

海外植林の豆知識 (3) 光合成特性

前号表1の続きで、幼樹の光合成特性について述べます。先駆樹のタネは子葉が地上に出るタイプが多く、発芽直後から子葉で光合成活動を開始し、少しでも早く本葉を展開し、他者を圧倒してより多く光を獲得しようとします。一方、林床で発芽することが多い極相林樹種の種子は、ドングリ類のように子葉が土壌表層に埋もれていて、その貯蔵養分を使って本葉を展開するタイプが多いです。そこで苗木の葉の光合成特性を調べた結果を図1に示しました。ここでは早生の先駆樹種である *Acacia auriculiformis* (Aa) と *Duabanga grandiflora* (Dg)、それに極相林樹種が多いと言われているフタバガキ科3樹種 *Shorea assamica* (Sa), *Dryobalanops aromatica* (Da) 及び *Neobalanocarpus heimii* (Nh) についての例です。一般に光量に比例して光合成量は増加しますが、ある程度の光量に達しますと、光合成量は一定となりそれ以上は増加しなくなります。この時の光飽和点(図1の矢印)とそれ以降の飽和光合成レベル(最大光合成速度)は、先駆樹・陽樹で高く、極相林樹種・陰樹で低いという特徴があります。例えば、Aaは熱帯の真昼の光量(約 $1,500 \mu\text{mole m}^{-2} \text{s}^{-1}$)の半分程度でやっと飽和レベルに達し、その時の最大光合成レベルも非常に高いです。一方、フタバガキ科の3種は光量が200~ $400 \mu\text{mole m}^{-2} \text{s}^{-1}$ で最大光合成に達し、そのレベルも低いです。この3種の中ではSaが比較的陽樹的性格が強いと推察されます。なお、強光下でNhの光合成が低下しているのは、耐陰性の大きい植物によく見られる現象で、強光条件への対応(下記の例等)が備わっていないためです。

光合成活動で認められたこの陽樹と陰樹の関係は、一つの樹種の中でも日向の葉(陽葉)と日陰の葉(陰葉)の間でも同様に認められます。実は図1

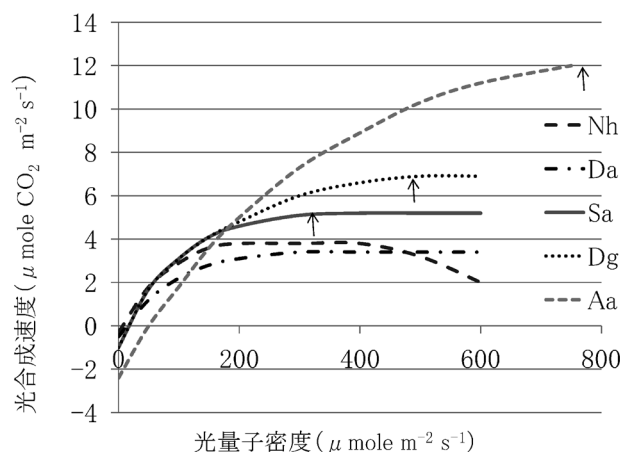


図1 光量-光合成曲線

Nh : *Neobalanocarpus heimii*, Da : *Dryobalanops aromatica*

Sa : *Shorea assamica*, Dg : *Duabanga grandiflora*

Aa : *Acacia auriculiformis*

← : 光合成飽和点の例

の実験材料は、日本の人工気象室で、タネから育てられた苗木を使用しているため、実際の熱帯野外での光条件の半分程度の明るさで育てられています。マレーシアの野外で生育していた多数の樹種の陽葉の最大光合成速度を測定したデータ(松本陽介; 本誌53号)と比較すると、Am, Sa, Da, Nhのいずれもが半分程度の最大光合成速度となっています。すなわち図1の材料は陰葉を用いた結果であるといえます。しかし、これらの樹種の光合成速度の相対的な位置関係には変わりはありませんでした。例えば、松本のデータによれば、Saは $11 \mu\text{mole CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 程度あり、これは陽樹として知られているセンダンやアフリカマホガニーと同等の最大光合成速度でした。これは図1の説明で述べた結果と同様に、フタバガキ科の樹種の中では、明るい環境に適応できる

表 1 葉温上昇に伴う光合成速度の低下率 (対最大比)

樹種	最大光合成時の葉温 (°C)	葉温 35°C 時の光合成低下率 (%)
<i>Duabanga grandiflora</i>	32.5	96
<i>Acacia auriculiformis</i>	27-30	95
<i>Shorea assamica</i>	27-30	92
<i>Dryobalanops aromatica</i>	29	83
<i>Shorea parvifolia</i>	27-30	79
<i>Neobalanocarpus heimii</i>	27	54

可能性を示しています。さらに極相林樹種に相当すると思われる Da や Nh など、Sa の半分程度 ($6 \sim 7 \mu\text{mole CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) で、図 1 と同様の結果でした。陰葉と陽葉の構造的、機能的違いについては、次回に述べるとして、概していえば、葉の面積当たりの光合成速度は陽樹の陽葉で最も大きくなるのが普通です。

つぎに、Aa が非常に高い光合成能力を示した理由の一つは、本種が仮葉 (葉身が退化し、葉柄が葉の形態となっている) であることに起因しております。仮葉は通常の葉とは違った構造 (通導組織が平たくなって葉の裏表がない) で、例えば葉の両面に気孔があり、葉緑体も両面に緻密に分布しています。光合成速度は、通常葉の面積当たりの CO_2 取込み量で表示されますが、仮に気孔が分布する葉面積あたりとすると、Aa の光合成速度は 1/2 となり、これは Sa と同程度となります。

いづれにしても、太陽光の光エネルギーのうち光合成に利用されるのは、光以外の環境条件が最適であったとしても、陽樹で日中の半分、陰樹では 1/3 程度です。それ以上強光であると光以外の環境条件の変化により、光合成が阻害されることもあります。一例として、葉の温度と光合成の関係を調べて結果を表 1 に示しました。多くの熱帯樹の最大光合成速度は葉温が 27~30°C の時最大となり、それより温度の上昇あるいは降下によって減少します。葉温 35°C の時の光合成の低下率は、Nh では約 52%

であったのに対して、比較的陽性な性格を示した Dg や Sa では 95% ほどのレベルを維持していました。一般に葉が高温になると気孔からの蒸散を盛んにして葉温の上昇を防ぐ機能が働きますが、その結果葉が水分欠乏状態になると気孔を閉じてしまいます。この気孔閉鎖による CO_2 の供給停止が主な原因で、高温時に光合成量は減少します。Dg や Sa が高温状態でも光合成速度が比較的高く維持されたのは、根から葉への水分供給がスムーズに行われ、一方 Nh のように光合成低下の大きい樹種は水分通導抵抗が大きいのではないかと考えられます。

ところで Sa は溪谷沿いに自然分布している樹種で、土壤水分が豊富な条件下でよく育つものと考えられます。したがって、水分をふんだんに使える構造になっている樹種のように、松本ら (本誌 55 巻) の結果によれば水分利用効率 (光合成量/蒸散量) が最も低い部類の樹種でした。Sa は光合成能からみると陽樹的性格が強い樹種と判断されますが、これを土壤が乾燥しやすい裸地に植えると水分不足で枯死あるいは成長不良になる確率が高いと思われる。したがって、植林樹種や植林場所の選択においては、単に一つの成長特性だけから判断するのではなく、成長特性を総合的に判断する必要があります。植林前例の少ない樹種を取り扱う場合はこの点に注意を要します。

ここでの結論としていえることは、典型的な先駆樹種と極相林樹種を比較すれば、その繁殖、光合成や幼時の成長特性などは、前号の Whitmore の表 1 に掲げたとおりとなるが、一つの生理的特性だけにとらわれず、それぞれの樹種の成長特性を総合的に知ることが、未経験の樹種を植林する場合には非常に重要であると言えます。なお、現在産業植林樹種として広く植林されているアカシア類、ユーカリ類、マツ類、チークなどについては、それらの植林技術はほぼ完成されているので、劣悪な植林環境条件 (荒廃地復旧や乾燥地緑化など) でなければ、そうした技術の導入を図ることも大切です。

(前国際緑化推進センター 森 徳典)