

## 霞ヶ浦における金属類の存在実態と微生物活性の影響

独立行政法人土木研究所 水環境研究グループ 正会員 ○中藪孝裕 阿部千雅 鈴木穰

## 1. はじめに

近年の閉鎖性水域においては、下水道の整備に伴い、流入水からの栄養塩類等の負荷削減は進んでいるものの、水質の改善は停滞気味である。水域によっては、夏場にアオコの発生も確認されている。これは流入負荷による外部要因と、底泥に蓄積された栄養塩類(窒素・リン等)や微量金属元素(鉄・マンガン等)が水中から溶出、回帰する内部負荷により、藻類の増殖が引き起こされたことによる。

底泥からの栄養塩類等の溶出メカニズムを解明することは、今後の藻類増殖抑制技術や水質改善等に向けて重要である。本報告では、底泥中の栄養塩類と金属類の存在状況、および、底泥中の微生物活性や酸素条件が溶出に及ぼす影響について検討した結果を報告する。

## 2. 調査・試験内容

## 2.1 対象水域および期間

霞ヶ浦の北浦(釜谷沖)、西浦(湖心)及び西浦(浚渫区)の3調査地点とした(図1)。調査日は北浦(釜谷沖):平成18年8月28日、西浦(湖心):平成18年8月31日及び西浦(浚渫区):平成18年9月5日に現地調査と底泥・直上水の採取を行い試験に供した。また、流入河川(桜川)と土浦港から湖心に向けての4地点(①~④)において金属類(Fe,Mn)の分析を行った。



図1 調査地点(霞ヶ浦)

## 2.2 試料採取・調整と金属類の測定

底泥の採取は船上より柱状採泥器(離合社製)を用い、透明アクリル製円筒型カラム(内径φ4cm及び10cm×長さ50cm)にて行った。採取した試料は、窒素雰囲気下で底泥層を2cm毎に分割した後に、ポリスチレン製遠心殿管(IWAKI製)に分取し、遠心分離(3000rpmで10分)により間隙水との分離を行った。また、試験水は調査時に湖水の直上水を別途採取し試験に用いた。

金属類の測定項目はFe,Mnとした。但し、底泥中のFeの測定はICP/AES(PERKIN ELMER社製:OPTIMA 3000)によって行い、それ以外はICP/MS(サーモエレクトロン社製:X-SERIES)にて行った。

## 2.3 底泥静置溶出実験及び底泥加温試料の調整

現地にて簡易柱状採泥した試料を、底泥厚が15cmとなるように底泥量を調整した。試験水は別途採取した直上水をGF/B(1.0μm)にてろ過後(Mn:200μL添加)、底泥表面を乱さないよう底泥上30cmまでサイホンにて注入し20°Cの恒温室(暗条件)にてAir曝気による好気条件(DO:8mg/L以上)とN<sub>2</sub>曝気による低酸素条件(DO:1mg/L以下)で行った。

また、底泥中に存在する微生物の影響を検討するために、底泥を加温し微生物の活性を低下させた試料を調整した。手法は底泥量を調整したアクリルコア中の直上水を1~2cm残し取り除いた後、ウォータバス中に浸け、直上水温が60°Cになるまで加温(約6時間)を行った。その後、更に同温度で6時間の加温を保持した後、20°Cの恒温室内にて十分に放冷し、溶出実験に用いた。分析用に採取した試料はオートアナライザー(フラン・ルーベ社製)にてNH<sub>4</sub>-N,NO<sub>2</sub>-N,NO<sub>3</sub>-N,T-N,PO<sub>4</sub>-P及びT-Pの分析を行った。

キーワード:底泥間隙水, 酸素濃度, 微量金属, 微生物活性

〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 独立行政法人土木研究所 TEL:029-879-6777 FAX:029-879-6748

3. 結果及び考察

3.1 底泥間隙水中の金属類濃度

底泥間隙水中の金属類 (Fe, Mn) 濃度の結果を図 2 に示す。金属濃度は地点により鉛直方向の濃度差はあるが、表層 (0~2cm) で比較すると Fe, Mn とともに北浦 (釜谷沖) が高く、西浦の湖心、浚渫区と低い傾向を示した。特に、浚渫区の Mn 濃度は顕著に低かった。

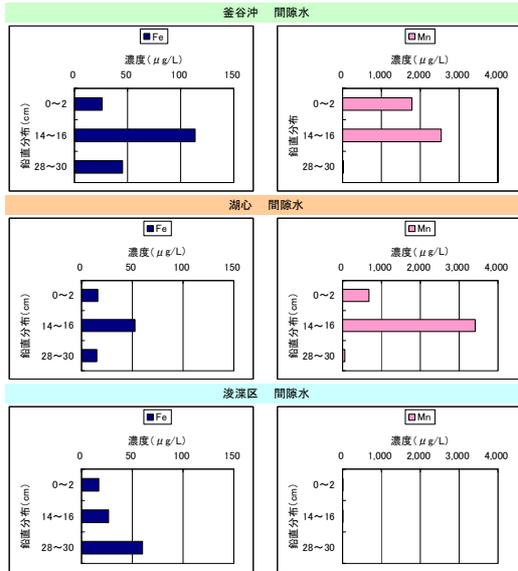


図 2 底泥間隙水中における金属類 (Fe, Mn) の分布

3.2 水中の金属類の挙動

流入河川 (桜川) および湖水中の Fe, Mn 濃度を図 3 に示す。水中の溶存態 Fe, Mn は流入河川から湖内に向かうにつれて低下し、特に Mn において、湖水中での濃度が極端に小さくなった。

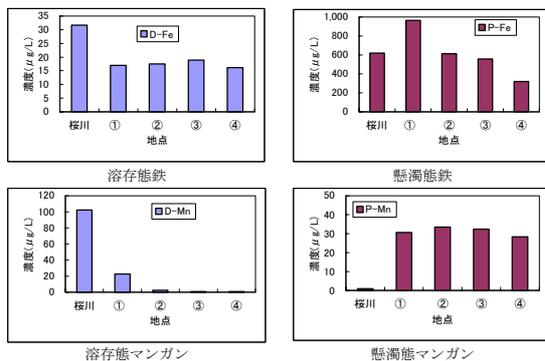


図 3 流入河川および湖水中の金属類 (Fe, Mn) 濃度  
湖心底泥を用いた酸素条件および微生物活性の有無における溶出挙動を図 4, 5 に示す。図 4 に示すよう無加温条件においては Fe, Mn とともに低下を示したが、加温して微生物活性を抑制した場合には、Fe, Mn はかえって増加を示した。このことから、底泥

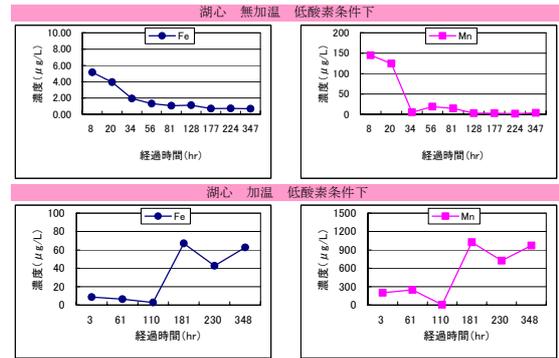


図 4 低酸素条件における金属類 (Fe, Mn) の溶出挙動

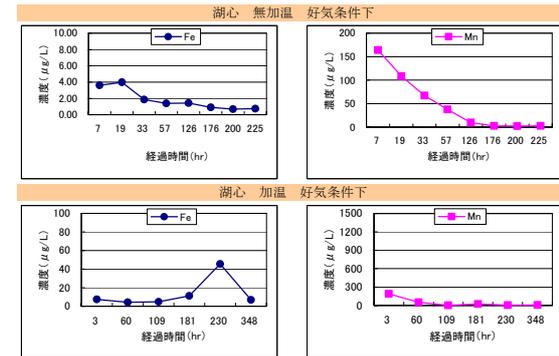


図 5 好気条件における金属類 (Fe, Mn) の溶出挙動

表面近くに存在する Mn 酸化細菌が湖水中の溶存態 Mn を酸化して不溶化している機構が考えられる。また、浚渫区においては、間隙水中の溶存態 (D-Mn) が拡散により表面酸化層に達し、そこで酸化され懸濁態マンガン (P-Mn) となる<sup>1)</sup> ことより、底泥改善が進んでいると考えられる。図 5 においては、加温条件下でも金属類の不溶化が生じたことから、高濃度酸素条件下では、溶存酸素と金属との化学的反応も溶存態金属類濃度低下の機構であると考えられる。なお、加温した低酸素条件下において Fe, Mn 濃度が上昇したのは、微生物の不活性により、体内に取り込まれた金属類が溶出した影響と考えられる。

4. まとめ

底泥表面が DO の存在により酸化、維持されると、微生物の働き等により金属類の溶出挙動に影響を及ぼす。本試験より浚渫区の底泥間隙水中の Mn 濃度が他地点より低いことが確認され、DO 濃度の変化と微生物の活性が、底泥のポテンシャルと密接であることが伺える。今後はこれら金属類と栄養塩類が実際の藻類に及ぼす影響を評価する予定である。

<参考文献>

- 1) 藤永太郎, 宗林由樹, 一色健司 (2005) : 海と湖の化学-微量元素で探る, 312-332