

[別紙 2]

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 右田 千春

温暖化や乾燥化などの気候変動の森林生態系への影響が危惧されている。森林の物質生産が環境変動によってどのような影響を受けるかを知るには、個葉の光合成特性の環境応答だけでなく、光合成器官である葉の林冠内での配置が環境によってどのように規定されているのかを明らかにする必要がある。本論文は、針葉樹に比べて複雑な分枝様式のために林冠構造の形成に関する知見の少ない広葉樹のコナラを対象に、林冠内での葉の配置と動態が林冠各所の光環境によってどのように規定され、光合成生産が行われているかを明らかにすることを目的としたものである。

つくば市にある 27 年生人工林を調査林分とし、 $6\text{m} \times 6\text{m} \times 3.5\text{m}$ の範囲の林冠を一辺 50cm の立方体(キューブ)に区切り、キューブごとの葉量と相対光強度を 2 年間にわたり測定し、林冠における葉の配置と葉群動態の実際を詳細に記載した。葉の 75%以上が相対光強度 40%以上の光環境にあり、相対光強度 20%以下の葉は 5%程度であった。林冠上層において葉の傾きが大きく葉面積指数の増加に対する光の減衰が小さいため、多くの光が林冠内に進入していることを指摘した。最も多く葉が分布する林冠中層で、相対光強度のばらつきが大きいことを示した。2 年間での葉面積密度の変化をキューブごとに比較すると、葉が増加したキューブは減少したキューブよりも前年の相対光強度が大きい傾向にあり、前年の光環境が当年の葉の展開量に影響を与えていることを指摘した。

続いて冬芽の開芽、シュート伸長、葉の展開という葉群動態に関わる一連の成長と光環境との関係を解析した。林冠内での位置や前年の相対光強度による冬芽の開芽率に違いはみられなかったが、相対光強度が大きいほど冬芽から展開する当年生 1 次シュートが長く、シュートあたりの葉枚数と葉面積が大きいことを示した。コナラの場合、4 月に開芽した当年生 1 次シュートに形成された新芽の一部は土用芽として開芽し、ラマスシュート(当年生 2 次シュート、3 次シュート)を 6 月から 8 月にかけて伸長する。優勢木の 2 次、3 次シュートの着葉量は、樹冠上層の葉量の 40%、樹冠全葉量の 32%に達していた。林冠上層ほど、また優勢木ほど土用芽の割合が大きく、光環境に応答した林冠の上方への拡大やギャップの修復に果たすラマスシュートの役割が大きいことを示唆した。

葉の窒素含有率は相対光強度と密接な関係が見られ、最も高くなる夏期には相対光強度が 80%以上の葉では約 2.7 g m^{-2} 、20%前後の葉では約 1.7 g m^{-2} と大きな差があることを示した。10 月になると窒素含有率が徐々に低下し始め、11 月中下旬の約 2 週間で急激に低下し、落葉直前には相対光強度によらず約 0.8 g m^{-2} まで低下することを示し、相対光強

度が大きいほど窒素含有率の低下が大きく、回収率が高いことを明らかにした。相対光強度の大きい葉ほど窒素の回収率が高かったことから、林冠上層の明るい光環境にある葉ほどより多くの窒素が配分され、Rubisco等の光合成酵素に使われていることを示唆した。また窒素含有率と相対光強度との関係式を季節ごとに示し、相対光強度から葉の窒素含有率を推定できることを示した。

キューブ単位での葉量の増減やシュートの枯死を光合成生産から評価することを目的として、林冠上部、中部、下部の葉の光合成特性の季節変化を測定し、光合成の生化学的過程に基づくFarquharの光合成モデルを用いて、異なる光環境にある林冠各所の葉の着葉期間の剰余生産量の推定を試みた。この光合成モデルは、光強度や温度、湿度、CO₂濃度などの物理的環境を変数としており、環境変動にともなう光合成生産の変化の予測も可能である。モデルに用いる電子伝達能やカルボキシレーション効率などの光合成特性値が窒素含有率と高い正の相関があり、林冠各所の葉の光合成特性の季節変化も、窒素含有率を介して相対光強度を用いて推定できることを明らかにした。光合成モデルを用いて、着葉期間における単位葉面積あたりの剰余生産量は、相対光強度が50%以上ではほぼ頭打ちになり、20%以下で急激に減少し、7%以下でマイナスになると推定した。

以上のように本論文は、光環境に応じたシュート伸長や葉の展開・配置の実態を定量的に示すとともに、林冠における葉の光環境と窒素含有率、光合成特性の相互関係の時空間的変異を明らかにし、光合成モデルによって剰余生産量の林冠内変異の推定を試みたものである。これらの成果は、広葉樹林の物質生産の環境応答を林冠構造を含めてモデル化する際の重要な知見を与えるものであり、学術面、応用面において寄与するところが大きい。よって審査委員一同は、本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。