

コナラ林冠におけるクラスター構造

右田千春・千葉幸弘（森林総研）

要旨：葉群の分布は一様ではなく、クラスター構造（シュートや枝単位の集合体）が存在する。森林はその大きさゆえに空間分布構造を把握することが容易ではないが、葉群の3次元分布構造は林冠の生理生態的プロセスの定量化のためにも必要である。本研究では観測用タワーを利用し、林冠葉群の3次元分布構造を調査・解析した。林冠を一边50cmの立方体（キューブ）で区分し、キューブごとの葉量および光環境の測定を行って、林冠における葉群分布および光環境の不均質性、不連続性を実測データによって示し、階層による違いを明らかにした。林冠上層から積算して得られる積算葉面積と、林冠層ごとの平均相対光強度の間には明瞭な相互関係が認められた。しかしその関係は植物群落の光透過に関する Beer-Lambert 則に従う関係とはならなかったが、その理由は林冠葉群の空間分布が不均質であることに起因していると考えられた。

キーワード：空間分布構造、不均質性、相対光強度、Beer-Lambert 則、積算葉面積

I はじめに

林冠は葉とそれを支える枝および幹から構成され、光合成をはじめとした生理生態的諸機能を担っている。林冠における葉の形態や生理的特性は一様ではなく、光環境などを媒介として林冠内の空間的位置と密接な関係が見られる(5)。葉群の空間的配置は、光合成生産の評価のためにも必要であり、林冠内の微気象や3次元分布構造の相互関係を解明することが求められている。針葉樹は通直な樹幹の周囲に枝葉が分布しており、比較的単純な構造であるが、広葉樹は林冠構造が必ずしも規則的ではなく、葉群の3次元分布構造の把握が容易ではない。特に、発達した広葉樹林における林冠の構造的特性に関する知見は非常に少ないのが現状である。

そこで本研究では、落葉広葉樹二次林の主要樹種であるコナラを対象として、林冠における葉群の分布構造とそれを規定する光環境を明らかにすることを目的とした。「さいの目刈取法」(3)に準じて、林冠全体を一定の大きさの立方体（以下、キューブと呼ぶ）に区分して葉群の空間分布の非破壊的な調査を行った。また、葉群および林冠の光環境の位置、階層による差異を検討し、林冠の構造的特性を明らかにした。

II 材料と方法

調査林分は、森林総合研究所（茨城県つくば市）構内にある31年生コナラ人工林である。立木密度は約1700本/ha、平均樹高は14.9m、平均胸高直径は16.0cmである。林分内の20個体を対象として、胸高直径およ

び樹高の測定を行った。

コナラ5個体を取り囲む観測用タワー（底面6m×6m）を利用して葉面積密度の空間分布を調べた。樹冠最上層から下層までの葉層を一边50cmの立方体（キューブ）で区分し、タワー内の樹冠層（深さ約4m）に含まれるすべての葉枚数を計測した(1)。林冠内の光環境は、50cmごとの格子点で全天空写真を撮影し、画像解析（Gap Light Analyzer ver. 2）により開空度を求めるとともに、林冠直上の光子束密度（PFD）を光センサーによって測定し、相対光強度（RI）に換算した。計測は2004年および2005年の7月に行った。

林冠における個葉の形態的特性の空間的な違いを明らかにするため、観測タワーに外接している個体について、上層および下層から約2mの長さの枝をそれぞれ5本ずつ、合計10本採取した。各枝の葉数は85枚から478枚であった。採取したすべての個葉について、葉面積計（LI-3100; Li-Cor, USA）で葉面積を測定した後、75°Cで72時間以上乾燥させ、乾燥重量を測定した。

III 結果と考察

1. 葉の形質および光環境 林冠上層および下層から採取した供試枝あたりの、葉数と葉面積の関係を調べたところ、以下の式で近似できた($r^2 = 0.98, P < 0.0001$)。

$$LA = 0.0026 n_L^{0.86} \quad (1)$$

ただし、LA、 n_L はそれぞれ供試枝あたりの葉面積(cm^2)、葉数である。採取した供試枝の中央付近の相対光強度は7.9~92.3%であり地上高も異なっているが、式(1)

はすべての供試枝に共通して適用できた。葉面積重 LMA は林冠最上層から下層にかけて減少していた。

2. 葉面積の空間分布 葉は地上高 11.5m~15.5m に分布した。表層には部分的な凸凹があり、個体レベルでも林冠レベルでも葉面積密度の高いキューブと低いキューブが3次的にモザイク状に分布していた(図-1)。葉面積密度の高いキューブは葉群クラスターに相当する。クラスター間には葉面積密度の低いキューブが存在し、林冠全体にクラスターが広く分布していた。一次枝の枝齢が上がるにつれ、枝全長は長くなり、さらに分枝の頻度も増加する。各枝の先には複数の葉群クラスターが形成されており、林齢の増加とともにクラスターが増加すると予想される。

3. 林内の光環境 林内の相対光強度 RI は林冠内の葉や枝、幹による光の遮蔽に伴い、林冠深度とともに低下していた。上層ほど RI の高いキューブが多く、下層では低いキューブが多くなっていった。一方、中層では RI の値が広く分散しており、わずか 1m 程度の層内にもかかわらず、明るい環境 (RI=96.0%) から暗い環境 (RI=1.2%) までのキューブが混在していた。キューブごとの光環境を比較すると、上下の明るさが逆転しているキューブが中層に多く見られた(図-2)。葉群クラスターの存在によって、特に中層の光環境が不均質になると考えられ、このような光環境のバラツキが光合成等の生理的プロセスにも影響を及ぼすであろう。

4. 積算葉面積指数と光環境 林冠上層から積算して得られる積算葉面積と階層ごとの平均相対光強度 RI の間には明瞭な相互関係が存在した(図-3)。植物群落において、群落表面からの深さ z における光強度と、 z よりも上にある葉面積の総和の関係が指数関数で直線近似できることが知られている(2)。しかし、この関係は必ずしも直線になるとは限らないことが実測データでもモデル等でも明らかにされている(4)。今回、2004年および2005年に測定を行ったところ、本調査林分では上に凸の同様の関係が得られた(図-3)。葉群分布の不均質性および光環境の相互関係は、Shinozaki and Kira (4) によるモデル的解釈の妥当性を支持しており、林冠表面の凸凹構造や葉群クラスター等の空間構造の不均質性によって、積算葉面積と光環境の関係が変化すると考えられた。

引用文献

- (1) 右田千春・千葉幸弘・丹下健 (2005) コナラ葉群の空間分布構造. 日林関東支論 56 : 135-136.
- (2) MONSI, M. and SAEKI, T. (1953) Über den Lichtfactor

in den Pflanzengesellschaften und seine Bedeutung für die Stoffproduktion. Jpn. J. Bot. 14 : 22-52.

- (3) 篠崎吉郎 (1961) 植物生長の Logistic 理論. 京大博論.
- (4) SHINOZAKI, K. and KIRA, T. (1977) Canopy structure and light utilization. In Primary productivity of Japanese forests. SHIDEI, T. and KIRA, T. (eds.), JIBP Synthesis Vol. 16, Tokyo, 75-86.
- (5) SPRUGEL, D. G. (2002) When branch autonomy fails: Milton's Law of resource availability and allocation. Tree Physiol. 22 : 1119-1124.

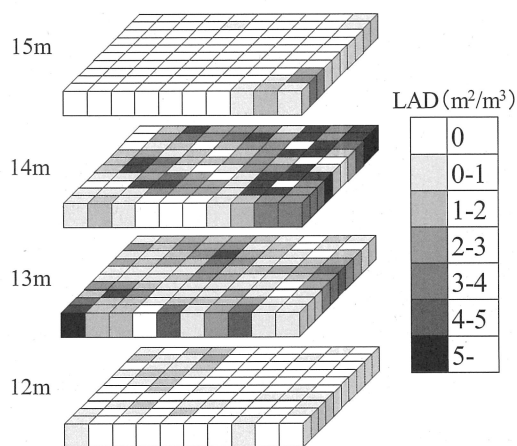


図-1. 葉面積密度の断層構造
キューブ葉面積密度を色分けして階層ごとに示した。

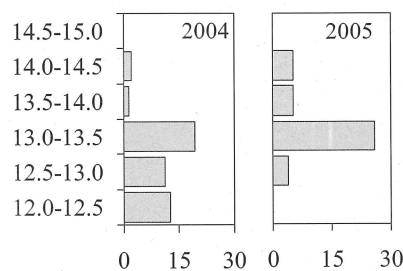


図-2. 上下の光環境が逆転しているキューブの割合

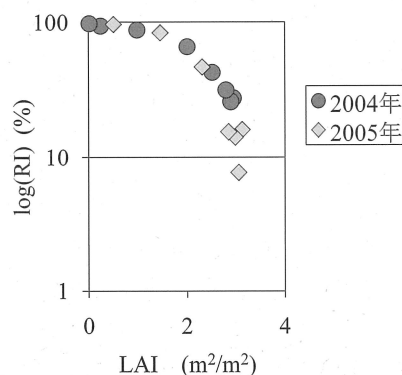


図-3. 積算葉面積指数 LAI と相対光強度 RI の関係