

内湾沿岸域における底層の酸素消費速度

広島大学工学部 学会員 ○ 木下 長茂
 広島大学工学部 正会員 川西 澄
 広島大学工学部 正会員 余越 正一郎

1. 背景・目的

広島湾は閉鎖性が強く、太田川からの有機物や栄養塩の過剰供給も重なり深刻な海洋汚染に見舞われた歴史をもつ。瀬戸内海環境保全臨時措置法の施行後、COD 負荷量の半減が実現し水質は良くなったといわれるが、赤潮や貧酸素水塊は依然として発生している。貧酸素水塊は成層形成時期の夏季～秋季に底層でみられ、魚介類に直接的な被害を与えるばかりでなく、化学物質の存在形態に影響を及ぼし、水質環境はより複雑になる。

貧酸素水塊の形成に対して酸素消費過程が重要である。そこで本研究では底層環境の酸素消費速度を現位置実験で測定し、水温や有機物量との相関を考察した。また底層水や底泥の巻き上げが酸素消費速度に与える影響を調べて貧酸素化の要因を探る。

2. 観測概要

2.1 観測概要

観測には蛍光式溶存酸素計と導電率計を、開閉式不透明容器に連結させたものを用いた。底泥上に着底後、蓋を開けない場合で底泥の巻き上げの影響を調べた。一方、着底後蓋を30分程開け放し、巻き上げの影響を除いてから測定することで、底層の酸素消費速度(以降SOD)を求めた。

SODを生物学的酸素消費速度(以降B-SOD)と化学的酸素消費速度(以降C-SOD)、そして底層水の酸素消費速度に分配した。B-SODは容器内の海水の溶存酸素濃度が 2mg/l 近くまで減った後の酸素消費速度とした。底層水の酸素消費速度は、採水した底層水を暗瓶・暗室に安置して経時変化から求めた。C-SODはSODからB-SODと底層水の酸素消費速度を引いて求めた。

2.2 現地観測

観測地点として底層の水平方向の流速が小さく、堆積有機物量の異なる3地点(A・安芸津港、B・宇品港、C・大野瀬戸)を選出した(Fig.1)。堆積有機物の分析には、広島大学機器分析センターのCHNS/O装置(パーキンエルマー社製2400二型)を利用して、C・H・Nの分析を行った。

安芸津港において10月から12月にかけて底泥の巻き上げの影響とB-SODを測定した。また各3観測地点で12月にSOD、B-SOD、そして底層水の酸素消費速度を測定した。

3. 結果と考察

水温変動と底層の酸素消費速度の関係を考察する。10月から12月の安芸津港におけるB-SODの観測データ(Fig.2, Table.1)をみると水温と相関がありそうである。水温とB-SODの間には相関係数0.91の強い正の相関があった(Fig.3)。これは水温が高くなる夏季にB-SODが最大となり、貧酸素化を促進させることになる。また底泥の直上水の酸素濃度が 1mg/l 近くまで減っても、B-SODはほとんど影響を受けないという特性は、底層環境のさらなる貧酸素化を促す恐れがある。

C-SODの水温変動は底泥の巻き上げの酸素消費速度の変化から判断した。これは底泥の巻き上げによる酸素消費速度は溶存酸素濃度に対して指数関数的に減少し、C-SODの特性に似ていることや、底泥の巻き上げは、有機物や無機還元性物質の底層水中の含有量の増加であり、C-SODの増加ともいえるからである。安芸津港における底泥の巻き上げの影響は10月から12月にかけて一律大きな値をとっている(Fig.4)。そのため、C-SODは水温変動に影響を受けないことが予想される。

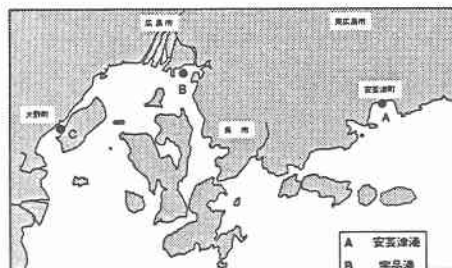
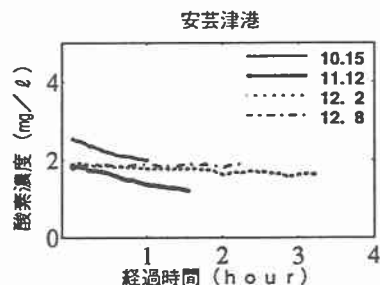


Fig.1 観測地点



観測日	10.15	11.12	12.2	12.8
B-SOD	562	467	88	9
水温 (°C)	23.9	19.5	17.1	16.4

(単位: $\mu\text{g/l} \cdot \text{hour}$)

Fig.2, Table1 B-SODの水温変動

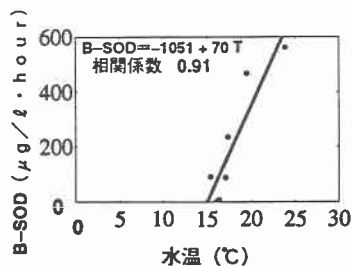


Fig.3 B-SODと水温の相関

堆積有機物量とSODの関係を考察する。底層の酸素消費速度に最も影響を与えるのは炭素量(TOC)と考え、炭素量との相関を調べた。12月における各3観測地点のデータ(Fig.5, Table.2)から炭素量とSODの間には相関係数0.88の正の相関があった(Fig.6)。冬季のSODは水温の関係からC-SODが卓越するため、炭素量とC-SODの相関ともいえる。

底層水の酸素消費は底層の溶存酸素濃度を決める上で重要であると思われる。Fig.7は採水した底層水を暗瓶・暗室に安置して、酸素濃度の経時変化を調べたものである。Fig.7の上図は12月における安芸津港の底層水を測定したものである。破線は自然の底層水を、実線は観測容器を底泥上に着底後、容器内の海水をチューブで吸い上げて測定したものである。破線は初期にやや下がりその後緩やかな減少をみせる。それに対して、実線は初期に指数関数的な大きな減少を示しているが、これは底泥の巻き上げにより容器内の海水に有機物や無機還元性物質が多く含まれたためと思われる。Fig.7の下図は宇品港と大野瀬戸の12月の自然の状態で底層水の酸素濃度の経時変化である。どちらも初期に大きな減少をみせ、自然の底層水中にも有機物や無機還元性物質が含まれることを示している。

安芸津港は水深が浅く、濁度の鉛直分布にほとんど変化は見られない。それに対し、大野瀬戸においては底層において濁度の増加が見られ、いわゆる高濁度層を形成している。この高濁度層は底泥の再懸濁等が発生の理由に挙げられるが、その中に有機物や無機還元性物質が含まれていることが予想される。そのため自然の状態にある底層水の酸素消費の経時変化において、Fig.7の下図のように酸素濃度の高い初期において急激な酸素消費が起こることが考えられる。宇品港と大野瀬戸における底層の酸素消費速度は、酸素濃度の高い状態では底層水の酸素消費の占める割合が大きいと言える。

このことから、鉛直方向の酸素供給が制限される夏季には底層水による溶存酸素濃度の低下が予想される。

4. 結論

B-SODは水温と正の相関にあり、C-SODはほとんど水温の影響を受けない。そのため夏季にSODが最大になり貧酸素化を促す。また底泥中の炭素量とSODは正の相関にあるため、底泥中の炭素量が多い内湾の底層では密度成層が形成される夏季に貧酸素水塊の発生が予想される。底層水の酸素消費も底層環境の酸素濃度に影響を与え、底層水中の有機物や無機還元性物質の含有量は各底層海域の重要な性格の一つといえる。

高濁度層の形成が底層で見られる海域では底層水による酸素濃度の消費量が大きくなることが予想され、また高濁度層の形成因子も問題になってくる。底泥の巻き上げの底層環境への影響も大きく、底引き網や海水流動による再懸濁は無視することは出来ない。

4. 参考文献

- 1) 小坂淳夫：瀬戸内海的环境，恒星社厚生閣，1985。
- 2) 柳哲雄：シンポジウム「貧酸素水塊のまとめ」，沿岸海洋研究ノート，第26巻，第2号，pp.141-145，1989。
- 3) T.Seiki, H.Izawa, E.Date：Sediment Oxygen Demand in Hiroshima Bay, Wat.Res., 28, pp.385-393, 1994。

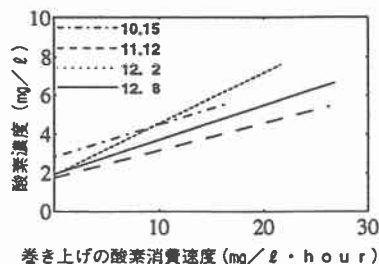
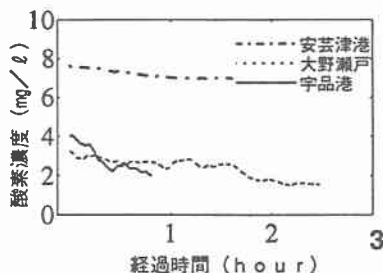


Fig.4 巻き上げと水温の関係



観測地点	安芸津港	宇品港	大野瀬戸
観測日	12.15	12.18	12.24
SOD	461	2022	894
C (mg/g)	12.2	47.0	30.2

($\mu\text{g}/\text{l} \cdot \text{hour}$)

Fig.5, Table.2 SODと炭素量の関係

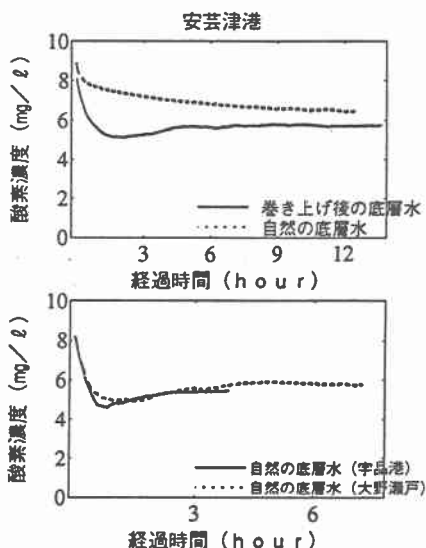


Fig.7 底層水の酸素消費状況

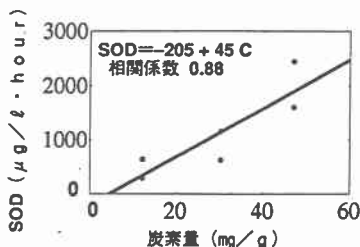


Fig.6 SODと炭素量の相関