

氏名	岸 田 巧
授与した学位	博 士
専攻分野の名称	工 学
学位授与番号	博甲第2676号
学位授与の日付	平成16年 3月25日
学位授与の要件	自然科学研究科システム科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)
学位論文の題目	水中 CO ₂ 濃度測定器の開発と大気-水圏間の CO ₂ 交換量測定への応用
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

バブリングタイプの水中 CO₂ 濃度測定器を開発した。本論文では、まず、測定器の測定原理、構成、動作特性を述べ、次に、水田灌漑水と河川水中の CO₂ 濃度測定へ応用して得た成果を述べている。CO₂ 濃度測定器の特徴は次の点に要約することができる。1) 気-液平衡の成立が明確、2) 少量の海水試料で測定可能、3) NDIR の圧力誤差と水蒸気量の干渉が無い、4) 繰り返し測定の変動係数が 0.6%。

CO₂ 濃度測定器を水田灌漑水と河川水中の CO₂ 濃度測定に応用して得た知見は下の通り。

水田灌漑水中の CO₂ 濃度に関する知見

- 1) CO₂ 濃度の日変化は、昼間の数 μ atm から早朝の 2500 μ atm を超える範囲で大きく変化する明瞭な日変化を示した。CO₂ 濃度の大きな日変化をもたらす主な要因は、ア) 水温の変化、イ) 大気-灌漑水中の CO₂ 交換、ウ) 水中植物の光合成活動である。これら 3 つの要因が CO₂ 濃度の変化に与える影響を評価した。影響の大きさは、水温の変化によって約 60 μ atm (日変化の約 2.4%)、大気-灌漑水間の CO₂ フラックスによって約 609 μ atm (日変化の約 24%) であった。溶存二酸化炭素と溶存酸素が水中生物の光合成活動の関係式に従う傾向を示すことから、CO₂ 濃度の日変化の約 73% が水中生物の光合成活動によるものと推定した。
- 2) 大気と灌漑水との CO₂ フラックス量は小さい。その大きさは大気-水稲間フラックスの約 1/1000、土壌-水稲間フラックスの約 1/100 である。この結果は、土壌表面にある灌漑水が CO₂ の土壌-大気間の流れを実質的に律していることを意味している。
- 3) 水稲群落が取り込む CO₂ 量は、湛水されている時の方が排水されている時に比べて多い。湛水時と排水時の CO₂ フラックスの差は、排水時に土壌表面から大気中へ放出される CO₂ フラックス量と一致している。これは上の 2) の結果と関連しており、灌漑水が CO₂ の土壌-大気間の流れにたいして絶縁層的な役割を果たしているため、湛水時には土壌からの放出分だけ大気中から余計に取り込む結果となっていることを意味している。

河川水中の CO₂ 濃度に関する知見

- 1) 河川水中の CO₂ 濃度は、昼間に低濃度、夜間に高濃度となる日変化を示した。CO₂ の日較差は 500~1200 ppm であった。
- 2) CO₂ 濃度の日変化に最も効果的な要因は、水中植物の光合成・呼吸活動である。特に、水中植物は、水中炭酸物質 (CO₂, HCO₃⁻, CO₃²⁻) の内、溶存二酸化炭素 CO₂ を介して光合成を行っている。
- 3) CO₂ 濃度は夏季に高濃度、冬季に低濃度になる季節変化を示した。この CO₂ 濃度のレベルは水温が律している。

論文審査結果の要旨

温室効果ガスである大気中のCO₂濃度が着実に増加している。大気中のCO₂濃度は、CO₂の大気圏-植物圏、大気圏-水圏間の交換のバランスによって決まる。特に、地球表面の大きな割合を占める水圏域でのCO₂収支を正確に把握することが求められている。水圏域でのCO₂収支を把握するには、水中CO₂濃度に関する情報が不可欠である。従来、水中CO₂濃度は、米国で開発されたシャワー方式の測定器が利用されていたが、気-液平衡を確実にするために多量の試料水を必要とすること、その測定原理があいまいであるという欠点があった。申請者は、これらの欠点を克服したバブリング方式の新しい水中CO₂濃度測定器を開発した。この測定器は、約200mlの試料水を使って、約15分毎に、約0.6%の変動係数の精度で水中CO₂濃度を測定することができる。測定原理が明確であり、少量の試料水で水中CO₂濃度が測定できるため、その測定器の開発は多くの研究者に注目された。

申請者は、開発した測定器を使って河川水中のCO₂濃度測定と水田灌漑水中のCO₂濃度測定を行った。淡水中のCO₂濃度は、いずれも1000ppmを越える大きな日変化を示すことがあった。この大きな日変化をもたらす要因は、水中生物の光合成活動（約73%）が最も効果的であり、次いで、大気-灌漑水間のCO₂交換が約25%、水温変化に伴う熱力学的な影響が約2%の影響を与えることが解析された。このような水中CO₂濃度測定器の研究成果をふまえ、申請者は、大気-海洋間のCO₂交換の研究に着手している。地球温暖化問題を背景として、人間活動で放出されたCO₂吸収に果たす海洋の役割解明が要請されている現在、申請者の研究は、極めて時宜を得たものである。

以上のことから、学位審査会は、本論文が博士の学位論文に値するものであると認定する。