鶴見川河口域における懸濁態有機物の分布

落合 正宏・清水 裕一

Distribution of Particulate Organic Matter in the Lower Part of the Tsurumi River

Masahiro OCHIAI and Yuuichi SHIMIZU

Abstract

Water samples taken from the lower part of the Tsurumi River were measured for carbohydrates, amino acids, and chlorophyll pigments by GLC and HPLC. These particulate organic compounds were classified in two categories using arabinose and chlorophyll pigments as marker: One fraction was supplied from the upper part of the TR-07 (Takano-Hashi) and the other was produced *in situ* by algae in the river water. Two fractions from the particulate carbohydrates and amino acids concentrations were calculated at each sampling station. We observed that the behavior of the particulate carbohydrates supplied from the upper part was different from that of the particulate amino acid in the estuary of the Tsurumi river. The particulate carbohydrates decreased slowly from TR-07 to lower part and the particulate amino acids decreased sharply at TR-06 (Sueyoshi-Bashi). These two compounds may have different susceptibility to ionic strength change.

Key words: Particulate organic matter, carbohydrates, amino acids, Tsurumi River

1. 緒 言

河川水中には多くの種類の有機物が存在し、それらの有機物は流入、生産、分解、堆積、流出作用によりそれぞれ異なる挙動を示す。特に、海水の影響がおよぶ感潮領域においては、河川水中の有機物の性質によりその挙動は影響を受ける（落合他, 1987）。富栄養化した河川の河口域においては、たとえば、海水と河川水との混合域において生物生産が高くなることが知られている（鎌谷, 1986）。上流部より供給された有機物の河口域における挙動を明らかにすることは、河口域での有機物の収支を知る上で重要なことである。このため、河口域における有機物を上流より供給された部分と現場において生産された部分に分けて考える必要がある。著者等はこれまで多摩川下流の感潮領域において有機物の分布、特に炭水化物とアミノ酸の分布に関し研究を行い、河口域における炭水化物の組成は上流部より供給されるものと明らか

に異なることを示した（OCHIAI *et al.*, 1988, 1989）。

本研究においては、多摩川と状況が類似した鶴見川下流の感潮領域にて、懸濁態の炭水化物、アミノ酸、クロロフィル色素の測定を行い、鶴見川においても多摩川におけると同様に、懸濁態の炭水化物とアミノ酸を上流部より供給された部分と各地点にて生産された部分に区別することができるかについて検討した。これらの区別をするため、中性糖の一つであるアラビノースとクロロフィル色素を指標として用いた。この結果に基づき、上流部より供給された懸濁態炭水化物、アミノ酸の河川感潮領域における挙動について考察を行った。

2. 試料および方法

鶴見川は東京都町田市に源をもち、神奈川県内を流れ、横浜市の大黒埠頭で東京湾にそそぐ全長42.5 km、流域面積235 km²の河川である。鶴見川はその全流域にわたり、多くの人口をかかえる典

型的な都市河川であり、家庭雑廃水、下水処理場からの処理水に起因する栄養塩類を多く含み、富栄養化している。鶴見川下流域は東京湾河口の大黒埠頭より海水の遡上があり、河口より約15 km上流の鷹野大橋まで海水の影響がおよび、河口の大黒埠頭より鷹野大橋まで塩分が連続的に変化する。試料は1991年8月12日に鶴見川のTR-07(鷹野大橋)、TR-06(末吉橋)、TR-05(新鶴見橋)、TR-04(鶴見橋)、TR-03(潮見橋)、TR-02(鶴見大橋)の6地点にて表面水を採取した(Fig. 1)。試水は一定量をワットマンGF/Fグラスファイバーフィルター(あらかじめ450°Cにて2時間加熱したもの)にてろ過し、フィルター上の懸濁物およびろ液につき以下の項目の分析を行った。

懸濁態炭水化物(PCHO): 懸濁物を付けたフィルターをガラスアンプル中、1 N 塩酸、100°Cにて7時間加水分解を行い、水素化ホウ素ナトリウムにて相当するアルコールへ還元後、無水酢酸にてアルジトールアセテート化し、Supelco SP-2380

Fig. 1. Sampling location.

TR-02: TSURUMI-OHASHI, TR-03: SHIOMI-BASHI, TR-04: TSURUMI-BASHI, TR-05: SHINTSURUMI-BASHI, TR-06: SUEYOSHI-BASHI, TR-07: TAKANO-OHASHI.

キャピラリーカラム (20 m * 0.25 mmID) を用い、HP 5880 A ガスクロマトグラフにて分析した(OCHIAI, 1980)。

懸濁態アミノ酸(PAA): 懸濁物を付けたフィルターをガラスアンプル中、6 N 塩酸(和光純薬製アミノ酸自動分析用)、100 °Cにて20時間加水分解を行い、その上澄み液の一定量を取り、塩酸を完全に蒸発し、蛍光試薬オルトフタルアルデヒド溶液を加え、ODS-18 カラム (250 mm * 4 mm, 関東化学製) を用い、日立 655 型高速液体クロマトグラフにて分析した(落合・岡沢, 1986)。

クロロフィル色素: 懸濁物を付けたフィルターを固液抽出器(リッドー-X)中、メタノール(和光純薬製高速液体クロマトグラフ用)にて12時間以上抽出し、日立 655 型高速液体クロマトグラフにてエタノール-メタノール系グラジエントにより分析し、クロロフィル a (Sigma 社製) を標準試薬として用い、クロマトグラム上のピーク面積の合計量をクロロフィル色素量とした。

懸濁態有機炭素、有機窒素(POC, PON): 懸濁物を付けたフィルターを60°Cにて乾燥後(約24時間)、元素分析計、柳本 CHN コーダーMT-3 型にて分析した。

溶存有機炭素(DOC): 島津 TOC-500 全有機炭素分析計にて、ろ過した河川水試料 30 μ l を、直接分析計に注入し測定した。

塩化物イオン: 堀場塩素電極 8002-06 T イオン電極を用い、堀場イオンメータ N-8 F にて測定した。

3. 結果と考察

3-1. 溶存有機炭素(DOC), 懸濁態有機炭素(POC), 懸濁態有機窒素(PON), クロロフィル色素, 塩化物イオン, 硝酸, 亜硝酸, アンモニア態-N:

これらの測定結果を Table 1 に示す。DOC は TR-07 の $4.5 \text{ mgC} \cdot \text{l}^{-1}$ より TR-06 での $3.1 \text{ mgC} \cdot \text{l}^{-1}$ へ減少後、最下流の TR-02 での $2.9 \text{ mgC} \cdot \text{l}^{-1}$ までそれほど大きな変化は示さなかった。POC, PON はともに類似の変化を示し、TR-05 にて最も高く、TR-02 にて最も低い値を示した。しかしその変動は全く同じと言うわけではなく、C/N 比を見ると、TR-07 にて 7.9 と高く、POC, PON の高い TR-05 および河口の TR-02 においてはともに 6.0 と低い値を示した。TR-07 での相対的に高い C/N は、同地点での懸濁態有機物の起源として他の地点に比べ現場にて生産された有機物の割合が少ないことを示す。塩化物イ

Table 1. Concentrations of particulate organic carbon (POC), particulate organic nitrogen (PON), dissolved organic carbon (DOC), chlorophyll-*a* (CHL-*a*), chloride ion (Cl⁻) in the lower part of the Tsurumi River.

		TR-07	TR-06	TR-05	TR-04	TR-03	TR-02
POC	mg-C·l ⁻¹	2.17	2.15	3.07	2.68	2.08	1.63
PON	mg-N·l ⁻¹	0.28	0.36	0.51	0.49	0.31	0.27
C/N		7.89	5.97	6.02	5.52	6.71	6.04
DOC	mg-C·l ⁻¹	4.5	3.1	3.3	2.9	3.0	2.9
Chl. pigment	μg·l ⁻¹	20.8	44.7	63.2	65.7	25.4	25.1
Cl ⁻	mg·l ⁻¹	419	1,440	3,240	4,950	5,870	6,680
NO ₃ -N	mg-N·l ⁻¹	3.85	4.01	2.39	2.40	1.98	3.35
NO ₂ -N	mg/N·l ⁻¹	0.89	0.71	0.54	0.40	0.25	0.30
NH ₄ -N	mg-N·l ⁻¹	0.14	0.18	0.13	0.15	0.12	0.15
PAA	μmol·l ⁻¹	11.6	12.7	13.7	10.9	10.9	10.2

Table 2. Concentrations (μg · l⁻¹) of particulate carbohydrates in the lower part of the Tsurumi River.

	TR-07	TR-06	TR-05	TR-04	TR-03	TR-02
RHAM	55	53	65	60	62	66
FUCO	37	29	44	41	37	38
RIBO	36	40	72	68	53	56
FRAB	30	29	24	22	22	19
XYLO	28	22	26	22	23	26
MANN	50	48	52	51	45	51
GALA	69	74	89	106	70	81
GLU	188	238	414	600	384	542
TOTAL	493	532	785	971	695	879
RHAM: Rhamnose	FUCO: Fucose		RIBO: Ribose		ARAB: Arabinose	
XYLO: Xylose	MANN: Mannose		GALA: Galactose		GLU: Glucose	

オン濃度は当然のことながら、TR-07にて低く、TR-02では大きい値を示し、採水日においては、海水がTR-06地点まで侵入していたことを示す。塩化物イオン濃度は最下流地点の鶴見川大橋でも6,680 mg·l⁻¹であり、鶴見川が流入する東京湾海水との混合比率として、海水が約35%ほど混合した状態であった。クロロフィル色素は新鶴見、TR-04において63.2, 65.7 μg·l⁻¹と高い値を示し、TR-07では最小値の20.8 μg·l⁻¹であった。クロロフィル色素の濃度分布はPOC, PAA, PCHO(次の項で述べる)がTR-04地点にて最大の値を示したと良い一致を示した。

3-2. 懸濁態炭水化物 (PCHO) :

PCHOを構成する中性糖成分のうち分析を行った8種(ラムノース, フコース, リボース, アラビノース, キシロース, マンノース, ガラクトース, グルコース)の結果をTable 2に

示す。PCHOはTR-07にて493 μg·l⁻¹, TR-04にて971 μg·l⁻¹と増加し、その下流部のTR-02では879 μg·l⁻¹を示した。

POCに対するPCHO-Cの割合はTR-02にて21.6%と最も高く、TR-07では9.1%と低い値を示した(Table 3)。PCHO中の中性糖成分の相対組成(Fig. 2)を見ると、TR-07ではグルコースが38%とグルコース以外の中性糖の割合が比較的高い組成を示した。TR-05より下流の地点では、グルコースが50%以上を占め、TR-02ではグルコースが62%と、懸濁態有機物を構成する成分が、フレッシュな炭水化物を多く含むことを示唆していた(落合他, 1986)。

3-3. 懸濁態アミノ酸 (PAA) :

PAAを構成するアミノ酸として14種(グリシン, アラニン, バリン, ロイシン, イソロイシン, セリン, トレオニン, アスパラギン酸, グルタミ

Fig. 2. Relative percent of neutral sugars in the water from the lower part of the Tsurumi River. RHAM: Rhamnose, FUCO: Fucose, RIBO: Ribose, ARAB: Arabinose, XYLO: Xylose, MANN: Mannose, GALA: Galactose, GLU: Glucose.

Table 3. Concentrations of particulate amino acids in the lower part of the Tsurumi River.

		TR-07	TR-06	TR-05	TR-04	TR-03	TR-02
P-CHO	$\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$	493	532	785	971	695	879
CHO-C	$\mu\text{g}\cdot\text{C}\cdot\text{l}^{-1}$	197	213	314	388	278	352
CHO-C/POC	%	9.1	9.9	10.2	14.5	13.4	21.6
P-AA	$\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$	1,334	1,461	1,576	1,254	1,254	1,173
AA-C	$\mu\text{g}\cdot\text{C}\cdot\text{l}^{-1}$	667	731	788	627	627	587
AA-C/POC	%	30.7	34.0	25.7	23.4	30.1	36.0
AA-N	$\mu\text{g}\cdot\text{N}\cdot\text{l}^{-1}$	200	219	236	188	188	176
AA-N/PON	%	71.5	60.9	46.4	38.4	60.7	65.2

ン酸, アルジニン, リジン, フェニルアラニン, チロシン, ヒスチジン) のアミノ酸を分析した。14 種のアミノ酸の合計量を Table 1 に示す。各地点でのアミノ酸相対組成は類似していた。PAA も POC と類似の変化を示し, TR-05 にて最大の $13.7 \mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$, TR-02 にて, $10.2 \mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$ の最小値を示した。

また PAA-C の POC に対し占める割合は, TR-04 にて 23.4%, TR-02 にて 36.0% であった (Table 3)。POC に対する PAA-C の割合は平均で 30.0% と PCHO-C の平均値 13.1% の約 2.5 倍であり, POC 中において PAA が PCHO よりもかなり大きな割合を占めていた。PAA-C, PCHO-C の POC に占める割合は最下流の TR-02 にて最も大きい値を示し, 同地点での懸濁態有

機物が藻類のような生物を主体とするものであることを示した。TR-02 での炭水化物の中性糖相対組成からも, 同様な結果が得られており, 両者の結果が一致している。FICHEZ *et al.* (1993) は英国, 北海へ注ぐ河川の POC と構成成分としての炭水化物, アミノ酸を測定し, これらの成分が POC 全体の 10-50% を占めることを示した。この結果は本研究での結果とほぼ同じ傾向であった。

PON に対する PAA-N の割合は, TR-07 で 70% 以上であり, 最も割合の低い TR-04 においても 38% といずれの地点においても PON の多くの部分を PAA-N が占めていた (Table 3)。

3-4. 上流より供給された有機物と現場にて生産された有機物の区別:

鶴見川河川水中における懸濁態有機物は TR-

Table 4. Particulate carbohydrates per chlorophyll-*a* and arabinose (X, Y) and particulate amino acids per chlorophyll-*a* (PAA/CHL-*a*) calculated by chlorophyll-*a* and particulate arabinose.

	TR-07	TR-06	TR-05	TR-04	TR-03	TR-02
Y (PCHO/Chl)	2.8	2.8	7.1	9.9	15.2	24.0
X (PCHO/Arab)	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3	14.3
PAA-CA/Chl	7.7	7.7	13.1	11.9	32.1	32.0

Table 5. Concentrations ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$) of particulate carbohydrates (PCHO-CA) and amino acids (PAA-CA) produced *in situ* by chlorophyll-*a* containing organisms and particulate carbohydrates (PCHO-AL) and amino acids (PAA-AL) supplied from the upper part of the Tsurumi River in the lower part of the Tsurumi River.

	TR-07	TR-06	TR-05	TR-04	TR-03	TR-02
TOTAL-CHO	493	532	785	971	695	879
PCHO-CA	59	125	448	653	385	603
PCHO-AL	435	408	337	317	310	276
TOTAL-AA	1,334	1,461	1,576	1,254	1,254	1,173
PAA-CA	160	344	828	775	815	803
PAA-AL	1,174	1,117	3748	479	439	370

07 より TR-02 に向い、塩分が増大しても、単純に減少してゆくとは限らない。また、分布のみからだけでは、懸濁態有機物のうちの部分が TR-07 より上流から供給された部分であり、どの部分が現場にて生産された部分であるかを区別することができない。PCHO の中性糖組成、および水中の藻類に含まれるクロロフィル色素と藻類が含有する炭水化物、タンパク質量より、懸濁態炭水化物とタンパク質の上流から供給された部分と現場の藻類に起因する部分との区別を以下のように検討した。

炭水化物を構成する中性糖組成の一つである、アラビノースに関して、鶴崎、石渡 (1986) は日光湯の湖の柱状堆積物中の炭水化物を分析し、アラビノースが外来性有機物の指標となることを示した。すなわち、アラビノースが湯の湖の植物プランクトン中にほとんど含まれていないことを示唆している。COWIE and HEDGES (1984) は沿岸環境中への炭水化物の供給源の一つである高等植物の被子植物中にアラビノースが多く含まれていることを示した。一方、植物プランクトン中の中性糖成分を考えた場合、海洋珪藻や東京湾懸濁物中には中性糖のアラビノースがほとんど含まれていないことが知られている (HECKY *et al.* 1973; 落合他, 1987)。

PCHO, 特に藻類起源の PCHO は水中で急速に

分解を受け一定の中性糖組成を持つ炭水化物へと変化することが知られている (落合他, 1986)。松枝・小倉 (1981) は河川水中の PCHO の分解実験を行い、PCHO の中性糖組成が平均化された相対組成を持つ炭水化物へと変化することを示した。これらのことは天然水中の PCHO が分解にともない一定の中性糖相対組成を持つ炭水化物へ変化する傾向のあることを示唆するものである。起源となる炭水化物により最終的な中性糖の相対組成は異なると考えられるが、本研究のように一つのフィールド、一定の時期を限定した場合この最終的な中性糖相対組成として各地点で同一な相対組成を示すと考えられる。上流部からの PCHO が分解され一定の相対組成を持ち、かつアラビノースを上流部より供給される炭水化物の指標とするならば、上流部より供給される PCHO はアラビノースに一定の定数をかけることにより計算することができる。

鶴見川河口域の表層水中においてクロロフィル色素を有する生物として藻類を仮定した。藻類はそのクロロフィル色素に対してかなり幅はあるが、ある程度一定量の炭水化物とタンパク質を含有する (Table 6)。従って、水中に存在する藻類が、類似の条件のもとでは、クロロフィル色素に対し類似の含有量を占めると近似できる。

ここで上記のことより、以下の仮定を置き、

Table 6. Amount of carbohydrates and proteins per chlorophyll pigments present in algae or particulate organic matter.

CARBO-HYDRATES mg $\cdot\mu\text{g}^{-1}$	PROTEINS mg $\cdot\mu\text{g}^{-1}$		
4.4-11.6	11.4-34	b	REILEY and CHESTER (1971)
3-21	23-75	a	HELLEBUST and LEWIN (1977)
14.2-328	14.2-328	a	MAEDA and OGATA (1977)
42.5	41.2	c	HINO and TADA (1985)
3.0-8.3	28.5-80.0	a	OCHIAI <i>et al.</i> (1987)
7.9-61.3	14.7-115.4	b	OCHIAI <i>et al.</i> (1988)
91-315	59-192	a	PICK (1987)
10.0-38.3	50.1-75.0	b	OCHIAI <i>et al.</i> (1989)
59.5	103	a	MIYAZAKI and MIYASHITA (1993)
2.8-24.0	7.7-32.1	b	This study

a : Amount of algal carbohydrates and proteins per chlorophyll-*a*.

b : Amount of algal carbohydrates and proteins per chlorophyll pigments.

c : Amount of particulate carbohydrates and proteins per chlorophyll-*a*.

TR-07 より上流から供給された部分と現場にて生産された有機物を区別する試みを行った。

懸濁態炭水化物における条件：

1) PCHO を構成する中性糖のうちアラビノースは全て上流部より供給されたものとする。

2) 上流部より供給された炭水化物は分解が進んだ成分であり、同じ相対組成比の中性糖よりなる。すなわち、上流からの炭水化物量はアラビノース量の X 倍により計算される。

3) クロロフィル色素当りの現場にて生産された炭水化物量は一定であるとする。

炭水化物と同様に、アミノ酸の分布においても以下の仮定を置いた。

懸濁態アミノ酸における条件：

1) TR-07 の上流部より供給された PAA 成分は、上流部においては下流部よりも常に大きい値をとるものとする。

2) クロロフィル色素当りの現場にて生産された PAA は一定とする。

以上の仮定をもとに PCHO とクロロフィル色素に関し、次の連立方程式を解くことにより、上流部より供給された PCHO と現場にて生産された PCHO を区別した。

$$A_1 X + B_1 Y = C_1$$

$$A_2 X + B_2 Y = C_2$$

A_1 : TR-07 地点におけるアラビノース量 ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$)

B_1 : TR-07 地点におけるクロロフィル色素量 ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$)

C_1 : TR-07 地点における PCHO 量 ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$)

A_2 : TR-06 地点におけるアラビノース量 ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$)

B_2 : TR-06 地点におけるクロロフィル色素量 ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$)

C_2 : TR-06 地点における PCHO 量 ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$)

X : アラビノース 1 μg 当りの PCHO 係数

Y : クロロフィル色素 1 μg 当りの PCHO 係数

この連立方程式を解き、TR-07 : Y = 2.8, TR-06 : 2.8, TR-05 : 7.1, TR-04 : 9.9, TR-03 : 15.2, TR-02 : 24.0 の値を得た (Table 4)。X の値として、TR-07 から TR-02 まで 6 地点を平均し、X = 14.3 を得た。河川の状況が同一であるならば、連立方程式の X の解はいずれの地点でも同じ値を示すべきである。しかし、Y の値より、鶴見川の 6 地点を TR-07, TR-06 と TR-05, TR-04 と TR-03, TR-02 の 3 つのグループにわけた。これらのグループ分けにおいて、2 つの地点はそれぞれ隣り合っており、その範囲において、類似の環境条件であったと考えられる。この値をもとに計算された PCHO の 2 つの成分を Table 5 に示す。PAA については、PCHO におけるアラビノースのような指標化合物が 14 種のアミノ酸中に存在しないため、PCHO の場合の様にクロロフィル色素と指標化合物との連立方程式を解く方法により 2 つの PAA 成分を計算することができない。PAA においては、各地点に存在する PAA の 100% がクロロフィル色素含有生物にもとづくと仮定した値と PAA の 100% が TR-07 より上流より供給された部分と仮定した値を計算し、この

間を200等分(0.5%きざみ)し、全地点においてクロロフィル色素、 $1\mu\text{g}$ 当りのPAA係数とクロロフィル色素にもとづくPAA量を計算した。クロロフィル色素に対するPAAの係数は、炭水化物での計算結果を参考に、炭水化物と同様に3つのグループに分けた。TR-07地点とTR-06地点においてPAAに関する2つの条件が成立する値を求め、さらに、TR-05とTR-04、TR-03とTR-02での値を求めた。クロロフィル色素に対する炭水化物、アミノ酸量は地点により異なるが、各々2.8-24.0, 7.7-32.1で、これまでに示されている値とほぼ同じレベルであり(Table 6)、計算値が妥当な範囲内にあると考えた。この様に、鶴見川を測定地点により3つに分け考えたが、河川に沿った一連の測定地点であり、主要な藻類の種が異なると考えるよりは、塩分、pH等の環境条件の相違により同じあるいは類似の種類の藻類ではあるが、異なる有機物/クロロフィル色素比を示したと考えられる。

TR-07より上流から供給されたPCHO (PCHO-AL)はTR-07地点で、 $435\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ 、TR-04で $318\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ 、TR-02で $276\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ とTR-07地点を100とした場合のそれぞれ、73, 63となる(Fig. 3)。また同様にして、TR-07より上流から供給されたPAA (PAA-AL)はTR-04とTR-02ではTR-07地点を100とした場合、

各々、41, 31となる(Figs. 4, 5)。PCHO-AL, PAA-ALはともに塩分の変化が少ないTR-06まではほぼ同じ値であるが、TR-05より下流にて大きく異なる。すなわち、TR-05より下流ではPCHO-ALの低下はそれほどでもないにもかかわらず、PAA-ALでは急激な低下を示した。PCHO-ALとPAA-ALの計算に多くの仮定が入っているが、本結果よりPAA-ALが河口付近にて急激な低下を示すことは、アミノ酸に対する感潮領域における塩析効果が大きいことを示唆している。しかしこれについても、さらにPAA-ALの良い指標成分を見いだし計算することが必要である。

本研究においては炭水化物やアミノ酸を用いて有機物の挙動を考えたが、これら以外の化合物、例えば高等植物起源のリグニン(HEDGES and PARKER, 1976)、陸起源有機炭素の指標としてのディプロプテン(PRAHL *et al.*, 1992)あるいは、炭素安定同位体比を用いた方法(FICHEZ *et al.*, 1993)を併用し有機物の起源について検討を行うことが必要である。

本研究においては、計算の前提として多くの仮定が含まれており、これらの仮定が検証されることが必要である。しかし、本論文における鶴見川および同様の計算の適用が可能であった多摩川の例を考慮すると、多くの河川において、この様な

Fig. 3. Concentrations of particulate carbohydrates: PCHO-AL, PCHO-CA and PCHO-T in the lower Tsurumi River; PCHO-AL: PCHO supplied from upper river (▲); PCHO-CA: PCHO produced *in situ* (□); PCHO-T: total-PCHO (■)

Fig. 4. Concentrations of particulate amino acids: PAA-AL, PAA-CA and PAA-T in the lower Tsurumi River; PAA-AL: PAA supplied from upper river (▲); PAA-CA: PAA produced *in situ* (□); PAA-T: total-PAA (■)

Fig. 5. Relative concentrations of particulate carbohydrates and amino acids supplied from the upper part of Takano-Ohashi in the lower part of the Tsurumi River. Particulate carbohydrates: (■); Particulate amino acids: (□)

仮定のもとで計算することができる可能性がある。今後さらにデータを集積、検討し、このような仮定が成立するためにはどのような条件が必要であるか考察することが必要である。さらに仮定にもとづき感潮領域における懸濁態炭水化物、アミノ酸、懸濁態有機物の挙動を推定するためのシュミレーション・モデルを作成することが必要である。

摘 要

鶴見川下流域の TR-07 (鷹野大橋) より下流の感潮領域にて、河川水中の懸濁態炭水化物、アミノ酸、クロロフィル色素を測定した。懸濁態炭水化物、アミノ酸を、アラビノースとクロロフィル色素を指標として用い、上流より供給された部分と現場にて生産された部分とに区別し、各地点における各々の割合を求めた。上流より供給された懸濁態炭水化物とアミノ酸の感潮領域での挙動に相違が観測された。上流より供給された懸濁態炭水化物は TR-07 より下流で徐々に低下し、懸濁態アミノ酸は TR-06 (末吉橋) より下流にて急激に低下した。このような挙動の相違は懸濁態炭水化物とアミノ酸が感潮領域における塩化物イオン他のイオン強度に対し異なる挙動をとるためである。

文 献

- COWIE, G. L. and J. I. HEDGES (1984): Carbohydrates sources in the coastal marine environment. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **48**: 2075-2087.
- FICHEZ, R., P. DENNIS, M. F. FONTAINE and T. D. JICKELS (1993): Isotopic and biochemical composition of particulate organic matter in a shallow water estuary (Great Ouse, North Sea, England). *Mar. Chem.*, **43**: 263-276.
- HECKY, R. E., K. MOPPER, P. K. KILHAM and E. T. DEGENS (1973): The amino acid and sugar composition of diatom cell walls. *Mar. Biol.*, **19**: 323-331.
- HEDGES, J. I. and P. L. PARKER (1976): Land derived organic matter in surface sediments from the Gulf of Mexico. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **40**: 1019-1029.
- HELLEBUST, J. A. and J. LEWIN (1977): Heterotrophic nutrition. p.169-197. In D. WERNER (ed.), *The Biology of Diatoms*. Blackwell Scientific Publications. Oxford.
- HINO, S. and M. TADA (1985): Seasonal changes in nutrients, chlorophyll-*a*, and organic matter concentrations in highly eutrophic Lake Barato, Japan. *Jpn. J. Limnol.*, **46**: 268-278.
- 鎌谷明善 (1986): 河口及び内湾における磷と珪素の挙動. 文部省環境科学研究報告集 B-284, 陸起源物質の沿岸海域への移行過程の評価 II. pp54-73.
- 前田 修・尾形一法 (1977): 本州中部湖沼の夏期におけるけん濁態蛋白質・核酸・クロロフィル *a* 濃度の相互関係. 陸水雑, **38**: 116-121.
- 松枝秀和・小倉紀雄 (1981): 南浅川における懸濁態炭水化物の分布と挙動. 水質汚濁研究, **4**: 37-42.
- MIYAZAKI, T. and S. MIYASHITA (1993): Diel changes in biochemical components of particulate matter, and uptake activities of carbon and nitrogen by phytoplankton in August in Lake Nakanuma, Japan. *Jpn. J. Limnol.*, **54**: 265-278.
- OCHIAI M. (1980): Determination of dissolved carbohydrates in natural water by gas-liquid chromatography. *J. Chromatogr.*, **94**: 224-227.
- 落合正宏・岡沢 剛 (1986): 多摩川下流域におけるアミノ酸態化合物. 水処理技術, **27**: 825-831.
- 落合正宏・山本修一・林 秀剛・福島和夫・小椋和子・石渡良志 (1986): 榛名湖における水中有機物の初期続成作用 II セジメントトラップ試料, 浮遊懸濁物および堆積物中の炭水化物とアミノ酸. 陸水雑, **47**: 115-120.
- 落合正宏・荻野将信・岡沢 剛・佐々木かほる (1987): 多摩川下流域におけるけん濁態有機物の分布. 陸水雑, **48**: 187-194.
- OCHIAI M., M. OGINO, K. SASAKI and T. OKAZAWA (1988): Behavior of particulate carbohydrates and amino acids in estuary of the Tama River. *Mar. Chem.*, **25**: 265-278.
- OCHIAI M., M. OGINO, K. SASAKI and T. OKAZAWA (1989): Comportement des glucides et acides aminées particulaires dans l'estuaire de la Rivière Tama. La mer (Bulletin de la Société franco-japonaise d'océanographie), **27**: 25-33 (in French)
- PICK, C. K. (1987): Carbohydrates and protein content of lake seston in relation to plankton nutrient deficiency. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, **44**: 2095-2101.
- PRAHL, F. G., J. M. HAYES and T.-M. XIE (1992): Diploptene: An indicator of terrigenous organic carbon in Washington coastal sediments. *Limnol. Oceanogr.*, **37**: 1290-1300.
- RILEY, J. P. and R. CHESTER (1971): *Introduction to Marine Chemistry*. Academic Press. London. 465p.
- 鶴崎 実・石渡良志 (1986): 日光湯ノ湖堆積物中の炭水化物-深度分布および供給源について-. 陸水雑, **47**: 257-267.

(著者: 落合 正宏・清水 裕一, 東京都立大学理学部化学教室, 〒192-03 東京都八王子市南大沢 1 -

I ; Masahiro OCHIAI and Yuuichi SHIMIZU, Department of Chemistry, Faculty of Science, Tokyo Metropolitan University, Minamiohsawa 1-1, Hachioji-Shi, Tokyo 192-03 Japan)

1994 年 5 月 30 日 受付

1994 年 9 月 24 日 受理