

# 東北タイ・サケラートにおける郷土樹種育成の試み —とくに複層林施業について—

酒 井 敦

## はじめに

今は昔であるが、1980年代から90年代前半にかけて日本はまさに飛ぶ鳥を落とす勢いであり、JICAは各地で巨大な国際技術協力事業を展開していた。東南アジアの林業分野に限っても、タイの造林研究訓練計画（1981～'93年）、インドネシア・東カリマンタンの熱帯降雨林研究計画（1985～'99年）、半島マレーシアの複層林施業技術現地実証調査（1991～'99年）等が次々と実施されていた。当時日本では複層林施業が盛んに検討、導入され、そうした潮流は海外の技術協力にも伝播していったと思われる。本誌では最近2回にわたって半島マレーシアで行われた複層林施業の17年目の評価が報告された<sup>1,2)</sup>。このような長期的な評価は、林業というスパンの長い産業にとって学ぶ点が多いはずである。筆者が派遣されていたサケラート造林試験地は、JICAのタイ造林研究訓練計画によって設立され、複層林施業を基本とした郷土樹種育成試験地が多く設定されていた。本稿では過去に設置された試験地の結果と、筆者らが新たに設定した試験地の調査結果をあわせて検討し、熱帯モンスーン気候下における郷土樹種の育成技術についてわかってきたことを紹介する。

## サケラート造林試験地の歩んできた道

サケラート造林試験地はタイ森林局が全国47カ

所に展開する造林試験地のひとつで他の造林試験地に比べると際立って規模が大きい。バンコクから北東に直線距離で150 km、コラート高原の南西部に広がる山岳地の裾野に位置している。ここは1950年代まではフタバガキ科を主体とする乾燥常緑林が広がっていたが、周辺住民が森林を伐採して入植するようになり、1960年代には耕作地が急速に広がった。しかし、元々土壌が痩せていたため農作物の収量はあがらず、耕作放棄をせざるを得なくなった。東北タイは熱帯モンスーン気候下にあり、乾季（12月から翌年2月まで）はほとんど雨が降らない。耕作放棄地はヤーカ（チガヤ）、ヤーボンと呼ばれるイネ科の草本で覆われ、乾季になると毎年火事が起こるようになった。こうなると自然な森林回復は望めず、広大な土地が荒廃地として残されることになった。こうした森林減少と荒廃はタイ国各地で見られ、これに起因すると見られる水害が多く発生するようになった。1988年に大水害が発生し大勢の犠牲者が出るに至り、プミポン国王の意向の元、1989年に伐採禁止令が発令され、以後木の伐採は厳しく制限されるようになった。

1980年代になると、JICAは荒廃地緑化を主目的として、タイの森林・林業研究を支援するプロジェクト（タイ造林研究訓練計画）をスタートさせた。この時、荒廃地を緑化する実証試験地として選ばれたのがサケラート一帯の荒廃地であった（写真1）。このプロジェクトは最終的に2500 haもの荒廃地を

Atsushi Sakai: Silvicultural Trials for Indigenous Tree Species Using Multi-storied Forest Management in Sakaerat, Northeastern Thailand

(独)森林総合研究所四国支所 元 (独)国際農林水産業研究センター林業領域



写真 1 JICA プロジェクトが始まった頃のサケラートの様子。植栽前に火をつけたのか、地面が黒く焦げている。手前の作業員はこれから植栽をするのか、目印用の竹を手に入れている。奥には出来たばかりの研究棟、宿泊棟が見える。(石塚和裕氏提供)

緑化することに成功し、単なる技術支援事業という枠を越え、緑化事業そのものと言っていいものであった。また、研究設備の充実や人材育成にも重点が置かれ、バンコクにある森林局の敷地内には立派な研究棟が建ち、研究用機材が整備された。サケラートにも研究棟や研修施設が整備され、毎年数多くの技術者がここで造林技術を学んでいった。研修の内容は苗木の作り方、苗畑での種苗管理、山火事への対処と防除、適地適木、施肥や下刈りの仕方、光環境や土壌水分の測定方法、立木の成長調査と分析等多岐に渡っていた。JICAによって建てられたサケラートの研究施設は現在でも受け継がれ、タイの造林研究の拠点として大きな役割を担っている。

荒廃地を緑化するために、まず土壌の性質が詳しく調べられ、土壌に適合する樹種が選定された<sup>3)</sup>。サケラートの土壌は砂岩を母材とするアクリゾール(acrysol)で土壌の深さによって適合する樹種が異なっている。*Acacia mangium* や *A. auriculiformis* はサケラートの土壌でもよく育ち、時間が経っても成長が落ちない。ユーカリ類は初期成長はよいが、樹高成長が落ち込むのであまり広く植えられていない。

い。以上は外来の早生樹であるが、フタバガキ科の *Hopea odorata* や *Dipterocarpus alatus*、マメ科の *Dalbergia cochinchinensis*、*Xylia xylocarpa* var. *kerrii* はいずれもサケラートでも産する郷土樹種であり、土壌との適合性はよい。しかし、植栽面積は早生樹に比べると僅かである。タイを代表する樹種チーク (*Tectona grandis*) はサケラートでの成長はよくないためほとんど植えられていない。現在サケラートで最も広く植えられているのは *A. mangium* である。

### 郷土樹種育成試験の概要

このようにサケラートでは外来の早生樹林が大半を占めているが、試験的に郷土樹種が複層林の下木として植えられてきた。複層林の上木は早生樹であることがほとんどなので、ここでいう複層林とは上木—外来早生樹、下木—郷土樹種の二段林である。次に複層林を主体とした郷土樹種の育成試験の概要と結果について述べる。

#### a) 早生樹—*Hopea odorata* 複層林試験

ユーカリ (*Eucalyptus camaldulensis*)、アカシア (*Acacia auriculiformis*)、タガヤサン (*Senna siamea*) を上木に、*Hopea odorata* を下木に植栽した。上木は4段階で植栽間隔を変えているが、下木は一定の植栽間隔 (4m×4m) で植えられている。早生樹 (上木) は1987年に、*H. odorata* (下木) は3年後の1990年に植栽された。1994年には一部の区画で本数当たり50%の間伐が行われた。

ユーカリとアカシアの下に植えられた *H. odorata* は最初の数年間は高い生存率を維持し、早生樹による保護効果が見られたが、その後被陰され、生存率は低下した (図1)。一方、タガヤサンの下に植栽した *H. odorata* は初期死亡率が高いが、その後は死亡する個体は少なく高い生存率を維持し、成長も良好であった。特に上木の植栽間隔が2m×8mで間伐を行った区画では最大の成長量を示し、*H. odorata* を単独で植栽した対照区より成長量が大きかった。早生樹と *H. odorata* の胸高断面積合計には明瞭な負の相関が見られた (図2)。つまり、複

層林において早生樹と *H. odorata* の成長はトレード・オフの関係にあり、早生樹を間伐し量を減らせば *H. odorata* の成長を維持できると考えられた。この試験の詳細については Sakai *et al.* (2009)<sup>4)</sup> を参照して頂きたい。

### b) ギンネムーフタバガキ複層林試験

マメ科の早生樹ギンネム (*Leucaena leucocephala*) を上木に、フタバガキ科4種 (*Dipterocarpus alatus*, *D. turbinatus*, *H. odorata*, *Shorea henryana*)

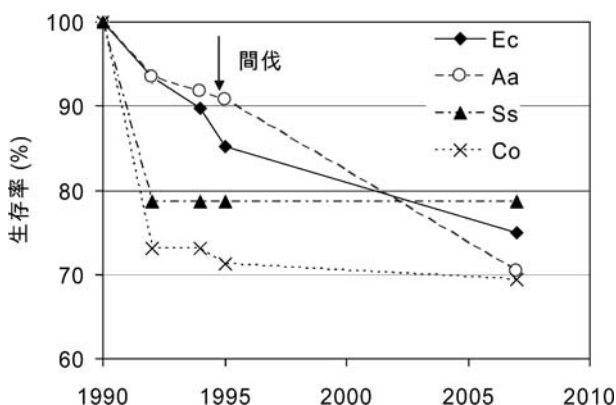


図 1 早生樹林下に植えた *Hepea odorata* の生存率の変化。Sakai *et al.* (2009) を改変。Ec: *Eucalyptus camaldulensis*, Aa: *Acacia auriculiformis*, Ss: *Senna siamea*, Co: 対照区 (裸地)

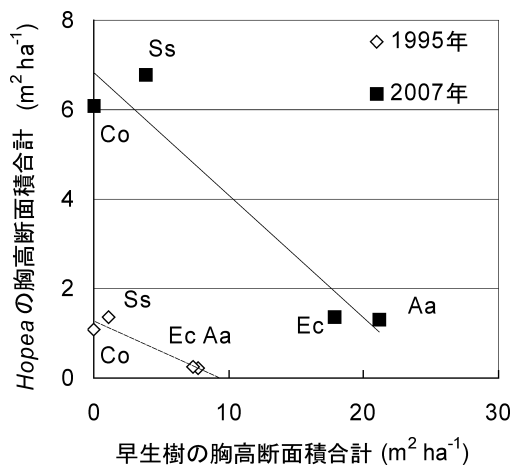


図 2 早生樹と郷土樹種のトレード・オフ。Sakai *et al.* (2009) を改変。キャプションは図 1 と同じ

*ana*) を下木に植えた。ギンネムは 1986 年に、フタバガキ 4 樹種は 3 年後の 1989 年に植えられた。1993 年にギンネムを本数あたり 50%, 75% の間伐と 100% 伐採を行った。対照区として、裸地に同じ配置で 4 樹種を植えた区画があり、1995 年まで調査が続けられた (写真 2)。

ギンネム (上木) がある区とない区 (裸地) の比較では、4 樹種のうち *D. alatus* を除く 3 樹種がギンネムのある方で有意に生存率が高く、その差は 13 ~ 38% に及んだ。このことは、ギンネムが保護樹としてよく機能していることを示している。*H. odorata* と *S. henryana* は裸地での生存率は低かった (1995 年でそれぞれ 59%, 54%) が、生き残った木の成長が裸地では旺盛であったため、林分成長量としては上木のある区とない区とで統計的な違いが見られなかった。つまり、ある程度枯死することを覚悟するならばこの 2 樹種は裸地に植えてもかまわないといえる。ただし、ギンネムとの複層林にすれば、フタバガキを収穫する前にギンネムを収穫することができるので、異なる林産物を異なる時期に利用できるという点で有利である。蛇足であるが、本誌 81 号で報告した「キノコをよくはえるフタバガキ人工林」はまさにこの試験地と上で紹介した



写真 2 ギンネムの下に郷土樹種を植えた試験地。矢印は切り残されたギンネム。雨季になると地面にキノコが生える

*Hopea odorata* 植栽試験地のことである<sup>5)</sup>。

フタバガキ樹種の生存率や成長に対してギンネム間伐の効果ははっきりしなかった。しかし、間伐後15年以上経過した現在では、フタバガキはギンネムの樹高よりはるかに大きくなっており、間伐後のある時点で上木を追い抜いていたことがわかる。これは、上で紹介した *H. odorata* 植栽試験のユーカリやアカシア樹下での状況とはまったく異なっていた。アカシアやユーカリの下では本数当たり50%の間伐をしても、*H. odorata* はこれらの早生樹よりも大きくなれず、成長が滞ったためツルが巻いたり幹が折れたりしてまともな樹形をしているものは少なかった<sup>6)</sup>。サケラートではギンネムの初期成長は早い、5年もたつと樹高成長が著しく低下した。こうしたギンネムの特性は複層林の上木として適していると考えられ、*S. siamea* についても同じことがいえる。

#### c) 成熟した早生樹林での複層林試験

これは上の2つの試験と違い、筆者が2007年にタイに派遣されてから設定したものである。従って、上木の早生樹は植栽されてから20年以上経過しており、早生樹林としては成熟した段階に入っている。23年生の *A. mangium* 林に胸高断面面積あたり1/3および2/3の点状間伐と小面積皆伐(50m×60m)の試験区を作った。伐採後、郷土樹種3種(*Hopea odorata*, *H. ferrea*, *Xylocarpha* var. *kerrii*)を交互に植栽した。

林内または小面積皆伐地(ギャップ区)の光環境を測定したところ、ギャップ区が最も明るく(相対照度60–65%)、2/3間伐区(30–38%)、1/3間伐区(26–33%)、無間伐区(23–25%)の順で暗かった。間伐区では残存木の林冠が2年のうちに成長し再び林内が暗くなる傾向にあったが、ギャップ区と無間伐区では光環境の変化は小さかった。郷土樹種の生存率はどの調査区でも90%以上と高かった。また、どの樹種もギャップ区で最大の成長量を示した。様々な光環境での樹高成長量を見ると、*X. xylocarpa* var. *kerrii* は光要求性が高く、*H. ferrea* は比較的暗い場所でも成長できることがわかった

(図3)。

この試験では小面積皆伐の有効性を実感した(写真3)。ギャップでは郷土樹種の生存率も成長量も高く、特に *X. xylocarpa* var. *kerrii* は旺盛な成長を示した。別の試験で裸地に植えた郷土樹種の成長と比べても、ギャップでの成長がいいようである。これまでの研究が明らかにしているように<sup>7)</sup>、全天下よりもやや日陰の方が樹木の成長パフォーマンスが

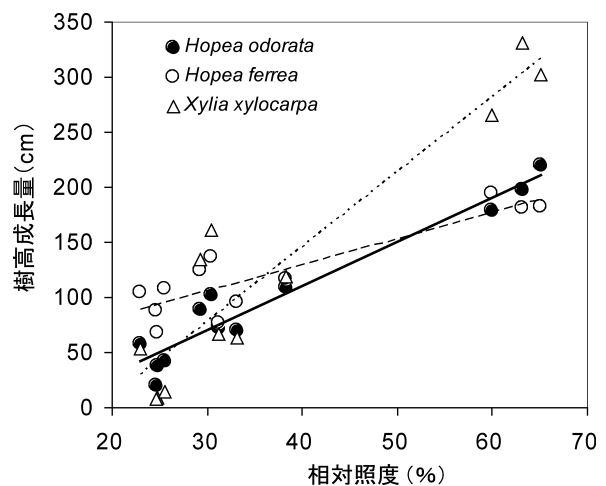


図3 明るさと郷土樹種の樹高成長の相関関係



写真3 小面積皆伐地でぐんぐん育つ植栽後3年目の郷土樹種(手前)。奥の大きな木は *Acacia mangium*

良くなるのだろう。小面積皆伐は良好な光環境を稚樹に提供しているのかもしれないが、伐採面積や形状については今後の検討が必要である。さらに、小面積皆伐をした後に郷土樹種を植えれば、複層林特有の問題である上木伐採時の下木損傷を軽減することができる。こうして書くと小面積皆伐はいいことづくめのようなのであるが、ギャップでは雑草木の成長もまた旺盛になるので、下刈り、つる切りなどの手入れは欠かせない。この試験の詳細については、Sakai *et al.* (2011)<sup>8)</sup>を参照して頂ければ幸いである。

以上の試験地での結果と筆者の経験から、サケラートにおける郷土樹種の育成技術について次のような提言ができると考える。

- 1) *H. odorata* や *D. alatus* は裸地でも生存率はやや落ちるが育てることができる。ただし、下刈りやつる切りなどの手入れ、火事の予防が必須条件である。*Dalbergia cochinchinensis*, *X. xylocarpa* var. *kerrii* などマメ科の郷土樹種も同様に裸地で育てることが可能である。
- 2) 下木として向いている郷土樹種は *D. turbinatus*, *H. ferrea* などは強光に耐えられない樹種や耐陰性の高い樹種である。*H. odorata* は幅広い光環境で生育することができ、下木としても植えることができる。*X. xylocarpa* var. *kerrii* はあまり暗くなければ下木として育てることができるが、*D. cochinchinensis* は耐陰性が低く下木として適当でない。
- 3) 複層林の上木は成長が比較的遅いギンネムや *S. siamea* が適している。ユーカリやアカシアでもよいが、林床が暗くなりすぎないように上木を早めに除去することが必要である。下木が定着してある程度大きくなったら上木はすぐに取り除くべきであり、複層林の状態を長く保つ必要はない。
- 4) 早生樹の真下に植える狭義の複層林よりも、早生樹を小面積皆伐または帯状伐採にして、上木の林冠と重ならないように下木（郷土樹種）を植える方法（パッチ状に林分が配置さ

れる複相林）が、上木伐採時の下木損傷を防ぐ意味でも作業効率の面でも優れている。ただし、下刈り等の手入れはしっかりと行わなければならない。

- 5) 単一樹種を植えるよりも、複数の樹種を混交して植えた方が林分全体の成長にとっても、病害虫の予防にとっても良いようである。

### 熱帯モンスーン気候下で複層林は有効か？

厳しい乾季がある東北タイで複層林を採用する意義は年中湿潤なマレーシアとは若干異なるように思える。植えたばかりの植林地にとって火は怖い存在である。特にヤーカ、ヤーポンが生えている場所は簡単に火がつき、せっかく植えた苗木が台無しになってしまう。サケラートではJICAプロジェクトが始まった当時は火事が頻発し、消火活動に相当な労力を割いていた。しかし、早生樹が根付き、林冠が閉鎖するとともに火事の件数は劇的に減っていったという（当時の試験地主任 Rattana Thai-ngam 氏の回想による）。従って、荒廃地にまず早生樹を植え、火事のリスクを下げてから郷土樹種を導入する育林方法は理にかなっているといえよう。

複層林を基本とした郷土樹種の育成方法は、零細な土地所有者にはなじまないと感じている。もし導入するとしても、食用キノコの利用などプラスαがないと現実的ではないであろう。この郷土樹種育成技術は、国や公的機関が主導する緑化事業等で、またある程度大きな共有林（community forest）で使われるべきであろう。また人間の干渉の結果低質化した森林を復元するような場合も、今回の経験は役立つと思われる。日本も例外でないが、複層林をつくるのが目的化してしまっている例が見られる。複層林は目的でなく、目的の樹種を合理的に育成するためのプロセスまたは手段に過ぎない。いろいろなケースがあると思うが、下木の成長や形質を考えるのなら、なるべく早く上木を切って複層状態を解消した方が良いであろう。

## 謝 辞

本研究はJIRCASとタイ森林局の共同研究プロジェクト（2006～'10年）の下で行われた。本プロジェクトの運営に携わったJIRCASの歴代林業領域長，中村松三，後藤忠男，田淵隆一の各氏に御礼申し上げる。本プロジェクトのカウンターパートとして実に多くのタイ人スタッフにお世話になった。ここで全員の名前は出せないが，タイ森林局のThiti Visaratana, Tosporn Vacharangkura, Bundit Hongthongをはじめ，タイ人研究者そしてスタッフ一同に心から感謝申し上げます。最後に，1980年代数々の苦難を乗り越えて荒廃地の緑化に従事し，本研究の礎を築いてくれた多数の方々に御礼を申し上げたい。

〔参考文献〕 1) 大谷達也 (2011a) 半島マレーシア低地における複層林造成技術の評価 (前編). 海外の森林と林業, 81: 8-13. 2) 大谷達也 (2011b)——(後編).

海外の森林と林業, 82: 33-37. 3) 吉岡二郎 (1986) タイ国サケラート地区の森林土壌. 熱帯林業, 7: 21-28. 4) Sakai, A., *et al.* (2009) Effect of species and spacing of fast-growing nurse trees on growth of an indigenous tree, *Hopea odorata* Roxb., in northeast Thailand. *Forest Ecology and Management* 257: 644-652. 5) 酒井敦 (2011) 東北タイ・サケラートにおける食用キノコの利用. 海外の森林と林業, 81: 30-35. 6) Sakai, A., *et al.* (2010) Size distribution and morphological damage to 17-year-old *Hopea odorata* planted in fast-growing tree stands in the Northeast of Thailand. *Thai Journal of Forestry* 29: 16-25. 7) Kenzo, T., *et al.* (2008) Leaf photosynthetic and growth responses on four tropical tree species to different light conditions in degraded tropical secondary forest, Peninsular Malaysia. *JARQ* 42: 299-306. 8) Sakai, A., *et al.* (2011) Growth performances of three indigenous tree species planted in a mature *Acacia mangium* plantation with different canopy openness under a tropical monsoon climate. *JARQ* 45: 317-326.