

日本列島を対象とした堤内貯水ポテンシャルの機能と効果

福島大学共生システム理工学類 非会員 ○丸田 大空
東北大学大学院工学研究科 学生会員 柳原 駿太
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

気候変動に伴い全国各地で降水量や氾濫危険水位を超過した河川数の増加が確認され、更に降水量、洪水発生頻度も増加すると予測されている¹⁾。防災効果の向上のため、河道内のみならず河道外の貯水効果を見込んだ流域治水が必要とされ、河道外の貯留量の把握および機能を明らかにしなければならない。このデータベースが開発されれば、地域に応じた流域治水対策の計画に大きな効用を与える。また、全国規模のデータベース化は、重点対策地域の選定を行え、適切な予算配分を組む際の重要な位置づけになりうる。本研究では、流域治水の計画に効用を与えることのできる、国土規模の河道外に内在する貯水可能量のデータを整備し、その機能評価を行うことを目的とする。

2. 研究方法およびデータセット

2.1 研究方法

河道外貯留における土地構造・施設を選択し、各々のオプションによる貯水ポテンシャルを流域単位で求め、日本列島全域の貯水ポテンシャルマップを開発した。また、地域の時間降水量との関係より時間の機能性を評価した。加えて、気候変動や社会環境変化による貯水の用途を評価するため、Chen et al より開発された社会経済シナリオに応じた人口データ²⁾を用いて、福島県を事例に内水、外水の貯水寄与を評価した。

2.2 データセットと解析の考え方

(1)土地構造・施設の条件

河道外貯水を行う土地構造・施設として水田、公園、学校の3つの貯留を対象とし、数値地理情報から取得したデータを基に貯水ポテンシャルを求めた。

水田貯留では、低平地、傾斜地、扇状地の地形分類に応じた湛水深を設定した。低平地は、洪水を貯水できる遊水地機能を果たせるため、一般的な畦畔高の0.30mを湛水深基準に設定し、出水開花期分の必要湛水深0.03mを減じた0.27mを可能貯留高とした。傾斜地では、山間部に位置し、水循環のスピードが速く、

管理できる人材も不足するため、0.10mの湛水深基準、0.07mの可能貯留高に設定した。扇状地は傾斜地水田に含まれるが、過疎化地域に含まれず、水田耕作のため畦畔整備も活発に行われていることから、0.20mの湛水深基準、0.17mの可能貯留高に設定した。

公園や学校は固定化された単一平坦面であるため、水田貯留のように地形ごとの分類は行わず、貯留可能面積を公園、校庭面積全体の60%、可能貯留高を0.30mと設定した。

(2)気象の条件

貯水ポテンシャルの時間の機能性を評価するため、時間降雨量の空間情報を作成し、流域単位の貯留と時間降雨量の関係性を求めた。

空間情報へ補完するため、気象庁のAMeDAS観測点より全国871地点の最大時間降水量、平均気温(暖候期平年値)のデータを取得して、相関性を検討するとともに、相互関係の近似式を求めた。メッシュ気候値2010の暖候期平年値の平均気温に近似式を当てはめることで、日本列島全域の空間解像度1km×1kmの最大時間降雨量の推計値を算出した。グリッドセルにより日本列島を網羅できる降水量データを作成することで、降雨の地域性を求めた。

(3)社会変動シナリオに応じた人口

流域内に分布する人口より内水としての貯水効果の寄与、外水にのみ貯留効果への発揮の評価を試みた。

人口の設定は基準年である2015年、2050年、2100年の3時期に分類し、SSP1(持続可能)、SSP5(化石燃料依存)の上下限になる2つの社会経済シナリオとした。

3. 解析結果

3.1 貯水ポテンシャル量の結果

全国の貯水ポテンシャル量は、水田で約36.8億³⁾m³、公園で約3.4億³⁾m³、学校で約0.5億³⁾m³になる結果を得た(図-1参照)。水田に関すれば、検討オプションの中では大きな貯水効果を発揮できるものの、1980年代の先行研究より求められた約90億³⁾m³よりも大幅に

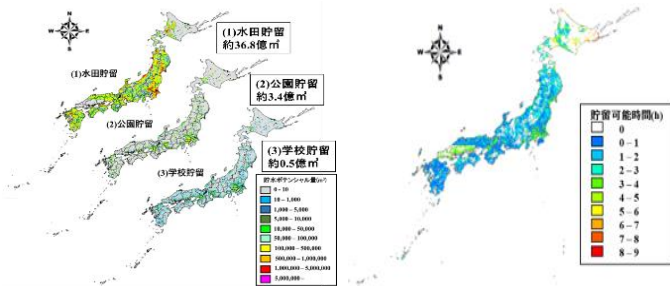


図-1：ポテンシャルマップ (m³) 図-2：貯留可能時間 (h)

少ない貯水ポテンシャルになることが明らかにされた。また、水田の貯水効果の大きな領域は、北海道西部、東北、関東北部、北陸であり、東日本側に偏る傾向を示す。公園貯留は、首都圏や中京圏、関西圏等の大都市圏で効果が大きく $10,000\text{m}^3$ を超える貯留量が見込めた。学校貯留は、全国的にも効果は低い一方で、万遍なく貯水ポテンシャルが期待でき、普遍的なオプションになることが把握された。水田、公園、学校貯留を合計した総合的な貯水量が大きい地域は、総じて列島の北部に偏り、特に北海道西部、東北、北陸、関東では貯水量が 100 万 m^3 を超える地域が存在した。一方、貯水量が少ない地域は中国地方瀬戸内海側であり、他の対策オプションの検討が必要になる。

時間降雨量の空間情報による貯水ポテンシャルの時間機能性の評価より、貯水可能時間は全国的に概ね2時間未満の地域になる結果を得た(図-2 参照)。図より、中国地方瀬戸内海側の地域で効果時間が大きくなる地域も存在するが、相対的に小さな流域面積を呈することが原因と推察される。中国地方瀬戸内海側は、現行段階での貯水ポテンシャルが小さいものの、対応のオプションを用意すれば、内水、外水の対策に大きな効果が発揮できる可能性を示唆している。

3.2 福島県における貯水寄与の解析

2015 年に人口皆無の流域は 33.9%で分布する。この流域で発揮される貯水効果は、抜本的に内水被害軽減に効果を発揮しない、外水の流出調整への用途になるものと解釈できる。なお、人口の時間推移を検証すると SSP1, SSP5 と共に、人口皆無になる流域の割合は変化せず、基本的に 2015 年時点で人口分布のある流域が人口増減する傾向となる。そのため、人口皆無により変化する内水、外水の貯水寄与は判定できなかった。なお、社会経済シナリオ間における全県の人口減少の差異は少なく、概ね 2015 年時の 170 万人の人口

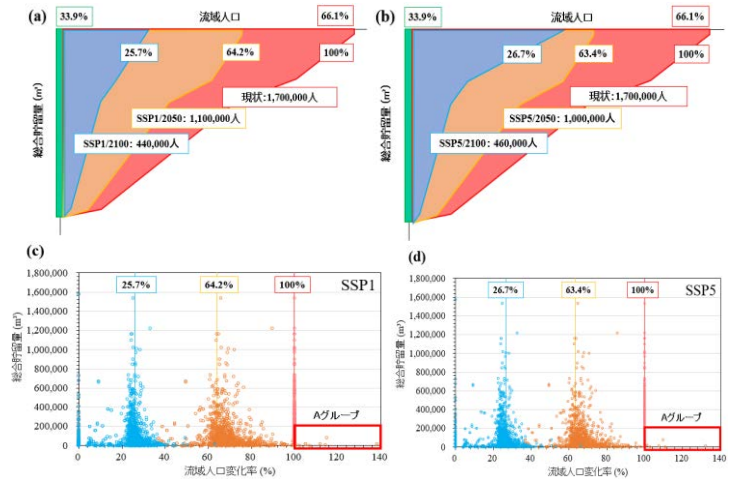


図-3： 各年各 SSP における総合貯留量(m³)と流域人口変化

(a), (c)に SSP1 における 2015 年, 2050 年, 2100 年の総合貯留量と流域人口, (b), (d)に SSP5 における 2015 年, 2050 年, 2100 年の総合貯留量と流域人口を示す.

が、2050 年時 110 万人、2100 年時 44 万人に推移する。この結果は、流域内の人口数に依存して内水、外水へ貯水効果の寄与が変化することを示唆する。人口増になる流域、もしくは人口減少量の小さい流域は、貯水による内水、外水の両面で投資効果の高い流域になることを示している。相対的な変化量を求めるため、福島県内の流域に応じた人口変化率を図-3 に示す。図より SSP1、5 とともに 2050 年において一時的に人口増加する流域(図中 A グループ)については、貯留対策オプションの投資効果が大きいと位置づけられる。ただし、2100 年には人口減少するため、設備投資した将来運用も考慮して対策整備することが必要である。

4. 結論, および今後の課題

河道外貯留における土地構造・施設を選択し、各々のオプションによる列島規模の貯水ポテンシャルを求め、時空間的な効果を推計するとともに、福島県を事例に社会経済シナリオに応じた人口を参考にした効果を検討した。ただし、対策オプション、気候条件など追加検討要素もあるため、これらの要素も加えて気候変動に対する適応策の検討を進める意向である。

謝辞：本研究は(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費 S-18(JPMEERF20S11813)により実施されたものである．ここに謝意を示す．

参考文献：

- 1) 柳原駿太, 山本道, 風間聡, 峠嘉哉: 日本全域を対象とした極値降雨データに基づく内水リスクの推定およびその将来変化, 土木学会論文集 B1(水工学)Vol. 76, No.2, I_85-I_90, 2020.
- 2) Chen, H., Matsuhashi, K., Takahashi, K., Fujimori, S., Honjo, K., & Gomi, K. (2020). Adapting global shared socio-economic pathways for national scenarios in Japan. *Sustainability Science*, 1-16.
- 3) 志村: 水田・畑の治水機能評価, 農業土木学会誌, Vol.50(1), pp.25-29, 1982.