

苗木のハードニング

1. はじめに

この講座で前回(松本・丸山, 2003)は植栽時の生存率や初期成長に関係が深いと考えられる樹木葉の浸透ポテンシャルについて解説した。光合成や蒸散と同じように浸透ポテンシャルも生育環境の履歴で変化する。ここでは、熱帯樹種の苗木を用いたハードニング処理試験の例を用いて、樹種ごとの浸透ポテンシャルおよび葉の形態の可塑性について例を示して解説する。

2. ハードニング処理試験

ここで例示するデータは、JICA マレーシア国複層林施業実証プロジェクトのチクス苗畑で行ったハードニング試験の結果である。用いた材料は、*Dipterocarpus oblongifolius*, *Hopea nervosa*, *Koompassia malaccensis*, *Shorea assamica*, *S. curtisii*, *S. roxburghii*, *S. leprosula*, *S. macroptera*, *S. ovalis*, *S. parvifolia*, および *S. pauciflora* で、いずれもポット苗である。

チクス苗畑では、試験当時(1995年)はポット苗を約50%遮光し毎日灌水して育てていた。苗床はコンクリート製のため、ポットが並べられた状態ではポット内の土は、ほぼ一日中湿っていた。過湿気味で苗木にとっては水不足の生じにくい状態といえる。この状態で育成しているものを対照区とした。

処理は、遮光処理(A:午後のみ50%遮光, B:終日50%遮光)と灌水間隔処理(1:毎日, 2:2日に一度, 3:3日に一度)を組み合わせ合計6処理とした。各樹種の各処理区ではそれぞれ25本ずつのポット苗を用いたが、このうち、飽水時の浸透ポテンシャル($\phi_{o_{sat}}$)の測定に用いた葉は3~5個体から得た。また、これらの処理区すべては、排水の良し悪しの影響がでないように、苗床から約10cmポットを浮かせた状態に保った。これらの処理期間はおよそ2ヶ月間である。

飽水時の浸透ポテンシャル($\phi_{o_{sat}}$)の測定方法は前回説明した通りである。さらに、比葉面積(SLA)は、乾燥適応の指標になることが知られている。すなわち、同一樹種で、乾燥地に生育する個体は、湿潤地のものに比べ葉面積を小さくし、葉を厚くする傾向が一般に知られている。そこで、比葉面積においても合わせて解説する。また、参考のた

Yoosuke Matsumoto & Yutaka Maruyama : Leaf Physiology of Tropical Forest Trees (5) Hardening of Nursery Stocks
(独)森林総合研究所 海外森林研究領域長

め、同時期に調べることが出来た全天光下で成育する植栽後6ヶ月以上経過した植栽木についてもデータを示した。

3. ハードニングによる浸透ポテンシャルの変化

図1にハードニングを行ったポット苗の葉の浸透ポテンシャルの一例を示す。処理の対照区である50%遮光・毎日灌水で育てられた苗において浸透ポテンシャルの低い(絶対値の大きい)順に示した。低かったのは *S. roxburghii* (-1.53MPa) および *Koompassia malaccensis* (-1.40MPa) であった。一方、高かったのは, *S. pauciflora* (-0.73MPa), *S. leprosula* (-0.73MPa), *S. ovalis* (-0.80MPa) 等であった。なお、ここでの樹種ごとの浸透ポテンシャルの値は、前回の講座(松本・丸山, 2003)で示した値

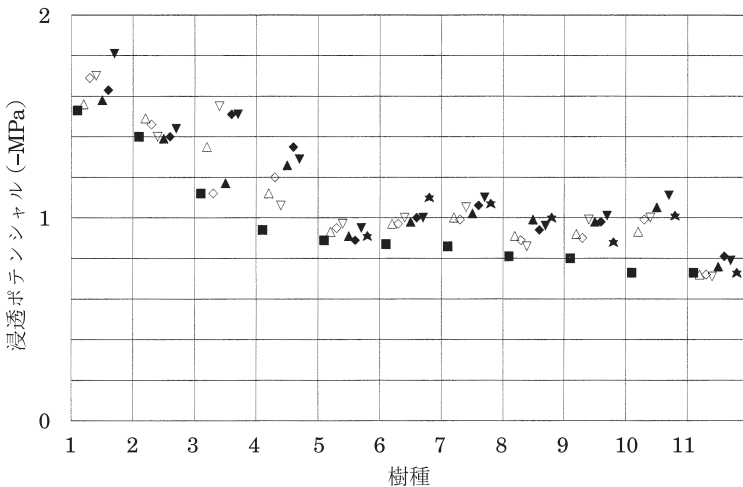


図1 ハードニング処理後の浸透ポテンシャル

■: 対照区, △: 50% 遮光・毎日灌水 (B1 処理), ◇: 50% 遮光・2 日に一度灌水 (B2 処理), ▽: 50% 遮光・3 日に一度灌水 (B3 処理), ▲: 午後のみ 50% 遮光・毎日灌水 (A1 処理), ◆: 午後のみ 50% 遮光・2 日に一度灌水 (A2 処理), ▼: 午後のみ 50% 遮光・3 日に一度灌水 (A3 処理), ★: 裸地植栽生存木 (参考)

(図1の樹種番号と樹種名のリスト)

- | | |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| 1. <i>Shorea roxburghii</i> | 7. <i>S. parvifolia</i> |
| 2. <i>Koompassia malaccensis</i> | 8. <i>Dipterocarpus oblongifolius</i> |
| 3. <i>Hopea nervosa</i> | 9. <i>S. ovalis</i> |
| 4. <i>S. assamica</i> | 10. <i>S. leprosula</i> |
| 5. <i>S. macroptera</i> | 11. <i>S. pauciflora</i> |
| 6. <i>S. curtisii</i> | |

◎熱帯林業講座◎

とは若干異なるので注意してほしい。前回示した値は複数ヶ所・複数回のサンプリングによって得られた樹種平均値で、ここでの値は、複数個体からの複数枚の葉の平均値とはいえ、1回だけのハードニング処理試験での値である。

図において、多くの樹種はハードニングによって浸透ポテンシャルが変化しているが、*K. malaccensis*, *S. macroptera*, および *S. pauciflora* ではほとんど変化していない。一般に、浸透ポテンシャルは生育地の土壌や空気が乾燥したり、強光があたり葉と気温の温度差が増加すれば低下することが多い。しかし、ここで実験したハードニング処理、苗畑で比較的簡単に行うことができる程度の処理では、耐乾燥性を付与することが出来ない樹種があることに注目してほしい。

K. malaccensis のように、熱帯樹種のなかで浸透ポテンシャルが低い樹種では、植栽時のある程度の乾燥にも耐えられることが期待できるが、*S. pauciflora* や *S. macroptera* ではもともとの浸透ポテンシャルも高く、かつ乾燥環境に対する浸透圧調節幅が小さいことから、裸地植栽や乾燥地植栽など乾燥環境での植栽に向いていないということが言えよう。

一方、*H. nervosa*, *S. assamica*, および *S. leprosula* 等においては処理方法によって明らかな浸透ポテンシャルの変化が認められた。しかし、*H. nervosa* においてもここでのハードニング処理後の最低の浸透ポテンシャルは -1.55 MPa でしかない。したがって、熱帯地域での造林にはハードニングにコストをかけるよりも植栽苗の水ストレスが大きくなる裸地や乾燥地に植えないことが、また、日覆いやマルチなどの工夫をすることが、さらに、灌木があるのであればそれを日かげ木として利用して植えるほうが有利であると考えられる。

4. ハードニングによる葉の形態変化

植物の葉は、一般に、日が良くあたると柵状組織などを発達させて葉が厚くなる。逆に暗いと葉が薄くなる傾向がある。前者の葉を陽葉といい、後者を陰葉という。一方、乾燥環境で育った葉は小さく厚くなり、湿潤環境では大きく薄くなる傾向がある。光の当たり方の違いや水ストレス環境の違いで、植物の葉は似たような形態変化を示す。このような形態の指標として、葉の乾燥重量あたりの面積という比葉面積 (SLA, 単位: cm^2/gdw) がある。乾燥により葉に大きな水ストレスが加わると比葉面積は小さくなる傾向がある。すなわち、葉が厚くなるので乾燥重量あたりの葉面積が小さくなる。手で触れてみて、あるいは目で見て、葉が厚く硬いと感じるものは比葉面積が小さいことが多い。このため、比葉面積は葉の形態を指標する際に良く用いられる。ここでは、ハードニング処理によって比葉面積がどのように変化するかを説明する。図2は図1と同じ順で比葉面積を示したものである。*K. malaccensis* をのぞいて、ハードニング処理で比葉面積が低下する。すなわち程度の差はあるが葉が厚くなる傾向がみられる。特に、*S. leprosula*, *S. ovalis*, および *S. parvifolia* でハードニング処理によって比較的大きな差が生じている。ここで、すでに述べたように、乾燥環境で生育した葉の比葉面積が小さ

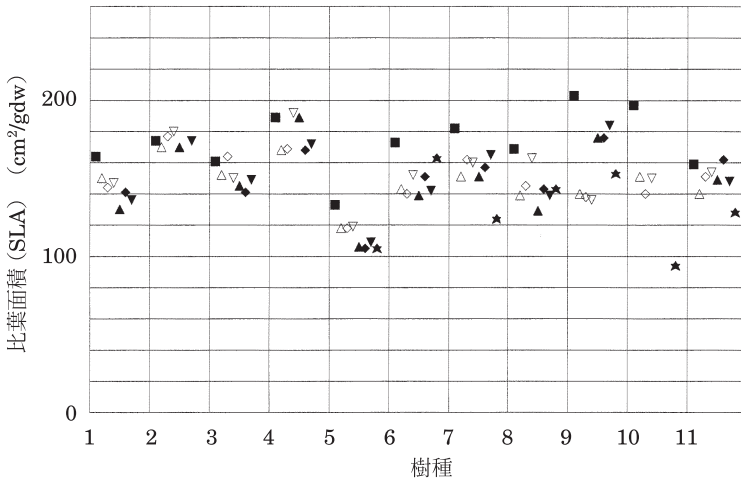


図 2 ハードニング処理後の比葉面積
シンボルおよび樹種名の番号は図 1 に同じ。

くなることは一般論でいえることであるが、*K. malaccensis* にみられたような比葉面積がほとんど変化しないという現象は、その種の可塑性（環境適応）が低いということである。特異的な種と考えられる。

5. 葉の形態変化と浸透ポテンシャルの変化

浸透ポテンシャルは、葉のしおれやすさ/にくさを指標する上でひとつの重要な視点であるが、肉眼では判定できない。一方、肉眼や手で感じられる質感は比葉面積と比較的に良く表すことができ、育苗の実務に使いやすい。ここでは、人間の感覚の指標としての比葉面積としおれにくさ/やすさの指標としての葉の浸透ポテンシャルの関係の一例を説明する。

シンボルの重複を避けて図 3 と 4 にわけて、図 1 と 2 に示した値を用いて比葉面積と浸透ポテンシャルの関係を示す。*S. ovalis* と *S. parvifolia* (図 3) および *S. leprosula* (図 4) は生育条件によって比葉面積が比較的大きく変化する。しかし、*S. leprosula* で浸透ポテンシャルが環境によって変化する傾向があるものの大きく変化するとはいえない。見かけが変化してもしおれやすさ/にくさはあまり変わっていないということである。

一方、*H. nervosa* と *S. assamica* (図 4) では比葉面積がほとんど変化しないが浸透ポテンシャルはかなり変化している。また、*K. malaccensis* ではいずれも変化していない。これらのことは、葉の形態変化と浸透ポテンシャルの変化の間には、一般論的なことがいえないということである。見かけが、乾燥に強そうな葉になったとしても、樹種によってはそうではないのである。前回の講座で説明したように、熱帯樹種はしおれやす

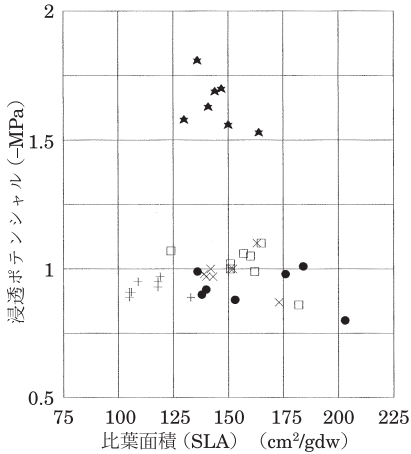


図 3 比葉面積と浸透圧ポテンシャル
 ★ : *Shorea roxburghii*, + : *S. macroptera*, × : *S. curtisii*, □ : *S. parvifolia*, ● : *S. ovalis*

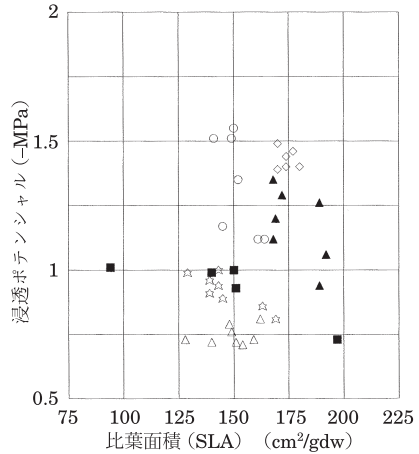


図 4 比葉面積と浸透圧ポテンシャル
 ◇ : *Koompassia malaccensis*,
 ○ : *Hopea nervosa*, ▲ : *Shorea assamica*, ☆ : *Dipterocarpus oblongifolius*, ■ : *S. leprosula*,
 △ : *S. pauciflora*

く(浸透ポテンシャルの絶対値が小さい), また, 必ずしも乾燥耐性獲得能力が高くないといえそうである。

6. おわりに

わが国では, 植物にとって過酷な空気乾燥が生じる夏をのぞけば, 植えれば何となく育つという四季があることが, 基礎的な水分生理学の知識の普及を妨げているように感じている。また, わが国の中・高等教育において, 植物の水をめぐる生理学をきちんと教えていない状況が, せっきくの造林技術があっても熱帯で活用しきれていない理由のひとつも感じている。

この講座は今回で5回を数えたが, 主に用材を対象とした解説は一応のくぎりとした。もとより, 熱帯には多様な特性を持つ樹種がたくさんあるであろう。そのなかでも, 著者らはグリーンコリドーの造成に適した樹種に注目してスクリーニング研究を始めつつある。一定の成果が得られればこの講座を再開したい。

わが国の数百年におよぶ人工造林の経験をして, 必ずしも熱帯における人工造林が成功していない理由の一端がこの講座でご理解いただけ, さらにその対処方法を見いだして頂けるのであれば著者のこのうえない喜びである。

〔参考文献〕 松本陽介・丸山温(2003)熱帯樹種の葉の生理特性(4). 熱帯林業56: 83-88.