

国立公害研究所 正会員 ○ 細見正明
同上 須藤隆一

1. はじめに

湖沼における富栄養化の機構を解明して、その対策を講じていくには、窒素やリンなどの存在量を知るばかりではなく、物質収支を含めた窒素やリンの循環速度、移動速度を知る必要がある。本報では、湯の湖の夏期停滞期において、水-底泥間の物質移動として、窒素・リンの沈殿フラックス ($\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{日}$) および溶出フラックスを求め、これらの物質収支に占める重要性について検討を行なった。

2. 実験方法

ここでは、現場で溶出フラックスを求める方法として、物質収支から求める方法を採用し、これと比較する意味で固相水中の水質分布と上層水の濃度からFickの法則に従うとして、溶出フラックスを算定した。従って、本研究では物質収支をとるための水質調査と沈殿フラックスを求めるための沈殿物調査とを平行して行なった。

1) 水質調査: 図1に湯の湖の概要および調査地点を示す。湯の湖は、面積が 0.353 km^2 、平均水深が 7.4 m の小さな湖で、夏と冬に停滞期をもつ複循環湖である。夏の停滞期には、底層部のD○がほぼゼロとなる。流入源の大ドブ、処理場、流出口である湯滝において水質調査と流量観測を行なった。また湯の湖は、地下水の流入する量が多いとされているために、湖岸付近の湧出箇所の水質調査を行なった。湖心で各深度毎に水質調査を行なった。

2) 沈殿物調査: 図2に示す沈殿物捕集器を湖心の 10 m 水深に設置して、沈殿物を採取した。なお捕集期間は7日間程度とした。沈殿物中の試料について、懸濁態の窒素、リンを測定して沈殿フラックス ($\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{日}$) を求めた。

3) 投げ込み型コーサンプラーにより、底泥を採取し、上層水および固相水中の窒素、リンを測定した。

3. 実験結果

停滞期において湖心での Water Column を考え、その中で物質収支をとる

$$V \cdot \frac{C(t+\Delta t) - C(t)}{\Delta t} = \text{Inflow} - \text{Outflow} - \text{Sedimentation} + \text{Release} \quad (1)$$

ここで、 C : 窒素、リン濃度 Δt : 停滞期間 V : Water Column の体積

夏の停滞期において、平均的な溶出フラックスを求めることを目的としているので、右辺はそれぞれ一定値とする。

まず左辺は、Water Column中に含まれる窒素・リン量の変化を示している。湖心での水質調査の結果を図3に示す。調査期間においては、窒素・リンの現存量 (g/m^2) がほぼ直線的に増加しているので、停滞期における増加分は、窒素で $66 \text{ mg}/\text{m}^2\cdot\text{日}$ 、リンで $15 \text{ mg}/\text{m}^2\cdot\text{日}$ となる。

次に、窒素・リンの平均流入量は、面積負荷として、それぞれ $56 \text{ mg}/\text{m}^2\cdot\text{日}$ 、 $7.8 \text{ mg}/\text{m}^2\cdot\text{日}$ となった。また

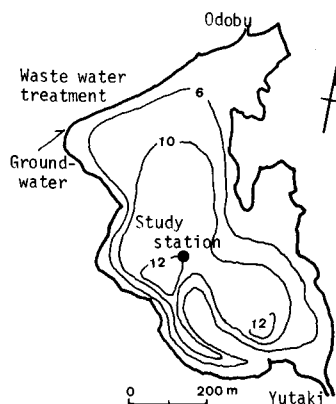


図1 湯の湖の概要

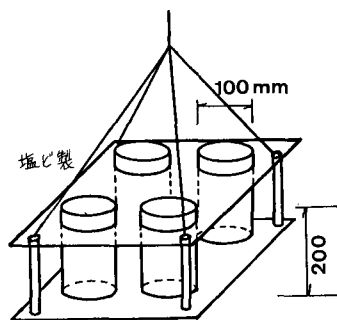


図2 沈殿物捕集器

地下水からの流入水量は、湯滝一(大ドブ+処理場)として求めると、湯滝から流出する量の9割にもなる。従って、地下水からの窒素・リンの平均流入量は、平均流入水量×平均濃度として求めると、窒素が42mg/m²・日、リンが0.8mg/m²・日となり、窒素の流入量がかなり大きい。湯滝からの平均流出量は、窒素が74mg/m²・日、リンが6.8mg/m²・日と、なる。

一方、窒素・リンの沈殿フラックスは、図4に示すとおり、若干変動があるものの、同様に変化しているのがわかる。平均沈殿フラックスは、窒素が60mg/m²・日、リンが12mg/m²・日となった。

以上から(1)式により溶出フラックスを求め、窒素およびリンについて物質収支をとったものが図5、6である。溶出フラックスについてみると、窒素の場合、流入量と同程度の大きさをもつが、リンの場合、流入量の2.5倍の大きさであり、物質収支を考えると、この溶出フラックスは非常に重要な値を示していることがわかる。また水-底泥間の物質移動については、窒素・リンいずれの場合も溶出フラックスの方が沈殿フラックスよりも大きい。すなわち、夏の停滞期には底泥から水中へNetとして、窒素42mg/m²・日、リン13mg/m²・日のフラックスがあったことになる。

また、間隙水中および上層水中のNH₄-N、PO₄-Pの分布を図7に示す。拡散係数Dは、Manheim²⁾が求めた間隙率とDとの関係より、D=1.5×10⁻⁵cm²/secとし、Fickの法則に従うものとして求めると、溶出フラックスは窒素93mg/m²・日、リン10mg/m²・日となり、物質収支から求めた溶出フラックスとほぼ同程度となることがわかった。ただしリンの場合、低くなっているのは、間隙水の採取時に空気と接触するために、間隙水中のリン濃度が低い方に検出されると考えられる。

4. まとめ

湯の湖の夏期停滞期において、水-底泥間の窒素およびリンの挙動を把握するために、水質調査と沈殿物調査とを平行して行なった。この期間の窒素・リン収支をとると図5、6のようになつた。これからNetとして底泥から水中へ窒素42、リン13mg/m²・日のフラックスが認められた。これらのフラックスは、大ドブ+処理場からの流入量と同程度であることから、富栄養化対策を進めていく上で、底泥からの溶出が重要な問題となることを意味する。

参考文献：1) 細見 順蔵 (1980) 第14回日本水質汚濁研究会年次学術講演会講演要録

2) Manheim, F.T. (1970) Earth and Planetary Science Letters Vol. 9. p 307-309.

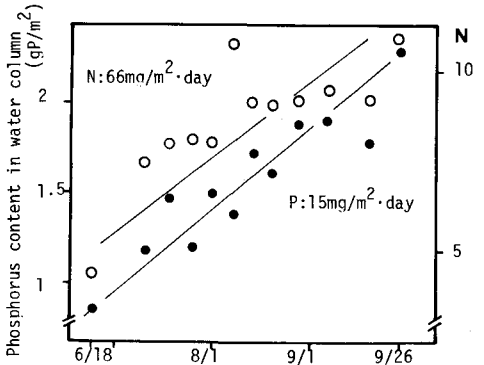


図3 Water Column内の窒素・リンの変化

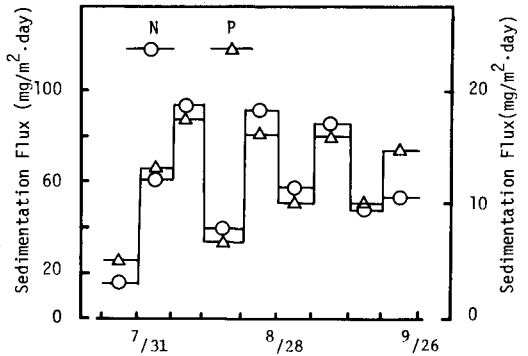


図4 窒素・リンの沈殿フラックス

図5 リンの収支

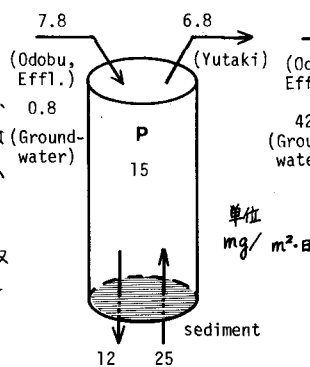


図6 窒素の収支

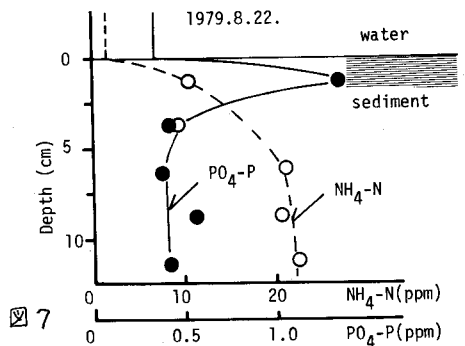
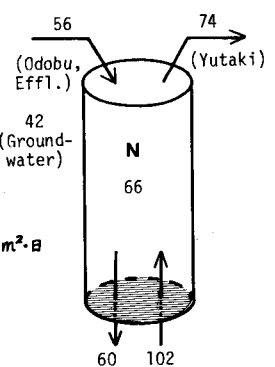


図7