

庇陰林分の葉量

| | |
|-------|---|
| 誌名 | 日本林學會誌 = Journal of the Japanese Forestry Society |
| ISSN | 0021485X |
| 著者 | 荒木, 真之 |
| 巻/号 | 55巻10号 |
| 掲載ページ | p. 296-300 |
| 発行年月 | 1973年10月 |

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



論 文

庇陰林分の葉量

荒木 真之*

Some Discussion on the Leaf Amount of Shaded Model Stands

Masayuki ARAKI*

Summary: The responses of leaf area index in the young congested and shaded birch (*Betula platyphylla* SUKATCHEV var. *Japonica* (MIQ.)) stands to their light conditions were investigated. Experiments were performed from spring to autumn in 1972, in the training field of Tokyo University of Education at Soshigaya in Tokyo. The results are summarized as follows:

1) Leaf area index of the shaded stands decreases gradually with the decrease of light shed on the stands through the shading net, showing an optimum when lightly shaded. And there appear to be no seasonal variations in the phenomena mentioned above. (Fig. 1).

2). The relations between the relative light intensity in a specific stratum of the foliage and accumulative leaf area index of the stratum are represented by slightly convex downward curves. And astonishingly, many characters of the curves (the shape, the degree of curvature and inclination) are nearly equal to each other in spite of the varieties among the shading conditions (Fig. 2). From these facts, it can be said that the total leaf area index for the foliage from the bottom of the leaf layer to the stratum showing a certain specific relative light intensity takes the same value despite the variety of the shading conditions among the stands.

3) Leaf area density initiated by STREN, & DONALD in 1962, was shown in this experiment to converge in a narrow range in value from 0.125 to 0.175 kg/m³ for all cases of the stands (Fig. 3). The leaf area distance, which is a newly introduced conception by the author, meaning (leaf area index - 1)/(stand height - clear length), converged within 40~20 cm range (Fig. 4).

要 旨: シラカンバ模型林分の葉量変化を庇陰の程度に関係づけて調べた結果、以下の諸点が明らかになった。

1) 庇陰条件下にある林分の葉面積指数は受けた庇陰の程度が強くなるにつれ、軽度庇陰下で最大値を有する optimum curve を示しつつ漸減する。そしてこの関係に季節差はなさそうだ (図-1)。

2) 層の累積葉面積指数と層の相対照度の関係 (吸光係数の図) を全実測法で求めた。結果は庇陰の有無、程度によらず、どの林分も上に凸のカーブになる。そしてカーブの形、曲率、全体的にみた傾きは、どの林分にあっても相互に殆んど同じである (図-2)。このことから一定照度を示す層以下の林分葉面積は一定といえよう。

3) 林分と季節の差にかかわらず、葉分布密度は 0.125~0.175 kg/m³ の狭い範囲に収束する。また葉の空間的ならびりを平均的に表わすため、新たに試算した平均葉層間隔も 20~40 cm の範囲に入る (図-3, 4)。

ま え が き

より強く庇陰された林分ほど葉量が少ない^{1,2)}現象がある。この現象は葉層の累積葉面積指数と相対照度の関係 (吸光係数の図) および光合成速度と呼吸速度のバランス、さらに葉の形態や性質の照度との対応関係^{3,4)}を

考えあわせると起こり得るはずであって、規則性もあるはずだと解せる。そこでシラカンバの例でこれらの問題について解析した。

材料および方法

林分サンプリングを行った林はシラカンバの幼齢高密

* 農林省林業試験場 Gov. For. Exp. sta., Tokyo

度模型林で正方形植栽・間隔 10cm・林齢 1年 のものに、程度異なる 5 段階の庇陰処理を行ってある。そこから季節を変えて各 50cm 角の面積について、10cm 層ごとに相対照度を実測したのちサンプル区内の全個体を掘り取り、層ごとの葉の全部について葉面積を測り乾重を求めた。詳細は前報⁵⁾をみられたい。

結果および考察

庇陰林の葉量 林冠上の明るさと林分の土地面積当りの葉量は 図-1 には折線で示したが、かなりはっきりした optimum カーブになる。葉層の展開直後の 5 月以外は葉量の表現が重さ、面積いずれのベースでなされても 76% 照度庇陰林が最大量を示す。1971 年の例³⁾のみは重量ベースの場合ほぼ右上がりの傾向にみえる。川那辺¹⁾の針葉樹の庇陰実験をみても庇陰程度の増大に伴う明確な葉重の減少が認められる。すなわち無庇陰林を 100 とした場合 10% 照度を示す強度庇陰林の相対葉量は減量程度が最大のクロマツで約 8、最少のヒノキで 38 である。この場合の変化の様子はスギ以外は漸減傾向であるが、スギおよび同様に川那辺の庇陰下で密度が異なったカンレンボク林⁶⁾の一部は筆者と同じ optimum カーブになる。

そして葉量を重量ベース・面積ベースで表わし相対照度に対比させた場合、面積ベースの方が条件差に対する傾向がより明確になる。一方、季節差は重さベースの方に多く現われている。このことは、葉量は重量が一次的に決定され、それが葉の比面積の照度に対する反応を通じて二次的に面積が規定されることからうなずけよう。

葉面積ベースの場合、葉量の照度反応の傾向は全体的にみるとどのサンプリング時期もよく似かよっており、

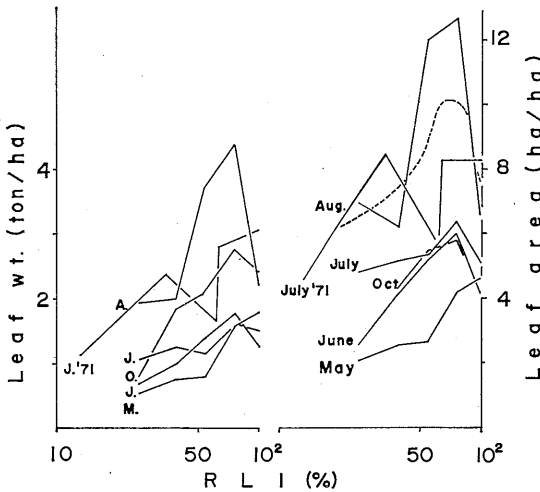


図-1. 庇陰程度と林分葉量
Fig. 1. Leaf amount of shaded stands in relation to the RLI shed on the stands

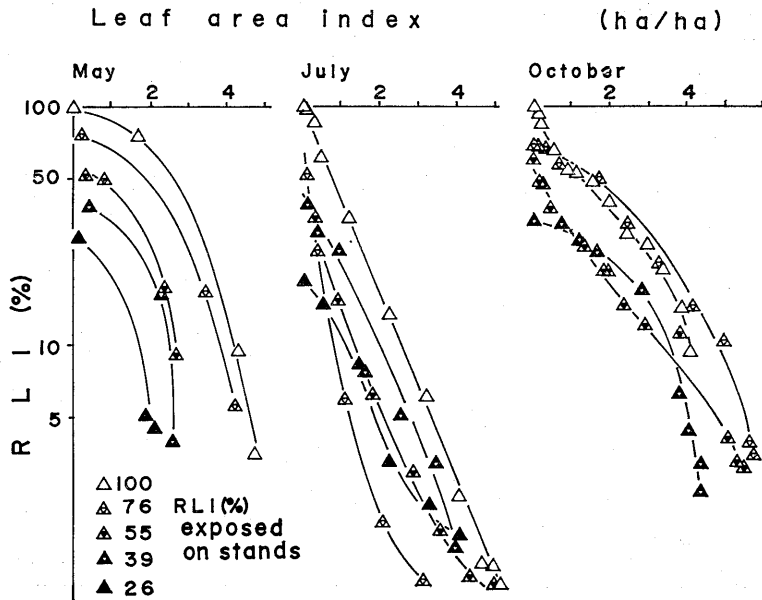


図-2. 庇陰林における累積葉面積指数と相対照度の関係
Fig. 2. Decrease of RLI in a specific stratum with increase of accumulative leaf area in the stratum

Note: Marks for this figure apply to all other figures that follow

とくに6, 7, 10月は殆ど一致している。1971年7月と'72年8月の例は葉量が多いが、これは夏期に起こった芽の2回ぶきのため葉量が一時過剰に増加したことによるのである。すなわち一たん形成された冬芽が夏の内にやぶれる現象⁵⁾が起こり、それはほぼ全部の個体についてみられたが、無庇林でも林冠下部には起こらず、庇陰林では林冠のごく上部にのみ起こったのである。このことは図-1の'71年7月と8月の傾向を他と比較することによってうらづけられよう。またこの2期のサンプルを仮に平均化してみると図中の点線を得る。過剰葉量のため全体的に上にずれるが傾向は反応が安定した他の期とはほぼ同じとみてよい。すなわち葉面積の対照度反応には出葉時を除き季節のちがいによる傾向差は殆どないと考えられる。

葉量と相対照度 層ごとの累積葉面積指数と相対照度の関係(吸光係数の図)図-2はどれも類例⁴⁾のように上に凸のカーブになる。そしてカーブの曲率および全体的にみた傾きは季節方向にはやや異なるが庇陰処理の方向には相互によく似かよっている。これからどの林分間にあっても、すなわち無庇林と庇陰林とをあるいは庇陰林相互を比較しても一定照度を示す層以下の葉面積はかなり近い値をとるといってよい。たとえば8月サンプルの場合、相対照度20~5%の間に着生する葉量を図-2から読みとると無庇林・76% 照度庇陰林・55% 照度庇陰林……の順に葉面積指数3.3・2.7・3.7・2.5・2.4であり6月の場合は同順に1.1・1.8・1.9・1.9・1.5となる。そして、この問題に季節差はないことから明るさによる葉量規定現象はかなりはっきりしているといえよう。

無庇林と各庇陰林の吸光係数の傾きは同一時期にはどれもほぼ等しい。これは葉の比面積の照度反応が早くかつ厳格に起こる^{3,5)}こと、またこの葉量と照度の例と同

様、庇陰条件は比面積の照度反応を乱さないこと^{3,5)}からうなずける。そして線群の傾きに季節変化があることは、葉層の光条件を規定する葉の大きさ、着生角度等の季節差によるものと思われる。

葉分布密度 林分葉量が葉片の相互庇陰によって一定値に規制される経過を考えるため葉分布密度⁷⁾を算出した。結果は図-3のようによくそろった値を得る。1971年無庇林の場合、葉分布密度の季節変化は前報³⁾中の葉量の季節変化を示した図-2より差が少ないにしろ傾向はきれいに一致している。それは図-3と前報の図-2の両者とも葉重をベースにしており、かつ林分平均樹高は漸増してゆくからである。そして'72無庇林の季節変化の傾向も'71年の場合とよく似ている。また図中に'65とあるのは長野・山梨県境の信州峠北方約2km、標高1,300m地点の梨の木台にて1965年に林分調査を行ったシラカンバ林分⁸⁾の、測定日失念のため横線で表わしたが、データである。

どのデータも意外によくそろって狭い範囲、すなわち葉分布密度0.125~0.175 kg/m³に収束している。ただし、只木⁹⁾のデータのみはかなりはずれるが、この場合は葉量が過少と思われる³⁾ので除く。一方、葉分布密度の収束化を季節的にみると、春の出葉時には葉量がごく少ないので当然葉分布密度の値は小さい。それが林分が過剰葉量³⁾を示す5~6月に大きくなり、さらに下層葉の脱落を生じて収束する。その後秋期には落葉のため、落葉現象も細かくみれば下層から起こる³⁾ので漸次密度が小となる。

'72年無庇林の場合、6月に葉分布密度が収束を起こしたが、この時の林分平均葉層深は130cmである。一方、梨の木台の場合それは340cmある。この他のデータもすべて葉分布密度は上記の値に収束している

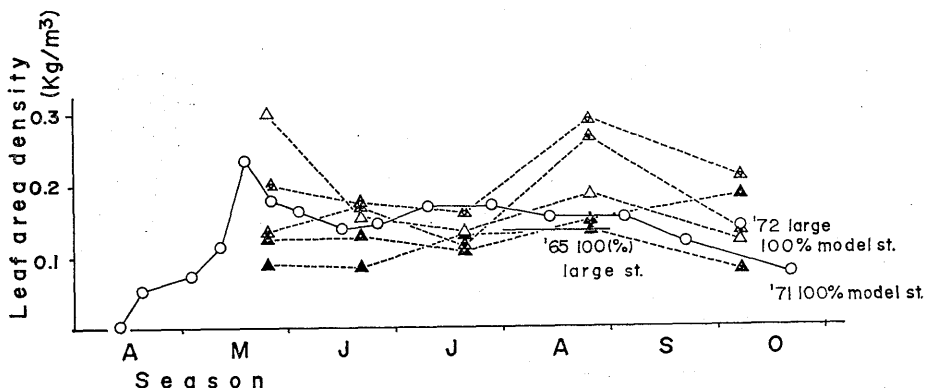


図-3. 庇陰林の葉分布密度

Fig. 3. Leaf area density of shaded stands and their seasonal time progress

が、平均葉層深は 80 cm, 100 cm, 170 cm のものとさまざまである。一方、林分平均樹高も 1.3~5.8 m とかなりの差といえる。しかし、これらの大きさ等に差がある林分群の葉分布密度がどれもよく似かよった値をとることから、一定の空間には一定の葉量が分布し、その空間をどれほどすなわち葉層深で表現される程度とり込むかによって林分葉量が決まるのであろう。ただし、葉層深が林分によって異なる原因については不明であるが、梨の木台林分の現実林分葉量は 4.8 ton/ha で、'72 年無庇林 6 月の場合には 1.3 ton/ha で、どちらも閉鎖は完全であったといえる（他の林分の葉量はこれらに入る）。

さらに、これらの問題を庇陰林についてみると平均樹高の区間差はあまりないが葉重差はかなりある。したがって、おおむね各時期とも明るい区ほど葉分布密度が高くなっている。ただし無庇林と 76% 照度庇陰林は葉重の場合と同様に区間差が逆転している。そして 8 月の葉の増量がはっきり表われているので、照度条件によく対応した値の収束は 7 月であると思われる。いずれにしても、7 月の例は値の存在域および幅は無庇林とほぼ同じといえよう。これらの値を他の樹種と比較すると^{9,12)}対象が少ないので確定できないが、1 ケタ大きい値といえよう。

平均葉層間隔 葉分布密度と同様に空間的な葉の集合状態を表わす別の方法を試みた。まず全葉層の葉面積実測値から実測葉面積指数を求めた。林分の葉を全部むしって林分と同じ面積にすき間なくしきつめたとした場合、葉面積指数は葉の重なった層数を表わすが、その層相互が空間的に一様なへだたりを有しているものと仮定した場合の平均葉層間隔なるものを算出した。すなわち間隔を考えた場合上下の面があるので（葉面積指数 - 1）で（平均樹高 - 平均枝下高）すなわち葉層深を除した。結果は 図-4 のとおり 20~40 cm の範囲に殆どのデータが落ちるようだ。季節的にみると春期の出葉・葉層の展開とともに平均葉層間隔はせばまってゆき '71 年無庇林シリーズの場合 25~35 cm の範囲をたどって秋に再び脱落葉によって間隔が広がるのであり、この傾向は '72 年無庇林シリーズの場合にも 5~10 cm ほどずれるにしろまったく同様である。

この方法によって葉の平均的な集合状態をみるときは葉分布密度によった場合と異なり、夏期の 2 次的な開葉による傾向の乱れはずっと少ない。庇陰林の場合傾向は無庇林と同じであるため図は略すが夏期の平均葉層間隔の収束現象は無庇林よりはっきり起こり 20~30 cm にどの庇陰区間のデータも収束する。そして庇陰程度が強いほど葉量が減少するのに対し、葉層深はおおむね同じなの

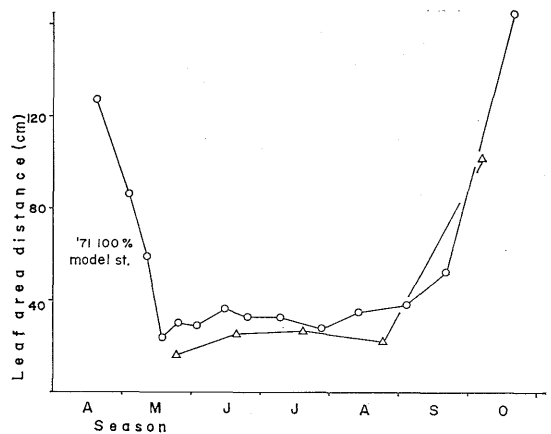


図-4. 庇陰林の平均葉層間隔

Fig. 4. Leaf area distance of shaded stands and their seasonal time progress

で、間隔は広がってくる。

まとめ

庇陰林の葉量に関する記述を含む報告は以前に 2, 3 あり、本報は別に新しいものではない。しかし面積当り葉量が生育照度ときれいな対応を示すことは不明であった。庇陰下における葉量規制現象の成立に関する直接的な理由等はデータの限りでは、はっきりしなかったが、いくつかの参考的な説明をなした。いわゆる成木で構成される樹高が高い林分の面積当り葉量と幼齢樹からなる低い模型林の葉量がほぼ同じ値をとるのはいささか不思議に考えられた。つまり、模型林は大幅に葉量が多いように観察されるのであるが、実際には葉分布密度は大・小林分ともごく近い値をとる。しかしこの解析はあくまで平均的な分布量を求める方法であってクラスター分布¹⁰⁾がシラカンバ林分（高密度模型林においてはクラスター分布は認められない、また林冠頂部以外には集中分布も認められない）にも存在するとすれば、葉の空間分布量は小さい単位空間内での葉の有無に大きく左右されよう。あるいは低密度・大個体の林分、ここでは梨の木台林分の場合にはクラスター分布を起こしているの

文 献

- 1) 川那辺三郎・四手井綱英： 陽光量と樹木の生育に関する研究(Ⅲ)、針葉樹苗木の生育におよぼす被陰の影響。京演報 40: 111~121, 1968
- 2) 荒木真之： 未発表, 1967
- 3) ————： 林木の葉の SLA に関する研究(Ⅱ)。シラカンバ模型林における葉の比面積と季節・庇陰の関係。日林誌 54: 184~191, 1972

- 4) ———: シラカンバ模型林における葉群の諸変化(予報), 日林誌 54: 192~208, 1972
- 5) ———: 林木の葉の SLA に関する研究(Ⅲ). シラカンバ模型林における葉の比面積と季節・庇陰の関係(承前). 日林誌 55: 227~233, 1973
- 6) 川那辺三郎・四手井綱英: 陽光量と樹木の生育に関する研究(Ⅱ). カンレンボクの庇陰効果におよぼす密度の影響. 京演報 38: 68~75, 1966
- 7) 荒木真之・今井三千穂: カラマツの集団植栽に関する生態学的研究. 東教演報 2: 40~82, 1970
- 8) ———: 未発表 1965
- 9) 只木良也・四手井綱英・酒瀬川武五郎・荻野和彦: 森林の生産構造に関する研究(Ⅱ). シラカンバ幼齡林における現存量の推定と生産力についての若干の解析. 日林誌 43: 19~26, 1961
- 10) STERN, W. R. & DONALD, C. M.: Light relationships in grass-clover swards. Aust. J. Agric. Res. 13: 599~614, 1962
- 11) 小川房人: 群落枯死量測定上の問題点. JIBP-PT-F 42: 71~76, 1968

(1973年4月27日受理)

抄 録

○レジノサマツの葉の栄養素と生長: 開芽中の苗における光合成物質の配布 (Foliar nutrition and growth in red pine: distribution of photoassimilated carbon in seedlings during bud expansion) RANGNEKAR, P. V., and D. F. FORWARD, Can. J. Bot., 50: 2053~2061, 1972.

アカマツの生長と光合成物質の利用に関する研究の一環として, ^{14}C の分布と代謝物質および構成成分への現われ方を実測したが, 本研究はこれらの基本型の確認とその変化のコースを明らかにするため再検討したものである。1968年3月, 12本の4年生アカマツ (*Pinus resinosa* Ait.) を開芽を始めるまで光, 温度, 湿度を調節した条件の下で育てた。4個体の Shoot をそれぞれプラスチックの袋に入れ幹の基部を封じ, その中に $427.5\mu\text{Ci}$ (57mCi/m mole) の $^{14}\text{CO}_2$ を入れた。3時間光合成させた後に袋を開き, $^{14}\text{CO}_2$ 使用開始後8時間, 3日, 7日後にそれぞれ調査した。Shoot や頂芽の全長は $^{14}\text{CO}_2$ 使用前, 芽長は $^{14}\text{CO}_2$ 使用後も測定された。掘取後根を洗い, 重さも測定した。苗を根, 芽, 1967年および1966年に発現した葉と幹およびその前年の幹部に区分した。抽出操作や分析方法は前報と同様であった。

$^{14}\text{CO}_2$ 使用後8時間たつと ^{14}C の 96.2% が吸収され, 予備実験からしても $^{14}\text{CO}_2$ の同化を 95% 以上確実にするには3時間が妥当であることがわかった。遅く

なると ^{14}C の吸収は少なくなり, 7日後には 50% に減じた。これは測定はしなかったが呼吸によるためであろう。8時間後, 体内に残留する ^{14}C の 98% はエタノールに可溶性であったが, 時がたつにつれて不溶部が増加した。この増加は最初の3日間に著しく後の4日間にはわずかであった。各器官における ^{14}C の分布をみると, 8時間では可溶性と不溶性の全量の 26% は葉以外で, この内 84% は芽で幹にはわずか, 根には痕跡程度であった。3日後では葉に残る割合が減少し, 芽よりも根に多くなり, 7日後と大差ないが可溶性に比べ不溶性の割合が著しく増加した。3日後の芽における高い ^{14}C 濃度はラベルされた物質の転入が続いていることを示している。その後の大半の消失は他器官とパラレルではなくラベルした基質の呼吸によると考えられた。生重当りの ^{14}C 濃度は8時間後の芽では葉よりも大きく, 幹では少量, 根では極少であった。3日後には安定し, 7日目とほぼ同じであった。8時間後の体内活性の可溶部は幹, 根では sugar, 葉でもほとんど sugar, しかし芽ではこのほかに, 11% の有機酸と 3% のアミノ酸がみられた。7日後には sugar の占める割合が減じ, 根, 幹では 50~60%, 葉, 芽では 20% になった。芽や葉中の有機酸の大部分はキニン酸やシキミ酸でこれらの(脂環カルボン酸)は体内の副産物の蓄積というよりも生長に結びついているように思われた。ラベルされた主な糖は sucrose, fructose, glucose で fructose と glucose の割合は8時間後の各器官ではほぼ同じであったが, 時がたつにつれて glucose が fructose より急激に減少し, とくに芽や根で著しかった。(池本彰夫)