

平均化時間を指標とした貯水池を含む小流域の洪水流出特性評価

Evaluation of the Flood Discharge Characteristics in the Reservoir Catchment
using the Averaging-Time Index

篠崎 剛* , 竹下伸一** , 三野 徹***

Tsuyoshi SHINOZAKI* , Shinichi TAKESHITA** , Toru MITSUNO***

1. はじめに

近年、貯水池の洪水緩和機能を評価する試みがなされている。洪水緩和とはピークを低下させる効果であるが、従来は、この効果を貯留容量に置き換えて評価する方法が用いられてきた。しかし、貯留容量はピークを低下させる手段の一つであるにすぎず、洪水緩和機能が十分に表現できていないと考えられる。そこで本論では、新しく平均化時間という評価指標を提案し、貯水池の洪水緩和機能を事例的に評価した。

2. 調査流域概要

2.1 辻池流域：Fig.1 に辻池流域の概要を示す。流域の一部は希望ヶ丘文化公園となっているが、大部分は山林となっている。辻池は流域面積 3.71km²、総貯水量 15.4 万 m³の農業用ため池である。本流域では水圧式水位計と雨量計を設置してその経時変化を記録している。観測は2003/4/16 から開始された。欠測降雨は滋賀県総合教育センターのデータを用いて補完した。

2.2 五條流域：本流域は造成畑地(A 流域)と山林地(B 流域)が隣接しており、流域面積はそれぞれ 11.77ha、12.82ha である。五條流域の概要を Fig.2 に示す。本流域では降水量と流出量が長期的に観測されている。

3. 貯水池流域の洪水流出プロセス

Fig.3 は辻池流域における降雨イベントの一例である。降雨はまず森林によって平均化され、背後流域からのピーク流出量が低下する。背後流域からの流出水、つまり辻池への流入水はさらに辻池の平均化作用を受け、ピークは一段と低下する。このように、森林と貯水池の両方が、流入水を平均化することによってピークの低下、すなわち洪水緩和機能を発揮していると考えられる。したがって、この平均化の程度とピーク低下量との関係を定量化できれば、森林、貯水池、流域全体の洪水緩和機能を平均化という同一指標によって評価できると考えられる。

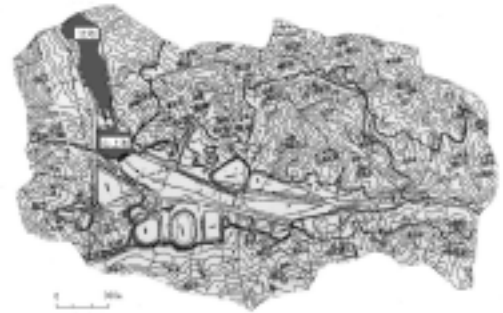


Fig.1 辻池流域の概要

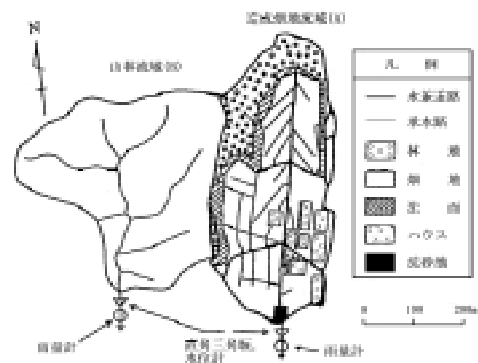


Fig.2 五條流域の概要

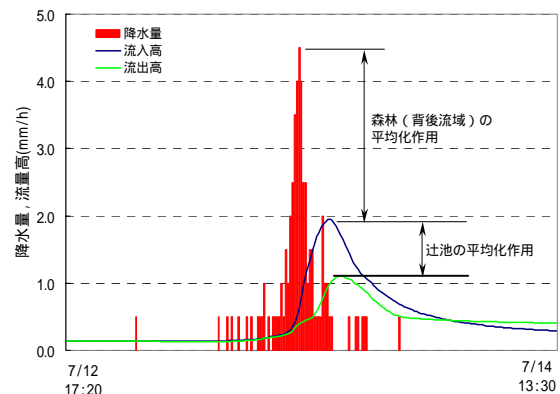


Fig.3 貯水池流域における洪水流出プロセスの特徴

*農林水産省農村振興局

Rural Development Bureau, The Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries of Japan

**宮崎大学農学部

The Faculty of Agriculture, Miyazaki University

***京都大学大学院農学研究科

Graduated School of Agriculture, Kyoto University

Key Words: 平均化時間, 貯水池, 背後流域, 洪水緩和

4. 平均化時間の考え方

4.1 平均化時間とピーク流出量：(1)式は合理式，(2)式は降雨流出系の線形応答関数である．両式を比較すると，ピーク流出は平均降雨強度が最大になるときに生じることがわかる．また，平均降雨強度は降雨を平均する時間幅の関数である．そこで本論では，この t_p を「平均化時間」と定義し，ピーク流出に寄与する t_p を平均化の定量化指標とすることとした．

4.2 t_p の算出方法：移動平均法：ハイトグラフに対して，時間幅 t_p を様々に変えて移動平均を施し，ハイドログラフのピーク値と一致するときの t_p を決定する．計算は容易であるが $f_p=1$ と仮定する必要がある．積算雨量法：ピーク流出発生時刻から遡って雨量を積算する．積算雨量を遡及時間で除すと平均降雨強度となるため，これが最大となるときの t_p を求める．有効降雨を分離しないで f_p を逆算することができる．

5. 解析結果と考察

五條流域の積算雨量法による解析結果を Fig.4 に示す．同一の $R(\)_{max}$ に対する平均化時間は A 流域の方が B 流域よりも小さいことがわかる．これは，A 流域の保水性や浸入強度が B 流域よりも小さく，降雨が速やかに集水されるためであると考えられる．また，平均化時間を算出すると，任意の確率降雨強度に対するピーク流出量を推定し得ることが確認された．

Fig.5 は辻池の背後流域における両手法の解析結果を比較したものである．近似曲線の傾きはほぼ同値となっており，雨の降り方の違いが平均化時間に与える影響は両手法とも同程度に再現されていることがわかる．また，移動平均法による解析結果が積算雨量法のものよりも全体的に小さくなっている．これは移動平均法が流出率 1 のもとで計算をおこなうことに起因すると考えられる．

Fig.6 は洪水前に満水状態である場合の辻池の平均化時間と，ピーク低下率との関係を示したものである．これを見ると，辻池による洪水のピーク低下率と平均化時間には相関関係があることがわかる．そして，平均化時間が大きいほど，辻池は洪水緩和機能を発揮すると評価し得る．さらに，平均化時間は背後流域（森林）と貯水池に共通の評価指標であるため，任意の確率降雨強度に対して背後流域と貯水池がピーク流出量に及ぼす影響を直接比較することができると考えられる．

このように，平均化時間を指標とすることにより，比較的容易にピーク流出量を推定できることが示された．本指標によって貯水池の洪水緩和機能を評価し得ると期待される．

$$Q_p = f_p R \quad (1)$$

$$Q(t) = R(t) = \int_0^{t_p} W(\tau)r(t-\tau)d\tau \quad (2)$$

$$ただし, \quad W(\tau) = \begin{cases} \frac{1}{t_p} \cdots (0 < \tau < t_p) \\ 0 \cdots (t_p < \tau) \end{cases}$$

Q_p : ピーク流出量, f_p : ピーク流出係数

R : 平均降雨強度, r : 降水量, t_p : 平均化時間

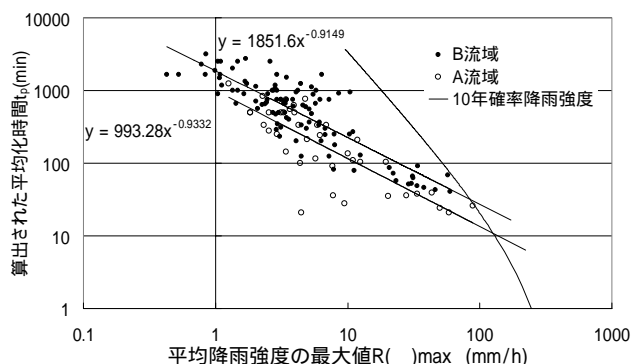


Fig.4 平均化時間と平均降雨強度最大値との関係

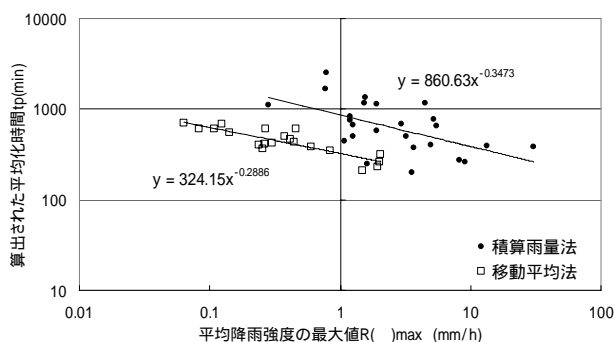


Fig.5 移動平均法と積算雨量法との関係

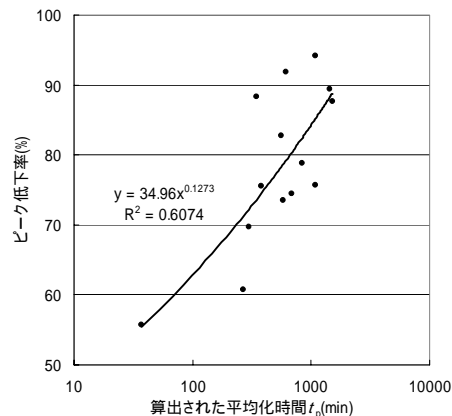


Fig.6 辻池の洪水緩和機能評価