

植生と表層土壌が森林の洪水低減機能に与える影響について

徳島大学 学生会員 ○平松優祈 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：山地森林流域の洪水低減機能に関する研究は土壌の浸透・貯留効果に着目したものが多いが、その効果を向上させるには多大な時間を要する。一方で地表到達雨量を減少させる樹冠部の遮断蒸発効果や洪水の主成分となる地表面流の遅延をもたらす地表面粗度は、人為によって速やかに改変できるが研究事例は少ない。地球温暖化による豪雨の頻発を考えれば、後者の研究が重要と考える。そこで本研究では森林植生や表層土壌が異なる複数の森林流域を対象に流出解析を行い、植生と表層土壌が洪水低減機能に与える影響について考察する。

2. 解析対象流域の概要：解析流域は、徳島県三好市山城町栗山の白川谷森林試験流域（流域面積 0.23km²）、徳島県美馬市脇町東俣名の横野谷森林試験流域（流域面積 0.8km²）、徳島県吉野川市山川町大内の奥野井谷森林試験流域（流域面積 8.0km²）、徳島県海部郡牟岐町灘の樵木林地（流域面積 0.31km²）、徳島県那賀郡那賀町白ヶ谷の橋本林地（0.12km²）であり、白川谷、奥野井谷は常緑針葉樹林、横野谷は落葉広葉樹林、樵木林地は常緑広葉樹林で、橋本林地は針広混交複層林である。

3. 研究手法：流出解析には地表面流分離直列 2 段タンクモデルに水位-流量変換モデルを組み込んだもの¹⁾を使用し、雨量データと観測水位を用いて 12 個のパラメータを同定することで各流域の流出機構を再現する。流出解析に使用する降雨は地球温暖化予測情報第 9 巻 by 創生プログラム²⁾の現況予測（1981～99）と将来予測（2077～95）から年最大 24 時間雨量データを抽出し、2 年及び 200 年確率雨量（総雨量 318.4mm, 605.8mm）を推定する。そして代表的な将来降雨波形として中央集中型を選定し、2 年及び 200 年確率雨量を、林外雨量と林内雨量の差から得られる遮断蒸発率を考慮した遮断有りの場合と考慮しない遮断無しの場合を考える。これらの 4 つの降雨を用いた解析結果を比較することで遮断蒸発、つまり植生の樹冠部による洪水低減機能への影響を考察する。また、各流域タンクモデルパラメータを、地表面流出量を定める低減係数 λ_0 。として流れにくさに関わる地表面粗度以外を橋本林地のものに統一し流出解析を行う。 λ_0 を式(1)に示す。そして解析結果を比較して、林床植生の有無など表層土壌の状態から洪水低減機能の違いを考察する。

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

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

4. 遮断蒸発が洪水低減機能に与える影響：

表 1 に各流域の遮断蒸発率を示す。図 1 に各降雨の解析結果の洪水ハイドログラフを示す。

遮断蒸発率が 49.4%と高い奥野井谷では 200 年確率においてハイドログラフに違いが見られ洪水ピーク時間が 4 時間遅延された。図 2 に 200 年確率雨量と 2 年確率雨量の遮断有と遮断無のピーク流出高の差を示す。ピーク流出高の差を 200 年確率と 2 年確

表 1 各流域の遮断蒸発率

	白川谷	横野谷	奥野井谷	樵木林地	橋本林地
遮断蒸発率	14.0%	23.9%	49.4%	15.6%	24.8%

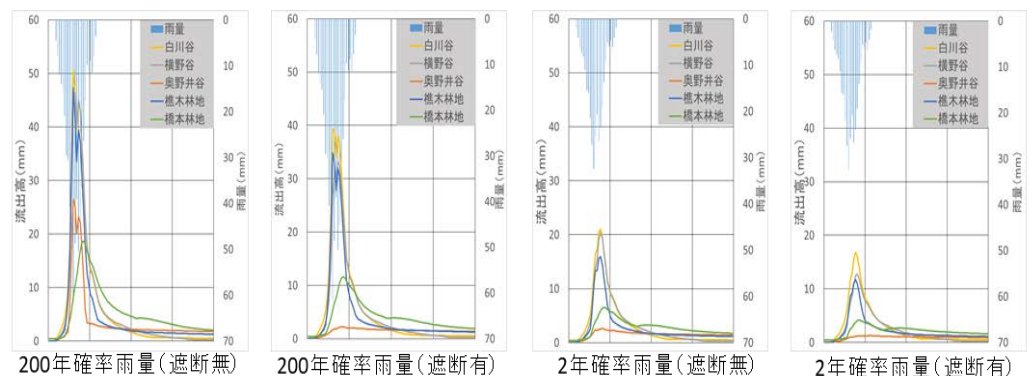


図 1 洪水ハイドログラフ

率で比較すると奥野井谷では 24.3 mm/hr と最も大きくなった。また、各流域のピーク流出高の差は 200 年確率の方が大きくなっていることが分かる。このことから降雨規模が大きいほど遮断蒸発の洪水低減機能への影響は大きいといえる。

5. 表層土壌が洪水低減機能に与える影響：

表2に各流域の地形データを、図3にそれらをレーダーチャートにしたものを示す。また、図4-1から図4-3には地表面粗度、平均斜面勾配、平均斜面長とピーク流出率の関係を示す。奥野井谷は地表面粗度 0.10, 平均斜面勾配 0.52 と小さいが、平均斜面長が 3.23 と他流域に比べ大きいことが分かる。また橋本林地の平均斜面長は 0.17 と小さいが、平均斜面勾配 0.74, 地表面粗度 1.8 と他流域に比べて大きいことが分かる。λ. の式より地表面粗度と平均斜面長は大きいほど、平均斜面勾配は小さいほど表面流の発生量は小さくなる。しかし地表面粗度が低い奥野井谷は、ピーク流出率が他流域に比べ低いことが読み取れる。これは平均斜面長がほかの流域に比べて 3.23km ととても大きいからである。この結果から奥野井谷のような平均斜面勾配が小さく平均斜面長が長い流域は洪水低減機能における地表面粗度の影響は小さいと考えられる。また橋本林地は、ピーク流出率が小さくなっている。これは他の流域に比べて地表面粗度が 1.80 ととても大きいからであり、この結果から、橋本林地のような平均斜面勾配が大きく平均斜面長が短い流域では洪水低減機能における地表面粗度の影響は大きいと考えられた。

6. 結論：本研究で得られた結論を以下にまとめる。

- ① 降雨規模が大きいほど遮断蒸発の洪水低減機能に与える影響は大きいことが分かった。
- ② 200 年確率雨量の遮断有と遮断無を比べると、奥野井谷では洪水ピーク到達時間が遮断有の方が4時間遅れることが分かった。
- ③ 地表面粗度の洪水低減機能への影響は、勾配が小さく斜面長が大きい流域では小さく、勾配が大きく斜面長が小さい流域では大きいことが分かった。

7. 参考文献：1) 田村隆雄：一般中小河川にも適用可能な雨量・水位データを用いた流出解析モデルパラメータの同定手法, 水工学論文集, 第 50 巻, p. 355-360, 2006 年 2 月
2) 気象庁：地球温暖化予測情報, 第 9 巻, IPCC の RCP8.5 シナリオを用いた非静力学地域気候モデルによる日本の気候変化予測

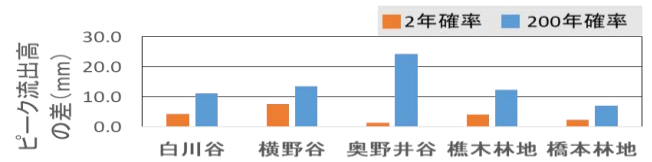


図2 遮断有と遮断無のピーク流出高の差

表2 各流域の地形データ

	白川谷	横野谷	奥野井谷	樺木林地	橋本林地
地表面粗度 $N(m^{-1/3} \cdot s)$	1.2	1.3	0.1	0.5	1.8
平均斜面勾配 I_s	0.87	0.64	0.52	0.71	0.74
平均斜面長 $L_s(km)$	0.67	0.74	3.23	0.55	0.17

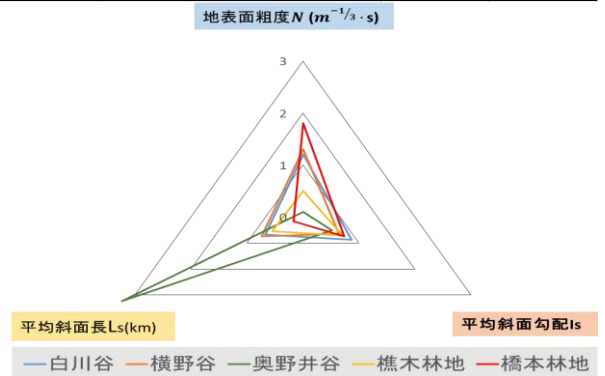


図3 各流域地形データ

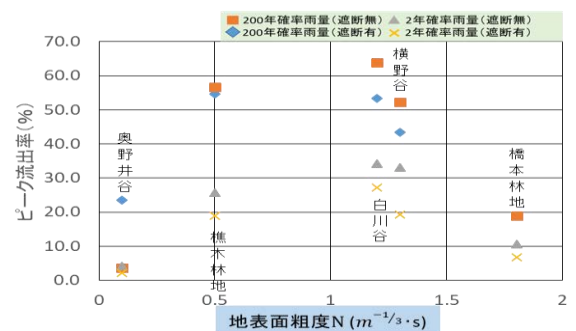


図4-1 地表面粗度とピーク流出率

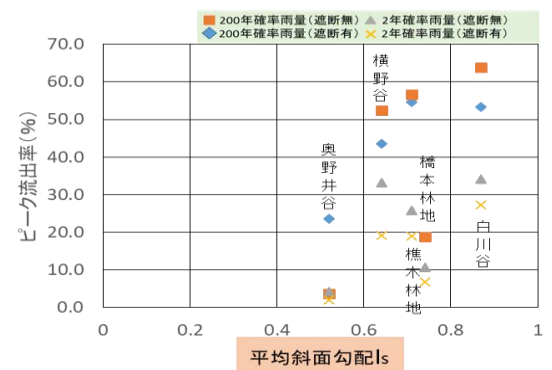


図4-2 平均斜面勾配とピーク流出率



図4-3 平均斜面長とピーク流出率