

汽水湖中海における底泥酸素消費量

国土交通省 出雲工事事務所 会員 ○西村 明
(社)中国建設弘済会 菅井隆吉

(目的)

閉鎖性水域における底層のDO環境は、底質の悪化に伴う貧酸素化水塊の出現という問題を生じている。

汽水湖である中海においても、上下層の混合が起こりにくい塩分密度成層と相まって、底層に貧酸素水塊をしばしば生じている。本研究は、中海の底層貧酸素化における底泥の関わりを明らかにすることを目的とする。

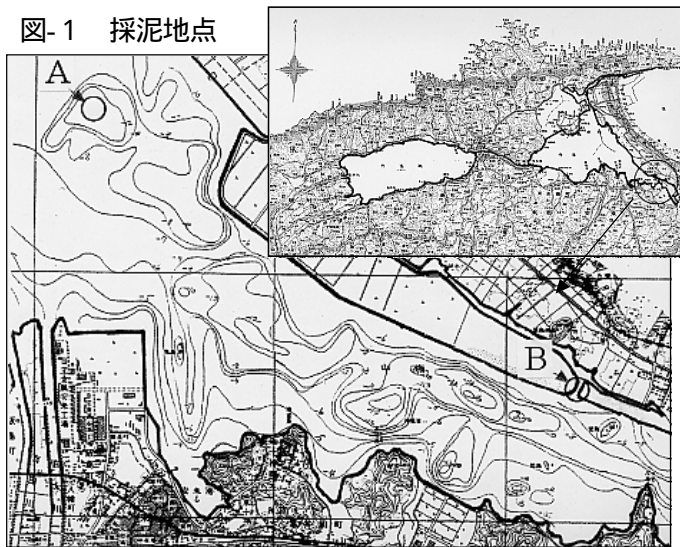
(調査内容)

1. 採泥位置

図-1に示すA、B2地点において、内径5cm、長さ1mのアクリル管を使い、自家製のアクリル管用採泥器で、それぞれ3本の底泥コアを採取した。

また同時に現場の上層水を採取した。

図-1 採泥地点



中海は平均水深が5.4mの汽水湖であるが、A地点は浚渫跡の窪地で水深が12mと深い。A地点では底層環境が良好な時期である1月に採泥を行ったが、底泥表面には酸化膜が形成されていた。

一方B地点は水深が4mと浅いが、底層環境が悪くなる10月に採泥を行った。底泥表面に酸化膜は形成されておらず、嫌気の状態であった。

2. 実験方法

底泥コアは試験室に持ち帰った後、ドリルで底泥面直上に穴を開け、直上水の採取口を取り付けた。そして直上水を採取口より抜き取った後、現場で採取した上層水をサワコを使って静かに注入し、底泥による酸素消費量(A)(上層水自体の酸素消費量を含む)測定のための検体とした。なお上層水は注入する前に、あらかじめ20分間、空気曝気した。また、曝気した上層水を3本のDOビンに分取し、上層水だけによる酸素消費量(B)を求めるための検体とした。そして(A)引く(B)を底泥による酸素消費量とした。

3本の底泥コアと3本のDOビンは25℃の恒温水槽に静置した。そして1日後、3日後、7日後にそれぞれ1本ずつ取り出し、底泥コアの上層水は採取口より直接、DOビンに採取していき、全容についてDO濃度をウィンクラー法・化学トリム法により分析した。なお、残液については容量をメシリンガーで測定し、DO濃度は最後に採取したDOビンの濃度と同じとした。

3. 実験結果

1) 湖水の酸素消費量

BODにおける酸化分解反応速度係数は1)式で示され、湖水の初期BOD値を L_0 とすると、時間(日) t における酸素消費量 y は2)式で示される。

25℃における係数を $k_1=0.28$ として、上層湖水のBOD値がA地点は4.0mg/l、B地点は5.0mg/lとして酸素消費量の変化を計算した。

$$k_1 = 0.23 \times 1.042^{T-293} \quad \dots 1)$$

$$y = L_0 \cdot (1 - e^{-k_1 \cdot t}) \quad \dots 2)$$

図-2に示すように、計算値は今回得られた湖水の酸素消費量の実測値に良く近似していることから、湖水の初期BOD値が分かれば、湖水自体による酸素消費量はかなり精度良く計算出来ることが分かった。

Key word: 中海 底泥酸素消費量 酸素消費速度係数

〒693-0023 出雲市塩冶有原町5-1

2) 底泥による酸素消費量

底泥による酸素消費量の変化を図-3、4に示す。

A地点の底泥による酸素消費量は3日目までは時間にはほぼ比例する変化で、比較的穏やかな立ち上がりであった。最初の24時間における底泥の酸素消費量は、 $0.44\text{g/m}^2/\text{day}$ であったが、1日目から3日目にかけての消費量も $0.45\text{g/m}^2/\text{day}$ と大差なく、直上水による酸素消費量と、底泥による酸素消費量がほぼ同じレベルであった。

一方B地点の底泥による酸素消費量は、最初の24時間で急激な立ち上がりを見せた。3日目と7日目は逆転したが、後は比較的穏やかな消費であった。

最初の24時間における酸素消費量は、 $2.0\text{g/m}^2/\text{day}$ であったが、1日目から3日目にかけての酸素消費量は $0.2\text{g/m}^2/\text{day}$ であった。初期の酸素消費が急激であることから、B地点の底泥による酸素消費は、生物化学的な要因よりも、化学的な要因によるところが大きいと思われる。

採泥時の現地底層は、嫌気的状况であったことから、底泥中に生成蓄積されていた還元性成分が一気に溶出し、上層水中の酸素を消費したものと推察される。

最初の24時間における底泥の酸素消費量は、酸化膜が形成されていたA地点の底泥の、およそ5倍の消費量で、3日目で底泥による酸素消費量が約50%になったが、A地点の底泥では約30%と、底層の酸化還元状態が、底泥の酸素消費量に大きく影響を与えることが分かった。

3) 酸素消費速度係数

底泥コア上の直上水の平均酸素濃度の変化、および直上水だけの場合のDO濃度変化を対数グラフ上にプロットすると概ね直線になるが、酸素消費速度係数 k はこのグラフの傾きで示される。

初期DO濃度を DO_0 、時間(日) t におけるDO濃度を DO_t とすると、時間 t におけるDO濃度は3)式で示される。

$$DO_t = DO_0 \cdot e^{-k \cdot t} \quad \cdots \cdots 3)$$

今回の実験結果より、水だけの場合の酸素消費速度係数 k_w はA地点が 0.088d^{-1} 、B地点が 0.112d^{-1} 、底泥直上水(A地点：平均実験水深53cm、B地点：平均実験水深63cm)の酸素消費速度係数 k_{ws} はA地点

が 0.177d^{-1} 、B地点では 0.509d^{-1} 、が求められた。

図-2 直上水の酸素消費量の変化

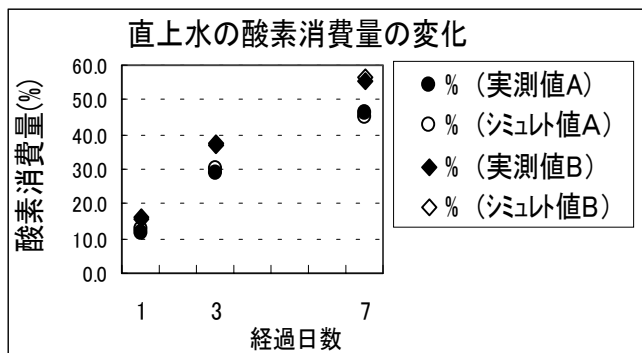


図-3 酸素消費量の変化(地点A)

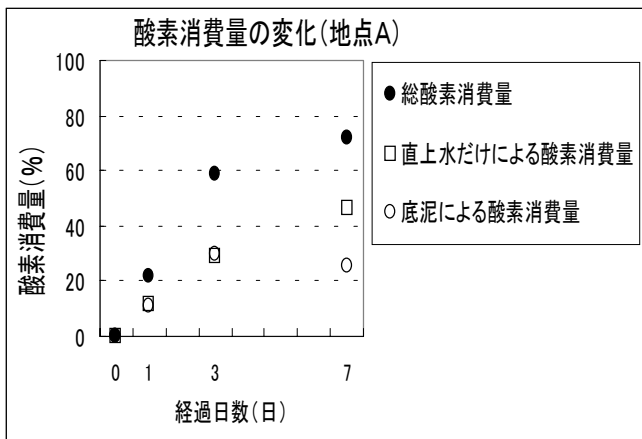
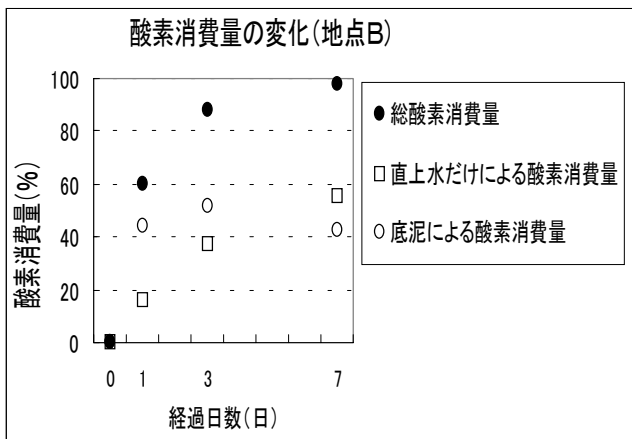


図-4 酸素消費量の変化(地点B)



比較的酸化的な状態であった地点Aにおいては、 k_{ws} は k_w の約2倍で、酸素消費における底泥の寄与は湖水自体とほぼ同じといえる。

一方嫌気的雰囲気であった地点Bにおいては、 k_{ws} は k_w の約4.5倍で、底泥の寄与は脱酸素係数で湖水の約3.5倍と、ひとたび還元的雰囲気を経た底泥は、内部に還元性物質を蓄積し、上層水の溶存酸素を大きく消費することが分かった。