

大和川感潮域における河床間隙水の栄養塩濃度特性に関する研究

環境水域工学分野 臼居 諒

Abstract

富栄養化した閉鎖性内湾では、生物生産が大きい干潟や浅場の持つ機能が注目されている。また、感潮域・河口域で起こる有機物の堆積や分解、それに伴う栄養塩の溶出といった現象は沿岸海域の富栄養化に影響を与えると指摘されている。以上の観点から、本研究では富栄養化した海域である大阪湾奥部に位置する大和川の感潮域で有機物量や栄養塩濃度の現況、変動特性を把握することを目的として約1年にわたって現地調査を行った。その結果、河床間隙水の栄養塩濃度は季節による変化だけでなく1ヵ月や数時間といった短期間でも大きく変化していることが明らかになった。また、地点間の変動傾向の違いから、干満や波による砂の巻き上げが堆積物の有機物量および間隙水の栄養塩濃度に大きく影響していると考えられた。

1. 背景と目的

閉鎖性内湾における赤潮や貧酸素化といった富栄養化問題は、一時期に比べ栄養塩濃度などが改善した海域でもいまだ解決には至っていない。近年では、干潟や浅場が持つ水質浄化機能や生物生息機能が注目され、その効果が定量的に評価されつつある(矢持ら, 2003)。自然の干潟や浅場は、河川から運び込まれる懸濁物質が流速の低下や海水中の陽イオンとの接触による凝集作用によって堆積する、河川感潮域や河口域に発達しやすい。ここで、河川感潮域とは、潮汐によって海水の影響を受ける河川の下流域、また、河口域とは河川水と海水が接触するより広い水域と定義する。

感潮域や河口域に堆積した有機物は、分解・無機化され栄養塩となる過程で間隙水を通じて直上水へ溶出する。溶出した栄養塩は、河口域および沿岸域の生物生産活動に用いられるため、感潮域や河口域での有機物や栄養塩の動態を把握することは重要だといえる。このような観点から、有機浮泥の循環や分解に関する研究(長戸ら, 2007; 中谷ら, 2009)、河口干潟における有機物動態の研究(西村ら, 2007)、河川感潮部や砂浜海岸における地下水循環の研究(駒井ら, 2009; 内山, 2001)などが行われている。しかし、感潮域や河口域の物質動態は、満潮・干潮といった数時間周期の変動、大潮・小潮といった数日周期の変動、夏季・冬季といった季節周期の変動などの影響を受けて大きく変わり、その複雑さゆえに研究の歴史は浅い。また、

河川流量や流入汚濁負荷量などは河川によって異なり、河川や海域ごとの地域性を考慮しなければならない。

以上から、特に研究の進んでいない感潮域や河口域において、さらなる研究が必要だと考える。そこで、本研究では水質汚濁の進んだ河川として知られる大和川の感潮域を研究対象とした。大和川は奈良・大阪の都市部を流れ大阪湾に注ぐ一級河川で、流域面積は1070km²、幹川流路延長68km、流域人口約は215万人である(大和川河川事務所, HP)。最下流域においても河床勾配が大きいため、河口付近まで水深が浅く流速が大きい。このため、河川からの汚濁負荷はそのまま海域へ流れこむと考えられ、それゆえに感潮域の有機物や栄養塩動態に関する研究はほとんどされていない。

水深が浅い大和川感潮域では、特に干潟周辺において、潮汐による水位変化や波などの影響を受け短い周期で流況が大きく変わると考えられる。そこで、有機物や栄養塩の動態を知る手がかりとして、河床間隙水の栄養塩濃度に着目した。本研究では、有機物や栄養塩といった栄養物質動態がほとんど明らかになっていない大和川感潮域を対象として、河床堆積物の有機物量を把握するとともに、間隙水の栄養塩濃度の季節変化、地点による変化、潮汐との関係などの特性を明らかにすることを目的とする。また、現地で測定することが困難な栄養塩の生成速度について、室内実験により明らかにする。

2. 現地調査

(1) 調査概要と項目

河口域の底質・間隙水栄養塩濃度の把握を目的として、大和川感潮域の干潟周辺において2009年9月～2010年9月に毎月1回定期調査を行った(図-1)。調査時の大阪湾の潮位、潮相、前一週間の堺市の降水量を表-1に示す。堆積物は、コアサンプラーを用いて表面から約15cmを柱状採取し、表層から0-2cm, 2-5cm, 5-10cmの3層にカッティングした。試料は冷蔵保存して持ち帰り、TOC・TN、粒度組成を測定した。TOC・TNの測定にはCHNコーダー(ヤナコ分析工業製, MT-6型)を用いた。間隙水のサンプリングは、採水器を堆積物表層から20cm(以後20cmと省略する)まで差し込み、シリンジで吸引し採水した。2010年11月以降は、-10cmでも採水を行った。試水は冷蔵保存して持ち帰り、ただちにガラス繊維ろ紙(ワットマンGF/F)を用いてろ過し、栄養塩濃度の分析に供した。分析項目はNH₄-N, NO₃+NO₂-N, PO₄-Pとし、NH₄-Nはインドフェノール吸光光度法、NO₃+NO₂-Nはナフチルエチレンジアミン吸光光度法、PO₄-Pはモリブデン青吸光光度法により、オートアナライザー(ビーエルテック社製, SwAA5.0型)を用いて分析した。

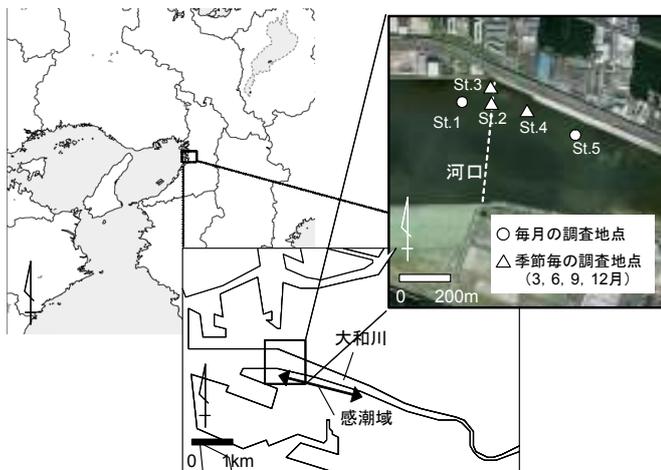


図-1 定期調査地点の位置

表-1 調査日の概要

調査年月日	大阪湾潮位 (O.P. cm)	潮相	前1週間の 降水量(mm)	
2009年	9月7日	134~150	大潮	0.5
	10月14日	101~110	長潮	82.5
	11月10日	89~96	小潮	0.0
	12月8日	92~143	中潮(小潮前)	7.5
2010年	2月18日	89~89	中潮(大潮後)	28.0
	3月20日	83~98	中潮(大潮後)	29.5
	4月27日	98~103	中潮(若潮後)	43.5
	5月28日	53~66	大潮	67.0
	6月25日	63~78	中潮(若潮後)	75.5
	7月26日	88~91	大潮	0.0
	8月10日	55~67	大潮	19.0
9月7日	101~114	中潮(大潮前)	0.0	

(2) 底質

表-2にSt.1とSt.5における中央粒径の変化を示す。St.1の中央粒径は、調査期間を通してほぼ変化しなかったのに対し、St.5は大きく変化した。2009年9月は、全てのサンプリング層で粗砂が主であったが、2010年9月には砂泥質となり、中央粒径は0.15~0.16mmを示した。堆積物表層の0-2cm層ほど早期に細粒化し、深度が深くなるにつれて細粒化が遅れている傾向が見られた。表-3にSt.1とSt.5における深度別のTOCの月別変化を示す。St.1のTOC濃度は、どのサンプリング層も各調査日ごとに値が増減しているものの、その変化は小さく短期的であり、調査期間を通じた変化傾向は示されなかった。一方St.5では、調査期間初期はほぼ2mg/g-dryと小さい値を示していたが、増減を繰り返しながら徐々に増加していき、2010年9月には各サンプリング層とも7mg/g-dry以上と高かった。粗砂から砂泥質という粒径の変化が、TOC濃度の増加としても現れたと考えられる。

図-2にSt.1~St.5におけるTOCとTNの関係を地点ごとに示す。直線は、植物プランクトンの組成比とされるレッドフィールド比(C:N=106:16, C/N=6.6(mol/mol))を表す。また、破線でC/N=10.0を表す。

表-2 St.1とSt.5の中央粒径の変化

	中央粒径(mm)						
	St.1			St.5			
	0-2cm	2-5cm	5-10cm	0-2cm	2-5cm	5-10cm	
2009年	9月	0.26	0.29	0.29	1.10	1.00	0.98
	10月	0.18	0.22	0.25	0.81	0.88	0.80
	11月	0.28	0.30	0.31	0.71	0.81	0.82
	12月	0.31	0.31	0.31	0.44	0.55	0.71
2010年	2月	0.31	0.32	0.32	0.46	0.59	0.80
	3月	0.31	0.31	0.30	0.27	N.D.	0.62
	4月	0.32	0.32	0.32	0.54	0.77	0.79
	5月	0.31	0.34	0.32	0.31	0.70	0.81
	6月	0.32	0.32	0.32	0.13	0.10	0.21
	7月	0.31	0.31	0.32	0.17	0.16	0.28
	8月	0.28	0.29	0.29	0.16	0.17	0.40
	9月	0.29	0.30	0.31	0.15	0.16	0.16

~0.2 0.2~0.4 0.4~0.7 0.7~

表-3 St.1とSt.5のTOC濃度の変化

	TOC(mg/g-dry)						
	St.1			St.5			
	0-2cm	2-5cm	5-10cm	0-2cm	2-5cm	5-10cm	
2009年	9月	2.95	2.96	1.49	0.71	0.32	0.30
	10月	2.28	2.04	1.17	2.98	0.69	0.41
	11月	2.01	0.87	0.68	0.61	0.68	0.34
	12月	1.02	1.07	0.69	1.94	0.86	0.40
2010年	2月	1.26	1.46	2.20	6.97	8.78	2.88
	3月	1.25	3.23	11.03	7.37	2.92	2.11
	4月	2.07	1.71	0.92	1.54	2.23	0.73
	5月	4.76	2.04	2.91	4.69	2.55	5.12
	6月	1.37	7.39	1.38	15.92	14.23	11.82
	7月	2.44	6.06	2.48	1.69	6.31	6.58
	8月	1.10	2.92	2.08	6.58	3.82	4.19
	9月	2.21	2.45	1.68	7.99	8.54	7.65

~2 2~4 4~7 7~

この C/N 比は、永尾ら（2005）が易分解性を除く難分解性・非分解性の有機物がすべて存在していると仮定したものである。一般に、窒素は炭素と比べ易分解性の割合が多く、炭素よりも分解が早く進む。また、分解可能な割合も炭素より多い。そのため、分解が進んでいない有機物は C/N 比がレッドフィールド比に近く、分解が進むにつれて C/N 比は高くなる。地点ごとに見てみると、St.2 ではレッドフィールド比と同等かそれより小さい値をとっていたが、他の地点ではほぼレッドフィールド比より高い値をとった。特に St.3 では、C/N=10.0 以上の値を多くとっており、他の地点より分解が進んだ有機物が堆積していたことが示唆された。また、全体的に TOC・TN 濃度が大きくなるほど C/N 比も大きくなる傾向が見られた。感潮域における有機物の供給源は、主に河川でありその C/N 比は堆積物中よりも低いと考えられる。よって、新鮮な有機物の河川や上げ潮に伴う供給が多ければ、C/N 比は低くなると考えられる。有機物濃度の高い地点ほど C/N 比が高くなる傾向が見られたということは、有機物の供給量の多さに起因する濃度の増加ではなく、砂の巻き上げと沈降を繰り返す過程で有機物の分解が進んだことに起因すると推察される。地点の特徴を見てみると、St.5 は調査点の中で最も上流に位置し、河川の影響を強く受け、St.1 や St.2 は、海側に位置し地盤高が高いため、上げ潮や波による巻き上げの影響が大きいと考えられる。St.3 は、St.1 や St.2 と同様に攪乱が大きい、河岸に近いことから巻き上げと堆積を繰り返す過程で分解が進み、C/N 比が高くなったと考えられる。本調査域における有機物を変化させる要因として、潮汐や波による流れ、河川中下流からの供給が錯綜すると推察された。

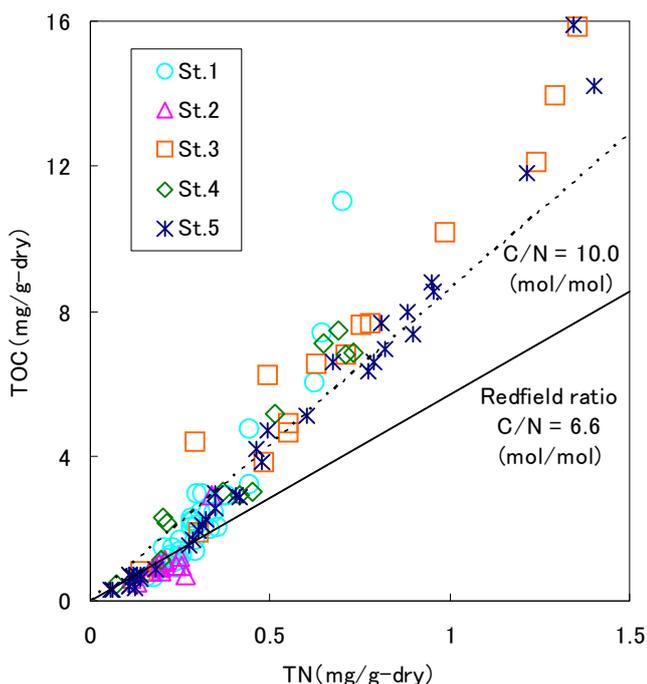


図-2 各地点の TOC と TN 濃度の関係

(3) 間隙水の栄養塩濃度

図-3 に St.1 と St.5 における $\text{NH}_4\text{-N}$ および $\text{NO}_3+\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度の変化を示す。St.1, St.5 ともに変化が激しく、調査期間を通して値が大きく変化した。 $\text{NO}_3+\text{NO}_2\text{-N}$ は St.1 の -10cm において 2010 年 2~4 月に高かった。 $\text{NO}_3+\text{NO}_2\text{-N}$ は、間隙水中では還元され $\text{NH}_4\text{-N}$ となるが、これは生物反応のため温度に大きく依存する。2010 年 2~4 月に $\text{NO}_3+\text{NO}_2\text{-N}$ 濃度が高かったのは、水温が低く還元反応が進まなかったことが大きく影響していたと推察された。逆に、 $\text{NH}_4\text{-N}$ が同時期に少なかったことから、間隙水中の栄養塩濃度を変化させる要因として、水温による影響は大きいと言える。

次に、St.1 と St.5 の $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度それぞれの -10cm と -20cm の関係を図-4 に示す。 $\text{NO}_3+\text{NO}_2\text{-N}$ については、間隙水からはほとんど検出されなかった調査日が多かったのでここでは考察しない。また、ここでのプロットは約 1 年を通じた調査のデータであり、線形近似の相関が高いということは、季節を問わず -10cm と -20cm の間隙水における栄養塩の濃度比が同じであったことを意味する。 $\text{NH}_4\text{-N}$ は、St.1 で $R^2=0.56$ とやや相関が見られ、St.5 で $R^2=0.92$ と高い相関関係が見られた。 $\text{PO}_4\text{-P}$ は、St.1 で $R^2=0.29$ と相関が見られず、St.5 で $R^2=0.64$ とやや相関関係が見られた。どちらの項目でも、St.1 より St.5 の方が高い相関関係が見られた。

間隙水中の栄養塩の輸送過程は、一般に拡散現象として扱われる。この場合、栄養塩の生成や消失によりある深度の栄養塩濃度が変化すると、周囲の栄養塩濃度はその濃度勾配によって変化し、一定の関係が保たれる。しかし、栄養塩濃度の変化が拡散による輸送量と比べ大きい場合、その関係にズレが生じることになる。つまり、-10cm と -20cm の間隙水の栄養塩濃度に相関が見られない要因として、どちらかの層あるいはその両方の層において、拡散のメカニズムによる栄養塩の輸送量より大きい別の現象が卓越していた可能性を示唆する。よって相関の低い St.1 では、拡散による濃度変化以上に間隙水の栄養塩濃度に影響を与えるなんらかの要因が、St.5 に比べ強く働いていたと推察された。堆積物の有機物量の変化からも、St.5 より St.1 の方が砂の巻き上げなどの攪乱が大きいと考えられたが、間隙水の栄養塩濃度の変化からも同様のことが推察された。

3. 室内実験

(1) 方法

現地 (St.1, 堆積物表層の 0~5cm) で採取した砂泥質の堆積物を実験室に持ち帰り、容器に移し入れた後、

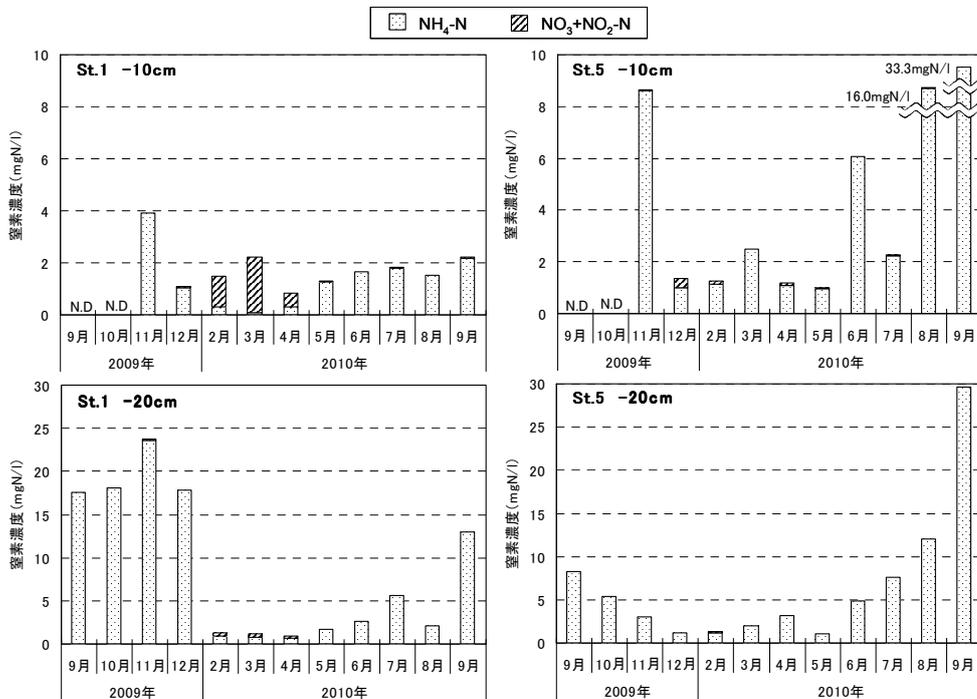


図-3 St.1 と St.5 の間隙水における NH₄-N と NO₃+NO₂-N 濃度の月別変化

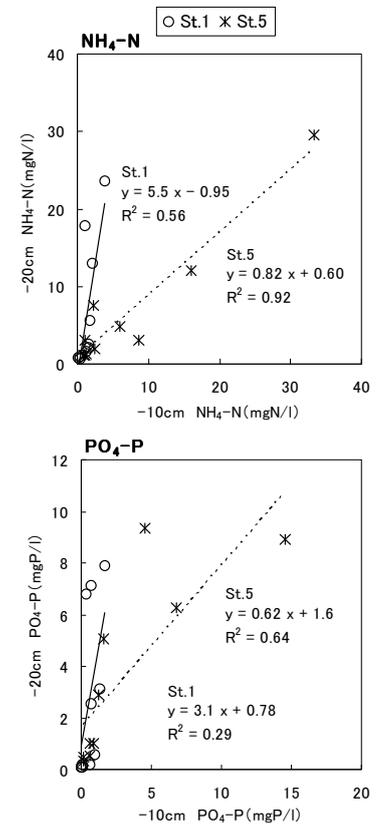


図-4 St.1 と St.5 における NH₄-N と PO₄-P 濃度の -10cm と -20cm の関係

希釈海水で満たした水槽内 (250 l) に静置し、一定期間ごとにサンプリングを行うことで砂泥間隙水の栄養塩濃度の時系列変化を測定した。実験は水温 20°C、塩分 20psu、DO 濃度 99%以上、暗条件で行った。水槽内の水は、連続的に曝気し循環させることで高 DO 濃度を維持した。概要を図-5 に示す。実験は、2010 年 11 月 15~29 日の 14 日間で行い、サンプル回収日は実験開始から 0, 1, 3, 5, 7, 10, 14 日後とした。サンプル管は、水槽から取り出し直上水をシリンジで静かに抜き取った後、間隙水採水器を実験砂表面から約 4cm まで差し込み、5~10ml の間隙水を採水し栄養塩濃度の分析に供した。実験砂は、サンプル管内で均一になるようによくかき混ぜ、2~3g ほど取り出し TOC・TN 分析に供した。コアサンプラー管 (内径 12cm、長さ 35cm) も同様に、水槽から取り出し直上水をシリンジで静かに抜き取った。その後、採水器を実験砂表面から 5cm、12.5cm、20cm の 3 層に順番に差し込み、それぞれの層で 15~20ml の間隙水を採水した。間隙水採水後に柱状のままコアサンプラー管から抜き出し、表面から 0-1cm、5-6cm、10-11cm、15-16cm、20-21cm の 5 層にカッティングし TOC・TN 濃度の分析に供した。分析方法は 2.1 に準じた。試水は、ろ過後に冷凍保存し、後日まとめて分析した。全ての栄養塩濃度の分析は、実験 0 日目のサンプリングから 20 日以内に行った。

(2) 間隙水の栄養塩濃度の変化

図-6 にコアサンプラー管の間隙水の NH₄-N、NO₃+NO₂-N、PO₄-P 濃度の変化を示す。-5cm の NH₄-N 濃度は、実験期間を通して増加し続けた。0 日目から 7

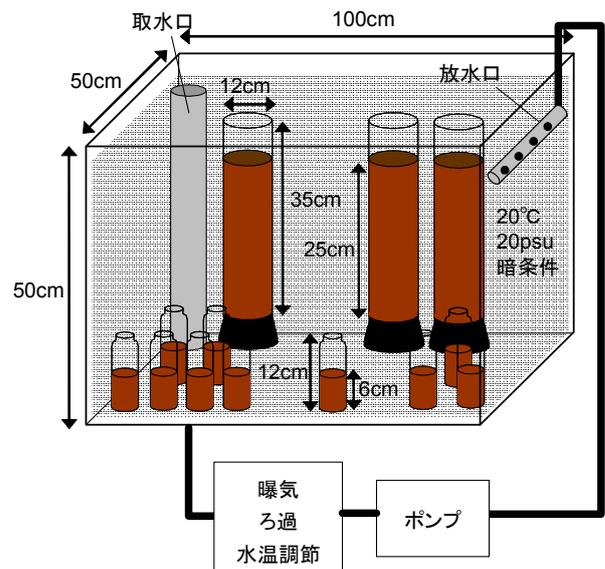


図-5 実験水槽の概要

日目までに 0.07mgN/l から 10.4 mgN/l と大きく増加し、その後 14 日目までに 13.2mgN/l と緩やかに増加した。-5cm の NO₃+NO₂-N 濃度は、0 日目から 1 日目にかけて 2.7 mgN/l から 0.09 mgN/l と大きく減少した。その後は 14 日目まで 0.04~0.19 mgN/l で推移し、ほとんど変化しなかった。-5cm の PO₄-P 濃度は、0 日目の 0.02 mgP/l から 14 日目の 3.2 mgP/l まで増加傾向を示した。-12.5cm、-20cm の栄養塩濃度は、すべての項目で -5cm とほぼ同様の増減傾向を示した。NH₄-N 濃度は、5 日目以降 -20cm、-12.5cm、-5cm の順に高くなり、実験砂

表面からの距離が深くなるほど高濃度になった。PO₄-P 濃度は、7日目以降-5cmと-12.5cmが同程度で-20cmはそれより少し低くなった。PO₄-Pは、間隙水中では無機懸濁物質などとの吸脱着によりNH₄-Nに比べ濃度が大きく変化する。また、嫌気状態で存在する水酸化第一鉄はPO₄-Pを吸着しないが、好気状態では水酸化第二鉄となりPO₄-Pを吸着する。本実験でも、冷凍保存していたサンプルで沈殿が見られ、これらの吸脱着によりPO₄-P濃度が変化した可能性が高いと考えられる。そこで、以下の考察はNH₄-Nについて行う。

コアサンプラー管でのNH₄-N生成速度を求めるため、図-7のようなNH₄-N収支を考えた。添字0, 1, 2, 3はそれぞれ直上水、-5cmが代表する層、-12.5cmが代表する層、-20cmが代表する層を表す。ここで、NH₄-Nは間隙水中および水槽水へ拡散のメカニズムによってのみ輸送されると仮定し、NH₄-Nの酸化やNO₃-N、NO₂-Nの還元反応は無視する。酸化層はないものとして扱う。また、-5cm、-12.5cm、-20cmで測定したNH₄-N濃度がそれぞれの層で均一だったとする。また、深度が大きいほど濃度が高くなったので、フラックスは上向きを正とする。以上の仮定より、NH₄-Nの収支は以下の式で表される。

$$h_1 \frac{dC_1}{dt} = h_1 D_1 - J_{01} + J_{12} \quad (1)$$

$$h_2 \frac{dC_2}{dt} = h_2 D_2 - J_{12} + J_{23} \quad (2)$$

$$h_3 \frac{dC_3}{dt} = h_3 D_3 - J_{23} \quad (3)$$

また、拡散による各サンプリング層間のフラックスは、

$$J_{01} = -K_{01} \frac{\partial C_{01}}{\partial x} \quad (4)$$

$$J_{12} = -\theta K_{12} \frac{\partial C_{12}}{\partial x} \quad (5)$$

$$J_{23} = -\theta K_{23} \frac{\partial C_{23}}{\partial x} \quad (6)$$

となる。ここで θ ：体積含水率である。実験砂はほぼ均一であり θ が一樣だと考える。また、水槽水中の溶存酸素の拡散を無視し、間隙中の拡散係数 K_{12} 、 K_{23} は一定だと考える。間隙中の拡散係数は表面の拡散係数を用いて以下の式が提案されている。

$$K_{12} = K_{23} = K_{01} \cdot a\theta^3 \quad (7)$$

a は定数であり、本研究では2.8とする。以上より、表面の拡散係数 K_{01} を与えると、各サンプリング間の濃度勾配から式(4)~(6)よりフラックスが求まり、濃度変化から式(1)~(3)よりNH₄-N生成速度が求められる。本研究では、千葉(2004)を参考に

$$K_{01} = (9.76 + 0.368T) \times 10^{-6} \text{ (cm}^2\text{/sec)} \quad (8)$$

とした。Tは温度で本実験ではT=20である。

NH₄-N生成速度：D (mgN/l/day)の算出結果を表-4に示す。また、実験砂がほぼ均一で溶存酸素を無視するという仮定においては、Dはすべての層で一様だと考えられる。そこで、得られた平均Dより計算した各層のNH₄-Nの濃度変化を図-8に示す。-5cmでは計算値が実測値と同程度であり、与えた拡散係数が適正だったといえる。

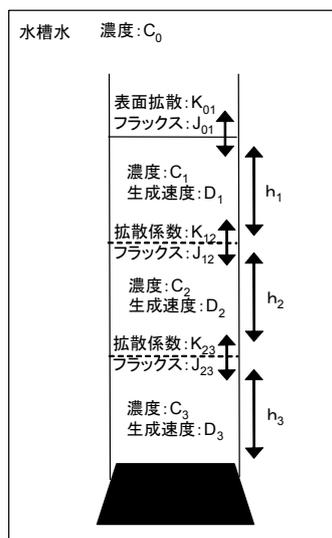


図-7 コアサンプラー管のNH₄-N収支の概要

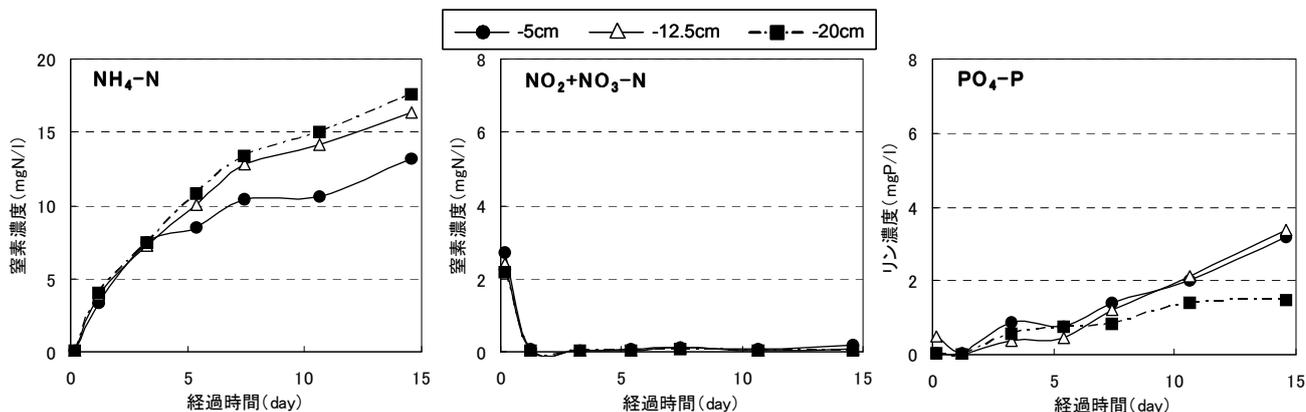


図-6 コアサンプラー管の-5cm、-12.5cm、-20cmの栄養塩濃度の変化

(3) 現地における NH₄-N 濃度変化との比較

実験により得られた NH₄-N 生成速度は、0.47～1.79mg/l/day であった。この値と現地の濃度変化速度を比較することで、有機物の分解による NH₄-N 濃度の変化の割合を検討する。

図-9 に、2010 年 10 月 26～27 日と 11 月 12 日の St.1 における間隙水の NH₄-N 濃度および大阪湾の潮位の変化を示す。10 月 26～27 日は大潮、11 月 12 日は小潮である。水温は 10 月が 15.8～17.8℃、11 月が 15.1～18.2℃であった。10 月は栄養塩濃度の変化が大きく、11 月はそれに比べ緩やかに変化した。濃度の減少は干潮前や上げ潮時に見られ、波による巻上げなどの攪乱が影響していた可能性が考えられる。表-5 に NH₄-N 濃度の変化速度を示す。10 月は-200.9～141.4mg/l/day と増加・減少ともに値が大きくなり、11 月は-113.9～56.2mg/l/day を示した。現地における 1 サンプルのみの測定なので、値にばらつきや分析誤差などが含まれると考えられるが、実験における濃度変化速度と比べると 10～100 倍近く大きくなった。

4. まとめ

- 大和川感潮域における堆積物の有機物量および間隙水の栄養塩濃度の測定を行った。堆積物表層の有機物、栄養塩濃度ともに海側の St.1 で河川側の St.5 より攪乱作用が大きいと考えられた。地点の特徴より、潮汐や波による砂の巻上げが有機物や間隙水の栄養塩動態に与えている影響が大きいと推察された。
- 室内実験より、大和川の感潮域の河床堆積物における NH₄-N の生成速度を算定した。求められた値は、現地で測定された変化に比べ 10～100 倍小さく、実際の感潮域では潮汐や波などに起因する物理的な要因が間隙水の栄養塩濃度を大きく支配していると考えられた。

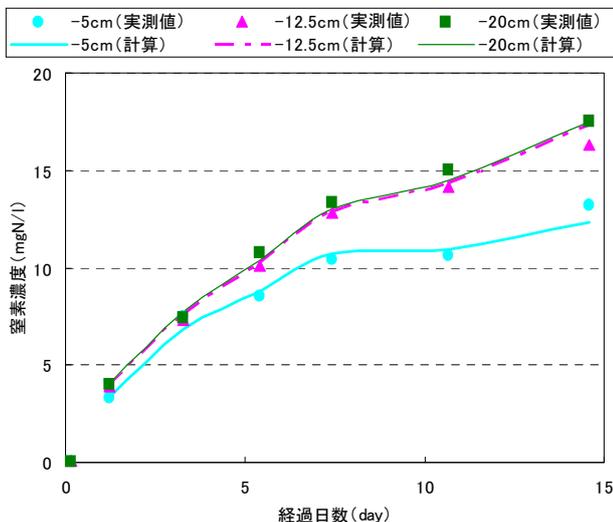


図-8 平均 D より計算した NH₄-N 濃度の時系列変化

表-4 算出された NH₄-N 生成速度 (mgN/l/day) の変化

回収日	1	3	5	7	10	14
D ₁	2.11	0.80	1.27	0.48	1.07	
D ₂	1.63	1.32	1.36	0.42	0.56	
D ₃	1.63	1.59	1.29	0.52	0.64	
平均D	1.79	1.24	1.31	0.47	0.76	

表-5 St.1 における 2010 年 10 月および 11 月の濃度変化から求めた -20cm の間隙水の NH₄-N の変化速度

10月	23時	1時	3時	5時	7時	
NH ₄ -N 変化速度 (mg/l/day)	-200.9	141.4	-115.1	-17.6		
11月	0時	2時	4時	6時	8時	10時
NH ₄ -N 変化速度 (mg/l/day)	0.51	27.7	15.4	56.2	-113.9	

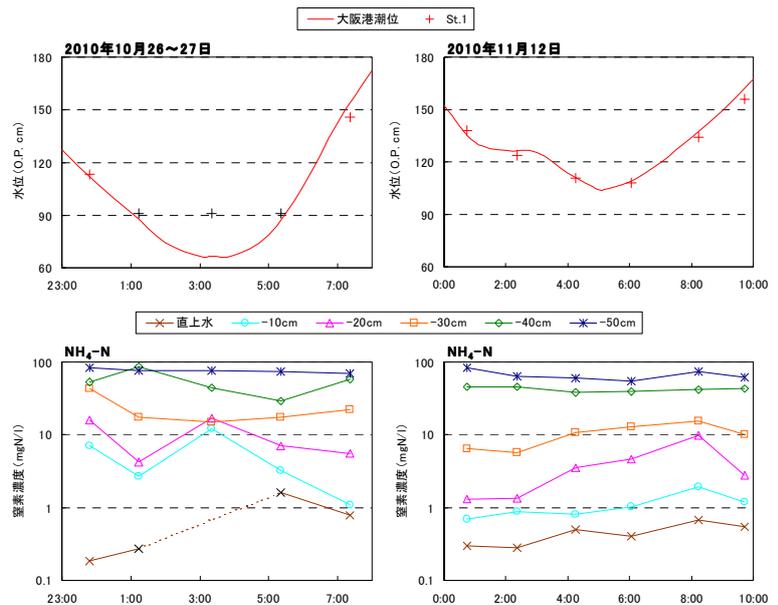


図-9 2010 年 10 月と 11 月の調査時における大阪湾の潮位 (上) と St.1 の間隙水の NH₄-N 濃度 (下) の経時変化

【参考文献】

- 内山雄介 (2001) : 砂浜海岸帯水層における潮位変動に伴う循環流の形成機構, 土木学会論文集, No.670/II-54, pp.37-48
- 駒井克昭・中下慎也・トウナロン・日比野忠史 (2009) : 河川感潮域における河床間隙水と広域地下水の循環機構に関する研究, 海岸工学論文集, Vol.B2-65, No.1, pp.1156-1160
- 千葉賢 (2004) : 海底堆積物内の物質循環モデルに関する基礎的研究, 四日市大学環境情報論集, 8(1), pp.29
- 永尾謙太郎・日比野忠史・松本英雄 (2005) : 広島湾における有機物の変動解析と栄養塩生成形態の把握, 海岸工学論文集, 第 52 巻, pp.916-920
- 長戸宏樹・越智達郎・日比野忠史・福岡捷二 (2007) : 太田川河口域における有機泥の循環に関する基礎的研究, 水工学論文集, 第 51 巻, pp.1195-1200
- 中谷佑介・西田修三・森川知波 (2009) : 大阪湾における有機懸濁態物質の沈降分解過程に伴う栄養塩の鉛直輸送, 海岸工学論文集, Vol.B2-65, No.1, pp.996-1000
- 西村修・野村宗弘・坂巻隆 (2007) : 河口干潟における堆積有機物の物理的制御機構, 月刊海洋, 海洋出版株式会社, Vol.39, No.9, pp.586-592
- 矢持進・平井研・藤原俊介 (2003) : 富栄養化海域における生態系の創出—人工干潟現地実験場での生物と窒素収支の変遷—, 海岸工学論文集, 第 50 巻, pp.1246-1250

討 議 等

◆討議 [重松先生]

TOC/TN の関係は季節による変化があったか？

◆回答：

季節による変化は見られなかった。地点による変化の方が大きかった。

◆討議 [大島先生]

河川側の調査地点 (St.5) で粒径に変化があったのはなぜだと考えられるか？

◆回答：

細粒分が堆積したからだと考えられる。泥分の下組成はほとんど変わっていない。なんらかの要因により、巻き上げの頻度が少なくなったと推察される。

◆討議 [貫上先生]

スライドの「CよりNの分解が早い」について、CとはTOCを指すのか？また、分解するとTNは変わるのか？

◆回答：

CとはTOCを指す。また、有機物中のNが分解さ溶解態になることで堆積物のTNは減少する。

◆討議 [貫上先生]

$\text{NO}_3\text{-N}$ や $\text{NO}_2\text{-N}$ の還元反応は $\text{NH}_4\text{-N}$ まで進んでいたと言えるか？

◆回答：

一般的には、還元され最終的には $\text{NH}_4\text{-N}$ になると考えられるが、現地でどこまで反応が進んでいたかはわからない。 $\text{NO}_3\text{-N}$ や $\text{NO}_2\text{-N}$ の濃度が高い期間に $\text{NH}_4\text{-N}$ の濃度が低いことから、 $\text{NO}_3\text{-N}$ や $\text{NO}_2\text{-N}$ の還元反応により $\text{NH}_4\text{-N}$ が生成していた可能性はあるといえる。

◆討議 [重松先生]

わずか百 m で底質などの環境が大きく変わるような

ところで、数百 m の範囲の調査で「感潮域」の現象・特徴を述べられるのか？

◆回答：

大和川の特徴として、感潮域が短いことが挙げられる。そのために、水質や底質の時空間的な変化が大きいことが予想された。本研究では、現地踏査を行い底質環境が大きく変化しているおおよその範囲を把握し、そこを定期調査範囲とした。また、調査範囲の中で「地盤高が高く波の影響を受けやすい地点」、「流れがあまりない地点」などのように、それぞれ特徴のある地点を選定することで、それらの特徴の違いと間隙水の栄養塩濃度の関係を明らかにしようとした。そのため、本研究からは感潮域全体の現象・特徴を述べることは難しい。