

植生・気候と貯水池の水質の関係性に関する検証評価

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
 総合地球環境学研究所 非会員 藪崎 志穂
 福島大学大学院共生システム理工学研究科 正会員 川越 清樹

1. はじめに

近年、貯水池の水質の影響予測が積極的になされており、閉鎖的水域に生じ、気候変動に伴う水量の不安定化や、水温上昇により更に問題が拡大化する富栄養化に係わる内部生産に着目した研究が多く進められている。ただし、貯水池は、形状、流入量に関連する水理的要因、貯水池上流からの負荷に関連する水質形成的要因などの様々な要因も絡み合う複雑な場であり、気温上昇以外の気象要素にも注目しなければならない。IPCC 第5次評価報告書等の気候変動予測情報では、中緯度の湿潤帯の平均降雨量の増加が見積もられており、土砂浸食等による貯水池上流からの外部負荷量の増加も懸念される。以上より気候変動に伴う土砂生産、および懸濁物質等の外部負荷の影響予測も切望される。地形、地質等の素因のほか、誘因となる気候特性を重点化したアプローチの土砂生産等の外部負荷の知見が得られれば、貯水池の気候変動予測を強化できる可能性もある。

本論文では、気候システムの温暖化による水資源への影響評価に資することのできる現状の基盤情報を構築するため、温暖化影響の波及しやすい閉鎖的水域、かつ生活、産業の水資源供給源となる貯水池を対象に日本国内の気候、土地被覆と貯水池水質の関係を検討した¹⁾。また、このプロセスを解明するために土地被覆に応じた水質、濁度変化の実証実験を試みた。

2. 土砂生産に応じた日本列島の気候区分の検討

降雨により外部負荷発生するプロセスを考慮して、降雨、土地被覆を含めた要素で日本列島の気候を求めた。浸食される土地被覆の要素(植生)、雨食軽減効果を見積もるための植生成長、活性化に関連付けられる要素(温度指数)、降水の気候を特徴付ける要素(季節的降水条件: 夏季・冬季多降水型)、浸食を促進させる多雨の時期(多降雨月の季節)の4つの条件より気候を区分した。結果として日本列島を96タイプの気候区分に分類した。(図-1 参照)

3. 気候区分に応じた貯水池への土砂生産の検証

図-2 に気候区分に応じた降水量と土砂生産量の関係を示す。図中(1)は年平均降水量、(2)は最大月降

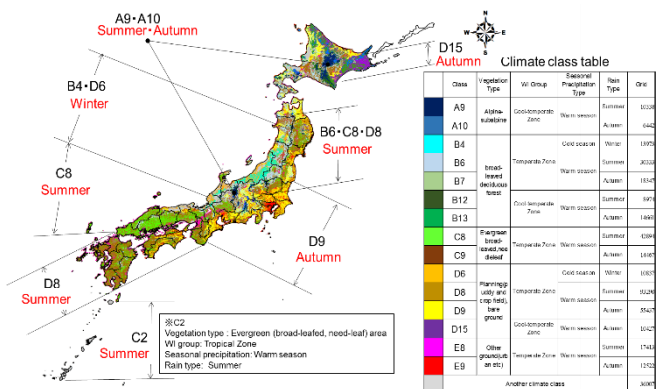


図-1 外部負荷に応じた日本列島の気候分布図

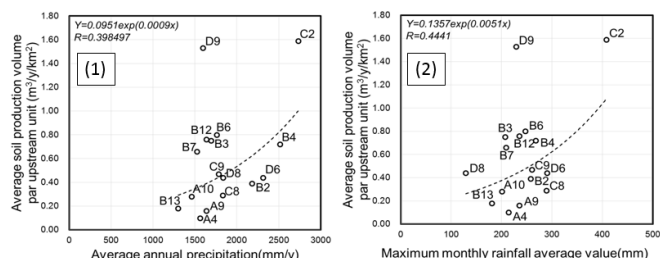


図-2 気候区分・降水量と外部負荷量の関係

水量の平均値を示している。(1)と(2)を比較すると降水量と外部負荷量の関係に大きな差はなく、気候区分で貯水池群を包括的にまとめた場合には時間スケールの大きな降水量で評価しても支障ないことが示された。外部負荷量の高まる気候区分は、B3, B4, B6, B7, B12 となり落葉広葉樹林帯で構成される。本研究の結果より、巨視的には樹冠変化しやすく、落葉の供給より森林土壌発達しやすい落葉広葉樹林帯で外部負荷が著しくなりやすいプロセスが想定される。なお、外部負荷の数値的集中度をみれば季節的な降雨条件の差異は少ないと考えられる。通例、森林土壌発達に伴い浸透能が高まり土砂浸食抑制効果も認められる²⁾。本結果の背景には、本研究で検討されていない地形、地質的な背景や、貯水池内の細かなスケールでの森林管理の側面も含まれている可能性を持つ。今後は、分析にこれらの情報を加えることや負荷物質を精読するなどの追加が必要である。

4. 富栄養塩指標物質・濁度の関係性に対する検証

外部負荷に関連付けられる富栄養化指数物質と濁度で気候変動に対する貯水池毎の水質の影響と、外部負荷と気候区分の関係を検証した。

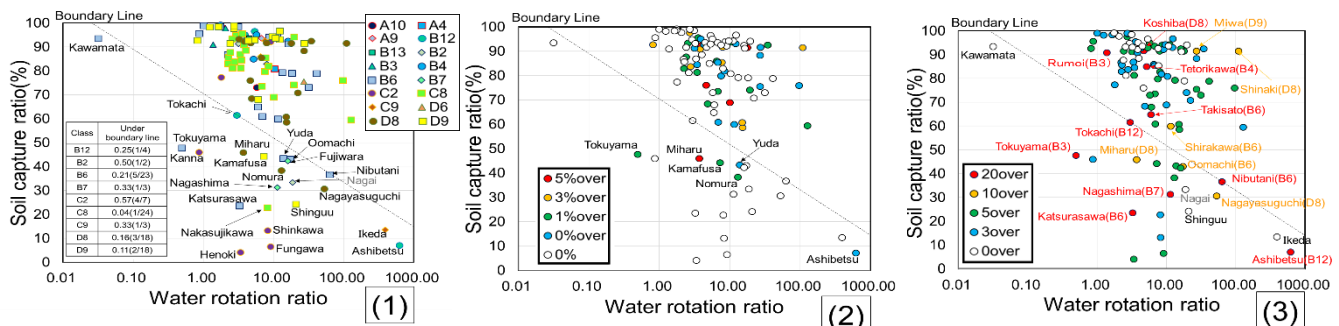


図-3 貯水池捕捉率と回転率、各要素の関係

(1) 気候区分, (2) 富栄養化出現率, (3) 平均濁度

図-3(1)に気候区分の特性が示されるが、貯水池捕捉率により、多くの貯水池の属する貯水池回転率と貯水池捕捉率した領域、補足しにくい貯水池の境界が見てとれる。これら貯水池は、亜熱帯にやや多く分布するものの、気候区分と関連付けられる規則性はない。むしろ、地形やダム貯水池の構造が規制した水理条件に関わるものと解釈できる。

図-3(2)の結果より、特に貯水池回転率と貯水池捕捉率の関係から富栄養化の波及影響が規則的に評価できないことが見てとれる。土砂生産と関連付けた貯水池の富栄養化に関しては、短期スケールの降水現象や供給される物質を特定させる試みも探求しなければならないものの、気温上昇に伴う貯水池内の水温上昇、および成層形成の変化のプロセスの要因が強いと解釈できる。

図-3(3)の結果より、土砂生産の捕捉率の低い貯水池は、総じて高濁度になる傾向を示した。高濁度になる貯水池の気候区分をみるとその概ねは落葉広葉樹林帯に属しており、一部、上流域に人為改変領域を多く含む流域が含まれている。落葉に伴い形成される森林土壌の浮遊物の密度が小さいため、沈降しにくく高濁度になりやすい可能性を示唆している。森林土壌流出に伴う高濁度化に関しては仮説であるため、実証実験を進め、各土地被覆の外部負荷要素の観測を試みた。

5. 土地被覆に応じた外部負荷要素の実証実験

懸濁物質流入が濁度、水質変化にどのように作用するのかを観察するため、針葉樹、落葉広葉樹、裸地、圃場の土地被覆に応じた直下の土壌サンプル(田瀬ダムより採取)を用いて土砂の浮遊実験を行った。実証実験は、土砂、水を水槽に入れ20日間の土砂浮遊、水質を計測することで行われた。土砂浮遊に関して、全ての植生で濁度、SSは時間の経過と共に減少するという結果が得られた。なお、高い濁度化する序列としては、裸地、針葉樹、落葉広葉樹、圃場となり、貯水池の検証と一致しない結果が得られた。この原因として、各土壌の性質だけではなく風化、分解も影響している可能性が高いためと推測される。例えば、風化、分解の影響を考慮すれば生態活性しうる季節的要素も含まれる。よって、広域、

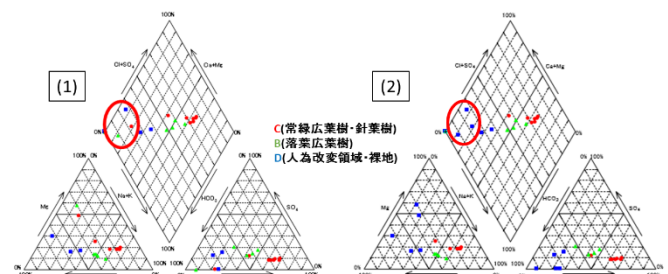


図-4 気候帯別のトリリニアダイアグラム

季節に応じた多時期の検証も必要と考えられる。なお、溶解性の成分の変化を把握した水質評価の結果を図-4のトリリニアダイアグラムに示す。(1)の円の部分はサンプル試料を植生別に分けた結果であり、(2)はサンプル試料を全て田瀬ダムの植生であるCのエリアに分類して結果である。(1),(2)を比較すると(2)に集約される結果が認められ、気候帯でイオン組成が分かれる結果を得た。この結果は、溶存反応への気候スケールの影響を示唆している。

6. 結論

研究より得られた知見は以下の通りである。

- 1) 落葉針葉樹林帯、人為的土地改変地域で外部負荷流入量が多くなる結果を得た。
- 2) 気候-外部負荷流入量と富栄養化の直接的な関係が小さい結果を得た。
- 3) 気候-外部負荷流入量と濁度について、落葉針葉樹林帯、人為的土地改変地域で濁度が高まる結果を得た。
- 4) 実験を行い、気候帯で分けた分類でイオン組成が分かれる結果を得た。

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)、河川環境財団 河川整備基金助成事業(271211003)の助成で行われた。ここに記して謝意を示す次第である。

参考文献：

- 1) 新垣和也：気候に応じた外部負荷流入特性と貯水池の富栄養化指標・濁度の関係についての検証，土木学会論文集 B1(水工学)，Vol.73, No.4,2017
- 2) 例えば五味高志：土壌浸食と森林 - 森林斜面から流域の視点へ -，森林科学，Vol.47, pp.10-14, 2006。