

遮断蒸発及び地表面粗度が森林の洪水低減機能に及ぼす影響

徳島大学大学院 学生会員 ○上田 尚太郎
徳島大学大学院 正会員 田村 隆雄
徳島大学大学院 正会員 武藤 裕則

1. はじめに：近年，森林の洪水低減機能が注目されており，
今後はグリーンインフラとしての活用が望まれている．しかし，
いまだに洪水低減機能に効果的な森林施業は，よくわかっておらず，
特に樹冠の降雨遮断，下層植生の育成がどれほど影響を与えるかは不明である．
そこで，本研究では択伐型林業で針広混交複層林を維持している橋本林地と
一般的な針葉樹林である白川谷森林試験流域（図 1）で流出解析を行い，
森林施業が洪水低減機能へどれほど影響を与えるか検証する．

2. 流域の概要：橋本林地は那賀川水系に属しており徳島県那賀町白ケ谷に位置する．
林地では広葉樹を残すことで針広混交林を形成しており，下層への光量が多いことで
下層植生が発達している．間伐率は 15%～20%で，現地の水文観測より降雨遮断率
は 24.8%であった．白川谷森林試験流域は吉野川水系に属し，徳島県三好市山城町栗山に
位置しており，一斉植林皆伐型の一般的な針葉樹人工林である．また，下層への光が少
ないため下層植生があまり発達していない．間伐率は 30%程度であり降雨遮断率は
14.0%である．なお，降雨遮断率は樹冠通過雨量と林外雨の差から求めている．表 1
に両林地の特性を示す．

3. 研究手法：本研究では地表面流分離直列 2 段タンクモデル（図 2）を用いて
流出解析を行う．解析に用いる雨量は地球温暖化予測情報第 9 巻 by 創生プログラムより
求めた橋本林地における将来予測 200 年確率 24 時間雨量¹⁾であり，ピーク流出高と
その発現時間について，橋本林地と白川谷の流出特性を比較することで洪水低減機能
の差異を考察する．また，降雨遮断や地表面流の流れにくさを示す地表面粗度を考
慮したシミュレーションを行うことで定量的に評価する．

4. 結果：

4.1 パラメータ同定：地表面流分離直列 2 段タンクモデルには地表面流出に大きく
関与する土壌層厚や流下しやすさを示す地表面粗度がパラメータとして組み込まれて
おり，過去のハイドログラフの再現を通じてその値が決定される（図 3）．同定した代
表的なパラメータを表 2 に示す．本研究では地表面粗度 N に着目している．この地
表面粗度 N は地表面流出量の低減係数 λ。(式 1) を規定するパラメータであり，下層
植生や地表面の凹凸が地表面流出の流れにくさに与える影響の評価に使用できる．

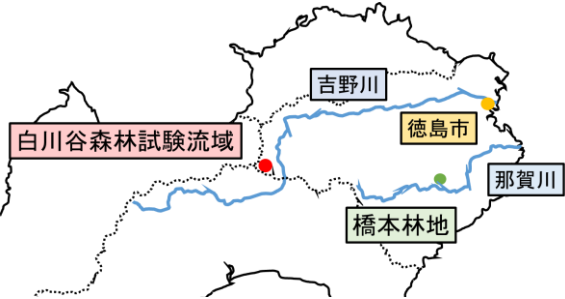


図 1 橋本林地及び白川谷森林試験流域

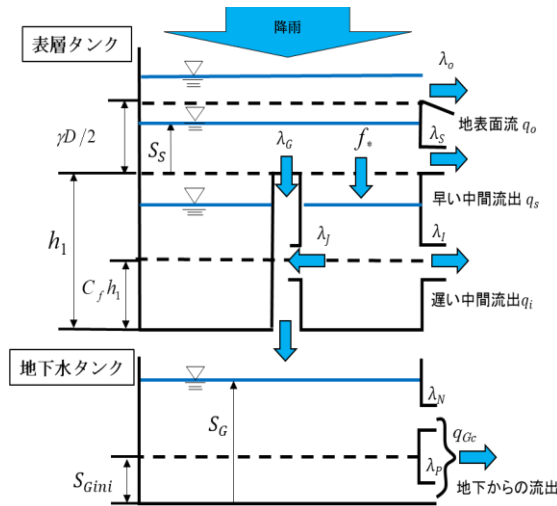


図 2 地表面流分離直列 2 段タンクモデル

表 1 流域諸元

	流域面積	降雨遮断率	植生
橋本林地	0.12km ²	24.8%	針広混交林
白川谷	0.23km ²	14.0%	針葉樹林

$$\lambda_0 = 2.52 \times 10^{-3} \cdot \frac{I_s^{0.9}}{r_{max}^{0.8} \cdot (N \cdot L_s)^{1.8}} \cdots \text{式 (1)}$$

I_s : 平均斜面勾配
 r_{max} : 観測最大降雨強度(mm/hr)
 N : 地表面粗度(m^{-1/3}・s)
 L_s : 平均斜面長(km)

キーワード 流域治水，森林の洪水低減機能，タンクモデル，遮断蒸発，地表面粗度
連絡先 〒770-8506 徳島市南常三島町 2 丁目 1 番地 徳島大学 大学院 T E L 088-656-9407

4.2 遮断蒸発：図 4 は各林地で遮断蒸発あり（現状）の場合と遮断蒸発なし（皆伐）の場合で解析を行った結果である．これらを見ると、遮断蒸発なしと比べ遮断蒸発ありでは雨量が橋本林地で 24.8%，白川谷で 14.0% 低いのに対しピーク流出高は 37.1%，22.3% 低いことから降雨遮断率よりピーク流出高の変化率の方が大きい．また、地表面到達雨量が減少することでハイドログラフの波形も全体を通し小さくなっており、橋本林地に至ってはピーク遅れ時間が遮断蒸発ありの時は 1 時間であるのに対し遮断蒸発なしでは 0 時間となっていた．これは土壤の飽和に到達する時間が雨量によって変化していることが要因であると考えられる．

4.3 地表面粗度：図 5 は各林地において橋本林地の地表面粗度（以下 N 橋本）と白川谷の地表面粗度（以下 N 白川谷）を入れ換えて同一降雨で解析を行った結果である．N 白川谷と比べ N 橋本の地表面粗度は 50% 高いのに対し、ピーク流出高は N 白川谷と比べ N 橋本は橋本林地で 5.9%，白川谷で 10.9% 低い結果となった．地表面粗度の上昇率に対し、ピーク流出高の減少率が高いことから、地表面粗度の洪水低減機能への影響力は降雨遮断と比べ、小さいことがわかる．

また、ハイドログラフの波形はピーク流出前後で増減しており、白川谷の場合ピーク遅れ時間が N 橋本の時は 1 時間であるのに対し N 白川谷では 0 時間となっていた．これより地表面粗度は洪水ピーク流量の低減、発生時間遅延を促していることがわかる．

5. まとめ：降雨遮断は洪水流量の低減に寄与しており、浸透能との相乗効果からピーク流出を遅延させる可能性がある．地表面粗度には洪水ピークの流量低減と発生時間の遅延といった効果が期待できる．また、洪水低減という観点での森林施業としては下層植生の育成・保全によって地表面粗度を高めるより、間伐率を下げて遮断蒸発率を高めるほうが効果的だといえる．

6. 参考文献：1) 上田ら：地球温暖化による雨量増加及び降雨波形の変化に対する針広混交複層林の洪水低減機能評価について、令和 2 年度土木学会四国支部第 26 回技術研究発表会、（発表予定）

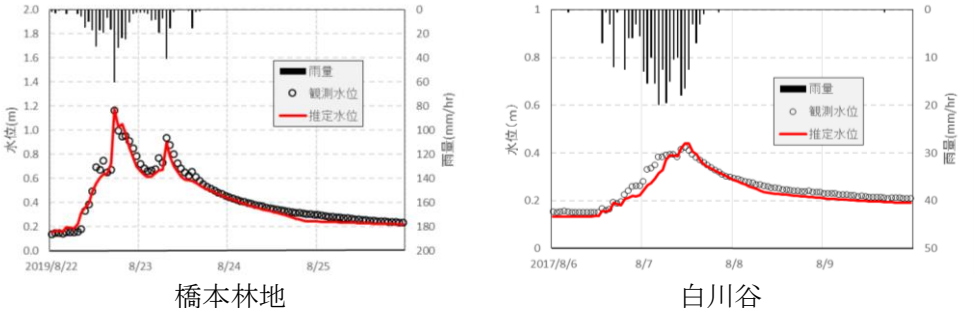


図 3 タンクモデルによる既往洪水の再現精度

表 2 タンクモデルのパラメータ（表層土壌に関わるもの）

パラメータ		橋本林地	白川谷
地表面粗度	$N(m^{-1/3} \cdot s)$	1.8	1.2
有効表層厚	$\gamma D(mm)$	137.1	100.0
土壌水分タンクの最大浸透強度	$f_s(mm/hr)$	6.45	1.45
地下水補給係数	$\lambda_G(hr)$	0.050	0.001
早い中間流の低減係数	$\lambda_S(hr)$	0.049	0.070

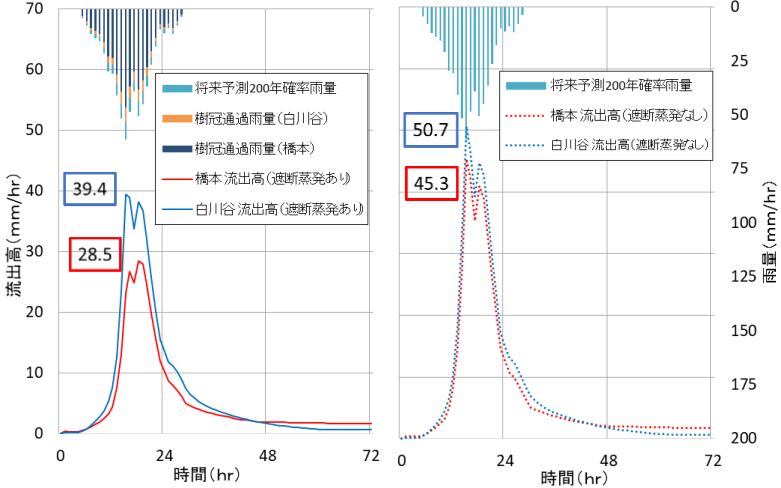


図 4 ハイドログラフ（遮断蒸発の影響）

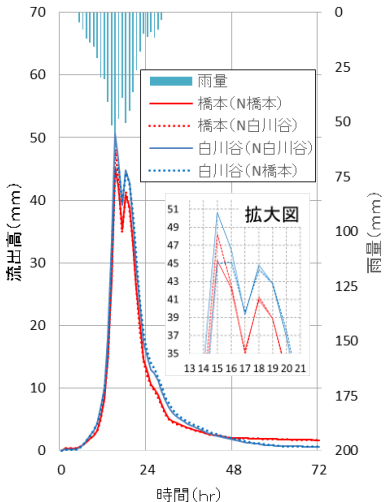


図 5 ハイドログラフ
（地表面粗度の影響）