

VII-39

干潟土壤における酸素消費に及ぼす光合成の影響

東北大学工学部 学生会員 ○名尾孝樹

東北大学大学院工学研究科 正会員 野村宗弘 中野和典 西村 修

1. はじめに

干潟は、河川や海から流入した有機物をマクロベントスの取り込みやバクテリアの分解により減少させる場として、その機能が注目されている。また、干潟では、有機物は生物の餌となる反面、過剰に流入すると、干潟底質が嫌気化することから、生物の生息が困難になる可能性がある。このように干潟土壤中の有機物量は、干潟の機能や生態系を決定する重要な因子である。さらに、干潟には多種多様な生物が生息し、それぞれの生物間の相互作用が干潟の有機物動態に影響を与えている。中でも、生産者である干潟土壤表層の底生微細藻類は、光合成による酸素や細胞外有機物の生産を行うことから、分解者であるバクテリアの呼吸活性に対して好影響を及ぼすと考えられる。

そこで本研究では、底生微細藻類－バクテリア間の相互作用に着目し、底質の有機物量および藻類量の異なる土壤を採取し、室内系で連続培養を行うことで、藻類による有機物生産とバクテリアによる有機物消費の関係を DO 変化から比較検討した。また、Chl. *a* 量、ATP 活性を測定し、各底質における藻類－バクテリア間の相互作用に関して考察を行った。

2. 実験方法及び条件

実験室内に干潟土壤培養装置（図1）を作成し、12時間周期の明暗条件を設定して実験を行った。培養装置の運転は、ポンプを用いて貯水槽中の海水（DO飽和水）を常時コアサンプラー内に流入させ、流出海水の DO 濃度について DO 計（WQC-24; TGA-DKK）を用いて連続的に測定した。光源は屋外の自然光に近い波長を有する TRUE-LITE を採用した。また、水温変化にともなう DO 変動を無くするため、実験装置は恒温室、恒温槽に設置した。

培養に用いた土壤は、七北田川河口干潟より 2004 年 11～12 月に採取した。サンプル採取には、φ 10cm、高さ 15cm のアクリル製（非遮光系）と塩化ビニル製（遮光系）のコアサンプラーを用いた。供試海水は

仙台港で採取し、植物プランクトンや懸濁態物質の流入を防ぐため、ろ紙（ADVANTEC Type2）によりろ過したものを培養実験に用いた。

実験時の環境条件は、気温・水温：15℃、光量子量（土壤表面）：120 μmol/m²/s、塩分：33PSU である。コア直上水の容積は約 200ml、滞留時間は約 30 分に設定した。また、流出海水を 12 時間毎に採水し、TRAACS-800（Bran+Luebbe）を用いて定法に従い、NO₂-N、NO₂₊₃-N、NH₄-N、PO₄-P 濃度を測定した。さらに、培養前および培養終了直後において、採取した土壤サンプルの強熱減量、Chl. *a*、ATP の分析を行った。なお、培養後の両土壤の底質サンプルにマクロベントスの存在は確認されなかった。

DO フラックスの測定は、①砂質－明暗、②砂質－暗、③泥質－明暗、④泥質－暗の 4 つの実験系について行い、底生微細藻類の光合成が土壤の酸素消費に与える影響を評価した。

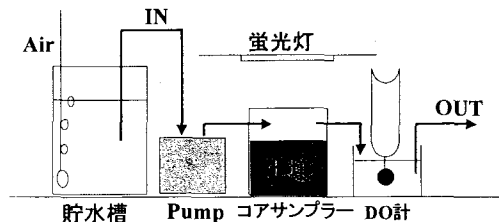


図1 干潟土壤培養装置

3. 結果及び考察

3.1 砂質土壤の培養実験

砂質土壤を用いた①、②における DO 生産・消費速度および DO フラックスの時系列変化を図 2 に示す。ここで、DO フラックスは DO 濃度変化の値を用いて以下の式から算出し、各明暗期間内における平均値として示した。

$$\text{DOフラックス}(\text{mg}/\text{m}^2/\text{hr}) = (\text{流出DO濃度} - \text{流入DO濃度})(\text{mg}/\text{l}) \times \text{流量}(\text{l}/\text{hr}) / \text{底質表層面積}(\text{m}^2)$$

また、①の明および暗条件下の DO フラックスの差から DO 生産・消費速度を求めた。

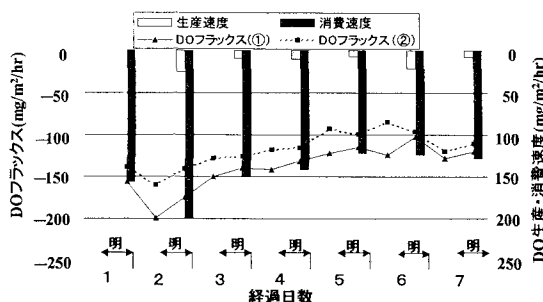


図2 砂質土壌実験におけるDOフラックス

①, ②において DO 消費が生産を上回ったことや DO 消費速度は時間経過とともに減少することがわかった。また、明条件のある①の DO 生産速度は最大で $25\text{mg/m}^2/\text{hr}$ と消費速度と比較してかなり小さかった。さらに、①で生産があるにもかかわらず②より常に DO フラックスがマイナスに大きい結果となった。

培養前後における干潟土壌の強熱減量、Chl. *a* 量ならびに ATP 量を表 1 に示す。Chl. *a* 量は培養前後ともに極端に少なかった（同地点の 2004 年夏の Chl. *a* 量は約 100mg/m^2 ）。また、ATP 量は培養後に①で大きく増加した。流入海水と流出海水中の DIN ($\text{NO}_{2+3}\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N}$), $\text{PO}_4\text{-P}$ の平均濃度を表 2 に示す。両栄養塩は、①, ②ともに減少するが、DIN 濃度の減少は②で大きかった。

このことより砂質土壌では、底生藻類の光合成による DO 生産が微小ではあったものの、土壌中のバクテリアを活性化させ、干潟土壌の有機物分解に寄与していたと考えられる。さらに、①で硝化・脱窒等バクテリアによる作用が促進され、底泥から直上水中へ栄養塩が溶出したため、①で DIN の減少量が小さかったとも推測できる。また、元来、土壌に堆積していた易分解性有機物は、①, ②で培養開始しておよそ 2 日後には分解されたため、その後のバクテリア活性を低下させ、DO 消費速度の減少に影響した可能性が示唆される。

3.2 泥質土壌の培養実験

泥質土壌を用いた③, ④における DO フラックスおよび DO 生産・消費速度の時系列変化を図 3 に示す。砂質の実験と同様に、③, ④ともに DO 消費が生産を上回る結果を示した。③においては、①を上回る約 $30\sim 40\text{mg/m}^2/\text{hr}$ 程度の DO 生産が確認できた。また、

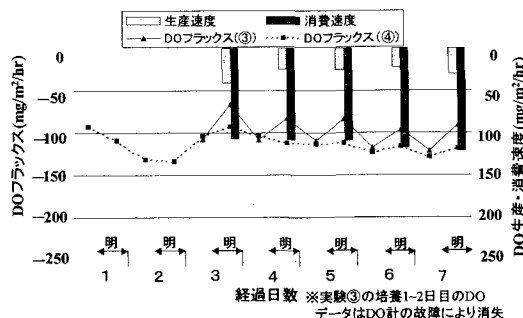


図3 泥質土壌実験におけるDOフラックス

③, ④の暗条件における DO フラックスは両者でほぼ等しかった。

表 1 から培養前と比較して培養後の両条件において Chl. *a* 量、ATP 量は減少していたことがわかる。また、砂質土壌と比較すると泥質土壌中の Chl. *a* 量は多く存在していることがわかる。

底生藻類の光合成による DO 生産速度は砂質土壌と比較して大きかったが、バクテリアの呼吸による酸素消費には両者に差がみられなかった。また、日数が経過しても DO 消費速度が③, ④で低下しなかったのは、強熱減量の結果より砂質土壌と比較して土壌中の有機物量が多く、バクテリアの呼吸活性を低下させなかったためと予想できる。さらに、砂質土壌では藻類の光合成による細胞外有機物生産が即時にバクテリアを活性化させたことで①で②より DO 消費が大きいが、泥質土壌では有機物蓄積が多量にあることがバクテリア活性を変化させず、③と④の間で差が見られなかったと考えられる。

4. まとめ

本実験では、泥質土壌と比較して砂質土壌において、藻類の光合成がバクテリアの活性化により大きな役割を果たしている可能性が示唆された。

表1 干潟土壌の空間的分布

	砂質(シルト粘土含有率0%)			泥質(シルト粘土含有率20%)		
	培養前	培養後		培養前	培養後	
		明暗条件	暗条件		明暗条件	暗条件
強熱減量(%)	1.18	1.19	1.23	5.01	5.67	5.04
Chl.a(mg/m²)	19.2	12.5	14.4	102	78.0	69.9
ATP(ng/g-wet.sed)	588	1376	726	915	678	642

表2 平均栄養塩濃度

	流入	砂質		泥質	
		明暗条件	暗条件	明暗条件	暗条件
DIN濃度(mg/l)	0.60	0.40	0.24	0.16	0.18
$\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度(mg/l)	0.019	0.004	0.008	0.005	0.005