

岩尾内ダム流域における貯留関係パラメータの一般化に関する検討

明星大学理工学部 学生会員 ○仲田 光喜
東京工業大学大学院 正会員 井芹 慶彦

明星大学理工学部 正会員 藤村 和正
高知工業高等専門学校 正会員 岡田 将治

1. はじめに

近年、豪雨災害が続いており、平成 26 年は広島市の豪雨による土砂災害と高知豪雨、平成 27 年は関東・東北豪雨災害、そして平成 28 年は北海道・東北豪雨災害が発生した。それ故、洪水防御の重要性は増しており、高い精度での流量把握が必要になっている。現在、洪水流出解析に貯留関数式が広く用いられている。貯留関数式には 2 つのパラメータがあり、その値は洪水毎に異なり出水前の設定が困難である。最近、パラメータ特性を解明する解析的研究が進められており、2 つのパラメータが指数関数式で表現できる可能性が四国の鏡川流域と早明浦ダム流域において示されている¹⁾²⁾。しかし、この 2 流域は気候と地質がほぼ同じ隣接する流域であるため、パラメータ特性に一般性があるのかは定かではなく、他流域で検証する必要がある。そこで本研究では、自然条件が四国とは大きく異なる北海道地方の岩尾内ダム流域を対象として貯留関数式を用いた洪水流出解析を行い、洪水毎にパラメータの最適値を探索し、そして最適パラメータを指数関数式で表現し定式化することを目的とする。

2. 対象流域と対象洪水

対象流域は北海道の天塩川上流に位置する岩尾内ダム流域 (331.4 km²) である (図 1 左)。雨量及びダム流入量データは国土交通省水文水質データベースから入手した。流域内には岩尾内ダム地点を含めて 4 地点の雨量観測所がある。流域の表層地質は図 1 右に示すように第四紀層、第三紀層が 98%以上で、保水性の高い火山性地質である。対象洪水は、2002 年～2016 年の 6 月～10 月のハイドログラフが明瞭に卓越している洪水を対象とし、ピーク流出高が 1.5mm/h 超える 9 洪水を選定した。

3. 解析方法

有効降雨量の算定のため、流域を 100 m グリッドに分割し、逆距離加重法によりグリッド点の降水量

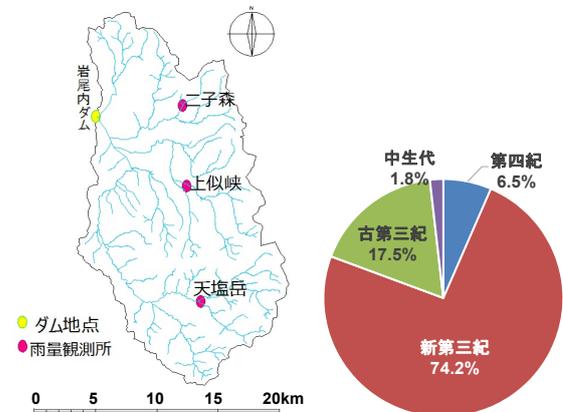


図 1 岩尾内ダム流域の概要図と表層地質割合

を算定する。そして Diskin-Nazimov の雨水浸透モデルにより浸透能計算を行い、有効降雨量と浸透量を分離する。グリッド点の有効降雨量を流域内で平均化し、貯留関数式の貯留量への入力値とする。なお、有効降雨量は直接流出量とほぼ等しくなるように浸透モデルのパラメータの初期浸透能、終期浸透能、表層水分貯留量の最大値を洪水毎に設定する。

流出量計算には、次に示す貯留関数式を用いる。

$$S = k Q^p \quad \dots (1)$$

ここに、 S : 貯留量、 Q : 流出量、 p : 指数、 k : 係数。
(1)式の 2 つのパラメータ、指数 p と係数 k の最適な組み合わせを探索するため、2 重ループの解析プログラムによりパラメータ値を変化させて流出計算を繰り返す。最適パラメータを特定するため一つの洪水について 10,000 回の流出解析を行う。解析結果は Nash-Sutcliffe 式により評価する。

4. 結果と考察

最適パラメータの探索結果として Nash 指数値の分布図を 3 洪水について図 2 に示す。Nash 指数値が最大となる最適パラメータ p - k 値が青丸印 (●) であり、これを中心に Nash 指数値はコンタとして現れている。他の 6 洪水についても同様であり、洪水毎に最適パラメータの出現位置が異なっている。次に最適パラメータを用いた Nash 指数の最大値は 9 洪水中 7 洪水で 0.87 以上であり、良好な再現性が得られてい

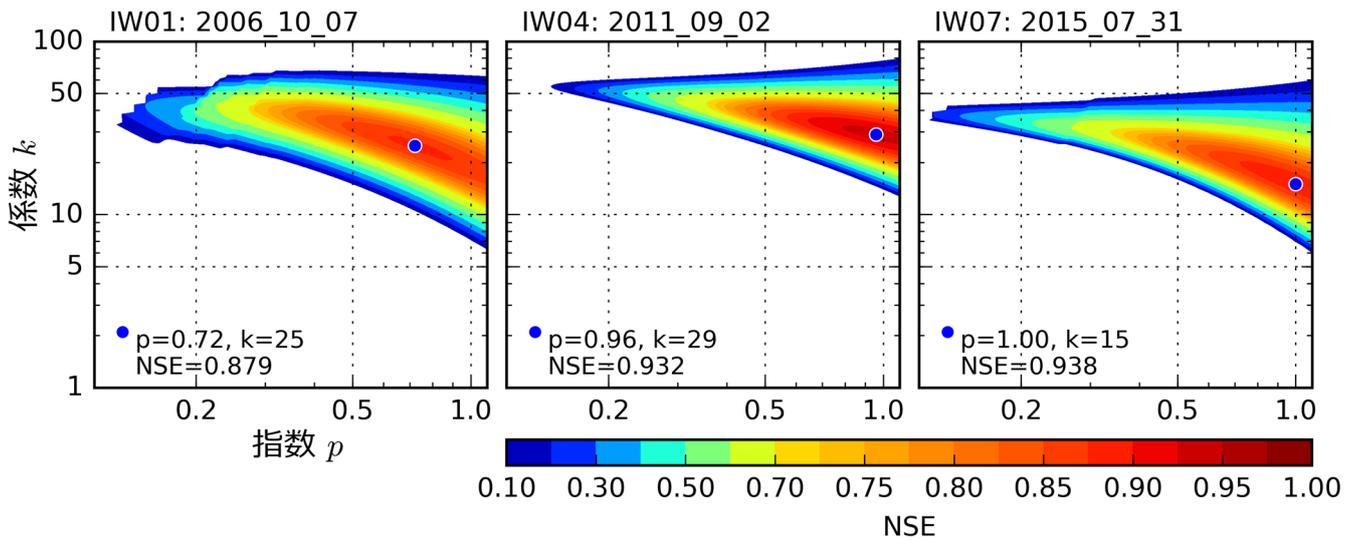


図 2 Nash指数値の分布の例

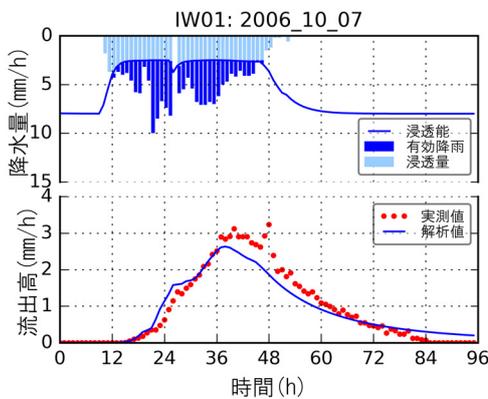


図 3 解析ハイドログラフの例

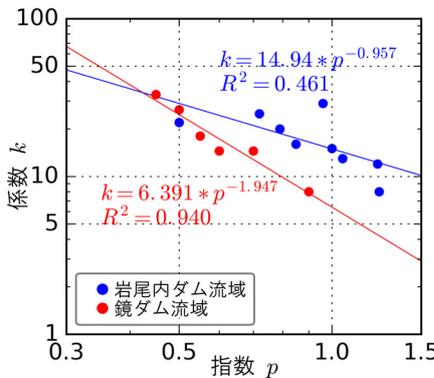


図 4 最適パラメータのp-k曲線

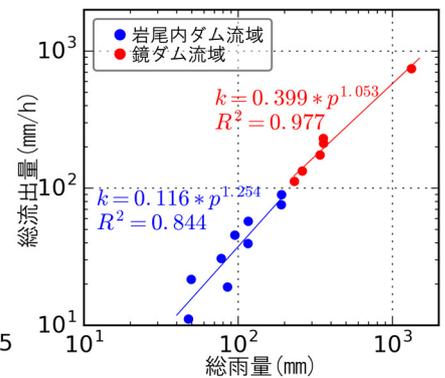


図 5 総雨量-総流出量関係

る。図 3 にはその解析結果の一例を示す。図 4 には全洪水の最適パラメータ $p-k$ 値を両対数グラフで表し、指数関数で近似し $p-k$ 曲線として表した。ここには前報¹⁾の結果である鏡ダム流域の $p-k$ 曲線も表している。鏡ダム流域と比較すると $p-k$ 値にはバラつきがあり、 $p-k$ 曲線の決定係数が小さい。この理由として両流域の降雨-流出関係について図 5 に表し考察する。岩尾内ダム流域の最大の洪水イベントは鏡ダム流域の最小の洪水イベントより小さく、降雨-流出現象に顕著な違いがある。これは岩尾内ダム流域は鏡ダム流域に比べて降雨規模が小さく、表層地質の保水性が高いためである。流出規模の小ささが $p-k$ 値のバラつきに影響しているものと思われる。しかし、貯留関数式の最適パラメータは流域の自然条件によらずに指数関数 $p-k$ 曲線として表現されることが岩尾内ダム流域においても確認できる。

5. おわりに

本研究では北海道岩尾内ダム流域において貯留関

数式の最適パラメータに関する解析的研究を進めた。これまで四国地方の流域で示されていた最適パラメータの $p-k$ 曲線が降雨規模と表層地質の異なる岩尾内ダム流域でも表現できることが示された。これにより貯留関数式の最適パラメータは流域の自然条件によらず一般化できることが示唆された。

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。関係各位にここに記して感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 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.
- 2) 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.