

氏名（本籍）	荒居博之（茨城県）		
学位の種類	博士（理学）		
学位記番号	博 甲 第6726号		
学位授与年月日	平成25年11月30日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	生命環境科学研究科		
学位論文題目	Studies on the silicon dynamics and those impacts on diatom blooms in a shallow eutrophic lake (浅い富栄養化した湖沼におけるケイ素動態とその珪藻ブルームへの影響に関する研究)		
主査	筑波大学教授	工学博士	福島武彦
副査	筑波大学教授	理学博士	恩田裕一
副査	筑波大学准教授	博士（地球環境学）	松下文経
副査	筑波大学准教授	博士（理学）	山中 勤

## 論 文 の 要 旨

従来研究の少ない長期的なケイ素動態とその珪藻類への影響に着目し、浅い富栄養湖において各種地球科学的手法を駆使することで、これらに関する基礎的知見を得ることを目的としたケーススタディである。

霞ヶ浦湖心及び周辺の数地点において、2000年代に入り、溶存態ケイ素と全ケイ素に有意な上昇傾向が検出された。一方、流入河川の河口付近において、溶存態ケイ素濃度は横ばい又は有意な減少傾向であったことなどから、湖心における溶存態ケイ素濃度の上昇は湖内プロセス（珪藻生産、溶出）に起因すると考えられた。このうち、珪藻による吸収・堆積量の減少については、湖心における珪藻量の増加傾向と整合しなかった。また、溶出速度を律速する水温、pHに顕著な変化は検出されなかった。一方、湖心では同時期、無機懸濁物質が顕著に増加しており、底質巻き上げに起因するという報告がある。以上から、近年増加した底質由来の懸濁物質からのケイ素溶出を有力な要因と考えた。

室内実験により、底質由来の懸濁物質及び湖底からのケイ素溶出速度を評価した。湖心と他数地点において採泥し、室内で水温等をコントロールしながら実験を実施した。実験の結果、現地湖水の懸濁物質濃度範囲において、底質由来の懸濁物質重量当たりのケイ素溶出速度はほぼ一定であり、湖水中のカチオンが溶出を促進させている可能性があること、実験結果は巻き上げ直後の吸脱着（～1日目）と珪藻被殻の溶解の2過程に分けられること、溶解速度は水温、珪藻被殻の溶解経過時間に依存していることを示した。底質由来の懸濁物質からのケイ素溶出量は $(1.0 \sim 2.7) \times 10^9 \text{ g y}^{-1}$ と推定された。一方、実験結果を現地に適用して推定した湖底からのケイ素溶出量は、底質由来の懸濁物質からの溶出量の2～4倍であった。

過去30年間のデータベース解析と現地の底質コアの採取・分析に基づき、霞ヶ浦のケイ素収

支を評価した。流入量と流出量の比較の結果、約30年間で流入溶存態ケイ素の60～70%が珪藻に取り込まれ、湖内に堆積・埋没したとみられる。この純堆積量は、底質コア分析に基づく同期間の生物態ケイ素堆積量と近かった。一方、珪藻沈降速度から推定した生物態ケイ素総堆積速度は期間中概ね増加しているのに対し、流入・流出に基づく純堆積速度は約半分まで減少しており、堆積後の水中への回帰速度の増加が示唆された。室内実験で推定した底質由来の懸濁物質からのケイ素溶出量は、生物態ケイ素純堆積量減少分の30～80%を占め、整合性がみられた。

霞ヶ浦においてデータベース解析とモデルシミュレーションを実施し、珪藻ブルームに及ぼすケイ素動態の影響評価を試みた。データベース解析の結果、珪藻量の長期的な増加傾向が検出された。また、ケイ素が珪藻増殖の制限因子として機能している可能性を示した。溶存態ケイ素濃度と珪藻量の季節的關係は、概ね一方向のループを描いていた。ループは1980年代に概ね2周（珪藻ブルームは春・秋）であったが、2000年代には大きな1周（冬～春の大規模ブルーム）に変化していた。一方、簡易なボックスモデルにより、珪藻ブルームのピークが過小に評価されたものの、珪藻量の長期的増加及び季節性の変化を概ね再現できた。

## 審 査 の 要 旨

湖沼におけるケイ素動態に関しては研究例があまり多くなく、特に長期変動、ならびにその珪藻類の消長への影響は少ないのが現状である。本研究では、浅い湖沼の代表的存在である霞ヶ浦を対象に、ケイ素濃度変動解析、その原因解明のための実験、湖水、ならびに堆積物を含めた物質収支計算、簡易なモデル解析を組み合わせ、ケイ素動態と珪藻消長の長期変化傾向を明らかにした。このように様々な手法を駆使して、総合的に解析を行い、湖沼のケイ素動態に関して定量的な理解を得たことは、関連研究者から高い評価を得ていて、また今後の湖沼水質保全に向けて重要な手がかりを与えるものと期待されている。

平成25年10月4日、学位論文審査委員会において、審査委員全員出席のもとに論文の審査及び最終試験を行い、本論文について著者に説明を求め、関連事項について質疑応答を行った。その結果、審査委員全員によって合格と判定された。

よって、著者は博士（理学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものとして認める。