

日本列島に分布する貯水池の濁質成分の特性分析

福島大学共生システム理工学類 非会員 鈴木 健
福島大学大学院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 正会員 川越 清樹

1. はじめに

近年気候変動により、全球的な気温上昇や極端な降水(豪雨・無降雨期間の長期化)の発生の可能性が示唆されている。この影響により、水資源管理の面で湖沼(貯水池を含む)の「水質」、「水量」の変化が予測される。貯水池の水質を左右する要素として①貯水容量と回転率の変化(水量と堆砂量)、②外部からの負荷による水質変化、③内部生産による水質変化が挙げられる。③に関して梅田らは、全国に展開された包括的な貯水池の水質変化予測を行っており¹⁾、富栄養化に対する将来予測が進められている。①、②の要素に関して湖沼上流域の土砂も含んだ外部負荷が共通する要素であり、気候変動に伴う降雨、土地被覆により変化する可能性をもつ。しかしこれらの全国規模の研究事例は少ないため、外部変化の影響を見積もる必要がある。気候変動は広範囲な問題であるため、その範囲において包括的に予測することが不可欠となる。しかしながら、包括的な予測では同基準のモデルも用いた場合、地域固有の気候、土地被覆等の諸条件の影響により、基準から逸脱した貯水池を含まれる可能性をもつ。地域固有性を有する特異な貯水池に対しては、解析要素を増やして予測を進める必要がある。

以上の背景を踏まえて、本研究では全国規模の貯水池を対象に上流からの量的な外部負荷関連要素を用い、全国の普遍性と地域固有性を分離する検討を進めた。

2. データセット、および研究方法

研究の取り組みは以下の2つである。

- ① 全国の貯水池を対象に外部負荷に関連する年雨量、年平均SS(Suspended solid)量、年平均濁度の相互関係を比較し、全国の普遍的な関係より逸脱する貯水池の抽出、要因を検討した。
- ② 季節的な降水(対象：月)、SS量、濁度の関係も検討するために、月毎に整理された各要素で各貯水池の相互関係を比較し、季節反応の普遍的、固有的な関係を検討した。

2.1 データセット

解析に用いた貯水池は国土交通省の水文水質データベースに記載されているものとする。データベースには総計113地点のデータが存在するが、データ

欠損状況をふまえ72地点を解析対象に設定した。各貯水池の雨量、濁度、SS濃度、およびSS濃度を量に変換するための流量データは国土交通省の水文水質データベースより取得した。検討に用いたデータ期間は1994年から2014年までの20年分のものである。また特徴を把握するために利用した気候、地形、標高、土地被覆、表層土壌、地質のデータは国土数値情報(空間解像度1km×1km)のデータを用いた。また堆砂データは水源開発問題全国連絡会が公表した平成25年度末の国土交通省提供データを用いた。その他これらの情報を統合化させた新垣らによる気候区分データ²⁾も利用した。

2.2 研究方法

「降雨による上流から土砂も含む負荷要素が流出し、貯水池に流入して水が濁る」過程をもとに分析し検討を進める。具体的に雨量-SS、SS-濁度の関係を分析している。

取り組み①： 全国を包括し年単位の値で全国基準から逸脱する地域固有性をもつ貯水池を抽出し要因を精読する。(≒年スケール全国基準の評価)

取り組み②各貯水池の月毎の外部負荷要素の相互関係を検証し、季節的な相互関係の定量化された値で全国包括の評価を行う。また、逸脱する貯水池の要因を精読する。(≒季節的地域性の評価)

外部負荷の相互関係は単回帰分析の結果より評価した。取り組み①の逸脱する貯水池の基準は単回帰分析の信頼区間95%から外れた貯水池のなかで相関係数0.4を基準とした。取り組み②の逸脱する貯水池の基準は、関係図の分布状況と検証要素に基づいた条件に応じてグルーピングより評価した。

3. 研究結果

3.1 年スケール全国基準の評価

図1、図2にそれぞれ各貯水池の雨量-SS、SS-濁度の関係を示す。

図1より、信頼区間95%上限値以上の貯水池は10地点、平均的な貯水池は51ヶ所、下限値以下の貯水池は12カ所に分類された。概ねの貯水池は降雨から流出までの関係が規則的になされている。なお、上限値以上の貯水池は降雨に対して敏感に外部負荷流出をする。下限値以下の貯水池では降雨に対して鈍感に反応を示す。

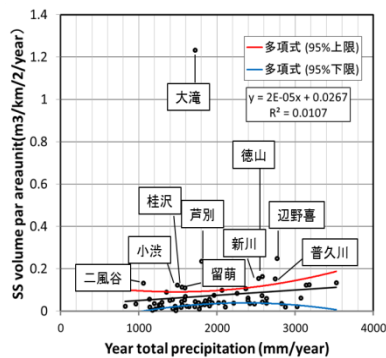


図1 各貯水池の経年雨量とSSの関係

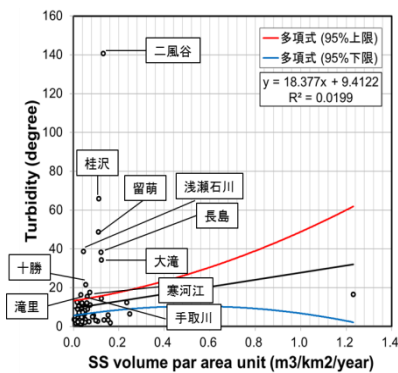


図2 各貯水池のSSと濁度の関係

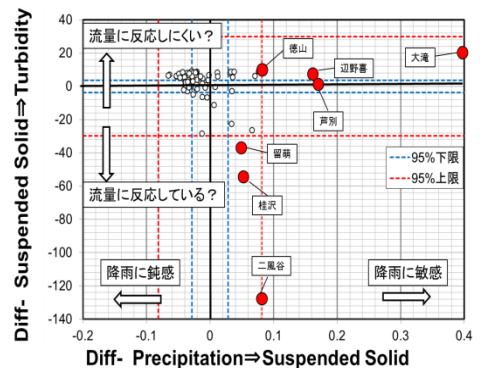


図3 図1, 図2の残差の関係

図2より、信頼区間95%上限値以上の貯水池は10地点であった。平均的な貯水池は18か所、下限値以下の貯水池は44か所に分類された。なお、上限値以上の貯水池はダム流入に反応しにくい、下限値以下の貯水池ではダム流入に敏感に反応することを示す。相関係数0.4を基準に異常値を示す貯水池を列举すると、芦別ダム、浅瀬石川ダム、寒河江ダム、七ヶ宿ダム、徳山ダム、菅沢ダム、竜門ダムの7ヶ所が相関の乏しい貯水池に挙げられた。このダムを列島基準の平均的な貯水池の湯田ダム、石淵ダム(胆沢ダム)鳴子ダム、新豊根ダムの地形、地質、土地被覆の諸条件と比較すると明確な特徴は認められなかった。

図3に雨量-SS,SS-濁度の回帰式からの残差の関係図を示す。ここで各貯水池の雨量-SSと単位面積当たりの堆砂については正の強い相関が得られたものとなり、降雨により外部負荷が浸食される過程が明瞭に示された。

3.2 季節的地域性の評価

各貯水池地上流域の地形、気象、土地被覆などの諸条件と比較すると流域面積、および新垣らにより開発された気候区分の基準と比較すると、規則的な分布を示した。特異な貯水池の主な土地被覆が落葉広葉樹と人為改変地域に分類された。これらの土地被覆の条件が特異な外部負荷になる可能性が示唆された。

図4に月値の雨量-SS,SS-濁度より求められた各々の決定係数を落葉広葉樹のみで抽出した関係図を示す。雨量-SSとSS-濁度の両方の決定係数0.3に含まれる貯水池が全体の約20%で示された。この20%の貯水池は季節的に分析して降水、および流出反応の鈍いものと評価できる。また、分布の形状よりSS-濁度の決定係数0.3を境界に貯水池は大別できることが示され、SS-濁度の決定係数0.3以上の落葉層エリアの約60%の貯水池は、ある程度雨量-SS,SS-濁度の関係を持つことが示された。これらの流域面積は100km²~1,000km²の範囲に属している。SS-濁度の決定係数0.3未満の約40%の貯水池の流域面

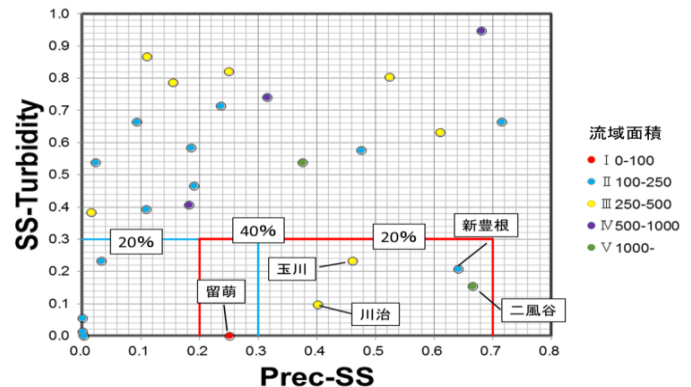


図4 雨量-SS,SS-濁度の決定係数の関係

積は大小さまざまな貯水池が混合していることが確認された。また約40%に含まれる貯水池はいずれも運用システムに特徴がある。それぞれの貯水池の特徴として川治ダム、新豊根ダムはそれぞれ五十里ダム、佐久間ダムから揚水を行っている。玉川ダムは酸性水が流入しているため中和処理を行い、留萌ダムは溶解性鉄、鉄バクテリアが流入している。二風谷ダムは全貯水池の平均と比較して、有効貯水量が約1/2、回転率が約3倍であった。したがって、SS-濁度の決定係数が0.3以下の貯水池は運用手法によってSS-濁度の関係が低減した可能性がある。

4. 考察

気候区分で分類された5つの貯水池のように、人為的な要因や、化学的要因の影響で水質が変化する場合がある。そのため他の貯水池についてもこのような要素に考慮して分析する必要がある。

謝辞:本研究は、文部科学省(MEXT)気候変動適応技術社会実装プログラム(SI-CAT)の女性で行われた。ここに記して謝意を示す次第である。

参考文献:

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.

新垣和他：気候に応じた貯水池の土砂生産特性と富栄養化指標・濁度の関係についての検討, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol. 74,印刷中,2017