

新潟県北部沿岸域の水質について —1990年9月の調査から—

木暮 陽一・佐藤 善徳・広田 祐一*・長沢トシ子

(日本海区水産研究所)

1. はじめに

新潟県北部の山北町沖合いに、マダイ幼稚魚の保護育成を目的とした大型の増殖場が設置されている。マダイ稚魚の主要な餌は表在性ベントスであるアミ類およびヨコエビ類とされている。これらの餌生物の成育環境、特にその餌と考えられる堆積有機物の供給過程について検討するため調査を実施した。

本報告は三面川河川水が増殖場におよぼす影響を調べるため、1990年9月25日に日本海区水産研究所の調査船みずほ丸により増殖場周辺、およびその南部海域で実施した調査結果である。

2. 調査方法

調査海域と観測点を図1に示す。増殖場はStn.A 2付近に設置されている。各観測点でCTDによる水温、塩分測定を行い、また一番岸よりの点で採水を実施し分析試料に供した。採水深度は0, 2, 5, 10, 15, 20mの各層である。採水試料は栄養塩、植物色素、懸濁物量について次のような方法で分析した。

(1). 栄養塩

オートアナライザー(テクニコン社II型)を用いて分析。

分析項目は $(\text{NO}_2 + \text{NO}_3) - \text{N}$ (Cd-Cu法)

$\text{PO}_4 - \text{P}$ (アスコルビン酸還元法)

$\text{SiO}_2 - \text{Si}$ (アスコルビン酸還元法)

(2). 植物色素(クロロフィル, フェオ色素)

試水0.5ℓをガラス繊維濾紙(ワットマンGF/C)で濾過後、濾紙をアセトンを抽

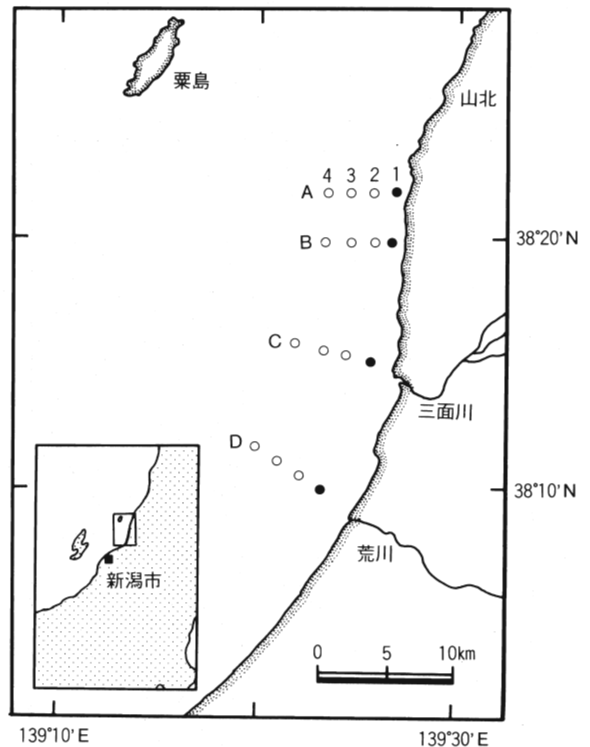


図1. 調査海域及び観測点

○CTD観測 ●CTD観測および採水

* 現南西水研高知庁舎

出溶媒としてすりつぶし、蛍光光度計（日本分光 FP-550型）で分析した。

(3). 懸濁物 (SS)

試水 1~2ℓ を重量既知のガラス繊維濾紙（ワットマン GF/C）で濾過後、3.5%炭酸アンモニウム溶液で脱塩し、常温減圧乾燥を行った後秤量した。

3. 結果および考察

(1). 塩分分布

表面の塩分分布を図2に示す。三面川河口沖のStn.C1に塩分濃度の極小がみられ、低塩分水は沖合方向よりもむしろ岸沿いに広がっている様子がうかがえる。今回の調査では河川水の強い影響下にある水は南方への広がりが大きく、増殖場付近の塩分は32.6で河川水の影響をあまり受けていない。表面塩分をみる限り三面川が調査海域に大きな影響を持っているようであるが、さらに南に位置する荒川などの寄与の程度については本調査だけでは評価できない。

4 測線（A1~A4, B1~B4, C1~C4, D1~D4）での塩分の鉛直分布を図3に示す。いずれも上層に河川水の影響を受けた水がおり、河口から北へと離れるにしたがいその厚さは薄くなっていく。水深ほぼ20mまでは河川水と海水との複雑な混合過程にあると思われる、特に測線Dではその様子がよくわかる。

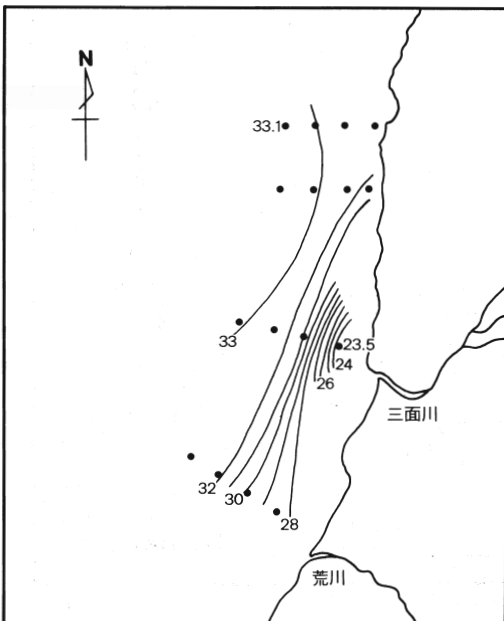


図2. 表面の塩分分布

三面川沖（測線C）の断面図では岸よりの水深7~8m付近に強い塩分躍層が認められ、また等塩分線は水深10~30mにかけて上層方向へ凸型を呈している。上層の強い流れは下層水を上層方向へ引き上げるといわれており、この作用により三面川河口付近では下層水の引き上げがおこっているものと考えられる。このような凸型の等塩分線分布は測線Dにおいても見られる。

河川水の影響をさらに詳しく検討するため岸より各点についてのT-Sダイアグラムを図4に示す。いずれの点でも水深10m以浅では河川水の影響を受けた低温低塩分水のためグラフは左上方に傾く形となっている。三面川河口で河川水の影響を強く受けたStn.C1の水が沖合水と徐々に混合してStn.D1, B1, A1の水へ変容していく様子が認められる。

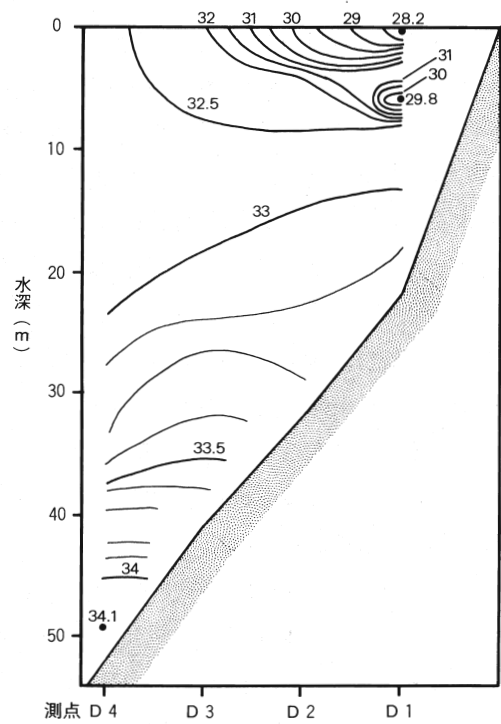
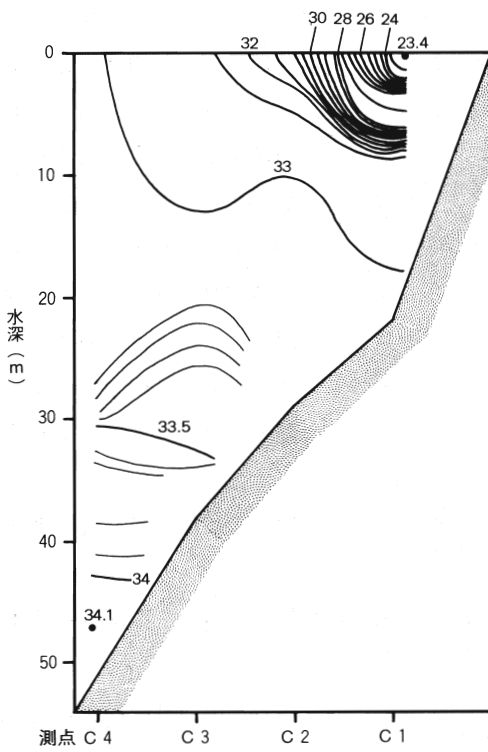
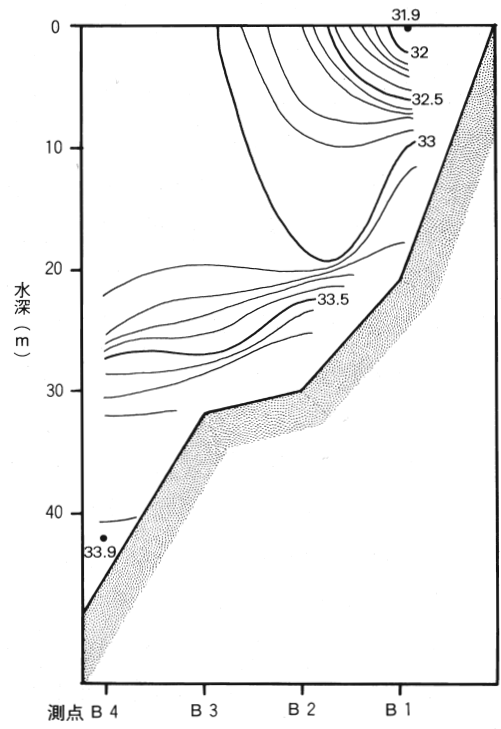
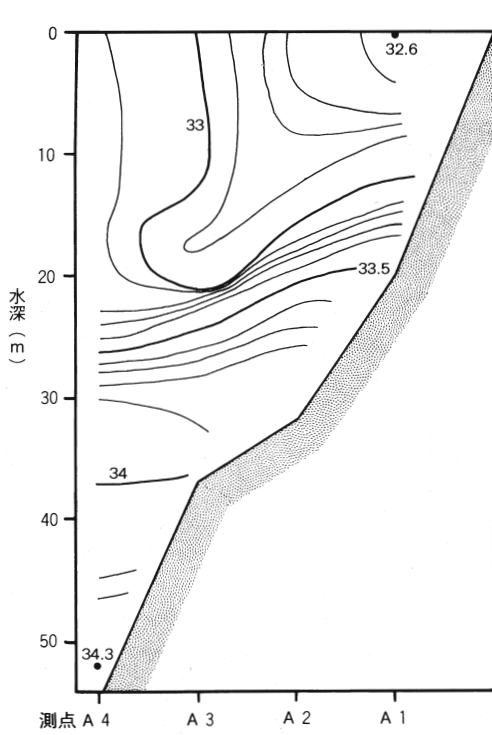


図3. 測線A, B, C, Dにおける塩分の鉛直分布

(2). 栄養塩・懸濁物の分布

最も岸よりの4観測点 (Stn. A 1, B 1, C 1, D 1) の塩分, 栄養塩, 懸濁物, 植物色素の鉛直分布を図5に示す. 塩分分布はやはり南方向に河川水の影響が強いことを示している. 懸濁物量は塩分と類似した分布であり, また栄養塩も塩分と同様な分布パターンを示すことから, 河川水が海域への懸濁物と栄養塩供給源であると認められる. ただし栄養塩の濃度は極めて低いため植物プランクトンの増殖には十分とはいいがたく, 特に PO_4-P はほとんど検出されなかった. また観測海域では底層水中においても栄養塩は微量のため, 上述のような下層水の引き上げに伴う上層への栄養塩の補給は望めない.

クロロフィル量は植物プランクトンのbiomassの指標となる. また, クロロフィルは分解してフェオ色素となるため, 両者を比較すれば植物プランクトン群集の光合成活性の程度を推測することができる. 調査結果ではクロロフィルは塩分や栄養塩と類似した分布パターンを示すのに対して, フェオ色素は三面川河口沖と北部海底付近に高い濃度を示した. 総色素量に対するクロロフィルの割合を図6に示したが, 河口沖では色素の80~90%がクロロフィルで占められており, これは植物プランクトンが活発に増殖中か増殖終了後まだ間もない姿を捉えていると考えられる. 河口沖ではクロロフィルのごく一部が変質してフェオ色素になっているに過ぎないが, 総色素量そのものの値が周辺水域に比べて高いためフェオ色素が高い値を示す. 一方, 北部海底付近においてはフェオ色素のみが高い値を示し, 植物プランクトンの生理的活性の低さが示唆される. 光合成色素及びその分解産物の分布を見る限り, 河口付近の植物プランクトンが北部海域へ流される過程で変質し, 徐々に沈降したものと考えられる. その意味で北部へ向かってのフェオ色素の増加は, 植物プランクトンそのものの遺骸や動物プランクトンにより捕食された後の糞等を示していると思われる.

以上のような栄養塩や懸濁物の分布パターンから三面川河口域の1次生産に関しては次のような2通りの可能性が考えられる.

- ①調査海域よりもさらに河口近傍の水域あるいは河川内で1次生産が起きており, 採水試料は植物プランクトンの増殖が既に終了した水である.
- ②調査海域においては栄養塩消費と分解・溶出とがカップリングしているため, 見かけ上栄養塩濃度は小さいが, 実際には活発な1次生産が起きている.

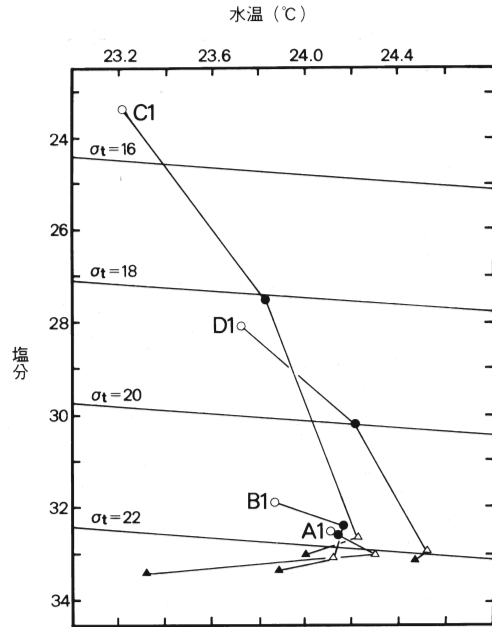


図4. Stn. A 1, B 1, C 1, D 1の T-S ダイアグラム
○表面 ● 5 m △10m ▲20m

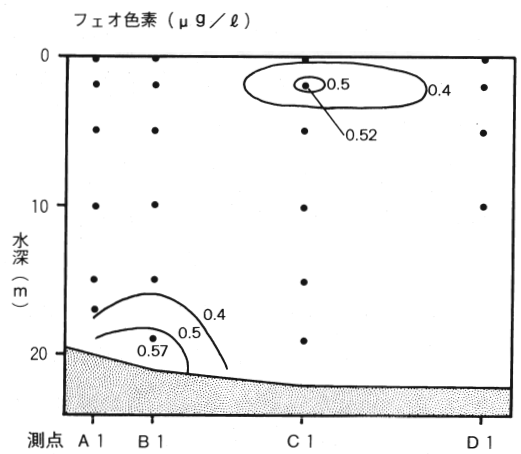
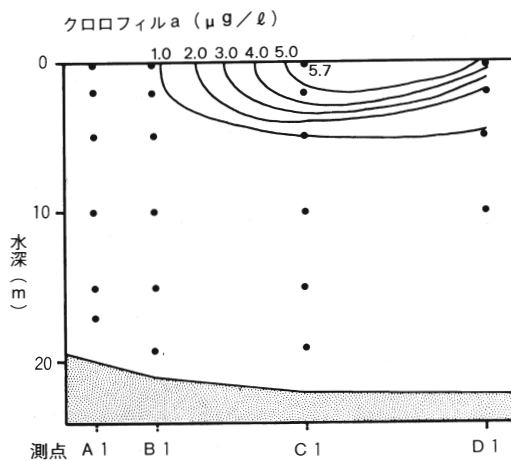
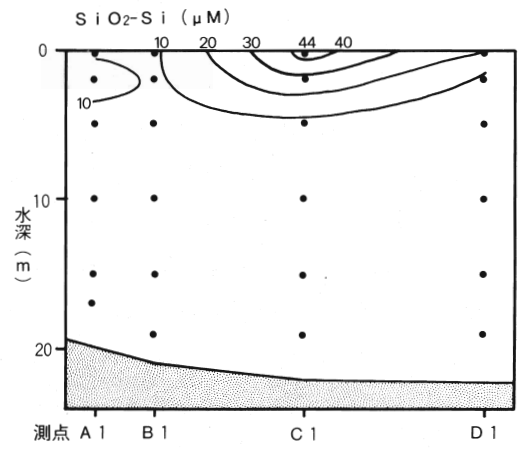
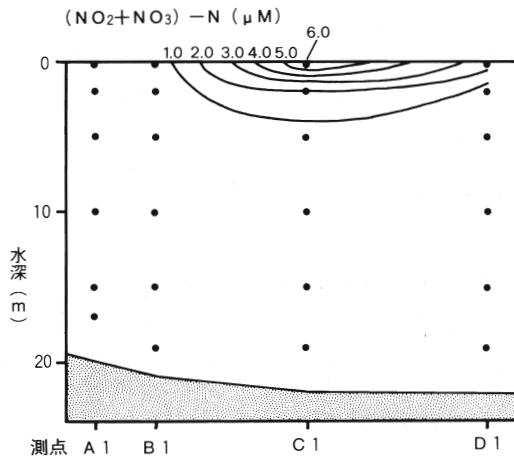
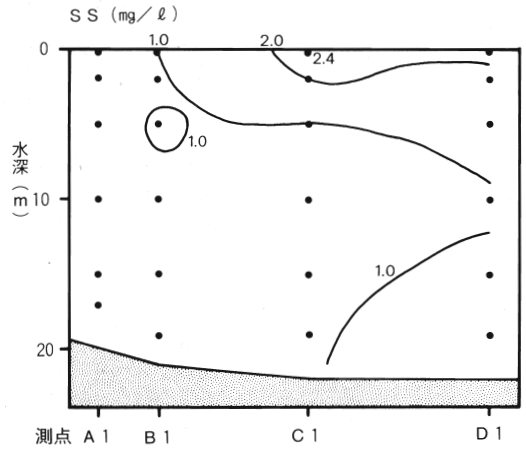
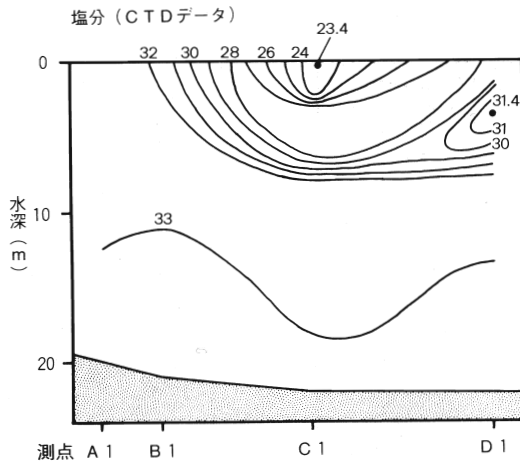


図5. Stn.A1, B1, C1, D1通過面での塩分, 懸濁物(SS), 栄養塩, 植物色素の鉛直分布

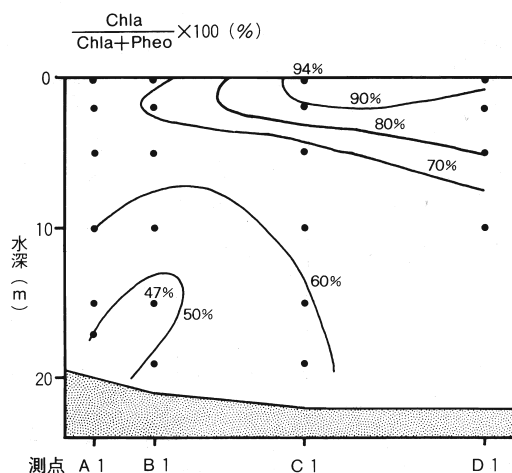


図6. Stn. A 1, B 1, C 1, D 1 通過面での (クロロフィル a + フェオ色素) に対するクロロフィル a の割合 (%)

今回の調査結果のみではどちらが妥当かは判断できない。いずれにしてもクロロフィルが多量に検出されるのは河口周辺域だけであり、調査海域で北向流が卓越することも考慮すれば、植物プランクトンを含めた有機懸濁物の供給に関して三面川は周辺海域へ大きな影響を持つと言えよう。

(3). 栄養塩の混合・希釈過程

川から供給された栄養塩は周囲の海水と徐々に混合しながらその濃度を減少させていく。しかし、栄養塩の変動はこのような物理的過程のみで説明できるものではなく、植物プランクトンによる栄養塩の吸収や、生物体分解に伴う栄養塩の溶出といった生物化学的過程が介在する。本調査では実際に同一水塊を追跡したわけではないが、流入した河川水が沖合水と希釈混合して北部海域の水が形成されたと仮定して栄養塩の挙動を検討してみた。

図7の推算値は $(NO_2 + NO_3) - N$ について三面川河口Stn. C 1 の表面水が沖合水と混合して、その北側のStn. B 1 及び A 1 の表面水が形成されたときの濃度変化を計算したものである。沖合水の値は9月23日にStn. A 4 よりさらに沖1マイルで採水したものをを用いた。推算値の計算は次のように行った。

Stn. C 1 の水 (塩分23.40) 1 と沖合水 (塩分33.06) x が混合して B 1 (塩分31.90) を形成したとすれば

$$23.40 \times 1 + 33.06 \times x = 31.90 \times (x + 1)$$

$$x = 7.33 \text{ (希釈倍率8.33倍)}$$

$NO_2 + NO_3$ の濃度は C 1 で $6.0 \mu M$ 、沖合水で $0.1 \mu M$ なので、 $(NO_2 + NO_3) - N$ 濃度に関する B 1 の推算値 P は、

$$P = (6 \times 1 + 0.1 \times 7.33) / 8.33$$

$$P = 0.81 \mu M$$

このようにして求めた推算値は海水の物理的混合希釈過程のみに基づいている。そこで観測値が推算値とは異なる値を示せば、栄養塩の消費あるいは再生が起こっている可能性が示唆されるわけである。実際には現場海域では観測値と推算値とは類似した挙動であり、大規模な1次生産活動は考えにくい。

同様に計算したクロロフィルaの希釈過程を図8に示すが、この場合も観測値と推算値は極めて類似しており、植物プランクトンの増殖に関して否定的である。

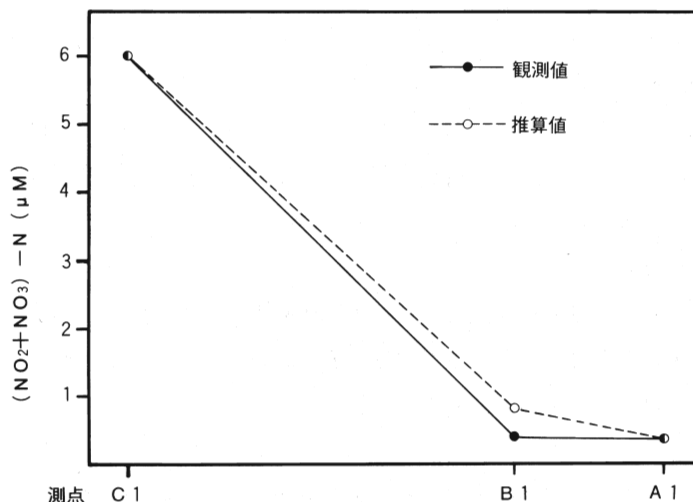


図7. (NO₂+NO₃)-Nの観測値と推算値との比較
横軸は相対距離

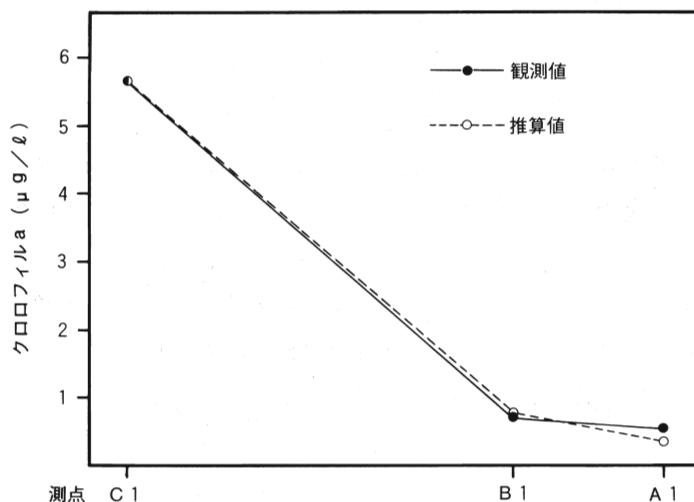


図8. クロロフィルaの観測値と推算値との比較
横軸は相対距離

4. 今後の課題

(1). 極沿岸水域での観測の実施

今回は水深20m以浅域の調査ができず、いずれの観測点でも大規模な1次生産が起こっているという証拠は得られなかった。1次生産の場を解明するために、河口付近を中心により沿岸域での観測が望まれる。その際、河口付近で急速に1次生産が起きているのか、あるいは河川で増殖した植物プランクトンが流入しているのかを判別しなくてはならない。生産の主役が海産の植物プランクトンなのか汽水産・淡水産のものなのかを見極める必要があるだろう。また、同一水塊を追跡し栄養塩や植物プランクトンの量や質について時系列変遷をたどることも重要だろう。

(2). 河川水の影響の詳細な調査

三面川が調査海域に大きな影響を与えていると考えられるが、さらに調査範囲を拡大して荒川など南部海域に注ぐ河川について評価する必要がある。各河川の流入量、負荷栄養塩量についても考慮すべきである。

(3). 魚礁設置海域での調査

河川からの有機物あるいは河口周辺での生産物が運搬されて魚礁海域に到達し、ベントスの生産を支えているとするならば、その絶対量を知る必要がある。セジメントトラップを設置するなどして懸濁物の沈降量を把握する方法がある。

沿岸域は沖合海域に比べ物理環境が短期間に大きく変化するため、その変動パターンを把握するのは容易ではない。また、本調査の結果では栄養塩は微量だが、それが消費の結果なのか、消費と再生とがカップリングした定常状態を捉えた姿なのか等、解釈しにくい問題も残されている。今後、各種データのより一層の蓄積が河口を出発点とした物質の流れを解明していく上で重要と考えられる。

[質疑応答]

土井（富山水試） 川から流入するのは有機物であり、それらを植物プランクトンが直ちに消費するとは考えにくい。植物プランクトンが大増殖するには河口近辺ではまだ距離的に近過ぎるのではないか。

木暮 今回は河口近傍の調査を実施していないので、植物プランクトンの増殖については断定できない。今後は河口付近はもとより、河川水自体の栄養塩類やクロロフィル量の調査も行い、植物プランクトンの増殖の場について明らかにしていきたい。