

II-367

河川中における栄養塩(リン)の挙動に関する研究

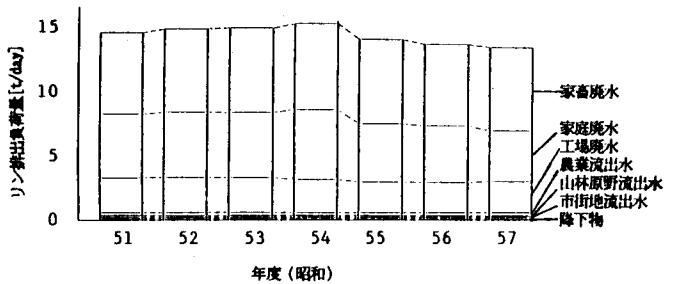
○京都大学工学部 正員 井上 頼輝
 京都大学工学部 正員 森沢 真輔
 久保田鉄工(株) 師 正史

1. はじめに リンや窒素などの栄養塩は、湖沼や海域などの停滞水域にあっては富栄養化を引き起こすが、それをつなぐ河川中での挙動は、まだ明確にされていない。近畿を流れるY川は、わが国第二の大河川で、しかも中流に百万都市を持っている。この川は流量が多く、しかも安定しているので、水質挙動を調査するには好都合である。そこでリンの挙動を調査した。

2. 理論的検討 河川中の全リン濃度をPとし、流下方向に x軸を取れば、基礎式は次のようになる。

$$\frac{\partial P}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} (D_x \frac{\partial P}{\partial x}) - v_x \frac{\partial P}{\partial x} - K_1 - K_3 + K'_1 + K'_3 - q$$

ここに t: 時間 v_x: 流速
 D_x: 流れ方向の分散係数
 k₁: 生物によるリンの摂取
 k'₁: 生物よりのリンの回帰
 k₃: 沈降による除去
 k'₃: 底泥よりの回帰
 q: 支川よりの流入



図一 発生源別リン負荷量の経年変化

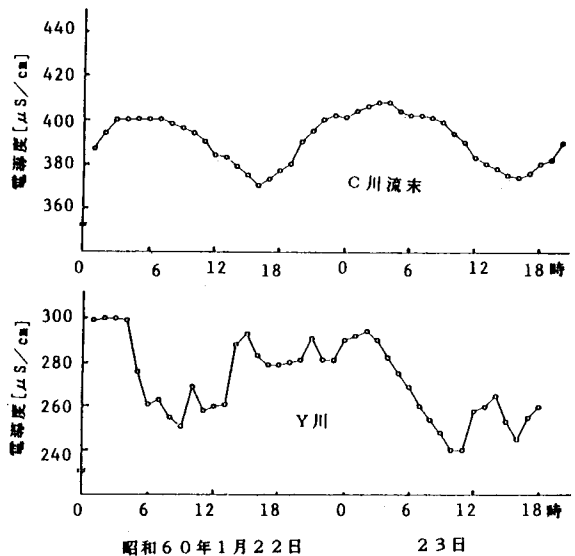
3. 流域におけるリン負荷発生量

流域におけるリン負荷発生量を、山林原野流出水、農業流出水、家庭廃水、工場廃水、家畜廃水、市街地流出水、河道降下物につき原単位法を用いて昭和51年一昭和57年の間

推定した結果が図一である。これを見ると、家畜廃水による負荷が約4割で最も多く、次いで家庭廃水、工場廃水の順であり、この3つの負荷で全体の96%を占めている。昭和55年度以降は合成洗剤の低リン化が進み、家庭廃水による負荷が減少している。

4. 下水処理の影響 3.で求めた推定負荷量と、河川中の実測負荷量とを比較しおたところ、上流における流達率は約10%であるが、中、下流の都市域に入ると42%と増大する。一方、下水処理場のリン除去率は経年的にあまり変化せず、51-59%、平均55.5% (流達率にすると44.5%)で、環境中での流達率と殆ど変わらない。従って、下水道が普及しても、河川中のリン濃度に変化は見られない。これは下水道と共に濃度の増加する窒素化合物とは際だった対照を見せている。

5. 負荷量の収支 この川は A川 (流量 19 m³/sec), B川 (流量 6.4 m³/sec), C川 (流量 2.1 m³/sec)の三支川が合流してY川になり、37 Km流下して海に注ぐ。A、B二支川の水質の時間的



図二 電導度の経時変化

変動はあまり無いが、C川は中流百万都市の影響を受けて著しく変動する。

図-2 はC川流末近くとY川11.8Km流下点の電導度の時間変化を示すこの川のリン負荷量収支を取るために昭和60年1月23日(曇)に横断面水質実測をおこなった。A, B, C支川の流末及び4、8Kmと11.8Km流下したY本川2地点の合計5地点で、2時間毎に水平方向に5~10m水深方向には表面、25cm, 50cm以下50cmごとに採水し、水温、全リン、電導度を測定した。一例として正午の横断面リン濃度分布を図-3に示す。

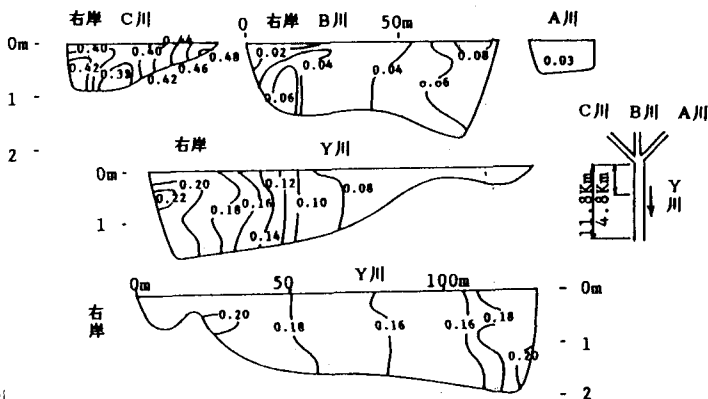


図-3 全リン濃度の横断面分布 [単位 mg/l]

上流三川の比較ではどの実測時においても、各項目共C川の値が他の二川より高く、A川とB川の値はほぼ

等しかった。Y川4.8Km流下地点では水深方向に顕著な濃度差は見られないが、水平方向は各項目とも右岸ほど高い値を示すこれは高濃度のC川が右岸側から流入し、水平に十分混合せずに流下したためと考えられる。11.8Km地点では、上流同様水深方向には殆ど水質に差がみられない。水平方向については右岸側の値が高い傾向は残っているが、上流点に比し均一化されている。合流点より11.8Km流下するに要する時間は、図-2の電導度の変化の時間的ずれより6時間と推定した。横断面内に水質と流速の分布があるので、それを考慮に入れて負荷量を求め、流下時間より負荷量収支を求めると、表-1のようになった。ただし求めるべき時間に負荷量が実測されていない時は、その前後の値を内挿した。また、合流点から11.8Kmまでに流入する流量の合計と、同地点における流量とが等しくない場合は、その差だけ同地点において同じ水質で流入する、或は取水されると考えて調整した。収支計算結果を見ると、上流三川の合計と、11.8Km流下する間に流入した負荷量の方が、同地点で実測された負荷量よりも大きく、リン負荷が河道内で減衰している事がわかる。しかし、流量収支が合わないことがリンの河道内挙動を把握する上で大きな欠点となっている。これは、三川合流部付近の地狭部で、河川水と地下水の交換があるためと見られているが、まだ十分に解明されていない。Y川本流における物質の収支を取り、リンの挙動を明らかにするには、将来この点に関する調査研究が不可欠であると思われる。

地点	時刻	リン負荷量 [Kg/day]
A川流末	8:43	50
B川流末	8:51	400
C川流末	8:00	520
三川合計		970
支川流入		+ 690
取水流出		- 90
調整		- 100
計算値		1470
11.8Km地点	14:00	1260

表-1 リン負荷の収支