

貯留関数式のパラメータ特性に関する4つのダム流域における考察

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

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

1. 研究の背景と目的

前報¹⁾では、早明浦ダム流域の14洪水を対象にして貯留関数パラメータの最適値を解析的に探索した。その結果、 p 値と k 値の相互関係を指数関数式、 $p-k$ 曲線として表した。 p 値と k 値は独立したパラメータであると認識されているが、 $p-k$ 曲線の存在は、貯留関数パラメータに新たな解釈を加える可能性がある。筆者らは鏡川流域においても同様の結果を示しているが²⁾、鏡川流域は早明浦ダム流域と気候・地質がほぼ同じであるため、 $p-k$ 曲線について他の流域で検討する必要がある。そこで本研究では、早明浦ダム流域の対象洪水数を増やすとともに、東北地方の寒河江ダム流域、北海道地方の大雪山ダム流域と岩尾内ダム流域の4流域において、選定した洪水の最適パラメータを探索し、流域比較を行うことにより、貯留関数パラメータの特性として $p-k$ 曲線について考察する。

2. 流域の概要および水文データ

対象流域は、吉野川上流の早明浦ダム流域(472 km²)、最上川上流の寒河江ダム流域(233 km²)、石狩川上流の大雪山ダム流域(290 km²)そして天塩川上流の岩尾内ダム流域(331 km²)である(図1)。各流域の地質年代を20万分の1日本シームレス地質図から読み取り、面積率を表した(図2)。早明浦ダム流域は保水性の低い中生層が98%を占めているが、岩尾内ダム流域は、保水性が高い火山性地質の新第三紀層と第四紀層が80.7%を占め、表層地質の年代割合

には大きな違いがある。使用する水文データは1時間単位の雨量、ダム流入量であり、水文・水質データベース、AMeDASおよび水資源機構から入手した。対象洪水は6月1日から10月31日の間に発生したピーク流出が卓越する出水を選定し、洪水数は4流域合計で70個である。出水規模は流域毎に異なるためピーク流出高の基準を流域毎に表1のように設定した。対象洪水を選定するデータ期間、年数、および洪水個数も表1に表す。総雨量-総流出量の関係を流域毎に整理し、図3に集約する。早明浦ダム流域では、総雨量1,125mm、総流出量900mmの大規模な洪水がある。また、早明浦ダム流域の小規模の洪水は、大雪山ダムおよび岩尾内ダム流域の最大規模の洪水に匹敵している。このように4ダム流域の洪水規模にも表層地質と同様に流域の特徴が表れている。

3. 解析結果及び考察

解析方法は、有効降雨量の算定にDiskin-Nazimovモデルを用い、有効降雨量を貯留関数式に入力して直接流出量を算出する。1洪水当たり10,000組の $p-k$ 値の流出計算を行い、Nash係数が最大となる $p-k$ 値の組み合わせを最適パラメータとする。 $p-k$ 値の変動

表1 対象洪水の選定条件と洪水数

流域	データ期間	年数	ピーク流出高	洪水数
早明浦ダム	1991-2010年	20年	10 mm/h以上	33個
寒河江ダム	2002-2016年	15年	4 mm/h以上	18個
大雪山ダム	2002-2016年	15年	2 mm/h以上	10個
岩尾内ダム	2002-2016年	15年	1.5mm/h以上	9個

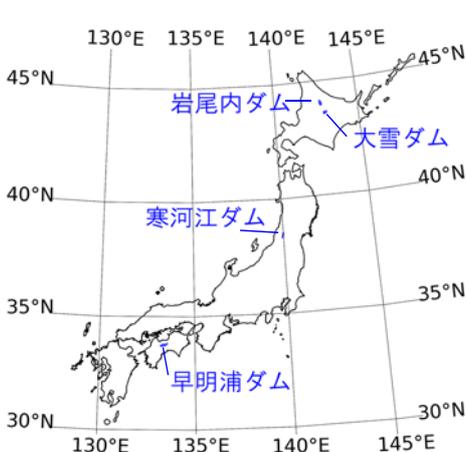


図1 対象流域の位置

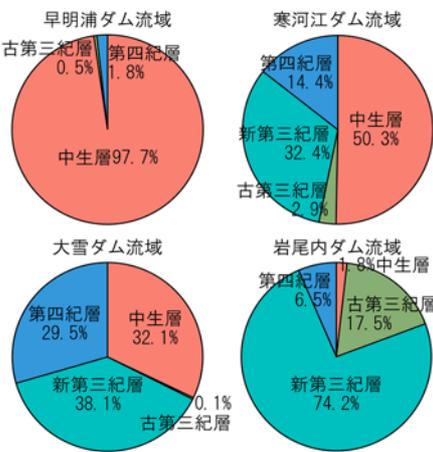


図2 各流域の地質年代の分類

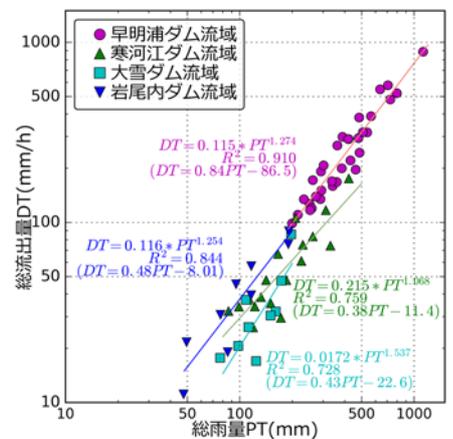


図3 各流域の総雨量-総流出量関係

キーワード 貯留関数式, Nash係数の分布図, 最適パラメータ, $p-k$ 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

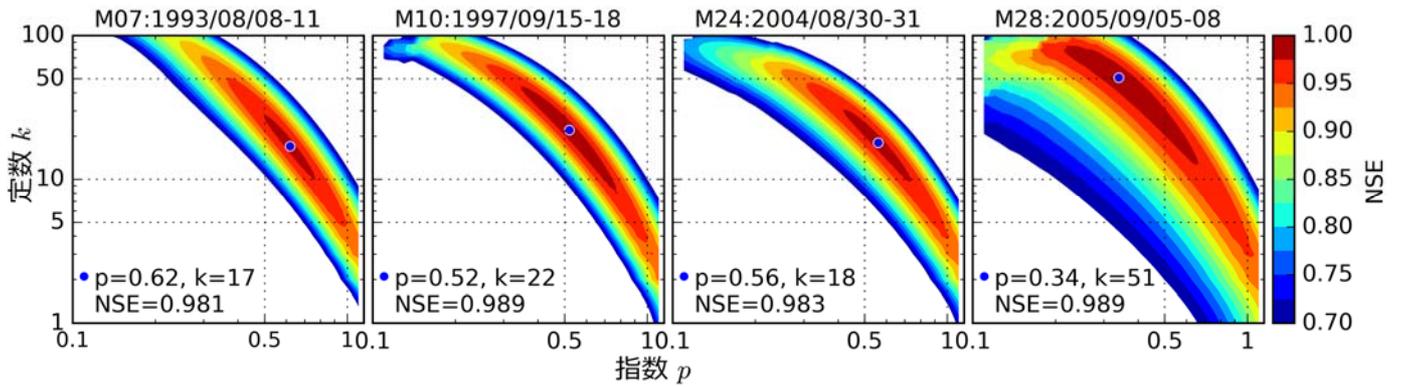


図 4 Nash 係数の分布図 (早明浦ダム流域のピーク流出量の大きい 4 洪水の例)

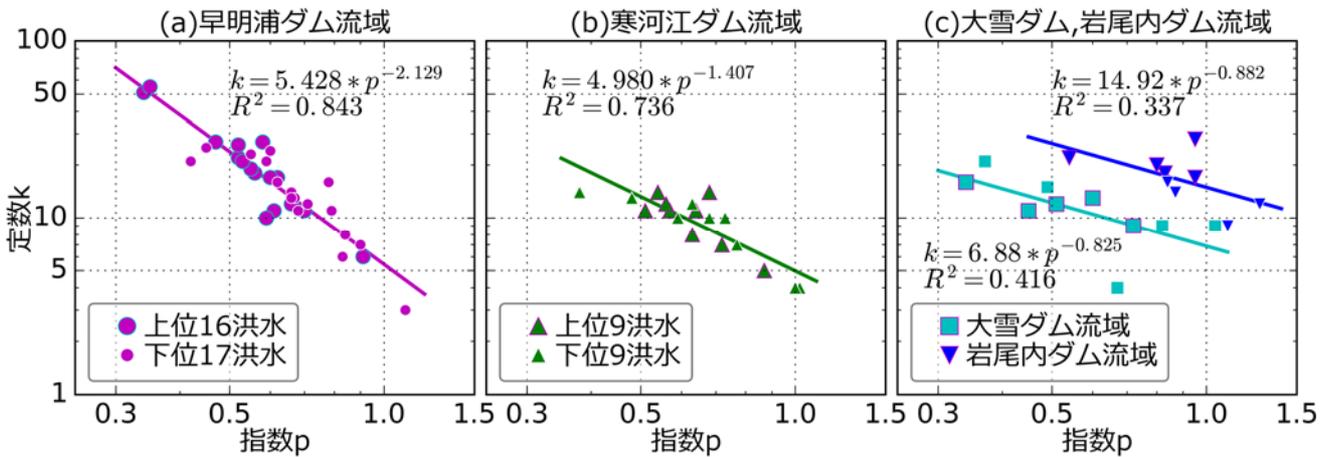


図 5 最適パラメータ $p-k$ 値の分布と近似曲線

範囲とステップ値は、 p 値は 0.11~1.10 まで 0.01 で 100 計算分、 k 値は 1~100 まで 1.0 で 100 計算分である。ただし、 p 値の最適値が 1.10 以上になる場合には、0.51~1.50 のように変動幅を移動させる。

最適パラメータの探索結果の例を早明浦ダム流域のピーク流出量の大きい 4 洪水について図 4 に表す。0.7 以上の Nash 係数の分布を両対数グラフで表し可視化したところ、分布図にコンターが明確に現れた。次に、Nash 係数が最大値となった $p-k$ 値の位置を青丸で記す。これは、対象とする洪水の最適な $p-k$ 値、つまり、最適パラメータを特定している。洪水毎に最適な $p-k$ 値の位置は異なっている。ここで述べた Nash 係数の分布図の特徴は、早明浦ダム流域の他の洪水、そして、他の 3 流域の最適パラメータ探索の結果でも同様であった。

次に、最適パラメータの $p-k$ 値を流域毎に両対数グラフにプロットし、近似曲線で表した (図 5)。4 流域とも $p-k$ 曲線を表すことができたが、決定係数 R^2 は流域によって違いが生じた。大雪ダム流域と岩尾内ダム流域では小さい値であり、図中でもバラつきが見られる。これは、対象洪水の降雨規模が小さく、保水性が高い地質の流域であるため、降雨に対する流出の応答が早明浦ダム流域と寒河江ダム流域に比べて緩やかなことが理由として考えられる。

$p-k$ 曲線近傍に分布する最適パラメータと洪水規模との関係を考察するため、ピーク流出高を大きさの順に上位半分と下位半分に分けてプロットサイズを変えて表した。しかし、特に最適パラメータと洪水規模との関係性は認められなかった。

4. おわりに

本研究では、気候・地質条件が異なる流域において貯留関数パラメータの最適値を探索し、 $p-k$ 値の相互関係を検討した。その結果、決定係数には違いが生じたが、4 流域において $p-k$ 曲線を確認できた。

本研究は、独立行政法人水資源機構吉野川局、池田総合管理所から早明浦ダム流域のデータを提供して頂いた。また、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。関係各位にここに記して感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 藤村和正・井芹慶彦・岡田将治・鼎信次郎・村上雅博：良好な再現性を得る貯留関数式のパラメータの範囲について，土木学会第 71 回年次学術講演会講演概要集第 2 部，II-100, pp.199-200, 2016.9.
- 2) 鈴木勝好・藤村和正・井芹慶彦・岡田将治：貯留関数式のパラメーター特性に関する鏡川流域における考察，第 43 回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集，II-34, 2016.3.