

DEVELOPMENT OF HYDRODYNAMIC AND WATER QUALITY MODELS FOR EUTROPHIC AND ORGANICALLY POLLUTED AGRICULTURAL PONDS

ドウ テュイ グエン

<https://hdl.handle.net/2324/1398428>

出版情報：九州大学，2013，博士（農学），課程博士
バージョン：
権利関係：やむを得ない事由により本文ファイル非公開（3）



氏 名 : ドウ テュイ グエン

論文題目 : DEVELOPMENT OF HYDRODYNAMIC AND WATER QUALITY MODELS
FOR EUTROPHIC AND ORGANICALLY POLLUTED AGRICULTURAL
PONDS

(富栄養化・有機汚濁が進む農業用貯水池を対象とした水理・水質モデルの開発)

区 分 : 甲

論 文 内 容 の 要 旨

本研究では、富栄養化や有機汚濁が進行した農業用貯水池を対象に、藻類の大量発生や水域の貧酸素化に代表される水環境劣化の原因メカニズムの究明に必要な水環境動態予測モデルを開発した。同モデルは、水域内部の物質の生物化学的循環をモデル化した生態系モデルに、閉鎖性水域の流動解析モデルを組み込んだ水理・水質モデルである。

まず、水深の浅い富栄養化水域を対象に、植物プランクトンの種構成として 4 つの藻類綱（藍藻類、緑藻類、珪藻類／渦鞭毛藻類、クリプト藻類）を考慮に入れたワンボックス型生態系モデルを開発した。同モデルでは多くのパラメータを含むことから、遺伝的アルゴリズム（SGA）を用いてパラメータの最適値を探索した。その結果、藻類綱別クロロフィル a、有機炭素、全窒素、全リン、栄養塩、溶存酸素（DO）の全ての水質項目で良好な計算結果が得られ、パラメータ値の設定も含めてモデルの妥当性が示された。加えて、ヒシなどの浮葉植物の植生を有する場合でも、SGAによって最適なモデルパラメータを決定することで再現性の高いシミュレーション結果を得た。

つづいて、夏季の受熱期に強固な水温成層の形成によって貧酸素水塊が発生するなど有機汚濁現象が顕在化している貯水池を対象に、二つの水理・水質モデルを構築した。一つは、鉛直 1 次元乱流拡散方程式に生態系モデルを組み込んだ水質予測モデルである。有機汚濁が進行する水域では無酸素化に起因する硫化水素の発生が大きな問題となることから、嫌気的条件下における酸化還元電位（ORP）ならびに酸揮発性硫化物（AVS）の動態解析が可能なモデルの構築を目指した。最深部にて実施した DO、ORP、水温、pH、AVS のモニタリング結果から、嫌気的狀態にある水域の ORP は無酸素継続日数を変数とする回帰曲線により推定可能であることを示すとともに、ORP < -200mV の条件で ORP を介した AVS の算定式を見出した。これらの知見を鉛直 1 次元水質予測モデルに組み込み、水温・DO の計算結果から ORP と AVS の季節変化を良好に推定できる簡易モデルを開発した。本モデルは、有機汚濁が顕在化した水域での水温環境や DO 環境の季節的変動を良好に解析するだけでなく、これまでモデル化や定量的評価が困難といわれていた ORP や AVS の動態解析を可能にした。もう一つのモデルは、水平・鉛直方向の移流や乱流拡散による物質輸送、および流域からの流入負荷の影響を考慮に入れた低次生態系-3 次元流動モデルである。同モデルでは、より詳細な水理学的なプロセスを加味することで、水温や DO に加えてクロロフィル a、懸濁・溶存態有機物、栄養塩の 3 次元分布の季節的変動を高精度に解析することが可能となった。

以上、本論文では、藻類の種構成を考慮に入れたワンボックス型生態系モデル、鉛直 1 次元水質予測モデルを援用した ORP と AVS の簡易推定モデル、および低次生態系-3 次元流動モデルによる水理・水質予測モデルを構築し、閉鎖性水域の水環境動態に関する精度の高い数値シミュレーションを可能にした。本論文の成果は、水環境劣化の原因メカニズムの定量的評価、さらにはシナリオ分析や将来予測を通じた環境アセスメントにおいて重要な数理的ツールとして発揮することが期

待され,農業農村地域の地域水環境の持続的な維持・管理に対して大いに貢献できると考えられる.