

番匠川河口干潟底質の酸素消費速度について

大分高専 学生会員 河野晶文, 井上雅智, 吉野内 謙  
 大分高専 正会員 東野 誠, 高見 徹  
 九州大学 学生会員 中茂義晶, 平島英恵  
 九州大学 フェロー 小松利光  
 (独)港湾空港技術研究所 正会員 井上徹教  
 東京大学 正会員 清野聡子  
 国土交通省九州地方整備局佐伯工事事務所 高木章次, 荒巻重則

1. はじめに

著者らは、大分県番匠川河口干潟のアサリ生態について検討している<sup>1)</sup>。本研究では、番匠川河道部、および干潟の一部に堆積した底泥に着目し、これによる水中の溶存酸素(DO)の消費とそれに伴う貧酸素水塊の形成、更にはこの貧酸素水塊がアサリ生態に及ぼす影響を調べた。まず、河道と干潟において底泥を採取し含有有機物量(強熱減量)、および底泥によるDO消費速度を求めた。次に、これらの結果を基に種々の水理・水質条件に対する水・底泥境界面近傍でのDO濃度分布をシミュレートし、干潟の底質環境がアサリ生態に及ぼす影響について考察した。

2. 調査対象域と調査方法

調査対象域は大分県番匠川河口付近の河道部、および左岸側に形成される河口干潟である(図-1)。著者らの観測より、河道と干潟の一部、とりわけ4ヶ所ある樋門近傍において汚染底泥の堆積が確認されており、河川水質や干潟の底質環境に何らかの影響を及ぼしていることが示唆される。そこで、樋門(4ヶ所)において採水し、水質(全有機炭素(TOC)、アンモニア態窒素(NH<sub>4</sub>-N)、硝酸態窒素(NO<sub>3</sub>-N)、全窒素(T-N)、リン酸イオン態リン(PO<sub>4</sub>-P)、全リン(T-P))を分析した。また、河道部(8ヶ所(図-1))と干潟上において採泥し、強熱減量を測定するとともに、これらの底泥を実験に供し、DO消費速度を求めた。

3. 底質の有機物含有量

採取された底泥はいずれも黒色を呈し、ヘドロ状で嫌気臭が認められるものもあった。表-1に示すように強熱減量は干潟の底泥で1.5%、河道部では細砂を多く含むもので1.7~3.6%、ヘドロ状のものでも16.6%であり、これより底泥は有機性汚濁物質とともに細砂を多く含んでいるのがわかる。

4. 樋門流出水質

樋門(①~④(図-1))流出水の水質分析結果を表-2に示す。これより、最下流の樋門①流出水のT-Nは9.4mg/l(NH<sub>4</sub>-N 5.3mg/l, NO<sub>3</sub>-N 1.2mg/l)、その他の地点でもT-N 1.1~3.1mg/lと高い値を示す。一方、T-Pは0.16~0.70mg/lである。番匠川河口域の水質観測所での観測結果(2001年8月~2002年7月)によるとT-N 0.59~0.89mg/l、T-Pは0.012~0.035mg/lであるので、樋門流出水は水質汚濁源であるとともに河道部、および干潟の一部に堆積した底泥は、この樋門からの汚濁負荷に起因していると考えられる。

5. 河口干潟底泥によるDO消費特性

実験では底泥試料 50ml を培養瓶(容量 300ml)に分取して、溶存酸素(DO)を飽和させた蒸留水で満たし、その後、DO濃度の経時変化をDOメーター((株)飯島電子工業製 B-100)で測定した。実験でのDOの経時変化の一例を図-2に示す。DOは時間とともに単調に減少し、0.6時間後にはゼロになる。DO

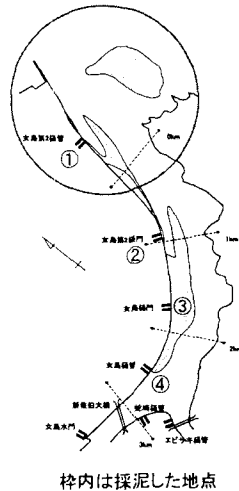


図-1 調査対象域概略図

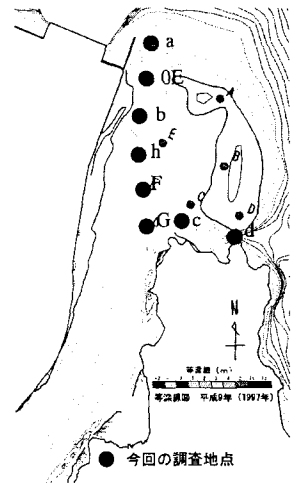


図-2 調査地点(河道部)

表-1 強熱減量

	強熱減量(%)	
河道	a	2.5
	b	9.9
	c	1.7
	d	3.5
	OE	3.3
	f	9.6
	g	16.4
	h	3.0
干潟	①	1.6

表-2 水質分析結果(樋門流出水)

	1	2	3	4
TOC(mg/l)	28	3.8	3.7	3.1
T-N(mg/l)	9.4	1.1	2.3	3.1
NH <sub>4</sub> -N(mg/l)	5.3	0.5	0.6	1.4
NO <sub>3</sub> -N(mg/l)	1.2	0.6	1.7	1.2
T-P(mg/l)	0.70	0.16	0.52	0.24
PO <sub>4</sub> -P(mg/l)	0.45	0.087	0.37	0.13

が減少する原因としては、第一鉄の酸化等の化学的過程や微生物の増殖に伴う DO 消費等が考えられるが、ここでは、DO 消費は好気性微生物の増殖に起因すると考えることにする。微生物が分解可能な有機物を多く含む底泥の場合、DO 消費過程は次の Monod 式によって表現できる。

$$-\frac{dC}{dt} = \frac{\mu C}{K_{O_2} + C} \quad (1)$$

ここに、CはDO濃度、 $\mu$ は最大酸素消費速度、 $K_{O_2}$ はDOの半飽和定数(=0.2mg/l)である。

実験での DO 経時変化に上式(1)をあてはめれば、最大酸素消費速度 $\mu$ が得られる。表-3はこのようなして得られた各底泥に対する $\mu$ 値を示したものである。河道部G点底泥は $\mu$ 値が著しく大きく、高い酸素消費能力を有する。他方、干潟底泥では、樋門①周辺で採取された底泥の $\mu$ 値が最も大きく、前述(表-2)の樋門からの流出水質を想起すれば、これは樋門からの汚濁流出負荷に起因するものと結論される。

実験で得られた $\mu$ 値を式(1)に代入し、初期値  $C(0)=4.5\text{mg/l}$  に対して DO 経時変化をシミュレートした結果を、図-3に実験値と併せて示す。この図より、Monod 式(1)は実験開始後 0.3 時間までは実験結果をよく再現している。一方、0.3 時間以降は、式(1)は実験値よりも小さな DO 濃度の推定値を与える。これに関して、式(1)では底泥が分解可能な有機物を十分に含み、DO 消費速度は DO 濃度のみ律せられると仮定されている。ところが、実験においては底泥中の有機物は酸化されて時間とともに減少してゆき、ある程度の時間の経過の後には有機物濃度が DO 消費速度を律するようになることに起因していると思われる。実水域での DO 消費過程においては、底泥中には多量の分解可能な有機物が含まれるので、有限の底泥試料(50ml)を用いた実験とは異なり、DO 消費速度は DO 濃度により律せられると考えられる。

## 6. 水・底泥境界面近傍の DO 濃度分布

実験結果に基づいて、干潟上の底泥が堆積した場所での水・底泥境界面近傍のDO濃度分布をシミュレートし、アサリ生息場所として適しているか考察する。この水・底泥境界面近傍のDO濃度分布は底泥直上の水流流速と底泥内部でのDO消費の両者に規定される。加えて、河口域では潮汐に伴い水深や流速等の水理条件が変化する。底泥によるDO消費速度は、式(1)中の $\mu$ 値によって表現されるが、これに関しては実験値を用い、異なる水理条件(摩擦速度)に対する水・底泥境界面近傍のDO濃度分布を著者らのモデル<sup>2)</sup>によって求めた。図-4は実験より得られた $\mu$ 値(1752  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ )に対する、底泥直上の水流流速(摩擦速度)を変化させた場合( $U=0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 1.0\text{cm/s}$ )のDO濃度分布を示したものである。界面直上の水中では、DOは高濃度に維持されるが、界面近傍においてDO濃度は急変(低下)するとともに、底泥内部において急激に消費され、いずれの摩擦速度においても界面直下でゼロとなる。これより、干潟上の底泥が堆積している場所では、底泥内部はもとより、底泥表面でさえもアサリの生息に必要なDOが不足していること、底泥内部では嫌氣的な物質代謝によってアサリに対して有害な硫化物が生成されやすい状況であること、が明らかになった。今後、干潟の環境がアサリ生態に及ぼす影響についてより詳細に調べてゆく予定である。

## 参考文献

- 1) 高見 徹, 東野 誠, 井上徹教, 中茂義晶, 安達貴浩, 清野聡子, 別府五男, 郡山貞次, 小松利光: 河口干潟の環境と水産生物資源の変動に関する現地観測-大分県番匠川河口干潟のアサリを対象として-, 水工学論文集, 第47巻, pp.1081-1086, 2003.
- 2) 東野 誠, ステファン, H.G.: 底泥直上の環境条件の変化に伴う SOD 応答, 水工学論文集, 第47巻, pp.973-978, 2003.

表-3 底泥の最大酸素消費速度

河道	G	$\mu$ ( $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ )
干潟	①	4349
	②	1032
	③	1752

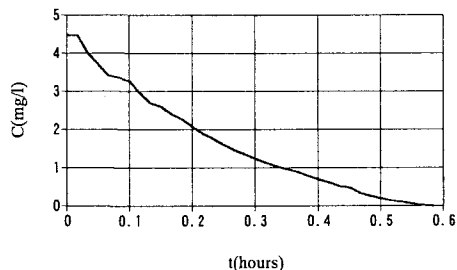


図-2 DOの経時変化

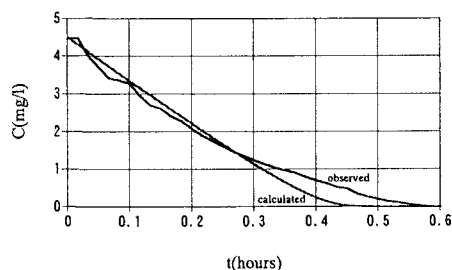


図-3 実験値とDO経時変化の推定値(式(1))

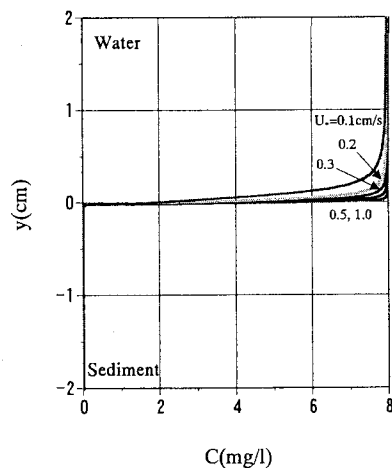


図-4 水・底泥境界面近傍のDO濃度分布