

陸域－湖内流動－湖内生態系を結合した 湖沼流域水物質循環モデルの構築と政策活用

佐藤 祐一（滋賀県琵琶湖環境科学研究センター）
上原 浩（パシフィックコンサルタンツ（株））
永禮 英明（岡山大学）
小松 英司（（株）環境創生科学研究所）

この度は栄えある技術賞を賜り、誠に光栄に存じます。選考に携わってくださった皆様、日本水環境学会関係者の皆様に心より御礼申し上げます。

私たちは、琵琶湖とその流域における水や物質の循環の様相を再現し、気象の変化や各種対策が河川や琵琶湖の水質・生態系に与える影響を予測できる「琵琶湖流域水物質循環モデル」（以下「本モデル」）を構築してきました。開発に着手したのは2005年、今から20年前に遡ります。当時、滋賀県庁におられた故・山仲善彰氏が「琵琶湖の水質シミュレーションを自前でできないか」と滋賀県琵琶湖環境科学研究センター（以下「センター」）の内藤正明・元センター長に相談されたのがきっかけでした。全国に11ある指定湖沼では、湖沼水質保全計画の中で水質予測シミュレーションを行う必要がありますが、ほとんどの自治体は水質予測を民間業者への委託により行っています。計画策定は5年に1回程度のため随時対策等の評価を行えないこと、データや知見が自治体に残らないこと、流域における汚濁負荷削減対策と湖沼水質の関係について十分把握できていないことなどが課題として認識されていました。

琵琶湖のモデルはいくつかありましたが、陸域のモデルとカップリングしたものはなかったため、陸域・湖内流動・湖内生態系に関するモデルを結合した統合モデルを構築する目標が立てられました。センターの金再奎氏が関係各所に声をかけ、集まったのが我々のチームでした。役割分担としては、上原をはじめとするパシフィックコンサルタンツ（株）のメンバーが陸域モデルを、永禮が湖内流動モデルを、小松が湖内生態系モデルを構築し、佐藤が全体を統括して政策への活用を行ってきました。

本モデルは、従来構築されてきた水質モデルと比較して、大きく3つの特徴があります。1点目は、陸域・湖内流動・湖内生態系に関するモデルを結合した世界でも研究例の少ない統合モデルであることです¹⁾。陸域は500 m メッシュ分布型モデル、湖内流動・湖内生態系は1 km メッシュ12層の準3次元モデルとして構築しており、水物質循環に関わる物理・化学・生物過程を詳細に記述しています。2点目は、モデルに含まれる膨大な数のパラメータに関するデータを取得するために、センターのモニタリング担当部局と連携して構築・改良を進めていることです²⁾。そして3点目は、有機物については、陸域から湖内まで炭素量ベース（TOC および溶存態・懸濁態

画分、分解性を考慮）の一貫した計算を行っていることです^{3, 4)}。

また本モデルは、滋賀県や環境省における多くの政策形成に貢献してきました。湖沼水質保全計画にかかる水質予測だけではなく、難分解性有機物の起源推定、気候変動による影響予測、原発事故時の放射性物質の拡散予測、物質循環を健全化するという新たな方向性の提案などを行い、それらは滋賀県の各種計画や環境省の手引き、国の中央環境審議会の意見具申などにも活用されました。継続的な行政政策への活用の過程でモデルを改良、発展させてきていることが本技術の特徴と言えます。琵琶湖では近年、大型藻類の増加による水質悪化、アユなどの漁獲量の減少、全層循環の未完了、マイクロプラスチックの拡散・蓄積など、多くの新たな問題が顕在化しています。本モデルがこれらの問題の現象解明や対策の立案に資するよう、私たちは日々モデルの改良や解析を進めています。

最後に、本技術の構築にあたっては、これまで大変多くの皆様にご尽力、ご協力をいただきました。紙面の制約上、すべての皆様のお名前を挙げることはできませんが、滋賀県琵琶湖環境科学研究センター総合解析部門・環境監視部門の皆様、滋賀県庁関係部局の皆様、パシフィックコンサルタンツ（株）および協力者の皆様、茨城県霞ヶ浦環境科学センターの福島武彦先生、琵琶湖総合保全学術委員会およびマザーレイク21計画学術フォーラムの中野伸一先生（京都大学生態学研究所）、岸本直之先生（龍谷大学）、清水芳久先生（元・京都大学）、今井章雄先生（元・国立環境研究所）に、この場を借りて心から御礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 佐藤祐一, 小松英司, 永禮英明, 上原浩, 湯浅岳史, 大久保卓也, 岡本高弘, 金再奎, 2011. 陸域－湖内流動－湖内生態系を結合した琵琶湖流域水物質循環モデルの構築とその検証. 水環境学会誌 34(9), 125-141.
- 2) 佐藤祐一, 岡本高弘, 2012. モニタリングとモデルの連携による湖沼流域管理. 環境システム計測制御学会誌 16(4), 21-25.
- 3) 佐藤祐一, 岡本高弘, 早川和秀, 大久保卓也, 小松英司, 2016. 琵琶湖における難分解性有機物の起源：発生源における生分解試験とボックスモデルによる推計. 水環境学会誌 39(1), 17-28.
- 4) 佐藤祐一, 上原浩, 東海林太郎, 吉武央気, 2024. 気象条件が琵琶湖の流入負荷に与える影響：流域水物質循環モデルを用いた解析. 土木学会論文集 80(27), 24-27008.