

II-407

貧酸素化した貯水池の底泥から溶出する物質フラックス

神戸大学大学院 学生員 木戸 崇博
 神戸大学工学部 正会員 神田 徹・道奥 康治
 神戸大学大学院 学生員 中村 篤史
 大分高専 正会員 東野 誠

1. はじめに

有機物の分解によって貯水池水が貧酸素化すると金属イオンや栄養塩が底泥から溶出し、底層に高塩分の層が形成される場合がある。対象貯水池では、嫌氣的溶出によって非常に安定な高濃度の水塊が底面付近に滞留しているために循環期においても全層が混合することがない。さらに、底面に沿って形成された高濃度層はその重力効果によって傾斜ブルームを発進し、貯水池の最深部へと高濃度・高塩分の水塊を輸送し蓄積させる¹⁾。本研究では、熱塩集積の支配要因である貯水池底泥からの物質溶出フラックスを評価するために溶出試験を実施した。

2. 実験概要

実験装置を図-1に示す。水深30mの貯水池の基準点から底泥試料を採取し、直径14cmの円筒形容器に30cmの厚さに敷く。その上に試料水を62cmの厚さに満たす。試料水として、実験-Aでは貯水池底層（水深28m）の水を、実験-Bでは純水をそれぞれ用いた。いずれの場合においても、実験期間中は窒素曝気を継続して水中の溶存酸素を0に保つ。実験開始後10min毎に泥表より上方30cmにおいて試料水の電気伝導度ECを計測した。また、所定の経過時間において試料水を100ml採水し、全鉄T-Fe、全マンガンT-Mnを計測した。実験開始前に計測した底泥試料の間隙水の割合、底泥および間隙水中に含有されるT-Fe、T-Mnの濃度、含泥率、含水率などは表-1のとおりである。

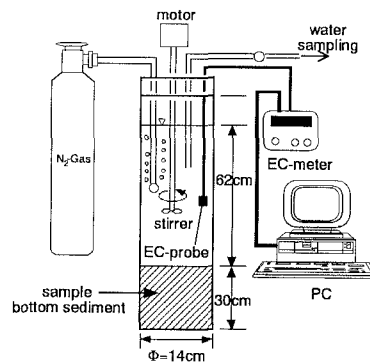


図-1 実験装置の模式図

3. 電気伝導度の経時変化

ECを溶存物質濃度と見なして底泥からの溶出現象を考察する。図-2, 3のそれぞれに、実験-A, -Bにおける電気伝導度の経時変化を示す。実験-Aの試料水は貯水池底部直上の水であり、高濃度の溶存物質によって飽和した状態にあると考えられる。したがって嫌気条件下でも水中のECはほぼ一定に保たれ、ほとんど増加しない。これに対し、純水を用いた実験-Bでは、ECは増加し続け30日以上継続しても溶出現象は平衡状態に達していない。

4. 溶出量の評価

ある時刻 t におけるECの溶出フラックス $F_C(t)$ は次式で評価される。

$$F_C(t) = \frac{1}{A} \frac{d}{dt}(VC) \quad (1)$$

ここで、 V, C : 時刻 t における試料水の体積およびEC(mS/cm)、 A : 容器の水平断面積、である。また、 $F_C(t)$ は次式のようなバルク式で経験的に表わされるものとする。

$$F_C(t) = k(C_b - C) \quad (2)$$

ここで、 k : 物質移動係数、 C_b : 間隙水のEC、である。

表-1 底泥と間隙水の初期状態

項 目	実験-A	実験-B
含水率(%)	62.0	61.0
底泥中の T-Fe(mg/l)	32,000	35,000
底泥中の T-Mn(mg/l)	820	810
間隙水中の T-Fe(mg/l)	33.8	34.0
間隙水中の T-Mn(mg/l)	5.64	5.40

キーワード：貯水池水質、溶出試験、貧酸素化、富栄養化、熱塩対流

連絡先（〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1, TEL(078)803-1044, FAX(078)803-1050）

図-2, 3の実験結果を式(1), (2)に代入して, F_c と C の関係をプロットすると, 図-4, 5 になる。
これより, 実験-B では, $k=4.633 \times 10^{-5}$ (cm/sec), $C_b=55.9$ ($\mu\text{S/cm}$)が得られた。

式(1), (2)を $t=t_0$ で $C=C_0$, なる初期条件で解けば, 次式を得る。

$$C = (C_0 - C_b) \exp\left[-\frac{kA}{V}(t - t_0)\right] + C_b \quad (3)$$

実験-Bにおける式(3)の解を図-4中に曲線で示している。

5. 金属イオンの溶出

図-6, 7は, それぞれ実験-A, Bにおける全鉄 T-Fe, 全マンガン T-Mn の経時変化を表す。採水ビンに収集された実験-Aの試料水の T-Fe, T-Mn はそれぞれ 6.8mg/l, 2.2mg/lであった。これに比べて, 溶出試験に用いた試料の T-Fe は実験開始直後から非常に小さい濃度を示している。これは, 採水後溶出試験を開始するまでに時間が経過して試料中に酸素が混入し, 鉄の酸化物が水中から底泥に沈降したことが一因と思われる。これに対し T-Mn の場合は, 水槽中の濃度と採水試料分析による濃度との間に大きな差はない。鉄とマンガンにこのような違いが出る正確な原因は不明である。水が物質により飽和していない実験-Bでは, T-Fe と T-Mn 濃度はともに単調に増加し, 底泥からの鉄, マンガンの溶出が活発に生じていることがわかる。これに対し, 実験-Aにおいては EC がそれほど変化しないにも関わらずこれらの金属イオン濃度はむしろ減少している。

図-6 T-Fe と T-Mn の時間変化 (実験-A)

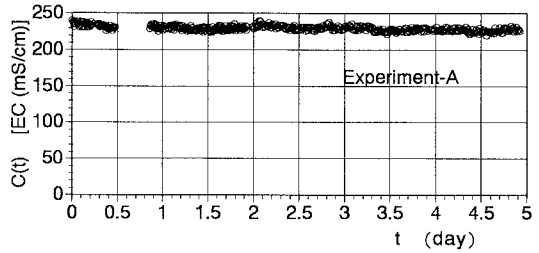
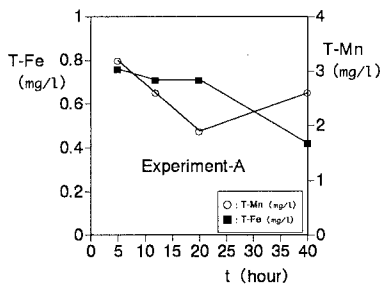


図-2 電気伝導度の経時変化 (実験-A)

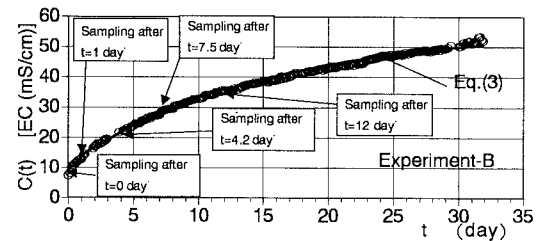


図-3 電気伝導度の経時変化 (実験-B)

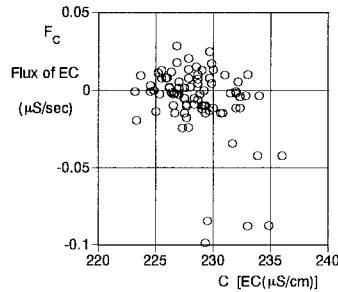


図-4 F_c と C の関係 (実験-A)

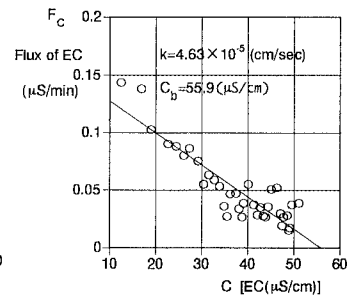


図-5 F_c と C の関係 (実験-B)

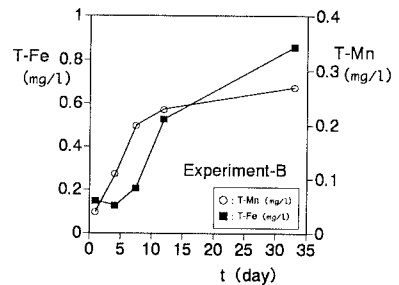


図-7 T-Fe と T-Mn の時間変化 (実験-B)

6. むすび

受熱期の後半において貧酸素層が拡大する時に, 底泥の環境は好気状態から嫌気状態に転じ, 底泥からの物質溶出が開始すると考えられる。これは実験-Aより実験-Bの状況に類似している。しかし, 実験-Bにおいて計測された酸化還元電位 ORP は 264mv であった。これは負の ORP の示す貯水池の状況と異なる。溶出フラックスに及ぼす ORP の影響を見るために ORP を変化させた実験を実施中である。

参考文献

- 1) 道奥・神田他：土木学会論文集, No.572/II-40, pp.33-48, 1997年。