

## 論文審査の結果の要旨

申請者氏名 南光 一樹

本論文は、林内雨滴の形成メカニズムを明らかにするために、林内雨滴の測定に適するレーザー雨滴計システムを開発し、構築されたレーザー雨滴計による多点同時連続雨滴測定から、林内雨の雨滴粒径分布・雨滴衝撃エネルギーの形成に与える気象要素・樹種・樹冠構造の影響を評価したものである。

第 1 章では、林内雨滴研究が必要とされる背景をまとめ、既往研究の成果及び課題を示し、本研究の目的を提示した。

第 2 章では、まず高性能レーザーセンサを用いた林内雨滴測定に最適化されたレーザー雨滴計システムを開発について述べている。2001 年にレーザー雨滴計 (LD gauge version 1) を開発し、2002 年には改良型のレーザー雨滴計 (LD gauge version 2) を開発した。各雨滴計はガラスビーズと水滴とを用いた室内での検定実験により精度を確認している。本章の後半において、測器から得られたデータからの林内雨要素の計算手法を示した。

第 3 章では、林内雨滴の粒径分布及び衝撃エネルギーの特徴を把握するために、壮齢ヒノキ人工林の林内外で雨滴の多点同時連続観測を行い、(1) 林内では林外に比べて雨滴は個数が減少して大粒径化し、林内雨量の約半分が自然降雨では生じることの少ない大雨滴により構成されていること、(2) 枝下高が十分に高い林内では、林外に比べて雨量が減少するにもかかわらず総雨滴衝撃エネルギーが増大することを確認し、(3) 既往研究の報告と異なり、林内雨の雨滴粒径分布が降雨イベント毎・降雨時間帯毎に変動すること、を示した。

第 4 章では、林内の雨滴粒径分布の変動の要因を明らかにするために、異なる樹種・異なる降雨イベントで雨滴の多点同時連続観測を行い、樹種・気象要素が林内雨滴形成に与える影響を評価した。東京大学田無試験地においてヒノキ・スギ・クヌギの 3 樹種の林内及び林外に測点を設け、気象条件の異なる 3 つの降雨イベントにおいて降雨強度・風速・雨滴の連続データを得た。その結果、(1) 気象要素の影響の小さい弱降雨弱風条件において、林内の雨滴粒径分布はヒノキ・スギ・クヌギの順に林内雨滴は大きく、中央粒径  $D_{50}$  はそれぞれ 2.00、2.93、3.60 mm であった。樹種ごとの葉の性質により大雨滴の作りやすさが異なる。(2) 気象要素により林内の雨滴粒径分布が変動し、弱降雨弱風条件に比べて、強降雨条件・強風条件で林内雨滴は小粒径化した。特に風速の大小による変動が大きく、風雨による樹冠振動が樹冠内での雨水集合過程の未熟化・貯留雨水の飛散を引き起こし、その結果として林内雨滴の小粒径化をもたらす。(3) 気象要素の影響の受け方が樹種により異なった。もともと雨滴粒径の大きなクヌギは気象要素による変動が大きく、ヒノキで

は気象要素の差異による雨滴粒径分布の変動が小さかった。(4) 得られた結果を基に飛散雨滴の存在を明らかにし、林内雨が 3 成分(直達雨滴・滴下雨滴・飛散雨滴)により形成されることを示し、樹種・気象要素の差異による林内雨の粒径分布の変動を表現する林内雨の形成プロセスを提示した。

第 5 章では、室内人工降雨実験により気象要素の影響を無視できる状況を作り、移植ヒノキの樹冠構造が林内雨滴形成に与える影響を評価した。防災科学技術研究所の大型降雨施設において、樹高 9.8m のヒノキの枝を段階的な切り上げることにより枝下高を 2、3、4、5m とする 4 種類の異なる樹冠構造を人工的に与え、林内雨要素の空間分布を把握するために幹から放射状に 8 方向、各方向に 4 箇所(幹から 40、100、150、200 cm の距離)の樹冠下に 32 箇所の測点を設けた。樹冠下の全ての測点に共通して、人工降雨で発生しない大きな雨滴が測定された。枝の切り上げは枝下高の上昇だけでなく、樹冠厚・樹冠投影面積の減少という樹冠構造の変化を引き起こし、それらが雨滴粒径分布・雨滴衝撃エネルギーに影響することを明らかにした。それらの内容は、(1) 幹から遠ざかるにつれて林内雨量・降雨強度が増大するが、これは幹近傍に降った降雨の一部が樹冠上を移動し、樹冠縁に向かって流れ込むことによって引き起こされる。(2) 枝下高の上昇により樹冠からの滴下雨滴の速度が上昇する。また、樹冠厚により林内雨要素が変動し、樹冠厚減少が林内の雨滴衝撃エネルギーの増大を促す。樹冠厚の減少は樹冠上層で形成される滴下雨滴が樹冠下層で再遮断され飛沫化する可能性を減少させる、などである。以上の章を要約して第 6 章とした。

以上のように、林内雨滴分布について新知見をもたらした本研究は、学術上のみならず応用上も価値が高い。よって審査委員一同は、本論文が博士(農学)の学位を授与するにふさわしいと判断した。