

稚仔魚の摂餌に関する東京湾熱塩フロントにおける意義

Tim Dempster

はじめに

汽水域や沿岸水域は動物プランクトンや稚仔魚が集積するところとして知られている(Grimes and Finucane, 1991; Govoni and Grimes, 1992)。稚仔魚の集積は、フロント域での流体力学的収斂により受動的に、または高い餌生物密度水域への少し成長した稚魚による二次的なパターン形成により能動的に起こるのかもしれない(Owen, 1981; Grimes and Finucane, 1990; Sabates, 1990)。フロント水域において動物プランクトンのより多い個体数はそれに伴って集まる稚仔魚の摂餌を高める条件になるかもしれない(Govoni *et al.*, 1989)。Rissik and Suthers(1996)は温帯オーストラリア東岸のブルームとそれに関連したフロントについて調べ、ブルームフロントの栄養学的意義は種間で様々であると結論している。ブルームまたはフロントの持つ摂餌に関する意義は、稚仔魚群集には適用されていない。似たような結果はミシシッピブルームフロントでも報告されているが、汽水域または外洋域における稚魚に対する栄養学的利点は何も明らかにしていない(Govoni and Chester, 1990)。それに対して、ニシン亜科の稚仔魚(*Sprattus sprattus*)の成長率は、成層水塊に比べて潮汐フロントでは有意に高くなることが知られている(Munk, 1993)。

冬季の東京湾では湾口部に向かって、低温で濁った湾内水と温暖で透明な沿岸水との間に熱塩フロントが形成される。1月にはフロントの前後で4℃の水温差が生じる(岩槻・中田, 1995)。これまでの東京湾のフロントに関する研究から、稚仔魚とその餌生物の両方がフロント水域に集まることが明らかにされている(岩槻・中田, 1995)。橈脚類がフロント水域または沖合水域で最も高い密度を示す一方で、稚仔魚は常に沿岸水域またはフロント水域で最も多く見られる。

本研究では、東京湾熱塩フロントの稚仔魚に対する栄養学的意義を明らかにすることを目的とし、そのアプローチとしてフロント水域およびその前後におけるアイナメ仔魚における摂餌状況および餌生物選択の有無を調査・比較した。しかし、調査当日の天候および海況の悪条件などの事情により、採集をフロント水域及びその沖合に限って行ったため当初の目的に添え

なかった。本調査は端的に言って失敗であったが、得られた結果は今後の調査の基礎的な資料の一部になるとし、ここではその結果の記載を行った。

材料と方法

調査は1997年1月30日に東京湾湾口部の2測点(図1)で行った。ネット採集を行う前に、目視とCTDにより熱塩フロントの位置を判断した。各測点で丸稚ネット(口径1.3 m、目合い0.33 mm)を15分間および北原ネット(口径45 cm、目合い0.93 mm)を5分間、それぞれ曳網した。ネットには濾水計を取り付けた。プランクトン採集を行っている間に水温・塩分をCTDで測定した。ネット採集を行った測点

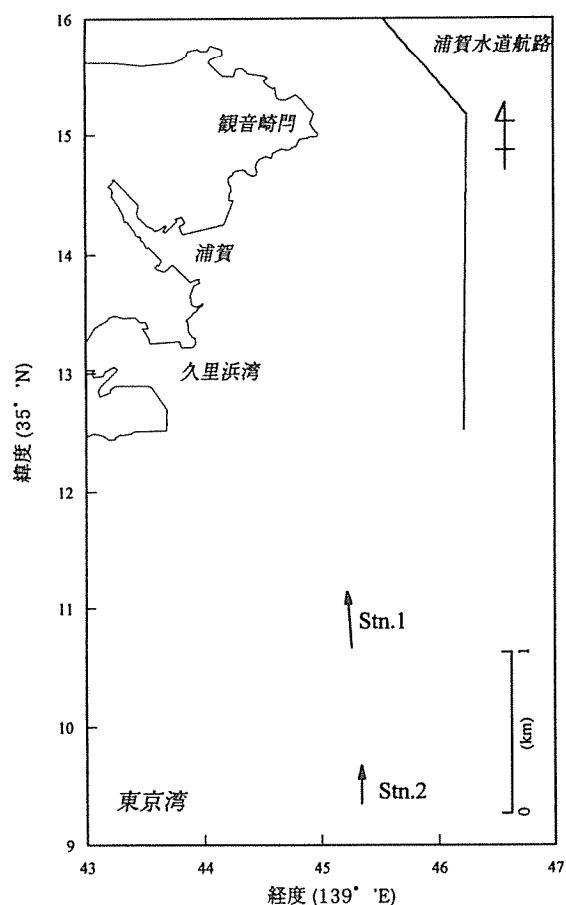


図1 調査地点

は下図に示した。採集した全ての動物プランクトンサンプルは5%中性ホルマリンで固定した。

動物プランクトンの種と個体数は丸稚ネットおよび北原ネットで採集したサンプルの分析結果から換算した。丸稚ネットで採集した稚魚はソーティングを行いきるだけ下位の分類群まで同定した。事前に標準体長と成長段階(脊索屈曲前・屈曲中・屈曲後)を測定した後、解剖顕微鏡を用いて解剖針で消化管を解剖した。解剖時に充満度指数(GFI)を見定め、その後胃内容物を慎重に取り出した。GFIはRisski and Suthers(1996)が記載したもので以下に従って用いた: ①空胃、②わずかに消化管内容物がみとめられる、③内容物は胃の半分以下、④胃の半分以上、⑤胃の膨張がみとめられる。卵黄の有無も調べ、あればマイクロメーターを用いて大

きさを測定した。その後、胃内容物の計数を行い光学顕微鏡を用いて下位の分類群まで同定した。

結果

St.1 および St.2 で丸稚ネットと北原ネットで採集した動物プランクトンの個体数を表1に示した。丸稚ネットでは、*Paracalanus parvus* の個体数は両測点で類似していたが、*Euphausia similis*、アイナメ属、およびスズキ属卵の個体数は沖合サンプル(St.2)よりフロントサンプル(St.1)の方が多かった(図2)。北原ネットサンプルでは、橈脚類ノープリウス期幼生、オイソナ属コペポダイト期幼生、および *Paracalanus parvus* の採集個体数はフロントと沖合の両方で類似していた(表1、図2)。

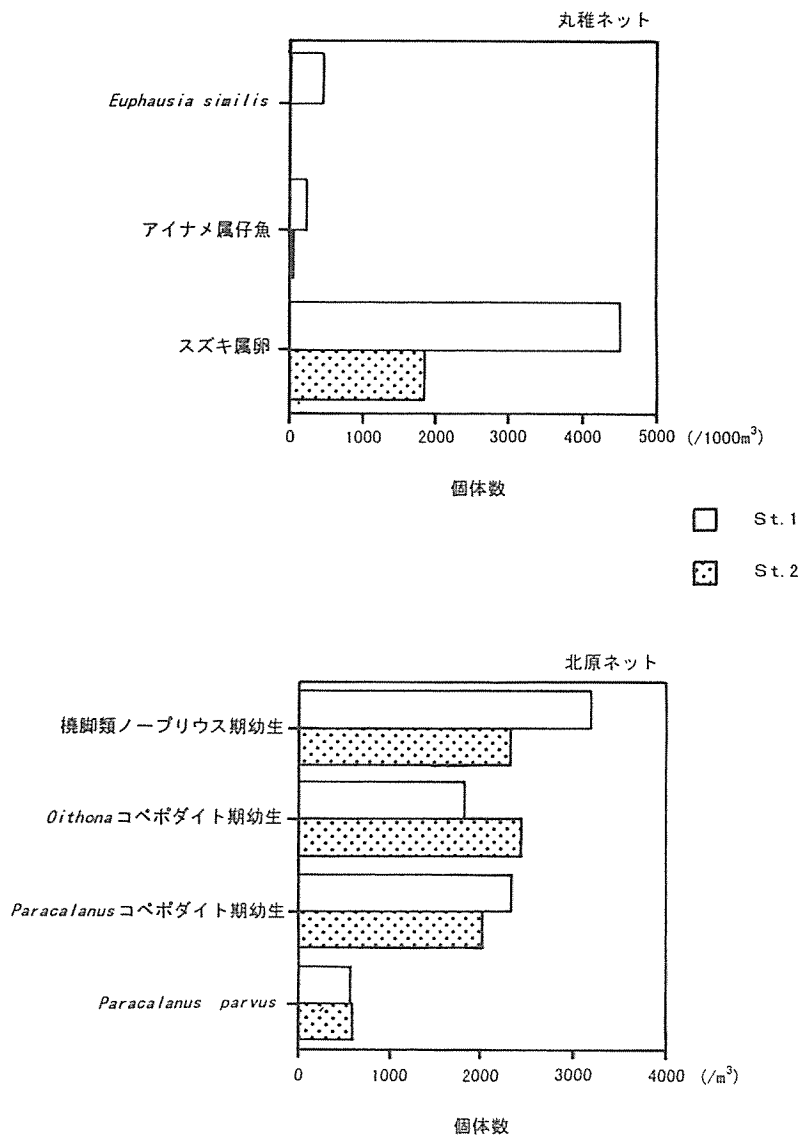


図2 優占種出現状況

図3は St.1 と St.2 で採集されたアイナメ属の GFI の平均値を示している。両測点とも胃内容物は半分よりかなり多く、GFI は St.2 での採集個体の方が St.1 でのそれよりわずかに高かった。

図4-1は St.1 と St.2 で採集されたアイナメ属の体長の各階級における GFI の平均値を示している。St.1 では GFI の平均値は体長 8.0-8.9, 10 mm 以上の大きい階級で GFI は 4 以上であったのに比べて、6.0-6.9, 7.0-7.9, 9.0-9.9 mm の小さい階級では GFI は 3 以下と低かった。St.2 については、主に体長の小さい階級の個体数が少なかったことから比較するのは困難であった。

図4-2は、平均摂餌個体数をアイナメ属の体長の各階級別に示している。両測点において、餌生物の個体数は体長の階級が増すにつれて増加している。

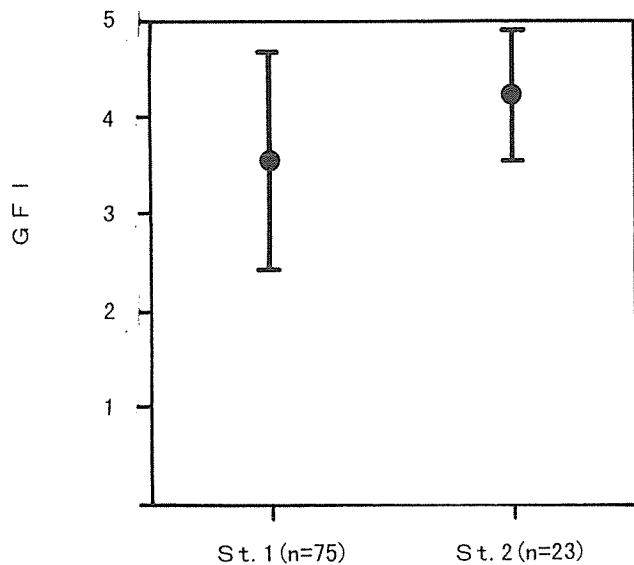


図3 測点別アイナメ属のGFI
平均値と標準偏差

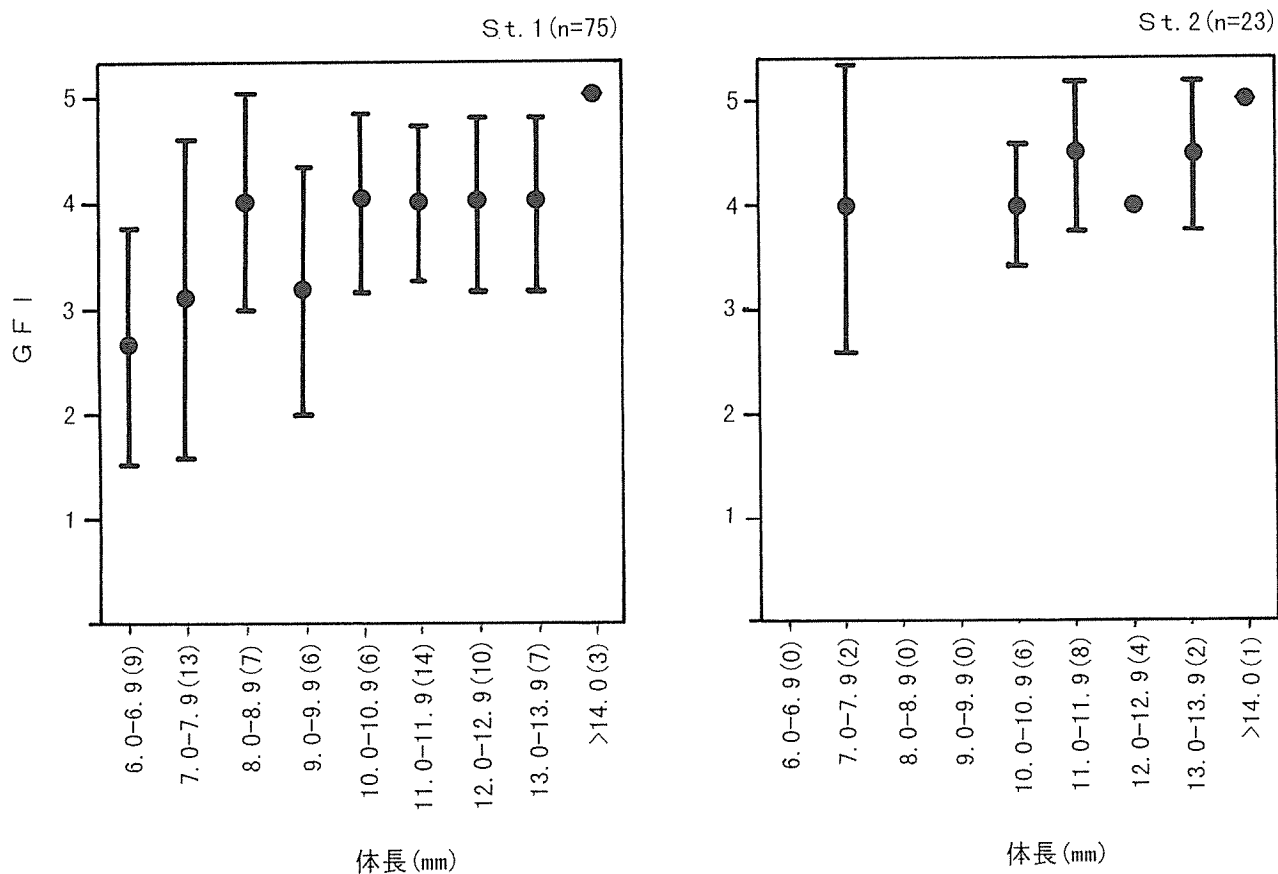


図4-1 体長別アイナメ属のGFI, 平均値と標準偏差 () 内は個体数

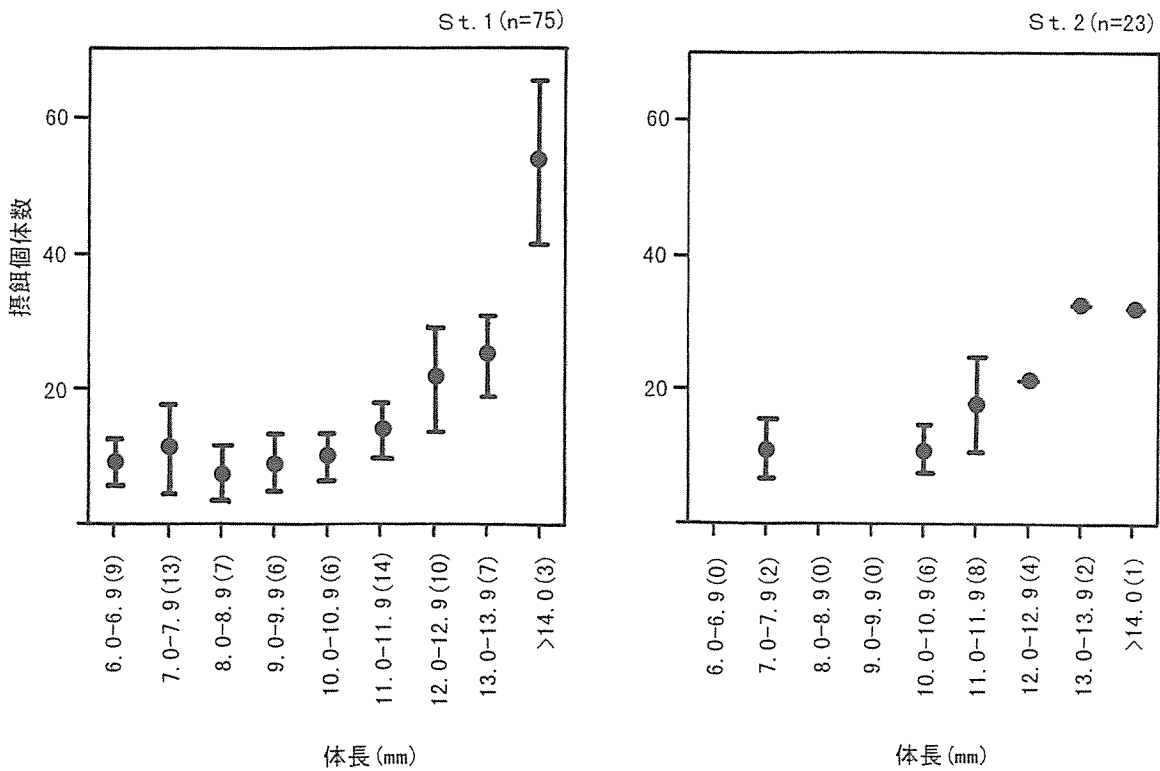


図4-2 アイナメ属の摂餌個体数, 平均値と標準偏差 ()内は個体数

図5は、餌生物のうちの橈脚類主要4分類群を、ネット採集サンプルおよび胃内容物にみられた全ての橈脚類の個体数に対する比(%)として示している。4分類群の出現状況は、ネットサンプルでは両測点で類似しており、橈脚類ノープリウス期幼生、*Oithona* および *Paracalanus*

コペポダイト期幼生の出現率は *Paracalanus parvus* よりもかなり高かった(北原ネット)。しかし胃内容物での出現率では *Paracalanus parvus* は両測点でそれぞれ最高であり、それに比べて橈脚類の他の分類群は低かった(胃内容物)。

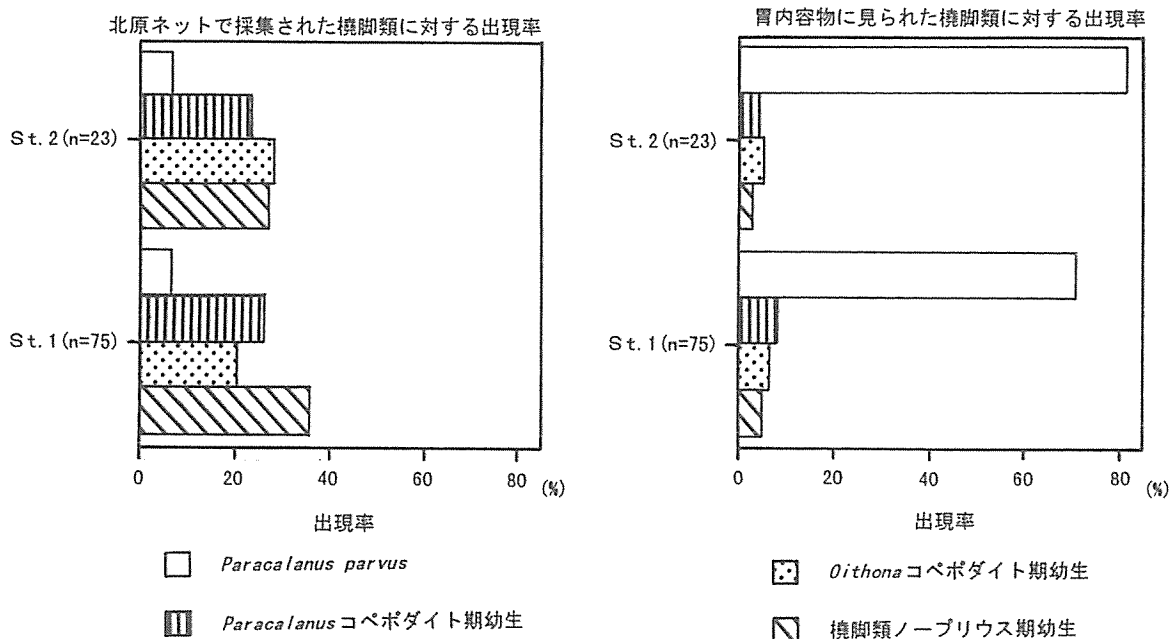


図5 餌生物橈脚類主要4分類群の出現率

図6は、St.1とSt.2における橈脚類主要4分類群の餌生物の総個体数に対する割合(%)を体長の階級別に示している。両測点とも体長の小さい階級(6.0-6.9, 7.0-7.9 mm)では*Oithona*を優占的に摂餌し、橈脚類コペポダイト期幼生も重要な餌生物であった。8.0-8.9, 9.0-9.9 mmの階級では*Paracalanus parvus*、*Paracalanus* コペ

ポダイト期幼生が最も重要な餌生物であり、*Oithona*は3番目に最も重要な餌生物であった。体長10 mm以上のアイナメ属の稚魚は、St.1における10.0-10.9 mmの階級では*Paracalanus* コペポダイト期幼生の有意な個体数の摂餌がみられたが、ほとんど*Paracalanus parvus*を摂餌していた。(Tim)

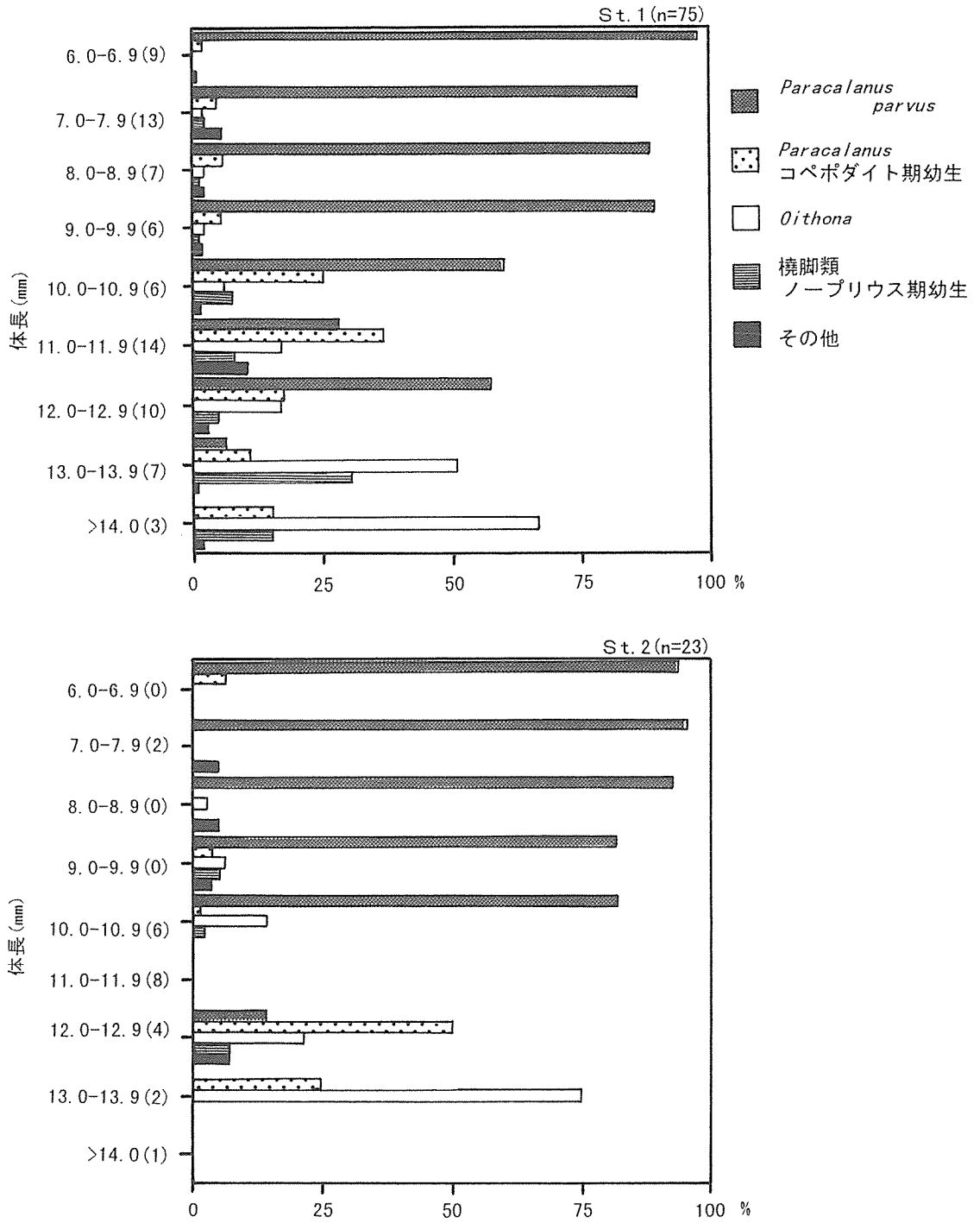


図6 アイナメ属の体長による餌生物主要4分類群の出現率 ()内は個体数

まとめ

本研究で得られた結果をまとめると以下のようである。

- ①動物プランクトンの個体数は測点間で顕著な違いは見られなかったが、仔稚魚および魚卵はフロント水域の方が明らかに多かった(表1および図2)。
- ②アイナメ仔魚における GFI の平均値はフロント水域の方が低かった(図3)。
- ③少なくともフロント水域ではアイナメ仔魚の体長が増加するのに伴って、GFI も増加する傾向が見られた(図4)。
- ④摂餌されていた橈脚類のうち主要4分類群について、出現状況をネットサンプルと胃内容物中に見られた他の橈脚類の分類群と比較したところ、ネットサンプルにおいては出現比の低かった *Paracalanus parvus* が胃内容物では突出して高かった。これは両測点でほぼ同様であった(図5)。
- ⑤アイナメ仔魚が摂餌していた橈脚類の優占種は体長の変化に伴って変化した。すなわち、体長の小さいときの優占種は *Oithona* であり、移行する時期が見られるものの体長 10mm 以上でのそれは *Paracalanus parvus* であった(図6)。

ところで、フロント水域には沖合の約3倍の仔稚魚、魚卵は約2倍が分布していた。この仔魚と魚卵の分布割合の違いは、何を意味するのだろうか。仔稚魚に遊泳力が備わっていればフロント水域へ能動的に集積する可能性もあるが、今回採集されたアイナメ仔魚は形態的にそれほど発育が進んでいるとは考えにくかった。一方、魚卵は物理的または受動的に移動すると一般に考えられる。しかし、産卵場所や拡散を考慮すると、今回のように調査測点が少ない場合、魚卵の分布の偏りをフロント水域と結びつけるのは難しいと考えられた。また、アイナメ仔魚の摂餌選択性に関して餌生物の被消化速度を考慮すること、餌生物の優占種の推移の要因を考察することも重要であると考えられた。

本調査はフロント水域とその沖合での採集に限られたが、今後仔稚魚の摂餌に関するフロントにおける意義を考察する場合、フロントとその前後における種々の生物学的(例えば、時間的指標になり得る魚卵の発生段階や遊泳力を考慮した仔稚魚の発育段階など)・物理学的または海洋学的な条件を考慮した詳細な検討が必要であると考えられた。

(師田)

引用文献

- Gamble, J. C. 1989. Predation by the Scyphomedusan *Aurelia aurelia* on herring larvae in large enclosures; effects of predator size and prey starvation. Rapp. P.-V Reun. Cons. Int. Explor. 190:366-375.
- Govoni, J. J., Chester, A. J. 1990. Diet composition of larval *Leiostomus xanthurus* in and about the Mississippi river plume. J. Plankton Res. 12:819-830.
- Govoni, J. J., Grimes, C. B. 1992. The surface accumulation of larval fishes by hydrodynamic convergence within the Mississippi river plume front. Contin. Shelf Res. 12:1265-1276.
- Grimes, C. B., Finucane, J. H. 1991. Spatial distribution and abundance of larval and juvenile fish, chlorophyll and macroplankton around the Mississippi River discharge plume, and the role of the plume in fish recruitment. Mar. Ecol. Prog. Ser. 75:109-119.
- 岩槻幸雄・中田秀昭(1995): 沿岸フロントと魚類卵稚仔. 沿岸海洋研究, 33(1):49-58.
- Iwatsuki, Y., Nakata, N. and Hirano, R. 1989. The thermohaline front in relation to fish larvae. Rapp. P.-V Reun. Cons. Int. Explor. Mer. 191:119-126.
- Jenkins, G. P. 1991. What can growth trajectory tell us about the nutritional state of fish larvae? In Hancock, D. A. (ed.) 1992, Larval Biology. Australian Society for Fish Biology Workshop, Hobart, 20 August, 1991. Bureau of Rural Resources Proceedings No.15, APGS, Canberra, p 44-48.
- May, R. C. 1974. Larval mortality in marine fishes and the critical period concept. In J. H. S. Blaxter (ed.) The early life history of fish. Springer-Verlag, New York, NY, pp3-19.
- Munk, P. 1993. Differential growth of larval sprat *Sprattus sprattus* across a tidal front in the eastern North Sea. Mar. Ecol. Prog. Ser. 99:17-27.
- Owen, R. W. 1981. Fronts and eddies in the sea: mechanisms, interactions and biological effects. In: Longhurst, A. R. (ed.) Analysis of marine ecosystems, Academic Press, London, pp197-233.
- Rissik, D. and Suthers, I. M. 1996. Feeding in a

- larval fish assemblage: the nutritional significance of an estuarine front. *Mar. Biol.* 125:233-240.
- Sabates, A. 1990. Distribution pattern of larval fish populations in the northwestern Mediterranean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 59:75-82.
- Shephard, J. G., Cushing, D. H. 1980. A mechanism for density-dependent survival of larval fish as the basis of a stock recruitment relationship. *Rapp. P.-V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer.* 39(2):160-167.
- Underwood, A. J. 1981. Techniques of Analysis of Variance in experimental marine biology and ecology. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* 19:513-605.
- Young, J. W., and Davis, T. L. O. 1990. Feeding ecology of larvae of southern bluefin, albacore and skipjack tunas (Pisces: Scombridae) in the eastern Indian Ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 61:17-20.