

令和 4 年 6 月 7 日現在

機関番号：16101
研究種目：基盤研究(C)（一般）
研究期間：2019～2021
課題番号：19K04621
研究課題名（和文）30年程度で実現可能な森林の洪水低減機能の向上と流域治水への活用方法に関する研究

研究課題名（英文）Research on the Application of the Flood Reduction Function of Forests to Watershed Flood Control

研究代表者
田村 隆雄（TAMURA, Takao）
徳島大学・大学院社会産業理工学研究部（理工学域）・准教授

研究者番号：40280466
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）： スギ・ヒノキの複層林で得られた水文観測データを基に、単層林を複層林に変更した場合の洪水流出シミュレーションを行った。具体的には樹冠部の遮断蒸発能の改善、地表面の粗度係数の改善の効果を考察した。
植生転換したスギ・ヒノキ小流域では約15%の洪水ピーク流量低減を見込めると推定された。30年間の森林施業量を勘案して、大流域20%程度を複層林化した場合、2%程度の洪水低減効果しか得られないと推察された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

森林の洪水低減機能の中心は森林土壌にあり、その浸透能・保水能が寄与していると考えられている。本研究では樹冠の遮断蒸発と地表面の地表面流貯留に注目し、複層林という手段でこれらの能力を高めたときの洪水ピーク流量の低減効果についてシミュレーションを行った。
森林土壌の浸透能・保水能向上に関わる土壌層の増加は100年単位の時間が必要であるが、複層林化による遮断蒸発能、地表面流貯留能の増強は数十年（河川整備計画を視野に入れて30年程度）で実現可能である。

研究成果の概要（英文）： Based on hydrological observation data obtained from a multi-tiered cedar and cypress forest, a flood runoff simulation was conducted when a single-tiered forest was converted to a multi-tiered forest. Specifically, the effects of improving the interception evaporation capacity of the canopy and the roughness coefficient of the ground surface were considered.

It was estimated that a 15% reduction in peak flood discharge could be expected in the cedar and cypress subwatersheds where the vegetation was converted. It was estimated that only about 2% of flood reduction could be achieved if about 20% of the large watershed area was converted to multi-tiered forests, taking into account the amount of forestry work done over 30 years.

研究分野：水文学

キーワード：流域治水 森林 洪水 遮断蒸発 地表面流 複層林 流出解析

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

研究代表者は、これまでに複数の山地森林流域を対象に水文観測を行い、樹冠部における降雨遮断蒸発モデルや、森林斜面から発生する表面流出成分量を地表面粗度から定量的に評価できる地表面流分離直列2段タンクモデル、それらを基礎とした分布型流出モデルを構築してきた。

地球温暖化によると考えられる豪雨の頻発化の中、流域治水の重要性が増している。学識者会議や関係行政機関が集まる連絡協議会等では、森林に代表されるグリーンインフラを活用した治水手法が検討されている。

森林を取り巻く状況は厳しいが、その中で新しい林業の取り組みが活発に行われていることは注目に値する。例えば高品質の国産材である木頭杉の産地として有名な徳島県・那賀川流域では、複層混交林・択伐式という自然豊かな方法によるスギ・ヒノキの生産が評価され、平成28年に内閣総理大臣賞と農林水産大臣賞を受賞した橋本光治氏のような林業家が存在する。

森林の洪水低減機能を活用した流域治水を推進するには、これからの社会に適応可能な林業が行われている林地を対象として、その施業・管理方法が洪水低減機能に及ぼす影響に関して科学的知見を獲得し、活用することが鍵になると考える。

2. 研究の目的

本研究の目的は、流域治水の具体的なメニューとして、森林の洪水低減機能を早期に向上させて活用するための方法論に資することである。地球温暖化の影響を受けて豪雨の頻度が増加している。また日本では生産人口の減少や少子高齢化が急速に進んでいる。したがってグリーンインフラとして活用が期待されている森林も時間をかけて整備を進める余裕はない。そこで、厳しい社会情勢の中でも精力的に行われている新しい林業形態に注目し、植栽、枝打ち、伐採等の施業が洪水流の主成分である表面流出成分の低減・遅延に及ぼす効果を水文観測と流出解析から定量的に評価する。そして河川整備計画の目標年限である30年程度で実現可能な森林の洪水低減機能向上策を適用した流域治水の可能性について洪水流出シミュレーションモデルを用いて議論する。

3. 研究の方法

(1) 特色ある林地の水文データの獲得、(2) 雨量観測データを用いた遮断蒸発率の推定と流出モデルを使った洪水ハイドログラフの再現による表面流出成分量および地表面粗度の逆推定、(3) 30年を目安とした林業従事者人口の将来予測とそれに基づく森林整備による洪水流量低減量の推定と評価、という3段階に分けて研究を進めた。

4. 研究成果

(1) スギ・ヒノキ単層林と複層林の降雨遮断率および地表面粗度

日本で見られる一般的なスギ・ヒノキ林(一斉植林、間伐、皆伐)である白川谷森林試験流域(23ha、徳島県三好市山城町栗山)ならびに、択伐型施業でスギ・ヒノキの複層林を実現している橋本林業地(110ha、徳島県那賀郡那賀町白ヶ谷)で得られた複数降雨イベントの林外雨量、樹冠通過雨量データを用いて、各林地の平均遮断蒸発率を計算した。また溪流流量データも加えて流出解析を行い地表面粗度を逆推定した。

その結果、遮断蒸発率は白川谷が約14%、橋本林業地は約25%と見積もられた。地表面粗度は白川谷が1.2、橋本林地が1.8と推定された。

(2) スギ・ヒノキ単層林と複層林の洪水ピーク流量低減効果

推定された遮断蒸発率と地表面粗度を用いて、スギ・ヒノキ単層林と複層林の流出モデルを作成した。2つのモデルに徳島県那賀川流域にもたらされる2年確率雨量から1000年確率雨量まで9種類の降雨波形を与えて得られる洪水ハイドログラフを比較した。

その結果、小洪水から大洪水まで複層林の洪水低減機能が高いことが推察された。また複層林では20年確率雨量まで洪水ピーク流量の遅延も期待できることが推察された。

(3) スギ・ヒノキ単層林を複層林化した場合の洪水流量低減効果

スギ・ヒノキ単層林の流出モデルに含まれる遮断蒸発率と地表面粗度のパラメータをスギ・ヒノキ複層林のパラメータに置き換えて、林相転換による洪水低減機能の向上評価に関する洪水流出シミュレーションを行った。

その結果、林相転換により15%~20%の洪水ピーク流量の低減が可能であり、50年確率雨量規模までであれば、ピーク流量発生時刻の遅延も期待できると推察された。

(4) 大流域を対象とした複層林化による洪水低減機能の向上度と活用方法について

一級河川・那賀川上流の長安口ダム流域を対象に、流域治水における森林の洪水低減機能の向上度ならびに活用方法について考察した。具体的には今後30年程度の地域の林業従事者人口を推定し、年ごとの森林施業量を推定し、単層林から複層林に転換した場合の遮断蒸発率と地表面粗度の変化を見積もった。30年間の複層林化シナリオとしては、まず迅速な施業の実施を行うために対象地を公有林地もしくは官行造林地とした(流域全体の20%)。また施業効果の最大化を狙って洪水低減機能が相対的に低いと見積もられる林地から施業を実施するとした。シミュレ

ーションには分布型流出モデルを使用した。

その結果、現状の施業量では30年間で十分な複層林化は行えず、洪水ピーク流量の低減は2%程度にとどまると推定された。そこで作業効率を2.3倍、施業期間を50年に延長したシミュレーションを実施した。その結果5%程度の洪水ピーク流量低減が期待できると推察された。

以上から、複層林化による森林の洪水低減機能の向上は期待できるものの、大流域(治水ダムがあるような数百km²規模の流域)に適用して河川整備計画年限(30年程度)でその効果を得ることは、現状の労働力・作業効率では非常に難しいと推察された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 田村隆雄、上田尚太郎、武藤裕則、鎌田磨人	4. 巻 76
2. 論文標題 遮断蒸発率と地表面粗度の増強による森林の洪水低減機能の早期向上に関する検討	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 土木学会論文集B1（水工学）	6. 最初と最後の頁 127,132
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 上田尚太郎、田村隆雄、武藤裕則、鎌田磨人	4. 巻 77
2. 論文標題 人工林の針広混交林化による 森林の洪水低減機能向上に関する研究	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 土木学会論文集B1（水工学）	6. 最初と最後の頁 157,162
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Takao Tamura	4. 巻 1
2. 論文標題 Improvement of flood-reduction function of forests based on interception evaporation capacity and surface storage capacity	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Green Infrastructure and Climate Change Adaptation	6. 最初と最後の頁 93,104
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計6件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 平松優祈、田村隆雄、武藤裕則
2. 発表標題 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
3. 学会等名 2020年度土木学会四国支部技術研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 上田尚太郎、田村隆雄、武藤裕則
2. 発表標題 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
3. 学会等名 2020年度土木学会四国支部技術研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 上田尚太郎、田村隆雄、武藤裕則
2. 発表標題 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
3. 学会等名 第75回土木学会年次学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宮本和樹、田村隆雄、武藤裕則
2. 発表標題 長安口ダム流域における森林の洪水低減機能の早期向上に向けた複層林化の提案について
3. 学会等名 2022年度土木学会四国支部技術研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 中尾裕太郎、田村隆雄、武藤裕則
2. 発表標題 GISを用いた長安口ダム流域における森林の洪水低減機能評価マップの作成
3. 学会等名 2021年度土木学会四国支部技術研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 宮崎優斗、田村隆雄、武藤裕則
2. 発表標題 長安口ダム流域を対象とした自伐型林業による森林の洪水低減機能の向上について
3. 学会等名 2021年度土木学会四国支部技術研究発表会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------