

研究課題名 海洋炭素固定技術に伴う温暖化物質動態解明
所属研究機関名 独立行政法人 産業技術総合研究所
研究者氏名 鶴島 修夫

・研究計画の概要

研究の趣旨・目的

大気中の二酸化炭素濃度は産業革命以降急激に増加しており、地球温暖化の要因になると考えられている。温暖化対策として、人為的に二酸化炭素を隔離する技術開発が進められている。その様々な試みの内の一つに海洋を利用した炭素固定技術開発がある。直接的な方策として、化石燃料の使用時に発生した二酸化炭素を海洋中・深層に送り込むものが有望視されている。これに対し、海洋生物の光合成を利用した間接的な方法も一つの方策として検討されている。これは表層の植物プランクトンの生産を人為的に活発化させて、光合成により多くの二酸化炭素を固定させるというものである。生物の活性化には微量栄養素である鉄を散布したり、深層の栄養塩豊富な海水を汲み上げることが実際に試みられている。このような実験は1990年代後半に始まったばかりであり、現段階ではいくつかの実験例から実際に植物プランクトンが増えるかどうか、増えたとしたらどれだけ増えるのかといった事ついてある程度の知見が得られたというところである。炭素輸送効率についても未だ十分な結果が揃っていないが、このように人為的に生物活動を活発にしたときの環境影響評価についてはさらに知見が不足していると言えるだろう。その影響は生態系の変化など生物学的側面がまず挙げられるが、ここでは生物起源の温室効果気体に着目した。二酸化炭素に次ぐ温暖化促進物質と考えられているメタン、亜酸化窒素は海水中で生成が起きているが、その生成量は生物活動に大きく影響されると考えられる。本研究では、生物活動が大きく変化した時の炭素固定効率を評価すると同時に、これら温室効果気体の生成変動量を明らかにし、正味の温室効果気体の増減を見積もることを目的とする。

研究計画の概要

本研究では二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素に主に注目することとし、海水中のこれらの気体成分の測定法を確立する。人為的な影響のない天然の海洋環境における各種温室効果気体の季節変動とその要因がまだ完全には明らかになっていない。そこで、まず比較的人為的な影響の少ない外洋域の定点において通年観測を行い、生物活動の季節変動とともに、海洋表層における二酸化炭素、メタンおよび亜酸化窒素がどのように変動するのか明らかにする。これにより自然変動分を把握し、人為的な影響を考える上での基礎的な知見とする。人為的な生物活動の活発化については鉄散布と深層水汲み上げの影響を調査する。北太平洋において鉄散布実験が行われており、これに参加、二酸化炭素の変動測定を担当し、植物プランクトンが急激に増殖したときの二酸化炭素取り込み速度と輸送効率について考察する。また、相模湾において深層水汲み上げ実験が予定されており、各種温暖化物質を測定し、生物活動の変化による生成量の変化を明らかにする。

研究計画の詳細報告

(単位:百万円)

研究項目	所要経費					合計
	13年度	14年度	15年度	16年度		
1. 海水中メタン・亜酸化窒素測定システムの作成	← 12	4	→ 4			20
2. 通常状態の海洋におけるメタン・亜酸化窒素の季節変動・生成過程解明	← 5	4	2	→		11
3. 海洋炭素固定技術に伴うメタン・亜酸化窒素動態解明	2	← 4	9	→		15
所要経費(合計) (間接経費を含む)	19	12	15			46

・研究成果の概要

研究成果の概要

前期2年間(平成13~14年度)では、海水中のメタン・亜酸化窒素の測定法を確立し、天然状態の海洋における各種温室効果気体の動態調査を中心に行った。加えて、鉄散布実験における二酸化炭素の動態調査、相模湾における深層水汲み上げの事前調査も行った。天然状態の外洋調査は北海道の東に位置する定点 KNOT(155E, 44N)で行った。定点観測は1998年以降行われており、得られたサンプルの分析とデータ解析を行った。表層二酸化炭素濃度変動は100 $\mu\text{mol/kg}$ 以上で、太平洋亜熱帯や大西洋亜熱帯、東部北太平洋などの他海域の観測地点と比べて大きいものであった。二酸化炭素濃度の季節変動は、植物プランクトンによる一次生産量の変動と良い相関があり、一次生産量の大きい5月から6月にかけて大きく濃度が減少し、その後も10月まで濃度減少が見られる。秋季から冬季は鉛直混合が活発になり濃度は上昇した。これに対応する形で、メタン濃度は春季から秋季にかけて亜表層で濃度の増大が見られ、主に生物生産の活発な時期に生成が起きていることがわかった。亜酸化窒素については表層での明瞭な季節変動は見られなかったが、中深層の濃度分布より硝化に伴い生成があることが推察された。上記の結果は、中長期的なタイムスケールで見れば、生物生産の活発化により二酸化炭素の取り込みと同時にメタン、亜酸化窒素の生成が起こる事を示唆している。また、西部北太平洋において鉄散布実験が行われ、鉄散布後植物プランクトンが大増殖した。このとき二酸化炭素濃度は急激に減少し、大気からの二酸化炭素吸収速度が大きく増大した。しかしながら、固定された炭素は表層にとどまっており、短期的な輸送効率はずしも高くないことが示唆された。相模湾の事前調査では、深層水汲み上げ予定点の温室効果気体の分布を観測した。二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素ともに亜表層・中層で濃度が高いことから、深層水を汲み上げる物理的な効果だけで表層の温室効果気体濃度が増大することが推察された。平成15年度夏より深層水汲み上げ実験が開始され、生物活動の変動と共にこれらの温室効果気体がどのように変動するか調査する予定である。

波及効果、発展方向、改善点等

2003年6月に炭素隔離技術を共同で研究開発するため、米国を中心に日本、中国、ロシアや欧州の一部など14カ国が国際憲章の策定を行った。海洋生物を利用した炭素固定技術は、温暖化対策の一つの可能性であり、二酸化炭素だけでなく他の温室効果気体の動態も含めた総合的な環境影響評価が急務である。本研究を進展させることにより、他の対策技術(海洋中層隔離、地中隔離など)と比較するための基礎的な知見を提出することが出来るであろう。また海洋炭素固定技術による一次生産の増加は水産資源の増加につながることも予想され、実際にその目的で深層水利用などが試みられつつある。今後の海洋利用を進展させていく上で、本研究のような影響評価を行ってリスクの大きさを把握することが必要であろう。また本課題のような研究は、上記のような対策技術に伴う影響評価だけでなく、気候変動に伴う大気成分の変動予測にもつながる。例えば、温暖化などの気候変動に伴い海洋表層に優先する植物プランクトン種が変化したときに、各種温暖化物質の大気・海洋間の交換がどれだけ変化するか、といったことである。そのためには、現場海洋における観測だけでなく、特定の種を増殖させる培養実験などを行う必要がある。これについては現在検討中である。

. 研究成果発表等の状況

(1) 研究発表件数

	原著論文による発表	左記以外の誌上発表	口頭発表	合 計
国 内	0 件	0 件	5 件	5 件
国 際	3 件	1 件	2 件	6 件
合 計	3 件	1 件	7 件	11 件

(2) 特許等出願件数

なし

(3) 受賞等

なし

(4) 主な原著論文による発表の内訳

国内誌 (国内英文誌を含む)

なし

国外誌

1. N. Tsurushima, Y. Nojiri, K. Imai and S. Watanabe: 「Seasonal variations of carbon dioxide system and nutrients in the surface mixed layer at station KNOT (44 ° N, 155 ° E) in subarctic western North Pacific」, Deep-Sea Research , 49(24-25) , 5377-5394,(2002)
2. S. Toyoda, N. Yoshida, T. Miwa, Y. Matsui, H. Yamagishi, Y. Nojiri, N. Tsurushima: 「Production mechanism and global budget of N₂O inferred from its isotopomers in the western North Pacific」, Geophysical Research Letters , 29(3) , 7-1-7-4,(2002)
3. A. Tsuda 他 25 名(含 N. Tsurushima): 「A Mesoscale Iron Enrichment in the Western Subarctic Pacific Induces a Large Centric Diatom Bloom」, Science , 300(5621) , 958-961,(2003)

(5) 主要雑誌への研究成果発表

Journal	Impact Factor
Deep-Sea Res.	1.162
Geophysical Res. Letters.	2.719

