

氏名	岩 田 徹		
授与した学位	博 士		
専攻分野の名称	工 学		
学位授与番号	博乙第3931号		
学位授与の日付	平成16年 3月25日		
学位授与の要件	博士の学位論文提出者 (学位規則第4条第2項該当)		
学位論文の題目	大気・海洋間の二酸化炭素交換に関する研究		
論文審査委員	教授 大滝 英治	教授 河原 長美	教授 塚本 修

学位論文内容の要旨

本研究は、①微気象学的手法の大気・海洋 CO₂フラックス測定への適用、②フラックス測定を用いた CO₂交換過程の理解、を目的として沿岸海洋の栈橋を用いた野外実験を行ない、データの解析および結果の議論を行なった。

水稻耕作地における実験では CO₂に関する無次元勾配が不安定条件時に、 $\phi_c = (1-8\zeta)^{-1/2}$ で与えられることを確認した。実験栈橋を利用した実験では、微小変動のランプ構造、慣性小領域の存在、フラックスに寄与する渦のスケールなどは過去に陸上平地での観測結果とほぼ相似であることが確認された。フラックスに寄与する周波数の最大値は、陸上での理論よりも高周波側へずれる結果となった。また、空気力学的傾度法とスペクトル密度法が渦相関法と同様に海洋上 CO₂フラックスを十分に測定可能であることを示した。

従来大気・海洋間のフラックスを評価するのに用いられてきたバルクモデルが1週間程度より短い時間スケールの現象の理解や交換量の評価には適さないことを指摘した。これらのスケールの CO₂交換過程の解明のためには、微気象学的手法で測定した CO₂フラックス変動と海水の変数変動の関連について理解することが重要であるとの認識のもと渦相関フラックスおよび海水諸量の連続測定を行なった。観測期間中に CO₂の大きい放出と吸収が数日程度スケールの変動として確認され、CO₂フラックスが風速に依存する傾向および放出と吸収では交換過程に異なる要因が存在する可能性が示された。渦相関 CO₂フラックスが示す大きい変動は主に現場周辺の海水の pH、DIC(溶存全炭酸量)、塩分の変化と密接に関連づけられた。表面水中の DIC の変動は外洋の海水に較べて格段に大きく、渦相関 CO₂フラックスの値を支持している。短い時間スケールの大気・海洋間の CO₂交換を駆動する強制力はバルクモデルで表現されるような界面間の CO₂平衡分圧差とはなっておらず、むしろ海水の pH が大きな支配要因となっていた。

本研究の結果により、渦相関法をはじめとした微気象学的手法による CO₂フラックス測定が、今後、大気・海洋間の CO₂交換過程に対する理解の進展へ向けて非常に有用な方法であることが強く確信された。

論文審査結果の要旨

地球を温暖化に導く恐れのある CO₂ 濃度が大気中で着実に増加している。大気中に放出される CO₂ の約 6 割が大気中に蓄積され、残りの約 4 割が海洋と植物に吸収されていることになっているが、CO₂ の吸収に果たす海洋と植物の役割は確定していない。現在、陸域部と海域部において精力的な研究が展開されているが、得られた結果の多様性、その変動の大きさを考えると、現時点のデータは、質、量共に不十分である。特に、海域部における質の良いデータが不足している。海洋上での CO₂ 交換量の測定は、船舶を利用してバルク法で推定する場合が多い。しかし、バルク法に含まれているガス交換係数は、不確定な仮定に基づいたものであり、使用する式によって値が異なっている。測定原理が明確な方法で海洋上での CO₂ 交換量を確定することが要請されている。

申請者の最終的な目的は、気象学に基づいた、海域部での CO₂ 交換量の測定方法を確立することである。そのため、2000年の夏季から定期的に、水平方向の一様性が保証されている京都大学防災研究所・大瀧観測所の固定栈橋を利用して、バルク法と気象学的測定法（渦相関法、傾度法、スペクトル密度法）を使って CO₂ 交換量の比較観測を実施している。バルク法以外の 3 種類の測定方法の結果はよい一致を示し、気象学的測定法が海上での CO₂ 交換量の測定に有効に機能することが示された。特に、申請者は、船舶観測に主流となる海域部での CO₂ 交換量の測定には、船舶振動の影響を受けない傾度法とスペクトル密度法がバルク法に取って替わられるべきであること、また、バルク法は、CO₂ 交換量の短い周期の変化ではなく、長い期間（1ヶ月程度）の平均値的な変化を示している可能性があることを示した。

このような申請者の研究成果は、地球温暖化問題を背景として、CO₂ 吸収に果たす海洋の役割解明が要請されている現在、極めて時宜を得たものであり、学位審査会は、本論文が博士の学位論文に値するものと認定する。