

吉野川上流域における森林の洪水低減機能の評価

徳島大学大学院 学生員 ○長澤 良美
 徳島大学大学院 正 員 田村 隆雄

1. はじめに：近年，森林流域のもつ洪水低減機能に期待が寄せられている．これまでの洪水低減機能の評価は多くの場合，地表面下の保水量のみで行われてきた．しかし，洪水が発生するような大雨の場合，ピーク流量の大部分は地表面下に浸透できずに地表面流として流出することから，著者らの研究グループは，地表面下の保水量に地表面流の流れにくさを考慮した洪水低減評価指標を提案¹⁾した．本研究では，洪水低減評価指標とこの地表面流の貯留高を含めた流域の最大貯留高を比較することにより，洪水低減評価指標の有用性を検証する．また，植生の違いが洪水低減機能に及ぼす影響について考察する．

2. 解析対象流域概要：解析対象流域は図1に示す吉野川岩津上流域と青森県目屋ダム流域である．吉野川岩津上流域の大部分は起伏の多い山地で占められており，植生は主にヒノキ，スギといった針葉樹林で，地質は北から南に和泉層群，三波川帯，秩父帯が層状に分布している．また，目屋ダム流域は白神山地に属し，林相はブナ原生林などの落葉広葉樹が主体となっている．

3. 使用モデル：分布型流出モデル¹⁾を用いて解析を行った．斜面の雨水浸透・流出計算には図2に示す地表面流分離直列2段タンクモデルを用い，河道区間の合流・流下計算には修正 Muskingum-Cunge 法を用いた．分布型流出モデルのパラメータ同定には，2004 年台風 10 号，台風 16 号，台風 21 号，台風 23 号の洪水データを用いた．

4. 洪水低減評価指標：洪水低減機能を定量評価するために，地中保水量に加え，地表面流の流れにくさを評価項目として扱う．まず，地中保水量はタンクモデルで算出される地中水貯留高の洪水時の最大貯留高から降雨開始期間中の貯留高の差である流域地中最大貯留高 S_{max} で評価する．次に，地表面流の流れにくさはタンクモデルのパラメータ λ 。(地表面流出量の算出に使用する斜面粗度に関する係数)を用い， $1/\lambda_o^{1/3}$ で評価する． λ_o は以下の式で表される．

$$\lambda_o = 2.52 \times 10^{-3} \cdot \frac{I_s^{0.9}}{q_{o\max}^{0.8} (N \cdot L_s)^{1.8}} \quad (1)$$

ここで， I_s ：斜面勾配， L_s ：斜面長(m)， N ：Manning の等価粗度係数($m^{-1/3}s$)である．そして，地表面抵抗 $1/\lambda_o^{1/3}$ と流域地中最大貯留高 S_{max} との積を洪水低減評価指標 $S_{max}/\lambda_o^{1/3}$ として用いる．この指標により，洪水時に卓越する地中保水量に加え，地表面流の流れにくさも定量的に評価できる．具体的には，地表面粗度，斜面長，斜面勾配といった地表面特性



図1 吉野川岩津上流域

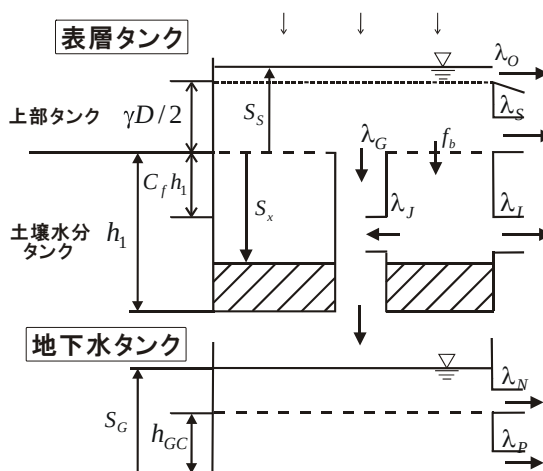


図2 地表面流分離直列2段タンクモデル

キーワード：吉野川，森林，洪水低減機能，分布型流出モデル，貯留高，洪水低減評価指標

連絡先：〒770-8506 徳島市南常三島町2丁目1番地 田村隆雄 TEL 088-656-9407

が洪水低減機能に与える影響を考察できる。

5. 解析結果：図3～図6に解析結果を示す。ここで、森林の貯留高を定量的に評価するために、降雨データは2004年台風23号通過時の早明浦降雨観測所の降雨(総雨量486.0mm, ピーク降雨強度65.0mm)を全てのサブ流域に適用した。図3は各流域の最大地中水貯留高 S_{max} を降順に並べたもの、図4はピーク洪水流出率 Q_p/R_p と最大貯留高との関係、図5はピーク洪水流出率 Q_p/R_p と洪水低減評価指標 $S_{max}/\lambda_o^{1/3}$ との関係、図6は地表面抵抗 $1/\lambda_o^{1/3}$ と地表面粗度 N の関係を示した図である。

5.1 洪水低減評価指標の有用性：図3から、貞光川流域、穴吹川流域では地下水の貯留高が大きく、その他の流域では表層の貯留高が大きく推定された。また、流域により貯留量が異なることがわかる。したがって、流域により表層の貯留高と地下水の貯留高の割合や貯留量が異なることが確認できた。図4から、ピーク洪水流出率 Q_p/R_p が小さくなるにつれて最大貯留高が大きくなる傾向が見られた。また、図5でも、ピーク洪水流出率 Q_p/R_p が小さくなるにつれて洪水低減評価指標 $S_{max}/\lambda_o^{1/3}$ の値が大きくなる傾向が見られた。図4と図5を比較した場合、流域の洪水低減機能の評価結果に大きな違いは見られない。これらのことから、洪水低減評価指標 $S_{max}/\lambda_o^{1/3}$ は洪水低減機能の評価する上で、有用な指標であると言える。そこで、洪水低減評価指標 $S_{max}/\lambda_o^{1/3}$ の要素である地表面抵抗 $1/\lambda_o^{1/3}$ について考察を行う。図6から、地表面抵抗 $1/\lambda_o^{1/3}$ には地表面粗度 N が大きく影響していることが確認できた。また、平均斜面勾配 I_s と平均斜面長 L_s はほとんど影響しないことを確認している。次に、植生の異なる目屋ダム流域、吉野川流域について考察を行う。図5から、洪水低減機能は吉野川流域のほうが比較的大きく推定された。このことは、図3と図6から、目屋ダム流域は最大地中水貯留高 S_{max} と地表面抵抗 $1/\lambda_o^{1/3}$ のどちらも比較的小さいことが影響していると考えられる。したがって、一般に言われているように、落葉広葉樹林が針葉樹林よりも洪水低減機能が高いとは限らないと考えられる。

6. まとめ：洪水低減評価指標と地表面流の貯留高を含めた流域の最大貯留高を比較した結果、洪水低減評価指標 $S_{max}/\lambda_o^{1/3}$ は洪水低減機能の評価するうえで有用な指標であることが確認できた。また、森林の針葉樹林と落葉広葉樹林との違いは洪水低減機能に直接結びつかないこと、地表面流の流れにくさである地表面抵抗 $1/\lambda_o^{1/3}$ には地表面粗度 N が大きく影響していることと推定された。

7. 参考文献：1) 田村・端野・穴水・荒木：吉野川池田ダム上流の森林流域の洪水低減機能に関する定量的評価, 水工学論文集, 52, pp. 379～384, 2008.

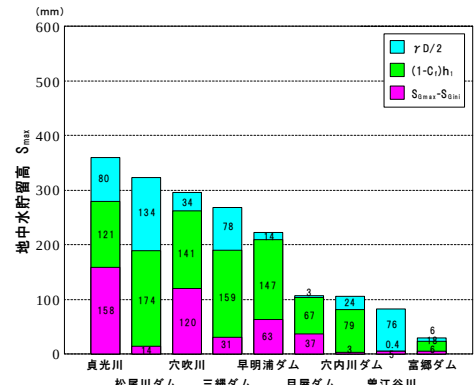


図3 各流域の最大地中水貯留高 (流域平均)

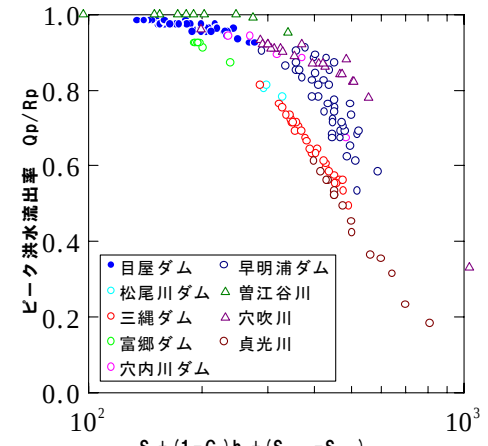


図4 ピーク洪水流出率と最大貯留高の関係 (サブ流域)

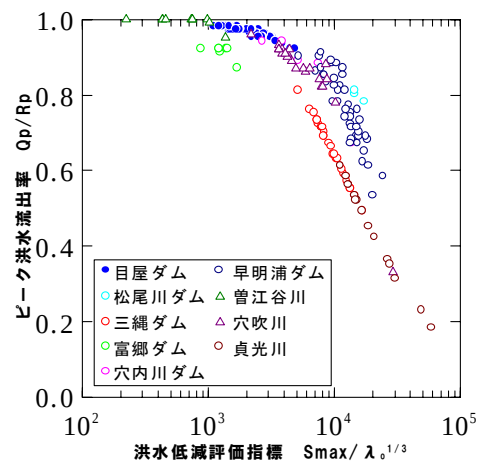


図5 ピーク洪水流出率と洪水低減評価指標の関係 (サブ流域)

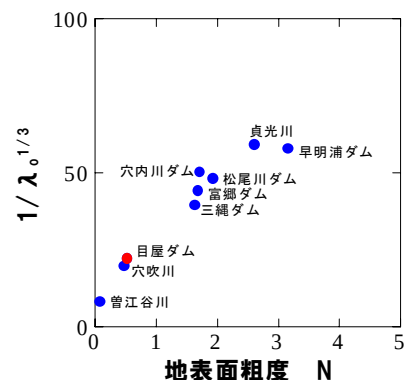


図6 各流域の地表面抵抗と地表面粗度の関係