

## 第 部門 降雨による出水が大和川河口域における堆積物間隙水中の栄養塩濃度に及ぼす影響

大阪市立大学工学部 学生員 坪井 研  
 大阪市立大学大学院工学研究科 白居 諒  
 大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 矢持 進

## 1 研究背景と目的

河口域は河川と海の接点部分であり，そこでの流れは河川流，潮汐運動に起因する海水遡上に支配され，水温・塩分が時間的にも空間的にも著しく変化する場である．陸域や海域から流入した懸濁物質は，河口域において淡水と海水が接触することにより，自らの電荷を失って凝集し，沈降・堆積する．沈降した物質の一部は，時間経過過程において微生物による分解・無機化を受け，堆積物中に栄養塩が蓄積される．また，自然界には出水という不定期の現象が存在する．降雨に伴い，河川の流量は晴天時の数倍から数十倍となり，流域から多量の汚濁物質が流下し，沿岸域において富栄養化や赤潮・青潮などの原因として指摘されている<sup>1)</sup>．これまで，出水時における汚濁負荷流出過程の解明のために，出水中の水質や土砂流出特性に関する研究が行われてきた．しかし，間隙水中栄養塩に対する出水の影響に関してはほとんど評価されていないのが現状である．仮に，出水によって流出作用が働けば，沿岸域における栄養物質の負荷源となりうる．そこで，本研究では出水が間隙水中の栄養塩濃度にどのような影響を与えるかを把握することを目的とし，現地調査を行った．

## 2 調査概要

底質調査は 8～12 月にかけて月に一度調査を行った．調査地点は，大和川河口域の St.1～4 で実施した(図 1)．調査項目は粒度組成，IL，AVS，間隙水中栄養塩濃度(NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N + NO<sub>3</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P)であった．間隙水は，堆積物表面からの距離が 20cm 下で取水した．

出水調査地点は，底質調査より明らかになった，間隙水中の栄養塩濃度が高かった St.1 で行った．2009 年 10 月 9 日から 11 月 22 日の 1.5 ヶ月にわたり，6 度出水があり，各々の出水前と出水後 1, 3, 5 日目に実施した．それぞれの調査を ~ と名付ける．測定項目は間隙水中栄養塩濃度で，堆積物表面からの距離が 10cm 下と 20cm 下(以下，10cm, 20cm)で取水した．なお，10 月 9, 14, 18 日，11 月 10 日には表層水も同時に採水を行った．また，大和川河口域には流量観測所が存在しないために，本検討では 2004, 2005 年の柏原観測所における流量と水位データより，2009 年の推測流量を推定した．観測期間中における採水日，推測流量を表 1 に示した．

表 1 各調査の採水日と採水日前後の推測流量

日付	採水日		推測流量 (m <sup>3</sup> /日)	備考
	10cm	20cm		
10/7	-	-	134.7	台風18号接近
10/8	-	-	756.9	台風18号接近
10/9	-	-	78.9	-
10/12	-	-	33.6	-
10/14	-	-	26.9	雨の前に採水
10/18	-	-	20.0	降雨後10日経過
10/25	-	-	15.6	降雨後17日経過
10/26	-	-	79.6	-
10/27	-	-	33.6	-
10/28	-	-	23.7	降雨後2日経過
10/29	-	-	20.1	-
10/31	-	-	18.2	-
11/1	-	-	86.5	-
11/2	-	-	67.3	-
11/4	-	-	22.0	-
11/6	-	-	19.5	-
11/10	-	-	18.8	雨の前に採水
11/11	-	-	255.8	-
11/12	-	-	57.8	次の調査に移行
11/14	-	-	86.9	降水後半日経過時
11/16	-	-	28.3	次の調査に移行
11/17	-	-	82.4	-
11/18	-	-	49.7	-
11/20	-	-	26.3	-
11/22	-	-	22.7	-

灰色のラインは降水があった日

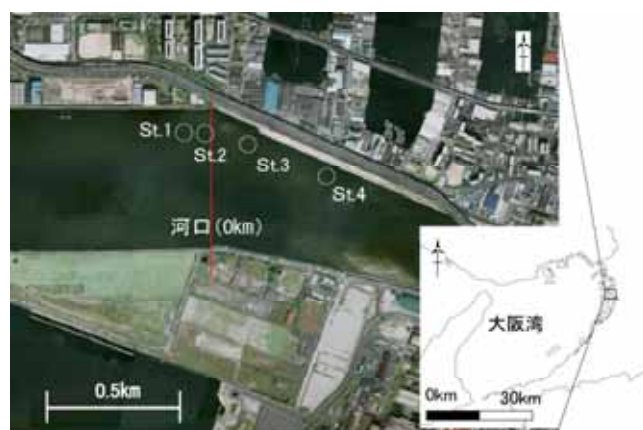


図 1 大和川河口域の位置と観測地点

## 3 調査結果

表 2 より河口に近づくほど，粒径は細粒化した．他の地点と比較すると，St.1 における間隙水中の NH<sub>4</sub>-N, PO<sub>4</sub>-P は 8 月から 12 月にかけて常に高い値を示した(図 2)．これより出水調査地点は，間隙水の濃度が高く，栄

養物質の負荷源となりうる St.1 で実施した。

図 3 に推測流量と各調査における間隙水中の栄養塩濃度の変化を示した。20cm における  $\text{NH}_4\text{-N}$  は , , , で出水後の濃度が減少した。同様に,  $\text{PO}_4\text{-P}$  濃度は 以外全てで出水後, 濃度が減少した。これより, 間隙水中に蓄積した栄養塩が, 出水によって流出したことが明らかになった。さらに, 20cm では出水後時間が経過すると濃度が上昇する傾向にあった。一方, 10cm における  $\text{NH}_4\text{-N}$  は濃度変化幅が小さく, 出水後も明瞭な傾向が見られなかった。 $\text{PO}_4\text{-P}$  も  $\text{NH}_4\text{-N}$  同様, 特徴的な変化は示されなかった。また, 20cm の  $\text{NH}_4\text{-N}$  濃度は, との降雨間隔が短かったためか, 出水前の濃度が低く, 影響が小さくなったと考えられる。このことより, 出水前の濃度が低く, 栄養塩が蓄積されていなければ出水の影響が, あまり見られないことが考えられる。

図 4 に, 10cm および 20 cm における出水経過時間( 前回の出水時から調査実施までの晴天時間)と栄養塩濃度の関係を示した。20cm における  $\text{NH}_4\text{-N}$  と  $\text{PO}_4\text{-P}$  はともに正の相関を示し, 相関係数は各々  $r=0.74$ ,  $r=0.75$  であった。一方, 10cm においてはどちらの項目でも相関係数が低く, 出水経過時間と濃度の関係が明瞭に現れなかった。すなわち, 20cm では出水直後に濃度が低下するが, 晴天が続き, 降雨の影響がないと濃度が上昇した。これより, 20cm における濃度減少の原因として, 出水の影響が支配的であると示唆される。一方, 10cm では出水の有無にかかわらず濃度が変化した。これは, 堆積物表層付近では, 出水以外に濃度変化に寄与する現象が存在するためと考えられる。堆積物表層では直上水への溶出, 底層流や生物活動による攪乱が定常的に作用している。このため, 平水時でも濃度が上昇せず, 出水前の濃度が低い場合, 20cm と比較すると出水の影響があまり見られないと推察される。

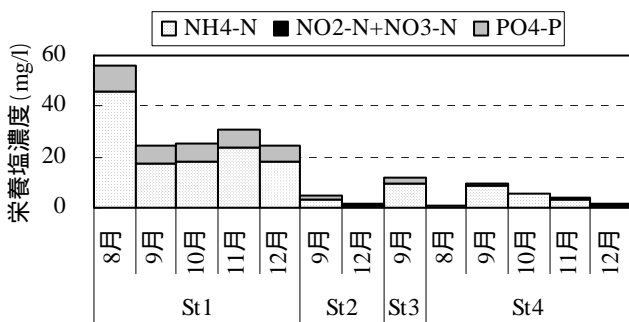


図 2 各調査地点における間隙水中栄養塩濃度

表 2 各調査地点における深度別粒度区分

採泥層 (cm)	St.1	St.2	St.3	St.4
0-2	細粒分	細粒分	細粒分混じり	細粒分混じり
2-5	細粒分混じり	細粒分混じり	細粒分混じり	礫質砂
5-10	細粒分混じり	細粒分混じり	礫質砂	礫質砂

#### 4 結論

- ・出水後, 20cm では栄養塩濃度が減少し, 蓄積された栄養塩が出水により流出することが明らかになった。また, 時間が経過すると再び濃度が上昇した。
- ・出水前の濃度が十分に上がっていなければ, 出水の影響はあまり見られなかった。
- ・10cm では, 堆積物表層に近く, 溶出など他の要因の寄与が大きいと考えられる。このため, 平水時に栄養塩の蓄積が起こりにくく, 出水の影響が明瞭に見られなかったと推察される。
- ・河口域は, 平水時では, 間隙水中の栄養塩濃度が上昇しやすい場である。出水時には, 蓄積した栄養物質が流出し, 負荷源になりうると思われる。

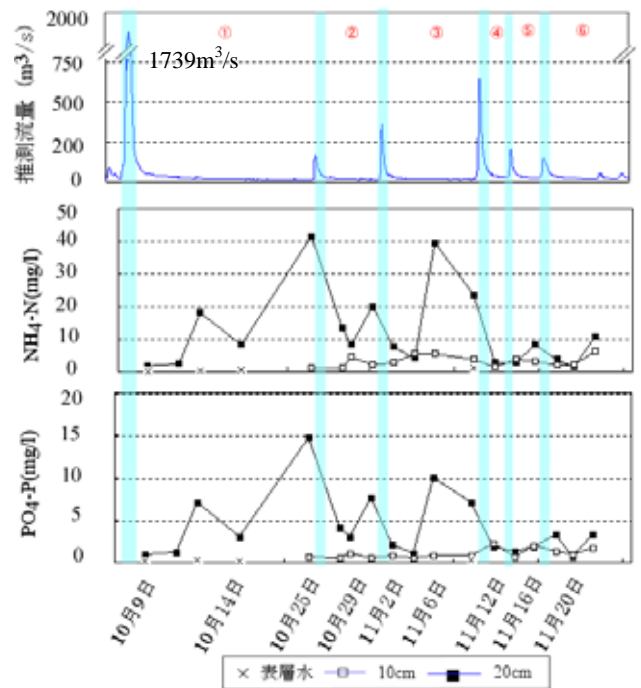


図 3 推測流量と各深度における間隙水中栄養塩濃度の推移:  $\text{NH}_4\text{-N}$  (上)・ $\text{PO}_4\text{-P}$  (下)

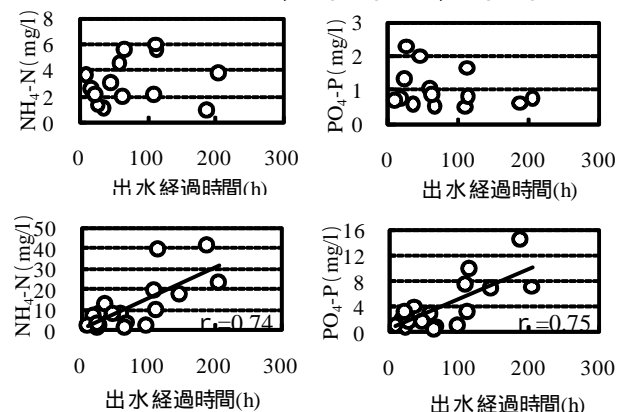


図 4 深度別出水経過時間と栄養塩濃度の関係: 10 cm (上)・20 cm (下)

#### 参考文献

1) 二瓶泰雄, 大塚慧, 影山英将, 広瀬久也 (2005): 東京湾における流入負荷の経年変化, 海岸工学論文集