

## 早明浦ダム流域における低水流出の貯留関数式の定数に関する考察

明星大学 正会員 ○藤村 和正  
 東京工業大学大学院 正会員 井芹 慶彦  
 東京工業大学大学院 正会員 鼎 信次郎  
 高知工科大学 フェロー 村上 雅博

### 1. 背景と目的

山地河川流域の低水流出の再現性を表すことは、地球温暖化による水資源への影響予測及び適応策の検討<sup>1)</sup>において重要である。当初、安藤ら<sup>2)</sup>が提案した山地河川流域を対象とした日単位の水循環モデルは Fujimura et al.<sup>3)</sup>により1時間単位のモデルに改良された。このモデルにおいて、低水流出の貯留関数式に含まれる2つの定数、減水定数  $Au$  と指数  $N$  の関係は、減水定数  $Au$  が指数  $N$  の従属変数として(1)式により表されることを藤村ら<sup>4)</sup>は示している。

$$Au = 1 / \{ \alpha N^\beta \} \quad (1)$$

ここに  $\alpha$ 、 $\beta$  は定数。しかし、この  $\alpha$ 、 $\beta$  の影響要因については未解明であり、また、 $Au$  と  $N$  の値は最適値近傍として示されているが、最適値の追及は行っていない。つまり、低水流出の特性値としての  $Au$  と  $N$  の要因解明には多くの余地を残している。そこで本研究では、早明浦ダム流域を対象として  $Au$  を微細に変化させ、 $N$  を高い値で変化させて水循環解析を行い、 $Au$  と  $N$  の最適値を追及する。また、 $\alpha$ 、 $\beta$  の影響要因の一つとして季節に着目し、多雨期(4月~10月)と少雨期(11月~3月)に分けて水循環解析を行い、 $Au$ - $N$  関係について考察することを目的とする。

### 2. 対象流域の概要

早明浦ダム流域は四国の吉野川の上流に位置する。流域面積は発電用水のために流域変更した汗見川流域も含めて472km<sup>2</sup>である。流域内の瀬戸川上流域の瀬戸川取水堰での取水量は、高知分水を通じ、高知市の重要な水道水源となっている。さらに、早明浦ダムは下流の池田ダムとの連携操作され、香川用水、吉野川北岸用水を通して、香川県、徳島県の主要水源にもなっている。水文データは、水資源機構から降水量、ダム流入量入手し、AMeDAS から本山地点の気温を得た。データ期間は1991年1月1日から2010年12月31日までの20年間である。図1に流域の概要図および水文観測地点を示す。

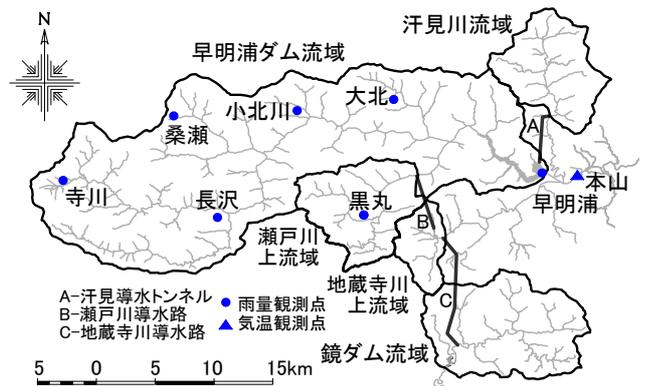


図1 早明浦ダム流域の概要図

### 3. 最適定数の検討

#### (1) 水循環モデルと誤差評価式

解析に使用する水循環モデルは Fujimura et al.<sup>3)</sup>が提案したモデルである。モデル構造は、流域平均降水量の推定、直接流出量と雨水浸透量の算定、不飽和帯水分量と地下水涵養量の算定、地下水流出量の算定および洪水流出量の算定の構成となっており、地下水流出量と洪水流出量を合算して総流出量を算定する。解析誤差の評価は、(2)式の日流出量相対誤差の平均値 ( $ADRE$ : Average of Daily runoff Relative Error) により実測流出高が日流出量換算で10mm/day以下の流出に対して行う。

$$ADRE = \frac{\sum \left( \frac{|Q_{cal} - Q_{obs}|}{Q_{obs}} \times 100 \right)}{n} (\%) \quad (2)$$

ここに、 $Q_{cal}$ : 日流出量計算値、 $Q_{obs}$ : 日流出量実測値、 $n$ : 評価日数合計。

キーワード 低水流出、最適定数、水循環解析、流況曲線

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 TEL042-591-5111

(2) 最適定数の探索

早明浦ダム流域でのこれまでの最適定数の探索は、 $Au$  値を 0.0001~0.0100、0.0001 ステップ、 $N$  値を 1.0~40.0、0.5 ステップで変化させて  $ADRE$  値を得ていた。本研究では  $Au$  と  $N$  の最適値の追及のため、 $Au$  値を 0.00001~0.00040、0.00001 ステップ、 $N$  値を 100.5~199.5、0.5 ステップで変化させて水循環解析を行い  $ADRE$  値を得る。解析結果として  $ADRE$  値の下位 0.1% (7960 ポイント中 80 ポイント) を図 2 の両対数グラフに示す。今回の解析では、最適定数は、 $Au=0.00016$ 、 $N=191.0$  に出現したが、さらに  $N$  値が 200 以上の指数関数の右下延長に存在すると推察される。しかし、本研究では有効数字を 7 桁として  $ADRE$  値を区別しており、実用的には、図 2 中の指数関数上の値を最適定数と見なすことができると考えられる。

(3) 最適定数の季節別評価

解析期間を多雨期(4/1~10/31)と少雨期(11/1~3/31)に分けて、1991/4/1~2010/3/31 まで各年各期の水循環解析を、 $Au$  値を 0.00001~0.00040、0.00001 ステップ、 $N$  値を 100.0~199.0、0.5 ステップで変化させて行い、 $ADRE$  値を得た。まず、季節別の実測流量の流況曲線を図 3 に示す。縦軸の流出高は両対数軸で表しており、多雨期と少雨期の流況が大きく異なることが分かる。次に、各年の多雨期と少雨期の  $ADRE$  値の下位 0.1% (7960 ポイント中 80 ポイント) の  $Au-N$  関係を図 4 に示す。各年各期とも最適定数  $Au-N$  関係は指数関数として表されることが推定でき、傾きはほぼ等しいことが伺える。少雨期の分布は多雨期より下方に位置し、また、 $N$  値の分布幅は広い。以上より最適定数が出現する  $Au-N$  の関係は、多雨期と少雨期で異なることが示唆される。これは流況曲線の違いとも関連していると考えられる。流況曲線は、気候、地質など流域特性に影響されるので、今後、流況曲線と合わせて低水流出の貯留関数式の最適定数を検討して行く必要がある。

4. おわりに

本研究は低水流出の最適定数の検討を、早明浦ダム流域に特定して、気候の特徴を考慮して行った。多雨期と少雨期で流況曲線の違いが明確となり、そして最適定数の特徴が定性的に示された。

本研究は、文部科学省気候変動適応研究推進プログラム(RECCA)の研究課題「流域圏にダウンスケーリングした気候変動シナリオと高知県の適応策」の成果の一部である。関係各位にここに記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 文部科学省：気候変動適応研究推進プログラム、<http://isacc.triple-i.me/> (2014.4.3)
- 2) 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.
- 3) Fujimura, K., Shiraha, K., Kanae, S. and Murakami, M.: Development of the hourly hydrological model for mountainous basins using the storage function method and the Diskin - Nazimov infiltration model, IAHS Publication, Vol. 355, pp. 338-344, 2012.
- 4) 藤村和正・井芹慶彦・鼎信次郎・村上雅博：水循環解析に基づく低水流出の貯留関数式における最適定数に関する研究、土木学会論文集 B1(水工学)、Vol.70、No.4、pp.361-366、2014.

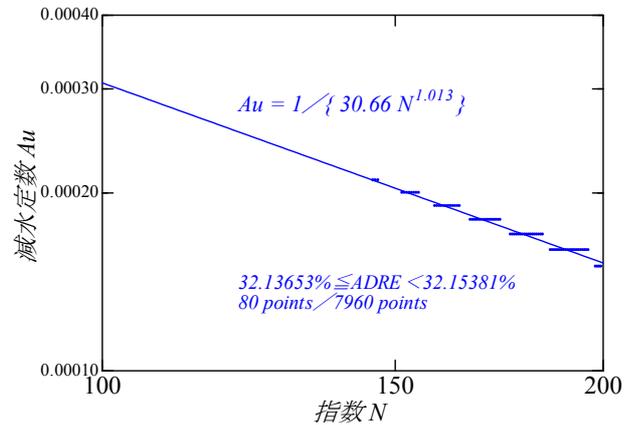


図 2 減水定数  $Au$  と指数  $N$  の関係

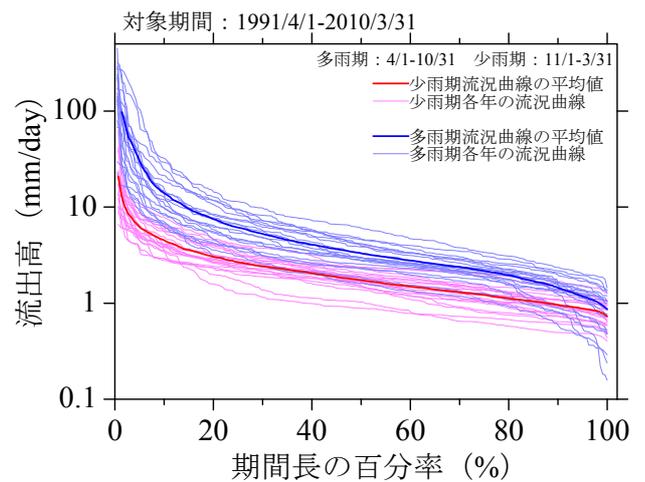


図 3 季節別の流況曲線

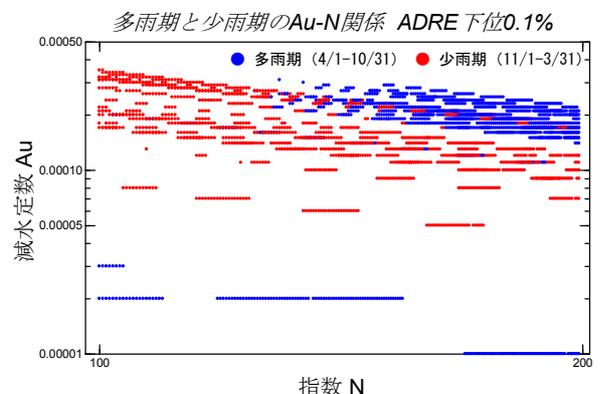


図 4 多雨期と少雨期の  $Au-N$  関係