

## 研究成果概要書（ホームページ掲載用）

テーマ「ダム湖表層における光化学反応の解明と有機汚染物質分解過程のモデル化」

所 属 東京工業大学

氏 名 吉村 千洋

### 1. 目的

自然水域の表層では太陽光照射による光化学反応が生じている。この反応では直接的な光分解だけでなく各種ラジカルも生成されるため、自然由来の有機物、有機汚染物質、微生物などに作用し、水環境中における物質循環や微生物の消長に影響している。しかし、ダム貯水池における光化学反応、特にラジカル生成に対する水質や貯水池特性の影響は未解明である。そこで、本研究ではダム貯水池表層における光化学反応を解明し、そのプロセスを明示的に組み込んだ水質モデルを開発することを目的とした。

### 2. 方法

全国50のダム貯水池の表層水を対象として、それらの水質特性を測定した上で、太陽光により生成されるラジカル（一重項酸素、励起三重項溶存有機物）の量子収率を実験的に測定した。その上で、量子収率と水質特性の対応関係を定式化し、既存の光化学反応モデル（APEX）に組み込むことで、有機汚染物質の分解速度を定量評価した。さらに、湖沼水質モデルMyLake（鉛直一次元）にAPEXを組み込むことで、光化学反応を含めて有機汚染物質の濃度を再現する水質モデルを開発した。

### 3. 成果

ダム貯水池の一重項酸素の量子収率は平均で $2.55 \times 10^{-2}$ 、励起三重項溶存有機物の量子収率は平均で $61.2 \text{ M}^{-1}$ であった。これらと水質特性との関係を定式化したところ、一重項酸素の量子収率は吸光特性や蛍光特性を示す指標と高い相関を示し、重回帰式やランダムフォレストモデルにより精度良く推測できることが示された（決定係数0.86以上）。これらのモデルにより、比較的簡単な光学分析で得られる水質データから量子収率を推定することが可能となり、量子収率から各ラジカルの定常濃度や有機物の分解速度などを推定できるようにした。そして、光化学反応を明示的に計算する湖沼水質モデル（MyLake-Photo）を世界で始めて開発した。本モデルを用いた応答分析の結果、水温躍層の有無や深さにより、有機化学物質の分解速度や濃度が決定されることが定量的に示された。また、富栄養化による表層での植物プランクトン増殖は、光競合の結果として有機汚染物質の光分解プロセスによる自浄作用を低下させることも定量的に示された。

### 4. 今後の展望

本研究の成果により、各ダム貯水池における有機化学物質の除去能力およびその能力と環境条件の対応などを定量評価することが可能となった。さらに、ダム貯水池表層における水面遮蔽や環境変化が引き起こす光化学反応の変化の予測にも応用可能である。一方、ダム貯水池には河川流入部からダム堤体まで空間的な広がりがあるため、今後はダム貯水池における光化学反応の空間的な分布を解明・モデル化することも、物質動態、自浄作用、微生物の不活化の解明を進めるために重要である。