

干潟域の物質循環に関する研究

児玉真史¹・松永信博²・水田健太郎³・徳永貴久⁴

Masashi KODAMA, Nobuhiro MATSUNAGA, Kentaro MIZUTA, Takahisa TOKUNAGA

¹九州大学大学院 総合理工学研究科 工修 (〒816-8580 福岡県春日市春日公園 6-1)

²九州大学助教授 総合理工学研究科 工博 (〒816-8580 福岡県春日市春日公園 6-1)

³日本下水道事業団 東京支社 東海総合事務所 工修 (〒465-0082 名古屋市名東区神里 1-106)

⁴九州大学大学院 総合理工学府 (〒816-8580 福岡県春日市春日公園 6-1)

Key Words : tidal flat, water quality, material cycling
, field observation

1. はじめに

近年, 干潟は沿岸海域における水質浄化の場として重要な役割を担っているとされており, 干潟の持つ浄化機能, すなわち物質循環機構を定量化することは, 極めて重要な課題であると考えられる. Fig. 1は博多湾における T-N, T-P 濃度の季節変化を示したものである. 湾奥へ向かうにしたがって, T-N, T-P 濃度ともに高くなる傾向にあることが分かる. また, 季節変化も最奥部の和白干潟周辺でもっとも大きくなっている. 季節変化の特徴としては, T-N は冬季にピークを持ち夏季に低濃度になっているのに対し, T-P は全く逆のパターンを示して夏季にピークを持っている. Fig. 2(a), (b)は植物プランクトン濃度の指標であるクロロフィル a 濃度を T-N, T-P 濃度に対してプロットしたものである. また Fig. 3は T-N/T-P 比の季節変化を示したものである. これらの図からクロロフィル a 濃度は T-P 濃度とより相関が高く, また T-N/T-P 比が夏季を除いてレッドフィールド比よりも高い状態にあることから, Fig. 1で示される夏季の T-P 濃度の増加は周辺海域の物質循環において極めて重要なプロセスであると考えられる. そこで本研究では, 夏季に焦点を絞った現地観測にもとづいた解析により, 干潟水域における物質循環の特徴を把握することを試みた.

2. 栄養塩および DO 収支の現地計測

(1) 観測地点及び観測概要

本研究で対象とした和白干潟は博多湾東奥部に位置し (Fig. 4), 南側から流れ込んだ唐原川の前方に発達した前浜干潟である. 観測地点は Fig. 4に示されるように潮が満ち引きする方向に設けられた.

観測は 2000年8月4日8:30 ~ 同5日4:00にかけて行われた. 観測地点としてFig. 4に示すように, 汀線最大遡上位置付近をSta.0とし, 以下50mおきに8点が選ばれた. 観測領域のSta.1 ~ Sta.7における平均海底勾配は1/350であった. 水位計をSta.7に設置し, 潮位の連続観測を行った. Fig. 5にSta.7における観測期間中の潮位および日射量を示す. 日中・夜間における観測は, 水質の時間的, 空間的变化を捉えるために, それぞれ上げ潮時に水深30cmの水塊がSta.4に到達した時(8:30, 22:00)および下げ潮で再びSta.4に戻った時(15:30, 4:00)に行われた. 8:30, 15:30, 22:00および4:00の観測はSta.4 ~ Sta.7の4点で行われた. 水質調査の項目は各栄養塩, DO, Chlorophyll-a, 塩化物イオンである. 栄養塩類の分析には水質分析装置(セントラル科学DR2010)を用いた. このうち, 無機溶存態の栄養塩, NH₄-N(アンモニア態窒素), NO₃-N(硝酸態窒素), NO₂-N(亜硝酸態窒素), PO₄-P(リン酸態リン)の分析には試料水をガラス繊維濾紙(Whatman GF/C)で吸引濾過した濾液が用いられた. DO濃度は採水時に溶存酸素計(東亜電波工業DO-25A)を用いて測定された. Chlorophyll-aの分析は試料水約500mlをガラス繊維濾紙(Whatman GF/C)で吸引濾過した後に濾紙を90%アセトン中に入れ, 得られたChlorophyll-a抽

出液をLorenzenの方法に従って分析した。

(2) 栄養塩およびDO収支の算出方法

水塊内の物質質量の変化率 F は次の方法により算出した。まず水塊は岸沖方向のみに移動するものと仮定し、8:30、15:30、22:00 および 4:00 の各時刻において汀線から同一距離の水塊を同一水塊とみなすことにより、(1)式で示すように、各時刻における水塊の平均濃度の差 C (mg/l) とその水塊の体積 V (m³) との積を求め、それを経過時間 T (hour) と水塊の底面積 A (m²) で割ることによって、単位面積、単位時間当たりの水塊内の物質収支 F (mg/m²/hour) を評価した。

$$F = \frac{\Delta C \cdot V}{T \cdot A} \quad (1)$$

ここで、 F は底泥-海水間のフラックスと水塊内部での光合成などの生化学反応の両方を含んだ量として表されている。

(3) 結果

Fig. 6に各時間帯における栄養塩およびDOの収支計算結果を示す。(i)830-1530の時間帯においては、日中であるため光合成が活発に行われており、大量のDOの放出と栄養塩の吸収が活発に行われている。このとき栄養塩の取り込み比、すなわちDIN/DIP比は21とレッドフィールド比に近い値となっている。また、1530の時点でのDO濃度は10.9 mg/lに達している。(ii)1530-2200の時間帯では、ベントスなどの呼吸による酸素消費が卓越し、有機物の分解に伴って大量のアンモニア態窒素が水中に放出されている。2200におけるDO濃度は4.7 mg/lである。(iii)2200-400の時間帯になると、DOが涸渇し400時点での最終的なDO濃度は1.8 mg/lまで落ち込んでいる。このように貧酸素化することによって好氣的分解によるアンモニアの放出が減少し、逆にリン酸態リンの溶出が促進される。このためDINとDIPの放出比は4という小さな値をとっている。このプロセスは、リンが制限栄養塩となっている博多湾において極めて重要であり、こうして夜間にリンが大量に放出されることによって日中の一次生産、特に浮遊生態系の植物プランクトンの増殖を促進しているものと考えられる。

3. 和白干潟における底生藻類およびウミニナの現存量の季節変化

Fig. 7に和白干潟における底生藻類およびウミニナ

の現存量の季節変化を示す。底生藻類の調査は、内径 2 cmのコアを用いて底泥表層0-0.5 cm の試料を採取し、この試料から90 %アセトンにより藻類に含まれるクロロフィルaを抽出後、分光光度計を用いてLorenzenの方法に従って定量した。最終的にC/Chl.a=35を用いて単位面積当たりの炭素量(gC/m²)に換算した。ウミニナの調査は1 m²当たりのウミニナ(巻貝)の数をカウントし、同時に全重量(湿重量)の計測を行った。これをC/gwet=0.018を用いて、底生藻類と同様に単位面積当たりの炭素量(gC/m²)に換算した。Fig. 7より年間を通じてウミニナの現存量は底生藻類の10倍のオーダーであることがわかる。またウミニナの現存量は夏季にピークを持ち、7月には70 gC/m²に達している。これは冬季の現存量の約2倍で、C/N=5を用いて窒素に換算すると、1m²当たり14 gN、和白干潟全体(0.8 km²)では11.2 tNの窒素を底泥上に固定し、水柱から除去している計算になる。しかしながら、こうした底生生物の増加は一方で酸素消費の増大を招き、Fig. 6 (iii)に見られるような底泥からのリンの溶出の促進をも引き起こしている。

4. おわりに

夏季の和白干潟において水質および底生生物に関する現地観測を行った結果、以下のことが明らかになった。

- 干潟における各物質の収支は時間帯によって大きくことなっていることが明らかとなった。日中は大量のDO放出に伴って全ての栄養塩が取り込まれ、夕方の時間帯では酸素消費とアンモニアの放出が卓越し、夜中から早朝にかけては酸素消費が落ち込むと同時に大量のリンが放出されている。
- 夜から早朝にかけてのリンの放出は、リンが制限栄養塩となっている博多湾においては重要なプロセスであり、日中の一次生産、特に浮遊生態系の植物プランクトンの増殖を促進しているものと考えられる。
- ウミニナの現存量は炭素換算で底生藻類の約 10 倍存在して、夏季にピークを持っており、7 月には 70 gC/m²に達している。これは冬季の現存量の約 2 倍で、窒素換算では、1m²当たり 14 gN、和白干潟全体(0.8 km²)では 11.2 tNの窒素を底泥上に固定している計算になる。
- 夏季の底生生物の増加は一方で酸素消費の増大を招き、Fig. 6 (iii)に見られるような底泥からのリンの溶出の促進をも引き起こしている。

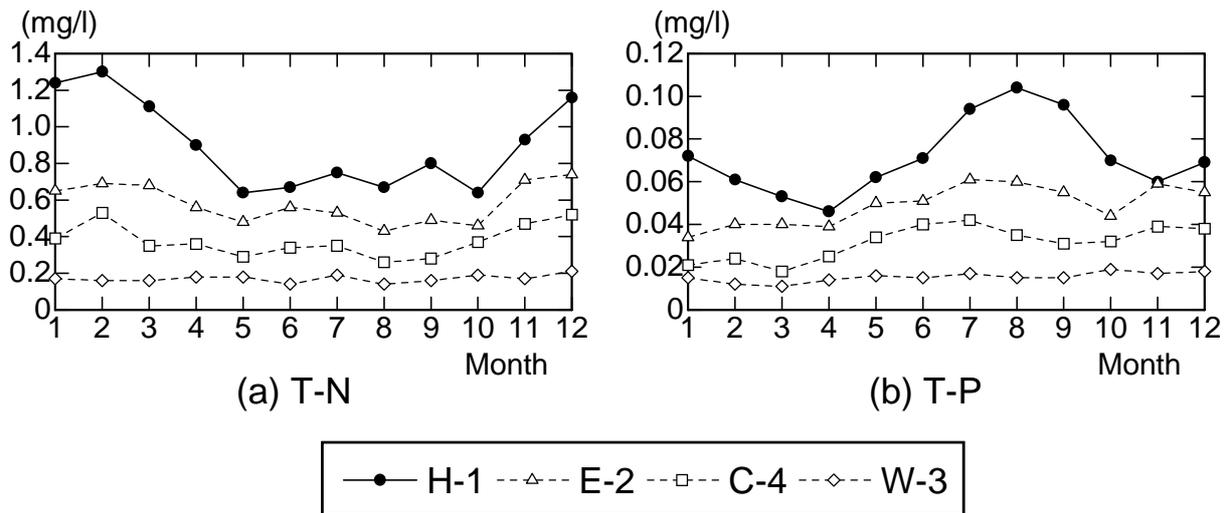


Fig. 1 博多湾における T-N, T-P 濃度の季節変化. H-1 が和臼干潟周辺. E-2 →C-4→W-3 に向かって湾口.

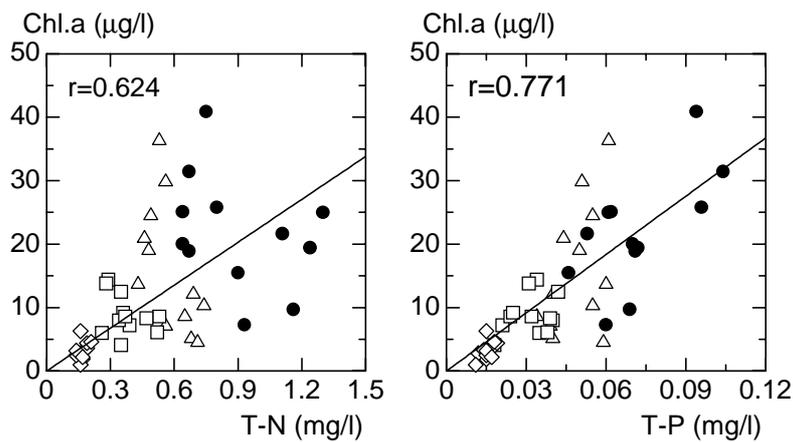


Fig. 2 クロロフィル a 濃度と T-N, T-P 濃度の関係. 凡例は Fig. 1 に同じ.

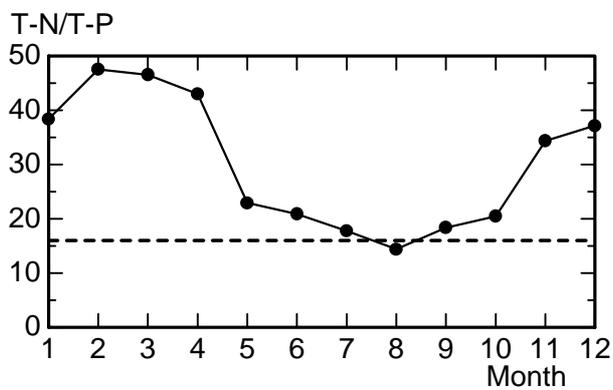


Fig. 3 T-N/T-P 比(原子比)の季節変化. 但し, 破線はレッドフィールド比.

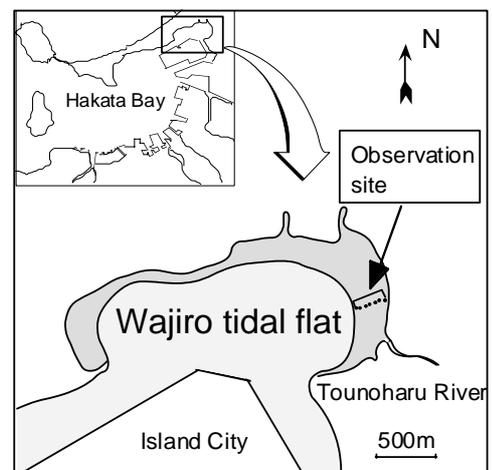


Fig. 4 観測地点(和臼干潟).

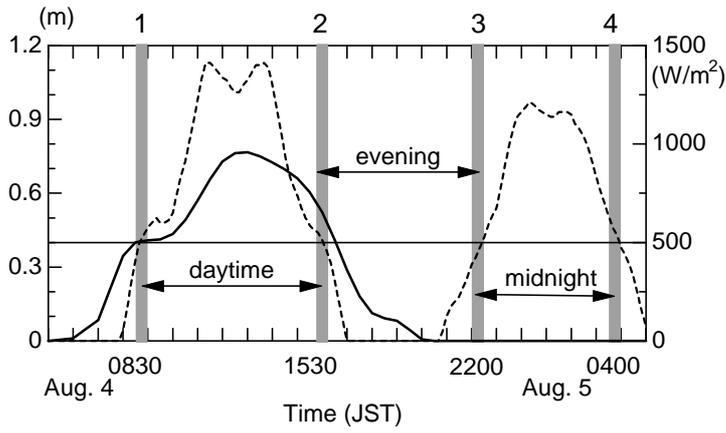


Fig. 5 Sta. 7 における観測期間中の潮位および日射量.

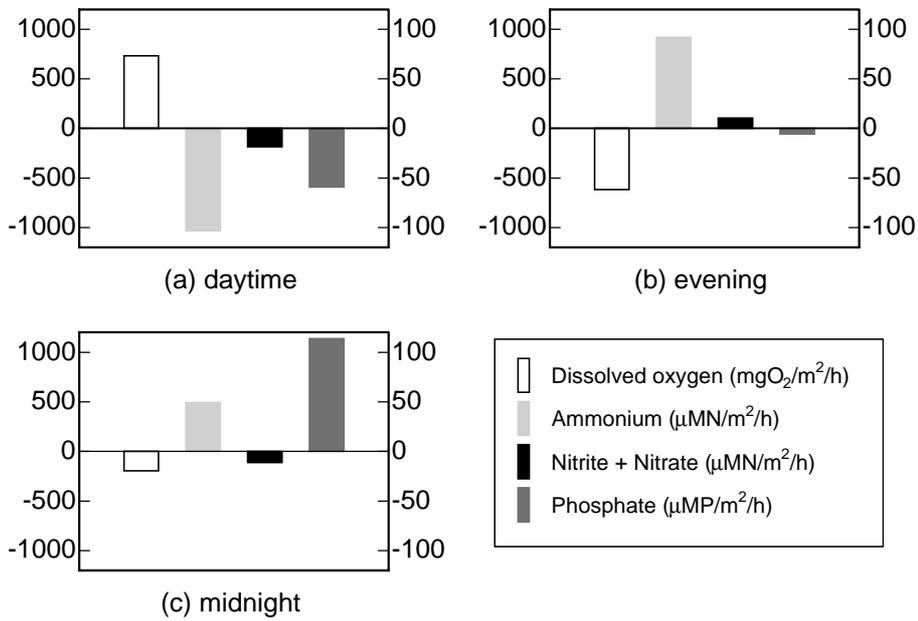


Fig. 6 (a)830-1530, (b)1530-2200, (c)2200-400 の各時間帯における、栄養塩および DO の収支.

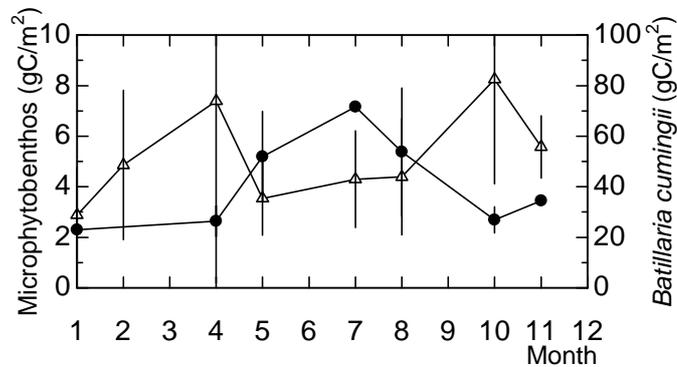


Fig. 7 和白干潟における炭素換算した底生藻類およびウミニナの現存量の季節変化. 但し、底生藻類は左軸、ウミニナは右軸を参照.