

多摩川・田園調布堰における SS 及び栄養塩・COD 負荷量の把握

東京理科大学 正会員 ○二瓶泰雄, 江原圭祐, 坂井文子, 臼田美穂
 東京工業大学大学院 正会員 瀬岡和夫, 八木宏
 国土交通省・関東地方整備局 正会員 有路隆一, 諸星一信, 松坂省一, 古土井健
 (株)東京久栄 正会員 小林聡, 森重輝政

1. 序論

現在, 東京国際空港再拡張事業として, 4 番目の滑走路が建設されることとなっている。この新滑走路は埋立て方式と栈橋方式を組み合わせた形で多摩川河口域に建設されるため, 当該水域のみならず東京湾全体の水底質環境や生態系への影響を把握する必要がある。新滑走路建設による環境負荷を定量的に評価するには, バックグラウンドとなる陸域・外洋・大気起源の負荷を同時に把握する必要がある。特に, 最も顕著な負荷である多摩川からの陸域環境負荷を把握することは必須であるものの, 負荷評価に必要な水質調査は一般に平常時しか行われておらず, 高負荷となる出水時の水質データは限られており¹⁾, 多摩川からの陸域環境負荷特性は十分に把握されていない。そこで本研究では, 多摩川・田園調布堰において自動採水機や光学式濁度計等を用いた陸域環境負荷調査を行うことを試みた。その結果から, 出水時における SS・窒素 N・リン P・COD の時間変動特性, 水質負荷量 L と流量 Q の関係 (L - Q 式), 年間陸域環境負荷量, を明らかにする。なお, 本研究は国土交通省関東地方整備局「羽田周辺水域環境調査研究委員会」の一部として行われた。

2. 研究方法

(1) 現地観測及び水質分析

多摩川は全長 138km, 流域面積 1240km² の一級河川であり(図 1), 上流域では山林, 中下流域では市街地が大部分を占める。調査点は順流部末端の調布堰(河口より 13km)とした。出水時を含む陸域負荷調査を自動・連続的に行うために, 自動採水機(6712 ポータブルサンプラー, (株)ISCO 製)による出水時の河川水採取と光学式濁度計(Compact-CLW, アレック電子(株)製)による土砂濃度の連続計測, と

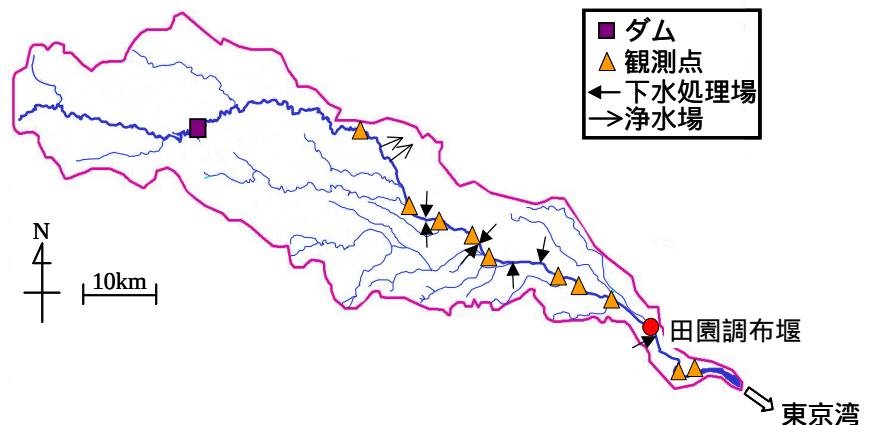


図 1 多摩川流域と観測点

いう 2 種類の観測を行った。自動採水機を 2006 年 7 月～12 月に設置し, 5 回の出水イベント時(2006/7/19～21, 8/8～10, 9/13～15, 9/26～27, 10/5～8)に採水した。得られたサンプル水について, 濁度, 電気伝導度, pH, SS, 強熱減量 IL, 粒径分布, T-N, D-N, NO₂-N+NO₃-N, T-P, D-P, PO₄-P, T-COD, D-COD を分析した(T と D は全成分と溶存態成分を示す)。全成分と溶存態成分の差から懸濁態成分(P-N, P-P, P-COD)を求める。この分析には, オートアナライザー(swAAAt, ビーエルテック(株)製)やレーザー回折式粒度分析装置(SALD-3100, (株)島津製作所製)等を用いた。また, 光学式濁度計を 2006 年 7 月 31 日に設置し, 現在でも観測を継続している。

(2) 陸域環境負荷量の算出法

長期間にわたる陸域環境負荷量を求めるために, 公共用水域水質データ(国交省, 頻度: 月 1 回, 項目: T-N, T-P, T-COD, SS)と堰流量データ(東京都, 1 時間間隔), (1) の観測から得られる水質負荷量 L と流量 Q の関係式 (L - Q 式)を用いる。具体的には, 平常時では公共用水域データと流量観測値の積より, また出水時には流量観測値と L - Q 式より, それぞれ水質負荷量を求める。このとき, 閾値($=50\text{m}^3/\text{s}$)に対する流量の大小で出水時と平常時を分離している。また, 流域全体の水質負荷に対する下水処理水の影響を調べるために, 多摩川に放流する 7 つの下水処理場からの放流量とその水質濃度(T-N, T-P, T-COD)の実測値を収集した。

キーワード: 陸域環境負荷, 多摩川, 羽田空港, L - Q 式, 水質環境

連絡先 : 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL: 04-7124-1501 (内線 4031) FAX: 04-7123-9766

3. 結果と考察

(1) 出水時における SS・N・P・COD の時間変動特性

出水時における水質濃度の時間変動特性を見るために、流量 Q とリン濃度 (T-P, P-P, D-P) の時間変化を図 2 に示す。これより、T-P は増水期初期には減少するものの、その後大きく増加し、増水期後半に濃度ピークが現れ、その後の減水期では減少する。このような増水期に大きく増加する様子は P-P にも見られ、T-P の増加は懸濁物質の増加によることが分かる。一方、D-P は出水中に減少しており、増水期初期における T-P の減少の要因となっている。このような D-P が減少する要因は、降雨による希釈効果のためである。出水時における全項目の時間変化を見たところ、SS や IL, P-N, P-P, P-COD 等の懸濁物質は「濃度増加傾向」となる一方、D-N, D-P, D-COD や $\text{NO}_2\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$, 電気伝導度など主として溶存物質は「濃度減少傾向」となった。このように水質項目により、出水中の濃度増減傾向が大きく変化することが示された。

(2) 水質負荷量 L と流量 Q の関係 (L - Q 式)

上述した T-P に関する負荷量 L と流量 Q の相関図を図 3 に示す。図中には、5 つの出水イベントの結果を表示している。これより、T-P に関する L - Q 関係には、出水イベント毎にわずかな違いが見られるが、概ね良好な相関関係が見られる。この両者に対して、一般的な L - Q 式 ($L = aQ^b$, a, b : 係数) を近似曲線として適用したところ、同図中に示される直線が得られた。そこで、全項目に対して L - Q 式を適用し、係数 a, b を求めた結果を表 1 に示す。これより、懸濁物質 (SS や P-COD, P-N, P-P) については、べき指数 b が 1.6 ~ 2.2 となっており、前述した「濃度増加傾向」となる結果を反映している。一方、溶存物質 (D-COD, D-N, D-P, $\text{NO}_2\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$, $\text{PO}_4\text{-P}$) に関しては、 b は 0.55 ~ 0.84 と 1 より小さくなっており、これも前述した「濃度減少傾向」の結果と一致している。また、全成分に関しては、懸濁態成分の寄与率が大きい T-COD や T-P のべき指数 b は各々 1.34, 1.33 と 1 以上となるのに対して、溶存態成分の寄与が大きい T-N に関しては $b=0.91$ となり、P, COD, N により流量依存性が大きく異なることが示された。

(3) 年間陸域環境負荷量

2001 年から 2005 年にわたる田園調布堰における陸域環境負荷量の年平均値を図 4 に示す。ここでは、T-P を対象とし、平常時と出水時に分けて表示している。これより、T-P 負荷量は 0.70 ~ 1.21 t/day となっており、そのうち、平常時には 0.42 ~ 0.60 t/day、出水時には 0.28 ~ 0.70 t/day となっている。出水時となる時間の割合は年間で 12 ~ 17% となるのに対して、出水時の T-P 負荷量は全体の 38 ~ 60% となっており、出水時には短期間で大きな負荷量が生じていることが分かる。また、T-COD や T-N における総負荷量に対する出水時の寄与率はそれぞれ 44 ~ 69%, 25 ~ 42% となり、T-P と同様に出水時における負荷量の占める割合が大きい。このように、陸域環境負荷に対する出水時の寄与率は総じて高く、負荷量評価の高精度化のためには、出水時調査を念頭においた陸域環境負荷調査システムの構築と運用が必須である。

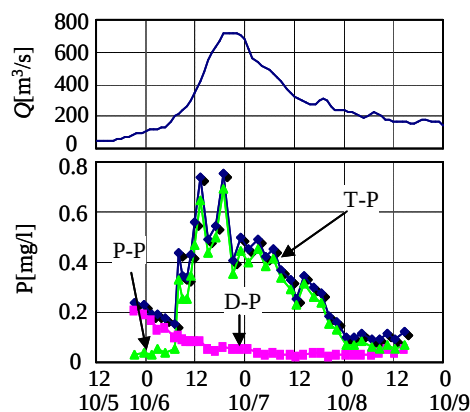


図 2 T-P, D-P, P-P の水質濃度の時系列変化(イベント)

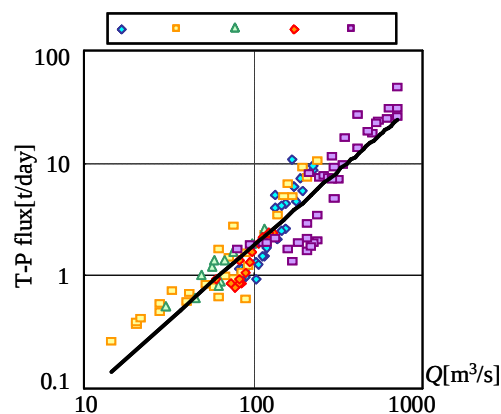


図 3 L と Q の相関関係 (T-P)

表 1 L - Q 式の係数

	a [t/day]	b	R^2
SS	1.498×10^{-2}	2.233	0.851
T-COD	6.823×10^{-2}	1.338	0.803
D-COD	4.942×10^{-1}	0.777	0.756
P-COD	1.734×10^{-3}	1.878	0.555
T-N	3.438×10^{-1}	0.906	0.892
D-N	4.336×10^{-1}	0.822	0.854
P-N	9.834×10^{-4}	1.627	0.756
$\text{NO}_2\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N}$	3.224×10^{-1}	0.813	0.764
T-P	4.248×10^{-4}	1.317	0.842
D-P	6.877×10^{-2}	0.554	0.494
P-P	7.635×10^{-5}	1.971	0.869
$\text{PO}_4\text{-P}$	2.085×10^{-2}	0.839	0.636

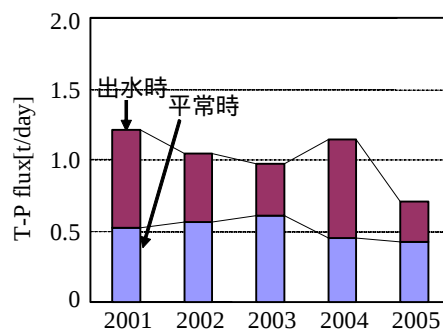


図 4 T-P 負荷量の年平均値

参考文献

- 1) 高田：沿岸海洋研究, Vol.34, No.2, pp. 111-117, 1997.