

原産地の違うアカシア類早生樹の 実生の温度適応性

川又由行*・森 徳典**・岩城英夫*

ある樹種が好適な環境条件下で優位な状態を達成するためには、その環境を十分に利用できる能力が必要である。単純な例として、裸地においてはまず成長が早いということが他の植物との競争に打ち勝つ重要な要素であり、森林では、成長の早さよりはより大きな個体に成長できるという能力が光や養水分を優先的に獲得できる重要な要素となる。したがって、前者の場合には草本型の植生や成長の早い先駆樹種が優占する植生になり易く、後者の場合にはフタバガキ科の樹木のような大木が有利となる。裸地に人工造林する場合、前者の性質、すなわち成長が早い性質を持つ樹木を利用することが有利であるといえる。この意味で、早生樹は裸地造林を経済的かつ確実に成功させるために欠かせない樹種である。

このような理由から、現在、東南アジアで人工植栽されている樹種は、ほとんどが早生樹である。そして、それらには東南アジア以外の地域を原産地とする導入樹種も多く含まれている。アカシア類もその仲間で、カリビアマツ、ユーカリ、ギンネムなどととも最も重要造林樹種となっている。しかしこの地域で人工造林が行われ始めた歴史は浅く、造林的取扱いを行う上での基礎知見となる樹種の生理生態的特性はまだ十分に明らかにされていない。

とくに導入樹種の場合には、樹種が本来備えている能力、狭くは環境に対する種の適応性を知ることは、造林を成功させる上に非常に重要である。もちろん基本的な情報は原産地の環境条件からえられるけれども、しかし、自然分布地の環境条件が必ずしも、常にその種にとって最適の生育環境とは限らない。すなわち、他の樹種との競合のために、不適当な生育地に生存を余儀なくされている可能性があるからである。したがって、その樹木自身が有する生理的な最適環境は、現実の野外でみられる生態的な好適環境とは一致しないことも多いはずである。

ここでは樹木の生育にとって最も重要な環境因子の一つである温度要因を取り上げた。それがアカシア類3種の実生の成長及び光合成速度に及ぼす影響を調べ、それぞれの種の温度に対する適応性の違いを比較検討した。この報告は農林水産省林業試験場の人工気象室を使用して行われた、川又由行の筑波大学環境科学研究科修士論文

KAWAMATA, Yoshiyuki, MORI, Tokunori, & IWAKI, Hideo: Growth Response to Temperature in Three Fast Growing *Acacia* Species

* 筑波大学環境科学研究科, ** 農林水産省林業試験場造林部

「アカシアの実生の成長と光合成に対する温度の影響」(1988)を森徳典が再編集したものである。

実験には、原産地が異なる気候帯に属し、比較的良好に植栽されている次の3種のアカシア類を選んだ(図-1)。すなわち、オーストラリア北東部の海岸多雨地帯からニューギニア島西部、マラカス諸島の熱帯多雨林地域に分布するマンギウム (*Acacia mangium*)、オーストラリア北部からニューギニア島南部の熱帯モンスーン林地帯に分布するアウリカフォルミス (*A. auriculiformis*)、そしてオーストラリア東南部の暖温帯地域に分布し、西南日本にも植栽されているモリシマ (*A. mearnsii*)である¹⁾。(注:モリシマの種小名は最近 *mollissima* から *mearnsii* に統一されたが、ここでは和名として慣用されているモリシマを用いる。)なお、これら3種のアカシア類の分布地の気候や立地特性を表-1に示した¹⁾。

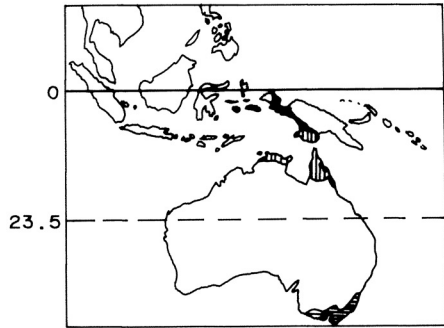


図-1 アカシア類3種の分布域

■:マンギウム, ▨:アウリカフォルミス,
▨:モリシマ

1. 実生の成長に対する温度の影響

アウリカフォルミスとマンギウムはオーストラリア産の種子、モリシマは長崎県産の種子を用いた。発芽後約1か月目のポット植えの実生苗を温度条件の異なるグロースチェンバーに置いて、8週間育てた。日長は12時間、光強度は $400 \mu E \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$ (約25 klux)、湿度75%に調節した。ポットの培地はパーミキュライトで、改良塘式培養液を用いて育てた²⁾。

室内温度は33, 28, 23, 18°Cとし、夜間はそれより5°C下げた。33°Cと18°Cはそれぞれ熱帯産アカシア類の分布地の最暖月と最寒月の平均気温にほぼ相当し、その間を5°Cづつに分けて室温を設定した。これらの温度範囲を赤道付近における海拔高に換算すると、18/13(昼/夜)°Cは1,600~1,700 m、23/18°Cは約1,000 m、28/23°Cは数100 mの高地に、そして33/28°Cは平地で10時から20時の間の気温に相当する³⁾。

表-1 アカシア類3種の原産地の気候、立地など

樹種	平均気温(°C)		雨量(mm)	海拔高(m)	主な立地
	最暖月	最寒月			
アウリカフォルミス	32~34	17~22	700~1,500	0~100	海岸林向背地, 河岸
マンギウム	31~34	15~22	1,300~3,000	0~300	山脚~平野, 耐酸性
モリシマ	22~27	1~6	500~900	0~200	丘陵地, 湿潤好排水

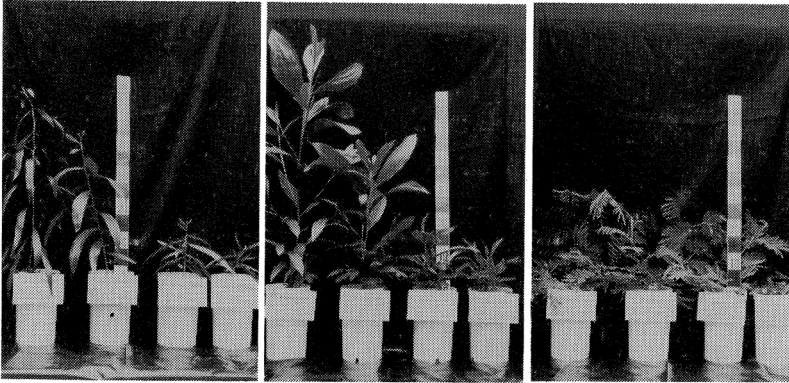


写真 実験終了時（8週間）のアウリカリフォルミス（左），マンギウム（中），モリシマ（右）の苗木の状態，生育温度はそれぞれ左から33℃，28℃，23℃，18℃

表-2 アカシア類3種の実生苗の成長に対する温度の影響

樹種	生育温度 (°C)	苗木高 (cm)	根元径 (mm)	苗木全乾重 (g)	T/R率
アウリ	18/13	11.6±1.4	2.5±0.5	0.8±0.2 ^a	2.9
	23/18	19.5±2.1	4.0±0.5	3.3±0.7 ^b	3.7
	28/23	43.4±6.4	5.0±0.3	7.8±0.9 ^c	4.8
	33/28	61.4±11.3	5.3±0.6	11.0±3.7 ^c	6.6
マンギウム	18/13	12.7±1.3	4.5±0.3	2.9±0.4 ^a	4.3
	23/18	17.8±1.8	5.2±0.3	7.2±0.8 ^b	2.8
	28/23	38.2±4.8	6.3±0.3	15.3±1.7 ^c	4.0
	33/28	63.1±4.7	6.4±0.3	17.8±3.1 ^c	5.8
モリシマ	18/13	18.8±4.0	5.4±0.5	7.8±2.0 ^a	2.4
	23/18	33.1±3.1	5.6±0.5	12.8±1.4 ^b	4.9
	28/23	55.8±6.8	7.6±1.8	26.2±2.5 ^c	8.1
	33/28	53.9±6.1	7.3±1.8	22.0±4.1 ^c	7.8

アウリ：アウリカリフォルミス

a, b, c : 1%水準で有意差が認められたグループ

1) 伸長及び肥大成長

モリシマが33℃の最高温区で成長がやや抑制された以外は、いずれの樹種も低温になるほど成長は低下した（写真、表-2）。低温による成長抑制は肥大成長より伸長成長でより大きかった。とくに熱帯産のアウリカリフォルミスとマンギウムは28℃から23℃（夜間23℃から18℃）に低下すると成長が著しく抑制され、この辺りに熱帯産樹種の成長に大きく影響する臨界温度があることが推測された。熱帯産の2樹種

の実生では、18℃ 区の幼葉に軽いクロロシスをおこす低温障害が認められた（写真でやや白く写っている葉）。これは夜温が15℃ 以下になったためと考えられる³⁾。

2) 重量成長

重量成長の温度反応も、伸長、肥大成長のそれと基本的には同じ傾向で、温度処理間の差を統計検定すると、いずれの種においても28℃ 以下の区間に有意な差が認められた（表-2）。別に行った実験では、熱帯産の2種では、30℃ 区は25℃ 区より大きく、モリシマでは両区は等しかった。以上を総合すると、前2者の実生苗は30℃ 前後で最大の成長を示し、後者ではそれが25℃ から30℃ の間にあることが類推された。

成長の早さを示す指標として相対成長率がある。これによると、高温による成長速度の低下はアウリカリフォルミス、マンギウム、モリシマの順に大きくなり、低温区ではその逆になることがわかる（図-2）。また、相対成長率は葉の純同化率と個体当たりの葉面積の積で求められる。図2で相対成長率と純同化率の変化の傾向はほとんど同じであったので、生育温度による3種のアカシア類の成長率の違いには、それぞれの種の光合成作用の温度による違いがより大きく影響しているといえる。なお、アカシア類の成長の早さは、フタバガキ科の樹種の中では比較的陽生で、成長が早い *Shorea assamica* の成長率と比べると、その程度がよくわかる。

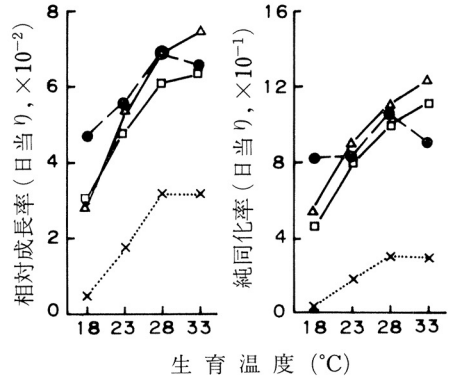


図-2 相対成長率(左)と純同化率(右)
△:アウリカリフォルミス, □:マンギウム, ●:モリシマ, ×:フタバガキ科樹種 (*Shorea assamica*)

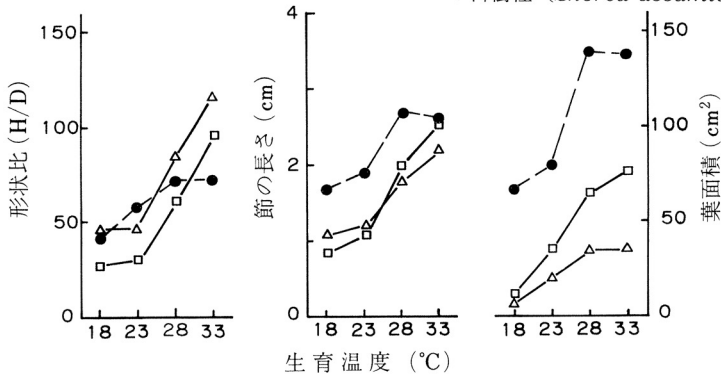


図-3 生育温度による苗木形態の変化 (モリシマの葉面積は複葉の投影面積) △:アウリカリフォルミス, □:マンギウム, ●:モリシマ

3) 苗木の形態

生育温度が高くなると、苗木の形状比 (H/D)、あるいは節の長さが大きくなった (図-3)。高温が上長成長を促すことは、光合成産物の配分が高温区ほど地上部に多くなった (T/R 率が高い) ことから裏付けられよう (表-2)。このような現象はアカシア類にかぎらず多くの樹種でも観察される。一般に熱帯樹種の特徴として、幹が通直で、樹高が高く、根系が貧弱であることがあげられている。その理由としては、暗い林内の、多湿無風の環境で育つためといわれているが、高温の影響も無視できないことが上記の事実から考えられる。

モリシマは羽状複葉であるが、他の2種の成葉は茎が変化した葉状茎 (仮葉) である。いずれの樹種でも、温度の上昇とともに葉面積が増加し (図-3)、逆に面積当たりの重量は減少した。これはよく知られているように温度が高くなるほど薄くて大きな葉になることを意味する。ただし成長が抑制されるほどの高温になると、葉は再び小さくなる。これは葉が小型化することによって、対流による熱放射を増大させる効果があるためであろう。マンガウムと比較して葉の小さいアウリカリフォルミスが高温でもよく成長した理由の一つはこの辺りにあると考えられる。

2. 光合成に及ぼす温度の影響

先に各生育温度におけるアカシア類の成長差は、光合成作用の温度による違いに大きく左右されていることが推測された。そこで、各生育温度区の実生苗の葉の光合成速度に対する温度 (葉温) の影響について調べた。光合成速度は、光強度 $750 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ で、 $15 \sim 40^\circ\text{C}$ の間の葉温時における炭酸ガスの取り込み量を通気法で測定して求めた。

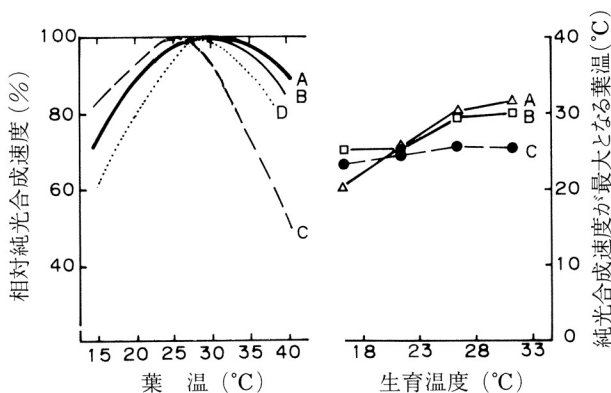


図-4 28°C 区の実生の葉温と純光合成速度の関係 (左) および生育温度による光合成最適葉温の変化 (右)

A: アウリカリフォルミス, B: マンギウム, C: モリシマ, D: *Shorea assamica*

3種のアカシア類の純光合成速度の最大値は $11 \sim 13 \mu\text{mole} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 前後で他の早生樹と似た値を示した⁴⁾。光合成と葉温の関係は、一般に最適曲線の形で示され、アウリカリフォルミスとマンガウムは 30°C 付近で、そしてモリシマは 25°C 付近で最大となった (図-4の左)。これらの値をフタバガキ科樹種と

比較すると、アカシア類の光合成速度は約2倍という高い値を示した上に、葉温の変化に対して影響されることが少なかった。すなわち、適温をはずれた場合にアカシア類は、光合成の低下の割合が少なく、より幅広い温度環境でより大きい成長が期待できることを示している。

また光合成の最適温度は生育温度によっても影響をうけ、温度が低いところで育った苗木は低い最適温度を示した(図-4の右)。そして、この生育温度前歴の影響はアウリカリフォルミスで最も大きくみられた。これはこの樹種が気候変動の大きい熱帯モンスーン林地域の原産であるために、原産地の温度環境により適応した能力を有しているためと思われる。

3. ま と め

熱帯原産のアウリカリフォルミスとマンギウムは33℃までは高温条件ほどよく成長し、暖帯産のモリシマは28℃前後で最大の成長を示した。また樹種ごとの光合成最適温度も最大成長温度付近であった。これらの結果から考えられる最適生育温度は、生態的に考えられる好適生育温度よりやや高い温度域であるように思われる。これは生育ステージによって最適温度は変わり、一般に幼苗の最適生育温度はやや高いこと、及び室内実験の結果であるということ、すなわち光強度はやや低いとそのほかの環境要因は良好な状態に保たれていたことなどによるものであろう。

しかし、室内実験といえども次のようなことは言えるであろう。①高温環境に対する適応性の大きさは、アウリカリフォルミス>マンギウム>>モリシマの順である。②アウリカリフォルミスは温度に対する適応幅が最も広い。③熱帯産のアカシア類には、昼間の温度が25℃付近以下になると成長が急激に低下する温度域があり、これは熱帯では海拔800m前後に相当する。また低温障害の発生限界温度は15℃付近にある。④いずれの樹種も、生育温度が高いと、苗高が大きく、根元径が小さく、T/R率が高い苗木ができやすい。⑤熱帯産のアカシア類とフタバガキ科の樹種を比較すると、前者は明らかに成長が早く、幅広い温度域に適応できる性質を持っている。

ここで取り上げたアカシア類はすでにかかなりの造林実績のある樹種ばかりであったが、上記のような知見が、今後の造林地の拡大や新たな樹種の導入に際して参考となり、また健全苗木を育てるための指標となればと思う。

〔参考文献〕 1) TURNBULL, J. W.: Multipurpose Australian trees and shrubs. Aust. Cent. Internat. Agr. Res. 316 pp., Canberra, 1986. 2) 長尾精文: 種々の変温条件下における花芽分化の違い. 日林誌 65: 335-338, 1983. 3) 熱帯農研センター: 熱帯地域における育林技術に関する研究. 熱帯農研集報 43: 1-228, 1982. 4) KOYAMA, H.: Photosynthetic rates in lowland rain forest trees of peninsular Malaysia. Jpn. J. Ecol. 31: 361-369, 1981.