



Title	Comparative Ecophysiological Studies on the Development of Leaf Photosynthesis in Evergreen Broad-Leaved Trees and an Annual Herb, <i>Phaseolus vulgaris</i>
Author(s)	宮澤, 真一
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42547
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について ご参照ください 。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	宮 澤 真 一
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	第 1 5 9 9 3 号
学 位 授 与 年 月 日	平成13年3月23日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第1項該当 理学研究科生物科学専攻
学 位 論 文 名	Comparative Ecophysiological Studies on the Development of Leaf Photosynthesis in Evergreen Broad-Leaved Trees and an Annual Herb, <i>Phaseolus vulgaris</i> (常緑広葉樹と草本植物の葉における光合成機能構築過程の比較生理生態学的研究)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 寺 島 一 郎 (副査) 教 授 常 木 和 日 子 教 授 長 谷 俊 治 助 教 授 水 野 孝 一

論 文 内 容 の 要 旨

葉の特性（光合成速度、葉の寿命、葉の構造など）は、草本、落葉樹、常緑樹といった植物の生活様式と密接に関わりがある。また、植物の生育環境は葉の成長に影響を与え、葉の特性を決定する。1960～1980年代にかけて一年生草本植物を対象に、葉の発生過程における光合成機能の構築過程が生理学的、解剖学的側面から盛んに解析され、基本的知見が得られた。例えば、葉面積あたりの純光合成速度は、面積展開とともに増加し、展開が終了するころに最大に達すると、その後、急速に減少する。これは、多くの草本植物に共通するパターンである。一方、木本植物、特に常緑広葉樹の葉の光合成機能がどのように構築されているのかは、ほとんどわかっていない。そこで、常緑広葉樹の葉における光合成機能構築過程を生理学的、解剖学的側面から解析し、基本的なパターンを明らかにするとともに、葉の発生のパターンと植物の生活様式との関係について考察した。常緑広葉樹の葉の発生過程を通して光合成速度の変化を追跡した研究は、カカオなどの熱帯の樹種で数例の報告があるのみである。そこで、典型的な暖温帯常緑広葉樹であるスタジイ、アラカシ、シラカシ、タブノキ、ヤブニッケイ、シロダモを材料として用い、これらの葉の発生過程を通して、葉面積あたりの最大純光合成速度、葉面積あたりの乾燥重量（leaf dry mass per area, LMA）を測定した。その結果、どの種においても、最大純光合成速度や LMA は面積展開が終了しても依然として低く、15～45 日後に最大値に達した。このような光合成機能の発達パターンは、熱帯の樹種で報告されたものと同様であり、常緑広葉樹に広く見られる現象であると考えられる。次に、一年生草本植物のインゲンと常緑広葉樹のアラカシとスタジイを用い、これらの葉の発生過程における、葉面積あたりの葉緑体数と葉の内部構造（葉肉組織の厚さ、細胞間隙の割合、細胞間隙に面した葉肉細胞表面積（ S_{mes} ）、葉緑体表面積（ S_c ）、葉肉細胞の細胞壁の厚さ）の変化を追跡した。その結果、インゲンにおいては、これら全てのパラメーターは葉面積展開初期に既に高い値を示していた。一方、アラカシやスタジイにおいては、 S_{mes} や葉肉組織の厚さは葉面積展開が終了するころに最大値を示したが、葉緑体数や S_c は葉面積展開終了期でも低く、その後、10日～20日をかけて最大値に達した。以上の結果は、一年生草本植物の葉においては、葉肉細胞と葉緑体の発達はほぼ同時進行し、葉面積展開が終了するころに完了すること、これに対し、常緑広葉樹の葉では、葉肉細胞の分裂や伸長は葉面積展開終了期までには完了するが、葉緑体の分裂や発達、細胞壁の肥厚は葉面積展開が終了した後も進行することを示している。

一般的に成熟葉に含まれる窒素の80～90%は葉緑体に存在するので、葉の窒素含量と光合成速度の間には高い正の相関がある。光合成機能の発達が遅い常緑広葉樹の葉は、その発生過程を通して、窒素化合物を合成するのに利用す

るエネルギー量が相対的に小さいことが予想される。そこで、草本植物と常緑広葉樹の葉における光合成機能の構築過程の違いを、物質合成に関わるエネルギー量の違いから解析することにした。インゲンとアラカシを材料とし、葉の発生過程を通して、乾燥重量の大部分を占める窒素化合物と細胞壁構成成分（セルロース+ヘミセルロース、リグニン）を定量した。これらの物質を合成するのに必要な一日あたりのエネルギー量は、それぞれの物質の生合成経路から推定し、グルコース量として換算した。また、同時に、光強度-光合成速度曲線を作成し、光合成による一日あたりのグルコース獲得量と呼吸による損失量を推定した。さらに、葉全体を構築するのに必要な一日あたりのグルコース量を葉に含まれる炭素、窒素、ミネラル量から推定した。その結果、アラカシの葉はインゲンの葉に比べると、構築するのに約6倍もグルコースを使っていた。しかしながら、アラカシの葉は構築に必要なグルコースのうち約6割を、再転流物質（古い葉から供給される光合成産物や枝や根に貯蔵されていた物質）に依存していた。一方、インゲンの葉は、その依存率は約3割であった。このように、常緑広葉樹の葉は高価ではあるものの、成長途中の葉における当座の光合成産物よりも、再転流物質に依存していた。また、インゲンの葉は発生過程を通して、細胞壁構成成分の合成よりも窒素化合物の合成に利用しているグルコース量が非常に多かった。一方、アラカシの葉は発生過程を通して、窒素化合物の合成よりも細胞壁構成成分の合成により多くのグルコースを利用していた。以上の結果より、細胞壁構成成分の合成に多くのエネルギーを消費すれば、窒素化合物の合成に利用するエネルギーを節約せざるを得ないという生理学的制約があると考えられた。寿命の長い葉にとっては、細胞壁の量が多く、構造的に頑丈な方が適応的に有利である。発生過程を通して頑丈な構造を得るため、常緑広葉樹の葉は細胞壁の合成に多くのエネルギーを消費し、窒素化合物の合成を犠牲にせざるを得ず、結果的に光合成機能の発達が遅くなってしまうことが示唆された。

論文審査の結果の要旨

一年生草本の葉に比べて、常緑広葉樹の葉は厚く、力学的に丈夫で、長寿命である一方、光合成機能の成熟には時間がかかり、面積当たりの最大光合成速度は低い。宮澤君は、常緑広葉樹数種と一年生草本インゲンの葉の発生過程を、構造、光合成機能、および物質経済の面から比較解析した。この比較研究によって、常緑広葉樹葉特有の性質はどのようなメカニズムによってもたらされるのかが、これまでにない精度で明らかになった。また、豊富なデータにもとづいて行った、常緑広葉樹葉の機能的特徴の生態学的意味に関する考察も説得力がある。以上から、本論文は博士（理学）の学位論文として十分価値のあるものと認める。