

四国の森を知る

No.31 Feb 2019

「大径材の利用拡大に向けて」

支所長 小林 功



わが国の人工林資源は順調に成長を遂げ、供給原木の主体は小・中径材から中・大径材へと移行しつつあります。平成29年3月時点の10齢級以上の人工林の割合は全国で約65%、四国4県の合計では約73%に達しています（林野庁 森林資源の現況(平成29年)、面積ベース）。近い将来相当な量の径材が供給可能になると予想され、スギ大径材の製材としての利用促進は木材自給率の向上、木材資源の持続的利用による温暖化ガスの排出削減、林業の活性化にとって重要な課題です。製材品の最大用途先は個人住宅を含むいわゆる一般建築であり、スギ大径材を一般建築用部材として利用すること、そのための技術開発が必要です。

ところで、製材品としての利用において、大径材と小・中径材との最も重要な違いは大きな直径です。国内の製材工場では外材との厳しい競争の中、小・中径材から心持ち柱材を一丁取りすることで高効率化、低コスト化が図られてきました。間伐材の利用が課題であった背景と、木造軸組構法を支える大工さんたちに心持ち柱材が支持された歴史を考えれば、経済的にも技術的にも合理的でした。しかし今後は、末口径30 cmを超える大径材が産出され、そのほとんどが役物のような高品質材には向かない一般的な品質の材と予想されますから、より高い収益が得られる木取りが求められます。とくに一本の丸太から価値の高い製材品を複数生産できる木取りが不可欠ですから、これまで利用の少なかった非住宅建築向けの構造用製材や、外材のシェアが高い横架材やツーバイフォー材を大径材から効率よく生産する技術の開発が必要と考えられます。

平成30年3月には、TPP11 協定（環太平洋パートナーシップに関する包括的かつ先進的な協定）が署名され、12月30日に発行しました。これにより、た

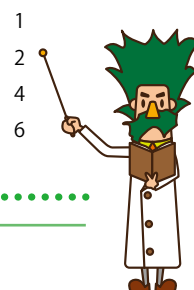
例えば SPF 製材（カナダ）の関税はこれまでの4.8%から2.4%となり、16年目に撤廃されます。高齢級な人工林資源の増加だけでなく、外材との競争という意味でも、大径材の利用拡大は喫緊の課題です。

森林総合研究所では、平成28年度から農研機構生研支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業（うち先導プロジェクト）」の支援を受け、プロジェクト「要求性能に応じた木材を提供するため、国産大径材丸太の強度から建築部材の強度を予測する技術の開発」を実施しています。この中で、要求される性能を満たす横架材やツーバイフォー材を効率よく生産するため、丸太段階で製材品の強度を予測し、効率的に加工する技術を開発します。昨年8月には東京でシンポジウムを行い、これまでの成果を公表しました。今後、全国数か所で開催し、みなさんと情報を共有することで大径材の利用拡大に貢献したいと考えています。

森林は「植える→育てる→収穫する→使う」というサイクル（森林資源の循環利用）の推進によって適切な森林整備が確保され、将来にわたる木材の利用が可能となります。林業の盛んな四国地域の豊富な森林資源には、上述のように多くの大径材が含まれています。プロジェクトの成果を通じ、森林資源の循環利用の推進にお役に立つことができればと願っています。

目次

「大径材の利用拡大に向けて」	1
平成30年度四国支所公開講演会概要	2
木はどれくらい炭素を吸収するのか？	4
森の豆知識（2）	6
お知らせ	





平成30年度四国支所公開講演会概要

産学官民連携推進調整監 鹿島 潤



11月20日(火)に『皆伐』をめぐる四国の山の現状と課題」と題して、四国支所公開講演会を開催し、以下の方々にご講演を頂きました。

基調講演は、「主伐再造林が進む九州で見てきた課題」として藤掛一郎氏（宮崎大学農学部教授）にお話し頂きました。一般講演として、「四国支所における皆伐に関わるこれまでの研究と課題」として弊所の酒井敦（四国支所チーム長）がお話しをさせて頂き、松本寛喜氏（四国森林管理局森林整備部長）、竹崎誠氏（高知県林業振興・環境部木材増産推進課）、廣田順也氏（徳島県農林水産部林業戦略課）、石川実氏（愛媛県農林水産研究所林業研究センター）からは、それぞれ四国の国有林、高知県、徳島県、愛媛県の皆伐に関わるお話しを頂きました。

基調講演では、1990年代から主伐を増やしてきた宮崎県の経験が紹介されました。生産効率を追求するあまり環境や更新に無配慮な作業が行われ、道の崩壊や放置された枝条残材が再造林コストを引き上げている実状があり、これに対して、素材生産業者が自主的に伐採・搬出ガイドラインを作成するなどして、持続可能な林業の展開に取り組んでいる事例が紹介されました。また、条件の悪い場所や所有者や境界が不明な山の解決策として新たな森林管理システムへの理解を示され、誤伐・盗伐の問題には制度の厳格化や事業体・仲介人の登録制度を提案されました。そして、再造林が追いつかないことに将来の資源量・生産量に対する危機感を訴えられました。機械化と労働力確保を課題として挙げ、林業経営意欲を高め地域に見合った規模を地域で共有する必要性を述べられました。一方で、行政の指導力、調整力とともに諸問題を解決できれば、持続可能な林業・木材産業を確立できるのではないかと提言されました。

四国支所からは、拡大造林期からこれまでの、苗木生産、造林技術、動物被害、保育、環境問題、天然林といった研究テーマの変遷を紹介しました。伐期を迎えた人工林を対象にした最近のプロジェクトから、低コスト再造林、シカの被害対策、人工林の広葉樹林化の研究成果を紹介しました。今後は経済林として維持できるか見極めながら、適切な目標を設定し誘導する技術開発が必要であるとしてまとめました。

四国森林管理局からは、皆伐地の伐区設定の見直しと再造林コスト抑制についてお話し頂きました。材価や再造林費を考慮した費用対効果、低蓄積林分の皆伐からの除外などを考慮した考え方、一貫作業システムによる経費節減、適切な植栽密度設定、画一的な下刈りの見直し、シカ対策経費抑制、造林除地の適切な設定、などが実例や調査結果を交えて紹介されました。

高知県からは行政の立場でお話しを頂きました。製材工場や木質バイオマス発電所の需要への対応として、施業地の集約化や路網の整備、高性能林業機械の導入に県独自の支援事業を展開していることが紹介されました。県独自の指針を定めるなどして再造林率は4割程度あるものの、確実に更新する再造林の一層の推進が必要と述べられ、労働力不足に対する高知県立林業大学校での人材育成の取り組みが紹介されました。県の産業振興計画に基づいた施策を進め、新しい森林経営管理法にしたがった活動を県としても支援していくことが述べられました。

徳島県からは、平成17年からの4次にわたるプロジェクトが紹介され、高性能林業機械の導入により木材生産性が大幅に向上し林業従事者が増加するなど、県産材の生産体制強化が紹介されました。「県産

大型製材工場やバイオマス発電への供給については、無尽蔵に伐れない、民間に伐る義務はない、他県から材が入らなくなり皆伐が増えているが県内だけでは供給が追いつかない、売り先には困らないが



参加者は121名で、フロアの約6割が森林組合、民間企業、協会・公団、大学の方々、約4割が公務員（県、四国森林管理局）の方々でした。遠くは広島県からもお越し頂き、想定していた以上の盛況でした。多数のご来場にご場を借りてお礼申し上げます。



木はどれくらい炭素を吸収するのか？

生態系変動研究グループ 米田 令仁



地球規模の温暖化が深刻な問題になっており、近年の異常気象も温暖化が関係しているのではないかとされています。温暖化の一因として、温室効果がある二酸化炭素が大气中で増えているためとされています。そのため、世界規模で二酸化炭素の排出量を減らそうという動きがあり、それを実現するためのルール作りがおこなわれています。二酸化炭素の排出は火力発電所や工場、また自動車などにとどまらず、大面積の森林の伐採とその後の火入れによる二酸化炭素の排出量が排出量全体の約1割とされていることから、森林減少の著しい国において森林を維持することで、どれくらいの炭素の放出を止めることができたか、植栽した木がどれくらいの炭素を吸収したか評価する必要がでてきました。これらのことから、森林がどれくらいの炭素を吸収し蓄積できるか詳しく知ることが重要になってきています。

では、どうすれば一本の木、また森林にどれくらい炭素が蓄積され、吸収されていることがわかるのでしょうか？ これまでの研究の結果、ほとんどの木について、その乾燥重量の約半分が炭素であることがわかっています。そのため、木の乾燥重量を測れば炭素量がわかります。木を伐って乾燥して重さを測ればわかるので、方法は簡単のようにみえます。しかし、重さを知るためだけに木を伐るわけにはいきません。また、森林を構成する樹木をすべて伐って全ての重さを測ることは不可能です。

これまでの研究で、葉や幹などといった木の重さ（乾燥重量）は幹の直径と樹高、または幹の直径との間に相関関係があることが明らかになっています（図1）。こうした研究は1960年代、70年代に盛んにおこなわれてきました。

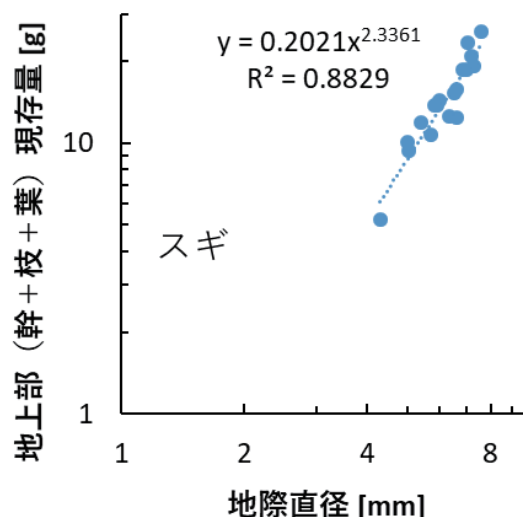


図1. スギコンテナ苗の地際直径と地上部（幹、枝、葉）現存量の関係。

地際直径が4.3 mm から7.6 mm のような小さな苗でも地上部現存量との間に相関関係があります。小さな苗で推定する場合、幹の直径は地際で測定します。

その当時から現在に至るまで、木や森林の生産量を重さで評価します。生物体量の乾燥重量を「現存量」とし、その増加量を「森林の生産量」として、世界中で調査がおこなわれ、四国でもおこなわれました。その代表として1968年から1971年にかけて国際生物学事業計画（IBP）のもとでおこなわれた高知県高岡郡梼原町のモミ林とツガ林における天然林の調査が挙げられます。モミ林では20本、ツガ林では26本の木を伐採し、幹の胸高直径と地上部（葉、枝、幹）と地下部（根）の現存量の関係式を導き出し、幹の胸高直径を測ることでモミ林、ツガ林の現存量を推定しました。1971年の調査では地上部（葉、枝、幹の合計）の現存量はモミ林で1 ha 当たり501 t、ツガ林では563 t であると推定されました（Andoら, 1977）。炭素蓄積量でみると、それぞれ約250 t、約281 t となり

ます。あらゆる生態系の現存量の調査をまとめた報告では温帯常緑林で1 haあたりの現存量は平均で356 t、温帯落葉林で300 tとされています(Whittaker ら, 1973)。そのため、当時の高知県のモミ林、ツガ林は他の温帯林より高い現存量を有していたと言えます。

2016年にこのモミ林調査区を発見し(写真1)、調査区内の樹木の幹の直径を測定することで1971年に伐倒による現存量調査後からどれくらい現存量が増えたのか Ando ら(1977)の推定式を用いて算出しました。1971年の調査で地上部現存量は減少し、伐倒の際に周囲の木は枯死しなかったと仮定して1 haあたり340 tになったと推測されました。45年後の2016年の調査で同調査区の現存量は455 tであることが分かりました(表1)。このことから、45年間に115 tの現存量が増えたこととなります。これを炭素量に換算すると45年間で1 haあたり57.5 t増えたと推定されます。

表1. モミ林の現存量の変化の推定

	1971年 調査前	1971年 調査後	2016年
地上部	501.0	340.0	455.0
地下部	145.5	97.1	137.5
合計	646.5	437.1	592.5

単位はいずれもton/ha

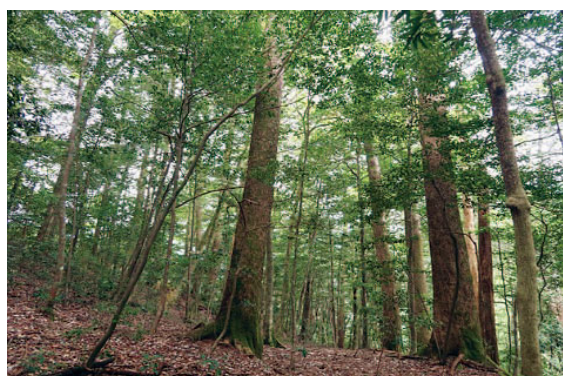


写真1. 現在のモミ林試験区

では、スギやヒノキの人工林ではどれくらいの現存量、炭素量があるでしょう。四国では1970年代に研究がおこなわれており、1 ha 当たりの地

上部現存量は高知県香美郡土佐山田町(現在の香美市)の12年生のスギ人工林では101 t(西村ら, 1978)、高知県土佐郡本川村(現在の高知県吾川郡いの町)の林齢80年生のスギ人工林では210.5 tとされています(西村ら, 1992)(表2)。これらの林分の1年間の1 haあたりの成長量は12年生スギ林では18.4 t、80年生のスギ林では3.6 tと推定されています(西村ら, 1978, 1992)(表2)。これらを1 haあたりの炭素量に換算すると上述の12年生スギ林では50.5 t、80年生のスギ林では105.3 tの蓄積があり、1年間に炭素量は12年生のスギ林で9.2 t、80年生のスギ林で1.8 t増えたと推定されます(表2)。これらの植栽12年という若齢林と80年生のような壮齢林と比較した場合、炭素蓄積量では壮齢林が高く、年間の炭素の増加量は若齢林のほうが高い傾向がみられます。過去の生産量調査からも、人工林では林冠が閉鎖するまでは生産量は上昇し、林冠閉鎖後は生産量が減少すると言われています(Kira と Shidei, 1967)。生産量と同様に炭素吸収と言う視点から見ても、人工林で林分当たりの年間の炭素吸収量を増加、維持していくためには本数を調整して周辺の木との競合を緩和させ、より単木あたりの成長や炭素吸収を促すことが重要となります。

表2. 人工林の現存量および炭素量(西村ら1978, 1992)

	地上部 現存量	年間成 長量	推定炭 素量	推定増加 炭素量
スギ人工林 (12年生)	101.0	18.4	50.5	9.2
スギ人工林 (80年生)	210.5	3.6	105.3	1.8

単位はいずれもton/ha

過去に研究された現存量の推定式は現在でも使えるので、周辺の天然林から人工林まで現存量や炭素蓄積量を把握するために使うことができます。ただし、地域や植生タイプで推定式が異なるため、推定式を使用する際には推定式を導き出した森林の情報を確認し、推定したい森林と地域や植生が異ならないか注意する必要があります。

森の豆知識（2）

木質バイオマス発電が再生可能エネルギーであるために

森林生態系変動研究グループ 酒井 寿夫



再生可能エネルギーとは、非化石エネルギーのうち資源が枯渇せず繰り返し使えるエネルギーのことで、エネルギー供給構造高度化法や固定価格買取制度（FIT 法）の下では“木質バイオマス発電”もこれに含まれます。その理由は、発電時に発生した二酸化炭素（CO₂）を森林の成長で回収することが可能だからです（図1）。

再生可能エネルギーの代表格である太陽光、風力、水力による発電は燃料の燃焼を伴わないため、設備の建設や運用にかかわるわずかな CO₂ の排出で稼働できることが長所です。一方、木質バイオマス発電所は燃焼を伴う火力発電所と同じで発電時には多くの CO₂ を排出しています。例えば、一般的な出力5,000 kW 級の木質バイオマス発電所では年間約7万 t（水分50%／湿量基準）の木材を燃やす必要があり、電気1 kWh を得るために排出する CO₂ の量（排出係数）は概算で1.6 kg-CO₂/kWh くらいになります。日本の火力発電所の排出係数は石炭で0.86、石油で0.70、LNG で0.48 kg-CO₂/kWh くらいですから（今村ら 2010）、木材による発電は効率が悪く、1 kWh あたりの CO₂ 放出量がとても多いことがわかります。しかも、

5,000kW級の発電所1基が燃焼する年間7万 t という木材の量は、スギの材積に換算すると約10万m³にもなり、これは四国の平均的な40年生スギ林の面積250 ha 分の材積に相当する大変な量であることにも留意が必要です。

こうした木質バイオマス発電が再生エネルギーであるためには、これまで山に放置され、放っておけば微生物に分解され大気中の CO₂ になっていた未利用材を活用することが理想とされます。しかし、現実には、用材の一部も未利用材として燃料に回されているようです。発電により山の資源が有効活用されることは歓迎すべきことですが、その結果として、森林が減少する（＝大気中の CO₂ が増加する）ことの無いよう適切な森林資源の管理が求められます。

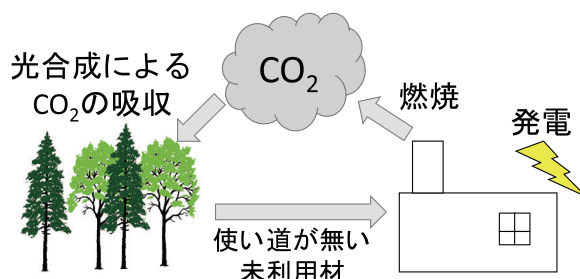


図1. 理想的な木質バイオマス発電のイメージ

お知らせ

四国支所一般公開を開催しました。

平成30年10月27日（土）に開催し、155名の来場者がありました。

ご来場の皆様ありがとうございました。

四国支所公開講演会を開催しました。

「皆伐」をめぐる四国の山の現状と課題」と題して、平成30年11月20日（火）高知会館にて開催し、121名の参加をいただきました。



四国の森を知る No.31

平成31年2月発行

編集・発行

国立研究開発法人 森林研究・整備機構

森林総合研究所 四国支所

〒780-8077 高知市朝倉西町2丁目915

電話 088-844-1121 FAX 088-844-1130

URL: <https://www.ffpri.affrc.go.jp/skk/>

*本誌から転載・複製する場合は、森林総合研究所四国支所の許可を得てください。