

# 伊豆沼底泥からの有機物および栄養塩溶出に関する研究

東北工大 正会員 ○小浜 暁子、有田 康一、江成 敬次郎

東北工大 小野 智保、佐藤 奈津美

国際航業(株) 正会員 井上 公人

国際航業(株) 水本 健

## 1. はじめに

伊豆沼(出口)におけるここ20年の水質は、COD値が8mg/Lから11mg/Lを推移しており、B類型のCOD環境基準値5mg/L以下を達成してはいない<sup>1)</sup>。また、T-Nは概ね1mg/Lで、T-Pは0.10mg/Lから0.15mg/L<sup>1)</sup>を推移している。これまで、外部要因である下水道の整備や農業廃水対策、水鳥給餌方法の変更などの取り組みが行われ、流入負荷への低減が図られてきているが、著しい水質の改善がみられない<sup>2)</sup>。そのため、底泥からの有機物や栄養塩の溶出に加えて底泥の巻き上げなどによる内部負荷の可能性が指摘されているが、いまだ知見は少ない。そこで本研究では、底泥からの有機物および栄養塩の溶出について基礎的知見を蓄積することを目的とし、環境条件の異なる8月、12月に伊豆沼5地点から採取した底泥を用いて室内溶出実験を行った。

## 2. 材料および方法

### 2-1 採泥地点と調査日時

伊豆沼内の計16地点において2009年8月25日および12月6日の計2回水質調査を行い、そのうちの5地点では採泥も行った。伊豆沼の概要と採水地点を図1に示した。地点1は荒川の流入口付近、地点7は船付き場付近、地点10は湖心、地点12は岸から約4m付近、地点16は水門付近であった。水深が深い地点10では、高さ50cm、直径11cmの不攪乱柱状採泥器を使用し、その他の地点では高さ122cm、直径11cmのアクリルパイプを直接底泥に挿入して採泥を行った。8月の採泥時には水面にヒシやアサザ、ハス等の植物が繁茂していたが、12月の採泥時には枯れたハスの花たくや水鳥の羽根が水面に浮遊していた。

### 2-2 室内溶出実験方法

室内溶出実験は「湖沼底質環境・調査手引き」(案)<sup>3)</sup>に準じて行なった。実験装置の概要は図2に示した。

現場で採取した底泥を本学に持ち帰り、7日間の溶出実験を行った。採取した底泥は、輸送による巻き上がりを落ちつかせるために1日静置した。翌日にアクリルパイプ内の底泥直上水を抜き、ろ紙(GF/C、Whatman)でろ過した湖心水を底泥上60cmになるように静かに注入した。

実験期間は2009年8月25日から9月2日、および12月6日から12月16日とし、いずれもエアープンプによるばっ気を行い、好気状態を保った。8月は平均室温20°C、12月は平均室温8°Cとし、暗室にそれぞれ設置した。

採水は、湖心水注入日を0日目として、1、3、5、7日目の計5回、底泥上10cmの位置で行い、1回の採水量は150mlとした。

### 2-3 測定項目

測定項目は有機物としてT-COD、無機栄養塩としてNO<sub>3</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、NH<sub>4</sub>-N、PO<sub>4</sub>-Pとした。T-CODおよび12月の無機栄養塩は0、1、3、5、7日目の試料について、また8月の無機栄養塩については、0日目および7日目の試料について測定を行った。

## 3. 結果および考察

各地点における有機物(T-COD)および無機栄養塩の溶出量を以下の式<sup>3)</sup>により算出した。

$$R = \frac{\sum (V - \sum V_{n-1})(C_n - C_{n-1})}{A}$$

ただし、R: 溶出量(mg/m<sup>2</sup>)、V: 初期の直上水量(L)、V<sub>n</sub>: n回目の採水量(L)、C<sub>n</sub>: n回目の濃度(L)、A: 底泥断面積(m<sup>2</sup>)とした。さらに、各地点における0-1、1-3、3-5、5-7日目の溶出量の傾きを平均し、各地点における1日当たりの溶出速度を算出した。

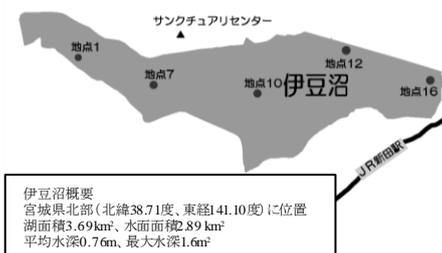


図1 採水地点

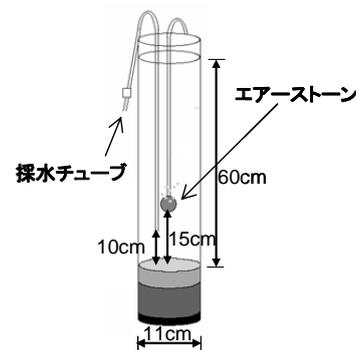


図2 室内溶出実験装置

キーワード 伊豆沼、底泥、有機物、無機栄養塩、溶出速度

連絡先 〒982-8577 宮城県仙台市太白区八木山香澄町 35-1 TEL/Fax: 022-305-3927 E-mail: hamaki@tohtech.ac.jp

### 3-1 各地点における有機物溶出速度

底泥直上水の8月、12月における0日目のT-COD濃度はそれぞれ6.3 mg/L、4.1 mg/Lであった。8月においては、日数の経過に伴い各地点において濃度が上昇し、溶出量も増加する傾向を示した。一方、12月は地点1を除いて著しい濃度変化は見られず、溶出量も8月と比較すると小さかった。

図3に20°C(8月)および8°C(12月)の各地点におけるT-CODの溶出速度を示した。8°Cでは、溶出速度は地点1において最大で75.4 mg/m<sup>2</sup>/dayであったが、他の地点では小さく、全地点平均では13.5 mg/m<sup>2</sup>/dayであった。一方、20°Cでは、溶出速度は全地点において大きく、その平均は171.8 mg/m<sup>2</sup>/dayであり、8°Cの12倍以上であった。とくに地点12における溶出速度が大きく、278.4 mg/m<sup>2</sup>/dayであり、8°Cの場合と比較して287.7 mg/m<sup>2</sup>/dayの差が見られた。以上のことから、伊豆沼底泥からのT-CODの溶出は、夏季の温度の高い時期により速く、より多く起きている可能性が考えられ、また底泥の性状によってその度合いが異なることが示唆された。

### 3-2 各地点における無機栄養塩溶出速度

底泥直上水の0日目のNO<sub>3</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、NH<sub>4</sub>-N、PO<sub>4</sub>-P濃度は、8月においてそれぞれ、0.025 mg/L、0.001 mg/L、0.032 mg/L、0.002 mg/Lであった。一方、12月はそれぞれ0.16 mg/L、0.007 mg/L、0.02 mg/L、0.004 mg/Lであり、12月のNO<sub>3</sub>-N濃度が8月と比較して著しく高かった。伊豆沼において冬季にNO<sub>3</sub>-N濃度が上昇することは過去の知見<sup>4)</sup>からも得られており、今回も同様の傾向が見られた。また、20°C(8月)と8°C(12月)における各地点の溶出速度は、8月には地点間のばらつきが大きく、一方、12月には地点間のばらつきが小さかった。

図4に20°C(8月)および8°C(12月)のNO<sub>3</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、NH<sub>4</sub>-N、PO<sub>4</sub>-Pの全地点の平均溶出速度を示した。いずれの項目についても、8°Cよりも20°Cの溶出速度が大きいことが示された。とくに、NH<sub>4</sub>-Nは他の無機栄養塩に比べ平均溶出速度が20°C、8°Cにおいてともに大きく、それぞれ6.1 mg/m<sup>2</sup>/day、5.4 mg/m<sup>2</sup>/dayであった。また、20°C、8°CにおけるNO<sub>3</sub>-Nの平均溶出速度はそれぞれ1.1 mg/m<sup>2</sup>/day、7.3 mg/m<sup>2</sup>/dayであった。12月は初期濃度が高かったことから負の溶出傾向がみられたと考えられた。

## 4. まとめ

8月および12月に伊豆沼から採取した底泥により、20°Cおよび8°Cにおける有機物(T-COD)および無機栄養塩(NO<sub>3</sub>-N、NO<sub>2</sub>-N、NH<sub>4</sub>-N、PO<sub>4</sub>-P)の室内溶出実験を行った。その結果、平均溶出速度はいずれの項目においても8°Cよりも20°Cのほうが大きいことが示された。また、それぞれの地点における溶出速度が異なったことから、底質や水面環境などの違いが有機物および無機栄養塩の溶出に影響を及ぼしたと考えられた。複数地点の底泥サンプルについて、温度や時季、水面環境や底質の違いをより詳細に調査することが今後の課題である。

**謝辞** この研究は宮城県保健環境センターの協力を得て行われた。ここに謝意を示します。

### 参考文献

- 1) 国立環境研究所「環境数値データベース」年間値データファイル、<http://www.nies.go.jp/igreen/index.html>
- 2) 宮城県(2009)伊豆沼・内沼自然再生事業、伊豆沼・内沼自然再生実施計画(生物多様性の保全と水環境回復)策定に係る基本方針、第3回伊豆沼・内沼自然再生協議会資料、<http://www.pref.miyagi.jp/sizenhogo/sizen/izunuma-saisei/00%20top.htm>
- 3) 国土交通省東北地方整備局(2009)湖沼底質環境・調査手引き(案)、～小川原湖の底質調査結果から言えること～、pp.45-49、[http://www.thr.mlit.go.jp/tougi/choshi/pdf/koshou\\_main.pdf](http://www.thr.mlit.go.jp/tougi/choshi/pdf/koshou_main.pdf)
- 4) 宮城県 平成6年度～平成17年度 公共用水域及び地下水水質測定結果報告書

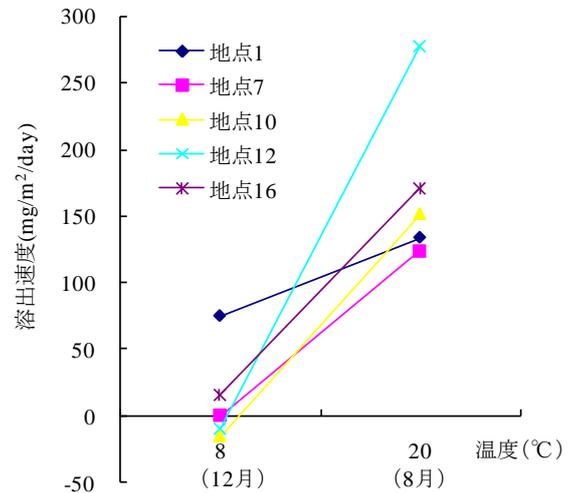


図3 8月(20°C)および12月(8°C)における有機物の溶出速度

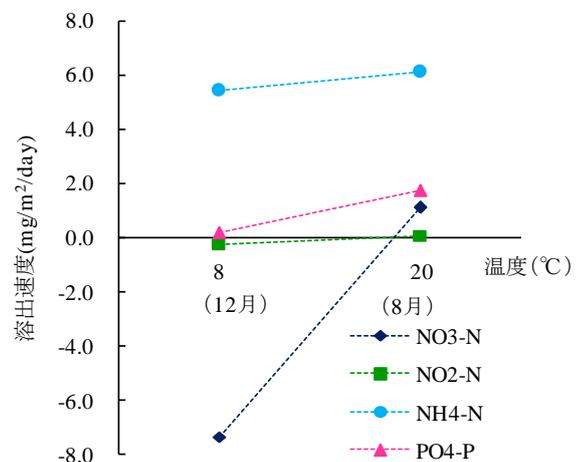


図4 8月(20°C)および12月(8°C)における無機栄養塩の溶出速度