

## 4. 保 育

### 1) 下刈

土壌条件、植生の状態、気候によっても異なるが、熱帯では一般に雑草木の成長が盛んなため、少なくとも植栽後の2、3年は、1成長期間に1～2回、多いところでは5回も下刈（weeding、slashing）を行うことが必要だとされている。下刈は植栽木の活着・成長に影響するだけでなく、乾季のあるところでは、雑草を枯れたまゝにしておくと、火災とくに延焼の誘引となる。また仮に下刈を行っても、刈り払ったあとの枯れた草をそのまま放置すると燃料となり、一旦火がはいった場合には火勢を強めるから、防火線に集めて焼くなどの処置が必要である。ただ、低地の湿潤熱帯における実際の下刈作業は極めてきつい作業なので、下刈の方法を工夫するなど、改善に努めてゆくことが必要である。

植栽木の活着に対する下刈の影響は、樹種・系統によっていくらか異なる場合もあるが、とくに植栽後間もない期間に明らかである。ケシアマツの場合、下刈をしないと10～20%の活着率であるが、下刈をすれば80～100%活着するという結果が報告されている。下刈によってとくに初期成長が促進されるといわれるが、あまり具体的な数字は報告されていない。土地条件が良い場合には繁茂する雑草木によって覆われ、光不足やムレが成長を阻害するが、そうでなくとも植栽木の根系がまだ浅い時期には、水分・養分の吸収について、草本類、灌木類の根系と競合したり、また害獣のシェルターや巣となることもある。

坪刈（spot/ring weeding）、筋刈（strip/line weeding）、全刈（complete weeding）があるが、普通には坪刈が筋刈で、手刈が普通である。手刈にはそれぞれの国や地域に固有の道具が使われ、独特の刈り方がある。刈払機（brush/bush cutter/cleaner）による機械刈が行われている場合もあり、また、平坦な地形で、土壌があまり堅くなければ、トラク

タてディスクハロー (disk harrow) などを曳き、中耕をかねて除草を行うこともある。除草剤の利用も一つの方法として挙げている指針書もあり、うまく使用されている例もないわけではないが、安全性と経済性の両面から、目下のところ熱帯ではあまり使用されていない。なお、チガヤの生育を抑えるべく除草剤を使用した例で、効果はあったが、ヒヨドリソウの類に変わり、かえって扱いにくくなったという事例もある。

半乾燥地キツイ (ケニア) における保育作業では slashing と weeding を区別しているか、この場合 slashing は「刈り払い」といった意味で、weeding のほうは「かじり取る」ような刈り方を指している。weeding は、植栽木の根元周りを円形にかじり取るもの (spot cultivation weeding) と全面的に地表植生をかじり取るもの (compulsive weeding) にわけられており、後者は水分、養分、光の競争をなくすための最も効果的な方法としているが、同時にマイクロキャッチメントを作ってエロージョンを防ぐことが必要だとしている (Chahilu & Saminji 1995)。

## 2) つる切り

とくに低地多雨林地帯ではつる植物 (climbers, lianas, vines) が繁茂するので、それらとの競争から植栽木を護らなければならない。この地域では、人工造林地・天然更新地のいずれでも、不成績の最大の原因の一つはつる植物の繁茂である。つる植物はわが国で食い込み型、覆い型に大別されているが、とくに覆い型は樹冠上にのし上がって枝葉を覆い、光不足を起す。これらのつる植物は、植栽木が草本植生を抜け出した後にも影響を与えるから、下刈が要らなくなってからも年1回以上は行う必要がある。なお、切断面から容易に再生するので、できれば根を掘り上げるくらいにするほうがよいとされている。実際に利用された事例は聞かないが、わが国でクズなどの枯殺に用いられているケーピン (商品名、K-pin; 成分 picloram) は応用の可能性が大きい。

### 3) 除間伐

下刈が不要になる時期、言い換えれば植栽木が草本層を抜け出る時期になると、いわゆる除伐 (improvement cutting) が必要な場合もある。熱帯の広葉樹には萌芽力の強いものが多いが、このような樹種の切株からの萌芽はしばしば植栽木の成長を妨げるので除伐する必要がある。なお、ユーカリ類やメリナの大規模造林地では萌芽更新が行われているところが多いが、所定回数の収穫を終えた株をより優良な系統に更新した場合に、不要になった古い株から出ている萌芽を抑制することが必要な場合もあるという。いずれの場合にも、前項で述べたケーピンの利用が可能かも知れない。また植栽木の中にも、病虫害を受けたものや、著しく形質の悪いものなど林分の健全な生育に有害なものが出てくるので、これらは除伐しなければならない。

熱帯においても、木材生産を目的とするいわゆる産業造林の場合には間伐 (thinning) が行われているところもあり、また、先行植栽した早成樹あるいは肥料木の間に有用樹種を下木植栽して樹種更改を行う場合には、上木の成長に伴って疎開伐 (release cutting) が必要となることもある。しかしいわゆる緑化 (rehabilitation) の場合には、いろいろな理由で初めから植栽密度が低いことが多く、普通には間伐は行われていない。むしろ、流域保全などのために、一切の伐採が禁止されている場合さえあり、予想より成長がよく混みすぎても間伐できないこともある。

木材生産を目的とした間伐では、胸高断面積による方法 (オーストラリアのナンヨウスギの例)、立木本数による方法 (PNG のハルサの例) などが紹介されているが、いずれもいわゆる機械的間伐が普通である。なお、フィジーのカリビアマツ人工林の資料によって、暫定的な林分密度管理図が試作されており (白井 1980)、ごく最近では、*Acacia mangium* と *Eucalyptus deglupta* の両種についても暫定的な密度管理図が提案されている (河原 1999)。

ここでは、マレーシアにおける *Acacia mangium* 人工林に対する保育指

針の例を紹介したい(Srivastava 1993)。この報文が刊行された時点で、パルプ材生産の場合には普通は間伐は行わず、総平均成長量が最大になる樹齢を伐期としていたが、サバ、PNGともに6~7年であった。しかし、本種は樹形・幹の通直性に著しい変異がみられるので、早い時期に切り捨て間伐を行うと有効だとする示唆もあった。一方、製材用材の生産にあたっては枝打ちと間伐の効用が指摘されていたが、遺伝的な性質や立地条件・施業条件による成長の変異が大きく、その上、材の物理性や加工特性、経済状況なども考慮しなければならないので、要件の検討は複雑だとしている。この時期に行われたSAFODA(マレーシア、サバ)における試験では、間伐によって成長空間を広げることにより直径成長が効果的に促進されることが確認された。このような状況を踏まえて提案された指針の例が表14(Thang & Zulkifli 1992)であるらしい。この指針では植栽間隔は33m × 33mで、ha当たり900本、3回の間伐によって最終的には200本/haとし、この200本については枝打ちも行うように提案されている。

表14 *Acacia mangium*の保育形式の事例(1) (Srivastava 1993)

林 齢	施 業	解 説
植栽後4か月	下刈と整姿	植栽木の周囲45cmにあるすべての蔓植物を掘り上げる 根元から30cmまでの枝を払う
植栽後6か月	下刈	
植栽後12か月	下刈と 第1回枝打ち	4か月後と同じ施業 2~15mの高さ(樹高の半分まで)のすべての枝を払う
植栽後2年	下刈 第1回間伐と いわゆる枝打ち	300本/haを抜き伐り、 600本/haを残す 最終収穫木を200本/ha選び 6mまで枝を打ち上げる
植栽後4~5年	第2回間伐	200本/haを抜き伐り、 400本/haを残す
植栽後8~9年	最終間伐	さらに200本/haを抜き伐る

一方、個体間の競争が始まる前に、早期に強度の間伐を行うという意見（表15）もある。この指針ではまた、林齢の代わりに林分高を目安に組み入れた。これらを実際に取り入れた保育の結果はまだ報告されていない。

表15 *A. mangium*の保育形式の事例（2）（Srivastava 1993）

施 業	時期と内容
植栽（1,400本/ha） 補植	植栽から1/2か月後、ただし枯損率が10%を越えた場合のみ
除草	植栽から2か月後に坪刈り；植栽後4、6か月後にも除草
枝打ち-下部（6m）	植栽から4か月後に複数幹と大型の側枝を切除、 林分高5mで2.5mまで枝打ち（1枝打ち）（900本/ha）、 林分高10～12mで6mまで枝打ち（500本/ha）
間伐	林分高5mで900本/haに間伐（切り捨てor身収益間伐） 林分高10～12mで500本/haに間伐（切り捨て） 林分高約20mで300本/haに間伐（収穫or利用間伐）

#### 4）枝打ち

本来の枝打ち（普通はpruning、high pruningともいう）も産業造林ではいろいろな事例が報告されている。例えば、メキシコイトスキヤパトゥラマツは自然落枝しにくいので、節のない材を生産するためには枝打ちを行わなければならない。また、マノチの材料用に育成されている *Alstonia macrophylla*（プライ、キョウチクトウ科）の場合にも枝打ちを行うように勧められている。一方、多くのユーカリ類や *Terminalia superba*（リンバ）、*Anthocephalus chinensis*（カランパヤン）などは自然に枝が落ち易いので、あまり枝打ちの必要はないとされている。枝打ちの実際については、わが国における方法と取り立てて変わらないので割愛する。

実際にそのようなニーズがあるものか分からないが、節のない柱用の心持ち材を生産する場合には、枝打ちを適期に行うことが必要であり、実際

に高地の針葉樹林では実施されている例もあるらしい。枝打ちを適期に行うためには、次のようなサイズが目安になる（藤森 1984）。

$$d_1 < d_2 - 2 \Delta d (-b) ; d_3 > d_2 x$$

ここで  $d_1$  : 枝打ちすべき幹の直径

$d_2$  : 生産される柱材の太さ

$d_3$  : 収穫される幹の直径

$\Delta d$  : 打った枝の基部を覆う厚さ

$b$  : 幹の曲がり

いわゆる緑化の場合などには、材質を高めるための本来の枝打ちは行われないが、前項と同しように、①下木植栽された稚樹の成長を促すために行われたり、②火災の際の被害の軽減、③林内見回りの便、あるいは④飼料として利用するためなどに行う枝打ちがある。これらはわが国の枝払いに当たり、low pruning と称されている。なお、アグロフォレストリーの分野で飼料として枝葉を収穫・利用する場合には、pruning は小枝を刈り込む方法に用いられており、このほかに、樹冠下部の枝を下ろす lopping、頭木作業のように約 2 m の高さですべての枝を切り落とし、その高さで萌芽更新させる pollarding などがある。

## 5) 肥培

熱帯においても、一部の産業造林で、成長を促進し、収量を高める目的の林地肥培が行われている事例はあるが、本来は自然条件下での物質循環によって収支が見合うような取り扱い方を行うのが理想的である。そのためには、立地条件によっては根粒を形成する有用樹種を選定したり、いわゆる肥料木を混植するなどの配慮が必要であり、また地拵えの際には地力の低下を起こさないように努めたり、有機質の少ない土壌の場合には、植

え穴に厩・堆肥を入れたり、植物材料によるマルチを行うことなどが勧められる。

熱帯のとくに荒廃地における造林では、いろいろな原因でしばしば欠乏症状が見られる。そういう場合の対症療法としての肥培の事例が報告されている。もっともよく知られているのはダイバック (dieback、先枯れ) で、カリビアマツ、オーカルパマツ、ユーカリ類などとして報告されているものは圃素欠乏によるとされているものも多く、この場合には圃砂の施用によって防止できるとされている。マツ類についてのPNGでの例を見ると、圃砂または圃酸塩を植栽から1か月後および6か月後にそれぞれ1本当たり25gを施用する処方が見られている。

一方、オーストラリアのマツ類で見られる先枯れは亜鉛欠乏によるといわれており、また燐、硫黄、モリブデンも先枯れの原因になるとする文献もあるので、先枯れがすべて圃素欠乏によるとはいえないようである。ユーカリ類については養分欠乏症状が表のように纏められている。わが国の針葉樹苗木の欠乏症状と異なるところもあるが、診断の参考にして対策を考えてほしい。なおウーカルパマツなどで、多軸化、針葉のヨジレや疎生、着葉期間の短縮なども報告されているし、植栽直後は良く成長していたチークが、その後多年にわたって先枯れを繰り返した例もあるが、それらの原因はまだ明らかでない。

産業造林では主に早成樹種が植えられており、しかも短伐期で回転させることになるから、養分の収奪が著しいはずである。最もよい例がユーカリ造林で、かなり早い時期から水分・養分の消費が問題にされてきた。アカシア類のように窒素固定樹木の場合には、窒素に関しては循環系外からかなりのインプットがあるはずであるが、その他の養分に関してはやはり消費が大きいはずである。

パルプ材を生産する7年伐期のユーカリ造林における土壌養分のバランスは表16のとおりである。1伐期で循環系から持ち出される各要素の量は、N・77kg/ha、P・8kg/ha、K・87kg/ha、Ca・104kg/ha、Mg・

17kg/haで、収穫後に林地に残る養分をみると、カリを除いて少なくとも5回分は十分に賄えるという数字が示されている。カリについては3回目にはすでに不足することが分かる。この表に示されているインプットには土壌および基岩から溶出する分は含まれていないが、その量はたいしたことではないらしい。つまり、このユーカリの場合には2回目の後期にはカリは若干施肥によって補給する必要があるが、他の4要素についてはほぼ5回分はまかなうことができ、中では燐が最も条件がよいことになる。しかし逆に見れば、早成樹種によって短伐期の産業造林を繰り返す場合には、15年～30年の間に積極的な肥培が必要になることを認識する必要がある。

表16 パルプ材生産のためのユーカリ造林(7年伐期)における土壌養分バランス  
(Davidson 1995)

要素	投入分 <sup>1</sup> (kg/ha)	地上部吸収分 <sup>2</sup> (kg/ha)	収穫物分 <sup>3</sup> (kg/ha)	林地残留分 <sup>4</sup> (kg/ha)	差引 <sup>5</sup> (kg/ha)
N	455	179	77 (17)	102	378 (83)
P	60	15	8 (13)	7	52 (87)
K	235	164	87 (37)	77	148 (63)
Ca	607	381	104 (17)	277	504 (83)
Mg	96	56	17 (18)	39	79 (82)

注1. 降水、肥料、落葉落枝

2. 地上部バイオマスに含まれる要素量

3. 樹皮を剥いだ幹の材中の要素量、括弧内は投入分に対する%

4. 枝葉、梢頭部および樹皮

5. 収穫後に林地に残る要素量、括弧内は投入分に対する%

## 6) 保護

熱帯の造林地ではいろいろな被害が発生するので、それらから植栽木を護らなければならない。初めにも述べたように、熱帯造林における問題は、植栽が遅々として進まないことと共に、折角造成された造林地の成林率が極めて低いことである。植栽面積が少ないだけに、折角植えたところは是非とも成林させたいところであるが、実際には各種の要因で被害を受ける。最も大きな要因は人為的被害で、いろいろな要因による火災、不法耕作、盗

伐、あるいは植栽木に対する悪意の損傷、家畜による食害などがある。他の一つは気象害で、乾燥 (drought) による被害、冠水 (flooding) または停滞水 (dead water) による被害、および風による損傷などで、風による損傷は病気の誘引となることもある。もう一つは病虫獣害で、すでにいくつかの実例を挙げたが、各地の苗畑・造林地で害虫や病気ときには野生動物に悩まされており、とくに病害虫は今後とも増えることはあっても減ることはないだろう。病虫害については本シリーズの別巻に纏められているが、平生から苗木・植栽木を注意深く観察し、それぞれの専門書を参考にしながら、早めに適切な処置を取ることが重要である。

### (1) 火災の被害に対する対策

熱帯では、天然林といわず人工林といわず、しばしば火災に見舞われる。とくに閉鎖前の造林地の場合には、乾季に枯れた地床植生や下枝が燃料になって燃えやすい状態にあり、一旦火がはいると容易に燃え広がり、周囲にまで延焼して被害が大きくなる。火災の原因には、よく①焼き畑耕作のための火入れが挙げられるが、フィリピンの例では、そのほかに②放牧のための火入れ、③失火、④放火、あるいは⑤狩猟のための小型野生獣の追い出しなどがある。放牧のための火入れは、乾季の後半に火入れによって新しい草を芽吹かせようとするものであるが、十分な準備をせずに火をつけるため、その火がしばしば広がって周囲に延焼する。これらの要因の順位は国や地域によっても異なるだろうが、フィリピンでの筆者の経験では、放牧のための火入れと放火が意外に多いように思われた。このほか、乾季のある地域では落雷も火災を起こす危険があるといわれるが、たいていは雨を伴っているので、かりにあるとしても頻度はごく低いものと考えられる。

いずれにしろ、このような火災の被害から植栽地を護るために、いろいろな手だてが考えられている。ここでは造林技術的なものだけについて述べることにするが、万一火災が発生した場合にも被害を最小限に食い止めるため、造林の予定区域内に残存している樹林帯や沢の配置を考慮しながら

ら、尾根筋などに防火線または防火（樹）帯（fire break/line）を作設し、植栽地のコンパートメント化を図る、つまり小区画に分けることが考えられている。防火線は少なくとも数mから10mの幅が必要で、火災が発生した場合に燃料となる草本植生の高さによって変える必要がある。区画の大きさについても定説はないが、10～20haに区分けできれば理想的である。ただし、あまり区画を小さくすると植栽される面積が減少するし、防火線自体の保守が大変になる。防火樹帯としてこの部分に火災に強い樹種を植栽する場合もあるが、一般の植栽地と同時に植栽したのでは、植栽直後の防火効果を期待するのは難しい。

火災に強い樹種には、葉が燃えにくいいわゆる防火性樹種と、地表火程度であれば火災の後間もなく萌芽するいわゆる耐火性樹種とあるが、前者には例えば *Acacia auriculiformis* や *Calliandra calothyrsus* などがあり、実際に防火樹帯に植栽されている。後者の代表的なものとしてはチークやメリナがあり、とくに火災の危険の高いところに植栽されている例もある。防火線（帯）は、ブルドーザなどを利用できれば掻き起こしておくのがよいが、さもなければ草をなるべくこまめに刈り払い、防火線内で焼却するか、外に運び出しておく。また防火線の有効利用のために、家畜を導入してこの部分の草をはませれば一石二鳥である。火災の被害をなくするためには、地域住民に対する普及啓蒙活動から、監視体制、消火体制、消火方法などさまざまな問題があるが、これらは造林技術の範囲から出るのでここでは割愛する。なお、火災の被害を無くするためには地域住民の理解と協力が不可欠であるが、そのためには、地域住民が造林から具体的なメリットを得られるような配慮が必要である。このような方策の一つは社会林業の枠の中で考えてゆくべきであるが、ここでは問題を提起するだけにとどめたい。

## （2）気象害に対する対策

気象害のうち最も重要で広域的なものは乾（燥）害（drought）である。

これに対する造林的対策としては、①乾燥に強い樹種の選択、②乾燥に強い苗木の育て方、③降水を有効に利用する植え方があるが、①については樹種の特性的なところで必要な情報を整理・紹介したので、それらを参考にしていただきたい。②については、育苗技術の中で述べたように、育苗後期に灌水の量・頻度を減らしたり、強い光に馴らすなどして十分な硬化処理を行うことであるが、考え方としてはいろいろな指針書に書かれていながら、具体的な方法は必ずしも明確でない。半乾燥地・乾燥地の造林が開示されている折から、早急に検討されるべき課題である。③については、植え穴のサイズから各種の集水工法まで、広い意味での地拵え方法に含まれる植え方の工夫があるが、これらについては前章で述べたとおりである。

豪雨あるいは多雨による冠水または停滞水による被害は、普通は比較的限定された場所での問題であるが、ここでも樹種の実績が最も重要な対応策である。ただし、冠水や停滞水に強いという植栽樹種はあまりなく、比較的湿地に強いものも、水が動いている状態が前提になるのが普通であるが、少なくともこういう樹種を選択するほうが安全なことは確かである。なお、ユーカリの1種である *Eucalyptus robusta* は例外的に冠水に強いといわれ、PNG やタイで頻繁に冠水する河畔などに植えられている実例がある。また、やや温帯性ではあるが、メキシコの北西部に分布する *Pinus cooperi* (23~29°N) もマツ類としてはむしろ湿地を好む性質がある。

風の被害に対しても樹種の実績が重要である。台風などの強風の頻度が高い地域で、幹が比較的脆弱な樹種あるいは樹冠の大きな樹種を避けるのは常識であるが、常風が比較的強い地域でも樹冠の大きな樹種や葉の大きな樹種は避けるほうがよい。フィリピンのルソン島中央部にあるパンタハンガンの周辺は常風が強いところであるが、マンキウムアカシアを植栽した際に、枝の付け根に傷がつき、おそらくこれが原因で枝枯病が発生したことがある。枝の根元の傷は大型の葉が風に揺られてできたもので、そこから病菌が侵入したものと考えられている。

### (3) シロアリ害

シロアリ (termites) は熱帯における主要な害虫群の一つとされているが、とくに半乾燥地・乾燥地における被害は深刻である。これまでのところ決定的な対策はなく、Wardell (1990) は次のような対策を挙げている。

①シロアリに強い樹種：例えば *Cassia*、*Acacia*、*Grevillea*、*Markhamia*、*Terminalia* 属などの適当な樹種を選んで植える、②植物の抽出物や灰分の利用 *Euphorbia tirucalli* の葉を細かく刻んだものや木材の灰を植え穴に施用、*Aloe gramimicola*、*Melia azedarach*、*Lippia javanica* (クマツヅラ科)、*Ocimum* sp (シソ科、バジルの1種) の葉や果実の抽出物を施用、*Cassia siamea* や *Azadirachta indica* の葉をマルチ、③シロアリに餌を与える、例えば地拵えの時に刈り取った草屑をそのまま残したり、刈った草でマルチする、できれば植え穴に堆肥を施用、全刈よりも坪刈など、④薬剤 (carbosulfan カーハメート剤、有効成分0.3～1.0g/本) の施用などで、ほかに⑤シロアリに食われる分を見込んで苗木を余分に植える、⑥健全な苗木を植える、⑦適期に植えることなども挙げているが、基本的には、平和的共存の方策を学ぶことが必要だとしている。なお①の樹種の違いについては、これらの樹種が比較的シロアリに強いことは確かであるが、あくまでも相対的なものであり、これらが食害を受けないわけではない。②については、その他の樹種も含めて各地で試みられているが、これも決定的な効果があるとは言えないようである。ケニアで実行されてきた技術協力プロジェクトでは、かなり早い時期から機械廃油を根元に塗布する方法を試み、ある程度の効果が確認されているが、効果があるのは数週間程度で、繰り返し塗布する必要がある。ただし、頻繁に施用すると土壌の汚染が気になる。