

冬期の伊豆沼における負荷割合の推定

東北大学工学部 学生会員 ○岩崎洋佑
 東北大学大学院工学研究科 正会員 野村宗弘
 東北大学大学院工学研究科 正会員 西村 修

1. はじめに

伊豆沼は宮城県登米市、栗原市の平野部にまたがる自然湖沼であり、面積 369ha 湖容積 279 万 m³ と県内最大の規模を持つ。平均水深は 0.76m 最大水深は 1.6m と比較的浅いのが特徴であり、その盆地的な形態を生かしガガブタやアサザなども含め多数の水生植物が繁茂し、ハス群落は国内最大級の大きさを持つ。また、ねぐらと採食場所の環境が整っていることから極東ロシアから飛来するマガンとオオハクチョウをはじめとする水鳥類の国内最大級の越冬地でもあり、中でもマガンは 10 万羽あまりが越冬する。これにより、ラムサール条約の登録湿地として国内で 2 番目に指定された。また沼の周辺には水田が広がり、水源や洪水調整の役割も果たしている¹⁾。

その伊豆沼であるが、近年は水質の悪化が問題となっており、環境省の発表では現在日本国内の湖沼で最も高い COD を示すため、その改善が求められている。水質や底質の悪化が、湖内の生物相を悪化させたり貧酸素化を招くなどしてさらなる水質悪化を助長するという悪循環に陥りかねない。伊豆沼（出口部）の水質に関する指標(図 1)は、過去 40 年ほど（1978～2018 年）は概ね横ばい傾向で、COD（化学的酸素要求量）も環境基準値（B 類型：5mg/l 以下）を満たしていない。²⁾ これまでの流域における集落排水施設や畜産基盤の整備などによる流入負荷量減少の中、水質が改善しない現状を鑑みると、伊豆沼の現在の水質は、湖沼内の湖内負荷による影響が大きいものと考えられる²⁾。2019 年度内伊豆内の COD 値の推移(図 2)、全リン濃度の推移(図 3)をみると、10 月から 3 月にかけて大きく増加していることがわかり、伊豆沼の水質悪化には冬季の負荷要素が特に寄与していると考えられる。

そこで冬季の水質悪化に特に大きく影響を与えている要素が何か、月毎にその大小がどう変動するかを調べるため、各要素の負荷速度を月毎に求め、その割合を推定した。

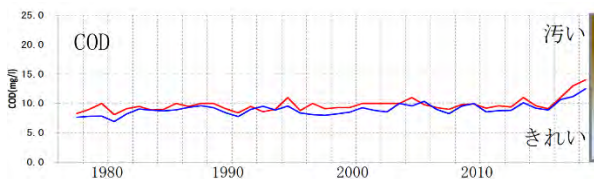


図 1²⁾伊豆沼出口の COD 推移(赤:75%値 青:平均値)

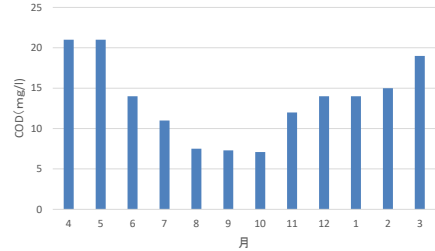


図 2 2019 年度伊豆沼中央部の COD の推移

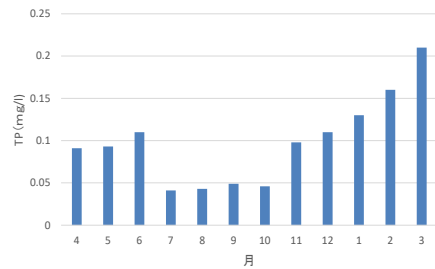


図 3 2019 年度伊豆沼中央部の全リン濃度の推移

2.推定方法

今回推定した要素は既往研究で特に水質悪化の原因とされている、①河川からの流入 ②底泥からの栄養塩類の溶出 ③堆積したハス枯死体の分解 ④強風による底泥の巻き上がり ⑤飛来する水鳥の排泄物の 5 つに限定した。これら負荷量の指標は、保存性物質であり分解などを考慮する必要がないことからリンに着目して解析した。

河川からの流入、出口からの流出に加えて、底質からの溶出、ハス枯死体からの分解、底泥からの巻き上げの影響を加味した値を計算し、初期値を 9 月時点の TP 濃度として以降の濃度を経時的に計算した。そして、計算値を月毎に評価した場合の平均値と実測値(図 3 の数値を使用)を比較し、計算値が下回った場合にその差分を水鳥の排せつ物による負荷とした。

各負荷要素の推定方法の概要について、まず底泥からの溶出であるが、現地の底泥を用いて行った溶出実験³⁾から水温 20℃での TP 溶出速度のデータを得た。今回は冬期の水温低下に伴い溶出速度も小さくなることを考慮し、水温 0℃時点で 0 になり水温 20℃時点まで直線的に増加すると仮定して、各月の水温に対応した値を算出している。

キーワード：伊豆沼、ハス、分解、底質、渡り鳥、リン

連絡先：宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06

東北大学工学部建築・社会環境工学科 環境生態工学研究室

TEL:022-795-7473

次にハスの分解から生じる TP 量の推定方法について、水温 20°C における粉末ハスの分解実験⁴⁾から得られた TOC の分解速度に、伊豆沼から採取したハスの P/C 比を乗じてハス分解による TP の発生速度とした。ハスは難分解性であり、水温による分解速度の変化が小さいと考え、アレニウス式を用いて月ごとの水温に応じた負荷速度を算出した。また、10-12 月においてはハスの枯死体が堆積せず分解されないと仮定し、発生する TP 量を 0 とした。

底質巻き上げ由来の TP 値は、月ごとに実測された SS 値を用いて $((\text{伊豆沼 SS}-\text{河川 SS})-(\text{藻類 SS})) \times (\text{伊豆沼底質 TP})$ として、各月の巻き上がり由来の負荷速度を算出した。伊豆沼の SS 値から河川と藻類の SS を取り除き、伊豆沼中央部の底質の乾燥重量当たりの TP 量を乗じて、底質からの巻き上げ負荷量とした。

3.結果と考察

計算値と実測値の比較を図 4 に示す。計算値、実測値ともに、冬期中に伊豆沼内で TP 量が一様に上昇している、栄養塩が流出量を超えて湖内に蓄積していることがわかる。また 1 月から 3 月にかけて実測値が計算値を上回り、その差分水鳥の排泄物由来の負荷が発生していると推測できる。11 月でも同様に実測値の上回りがみられるが、前後の月と比較して急に水鳥の排泄負荷が発生するとは考えにくいので、今回考慮しなかった別の要因がかかわっているのではないと思われる。

次に各負荷要因の比較である。絶対量を比較した図 5、百分率で割合を比較した図 6 どちらにおいても、1 月から 3 月の冬期で伊豆沼内に最も負荷を与えているものがハス分解と底泥の巻き上がりであった。これまでの調査では底泥のうちハスの枯死体が約 60% を占めるとされ、ハスの過剰繁茂の影響で毎年約 5,000 m³ ずつ堆積しているとの報告⁵⁾もあり、その分解による負荷が年々甚大なものになっていることを示唆している。また、底泥の巻き上がりが立春にかけて急激に上昇していることについては、移動性高気圧の影響で強い南風が吹き始めることが関係していると推測される。(実測値をとった 2019 年度は実際に 1-3 月にかけて平均風速が大きかった⁶⁾)。

一方、水鳥類の排泄による負荷は最大でも 8% 程度と比較的小さいものであった。マガンなどは伊豆沼付近にある水田地帯で採餌する姿が見られるが、鳥は食べてから消化するまでの時間が早いということが知られており、伊豆沼に排泄物を持ち帰ることが少ないのではないかと今回の解析から考えられた。

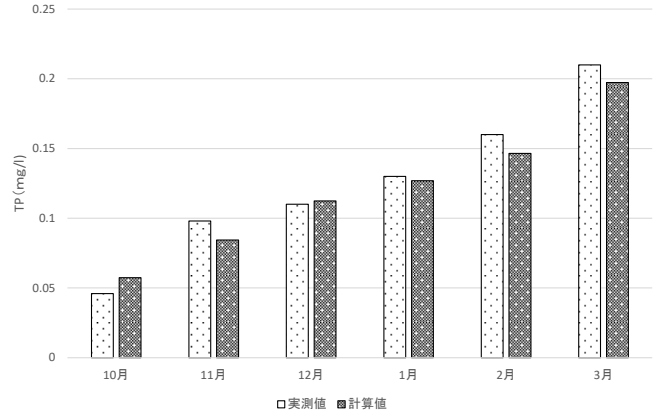


図 4 沼内 TP 濃度・実測値と計算値の比較

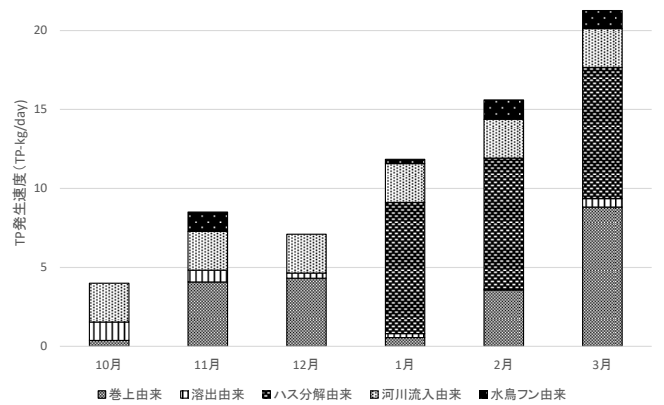


図 5 各負荷速度の月推移

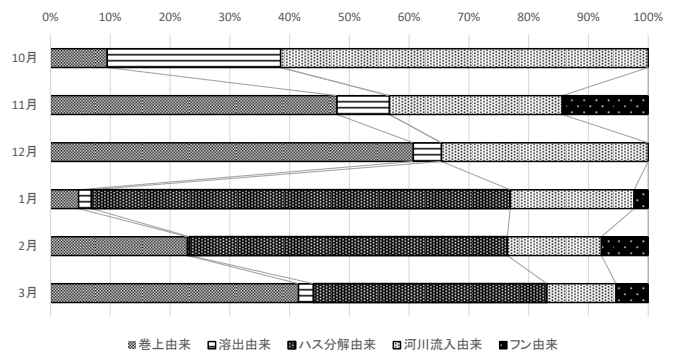


図 6 各負荷要素の伊豆沼内への TP 負荷割合

4.まとめ

今回のシミュレーションでは、冬期の伊豆沼の水質悪化を助長しているのはおもにハスの枯死体の分解、および底泥の巻き上がりであることが分かった。しかし底泥の量はハスの繁茂とも関係があるので、今後の改善のためには堆積土砂の撤去などに加えハス群落の刈り取りなども効果的であると思われる。

参考文献

- 1)伊豆沼・内沼全学術調査報告書(1998)
- 2),5)環境省 伊豆沼・内沼自然再生全体構想 第 2 期(2020)
- 3)岡本ら,伊豆沼の水質改善に向けた池干しの評価(2021)
- 4)千葉ら,水生植物リターに由来する難分解性有機物が湖沼の底質性状に及ぼす影響(2016)
- 6)気象庁 HP 2019-2020 年の観測データ