

分担研究報告書 1

藻類発生予測モデルの構築

研究代表者	秋葉	道宏
研究分担者	西村	修
研究協力者	佐野	大輔

厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）
水道事業の流域連携の推進に伴う水供給システムにおける
生物障害対策の強化に関する研究
分担研究報告書

研究課題：藻類発生予測モデルの構築

研究代表者 秋葉 道宏 国立保健医療科学院 生活環境研究部 部長
研究分担者 西村 修 東北大学大学院工学研究科 教授
研究協力者 佐野 大輔 東北大学大学院工学研究科 准教授

研究要旨

温暖化や湖沼の富栄養化等により、ダム湖等の閉鎖性水域で藻類が異常発生しやすい環境となり、全国の浄水場や水道事業体において異臭味問題、ろ過漏出障害等による生物障害発生が問題となっている。そこで藻類の異常発生を事前に予測し、浄水場で工学的対策を前もって施すことを目指し、藻類濃度と相関関係にあるクロロフィル a 濃度予測モデル構築を試みた。

室生ダム（奈良県）を対象とし、定期水質調査の水質データ、及び対象ダムに最も直線距離の短い針地域気象観測所の気象データを用いて、ダム湖内のクロロフィル a 濃度について、予測対象日の前 7 日間の気象データおよび 1 か月前の栄養塩濃度を説明変数として階層ベイズモデルを用いて予測モデルの構築を行った。

ダム湖内のクロロフィル a 濃度は対数正規分布に従うと仮定し、前 7 日間最高気温平均値、1 か月前全リン濃度 (mg/L)、1 か月前全窒素濃度、および曝気装置運転の有無を説明変数としたモデルを構築することに成功した。

A. 研究目的

全国の浄水場や水道事業体において生物障害発生が問題となっており、中でも異臭味問題、ろ過漏出障害等による被害について未だに発生事例が確認されている。この背景として温暖化や湖沼の富栄養化等により、ダム湖等の閉鎖性水域で藻類が異常発生しやすい傾向に環境が変化していることがあげられる。そこでダム湖における藻類異常発生を事前に予測可能であれば、取水場所の変更や代替凝集剤の準備など、生物障害発生に対して様々な工学的対策を施すことが可能である。

本研究では、藻類濃度と相関関係にあるクロロフィル a 濃度について、事前（1 週間程度前）に予測するモデルの構築を目指した。クロロフィル a 濃度を目的変数、水質データ

と気象データを説明変数とし、一般化線形モデルと階層ベイズモデルを用いた予測モデルの構築を行った。

B. 研究方法

対象を室生ダム（奈良県）とし、目的変数として 1983-2017 年に月 1 回の定期水質調査（奈良県営水道桜井浄水場取水口、網場（室生ダム下流部））により得られたクロロフィル a 濃度を用いた。説明変数として、定期水質調査の水質データ、及び対象ダムに最も直線距離の短い針地域気象観測所の気象データを用いた（表 1）。なお、定期水質調査結果は独立行政法人水資源機構からご厚意により提供を受け、気象データは気象庁 HP の過去の気象データをダウンロードして用いた。

階層ベイズモデルによる予測モデルの構築の際には既往研究を基に説明変数の選択を行った。パラメータの推定にはマルコフ連鎖モンテカルロ法を用いた。各パラメータの事後分布から藻類の増殖因子について考察するとともに、予測値を求め測定値との比較を行った。これらの統計予測モデルの構築には統計フリーソフト R 及び Stan を用いて行った。

C. 研究結果および D. 考察

ダム湖内のクロロフィル a 濃度は対数正規分布に従うと仮定し、前 7 日間最高気温平均値、1 か月前全リン濃度 (mg/L)、1 か月前全窒素濃度、および曝気装置運転の有無を説明変数としたモデルを構築することに成功した。

前 7 日間最高気温平均値、1 か月前窒素濃度、および曝気装置運転の有無に関するパラメータの事後分布の 95%信頼区間は正に含まれたことから、これらのデータがクロロフィル a 濃度の上昇を説明していると考えられた。

階層ベイズモデルによる予測値と測定値との比較を行った (図 1, 2)。同じデータセットを用いて構築した一般化線形モデルと比べ、階層ベイズを用いて構築したモデルの決定係数が上昇したことから、風の吹き寄せによる濃度上昇や測定を行った時刻などの非生物的要因や藻類種による差など生物的

要因を階層ベイズモデルにおいて組み込むことで、予測精度が向上したと考えられる。

E. 結論

ダム湖におけるクロロフィル a 濃度の予測において、測定誤差等を考慮に入れた階層ベイズを導入することにより予測精度を向上させることに成功した。

F. 健康危険情報

該当なし

G. 研究発表

1. 論文発表

該当なし

2. 学会発表

八島将太, 西村修, 今本博臣, 佐野大輔, 半閉鎖性水域における藻類発生を予測する統計モデルの構築, 土木学会東北支部・技術研究発表会 (平成 30 年度), 2018.3, 仙台市, 同講演 CD-ROM, 2p., 2019.

H. 知的財産権の出願・登録状況 (予定も含む。)

1. 特許取得

該当なし

2. 実用新案登録

該当なし

3. その他

該当なし

表 1 階層ベイズモデルによる予測モデルのパラメーター一覧

説明変数	単位	説明
TP1mp	mg/L	1 か月前全リン濃度
TN1mp	mg/L	1 か月前全窒素濃度
Aeration	0 or 1	7 日間以内の曝気運転の有無
AveMaxTemp7	°C	前 7 日間最高気温の平均値
Sun7	時間	前 7 日間日照時間の合計
Rain7	mm	前 7 日間日降水量の合計
AveWind7	m/s	前 7 日間平均風速

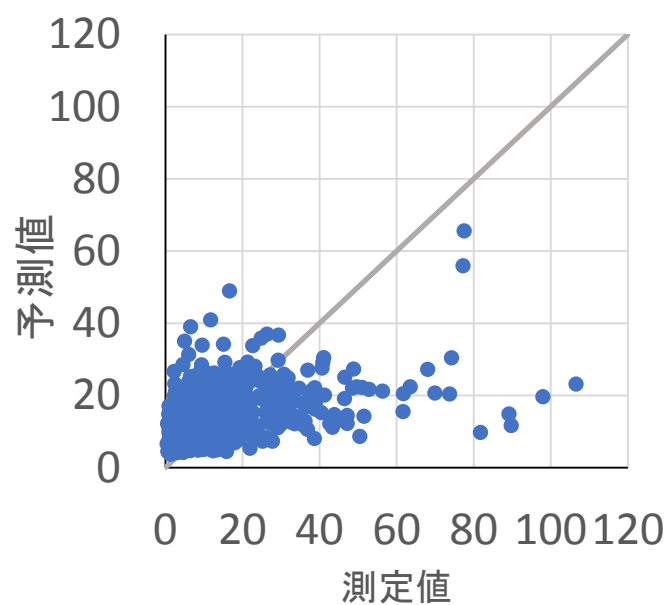


図 1 階層ベイズモデルによる予測値と測定値の比較

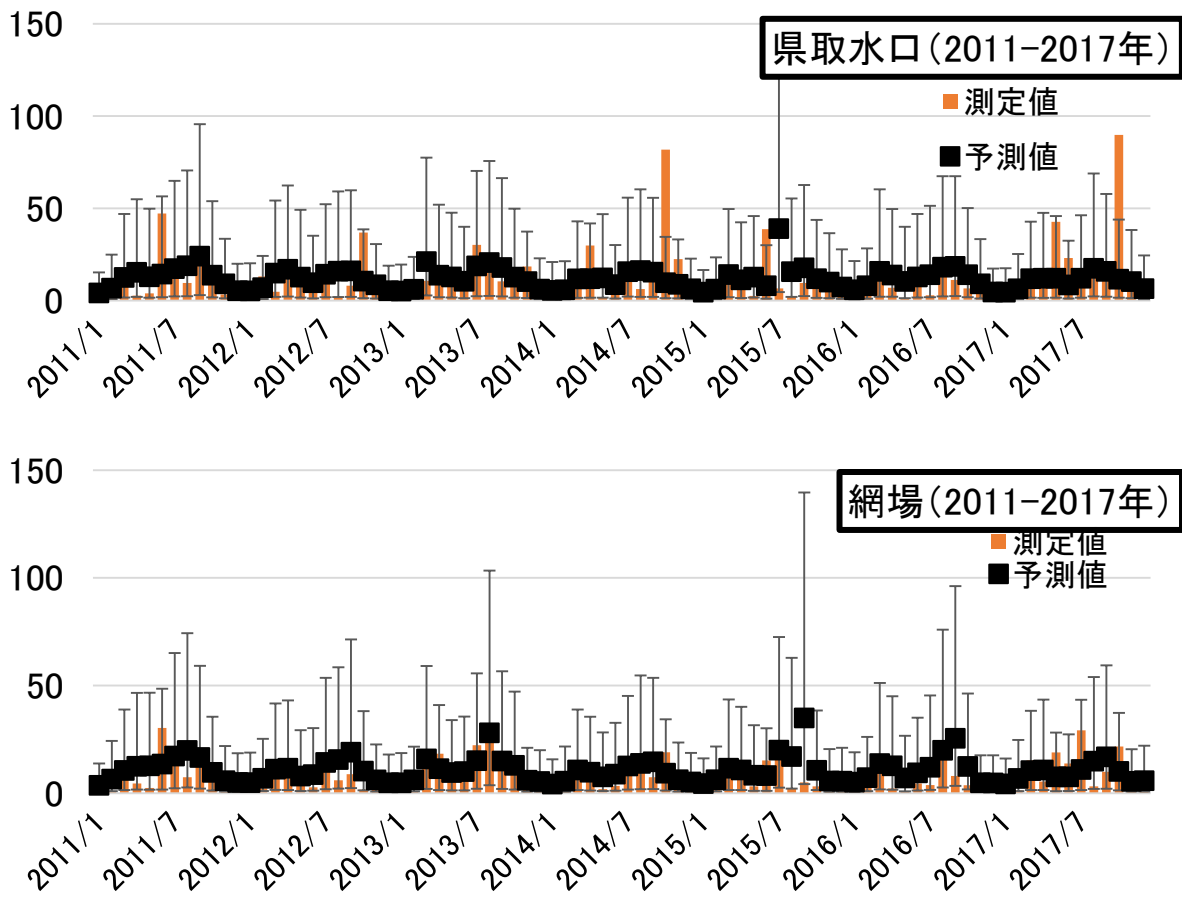


図 2 各地点での測定値と階層ベイズモデルによる予測値の関係
 (上: 奈良県営水道桜井浄水場取水口、網場(室生ダム下流部))