

熱帯樹種の造林特性 (27)

川 又 由 行

オーストラリア産アカシア類 (2)

1. 乾生アカシア種

熱帯乾燥地では強い日射と乾燥から身を守るために葉を厚くし丸めた。さらに、水分の利用を効率的にするために葉を小さくした。すなわち、乾燥地帯の木本植物は単位面積当たりの葉面積重が高く、クチクラ層が厚いのはこのためである。一般的に多雨林地域に生育するアカシアは水分の吸収力が -2Mpa (マイナス 20 気圧) 前後であるが、乾燥地に分布するアカシアは水分吸収力が高く、最高は *A. aneura* の -12Mpa である (Tunslall and Connor 1975)。アカシアの葉の水ポテンシャルは、葉の形態や葉面積重と連動していることが分かり始めている。Fox (1986) は乾生アカシア樹種を樹高別に 3 区分 (10 m 前後, 15 m, 20 m) し、それぞれ分布範囲の多い順に並べた。樹高 10 m 前後では *A. victoriae*, *A. holosericea*, *A. coriacea*, *A. stenophylla*, *A. platycarpa*, *A. hemignosta* の順で、15 m では *A. aneura*, *A. salicina*, *A. combagei*, *A. shirleyi* であった。20 m を越す樹種では *A. harpophylla*, *A. excelsa*, *A. tephрина* のみであった (図 1)。他の大陸の乾燥地と比べて、年間雨量 100 mm の砂漠地帯にも木本植物が分布しているのは、大陸移動の過程で適応した植物地理史の証であるといわれている。

表 1 には、体系的な豪州産アカシア種の生育環境、形態、用途などを示した。また、参考のために代表的なアフリカ産のアカシアの特徴なども記載した。

2. 根粒菌と菌根菌

根粒菌と菌根菌は両者とも和文で菌の漢字が入るために一緒に考えがちであるが、全く異なった生物体である。根粒菌はバクテリア、菌根菌は真核細胞に属する。アカシアの根粒菌は *Rhizobium* と *Bradyrhizobium* に分類できるが、窒素固定する速度が異なり、前属の 2 種は成長が早く、後属は成長が遅い種に属する。アカシアの中には *A. holosericea* のように多様な根粒菌と共生する種もあるが、*A. mangium* は固有の根粒菌でなければ共生はない。宿主に最適な根粒菌を活着させたとところ成長が 50~300% まで伸びたとの報告もある (Reddell *et al.*, 1988)。一般に、乾燥地のアカシアは中性やアルカリ土壌を好むため、pH 4.5~5.5 の酸性土壌では、根粒菌が死滅する恐れがある。また、根粒菌を伴ったアカシアは塩分に対して敏感であり、塩類濃度が 80 mM を越えると菌

Yoshiyuki Kawamata : Silvics of Tropical Forest Trees (27) Australian *Acacia* (2)

クイーンズラン大学総合生物学部

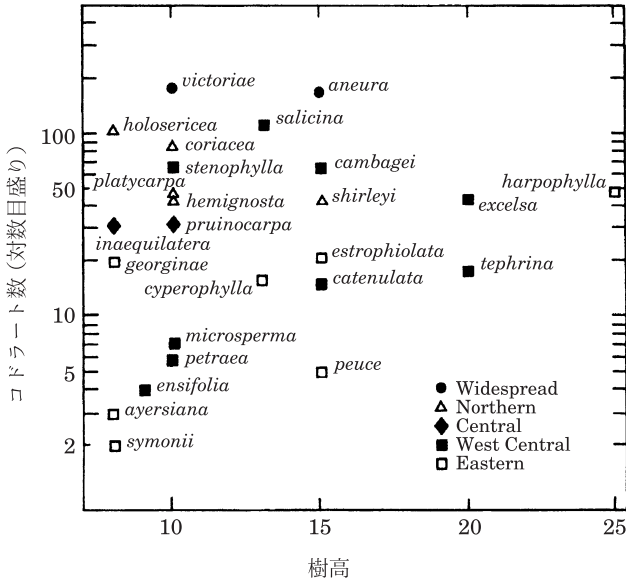


図 1 豪州中央部におけるアカシアの樹高と分布 (Fox, 1986)

類の活動が控えられ、木の成長は抑制される(耐塩性樹種の項参照)。窒素固定にはコバルト、鉄、モリブデンなどの微栄養素が必須であるが、他に植栽密度も根粒菌の成長に影響を与える。根粒菌の窒素固定量はマメ科草本植物で年間 ha 当たり 20~35 kg、木本アカシアでは 12~32 kg であると考えられている (Adams and Attwill 1984)。

菌根菌は真核細胞の植物体で、VA 菌と外生菌根に大きく 2 区分できる。VA 菌は広く分布し、外生菌根は植物根の近くのみ存在する。根粒菌は固定した窒素を宿主に供給するのに対して菌根菌はリン、カリウム、カルシウムなどの無機類を植物に供給する。また、菌根着生植物の光合成速度が高いのは、乾燥環境でも気孔を開いた状態に保つことができるように根からの水吸収力が菌根菌によって高められるからである。Reddell and Warren (1986) は、殺菌した苗畑で根粒菌を活着させた実生と VA 菌と外生菌根を活着させたアカシア実生の成長比較をした結果、後者が 50% も成長が上回った。しかし、7 ヶ月後の植林地では、その成長は 8% に縮まっていた。これは無菌処理区の苗木が菌根菌に自然感染した結果であると考えられている。*A. holosericea* は根粒菌 (*Rhizobium*) と VA 菌の両者が感染し、成長に深くかかわっていることが分かっているが、他のアカシアが同様の依存関係にあるかどうかはよく分かっていない。

3. 耐塩性樹種

森林で覆われた土地を農耕地や牧草地に転用すると表土からの水分蒸発量が高くなり、地下水が上昇して地表面に塩分を集積させる。この人為による塩分集積の地域は豪州には4千万 km²以上ある。一般的にユーカリはアカシア以上に耐塩性が優れていると考えられているが、乾燥地に生育する *Melaleuca* や *Casuarina* 属は2.4%の塩分濃度(400 mM NaCl)でも生育が可能である(Bell 1999)。したがって、高塩分下でアカシアが生育することは困難であり、最も耐塩性が高い *A. stenophylla* でも、300 mM NaCl 生育できるにすぎない(Marcar *et al.*, 1995)。中高耐塩性(200 mM NaCl)の樹種は *A. ampliceps*, *A. aff. Lineolata*, *A. auriculiformis*, *A. mutabilis* subsp. *Stipulifera*, *A. salicina*, などである(Craig *et al.*, 1990; Sun and Dickson 1995)。*A. aulocarpa* と *A. cyclops* は、低耐塩性(100 mM NaCl)樹種に属している(Craig *et al.*, 1990; Marcar *et al.*, 1995; Sun and Dickson 1995)。また、*A. aneura* の耐塩性に関する報告がないが、耐塩性には優れていると考えられる。Craig (1991)は豪州南西部の乾燥地帯に分布するアカシア2種(*A. redolens* (Lake bryde 産), *A. cyclops*)を材料に根粒菌と窒素固定の関係を研究した。この結果、120 mM NaCl を境に窒素固定量に有意差があった。また、原産地の異なった *A. redolens* (Revensthorpe 産)との同樹種間の窒素固定量も調べた結果、160 mM NaCl まで有意差は認められなかった。したがって、アカシアの耐塩性は原産地や個体差で異なるということに注意しなければならない。

4. 飼料木

アカシアは飼料木として家畜の餌に利用されているが、一部のアカシアはタンニンの含有量が多く、胃に共生微生物を有するヒツジ、ウシ、ヤギ、シカなどの反芻動物には消化不良を招く危険性がある。これらの動物では胃に共生する微生物が植物繊維を分解して、タンパク質の吸収を増大させる働きを果すが、植物繊維に含まれるタンニンはタンパク質と結合して不溶化物を生成することから、タンニンの多い樹種は肥料に不向きである。したがって、タンニン量の含有率の高い *A. mearsii* や *A. salicina* などを過度に反芻動物に与えることは避けるべきである。飼料木として有用なアカシア種は、*A. estrophiolata*, *A. geornae*, *A. kempeana* などであり、*A. peuce*, *A. ramulosa*, *A. tetragonophylla*, *A. victoriana* も適木である。また、アカシアの中には猛毒のシアン化水素(HCN)を発生する *A. atkinsiana* と *A. sutherlandii* などがある(Masline *et al.*, 1986)。このシアン化水素はシアン配糖体にβグルコキシダーゼが作用して発生させる。しかし、*A. cheelii* のように大量のシアン配糖体(62μmol/g)を含有していても、植物体内に全くβグルコキシダーゼがない場合は、シアン中毒に至ることはなく、飼料木として有用であると報告されている(Hurst 1942)。ちなみに、シアン配糖体とβグルコキシダーゼの両方を有するアカシアは、*A. sutherlandii*, *A. atkinsiana*, *A. caroleae*, *A. sibina*, *A. yorkkrakinensis*, *A. puchella* var *goadbyi* である。これらのアカシア種は、

◎熱帯林業講座◎

QLD, NSW, WA の乾・半乾燥地に分布するが、 厳しい乾燥地で生き延びるために備わった食葉動物に対する防御策である。

5. 食用樹種

豪州の熱帯・亜熱帯乾燥地域における 44 種のアカシアは有用食用樹種である。事実、豪州の先住民であるアボリジニーはアカシアの種子を常食にしている。有毒のアカシアでさえも解毒処理して食べている。しかし、多くのアフリカ産アカシア種子は有毒であるため、*A. macrostachya* を除けば利用していない。特に、豪州産以外でアカシア種子には神経毒が含まれているので注意を要する。これは、食植動物、鳥、昆虫に対する防御策であるといわれている (Bell 1978)。有用食用アカシア樹種は *A. colei*, *A. coriacea sens (A. sericophylla)*, *A. elachantha*, *A. torulosa*, *A. tumida*, *A. victoriae* である。こうした種子はタンパク質を 18~25% も含み、中には脂質含量も高いことから、マメ科を代表する栄養素に富んだ食用種子である。アカシア種の中でも *A. elachantha* と *A. tumida* などは種子生産も多く有望な食用樹種であるが、3~10 年と短命であるのが欠点である。一方、*A. amplex* と *A. coriacea sens (A. sericophylla)* は 20 年以上の寿命があり、長年月にわたって種子が採集できる。乾生アカシアは莢の中にエンドウ豆のような青い実をつける。豪州の先住民は、この種子を生あるいは湯がくか、または成熟して硬質になった種子を、石の器ですりつぶしバターのようにして食べている。また、*A. anuara* は、樹幹や枝から噴き出す琥珀色の樹液を香料や砂糖の原料として利用している。これはアカシアの種子と同様に長期保存に優れているため、砂漠地帯での非常食として欠かせない。

6. 耐火性樹種

豪州の乾燥地のほとんどの植物は火災に対して大きい耐性をもっている。乾燥地に生育する *Allocasuarina*, *Grevillea*, *Hokea*, *Acaia* 属は樹皮が厚く耐火性に優れる。また、同地域に分布する *A. aneura* は、樹皮が薄く樹幹の耐火性は劣っているが、根元から幹が折れることにより根株から新たに萌芽する。*A. coriacea*, *A. dealbata*, *A. harpophylla*, *A. murrayana* は火災に順応させるが、*A. inaequilaterera* と *A. hemignosta* は樹皮も厚く耐火性に勝っている。一般的には、アカシアはユーカリほど耐火性がないが、水ストレスには強い適応能力を発揮する。

7. おわりに

一般的にアカシアが熱帯地域で植林されてきたのは、比較的病虫害に耐性を持ち活着率も高かったためである。このため産業用造林や植生回復など幾多の目的でアカシアは植林されてきたが、今後も炭素排出量取引に活用されると考えられる。また、アカシアは熱帯多雨林の修復のため先駆種として植林されているが、アカシアのポリネイターや種子散布者などの動物が種子散布に貢献することで、森林群落が整うといえる。前述の

飼料木や食用樹種でも述べた通り、害虫に対して化学防御策を備えたアカシアがある一方、中米産やアフリカ産の一部には、動物との共生や相利の関係を働かせたアカシア（アフリカ産の *A. drepanolobium* と *A. prepanolobium* と中米産の *A. cornigera*）もある。この中米産の *A. cornigera* は、二状複葉の先端の蜜腺からタンパク質を含むベルト氏体の糖類をコアカシアアリ（*Pseudomyrmex ferruginea*）に供給している。一方で、この宿主は棘の中にコアカシアアリを住ませるが、コアカシアアリを被陰させる樹種の葉や枝を切り落とすことで、樹木間競争から身を守るように両者は共進化した。人為的にアリと共生する樹木でアリを取り除いた場合、葉食性昆虫が約4倍も増加しただけでなく、葉の寿命も約半分であったとの報告もある。このように昆虫などの動物を通してアカシアの生態を見ると、アリ防護者やポリネーターがアカシアに果たす役割の大きさに驚く。特に、花粉媒介する蜂などのポリネーターが生息することにより、遺伝的多様性をアカシア群落に確保することができる。木本属で最も熱帯地域に広域分布したと考えられるアカシアの背景には、こうした動物生態との結びつきが強いと言ったことがいえよう。昨今の造林評価が進む中で、地域住民等との連携のあり方が一大テーマである。したがって、養蜂業による動物散布を促進させることで、アカシアの群落は、地域経済にも大きな貢献を果たすことが出来るということの特記したい。このようにアカシアに含まれる生物地理学に基づいた多様性を活用して造林に取り組んでほしいと念願する次第である。

表 1 主なアカシア樹種の生育環境とその形態

学名	生育地	生育環境	樹木形態	用途	その他
<i>A. aneura</i>	WA, NT, QLD の内陸	生育温度：5-40℃ 雨量：200-250 mm 緯度：21-33°S 標高：0-1000 m 土壌：砂地	樹高：10-15 m 灌木	薪炭材 牧草	成長が遅い アリで根が食害
<i>A. aulococarpa</i>	PNG, WA, NT, QLD, NT の雨量の多い海岸部	生育温度：4-22℃ 雨量：<1500 mm 緯度：6-31°S 標高：0-950 m 土壌：酸性度	樹高：10-30 m DBH：1 m 垂直で40 mの高木も	建材、船材、家具 フローリング材 紙パルプ材、牧草	<i>A. mangium</i> と <i>A. cincinnata</i> を混 植林すると良好
<i>A. combagei</i>	NT, QLD, NSW, SA の内陸	生育温度：3-38℃ 雨量：150-600 mm 緯度：17-32°S 標高：75-500 m 土壌：アルカリ土	樹高：15 m 中木	飼料木、薪炭材、 建材	
<i>A. excelsa</i>	QLD, NSW の内陸	生育温度：4-34℃ 雨量：500-750 mm 緯度：21-33°S 標高：120-330 m 土壌：	樹高：25 m 中高木	建材	耐火性なし 長命 耐乾性
<i>A. holosericea</i>	WA, NT, QLD の海岸から内陸部	生育温度：15-34℃ 雨量：300-1100 mm 緯度：12-25°S 標高：0-400 m 土壌：アルカリ土	樹高：9 m 低木で枝が多い	薪炭材 土壌改良 飼料木の報告なし	短命（10年程度） 被陰木に最適

◎熱帯林業講座◎

学名	生育地	生育環境	樹木形態	用途	その他
<i>A. harpophylla</i>	QLD, NSW の内陸	生育温度: 4-34°C 雨量: 350-750 mm 緯度: 20-34°S 標高: 120-330 m 土壌: アルカリ土	樹高: 10-20 m 中木	家具材, 建材	
<i>A. kempeana</i>	WA, NT, QLD, NSW, SA の内陸	生育温度: 4-36°C 雨量: 400-750 mm 緯度: 21-33°S 標高: 120-330 m 土壌:	樹高: 3 m 低木		
<i>A. salicina</i>	WA, NT, QLD, SA の内陸	生育温度: 4-36°C 雨量: 350-550 mm 緯度: 20-30°S 標高: 50-300 m 土壌: アルカリ土	樹高: 7-13 m 低中木	薪炭材 土壌改良 被陰木 (北アフリカ) 砂防樹種	耐塩性樹種 (EC10 dS/m) タンニン含有量が多い
<i>A. tephрина</i>	QLD の内陸	生育温度: 5-38°C 雨量: 400-550 mm 緯度: 18-27°S 標高: 200-400 m 土壌: アルカリ土	樹高: 15-20 m 中木	飼料木, 薪炭材, 建材	
<i>A. stenophylla</i>	WA, NT, QLD, NSW の内陸	生育温度: 4-38°C 雨量: 125-600 mm 緯度: 23-33°S 標高: 50-325 m 土壌: アルカリ土	樹高: 4-10 m 低木	薪炭材 牧草 家具材	耐塩性樹種 (EC10-15 dS/m) 耐水性
<i>A. shirleyi</i>	QLD, NT の内陸	生育温度: 3-38°C 雨量: 500-550 mm 緯度: 14-24°S 標高: 100-300 m 土壌: アルカリ土	樹高: 18 m 中木	飼料木, 薪炭材, 建材	
<i>A. victoriae</i>	WA, NT, QLD, NSW, SA, VIC の内陸	生育温度: 4-34°C 雨量: 100-1000 mm 緯度: 14-36°S 標高: 土壌:	樹高: 10 m 中木		耐塩性樹種 (EC>4 dS/m) 500 mm/yr の雨量で成長が促進
<i>A. tortilis</i>	サヘル, 中東	生育温度: 15-50°C 雨量: 100-1000 mm 土壌: アルカリ土	樹高: 4-15 m 中低木で有棘	薪炭材, 建材, 牧草	乾燥地での早成樹種
<i>A. seyal</i>	北アフリカ	生育温度: 14-43°C 雨量: <350 mm 土壌: 砂礫質土壌	樹高: 12 m 中低木灌木	薪炭材 牧草	水浸林でも生育 熱帯高地 2100 m。 ウッドランドや草地を好む
<i>A. senegal</i>	南サヘル	生育温度: 14-43°C 雨量: 300-700 mm 標高: 300-450 m 土壌: 砂礫質土壌	樹高: 13 m 中低木で有棘の灌木	薪炭材 土壌改良 砂防樹種	アリで実生の根が食害, アラビアゴム (ココロラ, 薬品, 化粧の原料)
<i>A. nilotica</i>	アフリカ, 中東 パキスタン インド	生育温度: 15-50°C 雨量: 300-700 mm 標高: >500 m 土壌: 粘土質	樹高: 10-20 m 中高木	タンニン 薪炭材 飼料木 養蜂樹種	早成樹種, 浸水林耐乾性, 耐塩性 穿孔虫の被害有り
<i>A. cyclops</i>	南アフリカ	生育温度: 5-31°C 雨量: 200-800 mm 標高: 0-500 m 土壌: 砂地	樹高: 3-8 m 低木で灌木	飼料木 砂防樹種	耐塩性

WA: 西オーストラリア州, NT: 北部準州, QLD: クイーンズランド州, NSW: ニューサウスウェールズ州, SA: 南オーストラリア州, PNG: パプアニューギニア

〔参考文献〕 Adams, M.A. and Attiwill, P.M (1984). Role of *Acacia species* in nutrient balance and cycling in regenerating *Eucalyptus regnans* F. Muell forests. Field studies of acetylene reduction. *Aust. J. Bot.*, 32 : 217-23. Bell, D.T. (1999). Australian trees for the rehabilitation of waterlogged and salinity-damaged landscapes. *Aust. J. Bot.*, 47 : 697-716. Bell, E.A and Evance, C.S (1978) Biochemical evidence of a former link between Australia and Mascarene islands, *Nature* 273 : 295-296. Craig, G.F., Bell, D.T. and Atkins, C.A. (1990). Response to salt and waterlogging stress of ten taxa of *Acacia* selected from naturally saline areas of Western Australia. *Aust. J. Bot.*, 38 : 619-30. Craig, G.F., Bell, D.T. and Atkins, C. A. (1991). Effect of salinity on growth of four strains of Rhizobium and their infectivity and effectiveness on two species of *Acacia*, *Plant and soil* 133 : 253-262. Fox, J.E.D. (1986). Potential of Australian acacias from arid and semi-arid zone. ACIAR Proceedings No. 16 : 17-28. ACIAR : Canberra. Hurst, E. (1942) The poison plants of New South Wales, Snelling work publisher, Sydney. Marcar, N., Crawford, D., Leppert., javonovic, T., Floyd, R., and Farrow, R. (1995). 'Trees for saltland —A guide to selecting native species for Australia.' (CSIRO publishing : East Melbourne.) Maslin, B.R., Eric E. Conn and Dunn, J.E. (1986) Cyanogenic Australian species of acacia : A preliminary account of their toxicity potential, ACIAR Proceedings No. 16 : 107-111. ACIAR : Canberra. Reddell and Warren (1986). Inoculation of acacia with mycorrhizal fungi : potential benefits. ACIAR Proceedings No. 16 : 17-28. ACIAR : Canberra. Reddell, P., and Rosbrook, P.A., Bowen, G.D. and Gwaze, D (1988) Growth responses in *Casuarina cunninghamiana* plantings to inoculation with Frankia. *Plant and soil* 108 : 79-86. Tunstall, B.R and Connor, D.J. (1975) Internal water balance of brigalow (*Acacia pharopophylla* F. Muell) under natural conditions. *Australian Journal of plant physiology* 2 : 489-499.

〔前号オーストラリア産アカシア類 (1) の記事訂正〕

① 図 3A. *mangium* の説明文を *A. mangium* の葉状茎と二状複葉 (Mangium and other fast-growing *Acacias* for the humid tropics, 1983 より) に訂正

② P67 の下から 16 行目

「こうした種は一部のアフリカ産にもある。」を削除

③ P67 の下から 15 行目

「(第 2 報の Kr2 飼料木参照)」を (第 2 報の 4. 飼料木参照) に訂正