

底泥層内における生分解性有機物の代謝とそのモデル化

九州大学工学部 学生員○永友 功一 学生員 福田 哲也
正 員 大石 京子 正 員 楠田 哲也

1. 研究の目的

水域の底泥には、懸濁態の有機物が堆積により供給される。それらが種々の微生物によって分解、無機化され自然界中へ回帰していく物質変換過程を定量的に評価するためには、生分解性有機物の供給量を包括的に把握する必要がある。そこで本研究では、まず河川底泥を試料とし培養実験を行い、生成する二酸化炭素量を測定することにより生分解性炭素量を推定した。次に、鉛直1次元層状モデルを用いて底泥表層部における物質変換反応のシミュレーションを行い、生分解性炭素の収支を計算した。

2. 試料の採取および実験方法

1993年9月、佐賀県六角川の河口から約4Km上流の地点において底泥をコア状に70cmの深さまで採取した。これを鉛直方向に層状分割した後、40℃で炉乾燥し試料とした。実験装置の概略を図-1に示す。バイアル瓶にはヘッドスペースの圧力を確認するためにマノメータを接続した。各層の試料を表-1に示す条件で各々温度30℃で培養した。培養期間中、生成する二酸化炭素量を測定するためにヘッドスペースからガスサンプルを経時的に採取した。またガス採取はヘッドスペースの圧力を初期状態に戻した後行った。

3. 実験結果及び考察

図-2に0-1、20-30、60-70cm層の試料による二酸化炭素の生成量の経時変化を示す。生成量は約100時間まで直線的に増加しているが、その後は増加が緩やかになっている。底泥表層部に供給される生分解性有機物は、本実験条件のもとでは数日間程度で分解を受ける比較的易分解性の成分がほとんどであると考えられる。

数十時間までの生成量は嫌気条件より好気条件の方が若干多かったが、263時間後の生成量には両条件の違いによる生成量の差は見られなかった。また0-1cm層と60-70cm層の生成量に差が見られることより、表層部において多くの生分解性有機物が存在することが分かる。生成がほぼ止った263時間後の二酸化炭素量を、単位質量試料当りの生分解性有機炭素質量 (mgC/g.dry-mud) に換算した結果を図-3に示す。この結果はクロロメトリー法BOD測定の結果による値 (0.04~0.122mgC/g.dry-mud:1990日野ら) と同じオーダーであった。図-3より、その分布は鉛直深さ方向に徐々に減少する傾向を示した。これより、有機物は底泥の堆積によって鉛直深さ方向に供給されていく

間に、微生物により変換または分解されるために徐々にその量が減少していくことが分かる。また表層部4cm以浅ではその量が極端に減少している。これは、底泥の巻き上げ等によって酸素が供給されるこの部位において活発に有機物の分解が行われていることを示唆している。最表層の試料が含有する全炭素量は元素分析の結果から質量比で3.43%であった。実験値 (0.080mgC/g.dry-mud) から換算すると試料中の全炭素の内0.23%が生分解性であることになる。

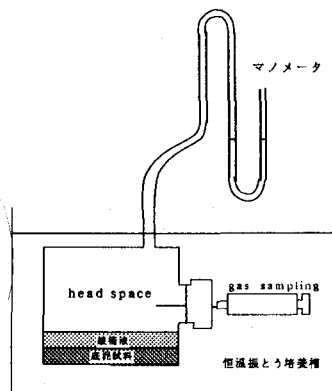


図-1 実験装置の概略

表-1 培養条件

条件	試料	緩衝液	ヘッドスペース
好気	5g	りん酸緩衝液 (pH=7.6)	純酸素ガスで置換
嫌気	5g	りん酸緩衝液 (pH=7.6、Na ₂ S濃度=1mM)	純アルゴンガスで置換

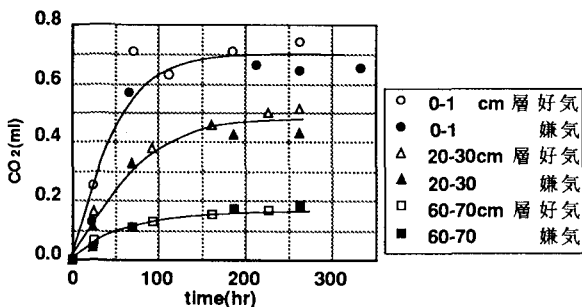


図-2 二酸化炭素の生成量の経時変化

4. 生分解性炭素の収支計算

計算に用いたモデルは鉛直1次元層状モデル（永友ら：平成3年度土木学会西部支部講演集参照）である。底泥表層部（深さ0～6cm）において考慮した炭素収支に関わる反応を表-2に示す。また図-4に底泥表層部における生分解性有機炭素の収支概念図を示す。ここでは生分解性有機炭素を粒子態と溶存態に分けて考え、粒子態有機炭素（POC）は従属栄養細菌により加水分解を受け、溶存態有機炭素（DOC）に変換された後、利用されるものとした。また、細菌は死滅後POCとして基質化するものとした。底泥表層に供給される懸濁物質のPOC含有量を実験結果に基づいて定め、底泥の堆積速度を1mm/dayとしてシミュレーションを行った。

その結果、底泥表層部における生分解性炭素の収支は図-5に示す通りである。底泥の堆積作用、溶存態物質の拡散による供給が60mgC/m²/dayである。底泥表層から供給される生分解性有機炭素の内、約48%が表層部で分解無機化されていくのに対し、残りの52%は6cm以上の層に沈積していくことが分かる。

5. まとめおよび今後の検討課題

本実験では底泥層に存在する生分解性炭素の量を、比較的容易な方法で包括的に把握することを試みた。その量は表層において最も多く0.080mgC/g.dry-mudであり、鉛直深さ方向に徐々に減少し深さ70cmの深層では0.019mgC/g.dry-mudであった。また、酸素が供給される、ごく表層付近では特にその代謝が活発であることが分かった。

モデルを用いてシミュレーションを行い、底泥表層付近での炭素の収支計算を試みた。その結果、底泥表面から供給された生分解性炭素の内、約48%が深さ0-6cm（堆積時間60日間）の表層において分解、無機化されていることが分かった。

ただし今回のシミュレーションでは実測によるDOC濃度（島津TOC500による）を参考にした。また、このDOCは易分解性炭素として100%微生物に利用されるものと考えてきた。今後さらに溶存態の生分解性炭素量を把握する必要がある。

参考文献

Vanderborgh et al. 1977. Kinetic models of diagenesis in disturbed sediments. Part 2. Nitrogen diagenesis. Limnol. Oceanogr. 22: 794-803
日野ら. 1990. 底泥表層部における脱窒とマイクロサイトの形成に関する研究. 平成3年度九州大学卒業研究

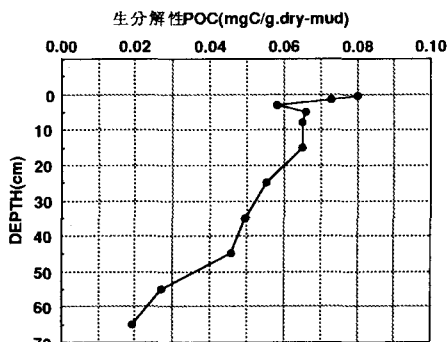


図-3 粒子態生分解性炭素の鉛直分布

表-2 モデル中で炭素収支に関わる反応

反応名	炭素収支
酸素呼吸	DOC消費、CO ₂ 生成
アンモニア酸化	CO ₂ 消費
亜硝酸酸化	CO ₂ 消費
硝酸還元	DOC消費、CO ₂ 生成
亜硝酸還元	DOC消費、CO ₂ 生成
一酸化二窒素還元	DOC消費、CO ₂ 生成
硫酸還元	DOC消費、CO ₂ 生成

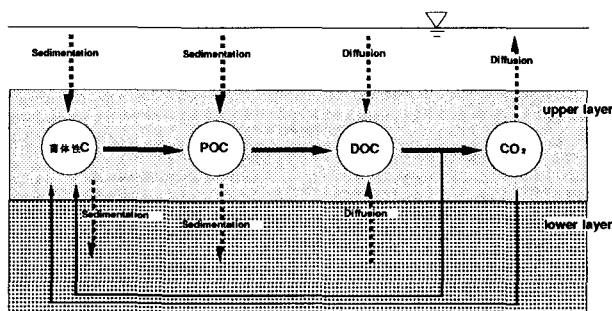


図-4 底泥表層部における生分解性炭素の収支概念図

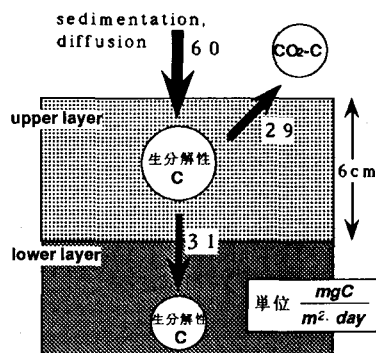


図-5 底泥表層部における生分解性炭素の収支