

積雪地域のダム流域における長期水循環解析と年水収支量の検討

明星大学 正会員 ○藤村 和正
 高知工業高等専門学校 正会員 岡田 将治
 高知工科大学 フェロー会員 村上 雅博

カリフォルニア大学デービス校 正会員 井芹 慶彦
 東京工業大学大学院 正会員 鼎 信次郎

1. 研究の背景と目的

地球温暖化適応策の利水面での検討や適切な水資源管理の実施において、ダム流域の長期流出を精度良く把握することは重要である。安藤ら¹⁾が提案した山地流域を対象とする日単位の水循環モデルを筆者らは1時間単位計算の構造に改良し、解析精度の向上を進めてきた²⁾。その中で、地下水流出量を算定する貯留関数式の最適定数を特定できる可能性を示した。積雪地域である最上川上流の白川ダム流域と寒河江ダム流域に対して水循環解析を行っているが、冬期の降水データに欠測が多いため、水収支的な妥当性を踏まえた解析を基に最適定数を得る必要がある。そこで本研究では、前述の最上川上流の2流域と北海道地方の2流域、合計4つの積雪地域のダム流域を対象として、流況曲線の実測値と解析値の形状を考慮しながら水循環解析を行い、地下水流出の貯留関数式の最適定数を表すことを目的とする。

2. 流域の概要および水文データ

対象流域は、最上川上流の白川ダム流域(206 km²)、寒河江ダム流域(233 km²)、石狩川上流の大雪山ダム流域(290 km²)と天塩川上流の岩尾内ダム流域(331 km²)とする(図1)。使用する水文データは、水文・水質データベース、AMeDASから入手した1時間単位の雨量、ダム流入量である。データ期間は2002年、2003年から2017年までの14年間および15年間である。

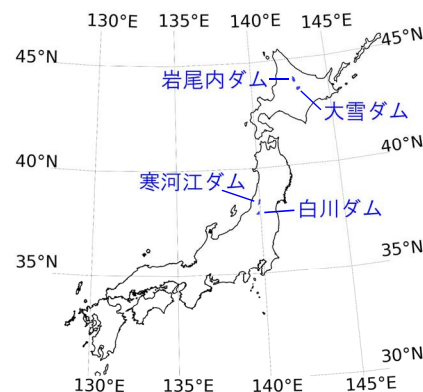


図1 対象流域の位置

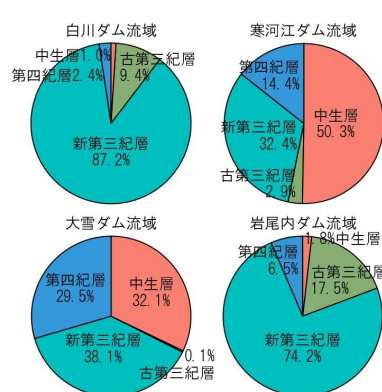


図2 対象流域の地質年代の分類

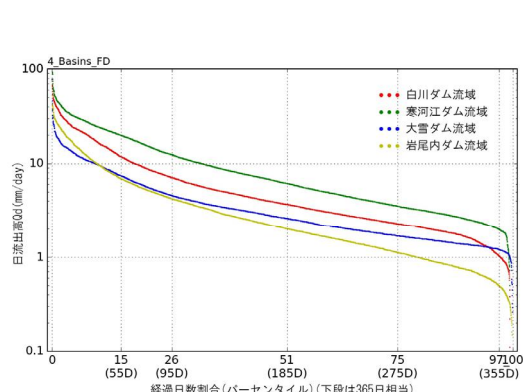


図3 対象流域の実測流量の流況曲線

低水流出の特性は流域の地質に起因するため、流域の表層地質を20万分の1日本シームレス地質図から地質年代別の面積率で表した(図2)。各流域の地質成分は、流域間の距離に関わらず異なっている。図3に示す流況曲線は、流域の地質成分の違いの他に降水量の多寡もあり、流域ごとに流況の違いがある。

3. 水循環解析

水循環モデルは、流域平均降水量の推定、Diskin-Nazimov モデルによる直接流出量と雨水浸透量の分離、不飽和帯水分量と地下水涵養量の計算、地下水流出量および洪水流出量の算定から構成されている。地下水流出量は次の貯留関数式により計算する。

$$Q_g = A_u^N S_g^N \quad (1)$$

ここに、 Q_g : 地下水流出量、 A_u : 減水定数、 N : 指数、 S_g : 地下水貯留量。

(1)式の N 値は、解析精度と実用性を踏まえて既往の研究²⁾より100を用いる。最適な減水定数 A_u の探索は、 A_u 値を 1.0×10^{-5} あるいは 1.0×10^{-6} のステップ値で変動させて計算を行い、日流出量相対誤差の平均値(ADRE: Average of Daily runoff Relative Error)

(%)が最小を示す A_u 値を最適と見なす。ADREの評価範囲は低水流出を重視して、実測値の経過日数割合15%以上97%未満の流量とした。また、 A_u 値は有効数字2桁で表す。図4に各流域の最適 A_u 値の探索結果を表す。なお、水循環解析において流況曲線

キーワード 積雪地域、ダム流域、水循環解析、流況曲線、減水定数、年水収支量

連絡先 〒191-8506 東京都日野市程久保 2-1-1 明星大学理工学部 TEL 042-591-5111

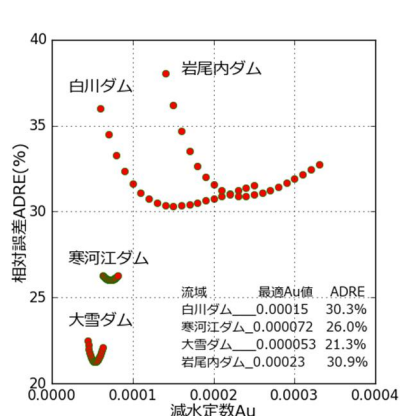
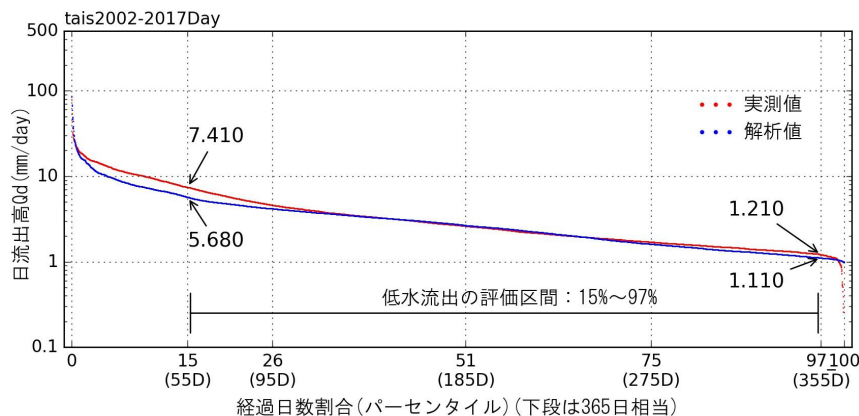
図 4 最適な減水定数 Au 値の探索

図 5 流況曲線の解析値と実測値の比較の例

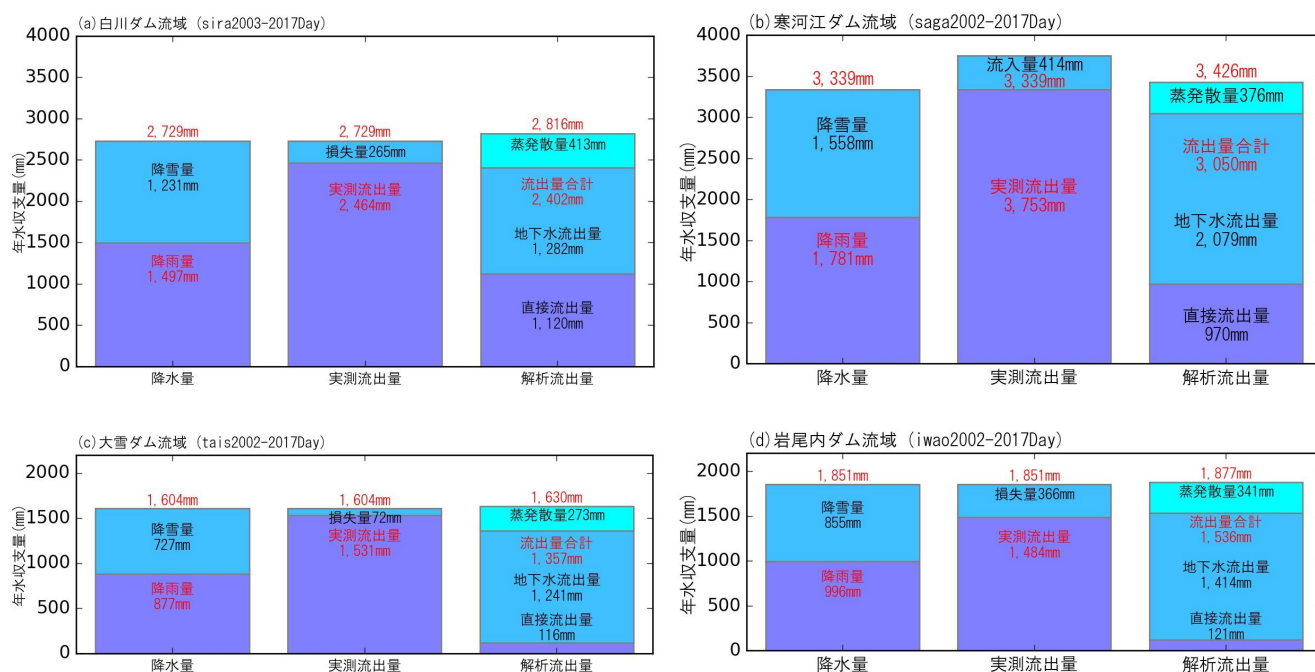


図 6 水循環解析から得た各流域の年水収支量

の解析値の形状が実測値に近似するように冬季の観測降水量の補正を行った。また、寒河江ダム流域では流域外からの流入量も考慮した。最上川上流の 2 流域では、相対誤差 $ADRE$ は既往研究²⁾と比較して良好な値が得られおり、水収支量も適切な値に改善されていると推察される。流況曲線の解析値と実測値の比較例として大雪ダム流域の場合を図 5 に示す。

最適な減水定数 Au を用いた長期間の解析結果の集約として、図 6 に年水収支量を平均化して表す。いずれの流域も年降雪量は年降水量の 4 割程度ある。そして年降水量は、北海道地方の 2 流域は東北地方の 2 流域に比べてかなり少ない。また、直接流出量も極めて少なくなっている。これは表面流出を発生させる強雨がほとんどないことが考えられる。

4. おわりに

本研究では、積雪地域の 4 つのダム流域を対象に 14~15 年間の水循環解析を行い、流況曲線の解析値

と実測値の形状を考慮しながら地下水流出の減水定数 Au の最適値を特定した。最適値を用いた解析では、相対誤差 $ADRE$ は最上川上流の 2 流域では既往研究の数値より改善され、最適 Au 値の適用が初めての北海道地方の 2 流域では、 $ADRE$ が 30% 程度以下で比較的良好な結果を得た。流況曲線を踏まえた補正による本研究の解析手法は妥当であると考えている。

本研究は、日本学術振興会の科学研究費補助金基盤研究(C)(一般) (JP15K06241) の支援により実施された。関係各位に感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 安藤義久・高橋裕：山地河川の長期流出解析に関する一考察、土木学会論文報告集、第 318 号、pp.93-105、1982。
- 2) 藤村和正・井芹慶彦・鼎 信次郎・村上雅博：低水流出に適用する貯留関数式の定数の特性、土木学会論文集 B1(水工学)、Vol.71、No.4、I_301-I_306、2015。