

環境水理学的手法と時系列解析技術に基づいた有機汚濁・富栄養化 水域の水環境解析に関する研究

原田昌佳¹

Studies on Water Environment Analysis in Organic Polluted and Eutrophic Water Bodies based on Environmental Hydraulics Approaches and Time Series Analysis techniques

Masayoshi Harada¹

このたび、平成27年度日本雨水資源化システム学会奨励賞を賜り、大変光栄に存じます。ご推薦、ご審査頂きました関係者の皆様に心より御礼申し上げます。また、受賞対象となった研究業績を築き上げる過程でご指導頂きました鳥取大学名誉教授・吉田勲先生、九州大学大学院農学研究院教授・平松和昭先生に、この場をお借りして深く御礼申し上げます。

まず、本研究を行うまでの経緯についてご説明致します。平成11年に大学院博士後期課程を修了し、平成12年に鳥取大学農学部助手に赴任しました。着任した研究室が水処理学を研究の柱としていましたので、学生時代に水理学という視点で水を扱ってきた私にとって、水質工学との出会いとなりました。また、同大学のすぐ隣に湖山池と呼ばれる汽水湖が位置することもあって、湖沼工学・環境水理学という新しいテーマのもと、実水域を対象とした水環境工学的な研究に取り組む機会を得ました。学部・大学院を通じて、開水路せん断流における懸濁物質の乱流拡散現象を取り扱い、水理実験と数値解析を研究手法としてきた者にとって、水質学的なアプローチは決して易しいものではありません。最初の数年は、水質分析という名の化学実験方法を修得し、全く知らない高度な分析装置に慣れる日々でした。また、湖山池や同じく鳥取県を代表する汽水湖の東郷湖を対象に、水環境モニタリングという名のフィールド調査を実施する機会を得たのですが、これまで現地観測の経験のない私には、情報収集と試行錯誤の積み重ねでした。水質分析やフィールド調査は非常に労力と経費の掛かるものです。それに見合う高度な解析と成果を出したいという意味で取り組んだ研究テーマが、学生時に培った数値解析手法を援用・駆使した有機汚濁・富栄養化水域の水環境解析です。そして、その成果が今回の受賞対象論文です。これらの論文は、流れの力学に特化した水理学から環境水理学・水質工学へと研究手法をシフトさせたチャレンジの成果でもあり、今現在の研究テーマの礎でもあります。

つぎに、受賞対象論文について簡単にご説明致します。わが国では、古来、農業用水源を確保するための貯水池が造成されてきました。天然湖沼も含めてこのような水域

は、農業農村地域において重要な役割を果たす環境資源の一つです。しかしながら、近年、このような閉鎖性水域では、有機汚濁・富栄養化による水環境の劣化(貧酸素化・無酸素化や植物プランクトンの大量発生など)が深刻化し、水域の有する多面的機能が失われるなど大きな環境問題を抱えています。そのため、水質汚濁防止や水環境修復は喫緊の課題となりますが、このような対策を取り組む上で、閉鎖性水域を対象とした水環境アセスメント、すなわち水環境動態の評価・予測が果たす役割は非常に大きいところです。そこで、湖沼や貯水池といった閉鎖性水域の持続的な保全・管理に資することを目的とした水環境解析を二つのアプローチから取り組み、これまで、とくに溶存酸素とクロロフィルaの動態解析に着目した研究を行ってきました。

一つ目は、環境水理学的アプローチに基づいた水環境の動態解析です。これは、閉鎖性水域における貧酸素化・無酸素化や藻類の大量増殖の原因メカニズムの究明を目的としたもので、溶存酸素とクロロフィルaの動態解析を行いました。まず、淡水湖・貯水池を対象に、詳細な水質モニタリングと鉛直1次元水質モデルより、密度成層の形成・破壊と貧酸素化の発生・解消の関係、ならびに嫌気的条件下にある水質動態の生物化学的特性を定量的に評価しました(論文[1], [4], [7])。また、汽水湖を対象に、3次元湖流解析モデルを通じて塩分の侵入特性の視点から貧酸素化の発生要因を明らかにしました(論文[3])。さらに、農業用貯水池を対象に、藻類の種構成を考慮に入れた生態系モデルによる水質動態解析から、富栄養化水域での藻類増殖特性を定量的に評価しました(論文[5])。

つづいて、二つ目は、カオス時系列解析技術を援用した水質のリアルタイム予測手法の開発です。これは、水質モニタリングのオンラインデータに基づいた水環境解析として、カオス時系列解析を援用した溶存酸素とクロロフィルaのリアルタイム予測手法を提案したものです。まず、有機汚濁水域の貧酸素化の監視技術として、Local Approximation法を利用した溶存酸素の短期予測の有効性を示しました(論文[2])。また、富栄養化水域の藻類制御に応用可能な予測技術として、カオスニューラルネットワークによる時系列予測と離散ウェーブレットを利用したノイズ処理を融合させたクロロフィルaの短期予測手法を開発しました(論文[6], [8])。

¹ 九州大学大学院農学研究院准教授 Associate Professor, Faculty of Agriculture, Kyushu University, 6-10-1 Hakozaki, Higashi-ku, Fukuoka 812-8581, Japan

以上はいずれも水環境アセスメントの核となるもので、水質改善そのものではありませんが、持続的な水環境の創出を考える上で重要な知見を与えます。今後は、本研究の成果を駆使した水環境の維持・管理に貢献したいと考え、鳥取大学在籍時に経験した新たなテーマへのチャレンジを活かし、水質改善技術の開発にも携わっていくつもりです。最後に、受賞対象論文は、多くの学生の支援のもとで行えたフィールド調査・水質分析の成果でもあります。ここに、学生の皆さんに心より感謝申し上げます。

受賞対象論文

- [1] 原田昌佳・吉田勲 (2004): 鳥取県湖山池における溶存酸素の変動特性について, Vol.10, No.1, pp.29-35.
- [2] 原田昌佳・加藤真希子・吉田勲・齋幸治 (2005): Local Approximation法によるリアルタイムデータを用いた富栄養湖の溶存酸素の短期予測, Vol.11, No.1, pp.43-49.
- [3] 齋幸治・原田昌佳・吉田勲・平松和昭 (2006): 3次元モデルによる鳥取県東郷池の湖流および塩分侵入に関する解析, Vol.12, No.1, pp.31-39.
- [4] 原田昌佳・平松和昭・齋藤孝・森牧人・丸居篤 (2009): 寡少な水中光環境下にある富栄養化水域の水質の動態特性, Vol.14, No.2, pp.87-96.
- [5] Harada, M., Douma, A., Hiramatsu, K., Nguyen, D. T., and Marui, A (2013): Analysis of Seasonal Changes in Water Qualities in Eutrophic Reservoirs in a Flat Low-Lying Agricultural Area using an Algae-based Ecosystem Model, *Irrigation and Drainage*, Vol.62, Suppl. 1, pp.24-35.
- [6] Harada, M., Tominaga, T., Hiramatsu, K., and Marui, A (2013): Real-time Prediction of Chlorophyll-a Time Series in a Eutrophic Agricultural Reservoir in a Coastal Zone Using Recurrent Neural Networks with Periodic Chaos Neurons, *Irrigation and Drainage*, Vol.62, Suppl. 1, pp.36-43.
- [7] 原田昌佳・平松和昭・福田信二 (2014): 有機汚濁が進む閉鎖性水域の嫌氣的・還元的条件下での水質動態, Vol. 20, No.1, pp.49-55.
- [8] 原田昌佳・堂馬彬史・平松和昭 (2015): 観測ノイズ処理を援用した周期カオスニューラルネットワークによるクロロフィルa時系列の短期予測, Vol.20, No.2, pp.53-60.