

助成年度：平成6年度

[所属] 東京大学 海洋研究所

[役職] 教授

[氏名] 代表者 小池 勲夫 (他計4名)

[課題]

海洋微生物群集による温室効果気体の発生と除去

[内容]

本研究は、地球温暖化の主要因である大気中の二酸化炭素の動態と密接な関係にある海洋表層の炭素循環の中で、現在でも巨大なブラックボックスである溶存有機物から無機炭酸への変換機構を、これを触媒する微生物群集を中心に解析することを目的とした。特に、自然微生物群集が、海水中に多量に存在する複雑な高分子溶存有機化合物プールを、分解・無機化（すなわち二酸化炭素を生成）するメカニズムとその変動要因を、モデル有機物を用いた実験系を用いて解析することを中心的な課題として研究を進めた。

まず、生物活性の低い自然海水中での有機物分解を高感度に検出するための実験系の開発と検討を行った。その結果、放射性同位元素で標識した海洋生物起源の有機物を用いて、高分子溶存有機物の分解過程（ ^{14}C 標識有機物からの $^{14}\text{CO}_2$ の放出）を現場に近い条件下で測定することに成功した。さらに、ここで開発された手法を用いて、有機物分解過程の解析を行ったところ、次のような重要な知見を新たに得ることができた。

(1) 海洋生物起源の高分子溶存有機物のうち、膜と結合して複合体を形成した成分は、海水中に溶存化した有機物成分と比較して、その分解速度が有意に低い。

(2) 可溶性有機物（タンパク質をモデルとする）を微小粒子（ラテックスビーズ）に吸着させると、その分解速度は、遊離状態の時に比べて著しく低下する。

以上の結果は、高分子溶存有機物が複合体を形成することにより、その分解速度が著しく低下する、すなわち難分解化する、ことを示している。さらに、実験結果を、物理モデルなどを用いて詳細に解析した結果、分解速度の支配要因としては、微小有機物粒子と微生物の衝突頻度、および、微生物の細胞外加水分解酵素と基質となる有機物の相互作用のふたつが重要であることが明らかになった。

また、これらのモデル実験の成果をふまえ、現場環境における高分子溶存有機物の分解活性の変動とその支配因子を調べるためのトランセクト観測を展開した。大西洋沿岸域において、Phosphatase、Aminopeptidase、Beta-glucosidase、およびN-acetyl-glucosaminase活性（ V_{max} ）の水平分布を調査した結果、すべての酵素について、塩分勾配と活性の関係は著しく非線形であった。また、細胞外加水分解酵素の存在状態や水平分布のパターンが酵素の種類により大きく異なることから、酵素の起源がきわめて多様であることも示唆された。

近年、海水が1mlあたりに 10^6 - 10^7 粒子にも及ぶ多量のサブミクロン粒子が存在することが発見され注目されているが、本研究の結果は、これら微粒子と溶存有機物の吸・脱着反応や複合体形成が、海洋における有機物の難分解化に大きな影響をおよぼしうることを示している。つまり、大気中二酸化炭素量に匹敵するほどの巨大な炭素プールである海洋溶存有機物の、海洋表層における分解速度（二酸化炭素生成速度）をより厳密にパラメータ化する為には、サブミクロン粒子などのコロイド粒子を反応場とした微生物-有機物相互作用系をモデルに組み込むことが極めて重要であることが本研究の結果から明らかにされた。