

貯水池における気候変動影響評価のための基盤情報整備

○福島大学共生システム理工学研究科 学生会員 新垣 和
福島大学共生システム理工学類 非会員 藪崎志穂
福島大学共生システム理工学類 正会員 川越清樹

1. はじめに

近年、数値気候モデルに基づいた気候システムの温暖化に伴う気温上昇の他、様々な気象事象の変化が予測されており、水質変化を促す要因となる水温上昇や降雨強度増加、日射量増加も見積もられる。貯水池内の水質変化は、貯水池上流部の土地被覆や人間活動の変化も影響するものの、気象、気候要素が変化した場合、アオコの発生を含む富栄養化現象が生じる可能性も高まる。そのため、気候変動の感度に合わせた「貯水池の富栄養化」の影響を評価することが求められる。気候変動に伴う貯水池の影響評価の基準になる要因を列举すると、気候気象的要因、水理的要因、水質的要因が含まれる。これらの相互関係をふまえた総合的な基盤データを整備し、気候変動による影響を求めていくことと、貯水池に含まれる普遍性と固有性を解明していくことが必要になる。こうした背景を踏まえ、気候変動に対する貯水池の将来像を予測する研究は多く取り組まれているが、単一の湖沼を対象にしているものが圧倒的に多い^{1,2)}。近年、気候変動に伴う全国的な影響を評価する試みがなされているものの、年単位での評価にとどまっている³⁾。これらの研究は、普遍性と固有性を解明する場合の空間、時間の情報に欠けているため、更に詳細の追加解析が必要となる。また、亜熱帯気候に属する沖縄県金武ダムでは4月にアオコが大量発生し大量に魚が斃死する被害が生じている⁴⁾。日本列島が亜熱帯化する可能性を考えた場合、富栄養化が生じる時期も把握することが望まれる。こうした、時期の特定(月別)を明確化すれば、浄化の湖水メンテナンスを重点にする時期や、水利用の制限等も議論できるため、気候変動による水資源メンテナンス、利用に有用な情報を得ることができる。

これらの背景をふまえて、気候変動による富栄養化の影響評価の一環として、気候の影響を誘導できる「温暖化→富栄養化」の定量的な基盤データの整備に取り組んだ。積雪分布する特徴を有しており、気候変動により水資源変化の見込まれる東北地方、および福島県を対象にデータ整備を試みた(図1 参照)。

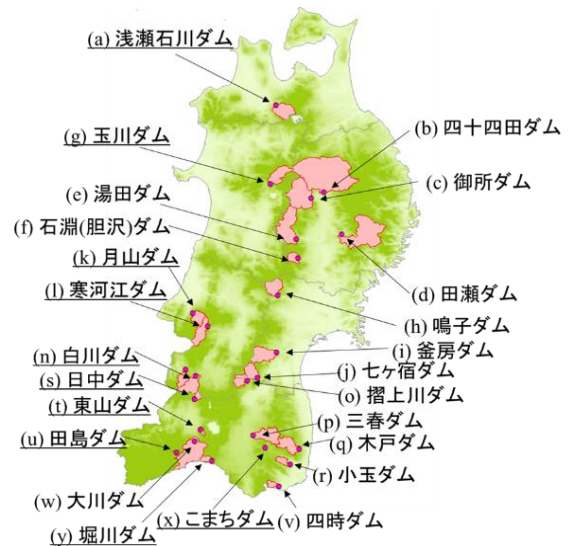


図1 検討対象ダム

2. 解析方法、およびデータセット

気候変動に伴う気候区遷移による月別の富栄養化の影響を明らかにするため以下の検討を進めた。

- ① 「気象気候的要因」・「水理的要因」・「水質的要因」の3つの軸の関係を月別、表層・浅層(深度10m)にプロットして式化する。
- ② 月別・表層、浅層の式化した係数と「気象気候的要因」の数値を比較、検討する。

これらの、データベースを用いることで、最終的な「富栄養化の気候変動の影響を定量化」を進める。

「気象気候的要因」、「水理的要因」、「水質的要因」がデータの機軸になるが、これらのデータとして以下の値を求めた。

- 1) 水質的条件→ 富栄養化指数 修正 TSI(Trophic State Index)
- 2) 水理的条件→ 貯水池回転率
- 3) 気象・気候的条件→ 暑さ指数 WBGT(Wet Bulb Globe Temperature)

修正 TSI について説明すると、通常、湖沼の富栄養化を評価する場合、直接的な要因となる Chl-a もしくはプランクトン増殖の規制条件となる N,P の基準を基にするが、この場合、個別にチェックに偏るために

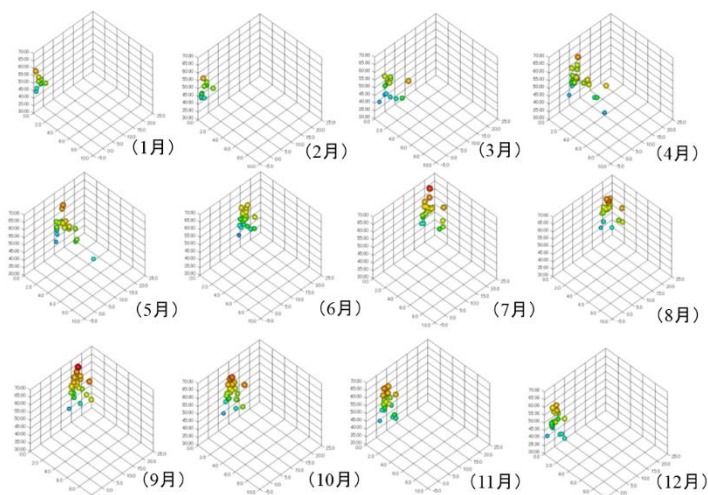


図2 東北地方月別の各要素関係

包括に判定することが困難になる。そこで、相互関係を包括的に基準化するため、TSI(Trophic State Index)を用いて簡素化した統合評価を試みた。式(1)は柏崎による修正版のTSIの計算方法である。

$$TSI(Cha.a) = 10 \cdot \left(2.64 - \frac{\ln[Chl.a(mg/m^3)]}{\ln 2.5} \right) \quad (1)$$

なお、本解析で求める「気象気候的要因」、「水理的要因」、「水質的要因」についての基となる水文、水質、気象のデータは各ダム管理所で計測、整備されたデータを利用している。

3. 解析結果

解析結果として、図2に東北地方月別の各要素関係、図3にWBGT(Wet Bulb Globe Temperature)の月別の推移、図4にTSIのダム別の推移を示す。

図4より、富栄養化レベルを超える月があるのは鳴子ダム、こまちダム、富栄養化に近いTSI60以上になるダムは浅瀬石川ダム、三春ダム、月山ダム、小玉ダム、東山ダムであることが確認された。四十四田ダム、田瀬ダム、鳴子ダム、月山ダム、湯田ダム、御所ダム、大川ダム、東山ダムは年間でTSIが10以上の差を示し、気温、降水の変化に敏感で気候変動の影響を受けやすい可能性が示唆される。

また、図2より、東北地方では、3月から4月にかけて融雪により回転率が増加していることが明瞭に把握される。この春季の回転率の後期から直後の4月から5月に1次的に富栄養化指数が増加することが明らかにされた。この東北地方の特徴は、植生芽吹き、稲作の開始などの土地被覆、農作の活動も影響する可能性があり、今後、他の気候帯での比較検証を進め明らかにしなければならない。なお、周知のとおり7月から9月の温暖期(図3 参照)は富栄養化指数が増加するが、富栄養化指数増加と気温上昇の強い関係の関係を定量的に求めていくことが、今後の温暖

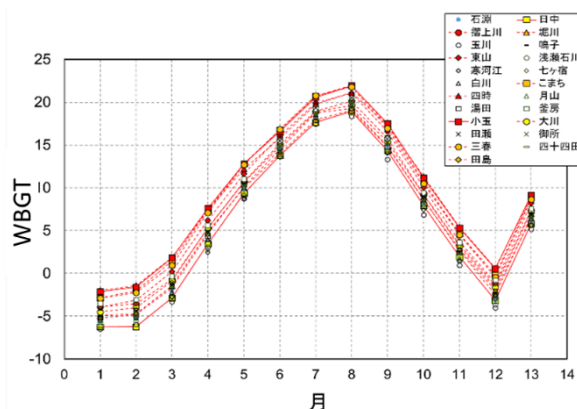


図3 東北地方月別のWBGTの推移

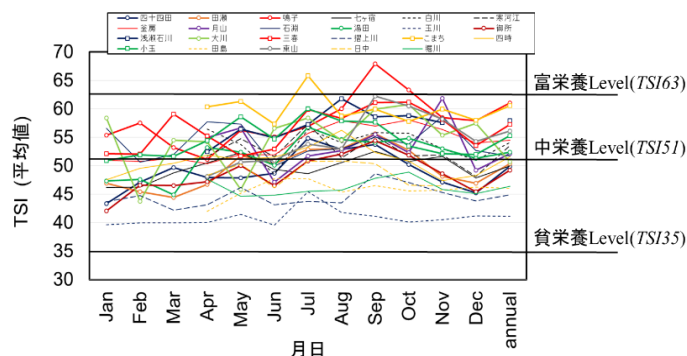


図4 東北地方月別のTSIの推移

化影響評価を行う上で重要と考えられる。

4. まとめと課題

本研究の取り組みにより、WBGTの高まり(高温化)と貯水池回転率の低下(流入量減少、厳密には流入増大以降の流入量減少)に富栄養化指数が高まる想定どおりの形状が示された。ただし、貯水池を対象にした場合、水中の特性を気温伝導関係、それに関わる水質変化を追及しなければならない。この点を改善するため、更に対象空間を拡張していくこと、特に、温暖化により遷移していく亜熱帯のデータ収集を重点的に進める意向である。

謝辞：本研究の一部は、文部科学省気候変動適応技術社会実装プログラム(SI-CAT)によって実施された。

参考文献

- 1) 関谷卓見・竹谷公貴・天野佳正・町田基：藍藻類 *Microcystis aeruginosa* と珪藻類 *Cyclotella* sp.の増殖に及ぼす N/P 比および温度の影響, 水環境学会誌, Vol.33, pp.175-179, 2010.
- 2) 崔貞圭・矢島啓・谷口健司・馬籠 純：浦山ダムにおける気候変動に伴う長期間の将来水質予測, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol. 70, I_1633- I_1638, 2014.
- 3) 梅田信・桑原亮：将来の環境変化が国内のダム湖水質に与える影響の予測, 土木学会論文集 G(環境), Vol. 71, I_127 - I_134, 2015.
- 4) 照屋淳, 新城晴伸：金武ダムで起きた水質異常について, 第4回 土木学会西部支部沖縄会技術研究発表会論文, 2015
- 5) 相崎守弘ら：修正カールソン富栄養化状態指標の日本湖沼への適用と他の水質項目との関連, 国環研研究報, Vol.23, pp.13-31, 1981.