布するシロザケ幼魚の起源及びその回遊経路. 平成8年度開洋丸第3次航海調査報告書. さけます調査報告書, 46: 64-92.
- 浦和茂彦. 2000. 日本系サケの回遊経路と今後の研究課題. さけ・ます資源管理センターニュース, 5: 3-9.
- Urawa, S. Y. Ueno, Y. Ishida, L. W. Seeb, P. A. Crane, S. Abe, and N. D. Davis. 2001. A migration model of Japanese chum salmon during early ocean life. NPAFC Tech. Rep., 2: 1-2.
- 根室海峡標津沿岸域における春季の動物プランクトンの鉛直分布**
- 関 二郎・斎藤寿彦・清水幾太郎
- 北海道東部の根室海峡に面した標津沿岸域で, 2001年と2002年の2年間5月から7月までの4ヶ月間にわたり動物プランクトンの鉛直分布について調べた. 動物プランクトンの湿重量のピークは, 2001年には6月下旬に, 2002年は7月中旬に形成された. 動物プランクトン湿重量は, 2001年には2002年の2-16倍と多く, 個体数も2001年の方が高い値を示した. 優占した動物プランクトンは6月下旬までは冷水性の*Acartia longiremis* と*Pseudocalanus* spp.であったが, 6月下旬以降は暖水性の*Evadne nordmanni*と*Fritillaria* spp.に変わった. 優占した*A. longiremis*, *Pseudocalanus*および*E. nordmanni*は水平的にも垂直的にも異なった分布パターンを示した.