

林内の明るさをどう表すか

—— 複層林の立場から ——

菊 沢 喜 八 郎

照度計で林内の明るさを測り、同時に裸地でも明るさを測って、比較して相対照度として表す、これが林内の明るさを示す普通の方法である。相対照度は同じ林内でも場所によらずいふんと違うのが普通である。だから、多数の点で測定して、その平均値を示し、頻度分布を示したりする。頻度分布は一般に左側に歪んだ分布となる（図 - 2, 3, 4 参照）。つまり、林内では一般に暗い箇所が多く、まれに明るい箇所がある。林冠部に大小さまざまな隙間があり、洩れた光がときたま林床に到達するためである。

このように歪んだ分布を示す相対照度を平均しても、これがその林分の明るさを表しているといえるだろうか。統計学でよく使われる正規分布（頻度分布の中心と平均値が一致する分布）とは異なっているから、統計の理論を使って推定や検定を行うにも不便である。

複層林の立場から

複層林（たとえばカラマツ人工林の林床にトドマツを植込んだ場合）を考えてみよう。林内の明るさとは、林床に植込んだ下木（この場合トドマツ）にとって、林内に射し込んだ光がどの程度有用であるか、ということである。つまり、トドマツにとっての明るさを知りたい、——マツのことはマツに聞け——というわけだ。

植物にとってもっとも大事なことは、光合成によって、生活の糧を得、成長することである。したがって林内に射し込んだ光が、トドマツによってどのように光合成に使われているかがわかればよいのである。

下木による光の評価関数

植物の葉 1 枚に当たる光の量（ I ）に対して、光合成量（ P_n ）がどのように変化するかは、一般に次のような式で表される。

$$P_n = \frac{bI}{1 + aI} \dots\dots\dots (1)$$

ただし a, b は定数である。下木の葉 1 枚ずつについて、上の式を当てはめることができればよいのだが、下木の葉の位置によってそこに当たる光の量（ I ）も変わってくる。下木の上に到達した光の量（ I' ）に対して、 I は、

$$I = I' e^{-KF} \dots\dots\dots (2)$$

のように減っていく。ただし F は下木のもつ葉の量， K は吸光係数で単位量の葉によって光がどれだけ減るかを示す定数， e は自然対数の底である。(1) 式と (2) 式を組合せると，下木全体の光合成量を表す式が得られる。これは

$$P_n = \frac{(b/ka) \log(1+KaI')}{1+KaI' e^{-KF}} - rF \dots \dots \dots (3)$$

で与えられる。ただし r は葉の呼吸速度である。

下木直上の光の量 (I') を相対照度 (RLI) で表すことにすると

$$P_n = \frac{(b/Ka) \log(1+KaRLI)}{1+KaRLI e^{-KF}} - rF \dots \dots \dots (4)$$

のように書き直すことができる。(4) 式の $RLI = 100$ (%) 時 の P_n を 100 とおくと， P_n もまた相対値 (P) で表すことができる。のような変換を P 変換ということにしよう。この P と相対照度 (RLI) の関係は図 - 1 のような曲線となる。相対照度 (RLI) を P の値に変えて表すということは，林内の下木が光をどのように評価しているかを示したものといえるだろう。

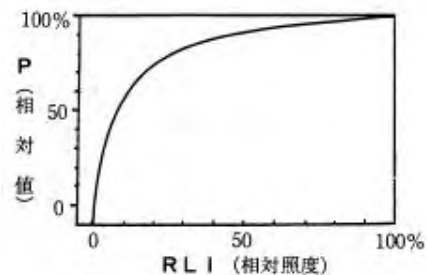


図 - 1 下木の光合成量の相対値 (P) と相対照度 (RLI) の関係

相対照度と P 値の頻度分布

林内での相対照度の頻度分布は，左側に歪んだ形になる (図 - 2 a)。落葉広葉樹林の例では平均値は 7.8 % であった。相対照度を P 値に変換すると，平均値が 47% となり，平均は頻度分布のほぼ中央になった (図 - 2 b)。この例では P 変換することによって，左側に歪んだ分布を正規型の分布に変えることができた。

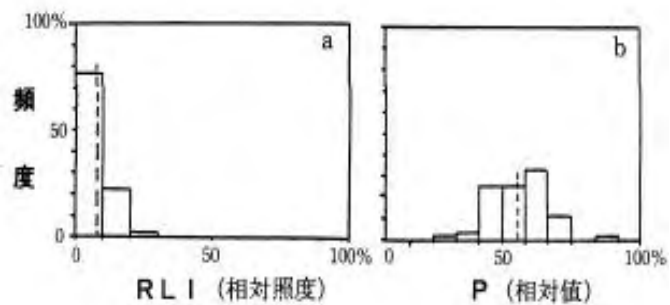


図 - 2 落葉広葉樹林における (a) 相対照度と (b) P 値の頻度分布

平均相対照度が同じでも下木による評価は異なる

ほぼ同じ平均相対照度をもつ二つの林分を比較した。トウヒ林の平均相対照度は 7.2% ，ウダイカンバ林では 7.0% である。トウヒ林では，暗い箇所が多いが時に非常に明るい箇所がある。全体の分布は左側に歪んだ形となっている (図 - 3 c)。ウダイカンバ林でも相対照度の

頻度分布はトウヒ林と似た形である（図 - 3 a）。しかし、P 値の頻度分布は二つの林分でかなり異なっている。トウヒ林ではやはり左側に歪んでいてマイナスの値もある（図 - 3 d）が、ウダイカンバ林ではその歪みは著しくはなく、正規型に近い（図 - 3 b）。P の平均値はウダイカンバ林が 37% でトウヒ林の 18% よりも高い。平均相対照度は同じでも、下木による評価が違うことを意味している。

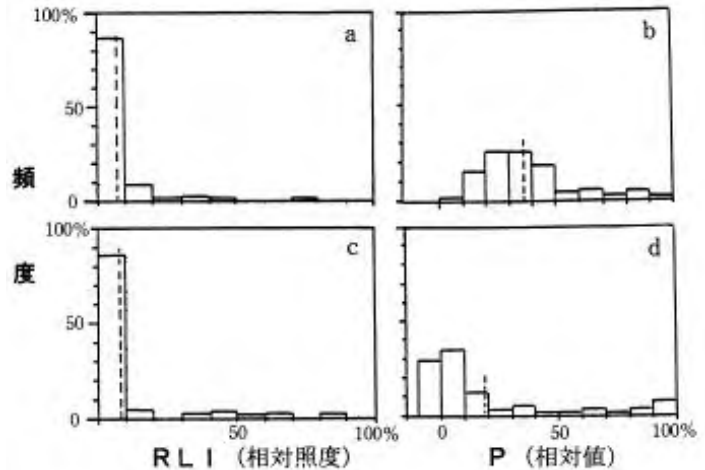


図 - 3 平均相対照度がほぼ同じの（上）ウダイカンバ林と（下）トウヒ林における（a, c）相対照度および（b, d）P 値の頻度分布

相対照度の時間的变化

林内の同一地点でも、相対照度は時間的に変動する。快晴の一日、同じ地点で照度を一分おきに測ってみた。林外裸地の照度は安定した値を示しているのに（図 - 4 a），林内の照度は大きく揺れ動いた（図 - 4 b）。太陽高度が変化するとともに、光が林冠の葉に遮られたり、葉の隙間から射し込んだりするためであろう。

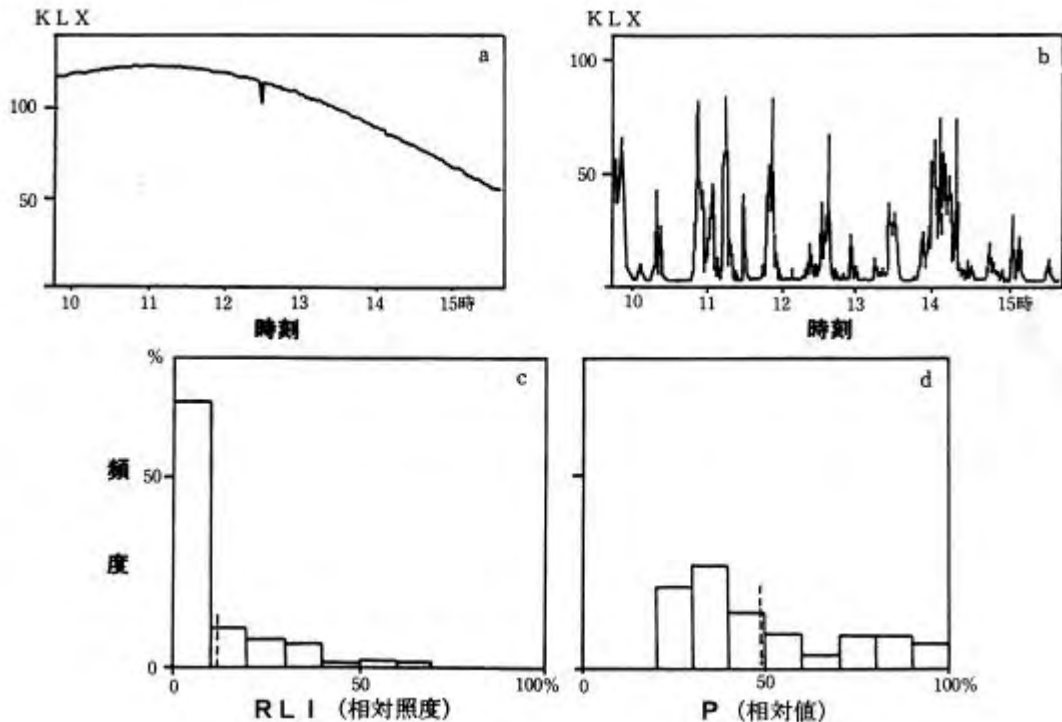


図 - 4 照度の日変化

(a) 裸地 (b) 林内 (c) 相対照度の頻度分布 (d) P 値の頻度分布

相対照度の頻度分布をとると、やはり左側に歪んだ分布となった（図 - 4 c）。一時点で様々な地点で測った場合の分布（図 - 2 , 3）とよく似ていた。P変換して頻度分布をとると、いくらか正規型に近い分布が得られた（図 - 4 d）。相対照度は時間的にも空間的にも変化するので、一時点の値ではなく、積算値を用いれば、問題は解決するという人がいる。しかしこの意見が正しくないことは図 - 4 から明らかだろう。一地点で時間的に測っても、明るいときもあれば暗いときもある。林床の下木はそれぞれの明るさに反応しているはずであるから、その反応のしかたを常に考慮する必要がある。積算するにしてもP変換をしてから積算する必要がある。

（育 林 科）