

山地河川における洪水流出特性に関する研究

前橋工科大学工学部建設工学科 学生会員 中村要介
正会員 土屋十園

1.はじめに

現在、長野県をはじめ我が国ではダムだけに依存しない治水対策の在り方に関心が高まっている。これはダムや堰などの建設に因らず、森林整備を図り、それ自体の持つ保水機能を維持・増進して、洪水災害の防止を図るという考えに基づいたものである。そこで、本研究では森林流域の土地利用・植生の違いなどによる保水機能の定量的な評価を行うことを目的として降雨損失量、流出率について検討を行った。

2.対象流域概要

表1 流域の植生及び地質状況

本研究の対象流域は桜川流域、笹沢3号流域、四万川流域の3流域である。

桜川は群馬県利根郡川場村の剣ヶ峰山の南面から発生し、薄根川に合流する全長約11km、河床平均勾配1/6.7、流域面積17.283km²の一級河川である。この河川は約85%が山地であり、流域の70%がカラマツ、スギの人工林となっている典型的な山地河川である。笹沢3号は群馬県吾妻郡長野原町の熊川支川である笹沢の上流右支流に位置する流域面積0.152km²、河床平均勾配約1/4、標高差266.79mの流域である。この流域の特徴は上木にカラマツ、下木にスギやヒノキを植林した複層林となっている。また、四万川は群馬県北西部に位置し、新潟県との県境稲包山を源とする一級河川である。流域面積84.2km²、全長約19.8km、河床平均勾配1/22、自然林が70%以上を占める山地河川である。

	桜川流域(人工林)	四万川流域(自然林)	笹沢3号流域(複層林)
植生状況	カラマツ: 35% アカマツ: 5% スギ、ヒノキ: 30% ブナ: 15%	チシマザサ、ブナ、 ダケカンバ、アカマツ: 49% クリ、ミズナラ: 16% スギ、ヒノキ: 27%	カラマツ: 62% カラマツ(上木)と スギ、ヒノキ(下木): 38%
地質・土壌	上層0.6m: 腐植土 0.6~1.2m: 火山灰 下層: 礫、粘土	地質: 第四紀火山岩及び火山噴出物・泥流堆積 基岩: 流紋岩・安山岩・石英緑	黒色土、褐色森林土 表層: 火山岩屑、ローム 基岩: 凝灰角礫岩、安山岩

野原町の熊川支川である笹沢の上流右支流に位置する流域面積0.152km²、河床平均勾配約1/4、標高差266.79mの流域である。この流域の特徴は上木にカラマツ、下木にスギやヒノキを植林した複層林となっている。また、四万川は群馬県北西部に位置し、新潟県との県境稲包山を源とする一級河川である。流域面積84.2km²、全長約19.8km、河床平均勾配1/22、自然林が70%以上を占める山地河川である。

桜川流域、笹沢3号流域、四万川流域の植生および地質・土壌は表1、桜川流域図は図1、笹沢3号流域図は図2、四万川流域図は図3に示す。

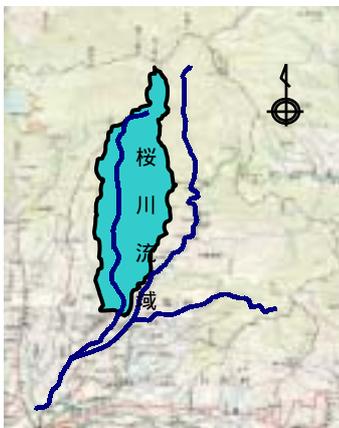


図1 桜川流域図

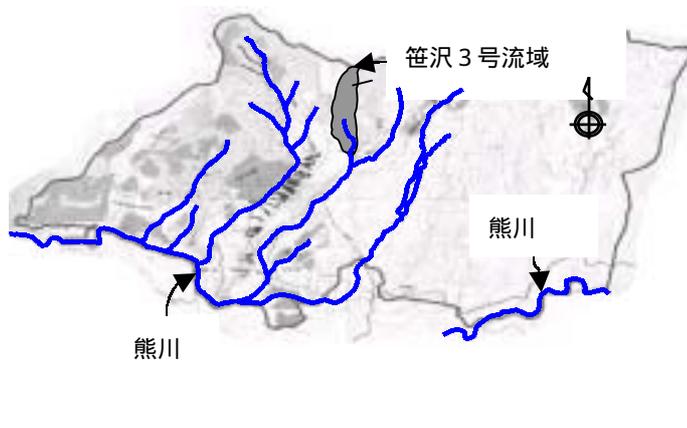


図2 笹沢3号流域図



図3 四万川流域図

キーワード: 森林域、複層林域、保水機能、流出率、降雨損失

〒371-0816 群馬県前橋市上佐鳥町460番地の1

TEL: 027-265-0111

FAX: 027-265-3837

3. 洪水流出解析

改良タンクモデルで流出解析を行い、各流域の降雨損失量曲線、流出率の特性を検討した。また、流出解析期間と解析データ数は、桜川流域が2000年9月から2003年6月の12回、笹沢3号流域が2001年6月から2002年9月の7回、四万川流域が1997年6月から2000年9月の14回の降雨イベントを選定し解析した。

3.1. 改良タンクモデル

一般的に樹林は降雨を遮断することが知られているが、本研究では樹林遮断を考慮した、より実現象に近い改良タンクモデルで検討した。樹林タンクの流出孔係数は0.8とし、図4に桜川流域の改良タンクモデルによるハイドログラフを示した。一般的な三段タンクモデルに比べ、相関係数は0.950から0.948という結果で大きく変化はしなかった。しかし、笹沢3号流域では相関係数が0.968から0.990と増加した。従って、複層林を持つ笹沢3号流域では遮断を考慮した改良タンクモデルは適合性が良いことがわかった。

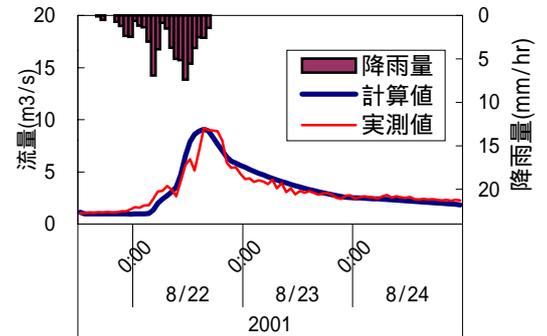


図4 改良タンクモデル

3.2. 降雨損失量曲線及び流出率

総降雨量40mm付近までは各流域とも降雨損失量は大きな差がない。しかし、総降雨量が増加するに従い、降雨損失量の差が大きくなっている。即ち、より大きな雨に対して損失量の差が明確に表れる。図5に示すように降雨損失量曲線は、各流域で比較したとき笹沢3号流域が最も保水機能が高いことを示している。このときの相関係数は桜川流域が0.94、笹沢3号流域が0.87、四万川流域が0.68である。

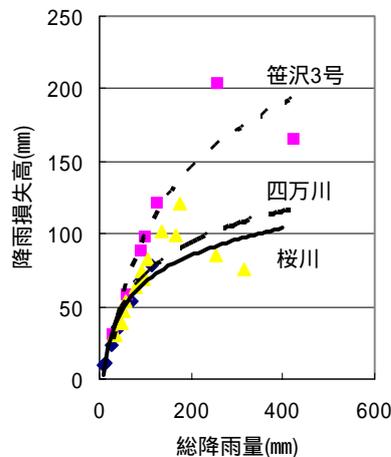


図5 降雨損失量曲線

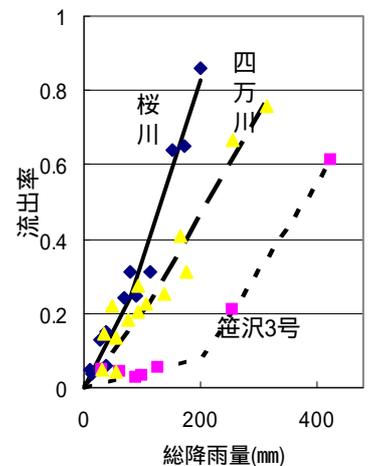


図6 流出率

次に、図6より桜川流域の流出率の変化点は総降雨量75mm、四万川流域112mm、笹沢3号流域203mmと考えられる。このことから、桜川流域が降雨に対して応答が早いことがわかる。これは、様々なことが影響しているが、要因として植生、土地利用、流域面積の違いが挙げられる。桜川は流域面積の約70%が人工林であるが、一方、四万川流域の70%が自然林、及び笹沢3号流域の100%が複層林に覆われている。また、桜川流域は林道、牧草地、水田、そしてスキー場と様々な形で人為的な土地利用がされている。これらの違いが流出率に表れていると考えられる。ここで、流域面積は大きく異なるので、流出高を流域面積で割った比流出高による検討を行い、その結果を図7に示した。河床平均勾配をパラメータにて示すと、笹沢3号が1/4、桜川が1/6.7、四万川が1/22となり、比流出高は河床平均勾配が大きくなるに従い高いことがわかる。

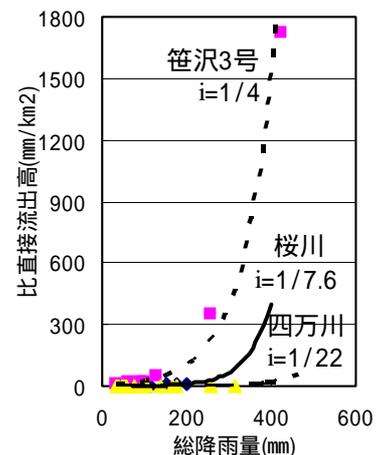


図7 比直接流出高 総降雨量

以上のことから保水機能の指標は植生の状態、地質、河床勾配に大きく依存していると考えられる。

4. まとめ

本研究では森林植生の異なる流域特性の違いから保水能力の検討を行った。その結果、複層林の笹沢3号流域は損失量が高く、流出率が少ない。一方、人工林の多い桜川流域は降雨損失量が少なく、流出率が高いことがわかった。

【参考文献】1)田中邦佳：「山地河川・都市河川の水文流出現象」 2)藤枝基久：「緑のダムを検証する」pp.26-33 3)岡本芳美：「技術水文学」(日刊工業) pp.179-182 4)日野幹雄・長谷部正彦：「水文流出解析」(北森出版) pp.27-49 5)服部重昭：「第4回水文・水資源セミナー 2002年5月」 pp.19-29