早生樹 産業植林とその利用

編　集

岩崎　誠・坂　志朗・藤間　剛
林　隆久・松村順司・村田功二

海青社

Fast Growing Trees

Plantation and Utilization

edited by

IWASAKI Makoto
SAKA Shiro
TOMA Takeshi
HAYASHI Takahisa
MATSUMURA Junji
MURATA Koji

海青社

1 ユーカリグランディス

▲16年生ユーカリグランディス植林地

▲16年生ユーカリグランディスの樹皮

▲16年生ユーカリグランディスの葉と種子

▲丸太の切断面に生じた心割れ

ブラジルのユーカリ植林の歴史は100年を超える。現在世界最大のユーカリ植林国の一つであり、面積は300万ヘクタールを超える。用途の多くはパルプ原料であるが、その他製鉄用の木炭や、一部は家具・住宅内装材としての需要もある。

学名：*Eucalyptus grandis*　現地名：Flooded gum, Rose gum
（写真提供：児嶋美穂　撮影地：ブラジル・リオグランデスル州）

❷ ユーカリユーログランディス(1)

▲ハイブリッド ユーカリの挿し穂(クローン苗)

▲ミストルームで育苗中のハイブリッドクローン苗

▲ハイブリッドクローン苗を植栽するようす。筒状の道具を用いて、立ったままクローン苗を植えこんでいる(ブラジル・サンパウロ州)。

▲左図の丸囲み内:植えたばかりのクローン苗

▲造成されたハイブリッドユーカリ植林地の航空写真。整然とした植林地の間に、その土地固有の植生を回復させる試みを行っている。

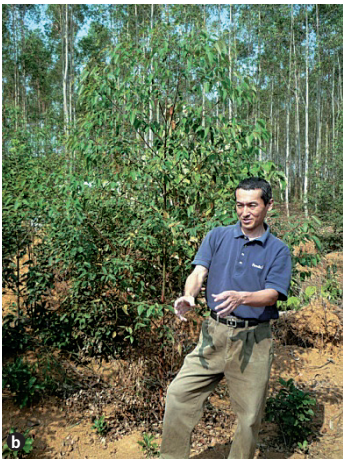
高成長速度・高品質の植林ユーカリを求めて、ハイブリッドがいくつか作出されてきた。グランディスをもとにするものが多く、ブラジル・アラクルツ社が開発した*E. urograndis*(商品名Lyptus)はその一つである。ユーログランディスは、現在はブラジルだけでなく、中国南部や東南アジア諸国でも植林されている。

学名:Hybrid *Eucalyptus grandis* × *E. urophylla*

(写真提供 a-d:山本浩之、e:ブラジル・アラクルツセルロース社(現フィビリア社))

❸ ユーカリユーログランディス(2)

▲ハイブリッドユーカリの５年生植林地
（中国広西壮族自治区・広西王子豊産林有限公司）



▲植栽後１年半

▲ハイブリッドユーカリの組織培養による苗作り
（中国広西壮族自治区・林業科学研究院）

▲ハイブリッドユーカリ 広林巨尾桉５号
（中国広西壮族自治区・林業科学研究院）

中国では1982年からオーストラリアとの共同プロジェクトで数多くのユーカリ種の導入が試みられた。その結果、成長が早く、パルプ製造に適した品種として、*E. urophylla*（尾叶桉）や*E. globulus*（蓝桉）が植えられるようになった。2000年代に入り、*E. grandis* x *E. urophylla*（巨尾桉）が積極的に植林されている。

（写真提供：村田功二）

❹ ユーカリグロブラス

▲ユーカリグロブラス植林地３年目（オーストラリア）

▲ユーカリグロブラスの葉

▲高さ約30ｍのグロブラスの巨木（オーストラリア）

▲20年生グロブラス植林地（オーストラリア）

ユーカリグロブラスはパルプ用途では最も植林されている樹種の１つであり、特にオーストラリアでは広く植林されている。

学名：*Eucalyptus globulus*　原地名：Southern Blue Gum
（写真提供　a, b & d：粟野達也　c：岩崎　誠）

❺ ユーカリカマルドレンシス

▲ユーカリカマルドレンシス植林地（タイ・ナコーンラーチャシーマ県）

▲ユーカリカマルドレンシス樹皮

▲葉

ユーカリカマルドレンシスはオーストラリア原産であり、世界中で植林されている。痩せた乾燥した土地でも育ち、干ばつや高温にも耐性がある。パルプ用途としてはグロブラス(blue gum)に次いで広く植林される。材は建築、造船、枕木、橋などに使用されるが、密度が高く加工性に難がある。

学名：*Eucalyptus camaldulensis*　原地名：River Red Gum
（写真提供：石栗　太）

⑥ アカシアマンギウム

▲アカシアマンギウムの葉（たく葉）と花

▲アカシアマンギウム植林地（マレーシア・サラワク州）

▲アカシアマンギウム11年生人工林（マレーシア・ボルネオ島）

▲アカシアマンギウムの苗

▲泥炭湿地林伐採跡地における植林の試み

アカシア属の植林樹種の代表例は、マンギウム、アウリカリフォルミス、クラシカルパであるが、これらに加え、近年では、マンギウムとアウリカリフォルミスのハイブリッドが、盛んに植林されている。これらマメ科の樹種は、泥炭湿地林伐採跡地のような、酸性度が高く、栄養分の欠如した土壌（問題土壌）でも生育することが多い。このことから、乱開発により生じた荒地の再緑化に効果があるものと期待される。

学名：*Acacia mangium*

（写真提供 a, d & e：山本浩之、b：大建工業、c：奥山　剛撮影）

7 アカシアアウリカリフォルミス

▲アカシアアウリカリフォルミス植林地
（インドネシア・ジャワ島）

▲アカシアアウリカリフォルミスの葉と花
（マレーシア・サバ州）

▲アカシアアウリカリフォルミスの樹形
（インドネシア・ジャワ島）

▲アウリカリフォルミス植林地
（マレーシア・サバ州）

アカシアアウリカリフォルミス（カマバアカシア）はマメ科のアカシア属に属する常緑の熱帯性高木であり、成育条件に恵まれれば樹高25～35m、胸高直径35～50cmに達する。自生域は、両樹種ともオーストラリア・クイーンズランド州北部沿岸部、ニューギニア島低地（中央部南岸低地および北西部沿岸地域）、さらにインドネシア・マルク州の一部である。

マンギウムは早生樹の中では密度が高く、幹は比較的通直である。一方、アウリカリフォルミスもさらに密度は高く強度を有するが、地面近くから枝分かれする傾向にあり、樹形に劣るとされる。

マンギウム、アウリカリフォルミスの双方とも、本来の植生域は、アルティソルあるいはオキシソルを主体とする ローム質沖積土壌である。これらの土壌は、高い酸性度を示し（pH 4.0～6.5）、また多くは貧栄養であり、植物の繁茂には適さないとされる。そのような問題土壌であっても、十分な降水量（年平均1,500～3,000mm）と気温（最低・最高気温、20～33℃）に恵まれれば両樹種とも問題なく成育する。

学名：*Acacia auriculiformis*

（写真提供　a＆c：村田功二、b＆d：佐藤　裕）

⑧ アカシアハイブリッド

▲アカシアハイブリッド1年生（ベトナム・タイグエン省）

▲アカシアハイブリッド9年生（ベトナム・トゥアチエン–フエ省）

▲ハイブリッドの母樹木（マレーシア・サバ州）

▲アカシアハイブリッドの葉や花（上）と植林地（マレーシア・サバ州）（下）

アカシア属は1500種からなり、主に熱帯地域に分布する。アカシアマンギウム（*Acacia mangium*）、アカシアアウリカリフォルミス（*Acacia auriculiformis*）およびそのハイブリッドは、成長が早くて材質が良く、様々な土壌条件への抵抗性が高いことから、重要な早生樹として世界各地にプランテーションがある。

学名：Hybrid *A. mangium* × *A. auriculiformis*

（写真提供　a & b：松村順司、c：村田功二、d：佐藤裕（越井木材工業））

9 アカシアハイブリッドの育苗

▲アカシアハイブリッドの採穂園

▲台木からの採穂

▲採穂した苗の挿し木

▲発根した幼苗（1～3週間）

▲シェーディングでの育苗（3週間）

▲全天の育苗（～3カ月）

越井木材工業（株）では2004年にKM Hybrid Plantation社を設立し、2010年8月時点で150万本の交配種の植林を完了している（インドネシア・サバ州）。一般にアカシアはパルプ用途で植林される場合が多く、枝打ちや間伐の施業は行わずに7年程度で伐採される。同社では合板原料に適した樹形の良い材を得るために下草刈りや枝打ちなどの育林施業を行い、15年伐期のシステムを目指している。

（写真提供　村田功二、協力：越井木材工業株式会社）

⑩ ファルカタ(1)

▲7年生ファルカタにおけるアグロフォレストリ。パパイアとの混植(インドネシア、中部ジャワ州)

▲23年生ファルカタ(インドネシア・東カリマンタン州)

▲7年生ファルカタ植林地(インドネシア・中部ジャワ州)

ファルカタは、アカシア、パリカと同じくマメ科に属する早生樹であり、原産地のソロモン群島からインドネシア一帯、フィリピン、マレーシアなどで植林されている。成長は早く、低比重であるが、材は白く、加工性は容易なので、合板や箱物などに用いられる。

学名:*Paraserianthes falcataria/Falcataria moluccana*　原地名:Batai, Sengon
(写真提供:山本浩之)

11 ファルカタ(2)

▲ファルカタの葉

▲ファルカタの種

▲ファルカタの苗床(1カ月)

▲ファルカタ植林(6カ月)

▲ファルカタ植林(6年)

住友林業株式会社のグループ会社であるPT. Kutai Timber Indonesia(KTI)が、林業公社、農園公社と共同で地域住民のファルカタ植林を支援している。苗木を無料で配布し森林管理を指導、5～7年後に収穫された材を買い取り、KTI工場で合板に加工する取り組みである。2008年12月には地域住民と共同で結成した植林共同組合がFSC森林認証を取得した。

(写真提供　PT.Kutai Timber Indonesia)

⑫ ポプラ類

▲中国ポプラ植林地（6年生、中国・江蘇省連雲港市）

▲ポプラの葉（4年生）

▲中国ポプラ幼木（1年生、中国・山東省臨沂市）

温帯の代表的な早生樹であるポプラは、中国華東地区で大量に植林されている。1970年代初頭にアメリカ黒楊（*Populus deltoides*）を導入し、南京林業大学を中心に品種改良・栽培技術の改良がなされた。山東省、河南省、江蘇省、安徽省、湖北省の平原地帯で大規模な植林がされている。

我が国でも早生樹の品種開発に向けた研究がなされている。たとえば遺伝子組替えによる形質転換を行い、ヘミセルロース分解酵素を構成発現したポプラの野外試験などがある（写真左下）。遺伝子を導入したメスのポプラ（*Populus alba*）は、根萌芽によって繁殖することができる。そこで、組換えポプラの根が毎年何m伸びるのか、計測する必要がある。写真（下）の根掘りは、野外試験4年目で、長いものは14mに達した。

学名：*Populus* spp.

（写真提供 a, c：村田功二 b：張敏 d, e：林 隆久）

▲野外試験中の遺伝子組換えポプラ

▲ポプラの根ほりによる調査

13 メリナ

▲3.5年生メリナ植林地

▲3.5年生メリナの葉

▲12年生メリナ植林地

▲3.5年生メリナ植林木の丸太

▲植林メリナの合板工場

メリナは、チークやスンカイと同じく、シソ科に属する早生樹であり、インドから東南アジア（マレーシア、インドネシアを除く）、さらには中国南部に自生する。現在では、東南アジア全域、中南米、アフリカで植林されている。白色（灰白色）の木材と、比較的高い比重を有することから、合板、MDF、集成材としての用途がある。植林拡大への課題は、病虫害への対策である。

学名：*Gmelina arborea*　原地名：Beechwood, Gmelina

（写真提供 a, b, d & e：山本浩之、c：児嶋美穂、撮影地 a〜c：インドネシア・中部スラウェシ州、c, e：インドネシア・東カリマンタン州）

14 メルクシマツ

▲メルクシマツ植林地

▲メルクシマツ樹皮

メルクシマツはミャンマー、タイ、ラオス、カンボジア、ベトナム、インドネシア、フィリピンなどの東南アジア諸国に分布しているマツ科マツ属の樹木である。二葉松であり、日本のアカマツやクロマツによく似ている。古くから植林樹種として用いられており、東南アジア各国に植林地が存在している。比較的成長が早く、30年で樹高30m、胸高直径50cm程度に達するものもある。

学名：*Pinus merkusii*　原地名：Thong mu, Tapulau, Tusan
（写真提供：石栗　太、撮影地：インドネシア・西ジャワ州）

⑮ メラルーカ

▲メラルーカ林（ベトナム・ロンアン省タンホア）

▲メラルーカの樹皮

▲メラルーカの葉、花、種

メラルーカは耐酸性を有することから農耕地に利用することができない酸性硫酸塩土壌あるいは塩分の多い土壌に自生する。分布地域は、オーストラリア北部からニューギニア南部、マラッカ諸島、インドネシア、マレーシア、タイ、ベトナムである。

学名：*Melaleuca cajuputi*　原地名：Cajuput, Kayu putih, cây tràm
（写真提供：佐藤雅俊）

はじめに

木質資源の利用は古くより我々の生活に深く関わり、近年ではその供給源として早生樹林業が重要な役割を果たしつつある。地球温暖化対策や生物多様性保存について、マスコミによる報道が増えたこともあって、人々の環境に対する意識は高まってきた。それと同時に二酸化炭素排出量や遺伝資源の扱いをめぐり、先進国と発展途上国の対立も目立ち始めている。人々が豊かな生活を送るためには何らかの資源が必要で、これまでにも化石資源や生物資源を求めて様々な活動が繰り広げられてきた。木材生産のために天然林が伐採され、食糧増産のために農地がひらかれた。近年は、工業用原料の生産のためにアカシアやユーカリ、パラゴムノキやアブラヤシ(オイルパーム)が東南アジアなどで活発に植栽されている。開発が進むにつれ熱帯雨林がもつ遺伝資源の価値が評価され、また生態系保護意識の高まりから天然林の伐採は禁止され、保全が重要視されるようになった。しかし現代社会の需要に応じた資源生産は必要であり、生産国からみれば資源は自らの生活に利用するだけでなく、豊かな生活を得るための資金ともなる。そのような中で、荒廃地などで効率的に木質資源を生産する方法として早生樹林業がある。

植林の目的には大きく分けて2つある。環境保全を目的とした環境植林と木材生産を目的とした産業植林である。FAOの報告(2010)によれば、全世界の植林地の中で産業目的のものは8割近くにまでなる。本書ではこの産業植林に焦点を絞ることとする。早生樹の産業利用については、それぞれの分野で活発な研究がなされてきた。しかし、効率的でかつ持続可能な木材生産を追求すると、それぞれの分野は有機的に結びつく。早生樹材を生産する社会的な背景、自然環境へのインパクト、より高品質な材質を求める育種、用途に応じた加工技術、マーケットを意識した商品開発、いずれも互いに影響し合って存在する。そこで本書では、技術的な視点に焦点を置いて、木材生産から加工、製品に至るまでの広範囲を収めることとした。早生樹の植林・利用に関しては、国際的な情勢や市民運動など社会的な問題も大きく影響するが、それらについて

は他書にゆずることとする。また本書で網羅できていない領域もあるが、今後研究を進める上での足がかりとして活用して頂けると幸甚である。

本書は7つの章からなる。第1章では早生樹産業植林の概要として、その規模と生産力について、現状と課題を説明する。早生樹とは何か、また植林の過去・現在・未来について述べる。第2章では早生樹産業植林が環境に与える影響についてまとめ、持続的生産に向けた課題、特に土壌との関係について述べる。第3章では産業利用に向けた早生樹材の材質について説明する。なお早生樹林業は熱帯・亜熱帯で施業される場合が多いが、この章では日本で植栽可能な早生樹についても触れる。第4章ではより高品質な早生樹林業に向けた遺伝子組み換え技術の現状について紹介する。第5章では早生樹材の利用で最も進んでいるパルプ利用について説明する。ここでは特にパルプ利用目的として世界各地で広く植林されているユーカリとアカシアについて詳しく説明する。第6章では、パルプ利用と並んで重要なエネルギー利用について説明するが、早生樹に限定せず、広く木本植物を対象に述べる。ただし、伝統的な薪や炭は対象とせず、固形燃料である木質ペレットと早生樹からのバイオエタノール生産や木本植物からの果実・種子より得られるバイオディーゼルなどの液体バイオ燃料を取り扱う。第7章では、木材の高付加価値用途の一つである住宅建材用途について述べる。経済発展の著しい隣国の中国と、近年の日本における利用技術を紹介する。また酸性土壌でも生育するメラルーカ材の建材利用の可能性についても述べる。

海外で植栽される樹種が多いため、同一樹種でも日本で使用される名称が複数に及ぶ場合がある。また、現地の発音を日本語で表記する場合も幾分異なる場合もある。本書では日本語の名称をできるだけ統一したが、同一樹種の名称が章により異なる場合がある。ご容赦を願いたい。

最後に、本書の出版に多大なるご支援を頂いた海青社の宮内　久氏に謝意を表したい。

編者一同

早生樹

――産業植林とその利用――

目　　次

本文中で ☞印を付した用語には巻末
「索引・用語解説」中で解説を施した。

口絵（巻頭カラー）

①ユーカリグランディス
②ユーカリユーログランディス(1)
③ユーカリユーログランディス(2)
④ユーカリグロブラス
⑤ユーカリカマルドレンシス
⑥アカシアマンギウム
⑦アカシアアウリカリフォルミス
⑧アカシアハイブリッド
⑨アカシアハイブリッドの育苗
⑩ファルカタ(1)
⑪ファルカタ(2)
⑫ポプラ
⑬メリナ
⑭メルクシマツ
⑮メラルーカ

はじめに……1

第1章　早生樹産業植林の概要──規模と生産力の視点から──……7
1.1.　はじめに……7
1.2.　早生樹産業植林の規模……9
1.3.　早生樹産業植林の生産力……14
1.4.　地域環境への影響とランドスケープレベルの計画……21
1.5.　おわりに……30

第2章　産業植林と環境……35
2.1.　持続的生産への課題……35
2.2.　熱帯土壌の性質とその脆弱性……36
2.3.　早生樹単一林が環境にもたらす影響……42
2.4.　森林施業に伴う、土壌の攪乱と養分の流出……48
2.5.　早生樹の持続的な生産に向けて……53

第3章　材　　質……57
3.1.　はじめに……57
3.2.　世界の早生樹の材質……59
3.2.1.　アカシア……59
3.2.2.　ユーカリ……69

3.2.3.　ファルカタ……77
3.2.4.　メリナ……80
3.2.5.　メラルーカ……85
3.2.6.　マツ類……86
3.3.　日本産早生樹の可能性……90

第４章　遺伝子組換え技術……105
4.1.　モデル早生樹による遺伝子研究……105
4.2.　リグニン改変による木材の加工性の向上……111
4.3.　ヘミセルロース分解酵素遺伝子組換えによる細胞壁の改変……116
4.4.　遺伝子組換えユーカリ……123

第５章　パルプ利用……129
5.1.　はじめに……129
5.2.　原料として求められる性質……130
5.3.　ユーカリ……132
5.4.　アカシア……141
5.5.　エネルギー効率の改善や環境配慮など……159

第６章　エネルギー利用……163
6.1.　バイオマス発電……163
6.2.　木質ペレット……175
6.3.　バイオエタノール……183
6.4.　木質系バイオディーゼル……192

第７章　用材利用……205
7.1.　中国における早生樹資源とその有効利用……205
7.2.　メコンデルタ地域におけるメラルーカの利用可能性……213
7.3.　日本における早生樹材の建材利用……226

索引・用語解説……241
あとがき……259

第1章　早生樹産業植林の概要

──規模と生産力の視点から──

1.1.　はじめに

早生樹産業植林では、工業用原木の生産を目的に高い材積成長速度をもつ樹種を植栽し、5年弱から20年程度の林業としては短い期間で収穫する。管理の行き届いた産業植林施業はあたかも流れ作業の工場のようである。整然と立ち並んだ同じ形をした木が、同じ向きに倒され、同じ長さに玉切りされた材が束ねられ搬出される。伐採跡地には次の収穫にむけて、挿し木により大量生産された優良な形質をもつ系統の苗木が植栽される（**図1-1a-d**）。

早生樹産業植林は増え続ける世界の木質資源需要に応え、大量の木質資源を供給している。また今後数十年にわたり、世界の木質資源供給に対する早生樹産業植林の役割は重要性を増しつづけると予測されている（岡 2006; Del Lungo *et al.* 2007）。早生樹産業植林地からの主要な生産物は従来、紙（パルプ原木）と木炭（燃料材）が知られていた。近年は無垢板、集成材、パーティクルボード、繊維板等の原料生産を目的とする植林地も増加しつつある。早生樹産業植林はさらに高価格木材の供給源としても期待されていて、James and Del Lungo（2005）は、早生樹植林地は2000年に世界中で生産された4分の1の量の高価格木材を供給する能力をもつと推定している。しかしながら他の土地利用との競合や、環境保全への配慮などにより、新しく早生樹産業植林地を造成できる土地は減少しつつある。限られた土地から大量の木質資源を収穫するためにも、より成長の早い樹種を植栽し短い期間で収穫する早生樹産業植林の重要性は従来以上に高まっていくはずである。

世界的に増え続ける木材資源に対する需要に対応するには、早生樹産業植林は必要不可欠な存在である。しかしながら数千から数十万haという大面積の土地にアカシアやユーカリに代表される限られた外来樹種を植栽することか

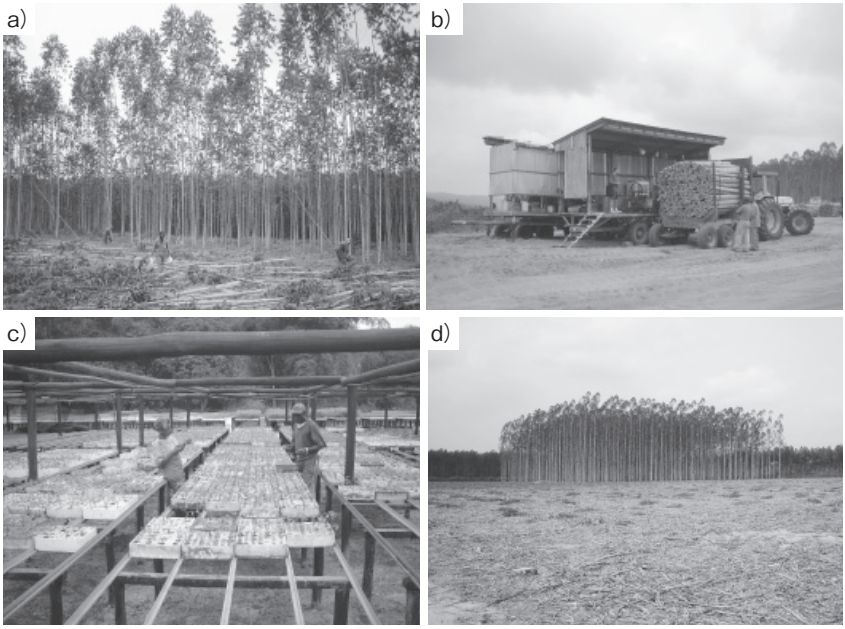


図 1-1　ユーカリ産業植林地（コンゴ民主共和国、撮影：藤間　剛）
a）伐採　同じ形状の木が同じ向きに倒されていく。
b）搬出　玉切りされた材は輸送のために束にされる。
c）苗畑　選抜された形質の苗木が挿し木により大量生産されている。
d）再植林地　8年ごとに伐採と再植林が繰り返される。後方の林の林冠高は約30 m。

ら、早生樹産業植林に対してはその利点と同時にさまざまな問題が指摘されてきた。その代表的なものには、生物多様性に富んだ天然林を大面積に切り開き外来樹種を植栽する、政府と大企業による大規模な土地の囲い込みにより地域の人々の生活が破壊される、伐採収穫の繰り返しにより土壌から養分が収奪され土地生産力が失われるなどがある。筆者自身も、管理の行き届いた早生樹産業植林地を訪問する機会を得るまでは、早生樹産業植林が木材生産に果たす役割には考え及ばず、地域社会や生態系にあたえる悪影響を問題視していた。このような早生樹産業植林の両面性について、コサルターとパイスミス(2003)は詳細な検討をおこない、早生樹産業植林は、本来的に良いものでも悪いものでもなく、ずさんに計画・実行された場合には甚大な問題を引き起こし、綿密に計画・実行された場合には大量の木材に加えさまざま環境的・社会的便益をも

たらすものであると結論した。筆者は現在、早生樹産業植林について次のように考えている。早生樹産業植林は、木質資源に対する世界的な需要を満たすため、木材を原料とする工場が必要とする品質の木材を十分な量で供給するには必要不可欠な存在である。しかしながら広大な土地を必要とする事業であるため、地域社会の生活や環境に悪影響をおよぼす危険がある。新しい早生樹産業植林地を造成するよりも、すでにある早生樹産業植林地の生産力の維持・向上が重要である。このような考えのもと、本章では早生樹産業植林の現状と課題について、規模と生産力の観点から紹介するとともに、生物多様性保全と二酸化炭素固定に対する早生樹産業植林の役割について述べる。

1.2. 早生樹産業植林の規模

1.2.1. 世界の森林と植林地の役割

2010年、FAOは5年にわたり実施してきた世界森林資源調査(Global Forest Resources Assessments 2010, FRA2010)の主要な結果を発表した(FAO 2010)。世界森林資源調査は、FAOが 1946年以来、5から10年おきに実施している世界の森林資源に関する包括的な調査である。FRA2010には178名の政府機関代表を含む900名以上が参画し、世界の233の国家および地域を対象に、持続可能な森林管理に必要な情報を収集・分析した。FRA2010によると世界の森林面積は約40億ha、そのうち人工林面積は2億6,400万haで森林面積の6.6％を占める。FRA2010では、今後数十年は世界の人口増および収入増により、木質資源への需要増加は継続すると予測している。さらに、この数十年、木質資源への需要増にこたえ供給を増加させたのは、植林地の造成を進めた国々であることを指摘するとともに、天然林から人工林に木質資源の供給源がシフトしてきたこと、今後数十年はその傾向が続くであろうと予測している。

2010年の世界の森林面積は40億3,300万ha、全陸地面積の31％にあたる。2000年から2010年にかけての10年で、毎年1,300万haの森林が他の土地利用への転用または自然要因によって失われた。この森林減少の多くが熱帯林の農地への転用によっておこっている。その一方で、2000年から2010年にかけて、植林、景観修復、自然増により年間780万haずつ森林が増加した。この結果

このプレビューでは表示されない頁があります。

第2章　産業植林と環境

2.1.　持続的生産への課題

早生樹造林による持続的な生産を目指す上で、最も重要であるのは土壌の生産力を維持することである。伐採行為によって生態系外に持ち出される木材や植物体中に含まれる養分量は、こと土壌が貧栄養である場合、生態系全体の存在量に対してかなりの割合となる。伐採が短いサイクルで繰り返される場合、生産力の維持に相当な悪影響を及ぼすであろう。また、伐採を行う際のさまざまな物理的インパクトが、土壌の生産性を低下させうる。これらの影響は、農業生産で生じるものに比べれば程度は低いが、天然林施業や長伐期の人工林施業と比べると影響が大きい。

植物は、光、二酸化炭素、温度、水、養分といった資源に応じて成長する。天然林では、獲得しうる資源に適合した種構成が成立するが、特定の樹種に偏る人工林においては、これら樹種に適した資源管理を実施することが重要である。光、二酸化炭素、温度は大気との交換を行う拡散系であり、水と養分の可給性は土壌の諸性質によって規定され、比較的閉鎖した系であると言える。土壌は大気系と比較すると容易に攪乱され、土壌の劣化は生産力の低下に直接つながる。

熱帯土壌、特に巨大なバイオマス蓄積を誇る低地湿潤熱帯天然林の土壌は、その成長を支えるべく、生産力が大きいと誤解されてきた。第二次大戦後の、無秩序な熱帯林の開発は、伐採した資源が比較的早く回復するという楽観的な期待に基づいて行われていた部分がある。しかし、実際には、低地湿潤熱帯天然林は長い時間をかけて成立したものであり、大規模な攪乱に対して非常に脆弱であった。さらに、貧栄養な土壌が広く分布しており、特に脆弱なタイプの土壌は、一度開発を受けると容易に森林の再生ができなくなる。現在、さまざ

まな生態系修復の試みが各地で行われているが、それを困難にしている主要な理由の一つは、土壌の劣化である。

土壌の諸性質は植物の生産を規定する要因であるが、植物はまた落葉、落枝、根の枯死によって土壌に有機物を供給し、土壌の性質を変化させる。天然林においては多種多様な性質の有機物が林床に供給されるが、人工林においては偏った量および性質を持つ有機物が供給される。偏った性質の有機物が、土壌の生産性や、森林の持つ公益的機能に影響を及ぼす可能性が一部で指摘されている。

本項では、1)熱帯の土壌の性質とその問題点、2)早生樹単一林が環境にもたらす影響、3)森林施業に伴う土壌の攪乱と養分の流出、の順に、持続的な早生樹生産にとってどのような要因が重要であるかについて論じていきたい。

2.2.　熱帯土壌の性質とその脆弱性

2.2.1.　熱帯林の物質収支

早生樹造林の諸問題を出来るだけ科学的根拠に基づいて論じた叢書として、国際林業研究センター(CIFOR、インドネシア)から発行された、『早生樹林業―神話と現実―』(邦訳版：コサルターとパイスミス 2005。原著は 2003)が詳しい。彼らは早生樹の持続性に関わる要因として、環境問題、社会問題、経済問題を挙げている。環境問題の中では、植林と生物多様性、水に関する問題、植林と土壌に関する問題、森林の健全性などについて検証されている。本項では、主に土壌を介して供給される資源である、水と養分の問題について詳しく検討していきたい。

図 2-1 に、熱帯林生態系における物質収支の模式図を示す(Malmer 1996b)。四角形で表した項目が生態系外からの養分の移入経路を示し、円形で表した項目が生態系外への流出経路を示している。養分の流出量が移入量を上回った場合、生態系内での養分欠乏が起こる。ここで、植物の三大養分である、窒素、リン、カリウムの収支を比較してみよう。

窒素の移入源として大きな割合を示すのは、降雨と窒素固定である。降雨によって、年間にhaあたり数kgから 10 数kgの窒素が供給され、共生的な窒素

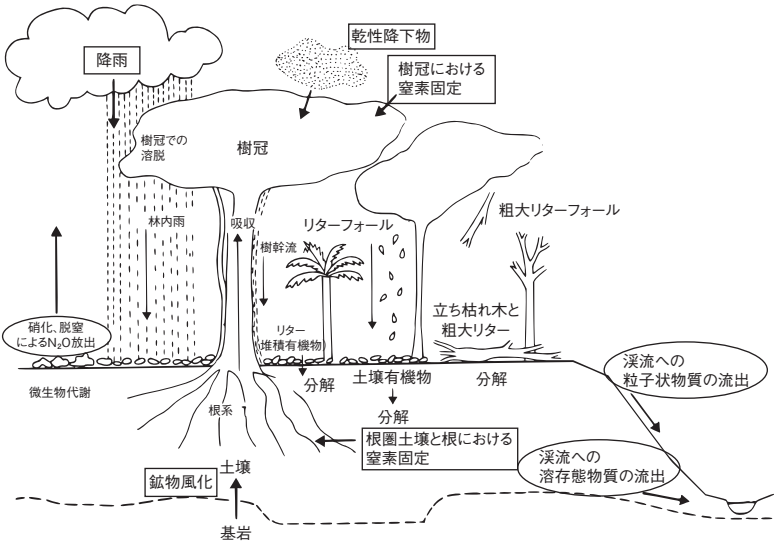


図 2-1 森林生態系の物質の流れ Malmer(1996b)より作成。

固定では数10から数100 kg程度の供給があると見積もられている。窒素固定による窒素の移入を確保するためは、根粒菌や放線菌と共生する窒素固定植物の存在が必要であるが、特に中南米やアフリカの熱帯雨林ではマメ科植物が、天然林内にある程度の割合で存在している。リンについては、降雨にほとんど含まれないため、鉱物からの風化による供給が大きな割合を占める。一般に、熱帯の土壌は長い期間にわたって強度の風化作用を受けており、土壌中に含まれる養分が温帯と比較して少ない。従って、特に古い土壌に生育している熱帯林では、リンの供給が大きく制限されている。カリウムも鉱物風化からの供給量が大きいが、水に溶けて移動しやすいため、林内の循環が大きく、降雨にもそれなりの量が含まれる。上記以外の養分供給源として、量的には少ないが大気中の塵(乾性降下物)からの供給がある。古い土壌に生育している森林では鉱物から供給されるリンが極めて少ないため、塵が、風化よりもリンを多く供給しうる場合がある。

系外への流出は、水を介する経路(非溶存態と溶存態)および、ガス態として放出される経路がある。非溶存態の流出は、強い雨が降った場合に土壌の表面

このプレビューでは表示されない頁があります。

第3章　材　　質

3.1.　はじめに

地球環境の保全と森林資源の利用との整合性を構築するには、「森林のゾーニング」という概念が必要である。すなわち、基本的に「環境保全を重視する森林：環境保全林」と「持続的な資源生産を重視する森林：資源生産林」とに区分する必要がある。また、地球環境問題が叫ばれる中、木質資源は天然林からではなく、人工林から供給されなければならず、この人工林を主役にした資源生産林にとって不可欠なことは、木質資源の持続的生産と安定供給を可能にすることである。さらに、供給される木質資源はエンドユースにマッチした、つまり買い手の要求に応じられるだけの多様性と品質を有しなければならない。

人工林から得られる木材の「材質」は、天然林からのものと違う概念を取り入れる必要がある。本章では、「Wood Quality」の意味で「材質」という言葉を使う。一方、「Wood Properties」の意味では「木材性質」「材質特性」と表現する。「弾性率（modulus of elasticity）が高いとか低い」「仮道管長（tracheid length）が長いとか短い」「収縮率（shrinkage）が大きいとか小さい」は「Wood Properties」の話で、単に木材の性質のことであり、目的とする最終用途への認識は含まれていない。「Wood Quality」とは、最終用途や製品に対する品質のことであり、例えば、用途によっては高い弾性率を有する木材が高品質である場合や、逆に弾性率が低く、柔軟性を有する木材の方が高品質の場合もある。

さて、早生樹は1 ha当たり年成長量15 m^3以上と定義されるが、本章では“広義の早生樹資源”、すなわち、早生樹に加えて年成長量15 m^3/haに達しないが比較的成長が早い有用樹種も対象にする。この樹種が早生樹と言えるかどうかは問題ではなく、より短期間でより質の高い木材をより低いコストで生産

このプレビューでは表示されない頁があります。

第4章　遺伝子組換え技術

4.1.　モデル早生樹による遺伝子研究

4.1.1.　樹木遺伝子組換えの必要性

化石資源枯渇と地球温暖化問題から、エネルギーや材料などにバイオマスを利用する試みがなされている。生物材料は、複数の化学物質からなる複合体であり、都合よく利用するには未だハードルが高い。しかしながら、樹木バイオマスは地球上で最も多いことから、樹木を利用した新しい資源開発が活発に行われている。その利用方法として、既存の材料から工学的な技術を取り入れる方法と、素材を人工的に改変したもの、いわゆる遺伝子組換えにより利用価値を高める手法が考えられる。

遺伝子組換えの目的は、大きく分けて二つに分かれる。一つは、遺伝子の機能を植物内で確認する為の組換え。もう一つは、遺伝子組換えを行うことにより、従来、植物に備わっていない機能を持たせるといった、実用化を目指した遺伝子組換えである。後者は、異なった生物由来の遺伝子を植物に導入し、新たな機能を植物に付加させることを狙う。前者では、目的遺伝子のプロモーターにレポーター遺伝子（GUS、GFPなど、発色あるいは蛍光タンパク質の導入）を連結した遺伝子を導入し、植物で発現させる。植物中のどの組織で、どのタイミングで目的遺伝子が発現しているか可視化できる。目的の遺伝子発現を顕著に強める効果を狙った組換え方法では、カリフラワーモザイクウィルスの35Sプロモーター遺伝子を用いた異所的な強制発現がある。また、アンチセンスやRNAi（遺伝子干渉法）による遺伝子発現抑制法で、目的の遺伝子発現を弱める手法もある。

樹木遺伝子組換えは、作出から評価も含め草本植物より時間がかかる。一般的に組織培養した細胞を用いて遺伝子組換えを行うが、細胞レベルから植物体

このプレビューでは表示されない頁があります。

第5章　パルプ利用

5.1.　はじめに

わが国に輸入されている人工林低質材は、**図 5-1**（日本製紙連合会HP）に示すように、広葉樹輸入材1,443万BDT（Bone Dry Ton：絶乾重量）のうち69.4％（2008年）を占めており、その人工林低質材のほとんどは植林木の早生樹と考えられる。輸入統計には、わが国の各製紙メーカーが豪州などで植林し、それを伐採した材も含まれており、今後は、90年代初頭に植林された木材が伐採期を迎えるため、人工林低質材（＝早生樹）の比率が高まるものと予想される。わが国の製紙メーカーで最も多く使用される早生樹材は、ユーカリとアカシアなので、ここでは、その両者についてのみ記述する。

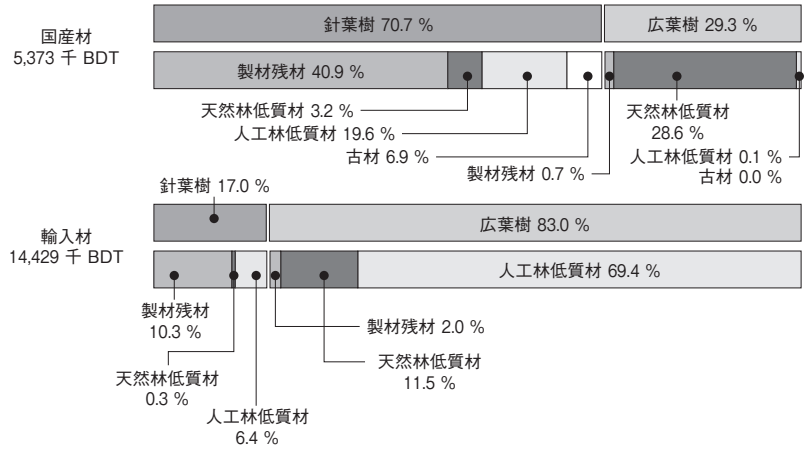


図 5-1　パルプ材の原料ソース別構成比（日本製紙連合会HP 2008より）

このプレビューでは表示されない頁があります。

第6章　エネルギー利用

6.1.　バイオマス発電

バイオマスは再生可能エネルギーの中で唯一の有機資源で、その中で木質バイオマスは食料と競合せず、安定生産が可能な資源である。地球温暖化抑制、持続可能な社会への実現にむけて、木質バイオマスをエネルギー源としていかに有効活用するかが、技術的、社会的にも強く求められている。バイオマス発電はエネルギー変換法の一つであり、2000年代以降、施設数を急速に伸ばしている。利用形態は工場での自家利用、バイオマス専焼発電所での売電、小規模バイオマス発電による地域利用など多岐にわたり、規模も大小様々である。その一方でバイオマス発電施設の急速な増加を受け、マテリアル利用側と原料の取り合いが始まっている。

本項目では、バイオマス発電の背景・原理、バイオマス燃料に求められる品質、利用事例を述べる。

6.1.1.　バイオマス発電の背景

木質バイオマスをエネルギー利用する上での特徴に「カーボン・ニュートラル」な点がある。樹木は光合成により大気中の二酸化炭素を吸収して成長するため、樹木(木質バイオマス)を燃焼させて二酸化炭素を発生しても、大気中の二酸化炭素濃度に影響を与えないとする考え方である。一方、石油、石炭、天然ガスなどの化石資源は古代の動植物を根源とするが、これはカーボン・ニュートラルには該当しない。世界のエネルギー消費は2005年現在、石油換算年約100億トンに達するが、そのうち9割を化石資源が占めている(日本エネルギー経済研究所 2008)。化石資源を多用した結果、二酸化炭素濃度が増加し、地球温暖化の要因となっている。そこで、カーボン・ニュートラルな資源

このプレビューでは表示されない頁があります。

第7章　用材利用

7.1.　中国における早生樹資源とその有効利用

近年、中国における林産業、木材工業およびボード産業は急速に成長し、目覚ましい発展を遂げている。第6回中国森林資源調査（1999年～2003年）によると、中国の森林面積は1億8,000万haであり、国土面積の18.21％を占め、木材総蓄積量は124.6億m^3である。その中の植林面積は5,500万haに達し、世界の1/4に占め、植林木材の蓄積量は16億m^3におよび、世界一の規模である。近年、木材工業およびボード産業の急速な発展に伴い、中国では木材の消費量が急増し、木材の輸入は大幅に増えつづけている。1998年には原木と製材の輸入量が約700万m^3であったが、2003年には原木のみの輸入量は2,600

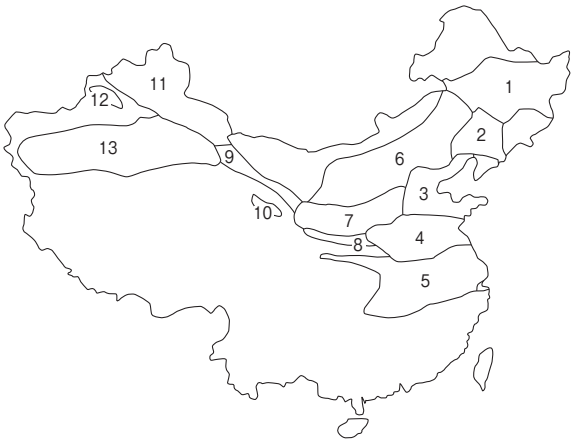


図 7-1　中国におけるポプラ資源の分布（唐羅忠 2007）
1. 松嫩及三江平原；2. 松遼平原；3. 海河平原および渤海沿岸；4. 黄淮流域；5. 江淮流域；6. 内モンゴル高原；7. 黄土高原；8. 渭河流域；9. 河西走廊流域；10. 青海高原；11. 北新疆ウイグル自治区；12. 伊犁河谷区；13. 南新疆ウイグル自治区

このプレビューでは表示されない頁があります。

索引・用語解説

A～Z

3layerフローリング／210

4CL／107, 124　フェニルプロパノイド（フェニルプロパンが複数縮合した形 C_6C_3 の化合物およびその化合物誘導体で、リグニン、リグナン、タンニンやスベリン等）の生合成経路の最初の３反応を触媒する酵素をコードする遺伝子。まず、フェニルアラニンがフェニルアラニンアンモニアリアーゼ（PAL）により桂皮酸へと変換される。次にシナメイト-4-ヒドロキシラーゼ（C4H）により *p*-クマル酸へと酸化される。*p*-クマル酸は4-クマレートCoAリガーゼ（4CL）により *p*-クマロイルCoAへと活性化される。

Acacia spp.／59, 116, 141

A. aulacocarpa／147

A. auriculiformis／59, 62

A. cincinnata／147

A. crassicarpa／147

A. Hybrid／59, 138, 143, 230

A. mangium／13, 15, 44, 51, 59, 62, 130, 142, 230

A. mearnsii／47, 142, 149

APG植物分類法／80

A層／39

B100／200

BKP／151, 155　漂白されたクラフトパルプ（Bleached Kraft Pulpの略）、日本も含め世界で最も生産量のパルプで、kraftはドイツ語で強いの意味。

β-O-4結合／114, 143

B層／39

C4H／124 → 4CL

CBF／125　C-REPEAT/DRE BINDING FACTOR 1の略。低温に反応して発現する植物の転写因子で特別なDNA配列に結合し、カスケード的に他の遺伝子の働きを制御して、植物体を低温障害から守ると考えられる遺伝子。

CCA処理木材／168

C-C結合／157

Cerbera manghas／193, 197

C-E-H／149　パルプの漂白工程で、塩素（C: chlorine）、抽出（E:苛性ソーダでExtraction）、次亜塩素酸ソーダ（H: Hypochlorite）の順にパルプを処理し白くすること。

CEHD／148　上記と同様であるが、この場合は４種類の異なる薬品で順番に処理。Dは二酸化塩素（Chlorine Dioxideの略）

Choerospondias axillaris／94

C-O結合／157

Cocos nucifera／184

C層／39

E10ガソリン／192

E3ガソリン／191, 192

ECF晒／135, 139　塩素を使わない漂白方法（Elemental Chlorine Freeの略）。パルプ排水中の有機塩素化合物の削減を目的として採用。

EFB（Empty Fruits Bunch）／174

Elaeis guineensis／184, 193, 197

Eucalyptus spp.／68, 110, 116, 123, 132, 208, 231

E. alba／133, 136

E. botryoides／97

E. calophylla／132

E. camaldulensis／69, 133, 135

E. deglupta／69, 76, 154

E. delegatensis／69, 132

E. diversicolor／132

E. dunnii／72, 142

E. exerta／137

E. globulus／69, 133, 134, 136, 137, 140, 143

E. gomphocephala／76

E. grandis／69, 133, 136, 137, 142

E. gunnii／126

E. miniata／154

E. nitens／137, 142
E. obliqua／70, 134
E. pauciflora／69
E. pellita／69, 142
E. regnans／69, 134
E. robusta／69
E. saligna／72, 136, 142
E. salmonphloia／76
E. tereticornis／69
E. thozetiana／76
E. urograndis（Hybrid *E. urophylla* x *E. grandis*）／72, 124, 133
E. urophylla／69, 136
Falcataria moluccana／77 → *Paraserianthes falcataria*
FOB価格／220　FREE ON BOARD価格の略で、本船（甲板）渡し価格といい、輸出国の国境にある輸送機関（航空機や船）までの運賃と保険料を含めて輸出者が売却した価格である（出典:『経済辞典』、有斐閣、1998）。
FSC／237　1993年に設立された先駆的な森林認証制度。環境影響や地域社会、先住民の権利などを含む10原則56基準に沿って、第三者機関により審査される。
FSC-CoC／233　FSC認証林（FSC-FM）から生産された木材が加工・流通のプロセスで正確に管理されているかFSC認定の認証機関から受ける認証（Chain of Custody）。
FSC森林認証／228, 233　環境、地域住民に配慮した管理がなされているとFSC認定の認証機関から評価された森林。
GFP／105
Gmelina arborea／80
G層セルロース繊維／116, 119
HDF（High Density Fiberboard）／209　木材などの植物を繊維状に解し、接着剤などで結合した繊維板の1つである。ISO規格ではドライプロセスによって製造される繊維板のうち、密度が0.80g/cm^{3}以上のものを指す。
HDFフローリング／210
Hura crepitans／193, 197
Jatropha curcas／193, 197, 198
KP／149　クラフトパルプ（Kraft Pulpの略）。苛性ソーダと硫化ソーダを用いるパルプ化方法で作られたパルプ。各種のパルプの中では強度が強い。
KP-AQ／149　AQはアンスラキノンと言う薬品で、パルプの収率をアップ（2％程度）させるために使用する。
LC-CAD／152
LIMドメイン／123　最初に、線虫のLIN-11、ラットISL-1、線虫のMEC-3によってコードされるタンパク質に共通して見出されたドメインで、6つのシステインと1つのヒツチジンの位置が保存された60アミノ酸から成っている。DNAとタンパクに相互作用する領域とされている。
LPG／170
LVL（Laminated Veneer Lumber）／207, 211, 226　ロータリーレースやスライサーなどの切削機械で切削された単板の繊維方向（木理）を、平行に積層・接着して造られる木材加工製品である。JAS規格では単板積層材と呼ぶ。
MDF（medium density fiberboard）／207, 209, 226, 231, 233, 234　木材などの植物を繊維状に解し、接着剤などで結合した繊維板の1つである。JIS規格ではドライプロセスによって製造される繊維板のうち、密度が0.35g/cm^{3}以上のものを指す。
Melaleuca cajuputi／42, 84, 214
Melia azedarach／90
MOE／89
MYB転写因子／107
N_2Oガス／45
NST3／107
OSB（Oriented Strand Board）／211
PAL／124　→4CL
Paraserianthes falcataria／43, 77, 233, 228, 121, 116
Pinus spp.
P. caribaea／44, 226
P. merkusii／86
P. patula／88, 226
P. radiata／58, 114, 226
PCR（遺伝子合成）／109
PC価／150　Post Color Numberの略。紙やパルプの色戻り（退色、白色度の低下）の指標として使う。大きいほど白色度の低下が大きい。

PEFC／237　1999年にフィンランドなどが中心になって設立した汎ヨーロッパ森林認証制度が拡大し、2003年に名称を変更した森林認証制度。各国の認証制度自体を相互認証することを特徴とする。
PEFC-CoC／233　PEFC認証林(PEFC-FM)から生産された木材を加工・流通で管理するプロセスに対してPEFC認証機関から受ける生産物認証(Chain of Custody)。
PEFC認証林／231, 233　PEFC評議会で相互承認がなされた森林認証制度に適合していると認証機関から評価された森林(PEFC-FM)。
PEFC評議会／230　PEFC森林認証制度を実行し、また加盟する認証制度の適合評価を行う組織。スイス・ジュネーブに本部をおき、現在34カ国の森林認証制度が加盟している(2011年)。
Podocarps imbricatus／44
Populus spp.／107, 110, 114, 116, 121, 206, 208, 229
　P. alba／116
Pリグニン／185
RNAi／105　(RNA interference: RNA干渉)二本鎖を形成するRNAと同じ配列(相補する)をもったmRNAが結合し、mRNAが分解されること。アンチセンスも一種のRNAiと考えられる。この性質を利用して、研究目的の遺伝子配列の一部と同じ配列で人工的に二本鎖を形成するようにして遺伝子導入すると目的遺伝子の抑制効果が得られる。
RPF／172　Refuse (Recycled) Paper and Plastic Fuelの略称。古紙と廃プラスチックを主原料に圧縮成型したペレット又はブリケット状の固形燃料。原料に木くずや繊維くずを混合することもある。原料に廃プラスチックを使用するため熱量が石炭またはコークス並みと高く、化石燃料代替として使用できる。
Salix spp.／116
S/G比／137, 143
SNP(一塩基多型)／110　(Single nucleotide polymorphism一塩基多型)ある生物集団内でゲノムDNA配列を比較したときに、一塩基が変異した多様性が見られることをSNP(スニップ)と言う。ヒトでは、遺伝疾患、薬剤耐性に関わるSNPが多く発見されている。
Tectona grandis／80
TOF-SIMS／146, 156, 158　飛行時間二次イオン質量分析計(Time-of-flight secondary ion mass spectrometer: の略)。固体試料上の原子、分子の化学情報を一分子層以下の感度で測定できる。
UKP／156　未晒クラフトパルプ(Unbleached Kraft Pulpの略)で、茶色い色をしており、米やセメントの袋などの原料に使用される。
VND6／107
VND7／107
XPS／156, 157　光電子分光(X-ray photoelectron spectroscopyの略)。サンプル表面にX線を照射し、生じる光電子エネルギーを測定することで、サンプルの構成元素とその電子状態を知る。

ア　行

アーミング酵母／189
アイソザイム／107
アウターウッド／58
アカシア／42, 59, 116
　―― アウラコカルパ／147
　―― アウリカリフォルミス(カマバアカシア)／59, 62
　―― クラシカルパ／147
　―― シンシナータ／147
　―― ハイブリッド(雑種)／59, 138, 143, 230
　―― マンギウム／13, 15, 44, 51, 59, 62, 130, 142, 230
　―― メランシ(モリシマアカシア)／47, 142, 149
アカシアパルプ／143
アクリソル／40, 50　世界土壌分類(World reference base for soil resources)の定義で、粘土集積層を持ち、カオリナイトなどの低活性粘土に富む土壌。低活性の粘土は、陽イオン交換容量が粘土画分について24 $cmol_c\,kg^{-1}$未満の粘土と定義される。米農務省土壌分類(USDA Soil Taxonomy)

では、ウルティソル(Ultisols)にほぼ該当する。
アグロバクテリウム／116, 121　グラム陰性菌に属する土壌細菌であるリゾビウム(*Rhizobium*)属の中で、植物に対して病原性を持つものの総称。アグロバクテリウムは、植物細胞に感染してDNAを組み込む(形質転換)性質がある。
アグロフォレストリ(混農林業)／81, 233
亜酸化窒素(N_2O)／38
アッシュ／70
アップドラフト／170　部分燃焼型ガス化炉の一方式で、ガスの流れ方向が上方向のもの。ガス化炉下部での燃焼で得られた高温ガスが上方向に流れ込むことで、上から投入した原料と高温で接触でき、熱効率が高くなる。その一方で多量のタールが副生する欠点がある。「ダウンドラフト」も参照のこと。
厚物合板／208
アポプラスト／116, 121　植物の細胞膜の外側の場所を指す。ほとんどが細胞壁と木部の道管になる。細胞間隙もアポプラストの一部である。反意語は細胞膜内の場所を指すシンプラスト。
アラビノガラクタン／118
アルカリ金属／168
アルカリ触媒法／195
アルカリ性土壌／63
アルカリパルプ／134
アルカリ蒸煮処理／114
アルコール発酵／187
アルティソル／63
アンチセンス法／105, 106　通常転写されるRNAと逆向き(相補的)の配列を人為的に組換え導入することで、特定のRNAの働きを阻害することが出来る。
アンモニア態窒素(アンモニウムイオン)／38
植物に利用可能な無機態窒素の一つ。森林土壌では主に有機態窒素から、細菌や菌類の働きで分解され、生成される。

硫黄酸化物／198
イオン交換樹脂法／154, 196
維管束植物(Tracheophyta)／183
一段階超臨界メタノール法(Saka法)／195
一酸化窒素(NO)／38
イタリアンポプラ／150
遺伝形質／18
遺伝子組換え／105
稲ワラ／112
イネ／110
イネ科(Gramineae)／184
陰イオン／38
陰イオン交換樹脂／188
陰樹／47
引張あて材／68, 116
引張強度／135, 140, 142
陰葉／119

ウエスタンブロッティング／118　タンパク質混合液から特定のタンパク質を検出する手法である。SDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動、等電点電気泳動や二次元電気泳動後のゲルからタンパク質をメンブランに移動・固定化してブロットを作製し、これを目的タンパク質に対する抗体と反応させて検出する。
ウッドショック／227
ウロン酸／190

エコラベリング協議会／26
エステル化反応／196
エステル交換／195
枝打ち／230
エタノール生成量／120
エネルギー高密度化／176
エバポレーター／141, 153
エラグ酸／130, 133, 141
塩害／124
塩基配列／109
塩基対(bp)／110　塩基(アデニンA、シトシンC、チミンT、グアニンG)が水素結合によりアデニンとチミン、シトシンとグアニンのペアを作った単位を一塩基対(bp: base pair)と言う。1 Mbp(メガベースペア)＝1,000,000 bp。
エンド型キシログルカン転移酵素(XET)／108
一次細胞壁中に存在するセルロース・キシログルカンネットワークのキシログルカン

鎖を切断(加水分解反応)し、他のキシログルカンを繋ぎ換える(転移反応)ことが出来る糖加水分解酵素の一種である。この作用により、細胞分裂後の細胞伸長が可能になる。植物には、30種前後のファミリーが存在し、加水分解反応に偏った酵素(XEH)、両方を司る酵素(XET)に分けられるが、2001年の国際会議でXTHを用いることが決定された。

塩類溶／80

オイルパーム残渣／174

オーキシン／117　伸長成長を促す作用を持つ植物ホルモンの一群。天然にはインドール-3-酢酸(IAA)が最も豊富に存在しており、頂芽優勢、屈性、葉芽の伸長、形成層細胞の分裂、根の分化などを誘導する。合成オーキシンとして、ナフタレン酢酸、2,4-ジクロロフェノキシ酢酸(2,4-D)などがあり、発根促進や果実の結実を誘導する。

オキシソル／63

オクタコソニック酸／158

オジギソウ／122

オゾン処理／140

オゾン層破壊ガス／38

オルガネラ／118　細胞内に存在する、核、ミトコンドリア、葉緑体、小胞体、ゴルジ体、液胞、リボソームなど機能を持つ構造体のことをいう。細胞内小器官とも言う。

オレイン酸(C18:1)／193

温室効果ガス／38

カ　行

カーボン・ニュートラル／163

回収ボイラー／154

塊状構造／51

改質ペレット化／183

階層構造／23

外燃機関／169

皆伐地／49

回復能力(regiliance)／53

開閉運動／122

解剖学特性／212

外来遺伝子／117

外来樹種／7

家具工業／209, 221

拡散系／35

家具用材／230

隔離ほ場／124

加工障害／74, 76

加工廃棄物／208

嵩密度／176

加水分解／152

ガスエンジン／170

ガス化／169

ガス化コージェネレーションシステム／173

ガスクロマトグラフ質量分析計(GC-MS)／137

ガス交換速度／91

ガスタービン／170

ガスタービン・ガスエンジン方式／169

化石資源／163

河川支障木／177　河川敷地内に繁茂する雑木で、河川の流れの阻害、パトロールの障害、洪水や風雨による倒木で堤防や橋梁に危害を及ぼす恐れのあるもの。

型枠用合板／229　コンクリート成形時の型枠用として使用される合板であり、コンパネともいう。JASでは主として打ち放し仕上げをするか、またはじか仕上げをするコンクリートの型枠として使用するものをさす。

活性アルカリ添加率／143　木材からリグニンを除くために高温高圧で煮る(蒸解)際に添加するアルカリの割合。

カッパー価／133, 143, 147, 149　木材を蒸解した後、パルプ中に残るリグニン量を、過マンガン酸カリウムの消費量から簡易的に推定する指標。

仮道管／86

仮道管長／89

カナマイシン／116

可燃性ガス／169

ガム／69

ガラクタン／117

ガラクチュロナーゼ／117

借入金／30

カリウム／36, 38, 153, 168

カリビアマツ／44, 226

カルシウム／38, 155

カルシウム蓄積量／51

カルノーサイクル／169　カルノーが考案した、高温場、低温場の間で動作する可逆熱サイクル。たとえば高温T_1［K］の状態から等温膨張、断熱膨張（低温T_2［K］となる）、等温圧縮、断熱圧縮（高温T_1に戻る）の過程を可逆的に行ったとき、このサイクルの効率は$\eta = 1-(T_2/T_1)$で与えられる。
環境サービス／21
環境ストレス／124
環境問題／36
乾季落葉性／80
還元糖／119, 122　糖の1番目の炭素（C1）は、アルドヒド基を有する。これはアルカリ性で還元力を示すことから、還元糖と呼ぶ。加水分解によってアルドヒド基が増加するため、還元力を測定することにより、加水分解のレベルが明らかとなる。
環孔材／93
乾性降下物／37
乾燥害／124
乾燥工程／173
乾燥収縮率／73
乾燥障害／73
乾燥スケジュール／221
乾燥ストレス耐性／124
間伐／230
間伐材／177
カンボジアマツ／86

気乾密度／67, 73, 83, 89, 92, 95
キシラナーゼ／117, 118, 119
キシラン／117, 118, 139, 184, 185
キシロース／185
4-キシロース結合／118
キシログルカナーゼ／117, 118, 119, 121
キシログルカン／116, 117, 118, 120
キシログルカン量／122
ギニアアブラヤシ／193, 197
キノ／133
キノ化合物／141
キノン構造／141
逆有償／165, 172
キャッチャー剤／209
吸収式冷凍／181
強度／130
共沸現象／192　液体の混合物を一定の外圧のもとで蒸留するとき、ある温度および組成のところで、溶液の組成と蒸気の組成とが一致する。そのため、沸点がそこで極大または極小となり、定沸点の混合液体が得られる現象をいう。
鋸歯状肥厚／86
希硫酸法／190
菌根菌／63, 121
緊度／140　パルプや紙のシートの密度を表す紙パルプ業界での慣用語。
ギンドロ／116

グアイアシル核／106
グアイアシル（G）リグニン／185
空中チッソ／142
空洞化／149
クエン酸合成酵素／125　アセチルCoAとオキサロ酢酸と水を基質にしてクエン酸とCoAを合成する反応を触媒する酵素．クエン酸回路を構成する酵素の一つ。
クエン酸放出量／125
釘打ち性／215
釘保持力／228
クマツヅラ科／80
組換え体／116
組換えファルカタ／122
組換えポプラ／118, 120
組込み形質転換ポプラ／117
曇り点／196
クラーソンリグニン／149, 188
クラフト蒸解／149
グリーン電力証書／164, 172
グリカナーゼ／116　さまざまな多糖を分解する酵素の総称。
グリシンベタイン／124　グリシンベタインは、アミノ酸であるグリシンの窒素原子がメチル化された四級アンモニウム化合物であり、適合溶質と呼ばれる物質の一種。
クリンカー／168
クルカス油／197
グルクロン酸／185
グルコース／187, 188
4,6-グルコース結合／118
4-グルコース結合／118

グルコマンナン／117, 118, 184
クローン増殖／109
クロヨナ／193
クロロフィル／47, 119
燻煙熱処理／212

景観修復／10
蛍光タンパク質／105
形質転換体植物／118
形質転換体／121
形質転換ユーカリ／123
形成層／74
形成層齢／79
形態制御／117
系統分類解析／80
ひずみゲージ／75
化粧合板／211
結晶化度／120
結晶幅／120
ゲノミックサザンブロット（サザンブロッティング）／117　Edwin Southern が考案したDNA配列を同定するための手法。異なる塩基配列を持つさまざまな二重らせんのDNAの混合溶液中に、ある特定の塩基配列を持つ分子が存在するかどうかを確かめることができる。
ゲノム解析／110
ゲノムDNA／109
ゲノム配列／110
ゲノムプロジェクト／109
嫌気性菌（*Clostridium ljungdahlii*）／190
建材／111, 226
建設発生木材／165, 172, 173
健全率／90
建築資材／224
建築用型枠合板／210
建築用資材／219

コアウッド／58
コア用材／207
高位発熱量／167, 170　燃料が完全燃焼する際に発生する総熱量で、その測定法はJIS M 8814などで定められている。燃料中の水素原子は燃焼により水蒸気となり、燃料中の水分は蒸発により水蒸気となるが、この水蒸気の潜熱も高位発熱量に含まれる。しかしエネルギー利用の現場では、水蒸気の凝縮顕熱を回収せず、水蒸気のまま排出することが多い。そこでこの蒸発（凝縮）潜熱分を高位発熱量から差し引いた熱量を低位発熱量と呼ぶ。
抗HIV活性／226
高温高湿度乾燥／212
高温二酸化塩素処理／140
硬化／20
工業用原木／10
孔隙／49
孔圏道管／93
杭材／216, 219, 224
交錯木理／215　木材の断面に表れた木材構成要素である細胞の配列状態（木理）が、樹材軸や材軸に対して平行でない木理のこと。このような木理を総括して交走木理といい、熱帯材に多くみられる（出典：『木材工学辞典』、工業出版、1982）。
高樹齢／141
工場残材／175
合成バイオエタノール／183, 190
抗生物質／116
構造用材料／215
構造用木材接着剤／223
酵素的糖化性／119
酵素糖化性／114
酵素糖化法／187
高耐水性・耐湿性／209
高炭素固定能／94
固定床タイプ／167
交雑種／124, 230, 232 → 雑種
荒廃地／46
合板／207, 226, 232
合板端材／166
合板複合フローリング／210　合板複合フローリングとは、合板に突き板（木をスライスした0.25～1.5 mmの薄板）または挽き板（のこぎりで薄く挽いた2～4 mmの薄板）を貼ったものである。JAS規格では複合1種フローリングに分類される。
鉱物風化／37
酵母（*Saccharomyces cerevisiae*）／189
合法性／236, 237

合法性証明／13
高容積重／154
コージェネレーション（CHP）／168, 171, 173　電力と熱を同時に得るエネルギー供給形態。JIS B 8121では「単一又は複数のエネルギー資源から、電力又は動力と有効な熱を生産する操作」と定義されている。まず高温の熱を発電に利用し、その排熱をプロセス蒸気や温水に利用するのが一般的である。欧米ではCHP（Combined Heat and Power）と呼んでいる。
黒液／141, 153　木材を蒸解した後の液で、リグニンなどが含まれており黒色をしているので、このように呼ばれる。工場ではこれをボイラーで燃やしてエネルギーを回収し、利用している。
国際自然保護連合（IUCN）／26
国際木材貿易機関（ITTO）／26
国産材／90
国内L材／132, 147　国内で伐採される広葉樹材のこと。ブナなどがある。LはLaubholz（ドイツ語）の略。英語ではHardwoodでHとも略される。
国内販売価格／180
ココナツ油／198
コシヒカリ／109
枯死率／65
固定床／170
固定床ボイラー直接燃焼／175
コミュニティーフォレスト／233　地域住民の参加によって管理し、そこで得られる利益などを住民に配分する森林。その手法は、社会林業（ソーシャルフォレストリー）などとも呼ばれる。
雇用／160
孤立管孔／78
コリン／124　アミノアルコールの1種であり、ビタミンB群に属している。
コリンオキシダーゼ（*codA*）遺伝子／124　グリシン、セリンおよびトレオニン代謝酵素の1つで、コリンからグリシンベタインを生成する酵素をコードする遺伝子。
ゴルジ体／121
混合ガソリン／192
混合植栽／81
混交林／47
混焼発電／169
昆虫相／19
梱包材／226, 229　物品の輸送、保管などで保護するために使われる材料で、木材梱包材としてはパレットやサンギ、木枠、木箱、ドラムなどがある。輸出入に関しては、無処理の無垢材は検疫が必要だが、合板やパーティクルボードでは検査の必要はない。
梱包材料／211
根粒菌／37, 45, 63, 121　マメ科植物の根に感染し、粒状の塊（根粒 root nodule）を形成する細菌。宿主であるマメ科植物との共生し、空気中の窒素をアンモニアとして固定する能力を持つ。

サ　行

細菌（*Zymomonas mobilis*）／189
再構成製品／14　木材などの小片を熱圧成形したパーティクルボード、木材などの植物繊維を成形したファイバーボード、ラミナや小角材を集成接着した集成材のように、いったん砕いた木材を成形した木材製品。
細根成長／44
材質／57
材質育種／58, 79, 88, 92, 96
材質因子／73
材質指標／66
菜種栽培／199
サイズプレス／139　紙の表面にインクが滲まないように撥水処理する設備。ここではこの装置を使ってデンプンなどを紙表面に塗って、表面強度を上げる。
再生可能エネルギー／163
最盛期体積成長速度／70
材積成長速度／7, 15
最大光合成速度／91
サイトカイニン／117
栽培費用／218
再分化系／123
細胞壁厚／130
酢酸エステル／190
酢酸発酵／183, 190
挿し木／7

サステナブル材料／235
雑種(交雑種)／59, 124, 230, 232
サトウキビ／112
晒パルプ／150　漂白されたパルプのこと。BKPと類似であるが、BKPはKPだけが対象であるが、晒パルプは広範囲のパルプに使用される。
酸化安定性／196　バイオディーゼルの酸化安定性試験では、規定の条件下、試料が一定基準の酸化劣化を受けるまでの時間を測定し、結果を時間(h)単位で表記する。酸化されにくい試料、あるいは抗酸化剤を含む試料ほどバイオディーゼルとしての酸化安定性は高くなる。
酸加水分解法／187, 188
産業植林／7
散孔材／85
酸処理／140
酸性抄紙／139
酸性土壌耐性／125
酸性硫酸塩土壌／42, 214, 216
酸素漂白／135
散乱係数／147

シート密度／142
自家消費／171
ジクロロメタン／158
次世代シーケンサー／110
自然雑種／60
シソ科／80
自動制御／176
持続性認証／13
持続的森林管理／25
持続的生産／35
下草刈り／230
湿潤熱帯気候／40
自燃／167
師部柔細胞／159
師部繊維／159
脂肪酸／151, 152
脂肪酸メチルエステル(FAME)／192, 194
脂肪族アルコール／151, 152
社会林業プロジェクト／53　植林予定地域の住民に林業活動への参加を促すと同時に、地域住民へ利益還元を行なう林業の形式。しばしば、プロジェクト対象地区への保健、教育といった社会基盤整備と併せて実施される。土地所有や地域住民の森林利用に関する問題解決への一つのアプローチとして、多くの試みがなされている。
ジャワマキ／44
重金属／168
集成材／7, 226　ラミナもしくは小角材などの木材繊維の方向をほぼ平行にして、長さ、幅、および厚さの方向に集成接着した材料(JASによる定義)。
住宅機器／226　住宅設備とも呼ばれ、キッチン、バス、トイレや収納などの取り付け設備のことをいう。
住宅用間柱／229　→ 間柱
収率／149
樹幹内偏差／137
縮合／143
樹脂強化／235
樹種選択／19, 30
樹皮／149, 159, 166, 167, 171, 224
樹皮ペレット／178
受粉／61
腫瘍／116
循環流動床／170
蒸解／131, 143, 155　木材からリグニンを除くために高温高圧で、アルカリを加えて煮る方法。
蒸解効率／106
蒸解収率／148
蒸解薬液／135
小規模コージェネレーションシステム／170
小規模バイオマス発電／163
小径木／208
硝酸態窒素(硝酸イオン)／38　植物に利用可能な無機態窒素の一つ。アンモニウム態窒素から、硝化菌や菌類の働きにより亜硝酸を経て生成される。硝酸態窒素生成の過程で、温暖化ガスの一つでもある亜酸化窒素(N_2O)ガスを生成し、一部を大気に放出する。
蒸散能／70
蒸煮法／113　耐圧容器の中でアルカリ等を含む溶液を使って原料を加熱する方法。通常、原料中の成分の分離や後工程での加工を容

易にするために行う処理。
抄紙工程／130
抄紙性／134
植林費用／217
植物相／19, 24
植林密度／218
処理料金／173
シリカ／85, 215, 221, 222
磁力選別／167
シリンギル核／106
シリンギルタイプ／143
シリンギルプロパン／185
シリンギル(S)リグニン／185
シロイヌナズナ／107, 110, 125
新エネ法／164
新エネルギー発電／164
真空マイクロ波乾燥／212
心腐れ／64, 66, 149
人工降雨装置／50
人工交雑／60
人工林面積／9
芯材(合板)／222
心材／77
心材腐朽／149
侵食／39, 50
靭性／211　材料の粘り強さを表す指標である。材料に外力を加えたとき、材料内部に抵抗力が発生し、亀裂の進展を妨げる性質に関係する。
薪炭材原料／66
浸透圧バランス／124
浸透性／135
シンナミルアルコールデヒドロゲナーゼ／113
森林管理協議会(FSC)／26
森林認証(FSC)／49
森林のゾーニング／57
心割れ／73

水素／165
水素化分解／190
水平樹脂道／86
スケール／153　装置に付着する無機物の総称。燐酸カルシウムなどの溶解性の低い無機物が付着して装置の効率を低下させる。
スターリングエンジン方式／169
ステアリン酸(C18:0)／193
ステリルエステル／159
ステロール／151
ストレーナ／155
ストレス応答性／117, 125
スナバコノキ／193, 197
スパーヒータ／154
SmartWoodプログラム／26
スマトラマツ／86
寸法安定性／213

精英樹／19, 59　人工林や天然林の中から選ばれた、成長速度や幹の通直性など優れた特性をもつ個体。
精英樹クローン／59
精英樹選抜／15
製材工場残材／177
生産力／35
成熟材／79
製紙用パルプ／111
製造コスト／192
生態系／8
生態系修復／36
成帯性土壌／40　一定の地域に典型的に見られる生成が進んだ土壌で、気候条件と植生型に結びついて分布していると考えられる土壌型を指す。
成長応力／66, 68, 74
成長応力解放ひずみ／84
成長環境／212
成長性／117, 123
成長促進／153
成長輪／87
生物多様性／23
生物多様性影響評価／124
生物多様性保全／9, 237
青変菌／87
精油／215, 225
世界自然保護基金(WWF)／26
石炭混焼／173
石炭混焼発電／181
切削加工／222
切削抵抗／85
切削用刃物／221
接着加工／221

接着性／215
接着不良／224
絶滅危惧種／236
施肥試験／18
セラミックス化／207
セルラーゼ／117, 118
セルラーゼ遺伝子／121
セルラーゼ酵素標品／119
セルロース／130
セルロース・キシログルカンネットワーク／108
セルロース生合成／121
セルロースミクロフィブリル／108
遷移／39
繊維間結合／143
繊維形態／134
繊維長／68, 84, 140, 142, 149
繊維板／7
繊維表面／146
繊維壁／135, 142, 146, 148
繊維方向解放ひずみ／75
先駆樹種／72
穿孔／222
潜在的成長速度／14
全収縮率／85, 87, 96
せん断強度／85, 213
センダン／90
センダンこぶ病／94
選抜指標抽出／137
全木ペレット／178

層間強度／140
双子葉類(Dicotyledoneae)／183
早生分枝法／124
層内強度／143
造粒法／176
鼠害／222
組織培養／91

タ　行

タール／170
ダイ／177
耐寒性／136
耐朽性／215
退色性／130
耐水性／234
体積損失率／65
堆積有機物層／40
大腸菌(*Escherichia coli*)／189
耐凹み傷性／234
耐ワックス性／234
ダウンドラフト／170, 173　部分燃焼型ガス化炉の一方式で、ガスの流れ方向が下方向のもの。生成ガスがガス化炉下部の燃焼ゾーンを通過するのでタールの比較的少ないガスが得られるが、熱効率が低くなる欠点がある。「アップドラフト」も参照のこと。
多幹性／70
脱リグニン／137
脱リグニン処理／122
縦圧縮強度／85
縦圧縮強さ／78, 87, 93
ダルマガ試験林／21
単一樹種／160
単幹化処理／64
担子菌／64
単子葉類(Monocotyledoneae)／183
炭水化物／131, 149
炭素蓄積／40
炭素貯留量／40
タンタル(Ta)製容器／188
単独植栽／81
タンニン／149
短伐期施業産業植林地／20
単板歩留／208

地域経済／214
地域社会／8
チーク／80
チガヤ／63
地球温暖化抑制／163
地上部現存量／22
窒素／36, 43, 44, 121
窒素固定／36, 44
窒素分／165
窒素要求／45
チッパー／224
チップ／140, 167, 224
チップ材／220
チャンチンモドキ／94
虫害／222

抽気復水式／168　蒸気タービン（復水タービン）の途中から蒸気を取り出してプロセス蒸気を需要先へ送り、残りの蒸気を復水器に送る方式。電気と熱を両方供給でき、コージェネレーション向けのシステムといえる。電気の割に蒸気の使用量が少なく、電気、蒸気の需要の変動が大きいときに採用される。
中国植林木／206
中国森林資源調査／205
中国森林認証協議会（CFCC）／230
抽出成分／65, 130, 131, 133, 146, 149, 152
超臨界水／187　臨界温度（374℃）、臨界圧力（22.1MPa）を共に超えた状態の水であり、圧力を高くしてももはや液化しない非凝縮性の流体であり、その特性は常温、常圧の水とは異なる。水の誘電率は常温で80程度であるが、臨界点では5～10となり、非極性の物質も溶解する。また、水のイオン積は臨界点近傍で増大し、触媒を添加することなく加水分解の反応場となる。
超臨界水法／190
超臨界メタノール／195
直接燃焼／168, 169, 171, 172, 174
貯蔵サイロ／167
チロシン／113
通直／211
通直単幹性／68

低温耐性／125
低温流動性／197
低質材部／93
低樹齢／141
泥炭土壌／41
低地湿潤熱帯天然林／35
適合溶質／124　塩分のストレスを受けると、適合溶質と呼ばれる化合物を合成し細胞内に蓄積する。それらの物質は、細胞内では代謝されにくく、濃度だけを上げると、浸透圧を調節する効果をもつ。
デザインドバイオマス／113
鉄アルミナ質／41
テトラコサニック酸／158
電気抵抗式センサー／75
転写因子／107, 123　DNAに特異的に結合するタンパク質で、制御する遺伝子のDNA上のプロモーターやエンハンサーなどの転写を制御する領域に結合し、遺伝子の発現を促進あるいは抑制する。
転写因子*EcHB1*遺伝子／125　*Eucalyptus camaldulensis*のホメオボックス遺伝子。発生の調節に関連する相同性の高いDNA塩基配列を持ち、典型的に他の遺伝子の働きを制御する転写因子をコードする。
転写物解析／125　多くの遺伝子の発現プロフィールを網羅的に調べる解析方法で、特に、異なるサンプル間、たとえば、野生型と変異体、薬物などの処理・無処理などで、どの遺伝子の発現レベルが変化しているかを知るのに非常に有効である。
天日干し／222, 224

糖化／112, 159
糖化処理／112
糖化性／117
道管／78
道管分化／107
統合的病害虫管理（IPM）／19
糖鎖分解酵素／118, 121
透水性／51
動的ヤング率／79
動粘度／196
トウモロコシ／112
毒性物質／198
特別利用林／215
土壌構造／50
土壌生産力低下／48
土壌生成／39, 43
土壌肥沃度／15
土壌有機物／40
土壌養分濃度／20
土地生産力／8
トラクター集材跡地／49
トラック床板／230
トリグリセリド／159, 192, 193, 196
トレサビリティ／236　製品の調達・加工・生産・流通・販売・廃棄などのすべての履歴情報が参照可能である状態のこと。
トレファクション／181

ナ　行

内装建材／229
内部収縮応力／212
苗作り／160
ナタネ油／198
ナトリウム／168
波型単板／212
難蒸解性／135
難燃性機能／209
ナンヨウアブラギリ／193, 197, 198
ナンヨウギリ（ファルカタ）／78
南洋材／226

二酸化炭素固定／9
二酸化炭素濃度／163
二段階超臨界メタノール法（Saka-Dadan法）／195
ニトロセルロース膜上／118
日本産早生樹／89
尿素樹脂／223
認証メランティ／232

ぬれ状態／221

根腐れ／64, 65, 66
根形成／117
熱圧締／223, 224
熱交換器／154
熱損失／169
熱帯土壌／35
熱帯ポドゾル／41　有機物が移動した洗脱層と、有機物の集積層を持つ土壌。ポドゾルは通常冷温帯の酸性土壌に発達するが、熱帯地域においても強酸性で砂質な条件下で、有機物の質と地下水位の動きによってポドゾルが形成される。
熱帯林生態系／36
熱利用／164
年間平均材成長量／206
燃焼ガス／154
燃焼灰量／178
粘度／149
粘土鉱物／40
年平均炭素固定量／22
燃料材／10

濃硫酸法／188
ノット粕／155

ハ　行

バーク／135
バークペレット／178
パーティクルボード／7, 207, 209, 226
パーム油／197, 198
背圧式／168
バイオエタノール／112, 159, 183
バイオETBE／192
バイオエネルギー生産／123
バイオガソリン／192
バイオ水素／190　現在の水素製造は石油を原料とし、製造過程でCO_2を排するが、バイオ水素は水の電気分解やバイオマスを原料とした製造システムでCO_2の発生が大幅に削減できると期待されている。集中型と分散型があり、家庭用燃料電池や自動車用燃料として有望であるが、蟻酸を用いた微生物からのバイオ水素製産は反応速度が遅く実用には至っていない。
バイオディーゼル／170, 192
バイオ燃料／112, 164　有機物である生物（バイオマス）自体を原料として生産するバイオエタノール、バイオディーゼル、メタンガスなどの液体および気体燃料のこと。石油や石炭のような化石資源とは違い、再生産が可能なエネルギーである。
バイオマス資源／183
バイオマス専焼発電／172
バイオマス専焼発電所／163, 168
バイオマス・ニッポン総合戦略／164
バイオマス発電／163
バイオマス発電システム／168
バイオリファイナリー／123
廃棄物中間処理業者／172
配向性パーティクルボード／207
胚軸／123
煤塵除去／154
売電／171, 172
ハイパー木質ペレット／183
背板／166　製材の際に引き落とされる丸太の

外周部分。比較的大きいものはさらに板材などがとられるが、小さなものはチップ原料となる。
ハイブリダイゼーション／118
灰分／149, 153, 165, 167
廃油量／199
パイライト(FeS2)／42
バインダーレスボード／225
白液／148　クラフト蒸解法で、苛性ソーダと硫化ソーダを含む薬液のこと。黒液と対比した言葉。
白液量／143
爆砕法／113
白色度／130, 139, 140, 143
白色度安定性／150
剥離強度／213
発現タンパク質／118
発酵バイオエタノール／183, 187
撥水成分／224
発熱量／167, 176
パツラマツ／88, 226
パネル家具生産ライン／209
ハバタキ／109
パルプ化／131
パルプ強度／135
パルプ収率／130, 133, 134, 135, 136, 143, 153
パルプ繊維／111, 130
パルプ退色／139
パルプ適性／123　木材チップをアルカリ存在下で分解し、リグニンなどを分離して、紙の原料となるパルプを製造するが、パルプ化のし易さ、木材繊維量の多さから、木材のパルプ適性を判断する。
パルミチン酸(C16:0)／193
パルミチン酸メチル／197
破裂強度／135, 143
半機械化／209
半裁／234　半分に裁断することであるが、ここでは1枚のMDFを厚さ方向に2つに割いて、薄い2枚のMDFにすること。
半手工化生産／209
半炭化／182
販売可能割合／218

被圧要因／47
被陰樹／78
比引張／148
比引裂／148
引裂き強度／140
非結晶領域／119
被子植物(Angiospermae)／183
肥大成長／68, 68, 95
ピッチ／130
ピッチトラブル／153
ヒドロキシケイ皮アルコール類／113
ヒドロキシフェニルプロパン／111, 114, 185
ヒドロキシル核／106
微粉化／173
苗条原基法／124
病虫害対策／20, 30
病虫害耐性／123
漂白／132, 155
漂白層／41
表面材／222
表面成長応力／74
表面成長応力解放ひずみ／68, 74, 76
表面流／49
肥料木／44

ファイバーボード／207, 232
ファルカタ／77, 43, 233, 228, 121, 116
フェアウッド調達／235
フェイスバック／208
フェース／234
フェニルアラニン／113
フェノール化合物／133
フェラルソル／41, 50　鉄アルミナ質層(フェラリック層)を持つ土壌。鉄アルミナ質層は陽イオン交換容量が粘土画分について16 cmolc kg^{-1}未満かつ、易風化粘土鉱物の割合が10％以下と定義される。米農務省土壌分類(USDA Soil Taxonomy)では、オキシソル(Oxisols)にほぼ該当する。
腐朽菌／149
複合管孔／78
複合材料／207
複合床基材／228, 232
復水式／168
腐食／167
物質収支／36, 52

物質循環／53
不透明度／147
歩留(止)まり／221, 230　投入した原材料の材積に対する産出製品の材積の割合(出来高の割合)のこと(出典: 木材工学辞典、工業出版、1982)。
フトモモ科／69
浮遊外熱式ガス化／170
浮遊粒子状物質／198
プラスミド／116
フラットダイ方式／178
ブリード／156, 158
ブリッジ／167
プレーナ屑／171
プローブ／118
フローリング／207, 210
プロット効果／16
プロモーター／105, 116　DNAからRNAを合成する転写の開始に関与して、転写因子やRNAポリメラーゼが結合するDNA上の特定領域の配列のこと。通常、遺伝子の直前に位置する。
35Sプロモーター遺伝子／105
分化誘導因子／108
粉砕エネルギー／183
粉砕動力／183
粉砕法／113
分野壁孔／86
噴流床／170

平滑性／146
平均ミクロフィブリル傾角／95
ヘキサコソニック酸／158
ヘキサン／151
ヘキセンウロン酸／139
ヘキソース／185, 188, 189, 190
ヘキソサン／184
ペクチン／117
ベッセル／130, 139
ベッセルピック／133, 138　紙の表面などにあるベッセルが、印刷時インクによって表面から取られる現象。その防止策としてサイズプレスでデンプンを塗って表面強度を上げる。
ベツリン酸／226
ベニアレース／222
ヘミセルラーゼ／116
ヘミセルロース／116, 130
べら板／166
ペレタイザ／177
ペレット供給量／180
ペレットストーブ／180
ペレット生産能力／179
ペレット製造工程／177
ペレットバーナー／181
ペレットボイラー／180, 181
辺材／77
ペントース／149, 185, 188, 189, 190
ペントサン／184

萌芽特性／91
鉋削性／215
放射仮道管／86
放射柔細胞／85
放線菌／37
ボード産業／205
牧場／160
保護樹／46
補助金／30
保全帯／24
保全林／215
ポドゾル／51
ポプラ／107, 110, 114, 116, 121, 206, 208, 229
ポリフェノール／133
ホルマリンキャッチャー剤／229
ホロセルロース／123, 137, 149
ホワイトペレット／178

マ　行

マイクロアレイ解析／107　細胞内の遺伝子発現量を網羅的に測定するために、多数のDNA断片をプラスチックやガラス等の基板上に高密度に配置した分析機器を用いる。一度に数万の遺伝子発現を検出することが出来る。
マグネシウム／38
膜分離法／189
曲げ強度／85, 95, 213
曲げ弾性率／85, 95
曲げ強さ／78, 87

曲げヤング率／78, 87, 213
松ヤニ／86
マテリアル利用／163, 175
マメ科／37, 121, 142
間柱／226　柱と柱の間に入れる部材で、柱材より見付け断面の小さな柱相当の材。建物の構造を支えるのではなく、石膏ボードや合板などの壁材を打ち付けるのに使われる。
マリー／70
丸太価格／219
マングローブ／41
4-マンノース結合／118

幹現存量／21
ミクロフィブリル傾角／59
実生／49　種子から発芽した芽生えを指す。森林下では利用できる光が少なく根が浅いため、大径木まで生き残るためには条件が限られる。
水流出量／49
未成熟材／79
ミフクラギ／193, 197
未利用間伐材／172

剥き芯／166, 222
無機分／153
麦ワラ／112
無垢板／7

芽かき処理／94
芽形成／117
メコンデルタ地域／215, 225
メチル化分析／118　糖鎖を構成している糖のOH基にメチル基を導入してメトキシル基に変える。これを加水分解すると各糖の結合部位がOH基になるため、これをクロマトグラフィで同定して化学構造を決定する。
4-*O*-メチルグルクロン酸／139
メラルーカ／42, 85, 214
メリナ／80
メルクシマツ／86
メンテナンスコスト／170

木材チップ／153
木材調達／235, 236, 237
木材密度／77
木質系資源／191
木質バイオマス／163
木質バイオマス発電／164
木質ペレット／173, 175
木質ペレット生産量／179
木部繊維／74
木部繊維長／59, 79
木部ペレット／178
木片セメントブロック／225
木片セメントボード／225
モデル生物／109
モノリグノール／106
モルッカネム（ファルカタ）／78

ヤ　行

ヤシ科／184
宿主植物細胞／116
ヤナギ／116
ヤマネ／80
ユーカリ／42, 69, 110, 116, 123, 208, 231
　――アルバ／133, 136
　――エクザータ／137
　――オブリーカ／70, 134
　――カマルドレンシス／69, 133, 135
　――カロフィーラ／132
　――グニー／126
　――グランディス／69, 133, 136, 137, 142
　――グロブラス／47, 69, 133, 136, 140, 143
　――ゴンフォセファラ／76
　――サーモンフロイア／76
　――サリグナ／72, 136, 142
　――ダニアイ／72, 72, 142
　――ディバシコーラ／132
　――デグルプタ（カメレレ）／69, 76, 154
　――デレガテンシス／70, 132
　――テレティコニス／69
　――トゼチアナ／76
　――ナイテンス／69, 137, 142
　――パウシフローラ／69
　――ペリータ／69, 142
　――ボトリオイデス／98
　――ミニアータ／154
　――ユーログランディス（雑種）／72, 124, 133, 232

――ユーロフィラ／69, 136
――レグナンス／42, 69, 134
――ロブスタ／69
ユーカリ精英樹／123
ユーカリパルプ／143
有機物／36, 39
有機物堆積物／41
有機物蓄積／43
遊離脂肪酸／195
優良遺伝子／109
優良形質／110
優良系統／15
優良材部／92
油脂／192
ユリア樹脂接着剤／209
ユリノキ／98

陽イオン／38, 39, 40
陽イオン交換容量／40, 50
用材特性／72
容積重／123, 134, 148　木材の嵩密度のこと。木材や紙パ業界で使用される慣用語。
容積密度／73, 79, 83, 87, 176
ヨウ素価／196　ヨウ素価とは、100gの油脂試料と反応するハロゲン量をヨウ素換算のg数で表したものである。ハロゲンは不飽和脂肪酸エステルのエチレン基に作用して飽和の化合物を形成する。従って、ヨウ素価はバイオディーゼル燃料中の不飽和二重結合の総数に比例し、不飽和脂肪酸エステルの組成が高いほど値は大きくなる。
養分管理／53
養分収支／53
養分蓄積量／52
養分保持／40
養分要求量／44
養分量／49
養蜂／225
養蜂樹／70
陽葉／119
余剰蒸気／171

ラ　行

ラジアータマツ／58, 114, 226
裸子植物(Gymnospermae)／183
ラワン材／226
ランドスケープレベル／24
ランバーコア／208

リグニン／123, 130, 190
リグニン含有量／143
リグニン合成経路／106
リグニン構成単位／185
リグニン生合成／113, 123, 124
リグニン代謝／115
リグニンモノマー／113
リグニン量／143
リグノセルロース／111, 184, 188, 191, 213
リターフォール／40, 43, 45　樹木の落葉、落枝等、枯死等によって林床に落ちる有機物を示す。場合によっては、根の枯死分も地下部のリターフォールとして含める。バイオマス成長量と合わせ森林の光合成産物(純一次生産)の一部であると同時に、分解した養分が肥料となり、森林生態系の自己施肥系を成立させる重要な経路でもある。
立地管理／19, 30
立地条件／212
リノール酸(C18:2)／193
リノール酸メチル／197
リノレン酸(C18:3)／193
リパーゼ酵素法／196
硫酸イオン／42
硫酸法／113
流通価格／219
リン／36, 44, 121, 153
リン欠乏／125
リングダイ方式／178
リン酸／125
リン酸カルシウム／153
リン酸吸収能力／125
林床植生／18
林地残材／159, 165, 166, 173, 175
林道／48
林板一体化政策／231
林木育種／58

ルーメン径／142
ルンケル比／137, 140, 142

レポーター遺伝子／105　研究目的の遺伝子発現について、いつ、どこで発現しているか観察する為に、目的遺伝子のプロモーター領域下流に結合させ、発色、発光等で可視化することが出来る遺伝子の事。緑色蛍光タンパク質(GFP)、GUS、LUC などが有名。
レモンユーカリ／69
連続蒸解釜／131
連続熱圧乾燥／212

ロイコシアニン／134
ロータリーキルン式／170, 173
ロータリーレース／208　ロータリーレースとは、原木丸太の中心を軸に回転させ、刃を当てるもので、大根をかつら剥きするように、丸太から単板を製造する機械である。
ローム質沖積土壌／63
ローム質土壌／80

ワ　行

ワックス／152, 234

あとがき

早生樹産業植林は基本的には荒廃した土地で効率よく木材資源を生産する手法である。正しく管理することにより、持続可能な生産活動によって地域に利益にもたらす。生産から加工・利用まで多くの分野が関係し、それぞれに活発な研究開発が行われてきた。その様な早生樹の生産・産業利用について広く捉えた書籍はこれまでにあまりなく、本書を編集する意義は大きいといえる。海青社の宮内社長の発案により早生樹に関する書籍出版の検討が始まったが、統括的に引き受けて頂ける組織や先生にたどり着けなかった。そこで各分野でご活躍の先生方に編者となっていただき、各章の編集・執筆を検討していただくこととなった。多くの先生方に多大なご協力を頂き、本書の出版が可能となった。ここに深くお礼を申し上げる。

なお本書では、用語や樹種名をできるだけ統一したために、各著者がこれまで使用してきた表記と多少異なる場合がある。余談ではあるが、例えば「成長」と「生長」という用語がある。本来は動物に対して「成長」が、植物に対しては「生長」が使われてきた。ただ、その使い分けは人によって異なり、より広い意味で使われる「成長」を植物に対して使う著者も多い。昭和31年に発行された学術用語集 植物学編（文部省）では“growth”に「生長」があてられていた。しかし平成2年に出された増訂版では「成長」とされ、小中学校の教科書では動物と植物の両方で「成長」が使用されている。本書では学術用語集に従って「成長」に統一した。「早生樹」については学術用語集 植物学編（増訂版）には掲載されていない。経験的には「早生樹」を広くみかけるが、「早成樹」と表記される場合もある。“Fast growing tree”に求められる特性は短期伐採、つまり植栽後にできるだけ早く収穫できることである。早期に収穫できる作物の品種は「早生（わせ）」と呼ばれることもあり、本書では「早生樹」に統一することが適当ではないかと考えた。

編者　村田功二

●**執筆者紹介**（執筆順、＊は編者）

＊**藤間　剛**（TOMA Takeshi）1章
（独）森林総合研究所 国際連携推進拠点 国際研究推進室 室長

稲垣 昌宏（INAGAKI Masahiro）2章
（独）森林総合研究所九州支所 森林生態系研究グループ 主任研究員

＊**松村 順司**（MATSUMURA Junji）3章3.1、3.2.1.1、3.2.5、3.2.6.2、3.3
九州大学大学院農学研究院 森林資源科学部門 木質資源科学分野 准教授

山本 浩之（YAMAMOTO Hiroyuki）3章3.2.1.2、3.2.2、3.2.4
名古屋大学大学院 生命農学研究科 生物圏資源学専攻 教授

石栗　太（ISHIGURI Futoshi）3章3.2.3、3.2.6.1
宇都宮大学農学部 森林科学科 准教授

西窪 伸之（NISHIKUBO Nobuyuki）4章4.1
王子製紙株式会社 森林資源研究所

梶田 真也（KAJITA Shinya）4章4.2
東京農工大学大学院 生物システム応用科学府 准教授

＊**林　隆久**（HAYASHI Takahisa）4章4.3
東京農業大学応用生物科学部 バイオサイエンス学科 植物分野 教授

海田 るみ（KAIDA Rumi）4章4.3
東京農業大学応用生物科学部 バイオサイエンス学科 植物分野

海老沼 宏安（EBINUMA Hiroyasu）4章4.4
日本製紙株式会社 森林科学研究所

河岡 明義（KAWAOKA Akiyoshi）4章4.4
日本製紙株式会社 森林科学研究所

松永 悦子（MATSUNAGA Etsuko）4章4.4
日本製紙株式会社 森林科学研究所

島田 照久（SHIMADA Teruhisa）4章4.4
日本製紙株式会社 森林科学研究所

＊**岩崎　誠**（IWASAKI Makoto）5章
元 王子製紙株式会社 製紙技術研究所　現 MIPコンサルタント事務所

吉田 貴紘（YOSHIDA Takahiro）6章6.1、6.2
（独）森林総合研究所 加工技術研究領域 木材乾燥研究室 主任研究員

＊**坂　志朗**（SAKA Shiro）6章6.3、6.4
京都大学大学院 エネルギー科学研究科 エネルギー社会・環境科学専攻 教授

張　敏（ZHANG Min）7章7.1
京都大学生存圏研究所 循環材料創成分野、浙江農林大学教授、生態環境材料研究所所長、
南京林業大学兼任教授

佐藤 雅俊（SATO Masatoshi）7章7.2
東京大学大学院 農学生命科学研究科 農学国際専攻 教授

＊**村田 功二**（MURATA Koji）7章7.3
京都大学大学院 農学科学研究科 森林科学専攻 助教

英文タイトル

Fast growing trees

Plantation and Utilization

早生樹（そうせいじゅ）

―産業植林とその利用―

発行日 ―――― 2012年 7 月 30 日　初版第1刷

定　価 ―――― カバーに表示してあります

編　者 ―――― 岩崎　誠
坂　志朗
藤間　剛
林　隆久
松村順司
村田功二

発行者 ―――― 宮内　久

海青社 Kaiseisha Press

〒520-0112　大津市日吉台 2 丁目 16-4
Tel.（077）577-2677　Fax.（077）577-2688
http://www.kaiseisha-press.ne.jp
郵便振替　01090-1-17991

© 2012　IWASAKI, M., SAKA, M., TOMA, T., HAYASHI, T., MATSUMURA, J. & MURATA, K.

● ISBN978-4-86099-267-5　C3061　● Printed in JAPAN

● 乱丁落丁はお取り替えいたします

本書のコピー、スキャン、デジタル化等の無断複製は著作権法上での例外を除き禁じられています。本書を代行業者等の第三者に依頼してスキャンやデジタル化することはたとえ個人や家庭内の利用でも著作権法違反です。

ISBN978-4-86099-967-4（PDF）