

Quantitative Estimation and Mathematical Modelling of Water Quality Dynamics under Long-term Anoxic Conditions in an Organically Polluted Reservoir

チャン トウアン タック

<https://hdl.handle.net/2324/1959172>

出版情報 : Kyushu University, 2018, 博士 (農学), 課程博士
バージョン :
権利関係 :

氏 名	チャン トゥアン タック		
論 文 名	Quantitative Estimation and Mathematical Modelling of Water Quality Dynamics under Long-term Anoxic Conditions in an Organically Polluted Reservoir (有機汚濁水域における長期的な無酸素条件下での水質動態の定量的評価と数学モデル)		
論文調査委員	主 査	九州大学	准教授 原田 昌佳
	副 査	九州大学	教授 平松 和昭
	副 査	九州大学	教授 平舘 俊太郎

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

有機汚濁の進行した閉鎖性水域では、水温成層の形成・発達によって水底近傍の無酸素状態が長期化し、これが窒素・リンの溶出や硫化水素の発生などの更なる水環境の劣化を引き起こす。このような水域水環境の保全・修復対策を講じる上で、長期的な無酸素化を原因とする水環境劣化の発生メカニズムの究明は重要な位置づけにある。本論文は、有機汚濁が顕在化する閉鎖性水域を対象に、水質実験と現地観測を通じて嫌氣的条件下での生物化学的反応に起因する硝酸態窒素、アンモニア態窒素、リン酸態リンおよび硫化物（硫化物イオン、硫化水素、硫化水素イオン、酸可溶性金属硫化物）の水質動態を定量的に評価するとともに、その数学モデルを組み込んだ水質予測モデルを構築したものである。

まず、嫌氣的有機物分解に起因する硝酸態窒素の消失、底質からのアンモニア態窒素とリン酸態リンの溶出、ならびに硫化物の発生の定量的評価に向けた基礎的知見を得るために、無酸素条件下での底質直上の水質動態の把握に関する水質実験をビーカースケールで行った。無酸素条件下の酸化還元電位の経時変化を5段階の低下過程でモデル化することで、段階的に生じる脱窒・鉄還元・硫酸還元による水質動態を特徴づけている。また、硝酸態窒素の減少とアンモニア態窒素、リン酸態リンおよび硫化物の増加のタイミングやこれらの濃度の時間変化率は、好氣的状態から嫌氣的状態へと溶存酸素が低下した時点の硝酸態窒素、溶存態有機炭素、ならびに底質表層の酸化還元状態によって規定できることを明らかにしている。さらに、嫌氣的有機物分解の進行とともに、腐植酸に代表される溶存態有機炭素が底質からの溶出によって増加し、長期的な無酸素化が富栄養化に加えて有機汚濁化を加速させる要因であることを示している。

つぎに、有機汚濁により強固な水温成層が長期的に形成される貯水池を対象に、無酸素条件下での水質の動態特性を実水域スケールで定量的に検討した。まず、2年間の水質観測データを用いて、春季の無酸素化に至った時点での底質表層の酸化還元状態が嫌氣的有機物分解に及ぼす影響に着目し、生物化学的見地から水質動態の特徴抽出を行った。鉄還元と硫酸還元がほぼ同じタイミングで生じ、これが無酸素条件下で生じる脱窒によって硝酸態窒素が完全に消失するタイミングと一致すること、アンモニア態窒素とリン酸態リンの増加の主要因は鉄還元であること、加えて、腐植酸に代表される溶存態有機炭素の増加が鉄還元・硫酸還元細菌の生物代謝と強い関連性をもつことを示している。また、底質表層が酸化的状態である場合、無酸素状態に至った時点から遅れて脱窒が生じること、さらに、アンモニア態窒素、リン酸態リン、硫化物の増加速度は還元的状態の場合と比

べて小さいことを明らかにしている。つぎに、無酸素条件下での水質の動態特性を数学モデルで表現し、生態系モデルを鉛直一次元乱流拡散モデルに組み込んだ水理・水質モデルを構築した。従来の生態系モデルを援用した水質予測モデルと比べて、無機態窒素・リンと硫化物の季節変化に関する計算精度が大幅に向上し、長期的な無酸素化が生じる有機汚濁水域を対象とした水環境予測モデルとしての有効性を示している。とくに、室内実験結果を踏まえてアンモニア態窒素とリン酸態リンの溶出速度、および硫化物の増加速度に関するモデルパラメータを設定することで、無酸素化に至った時点での底質表層の酸化還元状態が水質動態に与える影響を水質予測モデルに反映させることに成功している。

以上要するに、本論文は、長期的な無酸素条件下での水質の動態特性、および嫌氣的有機物分解に影響を与える環境要因について明らかにするとともに、有機汚濁水域の水環境の動態予測に関する精度の高い水質予測モデルを構築し、有機汚濁に起因する水環境劣化の発生メカニズムの究明に寄与する貴重な知見を提示したもので、農業農村地域を対象とした水環境学に貢献する価値ある業績と認める。

よって、本研究者は博士（農学）の学位を得る資格を有するものと認める。