

研究助成実施報告書

助成実施年度	2022 年度
研究課題（タイトル）	グリーンインフラの利用を目的とした広葉樹林の樹冠流下量および降雨遮断量推定モデルの開発
研究者名※	江端 一徳
所属組織※	豊田工業高等専門学校 環境都市工学科 講師
研究種別	研究助成
研究分野	都市環境工学
助成金額	150 万円
発表論文等	

※研究者名、所属組織は申請当時の名称となります。

（ ）は、報告書提出時所属先。

大林財団 2022 年度研究助成実施報告書

所属機関名 豊田工業高等専門学校
申請者氏名 江端 一徳

研究課題	グリーンインフラの利用を目的とした広葉樹林の樹幹流下量および 降雨遮断量推定モデルの開発
(概要) 本研究では、降雨遮断効果が高いとされる落葉広葉樹林の樹幹流下量と降雨遮断量を推定するモデルを開発することを目的とした。まず、樹幹流下量に影響を及ぼす要因として胸高直径、樹冠投影面積、胸高部の傾き、樹木の傾き、樹高の 5 つの樹木特性因子を検討し解析した結果、樹高が樹幹流下量へ最も影響を与えることが判明した。また、着葉期では胸高直径と樹木の傾きの組み合わせが、落葉期では全ての因子が影響するという結果となった。そして、斜面域における樹冠通過雨量の分布を調査した結果、降水量の増加とともに樹冠通過雨量が増加することが確認された。さらに樹冠通過雨量の空間分布を解析したところ、斜面部は尾根部や谷部と比較して樹冠通過雨量が少ない傾向がみられた。斜面部の樹冠通過雨量が少ない理由としては下層木が複雑に幾層にも重なっており、谷部への伝達や樹幹流下量として樹木に沿って流下しているのではないかと推定された。	

1. 研究の目的
都市型洪水の防止には、雨水流出ならびに抑制対策が必要不可欠である。これまで、高度経済成長期に針葉樹人工林の植栽が進んだことで、針葉樹での樹幹流下量や降雨遮断量についての測定が多くなされてきた。しかしながら、都市で広く植林される広葉樹は測定例が乏しく、降雨遮断や雨水浸透・流出現象の理解まで至っていない。そこで、本研究では、樹幹遮断効果が高いとされる落葉広葉樹林の樹幹流下量と降雨遮断量を推定するモデルを開発することを目的とする。具体的には、①樹幹流下量に影響を与える複数の樹木特性因子（胸高直径、樹冠投影面積、胸高部の傾き、樹高、樹木の傾き）の検討を実施し、続いて、②着葉期及び落葉期における樹冠構造の変化と樹幹流下量に影響を与える複数の樹木特性因子との関係解析を実施する。そして、③落葉広葉樹二次林の樹冠通過雨量に影響を与える要因の検討を行い、森林への降雨から樹冠通過雨、樹幹流への水移動過程を把握する。

2. 研究の経過
申請者は、愛知県瀬戸市にある東京大学生態水文学研究所内の斜面域 20×25m のプロットにおいて、落葉広葉樹であるコナラを対象に、樹幹流下量および樹冠通過雨の測定を進めた。プロットは尾根部、斜面部、谷部から成り、尾根部においてコナラ 10 本を対象に樹幹流下量を計測した。合わせて、プロット全体に樹幹通過雨を貯留するためのボトルを 31 個ランダムに設置し、

2, 3 週間に 1 回の頻度で調査を行った。

1) 樹木形状特性と樹幹流下量との関係解析

10 本のコナラを対象(図 1)に、まず、樹木形状特性として、胸高直径、樹冠投影面積、胸高部の傾き、樹木の傾き、樹高の 5 つを計測した。その後、降水量と樹幹流下量の関係から一般化線形モデルを用いて最も影響度の高い樹木形状特性を把握する。また、これまで年間を通した調査が不十分であったため、解析できていなかった着葉期と落葉期とで解析期間を区別し、葉の有無が樹幹流下量に影響するかを検証した。

2) 樹冠特性と降雨遮断量の評価

降雨遮断量は、樹木の形状と合わせ、樹木同士の重なり具合が影響する。そこで、樹木の重なり具合を調べるために、魚眼レンズを搭載した一眼レフカメラによる樹木直下からの全天空写真の撮影ならびに空中ドローンによる上空からの樹冠画像とで相互補正することにより、正確な樹冠被覆度を算出する。さらに、斜面域での降雨量の林内でのばらつきを評価し、また、樹冠被覆度と合わせ、1) の樹幹流下量の定量化の向上、また、降雨遮断量を推定するためのモデル入力データの初期値を得ることとした。



図 1 対象樹木の位置図

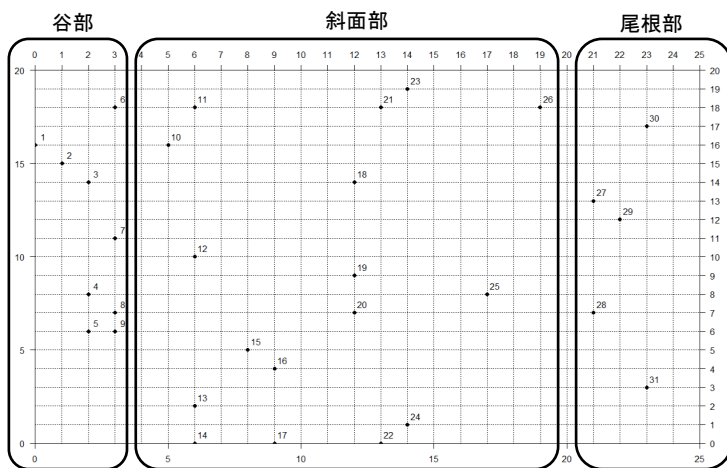


図 2 樹冠通過雨貯留ボトルの位置図

3. 研究の成果

1) 樹木形状特性と樹幹流下量との関係解析

本研究では、胸高直径、樹冠投影面積、胸高部の傾き、樹木の傾き、樹高の 5 つの樹木特性因子を検討した。解析した結果、全期間では樹高が樹幹流下量へ最も影響を与え、次いで胸高直径と樹高の組み合わせが影響を与えることが判明した。また、着葉期と落葉期に期間を分類した解析では、着葉期は胸高直径と樹木の傾きの組み合わせが樹幹流下量へ最も影響を与え、次いで樹高が影響を与えた。落葉期は胸高直径と樹冠投影面積、胸高部の傾き、樹木の傾き、樹高の組み合わせが最も顕著な影響を示し、次いで胸高直径と胸高部の傾きの組み合わせが影響を与えた。全期間、着葉期、落葉期の全てで樹高を含むモデルが優位な AIC を示したことから、特に樹高が樹幹流下量に最も影響を与えていると考えられる。次いで、胸高直径を含むモデルが優位な AIC を示したことから、樹高も樹幹流下量に大きく影響を与えていると考えられる。さらに、落葉期は 5 つの全ての因子の組み合わせが優位な AIC を示したことから、樹木特性因子が相互に作用し

て樹幹流下量に影響を与えていると言える。

また、胸高部の傾きが大きい場合は胸高直径の大きさに関わらず樹幹流下量が減少することが判明した。これは、胸高部の傾きが大きい場合、葉や枝に付着した水が幹に流下しにくく、林内雨として地面に落下してしまうためであると考えられる。さらに、樹高と樹幹流下量にも相関があることが分かった。しかし、胸高部の傾きが大きい場合や被覆状態であると降水を捕捉しにくいことから樹幹流下量が減少することが分かった。

以上のことから、コナラの樹幹流下量には特に樹高が樹幹流下量に最も影響を与え、次いで胸高直径が樹幹流下量に最も影響を与えと考えられる。落葉期は樹高と胸高直径だけでなく、樹冠投影面積、胸高部の傾き、樹木の傾きを含めた複数の樹木特性因子が相互に作用していることが分かった。

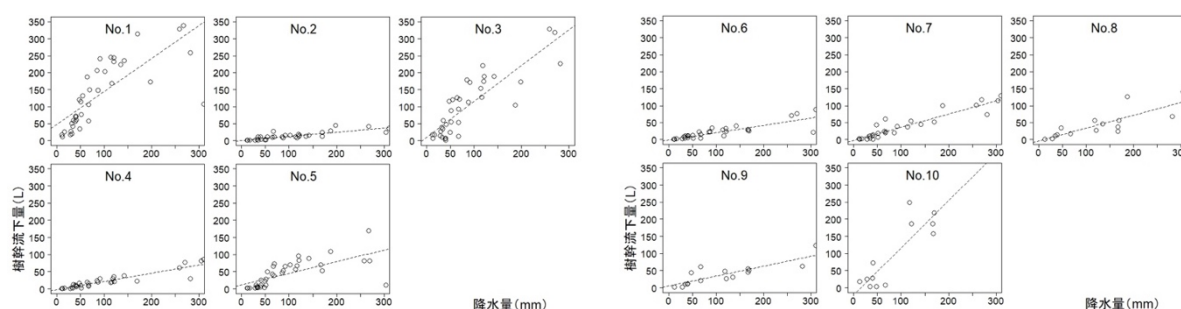


図3 全期間の樹木 No. 1 から No. 10 の降水量と樹幹流下量の関係

2) 樹冠特性と降雨遮断量の評価

本研究では、既往研究と同様に降水量の増加とともに樹冠通過雨量が増加することが確認された。そして、落葉前後の樹冠通過雨量を比較した結果、着葉期の樹冠通過雨量は落葉期より多いことが分かった。これより、樹木の葉や枝から供給される降水の量が樹冠通過雨量に影響を与えていることが分かった。空間分布特性を把握するために、ランダムに設置した 31 本の樹冠通過雨ボトルを谷部、斜面部、尾根部の 3 つに分類し解析した結果、斜面部は尾根部や谷部と比較して樹冠通過雨量が少ない傾向がみられた。斜面部の樹冠通過雨量が少ない理由としては下層木が複雑に幾層にも重なっており、谷部への伝達や樹幹流下量として樹木に沿って流下しているのではないかと推定された。

4. 今後の課題

本研究の実施により、樹幹流下量は、年間を通して、着葉・落葉期における樹冠構造の変化を加味した樹木形状因子との関係解析を実施できた。また、樹冠通過雨量についても、地形別での空間分布特性を把握した。ただ、樹幹流下量ならびに樹冠通過雨量の把握において、降雨イベントスケールでの解析が今後の課題である。また、本研究では至らなかった降雨遮断モデルの開発を進めていく上での基礎データは入手できたと考えており、今後は、降雨イベントスケールに対応できるモデル開発を進め、森林斜面域の降雨流出過程の一端を明らかにしたいと考えている。