

# 仙台市蒲生七北田川河口域の最深点における懸濁 および溶存物質の垂直分布

熊 坂 繁 太 郎

## 1. は じ め に

河口域は、淡水と海水との接点であり、淡水海混合域すなわち、汽水域を形成する。このため、この水域中における物質や生物の挙動は、地球化学的または生態学的に高い関心をもたれている。

七北田川は、その上流に新興都市をかかえ、また仙台市の北縁を流下している都市河川であるため、陸水学的な知見から汚染物質の挙動を解明することは、蒲生海岸附近の汚染が進行する要因を探る一助になり得るものと考えられる。

懸濁物質（または粒状性物質）と溶存物質との区分は、かなり任意性が強く、結局、両者に分画するために使用したフィルターの性質で規定されることになる。この種の研究に使用されているフィルターによる粒状物質は、 $0.2\sim 2.0\mu$ 以上の粒径を保っている場合を懸濁物質と称することにする。<sup>1)</sup>

河口域の特性として、淡水海混合が重要であるとするならば、海水の遡上の状態や距離が問題となるであろう。本河口域の海水は、塩水楔型をなして遡上し、その遡上距離は、河川流量によって著しく影響を受け、潮汐によってはあまり変わらない<sup>2),3)</sup>ことがわかっている。

本研究においては、七北田川河口から上流1.7kmに位置する、感潮域での最深点における懸濁物質と溶存物質との垂直分布の状態を考察するのが目的である。

## 2. 調 査 方 法

### 2-1 調査地点の概況

七北田川は、宮城県泉ヶ岳に源流をおき、その中流域に人口約10万人の泉市があり、ここでの下水処理水が、すべて七北田川に捨てられ、さらに仙台平野の北縁を流れて蒲生海岸で太平洋に注いでいる二級河川である（Fig. 1）。この河口出口より上流1.7km上流に水深約5mの最深点がある。ここを観測点として（Fig. 2）懸濁物質と溶存物質の垂直分布を調べた。

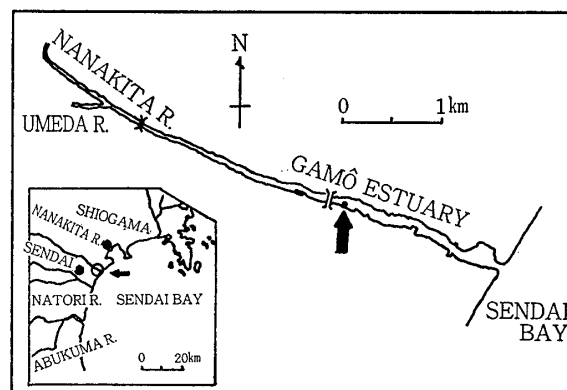


Fig. 1 Location of Nanakita river estuary and the position of a surveyed point.

### 2-2 採 水 方 法

調査水域の最深点は、約5mであり細かな垂直分布を調べた。そのため2lのガラスビンと肉厚のシリコンホース及び吸引器などを用いて、サイホン式採水具<sup>4)</sup>を試作し採水ホースと伝導度計のセンサーと結びつけて、およそ水深1.5mまでは25cmごとに、1.5m以下では50cm、または100cmごとの水深の差で採水した。

### 2-3 汙 過 方 法

250mlから1lまでの試水をそれぞれ計り取り、15mmと45mmのグラスファイバーフィルター（Whatman, GF/C）を用いて吸引汙過

を行った。15mm グラスファイバーフィルターにより POC (粒状性有機炭素) と PON (粒状性有機窒素) を、また 45mm グラスファイバーでは、Chl. (クロロフィル) 量、および懸濁物の乾重量などを定量した。汙過する試水の量を同一にしない理由は、水深により定量する物質の存在量が相違するため、測定可能な水量を保つためである。吸引汙過によって、グラスファイバーフィルター上に分画した懸濁物質は、アルミホイルに包み  $-20^{\circ}\text{C}$  の冷凍庫に保存した。

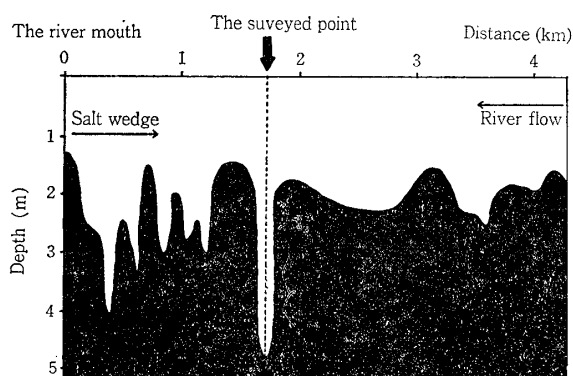


Fig. 2 The depths of Nanakita river estuary.

#### 2-4 POC と PON の分析

直径 15mm のグラスファイバーフィルター (Whatman GF/C) を用いて試料水 100~250ml を、減圧下で汙過し、 $70 \pm 5^{\circ}\text{C}$  で 48 時間乾燥後、CHN コーダ (柳本製, MT-1 型) で分析した。微量天秤は、メトラー M 5-191000 を使用した。

#### 2-5 DOC の分析

LIA-2 型赤外線分析計 (日立-堀場) を使用し、試料水の前処理のとき、アンブル内への  $\text{N}_2$  ガスの通過を 2 分間に短縮した以外には定法<sup>9)</sup> に従った。

#### 2-6 塩素、溶存酸素および無機栄養塩類の分析

分析試薬は和光純薬製を用い、塩素量はモールの滴定法、溶存酸素はウィンクラー法により、その他は定法<sup>6)</sup> に従った。

#### 2-7 乾重量と灼熱減量

乾重量は試水の一定量を 45mm グラスファ

イバーフィルターによって汙過し、このフィルターを  $70 \pm 5^{\circ}\text{C}$  で 48 時間乾燥し秤量した。これを  $450^{\circ}\text{C}$  で 3 時間灼熱して、その減量を測定して灼熱減量を算出した。

#### 2-8 クロロフィルの分析

Chl. a, b および c 量さらに色素の 2 種類は、吸光光度法によって測定した。<sup>6), 7)</sup> 500ml または 1l の試水を 45mm グラスファイバーフィルターによって汙過し、まず  $-20^{\circ}\text{C}$  の冷凍庫に保存し、2~3 日中にアセトン溶媒によるクロロフィルの抽出を行った。

淡水と海水とでは、汙過速度にかなりの差がある。すなわち海水は汙過しやすいが、淡水は懸濁粒子が小さく量が多いため汙過に時間を要した。試料水中のクロロフィルの保存と汙過効率を上げるため、飽和  $\text{MgCO}_3$  水を 0.5ml~1ml 加え、よく攪拌して汙過した。

### 3. 結果と考察

#### 3-1 塩素量の垂直分布

河口域における水質の重要な特徴の 1 つは、淡海水の接触および混合による塩素量の水平垂直分布であろう。塩分濃度の分布状態は、主として 3 つの原因によって変化するものと考えられる。その 1 つは、潮汐作用による海水の水位変化の程度であり、2 つには、河川流量の大小であり、および 3 つには、河床の凹凸による影響などであろうと考えられる。

河口域すなわち、感潮域の広りの状態は、海水の遡上のしかたやその距離によるが、本河口域では、海水と河川水とがほとんど混合せず、河川水と海水が上下二層になる二層流型を形成している。<sup>2)</sup> このような場合、下層の塩水は楔状に遡上するので、塩水楔 (salt wedge) と呼ばれている。また、海水の遡上距離は、高々河口より約 4km の堰までであるが、この塩水楔の長さは、河川の流量によって決定され、潮汐の影響は河口より 0.5km 以内であることが明らかにされている。それによれば、 $2.2\text{m}^3/\text{sec}$  では海水の遡上距離約 4km、 $8\text{m}^3/\text{sec}$  では約 3km および  $11\text{m}^3/\text{sec}$  では 1.5km まで海水は遡上

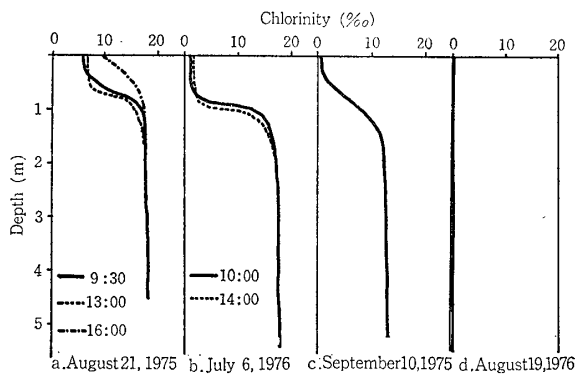


Fig. 3 Different vertical distributions of chlorinity according to the degree of the flow quantity.

する。<sup>8),9)</sup> Fig. 3 は観測点における二層流をなす水中での塩素量の成層状態を示したものである。これは渇水時 ( $0.5\text{m}^3/\text{sec}$  Fig. 3, a) から平水時 ( $3\text{m}^3/\text{sec}$  Fig. 3, b, およびそれ以上の流量の例 Fig. 3, c) および出水時 ( $15\text{m}^3/\text{sec}$  Fig. 3, d) それぞれの干潮満潮時に観測したものである。

#### 3-1-1 渇水時における干潮時と満潮時の塩素量の垂直分布

Fig. 3. a の河川水層は、すでに海水との拡散を受け最低 6‰ の塩素を含有しており、0.75m に躍層が認められた。満潮時には表層水の塩素量が 10‰ となり水深 0.5m に躍層が押し上げられ、成層の状態に変化が認められた。このように、干満周期により、河川水層中の塩素量の変化が起るのは、河川水の流量が極めて少ないために、満潮時の海水の遡上と共に下流の河川水が上流へ押し上げられ、このときに起る淡海水の混合拡散によるものと考えられる。また、干潮時でも河川水は河口から吐出せず、河口域内で滞留している時間が長いために、淡海水の拡散がかなり進行するものと推測される。

#### 3-1-2 平水時における塩素量の垂直分布

例えば、Fig. 3, b は河川流量の少ない場合である。干満両時における成層のパターンは、ほとんど一致するようである。1.0m に躍層があり、河川水層にはほとんど海水の拡散がなく、極めて明確な二層流型を形成している。平水時の Fig. 3, c は河川流量がさらに多い場合

であるが、躍層は 1.5m に不安定な層を形成している。河川流量が比較的多いため、遡上する海水との間に摩擦力がかかりお互いの流速が減速され、さらに接触部分が攪乱されて、躍層部分の混合拡散の進行と塩水楔との二層流が形成されたものと考えられる。これまでの 2 つの成層に比較して不完全な二層流型となっている。

#### 3-1-3 出水時における塩素量の垂直分布

Fig. 3, d の塩素量は全層にわたってゼロに近い。これは、河川流量の増大で河川水が海水の遡上を止めて、観測点を完全に河川水に置き換えてしまった例である。従って、この Fig. 3, a, b, c から、河川流量の変化と二層流型の垂直パターンの変化との関係が、おおむね連続的に理解可能である。

#### 3-2 無機栄養塩類の垂直分布

渇水時と平水時の観測点における溶存酸素、pH および栄養塩類の垂直分布を示すと Fig. 4 のようである。

##### 3-2-1 渇水時の無機栄養塩等の垂直分布

Fig. 4, a によれば溶存酸素量は、水面で 207% ( $10.83\text{ml/l}$ ) の過飽和状態からさらに水深を増すに従って増大し、塩分躍層のすぐ上部で極大を示し 268% ( $14.23\text{ml/l}$ ) となる。塩分躍層下では、急激に減少し水深 4m ではわずか 4% ( $0.21\text{ml/l}$ ) となる。

一方栄養塩類は、溶存酸素量の高い部分で極めて低い濃度を示し、塩分躍層直下で、 $\text{NO}_3^- - \text{N}$ ,  $\text{NO}_2^- - \text{N}$  の量が急激に増大し再び漸次減少している。また、 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ ,  $\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$  の量も増大し水深 1m で極大を示しさらに一時減少するが、水深が増すにつれて直線的に増大していき、水深 4m で最大となる。このように溶存酸素量および栄養塩類は、すべて躍層を形成しその垂直分布構造は、極めて特徴的なパターンを示す。水温躍層も形成されているが、著しいものではなく、むしろ塩素量の躍層と一致する。

極めて特徴的なことは、河川水層が塩分躍層下すなわら海水層よりも pH 値が高いことである。通常、本河川水は、海水より pH 値が低い。このような垂直分布のパターンを示す原因は、

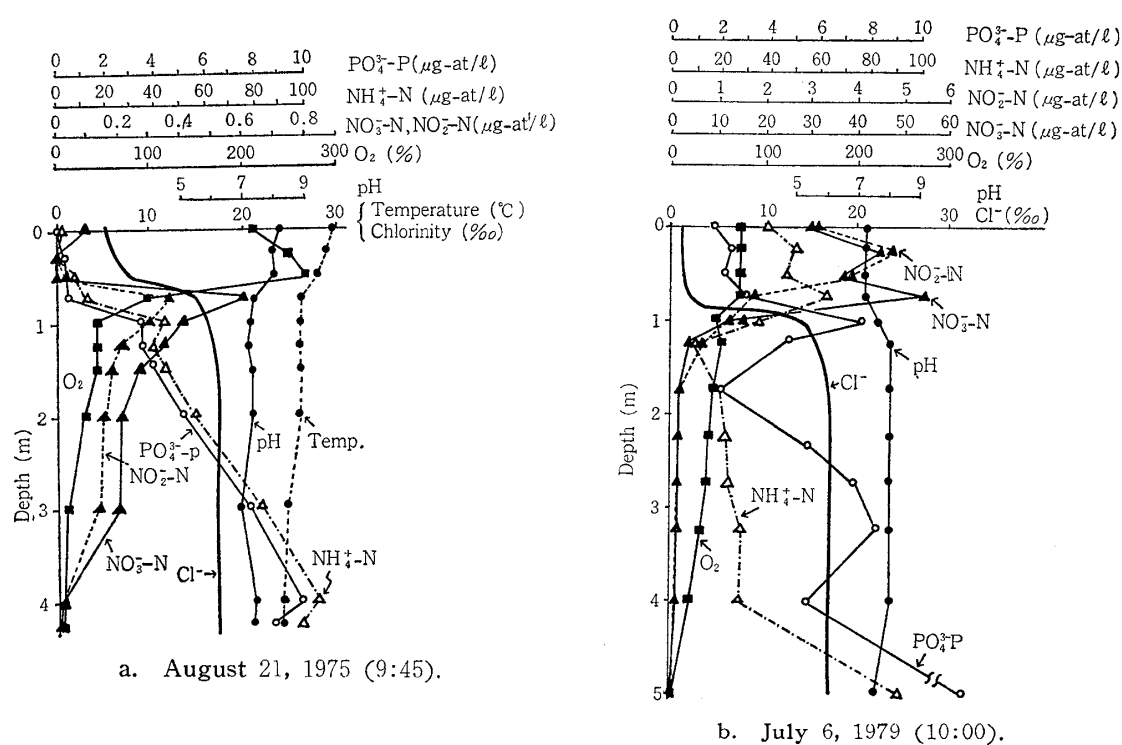


Fig. 4 Vertical distribution of  $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ ,  $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ,  $\text{NO}_2^-\text{-N}$ ,  $\text{NO}_3^-\text{-N}$ ,  $\text{O}_2$ , pH, water temperature and chlorinity.

淡水種または汽水種の植物プランクトンの急激な増殖であり、さらに分解者の活性であると考えられる。すなわち塩分躍層上部では、豊かな栄養塩類をとりこみ、植物プランクトンは大増殖を起して酸素を放出している。このため pH 値が高くなる。このことは、もともとこの河川水中には栄養塩類特に  $\text{NO}_3^-\text{-N}$  や  $\text{NO}_2^-\text{-N}$  量が極めて多いが、この観測点に到って減少していることから明らかである (Table 1)。観測点の上流の河川水の  $\text{NO}_3^-\text{-N}$  量は、観測点の塩分躍層上部すなわち河川水層中の濃度の実に 170 倍から 260 倍、 $\text{NO}_2^-\text{-N}$  量は 65 倍から 130 倍である。また、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$  や  $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$  の量も

同様の傾向を示している。塩分躍層のすぐ下側の  $\text{NO}_3^-\text{-N}$  量の極大がみられるが、これは硝化菌が好氣的に活性を示し、硝化作用が行われた結果と考えられる。水深が増すにつれて嫌氣的になり  $\text{NO}_3^-\text{-N}$  量は減少している。また  $\text{NO}_2^-\text{-N}$  量も同様に考えられる。

他方、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$  や  $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$  量は、水深が増すにつれて増加しているが、これは嫌氣的に水中や特に底泥の有機物の分解によって生成されることを示している。

### 3-2-2 平水時の無機栄養塩等の垂直分布

Fig. 4, b によれば、溶存酸素量は、塩分躍層上部で約 70%，海水層で約 50%，さらに水深

Table 1 Contents of nutrient salts in the upper stream from the position of the observational point.

Position	Temp (°C)	Cl (‰)	$\text{O}_2$ (‰)	$\text{NO}_3^-\text{-N}$ (μg/l)	$\text{NO}_2^-\text{-N}$ (μg/l)	$\text{NH}_4^+\text{-N}$ (μg/l)	$\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ (μg/l)
Tago-ôhashi( 9:30)	30.0	0	135	15.22	1.94	0.9	3.18
Umeda river(14:00)	32.5	0.18	107	23.73	3.94	49.6	5.23

を増すにつれて漸次減少し、4m で17%そして5m で0%となる。これは、渇水時の溶存酸素量の垂直分布と似た傾向を示しているが、渇水時の塩分躍層上部の溶存酸素量が320%（同日16:00）にも達するのに対し、平水時の溶存酸素量は92%（同日14:00）どまりであった。

他方、海水層での溶存酸素量の減少傾向は、渇水時に比較的大きく、平水時に緩やかであった。栄養塩類特に  $\text{NO}_3^- - \text{N}$  と  $\text{NO}_2^- - \text{N}$  量は、塩分躍層上部すなわち河川水層中に多量に存在し、塩分躍層下すなわち海水層中には極め少量しか存在しない。 $\text{NO}_3^- - \text{N}$  量の垂直分布は、塩素量の垂直分布と極めて対称性の高い躍層を形成している。 $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  量は、河川水層中では高い存在を示すが、海水層の  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  量は上部で少なく水深が増すにつれて、漸次増大する。また、 $\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$  量は淡水層では  $2\mu\text{g.at/l}$  程度の存在を示し、塩分躍層上で急激に増大し、さらに海水層では、水深が増すにつれて減少から増大を示し、平均的には増大の傾向がみられる。水深5mでの  $\text{NH}_4^+ - \text{N}$  と  $\text{PO}_4^{3-} - \text{P}$  量が多いのは、底からのまき上げであろう。

pH 値は淡水層で7.2、海水層で8.0を示し、渇水時のそれとは逆転していた。

塩分躍層上部すなわち淡水層の栄養塩類については、渇水時に比較して平水時に極めて高濃度存在している。渇水時には流量が少なく ( $0.5\text{m}^3/\text{sec}$ )、河口域での滞留時間が計算により、9日と極めて長く、その間植物プランクトンの増殖は継続されることとなる。このため河川水中の栄養塩類の消費が多くなり、上流地点での栄養塩類の濃度の数十分の一から数百分の一にまで低下している。

ところが、平水時では、流量  $3\text{m}^3/\text{sec}$  の場合、計算により滞留時間は1.5日となり、一次生産は渇水時に比較して当然低下する。そのために栄養塩の顕著な消費傾向が認められなくなったと解される。

他方、塩分躍層の下層すなわち海水層の栄養塩類濃度の垂直分布の状態は、渇水時と平水時とで極めて似た傾向を示している。この海水層

は潮汐作用により塩水楔型で遡上したものであるが、栄養塩濃度の分布状態の類似性から両者の滞留時間にそれ程の差は無いのではないかと推測される。

出水時の栄養塩濃度の垂直分布状態は、流量が多いため海水層が河川水で置換され、また、滞留時間が短いため、単純な河川水層だけの濃度分布を示す。

### 3-3 懸濁物質の垂直分布

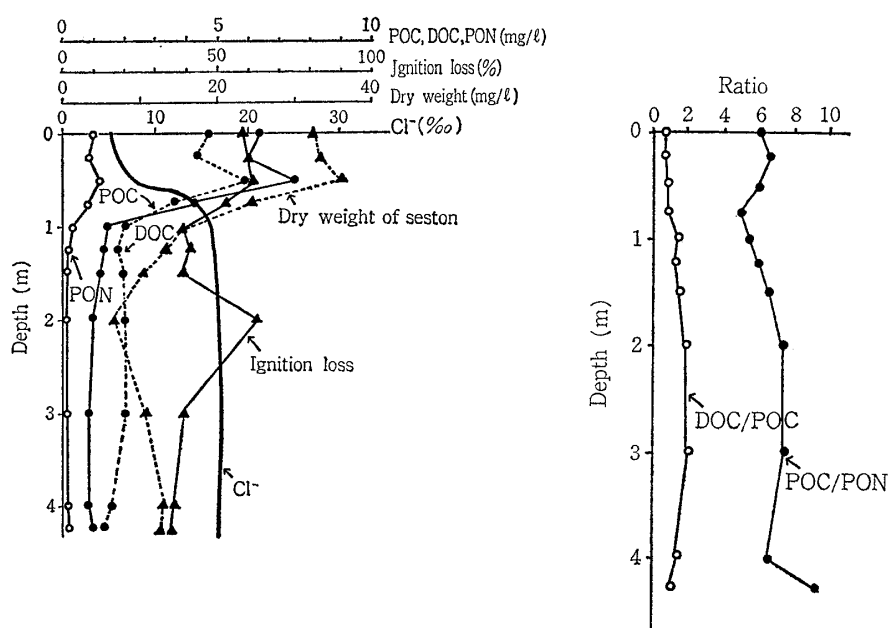
懸濁物質の観測点での垂直分布状態は、渇水時において POC, PON 及び DOC を分析し、さらに懸濁物質の乾重量と灼熱減量を求めた (Fig. 5)。平常時と出水時においては、懸濁物質の乾重量と灼熱減量を求めた (Fig. 6)。

#### 3-3-1 渇水時の懸濁物質の垂直分布

渇水時の懸濁物質の垂直分布を基本的パターンと考えて、そのパターンの状態およびその変化について検討する。

Fig. 5 によって渇水時の懸濁物質の分布を、その乾重量からみると、表面水  $32\text{mg/l}$  から漸次増大し水深0.5mで極大を示し  $45\text{mg/l}$  となる。これ以下の水深になると急激に減少し水深2mで極小の  $14\text{mg/l}$  となる。さらに2m以下の水深では、漸次増大の傾向が認められる。塩分躍層附近に懸濁物質の躍層もあり、また懸濁物質の“たまり場”になっている。これは、河川水層にはすでに若干の塩水が拡散しており、塩析効果などにより懸濁物質の凝集沈降が起り、塩分躍層附近に懸濁物質が集積していたものであろう。また塩水楔の淡水との接触部分は、河川水層中の懸濁物質を取りこみ、高濃度の海水層中でフロックの形成を起しているため、懸濁物質量は、海水層の表面から上部にかけて比較的高濃度の値を示している。さらに2m以下では、高濃度イオン雰囲気中でのフロック形成反応が起っていると考えられる。

POC や PON もほぼ同様な傾向を示すが、それぞれの躍層は、水深1mにある。それ以下の水深では、C/N の値が緩やかに増しながら POC と PON 量が極めて緩やかに減少している。底層にいくに従って懸濁物質量は、漸次増



a. August 21, 1975 (9:00).

b. The calculated DOC/POC and POC/PON.

Fig. 5 Vertical distribution of POC, PON, DOC, Ignition loss, Dry weight, of seston and Chlorinity, and the Calculated DOC/POC and POC/PON.

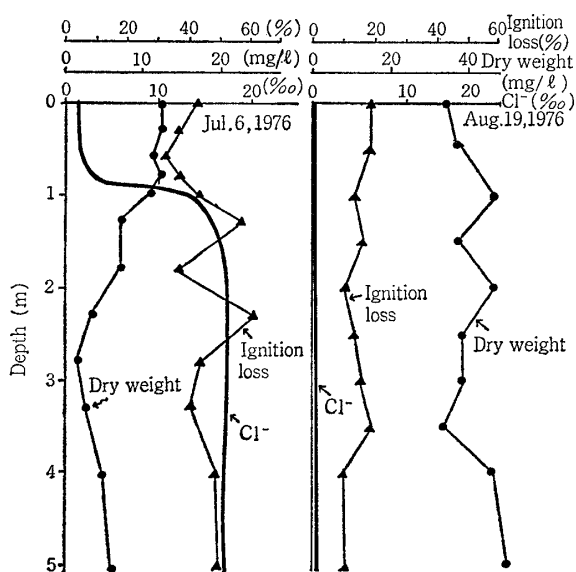


Fig. 6 Vertical distribution of dry weight of seston and ignition loss.

大するが、灼熱減量から推測すると有機物は減少しているようである。これは無機栄養塩濃度の垂直分布から推測すると、有機物が嫌気性の分解反応を起していると考えられる。水深 2m での灼熱減量の増大については、海水層の中でフロック形成と分解反応の最も促進しにくい部

分を示していると考えられるが、値が大きすぎるので分析誤差ではないかとも考えられる。

さらに、溶存有機物質の垂直分布状態を、DOC からみても、塩分躍層の上層すなわち河川水層では、DOC が 6mg/l~4mg/l と極めて高濃度存在し、懸濁物質と同様に塩分躍層の上部附近に DOC 6mg/l と極めて高濃度の“たまり場”を形成している。塩分躍層の下部から漸次 DOC 濃度も減少し、水深 1.5m 以下では 2mg/l 前後の濃度で存在する。

POC と DOC との分布状態を対応して検討する<sup>10)</sup>と、塩分躍層を境にして上層すなわち河川水層と下層すなわち海水層での DOC/POC の値が逆転している。河川水層は、DOC/POC < 1 で海水層は、DOC/POC > 1 となっている。一般に、DOC の濃度は POC の濃度に比較して高く、とりわけ海水中では、DOC/POC ≈ 10 であり、陸水でも例えば多摩川の場合、<sup>11)</sup> DOC/POC ≈ 1.9 から 3.1 であり、DOC/POC の値が 1 以下になることは、あまりないようである。しかし、無機栄養塩類の濃度や懸濁物質の存在量から推測すると、陸水および海水の DOC

と POC の存在量が増大し、 $\text{DOC/POC} \leq 1$  の式にあてはまるような存在量になった場合、その水圏の富栄養化が極めて促進していると考えられる。

### 3-3-2 平水時および出水時の懸濁物質の垂直分布

平水時の懸濁物質の垂直分布状態は、渇水時ほど明確なパターンを示さないが、塩分躍層の上部の河川水層では、懸濁物質が多く水深が増すにつれて、無機性の懸濁物質が多くなるが、躍層附近すなわち陸水と海水の接触部分には、有機物が多く存在している。躍層下すなわち海水層では、水深 2.7m までの間は漸次、懸濁物が減少している。この層での灼熱減量は不安定である。さらに水深 3m 以降底層までの間、懸濁物量が漸次増大し、有機物量も幾分増加の傾向にある。

出水時には、底層が河川水に置換されているため、懸濁物量が上下一様に大である。灼熱減量の値によれば、無機性懸濁物が高い割合であることがわかる。層構造は完全に消失していることになる。

以上のようにみてくると、懸濁物質の垂直分布の状態は、河川水の流量条件によって、連続的に変化していくものとして把握することができよう。

### 3-4 クロロフィルの垂直分布

定点での水質の垂直分布状態は、河川流量に大きく依存していることを見て来たが、一次生産量が、この河川の流量に依存していることは明らかなことである。そこでクロロフィルの垂直分布の状態を調べた (Fig. 7)。

よく知られているように、Chl. a はあらゆる植物に含まれているが、Chl. b や Chl. c は植物プランクトンの種によって含まれていない場合もある。<sup>7)</sup> 一般に海水においては Chl. a と Chl. c の測定が主であるが、とくに感潮域の河川水の場合、淡水性、海水性および汽水性の植物プランクトンが共存するから Chl. a, b および c の垂直分布量を調べた。Chl. a の垂直分布は、まず表面水中には  $18\mu\text{g/l}$ 、0.25m 以

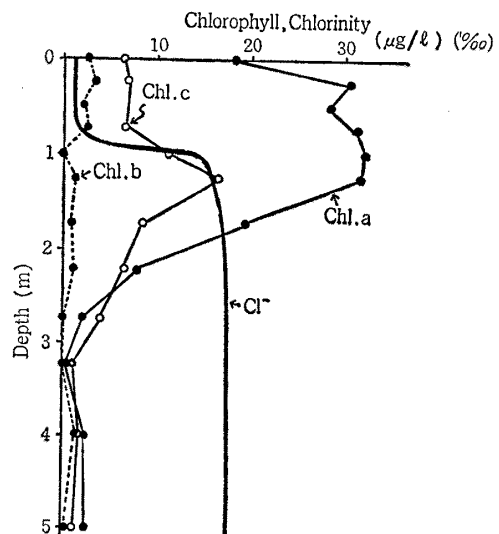


Fig. 7 Vertical distribution of chlorophyll a, b and c, and chlorinity : July 6, 1976 (10:00).

降 1.25m までの間で増減があるとしても  $30\mu\text{g/l}$  前後の値を示し最も高く、それ以深では急激に減少している。塩分躍層が水深 1m 附近にあるが、この上下 1m が有光層であると考えられる。表面水の Chl. a 量が少ないのは、強光阻害が起っているためで、夏型のクロロフィル分布パターンとして典型的である。

Chl. b 量の分布は、塩分躍層の上部すなわち河川水中で比較的高い値を示めしている。

Chl. c 量は、河川水層ではほぼ一定値を示すが塩分躍層下では、急激に増大し Chl. a の減少と共に Chl. c も減少するが、水深 2.7m 以下では、Chl. a と Chl. b のそれぞれの量が逆転している。

渇水時の無機栄養塩の分布は、明らかに植物プランクトン増殖の影響と考えられる変化を示しているが、平水時のそれは、明確ではない。また、懸濁物質の乾重量および灼熱減量からも、相関性が薄いものと考えられる。

## 4. 結 語

1. 七北田川の河口上流 1.7km に観測点を設けて、溶存および懸濁物質の垂直分布を調べた。この観測点は、感潮域での最深点である。

2. 本河口域は、海水が塩水楔型で遡上し、河川水層と海水層との二層流型を形成する。観測点の塩分の垂直分布のパターンは、河川流量によって変化し、干満周期によるパターンの変化は比較的少ないようである。潟水時においては、河口域の水量が減少するため、滞留時間が長く、河川水層中の塩分濃度が高くなり干満周期により塩分躍層のパターンが比較的变化しやすい。また、平水時においては、河川水層に微量の塩分が認められるが、干満周期による塩分の垂直分布のパターンの変化は極めて少なく、二層流型が最も安定している。さらに、出水時には、海水が遡上せず、海水層に河川水が置換される。

3. 無機栄養塩類の濃度は、海水層よりも河川水層の方が一般に高いが、河口域中での水の滞留時間に依存する。潟水時には、滞留時間が長いため、主に河川水層部に植物プランクトンが増殖し、無機栄養塩類の取りこみが行われ河川水層中の濃度は減少する。また、滞留時間が比較的に長いために、海水層では、分解が促進され、嫌気中で生成される  $\text{NH}_4^+-\text{N}$  や  $\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$  の濃度が増大する。平水時ではプランクトンの増殖の程度が潟水時ほど大きくなく、河川水層中の無機栄養塩類は、一次生産の影響がほとんどない。海水層の底層で行われる分解作用と思われる栄養塩類の垂直分布は、潟水時に類似したパターンを示す。両者の海水層の滞留時間は、それほど差がないようである。

4. 河川流量の条件は、海水の遡上の程度を規定し、これにより河口域での河川水の滞留時間が決定される。フロックの形成と機作は潟水時の場合を検討すると、三種の層構造が成立していると考えられる。平水・出水になるに従って、その構造が不明確になってくる。

5. クロロフィルの垂直分布は、塩分躍層附近上下 1m の範囲で、高い値を示し、塩分躍層の上下では、Chl. a, b および, c の量の間に相違が見られる。躍層の上下では、種の分布の相違があるものと思われる。

## 謝 辞

本研究の機会と御指導をいただきました東北大学理学部栗原康教授、仙台大学体育学部庄司定克教授に対しまして深甚の謝意を表します。

なお、本研究の経費は、昭和51年度の文部省科学研究費特定研究“人間の生存にかかわる自然環境に関する基礎的研究”（課題番号110503）より支弁されたものであることを附記する。

（1980年7月第27回日本生態学会（一部）発表）

## 参 考 文 献

- 1) O. Holm-Hansen, 1972, The distribution and chemical composition of particulate material in marine and fresh water, *Detritus and its roles in aquatic ecosystems*, p. 36-51.
- 2) 杉本隆成, 1973, 沿岸海洋における模型実験, 沿岸海洋研究ノート, 第11巻, 第1号, 34-40.
- 3) 栗原 康, 1976, 河口域および沿岸域における汚染物質の挙動に関する研究; 佐々学編, “人間生存にかかわる自然環境に関する基礎的研究”, p. 132-156, 東京大学出版会 (昭和52年).
- 4) 日本化学会編, 昭和41年, “実験化学講座, 14地球化学”, p. 111-129, 丸善株式会社.
- 5) D. W. Menzel and R. F. Vaccaro, 1964, The measurement of dissolved organic and particulate carbon in sea water, *Limnol. Oceanogr.*, 9, 138-142.
- 6) J. D. H. Strickland and T. R. Parson, 1972, A practical hand book of sea water analysis, 11-131, *Fich. Res. Bd. Canada Ottawa*.
- 7) 西條八束, 1975, クロロフィルの測定法, *Jap. J. Limnol.*, 36, 3, 103-109.
- 8) K. Hanawa and T. Sugimoto, 1979, Effect of the variation of river discharge on flushing and recovery of salt wedge (1), *Sci. Rep. Tôhoku Univ., Ser. 5, Geophys.* 25, 219-223.
- 9) K. Hanawa and T. Sugimoto, 1980, Effect of the variation of river discharge on flushing and recovery of salt wedge (2). *Sci. Rep.*



- Tohoku Univ., Ser. 5 (**Tohoku Geophys. Journ.**), 27, 1-17.
- 239, 尾駁鷹架沼生態調査研究会, (株)むつ小川原総合開発センター.
- 10) 熊坂繁太郎, 1976, 尾駁鷹架沼の溶存および懸濁有機物, 尾駁鷹架沼生態調査研究報告書, 217-
- 11) 小倉紀雄 他, 1975, 多摩川水中の有機化合物の化学組成, **Jap. J. Limnol.** **36**, 1, 17-22.

## Vertical Distribution of Particulate and Dissolved Matters in the Deepest Waters in the Estuary of the River Nanakita Located at Gamô, Sendai City

Shigetarô KUMASAKA

The purpose of the present study is to make clear, by a series of investigations, the chemical and biological or ecological characteristics of this estuarine waters; the relation between the flow quantity in the River Nanakita and the vertical distribution of particulate and dissolved matters.

This paper consists of the followings;

1. The formation of saline layer of a surveyed point depending on the flow quantity in the River Nanakita.
2. The dependency on the water circulation and the vertical distribution of nutrient salts in this point.
3. The vertical distributions of particulate and dissolved organic matters depending on the degree of the flow quantity of the River Nanakita.
4. The vertical distribution of chlorophyll a, b and c in the ordinary degree of the flow quantity.

From these results, it was clarified that the time of water circulation may be determined by the dependency on the flow quantity and the distance of sea water advancing into the river, and moreover, may determine the degree of flocculation, biological production and decomposition.