

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 ○木戸 崇博・中村 篤史
 大分高専 正会員 東野 誠

1.はじめに

対象貯水池では富栄養化が進んでおり、底層は極度に貧酸素化している。底層では、溶存物質濃度が高く直上の層よりも高温であるため、逆転水温成層が形成されている¹⁾。このような熱塩成層は、図-1に示すように嫌気化した底泥より各種の塩分が溶出して傾斜ブルームを発進し、その移流効果によって高温・高濃度水が深水部へ輸送・蓄積されるために形成されると推察される。本研究では、熱・物質集積の要因となる貯水池底泥からの物質溶出量を評価するために、底泥試料を採取し、溶出試験を行った。

2.実験概要

実験装置を図-2に示す。貯水池の基準点（水深30m）から底泥試料を採取し、直径14cmの円筒形容器に厚さ30cmだけ敷く。その上に試料水を62cmの厚さに満たす。試料水としては、貯水池底層（水深28m）の水（実験-A）ならびに純水（実験-B）を用いた。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貧酸素状態を保つ。溶存物質の経時変化を捉えるために、試料水の電気伝導度ECを10min毎に計測した。実験開始後、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。なお、実験開始前にも、底泥試料の間隙水の割合、間隙水中に含有されるT-Fe、T-Mnの濃度、含泥率、含水率などは計測されている。ここでは、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。

3.電気伝導度の経時変化

図-3, 4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では試料水として用いた底層水が、すでに高濃度の溶存物質を含有した状態であり、嫌気条件下でも溶出が認められない。ほとんど飽和状態にあると言える。これに対し、実験-Bでは、30日以上継続しても溶出現象は平衡状態に達しておらず、濃度が増加し続けている。

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 $F_c(t)$ を次式で定義する。

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

ここで、 V , C : 時刻 t における試料水の体積およびEC($\mu\text{S}/\text{cm}$)、 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表わされるものとする。

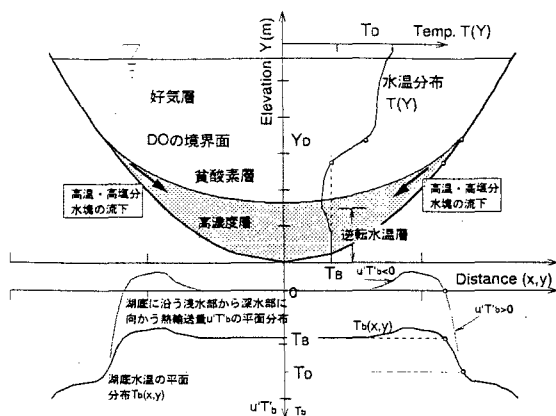


図-1 底層からの溶出による熱塩成層の形成機構

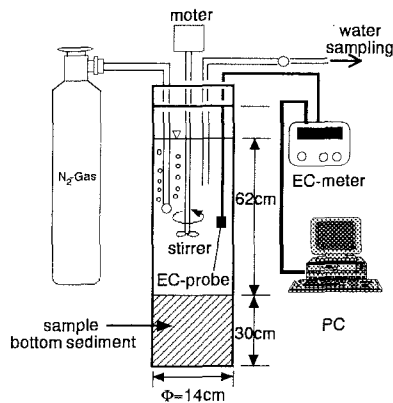


図-2 実験装置の模式図

$$F_c(t) = k(C_\infty - C) \quad (2)$$

ここで、 k : 物質移動係数、 C_∞ : 間隙水濃度、である。

図-3, 4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-5, 6のようになる。これより、実験-Aでは、 $k=0$ (cm/sec)、 $C_\infty=0$ (μS/cm)、実験-Bでは、 $k=4.633 \times 10^{-5}$ (cm/sec)、 $C_\infty=9.32 \times 10^{-1}$ (μS/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。

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

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. 考察

受熱期の後半において貧酸素層が拡大する時、底泥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、実験終了後計測された酸化還元電位 ORP は 264mVであり、負の ORP の示す貯水池の状況とは異なる。負の ORP を呈する貯水池では、実験-Bよりも溶出速度が大きいと予想される。負の ORP の条件下でも溶出試験を行う必要がある。

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。

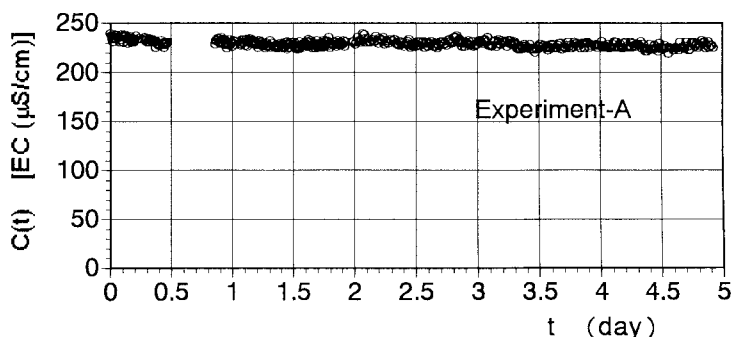


図-3 湖底水を使用したときの電気伝導度の経時変化 (実験-A)

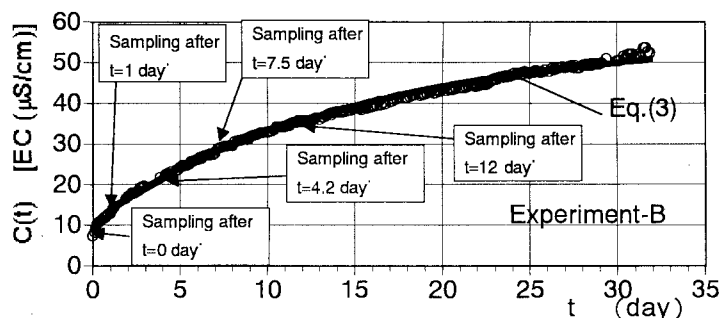


図-4 純水を使用したときの電気伝導度の経時変化 (実験-B)

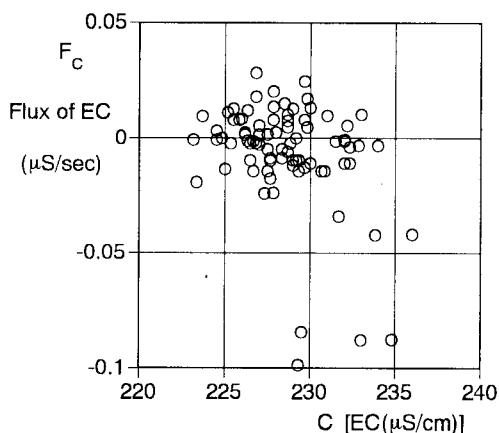


図-5 湖底水を使用したときの F_c と C の関係

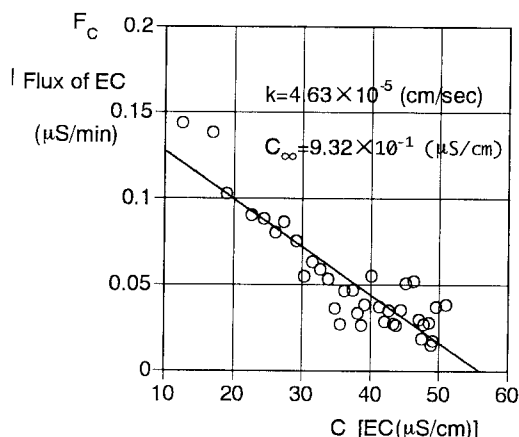


図-6 純水を使用したときの F_c と C の関係