



# 岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

## ブナ樹冠における光合成特性と光合成に関連する遺伝子群の発現に関する研究

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2008-02-04 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 齋藤, 秀之 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12099/2497">http://hdl.handle.net/20.500.12099/2497</a>

氏名（国籍）	齋藤秀之（栃木県）		
学位の種類	博士（農学）		
学位記番号	農博甲第156号		
学位授与年月日	平成11年3月15日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
研究科及び専攻	連合農学研究科 生物環境科学専攻		
研究指導を受けた大学	静岡大学		
学位論文題目	ブナ樹冠における光合成特性と光合成に関連する 遺伝子群の発現に関する研究		
審査委員	主査	静岡大学教授	角張嘉孝
	副査	静岡大学助教授	向井讓
	副査	岐阜大学教授	小見山章
	副査	信州大学助教授	川崎圭造
	副査	森林総合研究所	篠原健司
	副査	静岡大学教授	大石惇

### 論文の内容の要旨

地上30mを超える高さにおいて大きな空間をしめるブナ樹冠は、生産手段としてより効率のよい葉を土層に、それに準じた葉を中間に、さらに暗いところにも葉をつけ生活を営んでいる。単位面積あたりの光合成速度はほかの生態系を構成する植物と比較すると、非常に低いレベルに属する。しかし、これまで調べられた森林のエネルギー変換量は全体としてイネやその他の農作物の生産力と同等またはそれ以上の効率を持っている。この原因は森林の階層構造および機能分化がもたらしたことに他ならない。これらの内容の一部は同じ樹冠内での陽葉と陰葉の分化や複雑な生産構造、構成する樹種の組み合わせが変化するなど、植物群落として他にない樹木の代表的な特徴である。ここで中心として捉えた樹冠内の光の減衰や光合成の生理特性およびその時間空間的な変化は樹冠内の大きな環境勾配によって支配されたものと考えられているが、その理由についてはまだよく説明されていない。

ここでは、富士山南斜面の海拔高1100mに分布するブナ樹冠を対象に、樹冠内の環境勾配を明らかにするとともに、光合成特性に関与する可能性が高い2つのタンパク質、リブロース-1,5-二リン酸カルボキシラーゼ・オキシゲナーゼ（RuBisCO）と光化学系IIに局在する集光性クロロフィルa/b結合タンパク質（LHC II）の挙動まで立ち入って注目し、これらの関連性を最近の植物分子生物学的な知見の助けを得て、生態生理学的な解析をすすめたものである。このことは、樹冠内の環境勾配を明らかにするばかりでなく、それに対応した光合成の特性の変化についての理解を基本的に説明することになる。また将来の樹冠内

における局所的な環境変化と植物側との相互依存関係を明確に予見し、樹冠内の制御・管理への道基礎づけることになる。

本論文は第3章：樹冠内の環境勾配の吟味、第4章：光合成特性の樹冠内変異、第5章：RuBisCOとLHC IIの遺伝子発現の樹冠内変異について論述されている。

〔樹冠内の環境勾配〕 光量子束密度の日積算値は、第1層の値を100%としたときに第4層が12%であり、樹冠を経るごとに光強度が大きく減衰した。第1層と第4層の気温差はほぼ2℃以内で、飽差は非常に小さく（湿潤）、生育期間の87%が4 Pa kPa<sup>-1</sup>以下の範囲で、わずかに第1層の方が乾燥した。

〔光合成特性の樹冠内変異〕 葉面積当たりの最大光合成速度は樹冠の上層から下層へ値が小さくなった。生重量当たりの最大光合成速度は樹冠内で変わらなかった。光合成の量子収率は樹冠の上層から下層へ高くなり、下層の方が弱光を有効利用するといえる。温度と葉面飽差に対する光合成の反応は樹冠の上層と下層で変わらなかった。

〔RuBisCO 大小サブユニットとLHC IIの遺伝子発現〕 RuBisCOの含有量は樹冠内でほぼ等しかった。またRuBisCO 大小サブユニットをコードする遺伝子のmRNAの蓄積量も樹冠内でほぼ等しかった。したがってRuBisCOの発現は樹冠内でほぼ等しいといえる。一方、LHC IIの含有量は樹冠の上層から下層へと増加した。タンパク質合成の盛んな5月において、LHC IIをコードする遺伝子 (*cab*) のmRNAの蓄積量は、樹冠の上層から下層へと増加したが、7月には変化しなかった。したがって、LHC IIの含有量は開葉直後の*cab*mRNAの蓄積量に大きく影響されるといえる。

以上の3項目を総合すると、1) 樹冠の光強度は上層から下層へ大きく減衰する。樹冠内における気温の勾配は明確でない。樹冠上層の飽差は下層に比べて大きい（乾燥する）。2) 生重量当たりの最大光合成速度は樹冠内の環境勾配に関わらずほぼ等しく、RuBisCOの発現も同様である。3) 樹冠の上層から下層へ光合成の量子収率は高くなり、同様にLHC IIの含有量も増加する。光合成の量子収率はLHC IIの含有量と関連が深く、開葉直後の*cab*mRNAの蓄積量がLHC IIの含有量の樹冠内変異に大きく関与する。一般に*cab*mRNAの蓄積量は光強度の減衰により増加するので、樹冠内においても光強度の減衰が*cab*mRNAの蓄積量に影響をおよぼす可能性が高い。これらのことから、樹冠内の光強度はLHC IIの遺伝子発現を通して光合成の量子収率に影響すると考えられる。

## 審 査 結 果 の 要 旨

地上30mを超える高さにおいて大きな空間をしめるブナ樹冠は、生産手段としてより効率のよい葉を上層に、それに準じた葉を中間に、さらに暗いところにも葉をつけ生活を営んでいる。これらの現象は森林の階層構造および機能分化がもたらしたことに他ならない。こうした内容は森林を構成する樹木が持つ他の植物群落には見られない代表的な特徴である。ここに論文の中心として捉えた樹冠内の光の減衰や光合成の生理特性およびその時間空間的な変化のありさまは樹冠内の大きな環境勾配によって支配されたものと考えられているが、その理由についての解明は研

究対象の大きさや立地条件の困難さなどが相まってきわめて難しく、この種の研究が間伐（農業の間引きにあたる行為）や枝打ちなどに代表される育林作業、すなわち樹冠の空間制御に関する基礎として位置づけられるにもかかわらず、研究対象として本格的に取り上げられて来なかった。

この論文は、富士山南斜面の海拔 1100m 付近に分布するブナ天然林において高さ 20m を超すブナ樹冠を対象に、樹冠内の環境勾配を明らかにするとともに、光合成特性の時間的・空間的变化に関与する可能性が高い RuBisco と LHC II の挙動まで立ち入って注目し、これらの関連性を最近の植物分子生物学的な技法の助けを得て、生態生理学的解釈を主に、分子生物学的解析を従としてすすめたものである。

具体的には、次のように結論づけている。

- 1) 樹冠内の光強度は葉層を経るごとに減衰するが、光合成特性は反対に、弱い光で光の利用効率が上昇することが明らかになった。
- 2) 陽樹冠・陰樹冠と大きく分けて樹冠内の環境勾配を検討すると気温や飽差環境は光合成の最適温度域や最適飽差域であることが明らかになった。
- 3) 最大光合成速度および光合成の量子収率の変化は RuBisco および LHC II 発現と深い関連があることが明らかになった。特に光合成の量子収率の変化は開葉直後のメッセンジャー RNA の蓄積量と関連し、光合成の季節変化と関連が深いことが裏付けられた。

これらのことは、これまでの樹冠内の環境勾配についての理解をさらに明確にすすめるとともに、それらに対応した光合成特性の変化についての理解を積み重ねたことと受け止められる。また将来の樹冠内における局所的な環境変化と樹木との相互依存関係を明確に予見し、樹冠内の制御・管理への道を基礎づけている。ここに得られた結果・解析および実験手法は他の森林タイプにおける環境勾配や遺伝子群の発現研究に応用可能なものであり、その基礎となる点で高く評価できる。

以上について、審査委員全員一致で本論文が岐阜大学大学院連合農学研究科の学位論文として十分価値あるものと認めた。

基礎となる学術論文の発表雑誌名

- 1) Saito, H. and Kakubari, Y.: Spatial and seasonal variations in photosynthetic properties within a beech (*Fagus crenata* Blume) crown.  
Jour. For. Res. (in press)

- 2) 齋藤秀之・須藤博・角張嘉孝：ブナ樹冠内の大気飽差が光合成速度と気孔の開閉に与える影響. 日本緑化工学会誌 (in press)