

水環境における汚染物質の動態および 生物化学的な水質浄化法の検討

李

冲^{a)}

Study on the behavior of pollutants in water environment and water quality improvement by biochemical method

by Chong LI

現在の環境問題の一つに水質汚濁があるが、水質汚濁の原因物質として栄養塩、有機物をはじめ重金属などがある。とりわけ湖沼などの止水域で問題とされるのは栄養塩の増加による富栄養化である。こうした水環境問題の解決は、水資源の利用や環境保全の観点からも重要かつ緊急の課題といえる。また近年、世界各地で酸性雨等による森林生態系や文化的財産への被害、土壌や湖沼・河川の酸性化が観測されており、日本においても特に日本海側において冬季にpHの低い雨が降るといふ報告例もある。

そこで本研究では、環境保全および汚染防護の観点から、湖沼のみならず降水も研究対象とし、湖沼および降水中の酸素安定同位体比 ($\delta^{18}\text{O}$) の挙動や栄養塩や有機物などの季節変動を把握した。さらに、平水時と降水後の湖沼の同位体比や水質を比較・検討し、降水が湖沼の水質に与える影響についても検討した。環境水として、新潟県の代表的な湖沼でラムサール登録湿地である佐潟を中心に、比較対照として、中国・黒龍江省のZhalong湿地(ラムサール登録湿地) および新潟県最大の湖沼である鳥屋野潟の湖沼水を用い、これに加え新潟県内で採取した降水(週単位、月間降水および連続採取降雨)を用いた。そして、測定結果に基づき、各湖沼の主要地点

における汚染度合の定量的見積もりや各地点で起こっていると推察される窒素循環等をモデル化することにより、窒素の動態について考察した。

さらに本研究では、環境に対して低負荷で低コストであるという点に着目して、水生植物や微生物を利用することにより、生物化学手法を用いた水質浄化に関する検討を行った。湖沼における水質浄化に先立ち、工場廃水や生活廃水中に、水生植物(ホテイアオイやセリ)や微生物(嫌気性および好気性)を投入し、試料中の栄養塩濃度を経時変化(時間、日、月変動)で追跡し、汚染物質の除去・回収に対する最適条件を探索した。

上記をふまえ、本研究では、(1)水環境における汚染物質の動態、存在形態の把握や起源等の推定、および(2)汚染物質の低減化を目指した環境にやさしい水質浄化法の確立、を目的とした。

本論文は、以下の7章から成り立つ。

第1章では、本論文の背景を概観し、それをふまえて本研究の意義と社会的重要性について言及した。

第2章では、湖沼水の同位体的・化学的特徴を把握するため、佐潟・鳥屋野潟・Zhalong湿地試料中の $\delta^{18}\text{O}$ 、栄養塩、溶存有機炭素濃度(DOC)等を測

^{a)} 新潟大学大学院自然科学研究科

現在 新潟大学ベンチャービジネスラボラトリー
[新潟大学博士(工学) 平成23年3月23日授与]

定した。これにより、各湖沼の主要地点における汚染度合を定量的に見積もり、また各地点で起こっていると推察される窒素循環等をモデル化して、その動態を考察した。また、植物を用いた湖沼水中の栄養塩の除去・回収法の有効性を検証するため、ホテイアオイの粉末を用いて、栄養塩の低減化に向けた室内モデル実験を行った。

第3章では、佐潟および鳥屋野潟の湖沼水において、降雨の前後における $\delta^{18}\text{O}$ ならびに主要イオン濃度を測定し、降雨現象の湖沼に及ぼす影響およびその要因について調査した。

第4章では、湖沼のみならず降水中の $\delta^{18}\text{O}$ の季節変動を詳細に検討し、環境水中の $\delta^{18}\text{O}$ の変動要因を考察した。また、湖沼水と動物プランクトンとの相互作用に関する室内モデル実験を行い、プランクトンの多い場所から採取した湖沼水において相対的に $\delta^{18}\text{O}$ 値が大きいことを実証し、湖沼水の $\delta^{18}\text{O}$ を高める要因として、環境水の蒸発凝縮による同位体比変動の他に、周辺地下水の影響や生物学的作用も大きいことを提唱した。

第5章では、工場廃水中の栄養塩（アンモニア性窒素）や化学的酸素要求量（COD）を、微生物（嫌

気性および好気性）を用いて、流動床システムにより除去する手法を確立するため、汚染物質の除去における最適条件を探索した。

第6章では、微生物（嫌気性および好気性）に加え、湿地性植物であるセリを用いて、これらの組み合わせにより、タンク内の生活廃水中の栄養塩濃度を経時変化（時間、日、月変動）で追跡し、汚染物質の除去の効能を検討した。

第7章では、この論文で得られた知見の概略と結論について述べた。

以上のように、本論文では、まず環境水・降水の定期的なモニタリングおよび分析により、近年の湖沼の同位体的・化学的特徴および湖沼の水質に及ぼす諸要因について詳細に検討を行っている。さらに、新しい環境修復技術として、微生物（嫌気性および好気性）と湿地性植物であるセリを組み合わせた手法により、汚染物質の除去の効能を検討している点に新規性がある。本論文は、植物・微生物を用いた栄養塩の除去・回収法の提唱を行っており、環境に対して低負荷で、栄養塩を回収するための手法の開発、さらには回収装置の設計開発に向けての応用展開になりうると考えられる。