

# H5 分布降雨流出モデルを用いた森林の洪水および土壌侵食抑制機能の評価

Assessment of Flood and Soil Erosion Control by Forest using Distributed-Runoff Model

指導教官 町村尚准教授・地球循環共生工学領域

28H13036 近藤翔伍 (Shogo KONDO)

**Abstract:** Flood and soil erosion control, which is promoted by rainfall interception and surface flow control, is one of the most important forest ecosystem services, and an appropriate watershed management needs the accurate assessment of the forest function. The purpose of this study is to assess the flood and soil erosion control function by simulating peak runoff and soil erosion change by deforestation using a combination of rainfall interception, distributed-runoff, and soil erosion models. Following simulation is the comparison between forest effects and terrain property effects or rainfall property effects on flood and soil erosion control.

**Keywords:** flood and soil erosion control, distributed runoff model, surface flow

## 1. はじめに

森林の樹冠遮断過程や表面流抑制機能等がもたらす洪水および土壌侵食抑制機能は重要な生態系サービスの一つであり、その正確な評価は適切な流域森林管理で今後必要とされる。そこで本研究は、森林の洪水および土壌侵食抑制機能を物理プロセスモデルを用いて評価することを目的とする。

## 2. 実験方法

### 2. 1 実験条件

森林の洪水および土壌侵食抑制機能を評価するため、森林被覆変化による対象流域の洪水流量および土壌侵食量の変化を指標とした。対象地は奈良県に位置する淀川水系木津川左支布目川布目ダム流域とした。ダム地点は北緯 34 度 42 分、東経 135 度 59 分であり、集水面積は 69.53 km<sup>2</sup>、集水域内の土地利用は森林が 68%、荒地が 9%、畑地が 10%、居住地が 4%、水域が 1%、河道が 8%である。シミュレーション期間は 2007 年から 2011 年の 5 年間とした。シナリオには、現在の土地利用の場合と森林を荒地に変更した場合について、最下流点の洪水流量変化と流域内土壌侵食量を比較した。

### 2. 2 使用したモデルとチューニング

評価のための物理プロセスモデルは以下の 3 つのモデルを用いた。第 1 に、降雨樹冠遮断モデルを構築し、流域平均降雨強度より有効降雨強度と洪水流出率を計算した。第 2 に、キネマティックウェイブモデルに基づく分布型降雨流出モデル<sup>1)</sup>で、有効降雨強度を入力として対象領域内の水位、流量分布の時空間的に計算した。土地利用ごとにモデルパラメータを設定できるように改良するとともに、主要な 7 つのパラメータについて進化的アルゴリズムを用いて対象期間内の最大洪水である 2009 年 8 月 26 日の布目ダムの実測流入流量に計算流量が一致するよう最適化した。パラメータを表 1 に示す。3 つに、出力された流量分布に基づき土壌侵食輸送モデル<sup>2)</sup>を用いて流域内の土壌侵食量を計算した。

表 1 分布型降雨流出モデルのパラメータ

森林土地利用			森林以外土地利用			重力水透水係数・/飽和透水係数比
土層厚	総空隙深	マトリック部空隙深	土層厚	総空隙深	マトリック部空隙深	
[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[-]
178.6	130.1	51.23	49.26	35.17	14.13	3.982

表 2 洪水予測の再現性と森林の有する洪水抑制効果と土壌侵食抑制効果

	NSE	ピーク流量			土壌侵食量		
	[-]	[m <sup>3</sup> /s]			[m <sup>3</sup> /yr]		
	洪水	実測値	現土地	皆伐	ダム堆砂	現土地	皆伐
2007年	0.818	127.6	121.1	290.8	68,400	1,300	9,671
2008年	0.763	60.1	40.2	90.2	8,400	32	55
2009年	0.800	178.0	96.8	206.6	133,500	3,150	2,867
2010年	0.831	54.2	39.2	111.4	13,100	45	479
2011年	0.765	103.7	104.1	163.1	59,800	172	824

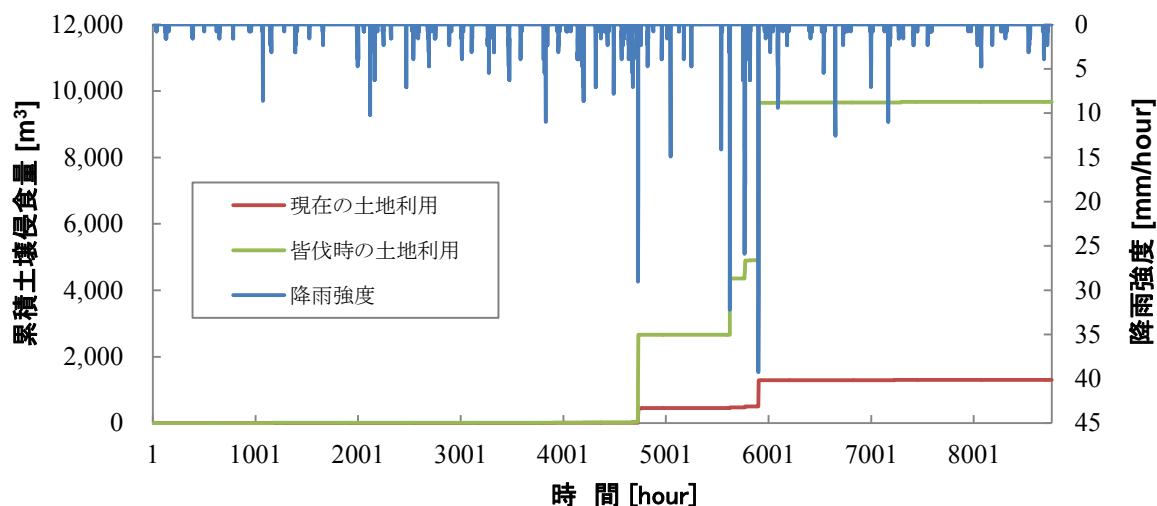


図 1 2009 年における時間降雨強度と土壌侵食量の時系列

### 3. 結果と考察

森林の有無による最下流点流量の比較と集水域内土壌侵食量の比較の結果および予測流量と観測流量間の Nash-Sutcliffe 指標 (NSE) の値を表 2 に示す。NSE が 0.7 以上であるため、各年の洪水予測の再現性は高いと言える。本研究では森林は洪水ピーク流量を 42～63%に抑制する効果があると示された。これは降雨樹冠遮断による土壌到達雨量の削減、荒地に比べ 3.7 倍もの雨水を浸透させる機能などの複合効果であると考えられる。土壌侵食は、森林は土壌侵食量を 9～111%にすることが示された。また、2009 年における降雨強度と土壌侵食量の関係を図 1 に示す。強度が強く連続的な降雨が発生したときに、現在の土地利用でも皆伐シナリオでも土壌侵食は発生するが、皆伐シナリオの方が土壌侵食量は多く、また小さな降雨イベントでも土壌侵食が発生した。皆伐時には 4 回の降雨イベント、現土地利用では 2 回の降雨イベントで土壌侵食イベントが発生した。この理由は、集水域内の河道以外で表面流が発生するような降雨イベントは少なく、皆伐シナリオでは空隙深の浅い土壌が多く表面流が発生しやすかったためであると考えられる。

### 4. 今後の課題

洪水予測は高い NSE 値を示しており、高い予測精度であると言えるが、土壌侵食予測はダム堆砂量では検証が充分できないため、検証手法を検討する必要がある。また樹冠遮断以外の降雨損失は各年の洪水流出の水収支を算しているが、地下浸透や蒸発散を物理プロセスを基に実装する必要がある。

### 参考文献

- 1) 立川康人, 永谷言, 寶馨: 飽和・不飽和流れ機構を導入した流量流積関係式の開発, 水工学論文集, 48, pp. 7-12, 2004.
- 2) Yang, C. T., Unit stream power and sediment transport, *J. Hydraul, Div. Am. Soc. Civ. Eng.*, 1973.