

山間地湖沼群流域における点源負荷量及び非点源負荷量の算定について

日本大学大学院 学生員 ○小川 裕正

日本大学工学部 正会員 長林 久夫

1. はじめに

山間地湖沼の汚濁負荷削減対策として流域下水道の整備進展により点源負荷は抑制傾向に転じている。しかし、その一方で山地や土地利用の変遷による面源負荷に依存しており、これらは発生源の特定が困難であり水域に与える影響はきわめて大きく、今後ますます面汚染源からの汚濁負荷削減対策が必要となる。

本研究は福島県裏磐梯湖沼流域を対象として、汚濁物質の排出が特定できる点源負荷量を源単位法により算定を行った。また降雨時と非降雨時とでは著しく異なる非点源負荷量を降雨による流出量に依存するものと仮定し負荷量の算定を試みた。これより降雨時における流出負荷の評価を行い、対象流域における定量的な負荷量の把握をすることを目的とした。

2. 裏磐梯流域概要

対象地域は、福島県の北西部に位置し、北塩原村及び猪苗代町の2町村にまたがる面積約270Km²の地域であり、その約90%が山林・原野が占めている。これらの湖水は、水力発電や灌漑用の水源として、さらには内水面漁業の場として利用されており重要な水資源の一つになっている。

3. 点源負荷の推定

3.1 生活排水

生活排水の処理方式はさまざまであり、この処理形態により排出負荷量が異なる。これらの負荷は原単位と処理形態別人口⁴⁾より求めることができる。対象流域では、し尿は定住人口の約70%がし尿処理施設で、約25%が浄化槽で、約5%が土壤還元によって処理されている。台所排水は、約16%が合併処理浄化槽で行われている。これより各処理方式別に負荷量の算定を行った。また自家処理については土壤還元による為、ここでは加味しないものとした。以下に算定式を示す。

$$F_l = \sum (\alpha \times G_l \times P_l) \quad (1)$$

ここで、 F_l ：生活排水総負荷量(g/日)、 α ：処理方式

別排出率(%)¹⁾²⁾、 G_l ：生活排水原単位(g/人・日)¹⁾²⁾、 P_l ：処理方式別人口(人)である。

3.2 産業排水

対象地域内には、水質汚濁防止法の規定に基づく特定事業場は114ある。業種別では、大半が旅館、宿泊所であり、大半が浄化槽により処理されている。産業排水による負荷量は次式によって表される。

$$F_i = \alpha \times G_i \times P_i \quad (2)$$

ここで、 F_i ：産業排水による負荷量(g/日)、 α ：処理方式別排出率(%)¹⁾²⁾、 G_i ：生活排水原単位(g/人・日)¹⁾²⁾、 P_i ：従業員(人)である。ここでは産業排水は旅館、宿泊施設のみを考慮し、従業員数は一律5人と計算した。

3.3 畜産排水

対象地域内では、桧原湖集水域で牛9頭が飼育されているだけである。畜産排水による負荷量は次式によって表される。

$$F_s = G_s \times A_c \quad (3)$$

ここで、 F_s ：畜産排水による負荷量(g/日)、 G_s ：家畜水原単位(g/頭・日)³⁾である。

図-1、に算定した湖沼流域ごとのT-NとT-Pの点源負荷量の割合を示す。

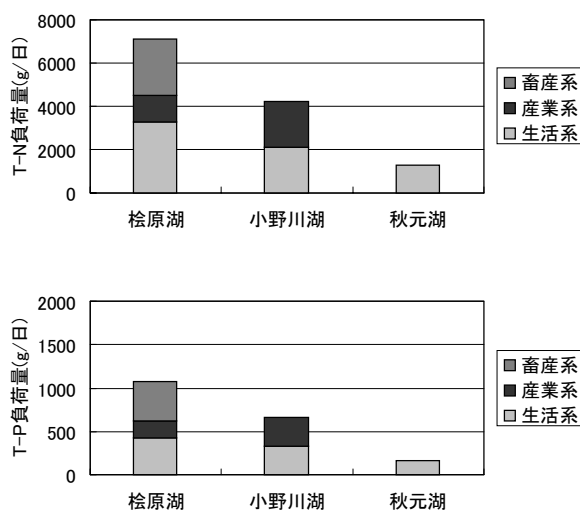


図-1 湖沼流域別点源負荷量

これより、上流域に位置する湖程、人為的な負荷量が

連絡先：〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地 024-956-8724 (TEL, FAX)

多いことが認められる。小野川湖流域においては生活排水と産業排水の負荷量がほぼ同程度であり、秋元湖は人為的な影響は比較的少ないものと考えられる。

4. 非点源負荷の推定

4.1 降雨による流出量の推定

非点源負荷の算定は点源負荷に比べ困難であり、異なる土地利用形態から降雨によって流送されてくるものが多い。これより、まず湖沼流域ごとの平均雨量からタンクモデルによる流出解析を行った。図-2 に降雨と流量の関係を示す。

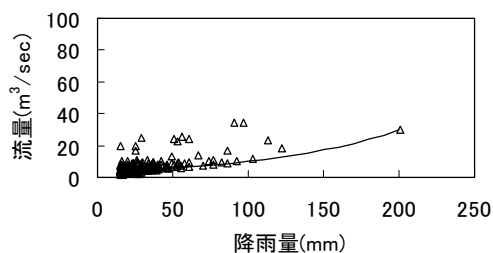


図-2 降雨と流量の関係(小野川湖)

ここでは 15mm 以上の降雨が非点源負荷に依存するものと仮定している。図より降雨の増加に伴い流量は増加し、概ね指数関数的に増加する傾向がみられる。したがって、流量は次式で近似的に表すことができる。

$$Q = a_1 e^{kR^1} \quad (4)$$

ここで、 Q : 流量、 R : 降雨量、 a_1 : 定数、 k : 係数である。

4.2 湖沼流入濃度の推定

流入水濃度については、河川からの直接流入する濃度が分からないため、図-3 に示す調査日からさかのぼった 14 日前までの 2 日累積降雨と表層水質濃度の関係から、図中の包落線は降雨による表層濃度の発現量を与えるものであり、これが流域からもたらされる流入濃度であるものと仮定している。この包落線は降雨による最適発現量と考えられる最大の勾配を示している。CASE1 は 31 日前における 2 日累積降雨と表層水質濃度の関係より求めたものである。また 14 日前における CASE2 の場合についての濃度の算定を行うものである。この図より降雨と濃度の関係においても降雨の増加に伴い濃度も増加していることから濃度は次式で表される。

$$C = a_2 R^{b_1} \quad (5)$$

ここで、 C : 濃度、 R : 降雨量、 a_2 、 b_1 は定数である。式(4)、(5)を整理すると非点源負荷量は流量に依存する関数として(6)式で与えることができる。

$$F_n = a_2 \left(\frac{1}{k} \log \frac{Q}{a_1} \right)^{b_1} \times Q \quad (6)$$

ここで、 F_n : 非点源負荷量である。この(6)式より各湖沼における非点源負荷量の評価を行った。

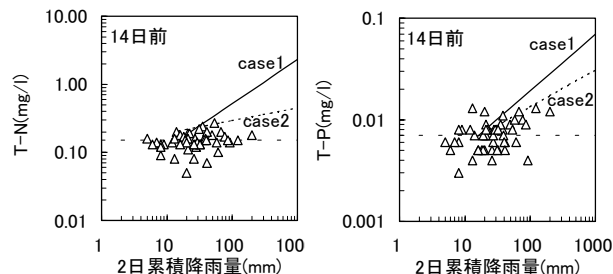


図-3 2日累積降雨と T-N・T-P の関係(小野川湖)

4.3 実測負荷量と推定負荷量との比較

ここで一例として小野川湖における実測負荷量と(6)式からの推定負荷量の比較を図-4 に示す。計算では降雨による流量を下限值で与えていることから、CASE1 の場合における方が比較的に流量に依存する排出負荷量の傾向を示しているものと思われる。また実測負荷量は算定した点源負荷量より上回る値が多く、時間・季節変化による変動が大きいものと考えられる。

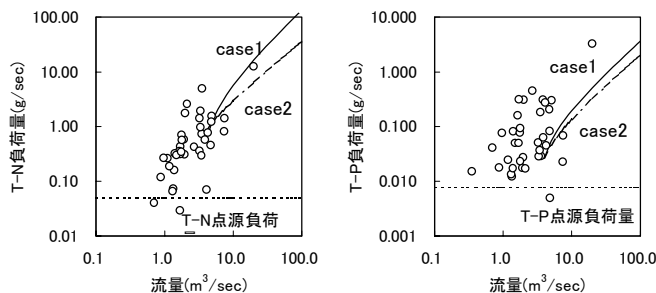


図-4 実測負荷量と推定負荷量との比較(小野川湖)

5. おわりに

今後より詳細な負荷量を求めるために非降雨時、特に降雨時における河川からの水質濃度の実測パターンの把握が必要である。

【参考文献】

- 1) 國松孝男, 村岡浩爾: 河川汚濁のモデル解析, 技報堂出版 pp. 5-24, 1984.
- 2) 太田陽子, 中津川 誠: 出水時を含む水質成分負荷量と流域土地利用との関係について, 水工学論文集, 第 46 巻, pp887-892, 2002.
- 3) 松尾友矩編: 水環境工学, オーム社, pp201-203, 1999.
- 4) 裏磐梯湖沼水質保全基本構想, 福島県, 1996.