

(1) 吉野川河口干潟における二潮汐間での 干潟底生微細藻類群集の変動特性

大谷 壮介^{1*}・上月 康則²・山中 亮一²・石山 哲³
酒井 孟⁴・笹岡 宏光⁵・澳津 賀仁⁶

¹京都大学大学院工学研究科附属流域圏総合環境質研究センター (〒520-0811滋賀県大津市由美浜1-2)

²徳島大学大学院ソシオテクノサイエンス研究部 (〒770-8506 徳島県徳島市南常三島町2-1)

³コスモケミカル株式会社 (〒581-0016大阪府大阪市八尾市八尾木北4-9)

⁴新弘測量設計株式会社 (〒770-8055 徳島県徳島市山城町東浜傍5-281)

⁵株式会社日立プラントテクノロジー (〒170-8466東京都豊島区東池袋四丁目5番2号)

⁶日亜化学工業株式会社 (〒774-8601徳島県阿南市上中町岡491番地)

* E-mail: otani@biwa.egc.kyoto-u.ac.jp

河口干潟泥質域において、二潮汐という短時間における底生微細藻類の量・質の変動を明らかにすることを目的に調査研究を行った。堆積物の Chl. *a* 量は干出直前や冠水直後などの干潟上に海水が流入する際に減少し、干潟からの流出、底生動物による攪拌・摂餌、底生微細藻類自身による生産、さらに沈降・堆積によって変動していることを定量的に示すことができた。特に、堆積物の底生微細藻類の風組成は干出時と冠水時では付着性と浮遊性の藻類の割合は異なっており、セジメントトラップには付着性の藻類の割合が高かった。このように、二潮汐間では干潟上の藻類は静的な状態にあるのではなく、絶えず物理、生物的作用を受け、昼夜で大きく変動していた。

Key Words : tidal flat, microphytobenthos, primary production, fluctuation

1. 緒論

干潟域の生物生産を支えているのは、海水流入によってもたらされる植物プランクトンなどの一次生産者だけでなく、干潟域に生息する底生微細藻類も主要な一次生産者として干潟の豊富な生物量を支えている^{1,2)}。近年、底生微細藻類は、干潟上の食物連鎖の基点の一つであり、干潟域の物質循環において重要な役割を果たしていることが示されており³⁾、物質循環を駆動させる働きを持っている。また、底生微細藻類は付着するために細胞外に多くの粘液質有機物(Extracellular Polymeric Substances; EPS)を分泌し⁴⁾、生産、排出された EPS は微生物に対する有機物供給源ともなっている⁵⁾。これら底生微細藻類は干潟堆積物の極表層に生息しており、潮汐により巻き上げられ^{6,7)}、短時間で増殖および流出を繰り返していると言われている。さらに、この巻き上げられることによって、底生微細藻類が埋込性の底生動物の餌資源として供給されていることが安定同位体比を用いて推定されている^{8,9)}。

しかし、底生微細藻類の変動は月 1 回程度の調査では、藻類群集の“スナップショット”を見ているに過ぎず、適切な干潟生態系の理解には及ばない上に、潮汐変動に伴う短時間での付着珪藻の増殖、流出現象についての検討はほとんどなされていない。そこで、本研究では河口干潟において、二潮汐、約 1 日間という時間スケールでの底生微細藻類の現存量および風組成の変動、底生微細藻類による一次生産量の調査を行い、底生微細藻類群集の変動特性を明らかにすることを試みた。

2. 調査および実験方法

(1) 調査概要

徳島県吉野川河口干潟(図-1)で 2007 年 9 月 27 日午前 7 時～9 月 28 日午前 11 時までの二潮汐間に現地調査を実施した。現地調査は日潮不等のない、波も穏やかな晴天日を選び、計 19 回の試料採取を行った。なお、試料採取は冠水時に 8 回、干出時に 11 回の計 19 回実施した。また、当地点で行った生物調査では表-1¹⁰⁾に示すように

アサリは不在で、底生動物はヤマトオサガニが優占していた。そこで、二潮汐間において本干潟で優占するヤマトオサガニによる底生微細藻類への影響を定量化するために、高さ 5 cm、長さ 100 cm 程度の透明プラスチック板を用いて、直径が 30 cm 程度となるように円の囲いを作り、カニなし、ありの 2 つの系を設置し、実験を行った。さらに、セジメントトラップを調査地点周辺に 4 地点を設置し、沈降・堆積物を採集した。セジメントトラップは、円筒型のセジメントトラップ(Φ=8 cm、高さ: 16 cm)を用いて、トラップ上端が地面より 20 cm の高さとなるように設置した。他には、実験開始から 1 時間毎に気温、水温、地温、水位、光子量(LI-COR 製、LI-250 Light Meter)を測定した。なお、水位は実験区を設置した干潟堆積物表層を基準面とし、海水面の高さを測定することで求めた(図-2)。

(2) 底生微細藻類試料の採取方法

底生微細藻類量(Chl a 量)に関しては、カニなし、ありの系でディスポシリンジ(Φ=15 mm、n=5)を用いて採取し、表層 5 mm の試料の Chl a を DMF を用いて抽出し、クロロフィル標準試薬を DMF100 ml に適量加え、数段階に希釈した後、分光光度計(島津製作所製、UV 160A)を用いて検量線を作成し、Chl a 量の定量を行った。採取時間は、冠水時に図-2 の満潮時の①、⑩、⑰、干出直前の②、⑪、⑱および冠水直後の⑨、⑬に、干出時には、干出直後から冠水直前まで 1 時間毎の③~⑧、⑫~⑮、

⑯とした。また、沈降・堆積物中の Chl a 量を測定するために、セジメントトラップの蓋を、図-2 の①、⑨、⑩、⑬の時間に開け、②、⑩、⑪、⑰の 1/2 潮汐毎に蓋を開け、セジメントトラップを回収し、同様の方法で分析した。また、底生微細藻類の同定に関しては属レベルまでの同定を行い^{11,12,13,14}、本研究では中心目の微細藻類を浮遊性、羽状目の微細藻類を付着性とし、“植物プランクトン”を“浮遊性の底生微細藻類”、“底生珪藻”を“付着性の底生微細藻類”と定義した。

(3) 干出。冠水中の藻類による一次生産量の測定

干出時の一次生産量を推定するため、カニの影響を排除した系での明条件および暗条件の系を設置した。暗条件は、干潟堆積物表面に光が届かないようアルミホイルで系を覆って、作成した。この 2 つの系から 1 時間毎にディスポシリンジ(Φ=15 mm、n=5)を用いて堆積物表層 5 mm を採取し、DMF を用いて抽出し、Chl a 量を測定した。また、冠水時にはアクリル製チャンバー(Φ=9 cm、高さ: 22 cm)を差し込み、明条件および暗条件の 2 つの系を設けた。暗条件は、周囲からの光を遮断するためアルミホイルで系を覆い、作成した。また、チャンバー容器内は海水で満たし、水中モーター(TAKARA 社製)を用いてゆるやかに攪拌し、DO 計(東亜 DKK 製: DO-21P)を差し込み、その経時変化から一次生産量を求めた。ここ

表-1 調査域の主要な出現底生動物¹⁰⁾

種名	個体数(ind./m ²)	湿重量(g/m ²)
ゴシギホシソメ	16	0.80
<i>Heteromastus</i> sp.	528	0.96
エトガリスゴマツホ	16	+
ケシリガイ	16	+
クルマエビ科	80	12.00
マンガローブテッポウエビ	80	2.88
ヨコヤナシヤコ	64	9.60
ムツバリアケガニ	32	1.76
ヤマトオサガニ	208	114.40
オサガニ属	64	0.32
ハゼ科	16	+

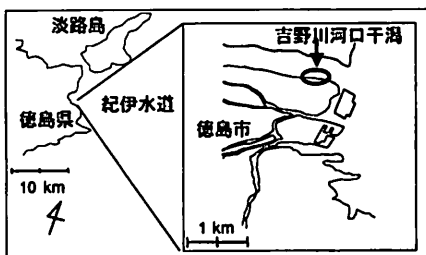


図-1 調査地域

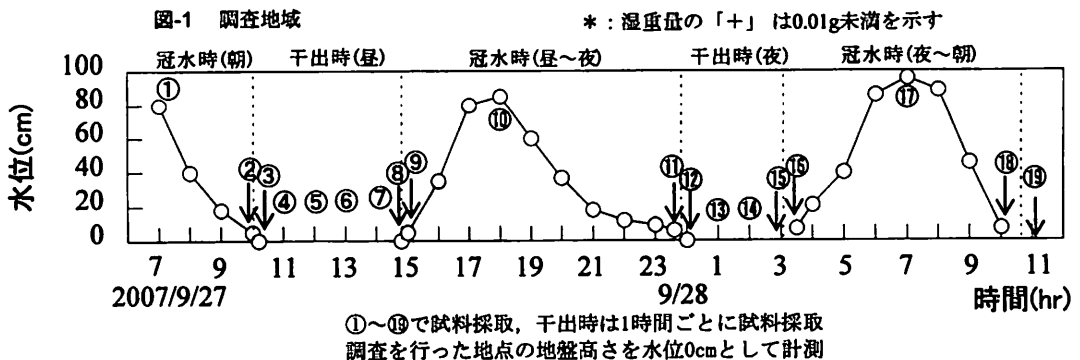


図-2 水位変化

では、沈降・堆積量において植物プランクトンと底生微細藻類を分けて定量化することは難しく、一次生産量に関しても両者を合わせた値を算出し、干潟直上水で起きている現象を捉えている。なお、本実験系では明条件では植物プランクトンと底生微細藻類による光合成量および呼吸量、暗条件では呼吸量を測定しており、明条件下における呼吸量は暗条件における呼吸量を同じと仮定して、一次生産量を算出した。

3. 調査結果

(1) 気象条件の変化

図3に実験開始から1時間毎に測定した温度および光量子の結果を示す。気温は調査期間中に $21^{\circ}\text{C}\sim 33^{\circ}\text{C}$ 、水温は調査期間を通して $22^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ の範囲で変動した。また、地温は調査期間を通して $22^{\circ}\text{C}\sim 33^{\circ}\text{C}$ で変動し、水温、地温ともに同様の値を示した。光量子は 2007 年 9 月 27 日 7 時の時点で日の出を迎えたが曇っていたために、光量子は $50\ \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ しかなかったが、13 時以降になると天候が回復し、 $2,227\ \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ と高い値となり、日没 30 分前の 18 時には、 $1\ \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ となった。水位は、干潟堆積物表層を 0 cm として実測した結果、満潮は 27 日 7 時に 80 cm、18 時に 85 cm、28 日 7 時に 96 cm となる潮汐を示した(図-2)。

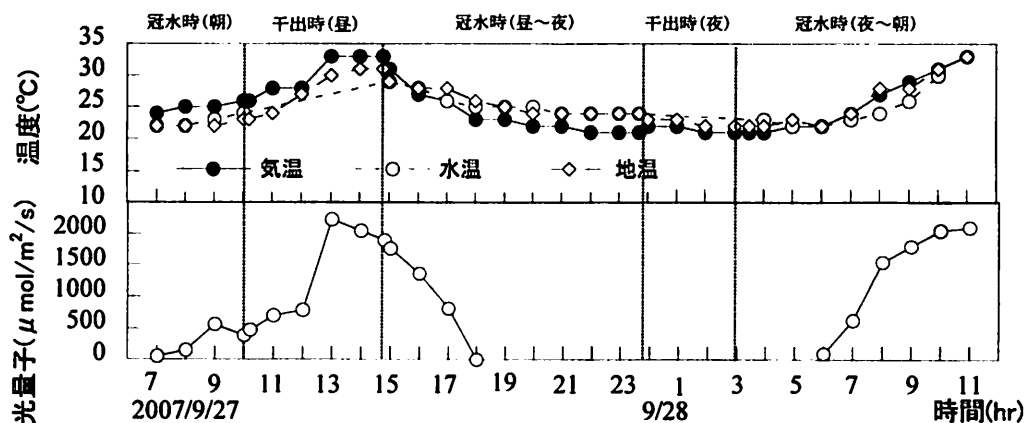


図-3 温度および光量子の変化

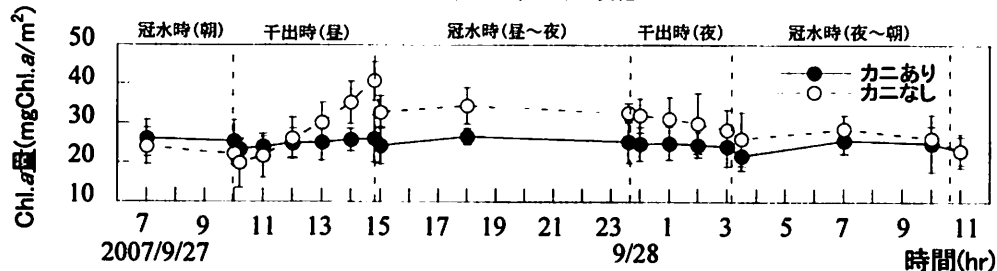


図-4 堆積物のChl. a量の変動

(2) 堆積物の底生微細藻類量

図4に堆積物の Chl. a 量の変動を示す。干出時(昼)には Chl. a 量は、カニありの系で $23.4 \pm 2.2 \sim 26.2 \pm 6.0\ \text{mgChl.a}/\text{m}^2$ と値に変化は認められなかった(ANOVA, NS)のに対し、カニなしの系では $19.9 \pm 6.2 \sim 40.9 \pm 4.9\ \text{mgChl.a}/\text{m}^2$ と有意に増加していた(ANOVA, $P < 0.01$) (図-4)。一方で夜間の干出中における Chl. a 量は両系ともに大きな変動は認められなかった(ANOVA, NS)。このことから、堆積物の干出中における Chl. a 量の変動は、ヤマトオサガニによる摂餌圧が大きく影響していると考えられた。ここでの摂餌圧とは摂餌やそれに伴う堆積物の攪拌作用を含んでいる。また、干出直後および冠水直後の Chl. a 量は、それぞれの干出・冠水直前と比較すると減少していることがわかる(図-4)。これは、堆積物に付着していた底生微細藻類が上げ潮、下げ潮時の波によって水中に巻き上げられたためである。

(3) 一次生産量の測定

干出中の一次生産量を 27 日の 10～15 時の間の明・暗条件による堆積物の Chl. a 量の変化より推定した。干出中の一次生産量は、カニの摂餌圧の影響を排除するためにカニなしの系を 2 つ設置し、明条件および暗条件の Chl. a 量の差から算出し、 $C/\text{Chl. a}$ 比¹⁹⁾を用いて換算し、求めた。なお、ここでは昼間の干出時という時間スケールでは $C/\text{Chl. a}$ 比は一定であると仮定し、表-1 に示

したように他の底生動物による摂餌圧の影響も考えられるが、本調査域ではヤマトオサガニが優占種であり、ヤマトオサガニの摂餌圧が大きな点に着目した^{10,17)}。

明条件の堆積物の Chl a 量は、 $15.9 \pm 3.7 \sim 40.5 \pm 3.5$ mgChl a /m²と直線的な増加を示した(ANOVA, $P < 0.01$)。一方で、暗条件の堆積物の Chl a 量は、明条件の Chl a 量とは逆に、 $22.7 \pm 4.1 \sim 10.6 \pm 1.8$ mgChl a /m²と減少した(ANOVA, $P < 0.01$)。この結果より、明条件時の底生微細藻類による一次生産量は 165 mgC/m²/h、暗条件時の底生微細藻類による呼吸量は 81 mgC/m²/h と推定することができた。

また、同様に冠水中の一次生産量を測定したところ、27 日の 7～9 時までの 2 時間の一次生産量は 0.22 mgC/m²/h であり、15～17 時 30 分の間の一次生産量は 47.4 mgC/m²/h であった。この生産量の違いは、水温に大きな差は認められなかったことから光量子によるものと考えられる(図-3)。

(4) 底生微細藻類の属組成

図-5 に堆積物および水中における底生微細藻類の属組成の変動を示す。堆積物中における干潮時の付着性の藻類の割合は付着性が約 70%で、浮遊性藻類の割合は約 10～20%であった。しかし、満潮時の①、⑩、⑰には浮遊性の底生微細藻類である *Cyclotella* spp.および *Thalassiosira* spp.の割合は約 40%まで増加していた。堆積物

中の底生微細藻類の属組成は、本干潟泥質域では付着性の *Nitzschia* spp., *Navicula* spp., *Amphora* spp., *Achnanthes* spp.の 4 属および浮遊性の *Cyclotella* spp., *Thalassiosira* spp.が優占していることが確認された。

また、水中の底生微細藻類の属組成は、堆積物中と同様の優占種であったが、浮遊性の底生微細藻類の割合は堆積物中のものより高い傾向にあり、特に冠水中の上中層ほど浮遊性の割合は高かった。

図-6 にセジメントトラップ中の底生微細藻類の属組成を示す。セジメントトラップの結果から、容器内の底生微細藻類の属組成は上げ潮、下げ潮ともに付着性の底生微細藻類が約 6 割を占めていた。

以上のことを考えあわせると、底生微細藻類は付着性のものが優占しており、主に干出中に増殖するが上げ潮、下げ潮時に巻き上げられ、沈降するというサイクルを繰り返し変動していることがわかる。

4. 考察

(1) 二潮汐間での移動量の推定

図-4 の“カニあり系”より、二潮汐間では底生藻類量は大きな変化を生じないことが示されたが、“カニなし系”では初期の藻類量の約 2 倍の変動を示した。干潟における底生微細藻類由来の有機炭素は、底生微細藻類自身による一次生産量、沈降・堆積量、底生動物による

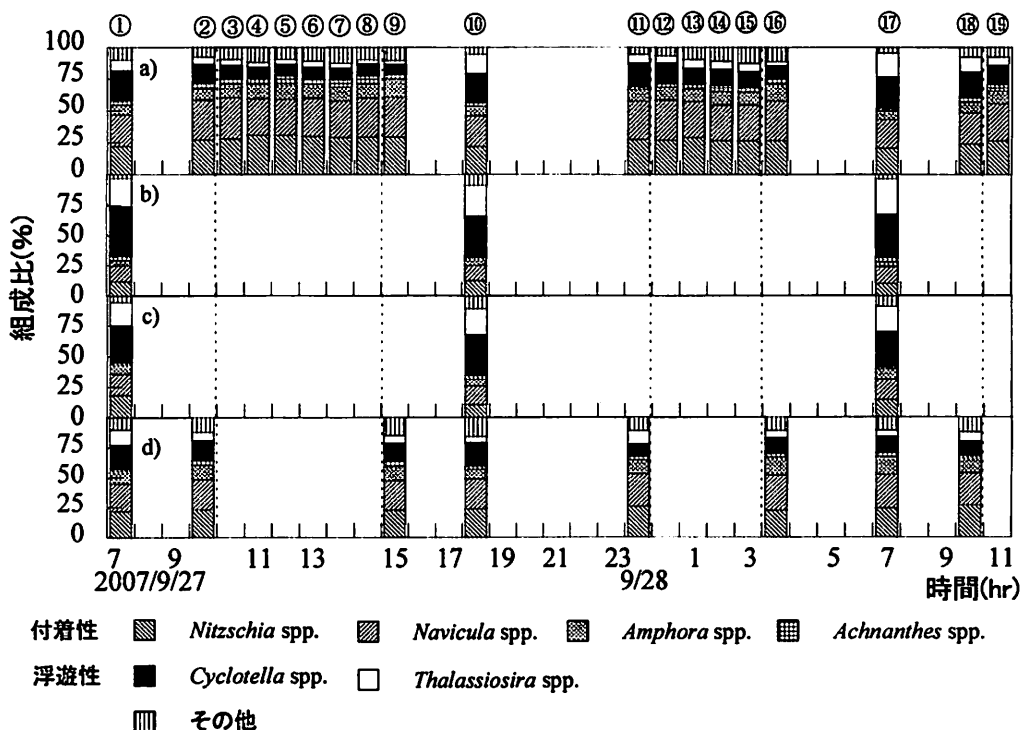


図-5 堆積物および水中における底生微細藻類の属組成の変動
a) 堆積物, b) 水中上層, c) 水中中層, d) 水中下層

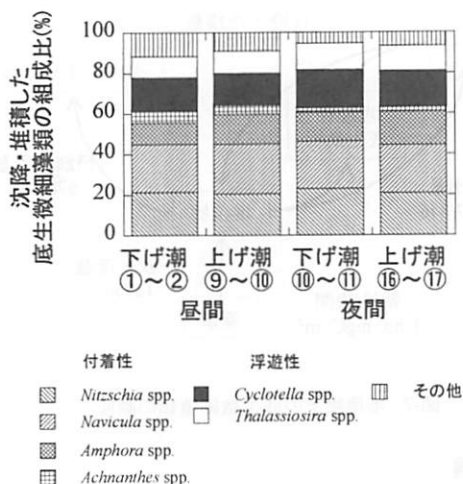


図-6 セジメントトラップ中の底生微細藻類の属組成

攪拌・摂餌量および流出量などが要因として作用していることから (1), (2) 式を用いて有機炭素の動態を表現してみた。ここで、一次生産量および沈降・堆積量は、現地で計測した値を用いた。流出量は、カニなしの系における i 番目の堆積物の Chla 量と $i-1$ 番目の堆積物の Chla 量の差を用いて (1) 式より推定し、摂餌量はカニありの系でのこれらの値と (2) 式を用い、干出時の摂餌量はカニありの系からカニなしの系の Chla 量の差より算出した。また Chla の炭素換算には $C/Chla$ 比 $=33.7^{15)}$ を用いた。

ヤマトオサガニなしの系にて

$$C_i = C_{i-1} + S_{i-1-i} + P_{i-1-i} - FL_{i-1-i} \dots (1)$$

ヤマトオサガニありの系にて

$$C_i = C_{i-1} + S_{i-1-i} + P_{i-1-i} - F_{i-1-i} - FL_{i-1-i} \dots (2)$$

C (mgC/m^2): Chla 現存量, S (mgC/m^2): 沈降・堆積量, P (mgC/m^2): 一次生産量, F (mgC/m^2): 摂餌作用量, FL (mgC/m^2): 流出量

なお、干出時の流出量と堆積量は 0、夜間の生産量は 0 とし、干出直前～干出直後、冠水直前～冠水直後といった短時間の中では生産、沈降・堆積、摂餌の影響は極小小さく、流出のみ生じていると仮定した。それらの結果から求めた二潮汐間の炭素移動量を整理した (表-2)。

表-2 からは二潮汐前後には Chla 量の値の差は $2 mgChla/m^2$ ($68 mgC/m^2$) 程度とほとんど変化はなかったが、その間には調査開始時の Chla 現存量 ($883 mgC/m^2$) の 6.5 倍にも及ぶ $5702 mgC/m^2$ の有機炭素が物理・生物的作用を受けて移動していることがわかる。

表-2 二潮汐間の炭素移動量

潮位	炭素収支 (mgC/m^2)		干潟への蓄積	
	干潟からの移動 摂餌作用量	流出量	生産量	沈降・堆積量
①～②	-42	-168	0	234
②～③	-	-77	-	-
朝昼 ③～⑧	-613	0	1233	0
⑧～⑨	-	-270	-	-
⑨～⑩	-24	-682	142	488
⑩～⑪	-19	-217	0	277
⑪～⑫	-	-23	-	-
夜間 ⑫～⑮	-99	0	0	0
⑮～⑯	-	-76	-	-
⑯～⑰	-46	-530	0	443
朝昼	-678	-1197	1375	722
夜間	-164	-846	0	721
小計	-842	-2043	1375	1443
合計(5702)	-2885			2817
収支			-68	

*: 干潟から系外への移動を-, 干潟への蓄積を+とした

(2) 底生微細藻類による一次生産量

図-4 より、堆積物の Chla 量の変動をみると、27 日の 10 時過ぎに堆積物の干出後、カニなし系とカニありの系で大きな違いが認められた。その一方でカニありの系では摂餌圧の影響を受けながらも、動的安定を保持していることが示唆された。特にカニなしの系ではカニの影響は無く、底生微細藻類が生産されていく過程が明瞭に示された。この変化量を底生微細藻類の一次生産量とすると、その値は $1,233 mgC/m^2$ であった。先行事例では一次生産量を藻類の現存量と気温、光量子から求める方法¹⁵⁾があるが、それで求めても $1,244 mgC/m^2$ とほぼ同じ値となった。この時、付着性の底生微細藻類の割合が少しずつ増加しているのに対して、浮遊性の割合は減少しており (図-5)、付着性藻類が生産していることが確認できた。他にも、冠水中にも生産していたが、一次生産量は $0 mgC/m^2$ および $142 mgC/m^2$ と二潮汐間での一次生産量の総量の 1/10 程度で、この潮汐周期と光条件では冠水中に比べて干出中の底生微細藻類の活性の方がはるかに大きかったことがわかる。

また、干出時に生産された底生微細藻類は 15 時 30 分頃に再び堆積物の冠水時に流出した。上げ潮時である⑨～⑩および⑮～⑰には冠水直後と比較すると堆積物の Chla 量は微増しており (図-4)、これは属組成をみると浮遊性の割合が増加していることから、浮遊性の藻類が沈降・堆積して堆積物の Chla 量の増加に寄与したことがわかる。一方で、上げ潮時に流出量は沈降・堆積量よりも大きかった。夜間時には二つのいずれの系でも Chla 量の変動は認められなく、干出しても光量がないために生産はなく、夜間は干潟から有機物の流出が卓越する時間帯であった (表-2)。

以上の調査結果から、夏期の晴天時の当干潟では、い

ずれの時間に堆積物を採集しても Chl a 量に大きな差異は生じないことがわかった。しかし、これは干潟上の藻類が静的な状態にあることを意味するのではなく、絶えず物理、生物的作用を藻類は受けて、動的な状態にあって、本研究ではそれらを定量的に示すことができた。

(3) ヤマトオサガニのバイオターベーションの影響

バイオターベーションとは底生動物が堆積物中を移動し、造巣などの他にも、摂餌・排出活動によって堆積物を攪拌することをいう^{10,19}。ここではヤマトオサガニの摂餌やそれに伴う堆積物の攪拌作用が藻類量に影響していると思われ、その量は 842 mgC/m^2 と推定できた(表-2)。ただし、ヤマトオサガニの摂餌と堆積物攪拌の影響を定量的に区別するためには同化率などの生態情報が不足している。このため、直接的な摂餌量と堆積物を攪拌することによる藻類増殖の抑制効果をあわせて摂餌活動に伴う作用を「摂餌作用」として扱う。なお、ヤマトオサガニは安定同位体分析の結果からも浮遊性ではなく付着性の藻類を主に摂餌していることがわかっており¹⁶、この堆積物上で生産された付着性の藻類を餌資源として利用していることは違いない。

他にも夜間や冠水中にも摂餌を行っているように推定された。これについては、別途行った干潟の水位変動をシミュレートした水槽内¹⁹での行動観察でも、昼間に比べると活発ではないが日没後や水中でも摂餌する様子が伺えたことや、夜間、干出時にも干潟堆積物上にヤマトオサガニの砂ダングが少量ではあるが認められることから、夜間や冠水中にも摂餌活動が幾分行われているようである。また、摂餌作用は藻類の一次生産量が最も高い、昼間の干出時に集中しており、二潮汐間の摂餌作用全量の7割に相当していた。

(4) 二潮汐間での堆積物上の底生微細藻類の動態

堆積物上の微細藻類の動態を表-2 から図-7 にまとめた。藻類由来の粒状有機物が干出時に生産され、それは同時にヤマトオサガニなどの生物に利用される。その余剰分は水中に流出しており、水中からの沈降・堆積量とあわせても、堆積物からは供給源となっていることがわかった。また、昼夜でそれらの作用を比較すると、物理的作用は昼夜で大きく変わらないが、生物的作用は、摂餌の作用は主に昼間に行われており、時間的な偏りが認められた。これには気象、潮汐などと密接な関係があり、表在性の植食性の底生動物が優占するため、藻類を含めた物質循環を検討する場合には、一日間での生産、摂餌活性の変化に関する知見を基本にする必要があることがわかった。

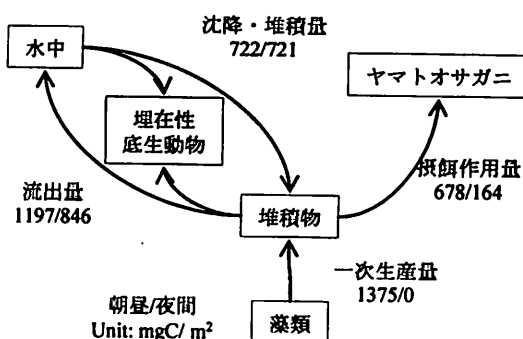


図-7 堆積物上の底生微細藻類の動態

5. 結論

本研究では河口干潟において、二潮汐間の底生微細藻類群集の変動特性を明らかにすることを目的に調査研究を行い、以下に示す結果が得られた。

- 1) 二潮汐の前後で、Chl a 量はほとんど同じ値であった。しかし、それは干潟上の藻類が静的な状態にあるのではなく、絶えず物理、生物的作用を受け、大きく変動しつつ、バランスがとれていた結果であることを定量的に示すことができた。
- 2) 付着藻類はヤマトオサガニのバイオターベーションがなければ、倍増する程に大きな変化を示し、干出直後および冠水直後の Chl a 量は、それぞれの干出・冠水直前と比較すると減少した。このような生物的作用による藻類由来の有機物の総移動量は現存量の6.5倍にもなると推定された。
- 3) 干出中には堆積物上で、*Nitzschia* spp., *Navicula* spp. など主に付着性の藻類種が増殖しており、冠水中には *Cyclotella* spp. および *Thalassira* spp. などの浮遊性の藻類種の割合が増加した。中でもヤマトオサガニは付着性の藻類を餌資源としており、摂餌作用は昼間の干出時に集中し、二潮汐間における摂餌作用の全量の7割に相当していた。

6. 参考文献

- 1) Underwood G. J. C., Kromkamp, J.: Primary production by phytoplankton and microphytobenthos in estuaries, *Advances in Ecological Research*, 29, pp.93-153, 1999.
- 2) Cahoon, L.B.: The role of benthic microalgae in neritic ecosystems, *Oceanography and Marine Biology Annual Reviews*, 37, pp.47-86, 1999.
- 3) MacIntyre, H. L., Geider, R. J., Miller, D. C.: Microphytobenthos: The Ecological Role of the "Secret Garden" of Unvegetated, Shallow-Water Marine Habitats, *Estuaries*, 19, 2, pp.186-201, 1996.
- 4) Goto, N., Kawamura, T., Miamura, O., Terai, H.: Importance of extracellular organic carbon production in the total primary production by

- tidal-flat diatoms in comparison to phytoplankton, Marine ecology Progress Series, 190, pp.289-295, 1999.
- 5) Yallop, M.L., de Winder, B., Paterson, D.M., Stal, L.J.: Comparative structure, primary production and biogenic stabilization of cohesive and non-cohesive marine sediments inhabited by microphytobenthos, Estuarine, Coastal and Shelf Science, 39, 6, pp.565-582, 1994.
 - 6) Koh, C.H., Khim, J.S., Araki, H., Yamanishi, H., Mogi, H., Koga, K.: Tidal resuspension of microphytobenthic chlorophyll a in a Nanaura mudflat, Saga, Ariake Sea, Japan: flood-ebb and spring-neap variations, Marine Ecology Progress Series, 312, pp. 85-100, 2006.
 - 7) 山西博幸, 荒木宏之, 高哲煥, 清川徹, 茂木裕介, 古賀憲一: 有明海湾奥部干潟域における懸濁物輸送と底泥付着藻類の変動特性に関する研究, 環境工学研究論文集, 第40巻, pp.587-594, 2003.
 - 8) Kanaya, G., Takagi, S., Nobata, E., Kikuchi, E.: Spatial dietary shift of macrozoobenthos in a brackish lagoon revealed by carbon and nitrogen stable isotope ratios, Marine Ecology Progress Series, 345, pp.117-127, 2007.
 - 9) Kang, C.K., Lee, Y.W., Choy, E.J., Shin, J.K., Seo, I.S., Hong, J.S.: Microphytobenthos seasonality determines growth and reproduction in intertidal bivalves, Marine Ecology Progress Series, 315, pp.113-127, 2006.
 - 10) 徳島県県土整備部東部県土整備局: 徳島東環状線東環状大橋(仮称)環境モニタリング調査平成19年度報告書.
 - 11) Kramer, K., Lange-Bertalot, H.: Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae, 1. Teil: Naviculaceae, Gustav Fisher Verlag, New York, p. 876, 1986.
 - 12) Kramer, K., Lange-Bertalot, H.: Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae, 2. Teil: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae, Gustav Fisher Verlag, New York, p. 610, 1988.
 - 13) Kramer, K., Lange-Bertalot, H.: Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae, 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae, Gustav Fisher Verlag, New York, p. 576, 1991.
 - 14) Kramer, K., Lange-Bertalot, H.: Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae, 4. Teil: Achmanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolate) und Gomphonema, Gustav Fisher Verlag, New York, p.437, 1991.
 - 15) Montani S., Magni P., Abe N.: Seasonal and interannual patterns of intertidal microphytobenthos in combination with laboratory and areal production estimates, Marine Ecology Progress Series, 249, pp.79-91, 2003.
 - 16) 大谷壮介, 上月康則, 仲井薫史, 石山哲, 村上仁士: 干潟の底生微細藻類量の季節変動に及ぼすヤマトオサガニの摂餌圧の影響に関する考察, 海岸工学論文集, 第53巻, pp.1056-1060, 2006.
 - 17) 大谷壮介, 上月康則, 酒井孟, 石山哲, 笹岡宏光, 津渕賀仁, 安葉映宏, 村上仁士: 干潟底質環境に及ぼすヤマトオサガニの生物撹拌作用に関する基礎的実験, 海岸工学論文集, 第54巻, pp.1191-1195, 2007.
 - 18) 菊池泰二: ベントスの働き-生物撹拌を中心に-, 沿岸海洋研究ノート, 18(2), pp.67-77, 1981.
 - 19) 菊池永祐, 向井宏: 生物撹拌: ベントスによる環境改変(総説), 日本ベントス学会誌, 46, pp.59-79, 1994.

(2010.5.21 受付)

The characteristic of fluctuation of microphytobenthos community during a tidal cycle of tidal flat in Yoshino river mouth

Sosuke OTANI¹, Yasunori KOZUKI², Ryoichi YAMANAKA², Tetsu ISHIYAMA³, Hajime SAKAI⁴, Hiromitsu SASAKA⁵ and Yoshihito OKITSU⁶

¹ Research Center for Environmental Quality Management, Kyoto University

² Ecosystem Design, Institute Technology and Science, The University of Tokushima.

³ Cosumo Chemical, Ltd.

⁴ Shinko Survey Corporation, Ltd.

⁵ Hitachi Plant Technologies, Ltd.

⁶ Nichia Corporation, Ltd.

It was focused on fluctuation of microphytobenthos biomass quantity and quality in short-term on muddy-tidal flat in this study. Chl. *a* in sediment increased during emersion in enclosure without crab, *Macrophthalmus japonicus*, while didn't changed with crab. On the other hand, Chl. *a* in sediment decreased when inflow and outflow of seawater into the tidal flat.

Microphytobenthos composition was attached and planktonic algae which were different in during emersion and immersion term. In emersion term, it occupied attached algae such as *Navicula* spp., *Nitzschia* spp. in sediments. It was quantified that volume of outflow, bioturbation and ingestion of macrobenthos, primary production, sedimentation in organic carbon from microphytobenthos.

It was estimated that the amount of movement in organic carbon from microphytobenthos by physical and biological effects was 6.5 times higher than biomass. The amount of movement in organic carbon fluctuated and was different between day and night. Thus, it was showed that characteristic of fluctuation of microphytobenthos community in short-term on material cycle.