

日本木材学会九州支部

ISSN 1343-912X

Wood Science in Kyushu

9 卷 2 号

2002

木科学情報

シリーズ “森林資源利用と地球環境”
早生樹林業を考える
小田一幸・・・15

シリーズ “川上から川下まで”
針葉樹の化学分類学をめざして (3)
長濱静男・・・19

トピックス
ニュージーランドにおける
木質バイオマスのエネルギー利用
古賀信也・・・26

【研究論文】
“つみきブロック”を用いた壁のせん断性能^{*1}
上杉基・森田秀樹・飯村豊・中尾繁男・・・24

【研究論文】
未利用樹木からの生理活性物質の探索
巨峰 (*Vitis vinifera* Kyohou) 樹皮からの
5 α -reductase 阻害成分
平野吉男・・・22

シリーズ “森林資源利用と地球環境”

早生樹林業を考える

小田 一幸



1. はじめに

木材教育を受けた人であれば、1 トン(あるいは 1 立米)の木材素材を生産するに要するエネルギー(あるいは二酸化炭素の放出量)は鉄、アルミニウム、コンクリートに比べるとはるかに少ないこと、加えて木材は二酸化炭素の貯蔵庫となり地球環境に優しいエコマテリアルであることを知っている。そこで、適正に森林を伐採し木材を利用することは、化石資源の節約および地球温暖化防止の観点から必要であることを理解できる。

ところで、近年の国産材の需要は低迷しているものの、地球的規模で見れば木材需要は年々増加する傾向にある。そして、今後増大する需要を満たす

木材は、管理された森林から持続的に供給される造林木が主体となることは当然であるが、その中でも生産性の高い早生樹資源の比重が高まるものと考えられている。すなわち、世界の産業用材消費量に占める早生樹の割合は 2000 年で 13%、2010 年には 30%に達すると推測されている。

早生樹は、伐期が短いことから生産と利用を緊密に結び付けることが可能であり、木材材質や加工適性の情報を木材生産にフィードバックすることができる。このことに加えて、材質にバラツキの少ない木材を低コストで大量に生産することができ、国産針葉樹材、特にスギ材に比べてはるかに有利であると思われる。

一方、1997年の京都議定書では森林の炭素固定能が評価の対象となっている。地球温暖化防止の観点から森林の二酸化炭素の吸収量が大きな問題になるのであれば、地球的規模で森林の規模を拡大するとともに、炭素固定能の質を向上させる必要がある。すなわち、全乾木材の炭素含有量は、ふつつ50%程度と言われている。炭素含有量が樹種によってほとんど変動しないのであるならば、産業用材生産林の一部では成長が遅い樹種から単位時間当たり、単位面積当りの重量成長が大きい樹種(早生樹)へ転換を図るとともに、新規に早生樹林を造成し、効率良く二酸化炭素を吸収させるべきと考える。

以上のように、木材利用の視点および温暖化ガス吸収の視点からみると、早生樹林業は避けては通れない課題であり、今後世界の趨勢になると考えられる。そこで、休耕地や緩傾斜地を利用して、中国のポプラやブラジルのユーカリとまではいかなくても、ニュージーランドのラジアータパインなみの伐期の早生樹林業をわが国でも考えては如何であろうか。もちろん、樹種選択、育種、立地、植栽間隔、保育、伐期、更新、材質、加工利用など解決すべき課題には事欠かないが、…。

2. 中国江蘇省のポプラをみる(1)

2年前の3月に中国南京市で「早生樹の資源造成と加工・利用」と題する研究集会が開催された。この集会に参加しない理由やできない理由はたくさんあったが、中国には行ったことがないこと、大熊幹章先生からお誘いがあったことなどから、結局は参加することになり、南京林業大学におけるポプラの育林と利用に関する研究状況、および江蘇省における実際の造成や加工利用の現況を視察した。

研究集会はシンポジウムの部と見学会の部からなり、シンポジウムは南京林業大学近くのホテルで行われた。集会のタイトルは「早生樹の…」となっているが、日本側の発表は多岐にわたるものの、中国側の発表はすべてポプラの育種・育林、利用に関する

ものであった。中国側の発表を聞いて真っ先に感じたことは、育種・育林側と木材利用側がキャッチボールをしているように見受けられたことである。すなわち、育種・育林側が丸太を生産し、木材利用側に投げつけると、木材利用側はこれを切り刻んで分析し、データを育種・育林側に投げかえし、分析データを踏まえて育種・育林側は、新たに丸太を生産し木材利用側に投げつけるというように、南京林業大学では育種・育林側と木材利用側が連係して研究を進めているように見えた。

20年位前にニュージーランド林業研究所の所長であったハリス博士を九州大学へ招聘したことがある。日本での博士は機会あるごとに、林業は total technology であることを力説され、種々の専門分野の研究者が連係して研究を推進することによって、より良い林業が実現できることを強調された。このような考えが定着している N.Z.ではラジアータパイン林業はうまくいっているように見える。逆に、林業と木材産業との間に不信感が存在し、林学(狭義)と林産学が乖離している感のある日本では、林業・木材産業は低迷している。N.Z.のラジアータパイン林業の長所と日本のスギ・ヒノキ林業の短所を研究した結果が中国江蘇省のポプラ林業かもしれない。中国における木材研究のレベルはわからないが、早生樹林業では育種・育林側と木材利用側の研究者の出口がはっきりしているので、両者が同じ目的に向かって共同研究できるのであろう。



写真1 畑に植栽されたポプラ

3. 中国江蘇省のポプラをみる(2)

「川上」、「川下」という経済学用語がよく使われる。住宅設計者によれば木材産業が川上、住宅産業が川下になるが、林業・木材産業の分野では川上は林業を、川下は木材産業を指している。このことから、「川上」からは上流の山村部や山間部を、「川下」からは下流の都市部や市街地を連想する。したがって、数年前に大熊先生の論文「中国に見た合板製造の原点に立ち戻りあらためて国産材合板の製造を考える」を読んだとき、内容はすっかり忘れてしまったが、まさに日本の地形からの連想で、中国では山村部でポプラを造林し、ネコの額ほどの狭い面積の工場へ丸太を集積し、そこで単板化し乾燥し、それを都市部へ運んで接着・熱圧して合板を製造しているらしいと理解していた。ところが現実には、道路や運河沿い、家の周囲や畑などの著しく交通の便の良い平地でポプラを栽培し収穫し、広い町工場で単板や板材を製造し、…というような林業を展開している。川上、川下という経済学用語は河川の流れとは関係がないとは言え、広大な平原を持つ中国では川上、川下は誤解を招きやすく不適切な用語のようである。

江蘇省のポプラ林業は楽しそうに生き生きしている。農家はさし木によって増殖されたポプラの苗木を購入し、一家ないしは集落をあげて庭先や畑に植栽し、所定の期間が経過したのち収穫し、現金収入を得る。庭先や畑でのポプラの栽培を林業と呼ぶのは不思議な感じがするが、トラクター付きの荷車とチェーンソーがあれば一杯機嫌で林業ができそうである。極端な言い方をすれば、平地しかも道路沿いに植栽するため、林道の補修・整備、集材などの費用がほとんどかからず、ただひたすらポプラが大きく育つのを待てば良いのである。

黄河と揚子江に挟まれた平原地区は土壤水分が高く、特にポプラの材倍に適していると言われている。道路や運河沿い、家の周囲や畑などに7m×7m程度の間隔でポプラを植栽したとき、その成長は、7～10年でDBHが20～30cm、年平均成長量が20～

30m³/ha程度、10～15年でDBHが30～50cm、年平均成長量が30～50m³/haに達する。すなわち、合板用等の大径木を得るには、中国北方地区では100～120年、南方丘陵地では30～40年を要するが、平原地区では10～15年で十分である。江蘇省周辺で生産された大径材は合板、LVLに、中径材はランバーコア合板の芯、キャビネット用部材に、小径材はMDF、パーティクルボードなどに使われるほか、枝条部は農家の燃料として用いられている。なお、容積密度数は品種・クローンによって異なるが、概ね300～400kg/m³と小さく、パルプ材としての用途には課題があるとされている。



写真2 ポプラ単板のむき芯

4. ユリノキ林業の夢

ユリノキ(*Liriodendron tulipifera*)は、北米原産の落葉広葉樹で、チューリップに似た花を咲かせることからチューリップツリーと呼ばれ、木材は通常イエローポプラの名前で取引されている(心材が黄色味を帯びてポプラのように軽軟なためであろうが、ポプラとは関係がない)。わが国へは明治初期に導入され、葉の形からハンテンボクとも呼ばれ、街路樹や公園樹として植栽されている。しかし、林業の対象樹種として利用されることはなかったようである。ところが、1991年九州北部に上陸した台風19号による森林被害を契機に九州地方では造林樹種の見直しが行われ、特に大分県では従来のスギ・ヒノキに加えてユリノキが選ばれ、篤林家を中心に数十haの面積に植栽されている。

ユリノキが選ばれた理由は、通直な大径材が得られること、成長が速く保育期間が短縮できること、萌芽更新が容易であること、などからであり、広葉樹林業の造林樹種として有望視されている。しかし、具体的な用途を意識してユリノキが植林されたわけではなさそうで、その合理的かつ持続的な利用法は今後の課題である。なお、ユリノキは散孔材で軽軟なため加工し易く、北米では家具材、内装材、集成材、合板のコア材などに広く使用され、風説ではオークに次ぐ高級棺桶材とも言われている。

さて、わが国におけるユリノキの成長実績を概観すると、植栽地の環境条件や林齢等により成長量には大きな差異がみられるが、適地に広い間隔で植栽された場合には林齢 20 年で胸高直径が 40cm ~ 50cm に達する例も多い。筆者らは、日田市に植栽された 10 年生と 23 年生のユリノキの年輪幅と容積密度数を測定した。この結果、年輪幅は 10 年生で 6 ~ 14mm、平均 10mm、23 年生で 6 ~ 12mm、平均 9mm であり、容積密度数は 10 年生で 320 ~ 460kg /m³、平均 390 kg/m³、23 年生で 310 ~ 410kg /m³、平均 360 kg/m³であった。つまり、肥大成長は良好であるが、密度の平均値は小さくポプラおよびスギよりもやや大きい程度である。しかし、中には 440 ~ 460kg /m³の値を示す個体もあり、選抜育種によって密度の高いユリノキの生産は可能と思われる。

そこで、ニュージーランドのラジアータパインなみの伐期のユリノキ林業が展開できないだろうか。仮に、育種・育林側と木材利用側との緊密な関係のも



写真 3 MDF 工場のポプラ原木

とに、林道網が整備された平地や緩傾斜地に数千 ha 規模のユリノキ林を造成できたとすれば、そこでは、材質にバラツキが少なく利用効率の高い主伐材が国際価格と有意差のないコストで短期間に大量に生産できる。主伐期に至る過程で得られる除・間伐材は紙パルプ用チップのほかヒラタケ、ナメコ等のきのこ栽培の原木に利用できる。晩春には養蜂家は花から蜂蜜を採取できる。落葉樹であるユリノキは冬期には水の消費者にはならず、水源は確保される。しかもユリノキの樹幹流には土壌の酸性化抑制作用があるため、造成地とその下流では酸性雨の心配も必要ない。造成地近くには 1 つのユリノキ関連産業が形成され、人の雇用が増加する。このようにユリノキ林業は地域の社会と経済を支える基盤的役割を果たすことになるかもしれない。

5. おわりに

中国江蘇省のポプラと日本のユリノキについてこれまで書いた文章を寄せ集めました。中国平原地区の農村部では薪炭材としての需要があるため、根元から枝条部までポプラは 100% 利用されています。しかし、日本では大径材の需要はあるとしても、軽軟な木材では小・中径材の用途が課題になるのではないかと思います。そこで、1 番玉や 2 番玉等の大径部分は製材品などとして、それ以降の小・中径部分は収率の高いパルプ用材として利用できる樹木を模索しているところです。

(おだ かずゆき:九州大学大学院農学研究院)

シリーズ “川上から川下まで”

針葉樹の化学分類学をめざして (3)

長濱 静男



3. アスナロ葉の化学成分による分類

アスナロ *Thujopsis dolabrata* Sieb. et Zucc. にはヒノキアスナロ *T. dolabrata* Sieb. et Zucc. var. *hondae* Makino という北方系変種が知られていて、青森ではヒバとよばれる。両者は実の形で区別される。尚、牧野富太郎氏¹⁾は標本採集者本多静六氏を記念して *hondai* と命名したが (1901) ラテン語では *honda* は女性名詞でその属格は *ae* となるので誤った語尾の形は正すべきという国際植物命名規約の勧告にしたがって最近では *hondae* とされる。林弥栄氏の「日本産針葉樹の分類と分布」(1960) にアスナロとヒバの分布図がある。

青森ヒバの葉の成分研究も 1917 年東京高等工業に移られた内田壮氏²⁾により試みられていて、生葉 82.5 kg を水蒸気蒸留にかけ 868 g の油を得、サピネン、ジペンテンなどの外、四環式ジテルペンの存在がみとめられた (1928)。北原、吉越氏はジテルペン留分から結晶性と液体の二種の炭化水素を分離、液体三環性のドラブラジエン³⁾、結晶四環性のヒバエン⁴⁾の構造を決定した (1964)。その後 1981 年山形大学の髙橋孝悦氏ら⁵⁾は日本海側 4 地域 (青森、庄内、佐渡、能登) に天然分布しているヒバのジテルペン構成を調べ、青森から能登へ南下するに従いヒバエンの割合が低下することを報告された。能登半島に植林されているものはアテと呼ばれ、これは実の形からヒノキアスナロとされてきた。筆者等⁶⁾は能登のアテ (マアテ、クサアテ、カナアテ、エソアテ、スズアテ) の葉油を分析した処、ジテルペン炭化水素はヒバとおなじヒバエンとドラブラジエンであって、クサアテは酸性部に *trans*-Communic Acid を含むが、その他のアテはこれを含まないことを見出した。同時にヒバの精英樹 31 試料を分析したところこれらはすべて *trans*-Communic Acid を含んでいた。したがってクサ

アテのみがヒノキアスナロ (ヒバ) であり、他のアテはヒノキアスナロとは区別されることになる。さらに木曾のアスナロ 10 個体を分析したところ全個体に *trans*-Communic Acid はみとめられず、さらに炭化水素がヒバエン・ドラブラジエンのほかに 13-epidolabradiene, rimuene などを含むものがあることが見出された⁷⁾。これを炭化水素の多様化とよぶことにする。(図 5)

こうしてアスナロにはもう一つ (化学的) 変種があることになる。これを仮に *T. dolabrata* var. *Ate* と名付けておく。そこで髙橋氏と共同でアスナロの変種の全国分布について調査したところ、var. *Ate* は能登半島から佐渡島、栃木県に分布しており、鳥取県のものはヒノキアスナロ、そして長野県から西、四国、九州はアスナロであることがわかった⁸⁾。故船引浩三新潟大学教授は能登と佐渡の共通性に気付いておられてアテ造林史 (1972)⁹⁾ のなかで「(アテ) の自生説に従うと、あたかも距離的に近く環境条件の似た、新潟県佐渡相川町の北方、大倉地内にある新潟大学農学部演習林のヒバ天然林に外見上、能登で分けている品種に相当するものが広く含まれており、ヒバ高令純林のなかの 66 本のプロットでの筆者の観察では、幹に溝とねじれのある (三井でイリカワ、青森で菊型とよばれる) 典型的なマアテ型およびそれに近いタイプのもので、8 本 (およそ 12%)、また溝が無く、樹皮の平滑な一見カナアテ型のもので 29 本 (およそ 44%) みられた。このことは能登にヒバ天然生があったという証拠には、直接にはならないが、ほとんど滅亡した残存種が能登にも存在したとも想像できる。」と述べられている。

能登地方には初めアスナロの天然林はなく、泉宗雲と言う人が奥州から持ち帰ったものが元祖アテで、

これが母樹となり各地に伝播されたという伝説が

ある。これをアテ移入説という。山崎次男氏¹⁰⁾は花

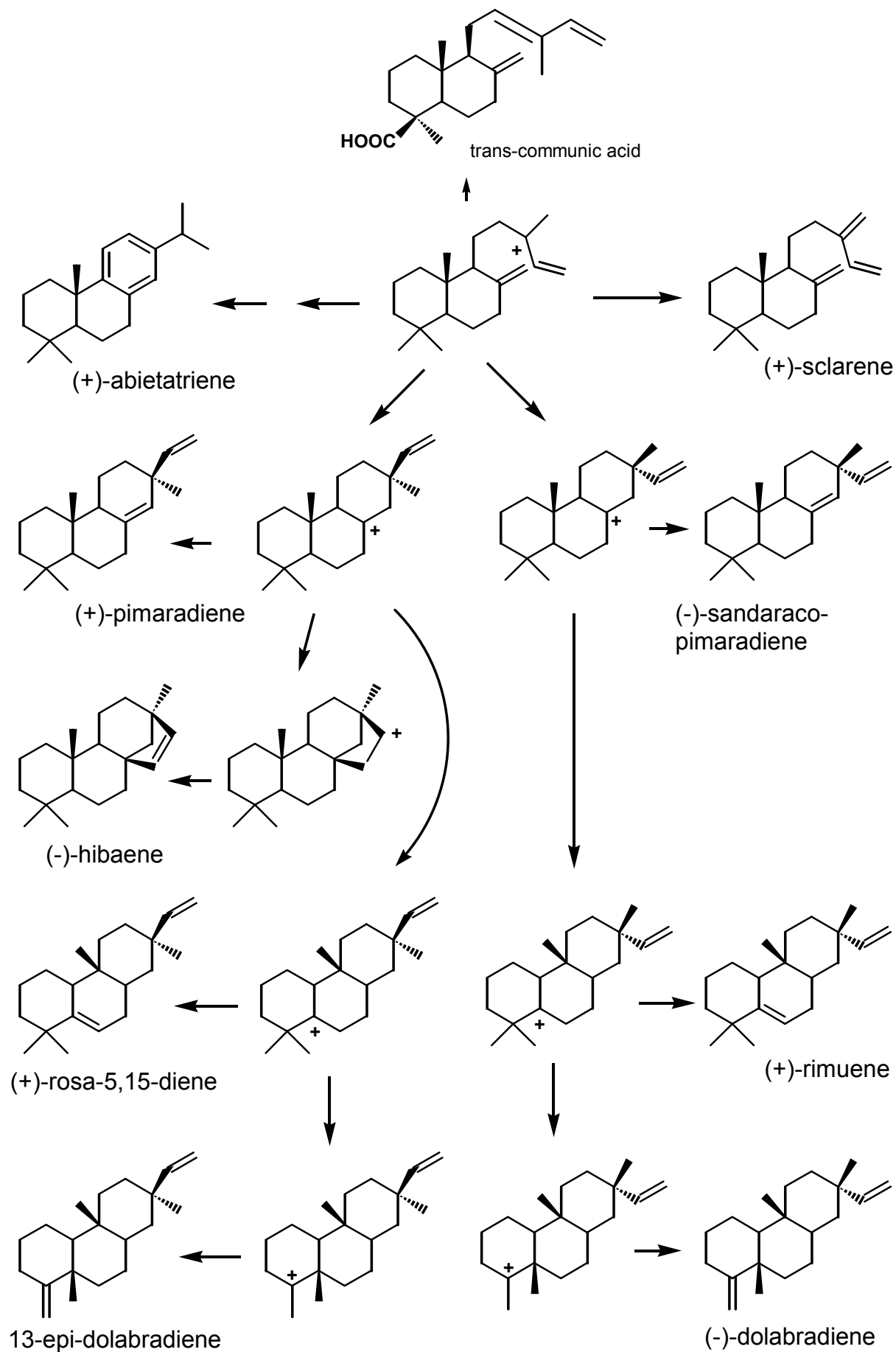


図5 アスナロ葉ジテルペンの生合成経路

粉分析法で能登には第四紀洪積世にアスナロが存在していたことを示されており、var. Ateが当時陸続きであった能登半島と佐渡島に分布していてそれが現在も生き残ったと考えても不自然ではない。これが自生説である。尚元祖アテは酸性部に *trans-Communic Acid* を9%ふくむ点でヒノキアスナロにているが、ジテルペン炭化水素にリムエンとドラブラジエンを含む多様化がおこっている。

ところで、奥能登の中央部にある宝立山の北面、白滝と、南東面、打呂にアテの天然林が見出されていて、林弥栄氏が調査され、「球果や葉の形からヒノキアスナロであるが、後者では球果の形態にかなりの変化があり、純正のヒノキアスナロ形から中間形までいろいろある。」と報告されている。筆者は石川県林業試験場のご好意により、打呂天然林から10個体のサンプルを戴き(1996)、分析したところ8個体は *trans-Communic Acid* を含まず、内1個体にジテルペンの多様化がみとめられた。また2個体は *trans-Communic Acid* を2-3%含む元祖アテ型であった。(表4)

僅かの分析例から全体像を推定するのは無謀かもしれないが、一仮説として述べれば、能登には仮称 var. Ate という変種があって、その実の形は var. *hondae* 型もしくは中間型であるが、葉成分の化学的特徴は酸性部に *trans-Communic Acid* を含まず、ジテルペン炭化水素の多様化が起こり、この点では var. *dolabrata* に一致する。ただし一部に少量の *trans-Communic Acid* を含み、ジテルペンの多様化が起こった個体も存在し、元祖アテはそのひとつである。var. Ate は var. *hondae* と var. *dolabrata* の中間に位置しており、var. Ate から両方に進化したのか、

var. *hondae* から var. *dolabrata* への進化の中間型なのかは今後の問題である。

能登林業の起源についていえば、マアテ、カナアテ等は var. Ate の一部炭化水素の多様化が起こっていない個体を増殖したもので、クサアテは奥羽地方から移入したのか、あるいはヒノキアスナロが日本海沿いに南下したものを増殖したものであろう。四手井綱英氏も前記アテ造林史の付録に、「能登にも元来ヒバの天然分布はあった。そして林業的にも一部は用いられていたが、津軽との交易でさらに津軽のヒバが導入され、さしき技術が確立し、品種がえられて、次第に定着した林業になったのであろう」と記しておられるが、そのことが化学的に証明されたことになる。

文献

- 1) 植物学雑誌 15, 104. この記事は牧野植物学全集 全7巻(1934-1936)のなかに収録されていない。また金井弘夫編日本植物分類学文献総目録の牧野富太郎の項は1901-1905年分が脱落している。調査でお世話になった芦谷竜矢氏に感謝します。
- 2) 工化 31, 491-501.
- 3) *Tetrahedron Letters* 26, 1755-1761.
- 4) *ibid.* 26, 1771-1774.
- 5) 日本林学会東北支部会誌 33, 124-126.
- 6) 木材学会誌 42, 698-702.
- 7) *Biochem. System. Ecology* 24, 49-52 (1996).
- 8) *ibid.* 29, 839-848 (2001).
- 9) 斉藤晃吉編、石川県林業試験場発行.
- 10) 林業技術 285, 21-23 (1965)

表4 アスナロ葉の主ジテルペン炭化水素

| Type | dolabradiene | hibaene | 13-epi-dolabradiene | Rimuene | 木曾アスナロ | | 打呂天然アテ |
|------|--------------|---------|---------------------|---------|--------|-----|--------|
| | | | | | '94 | '95 | '96 |
| A | | | | | 2 | 5 | 8* |
| B | | | | | 1 | 0 | 2* |
| C | | | | | 2 | 3 | 0 |
| C | | | | | 5 | 2 | 0 |

*内1個体は2-3%*trans-communic Acid* を含む

未利用樹木からの生理活性物質の探索¹

- 巨峰 (*Vitis vinifera* Kyohou) 樹皮からの 5 α -reductase 阻害成分 -

平野吉男²

ブドウ科樹木巨峰 (*Vitis vinifera* Kyohou) の樹皮部から男性ホルモン依存性疾患の治療や予防に有効である 5 α -reductase 阻害活性成分の探索を行った結果、活性成分として 2 種のスチルベン 4 量体 vitisin A、vitisin B が得られ、両者の阻害活性は *Shorea* 属樹木から得られたスチルベンオリゴマーよりも高かった。高い阻害活性が認められたスチルベンオリゴマーは共通して e-viniferin 骨格を有することから、同骨格が酵素との相互作用において重要な役割を果たしていることが示唆された。

1. はじめに

近年における生命科学分野の研究の著しい進歩により、疾病の原因、病態の解明、さらには化学物質の機能性、有用性が科学的根拠に基づき解明されつつある。今後、新規な医薬品、医薬部外品及び化粧品原料開発において新たな機能を有する化合物の探索研究、とりわけ天然物化学分野における研究の進展に期待がもたれる。

5 α -reductase は血中の主要な男性ホルモンであるテストステロンをより強力な男性ホルモン作用を示すジヒドロテストステロン (DHT) へと変換する酵素であり¹⁾、DHT の過剰な産生は前立腺肥大症、男性型脱毛症等の男性ホルモン依存性疾患の原因となることが知られている²⁾。このため 5 α -reductase 阻害剤は男性ホルモン依存性疾患の治療や予防に有効である。筆者らはこれまで熱帯産樹木からの生理活性物質の探索を行ってきた。その結果 *Shorea* 属樹木 (フタバガキ科) に高い 5 α -reductase 阻害能を見出し、阻害活性成分がスチルベンオリゴマーであることを明らかにした³⁻⁵⁾。スチルベンオリゴマーはフタバガキ科樹木その他、マメ科、ブドウ科植物などにも含まれており⁶⁾、これらの植物も 5 α -reductase 阻害剤供給源として利用できる可能性が見込まれる。

福岡県朝倉郡及び浮羽郡を中心とする地域は果樹農業が盛んな地域であり、梨や柿、ブドウをはじめとした様々な果物が生産、出荷されている。一方、これら果樹農家では毎年多くの剪定樹木が廃棄物として排出されており、生物資源の有効利用の観点からこれらの付加価値の高い活用法の確立が望まれる。そこでスチルベンオリゴマー類を含有するブドウ科樹木をターゲットとし、特に同地域において果物生産が盛んな巨峰 (*Vitis vinifera* Kyohou) 樹皮部からの 5 α -reductase 阻害成分の探索を行った。

2. 実験方法

2-1 抽出・精製

巨峰材は福岡県浮羽郡田主丸町の果樹農家にて採取し、乾燥後、外樹皮を剥離、粉碎しメタノールにより 72 時間室温抽出を行った。得られたメタノール抽出物は濃縮後、*n*-ヘキサン、ジエチルエーテル、酢酸エチルにより順次分配した。このうち酢酸エチル可溶部はシリカゲルカラムクロマトグラフィー (酢酸エチル:*n*-ヘキサン) による分画を行い、さらに活性の集中した画分は逆相分取液体クロマトグラフィー (アセトニトリル:0.1%トリフルオロ酢酸 = 30:70 ~ 50:50 グラジェント) を用いて活性を指標とした分取を試み、活性成分として化合物 1 及び化合物 2 を得た。1 及び 2 の構造 (Fig. 1) は¹H-NMR をはじめとした各種スペクトルデータの解析及び文献値⁷⁾ との比較により vitisin A (1)、vitisin B (2) であるとそれぞれ同定した。

2-2 5 α -reductase 阻害活性測定

SD 系雌ラット肝臓ミクロソームを 5 α -reductase 粗酵素として用いた³⁾。アッセイは、粗酵素、最終濃度 150 μ M に調整したテストステロン、阻害剤試料、並びに最終濃度 167 μ M に調整した NADPH を総量 3 ml になるようにリン酸バッファー (pH 6.5) に加え、37、10 分間インキュベーションを行った。3M-NaOH により反応停止後、反応生成物はジエチルエーテルにより抽出した。阻害活性は GC/MS を用いてテストステロンから DHT への変換率を SIM 法により測定、算出し、阻害強度の指標として 50% 阻害濃度である IC₅₀ 値で表した。

3. 結果・考察

巨峰エキス阻害活性を指標とした分配を行った結果、酢酸エチル画分は 50 ppm 濃度においてほぼ

¹ Yoshio Hirano: An examination of bioactive components in extracts of unutilized wood: 5 α -reductase inhibitory components from the bark of *Vitis vinifera* 'Kyohou'

² 福岡県工業技術センターインテリア研究所: Fukuoka Industrial Technology Center, Interior Design Research Institute, 405-3 Agemaki, Okawa 831-0031

100%の阻害を示した。さらに活性を指標とした各種クロマトグラフィーによる活性成分の単離・精製を試み、活性成分として化合物 1 及び 2 を得た (Fig. 1)。1 及び 2 の阻害活性はそれぞれ $IC_{50} = 18.3 \mu\text{M}$ 、 $14.2 \mu\text{M}$ であり、筆者らのこれまでの検討における *Shorea* 属樹木から得られたスチルベンオリゴマーのうち最も高い阻害活性を示した (-)- ϵ -viniferin⁴⁾ よりもこれらの化合物はさらに高い阻害活性を示すことが明らかとなった。

筆者らはこれまでに 2 種の *Shorea* 属樹木から 8 種の 5α -reductase 阻害活性を有するスチルベンオリゴマーを単離・同定してきたが³⁻⁵⁾、今回巨峰から得られたスチルベンオリゴマーを含めた相互の比較において ϵ -viniferin 骨格を有する化合物は ampelopsin A 骨格を有する化合物に比べ非常に高い阻害活性を有

ampelopsin A 骨格は立体障害などにより ϵ -viniferin 骨格に比べて酵素結合部位との親和性が低く、 ϵ -viniferin 骨格あるいはその一部が酵素との相互作用において重要な役割を果たしていることが示唆された。

以上の結果からブドウ科樹木、特に巨峰に含まれる成分は 5α -reductase 阻害剤あるいはそのリード (先導) 化合物としての可能性を有し、医薬品、医薬部外品、化粧品及び機能性食品等への応用が期待される。

4. 参考文献

- 1) Bruchovsky N, Wilson JD (1968) *J. Biol. Chem.* 243:2012-2021
- 2) Stephan VF (1996) *Curr. Pharm. Design*

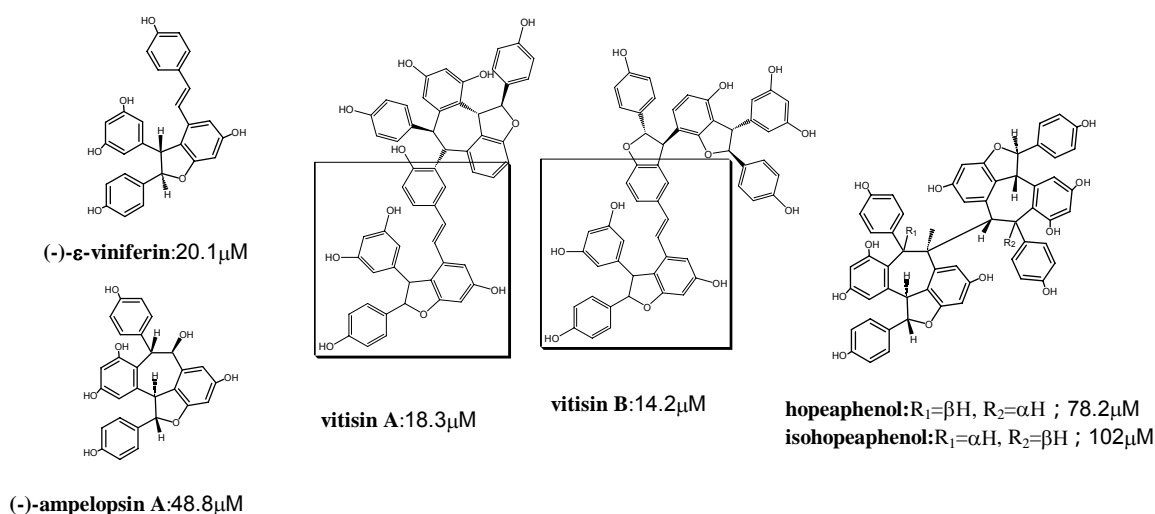


Fig. 2 Structures and IC_{50} values of vitisins and stilbeneoligomers from *Shorea* species

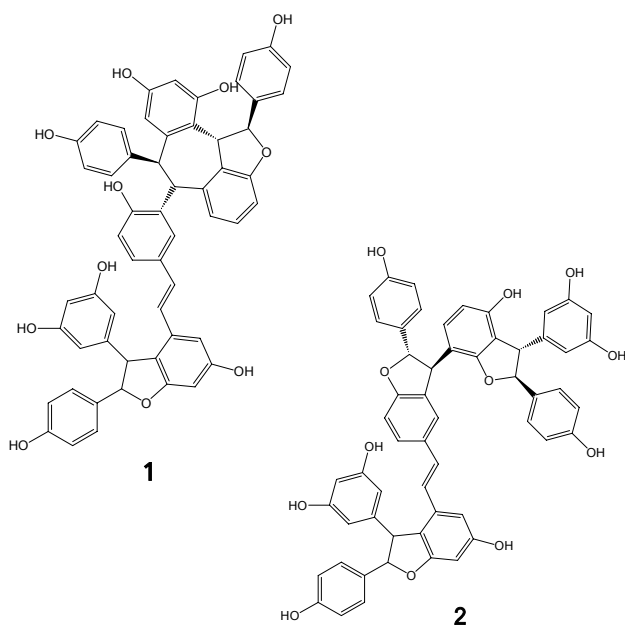


Fig. 1 Structures of 5α -reductase inhibitory components from *Vitis vinifera* 'Kyohou'

する傾向が認められた (Fig. 2)。このことは

2:59-84

3) Hirano Y, Kondo R, Sakai K. (2001) *J. Wood Sci.* 47:308-312.

4) Hirano Y, Kondo R, Sakai K. (2002) *J. Wood Sci.* 48:64-68

5) Hirano Y, Kondo R, Sakai K. *J. Wood Sci.* in press

6) Sotheeswaran S, Pasupathy V (1993) *Phytochemistry* 32:1083-1092

7) Ito J, Takaya Y, Oshima Y, Niwa M. (1999) *Tetrahedron* 55:2529-25

“つみきブロック”を用いた壁のせん断性能^{*1}

上杉 基^{*2}, 森田 秀樹^{*2}, 飯村 豊^{*2}, 中尾 繁男^{*3}

スギ間伐材から加工されたつみきブロックを梁・柱・土台の内部で組み立てた壁についてせん断試験を行い、壁としての性能を検討した。その結果、押し引きに対してバランスのとれた耐力を示す、構造特性係数が低く安全性が高い、壁倍率にして4倍以上の性能を有すること等がわかった。今後は、今回の結果を基に、一般住宅等への利用の可能性を探りたい。

1 はじめに

スギ間伐材を幅 75mm、高さ 60mm、長さ 300mm (繊維方向)のブロック状に加工し(これを以後つみきブロックと呼ぶ)、木だば等で連結して積み上げた壁を 1 ユニットとした建物は、旧建築基準法の下では第 38 条に基づくプラン認定で建てることができた。しかし、平成 12 年 6 月の同法改正後は、個別の許容応力度計算が必要となり、その数値は実験から得なければならないとなった。その実験方法については、最終的なものが平成 13 年 12 月に(財)日本住宅・木材技術センターから示された¹⁾。今回報告する壁せん断試験 3 体の結果については、その試験方法に従って実施しており、12 月前後の過渡期に行った 9 体分の予備試験の結果を踏まえて検討されている。

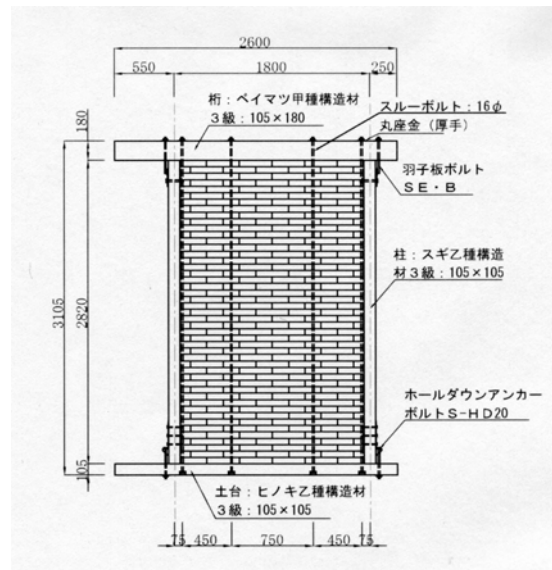


図 - 1 試験体図

2 試験体及び試験方法

試験体の概要を図 - 1 に示す。つみきブロックは三面に実、下面に溝加工がされており、壁長方向に 6 個分が千鳥になるように並べられ、高さ方向に 46 段積み上げられている。各段のつみきブロック同士は径 16mm のスルーボルト 4 本と柱心から内側 225mm の位置で長さ 60mm、径 18mm の木だば (樹種: ラミン) が上下に 30mm ずつかかるようにして固定されている。

加力方法は、アクチュエーターによる正負交番 3 回繰り返し加力とし、見かけのせん断変形角 1/450、1/300、1/200、1/150、1/100、1/75、1/50、1/30、1/15rad の正負変形時に行った。

3 結果と考察

試験体 No.1 の柱頭部の変位から柱脚部の変位をひいた見かけのせん断変形角と試験荷重の関係を図 - 2 に示す。負加力が押し側で正加力が引き側であり、負・正の順で加力している。押し引きで安定した応答を示しているのがわかる。

実験値の完全弾塑性モデル化と、降伏耐力 P_y 、終局耐力 P_u 、塑性率 μ (u : 終局変位、 v : 降伏点変位)、構造特性係数 D_s の算出過程を図 - 3 に示す。20kN 付近で荷重が上がらず変位だけが大きくなり、その後直線的に増加している。これは、つみきブロック上下のせん断力を伝えるスルーボルトが木材にめり込み始めたからであると考えられる。このことから塑性域が増加し、構造特性係数が低くなって

*1 Motoi UESUGI, Hideki MORITA, Yutaka IIMURA and Shigeo NAKAO : Shearing Property of the Tumiki Walls

*2 宮崎県木材利用技術センター Miyazaki Prefectural Wood Utilization Research Center, Miyakonojo, Miyazaki 885-0037

*3 株式会社つみきハウス Tumiki House Co.LTD, Takachiho, Miyazaki 882-1621

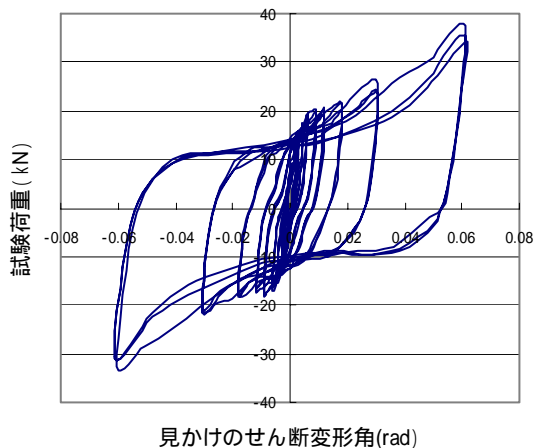


図 - 2 荷重 - 変位曲線(試験体 No.1)

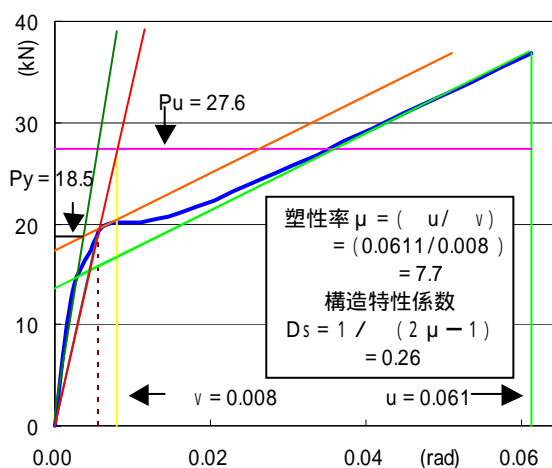


図 - 3 構造特性係数等の算出(試験体 No.1 正側)

いる。

表-1, 2 は試験結果を基に加力方向ごとの壁倍率を算出したものである(壁倍率以外の数値の単位は kN)。試験体 3 体の平均値にばらつき係数を乗じた短期基準せん断耐力は、負の側で降伏耐力 P_y 、正の側で終局耐力 P_u に 0.2 を乗じ構造特性係数 D_s で除したものが最小となった。壁倍率は短期基準せん断耐力から壁倍率 1 を決定する数値 1.96 と壁長の 1.8 を除して求められる。押し引きの順番で後から加力されて不利な正加力側の数値を採用したとしても、決定された壁倍率は 4.54 倍であった。なお、耐久性、施工性による低減係数はここでは考慮していない。

4 まとめ

今後の展開として、この 3 体の試験から得られた

表-1 壁倍率の算出表(負加力側、kN)

| | 1/120rad | P_y | 2/3Pmax | $P_u \cdot 0.2/D_s$ |
|------|----------|-------------|---------|---------------------|
| 1 | 17.65 | 16.22 | 21.75 | 18.36 |
| 2 | 18.47 | 16.70 | 21.77 | 17.77 |
| 3 | 17.95 | 17.70 | 24.36 | 16.30 |
| 平均値 | 18.02 | 16.87 | 22.63 | 17.48 |
| 基準耐力 | 17.83 | 16.51 | 21.92 | 16.98 |
| 壁倍率 | 5.05 | 4.68 | 6.21 | 4.81 |

表-2 壁倍率の算出表(正加力側、kN)

| | 1/120rad | P_y | 2/3Pmax | $P_u \cdot 0.2/D_s$ |
|------|----------|-------|---------|---------------------|
| 1 | 19.99 | 18.49 | 24.55 | 20.94 |
| 2 | 19.94 | 15.46 | 18.37 | 14.95 |
| 3 | 16.29 | 18.28 | 24.80 | 16.56 |
| 平均値 | 18.74 | 17.41 | 22.57 | 17.48 |
| 基準耐力 | 17.74 | 16.61 | 20.86 | 16.02 |
| 壁倍率 | 5.03 | 4.71 | 5.91 | 4.54 |

数値を基に許容応力度計算をおこない、建築確認申請に添付されることが考えられる。現段階では、建築主事がこの計算を認めるか、公設試の関わり方はどうすべきか等の課題が残されている。

参考文献

1) 木造軸組工法住宅の許容応力度設計,(財)日本住宅・木材技術センター,2001

“トピックス“

ニュージーランドにおける木質バイオマスのエネルギー利用

古賀 信也

はじめに

平成12年9月から約11ヶ月間、文部科学省の在外研究員としてフォレストリサーチ(正式名称:New Zealand Forest Research Institute Ltd.)に滞在する機会を得た。研究テーマは「ラジアータパインの成長モデルへの乾縮および力学モデルの統合に関する研究」であったが、異分野の研究者と接する機会に恵まれ、専門外のこともいろいろと学ぶことができた。とくにバイオマスのエネルギー利用については、わが国同様、ニュージーランドにおいても地球温暖化防止との関連でホットな話題となっており、セミナーや雑談を通じ、多くの情報を入手することができた。ここでは、ニュージーランドにおける木質バイオエネルギー利用の現状と今後について紹介する。

バイオエネルギーの現状

1999年のニュージーランドにおける全1次エネルギー供給量は767PJであり、わが国のエネルギー供給量のわずか30分の1である。ただし、ニュージーランドの総人口は380万人であり、わが国よりもはるかに少ない人口なので、個人ベースに換算すると、むしろニュージーランド人は日本人よりもわずかにエネルギーを多く消費していることになる。1次エネルギーの供給源についてみると、石油250PJ(33%)、天然ガス223PJ(29%)、石炭55PJ(7%)、地熱104PJ(13%)、水力84PJ(11%)、バイオマス35PJ(4.6%)、太陽光・太陽熱・風力等16PJ(2%)であり、その特徴として、原子力によるエネルギー供給がないこと、全1次エネルギーに占める地熱や水力、バイオマス等の再生可能なエネルギーによる供給割合が高いことなどがあげられる。また、バイオマスに関しては、そのほとんどが木質系であり、バイオエネルギー利用の先進国とされるスウェーデン、フィンランド、オーストリアの11~15%に比べると低いが、わが国の0.8%よりもはるかに高い割合である。しかもこ

こ5年間のバイオエネルギーの伸びは1.6倍に達し、今後もこの傾向は続くと言われている。ところで、木質バイオエネルギーの最終消費量は30PJであり、そのうち83%(25PJ)は、紙パルプ工業(21PJ)や木材工業(製材業:3PJ、パネル・ベニア工業:1PJ)であり、産業用としての利用である。残りの17%(5PJ)は家庭で消費されている。紙パルプ工業や木材工業では、自社内で発生するパルプ黒液や残廃材を直接燃焼させ熱エネルギーに変換してから自社内で活用する形態がほとんどである(写真1)。コジェネレーションにより発電し、自社内で活用している例もいくつか見られようであるが、エネルギー量からみれば1PJとごくわずかである。ちなみに、これらの熱プラント、コジェネプラントの導入や稼働に対し、政府から一切の補助もなく、ビジネスアクティビティに対して政府は関与しないとすニュージーランド政府の一貫した姿勢を窺い知ることができる。製材工場の残廃材やパルプ黒液以外の木質バイオマス資源として、建築解体材や街路樹・庭園樹の廃棄材、林地残材、間伐材、エネルギープランテーションなどがあげられるが、現段階ではこれらの木質資源からのエネルギー供給はほとんど行われていないようである。



写真1 木質バイオエネルギーによる木材乾燥

木質バイオエネルギーに関する研究・開発

ニュージーランドは温室効果ガスの排出削減を義務付けた京都議定書の批准に向け行動している国

の一つである。政府は気候変動政策を作成し、環境省、エネルギー省、エネルギー効率・保全局の連携のもと「エネルギー効率・保全と再生可能エネルギーに関する戦略」を進めている。その戦略の一つの現れだと思われるが、政府は研究科学技術省による研究費(Public Good Science Fund)を通じ、エネルギー研究を実施している 13 機関に対し優先的に研究費を配分しており、そこではとくにエネルギー生産・利用の効率化および風力やバイオマスなどの再生可能なエネルギーに関する研究開発に重きをおいているようである。また、ニュージーランドは、国際的なエネルギー機関である IEA(International Energy Agency) Bioenergy に加盟しており、2001 年から 2003 年にかけて提案されている 12 のタスク(Task 28 ~ 39)のうち4つのタスク(Task 30: Short Rotation Crops for Bioenergy systems, Task 31: Conventional forestry systems for sustainable production of Bioenergy, Task 32: Biomass Combustion and Co-firing, Task 38 Greenhouse Gas Balances of Biomass and Bioenergy Systems)を遂行している。筆者の滞在したフォレストリサーチ(写真 2)は、ニュージーランドにおけるこれらのバイオエネルギー研究の中心的機関であり、おもに気候変動による森林レスポンスに関するプロジェクトチームとエネルギープロジェクトチームが担当している。両プロジェクトは密接な関係にあることから、どちらのプロジェクトも John Gifford 博士が代表として率いており、そのもとで異なる専門分野をもつ多くの研究者達が活発に研究をおこなっている。フォレストリサーチは、石炭研究所、マッセイ大学、リンカーン大学などの他のエネルギー関連研究機関との関係も強く、様々な共同研究をおこなっている。



写真 2 フォレストリサーチ

バイオエネルギーの今後

ニュージーランドにおける今後のバイオエネルギーに重大な影響をおよぼすものとして、大量に植林



写真 3 今後激増すると予測されるラジアータパイン丸太

されたラジアータパイン人工林の成熟にともなう伐採量の激増があげられる。ニュージーランドでは国土のわずか 5%(173 万ha)の土地でラジアータパインを中心とした生産性・収益性の高い林業がおこなわれているが、現在のペースで植林と伐採が繰り返されれば、丸太生産量は 2010 年には現在の 1.8 倍(3000 万 m^3)、2025 年には 3.5 倍(6000 万 m^3)に達すると予測されている(写真 3)。当然ながら、そのことにともなう林地残材や製材工場等からの残廃材の量も激増するとみなされている(写真 4)。フォレストリサーチの研究によれば、製材工場等からの残廃材は、現在年 130 万 m^3 であるが、2020 年には年 200 万 m^3 へと増加し、現段階ではエネルギー利用されていない林地残材は、すべての末木枝条を収集し利用すると仮定した場合、現在年 400 万 m^3 であるが、2020 年には年 460 万 m^3 へと増加すると見込まれている。これらをエネルギーに換算すると 2020 年には年 86PJとなり、現在の水力エネルギーの量にほぼ匹敵することから、製材工場等からの残廃材と林地残材は、今後のエネルギー源として期待されている。その利用形態としては、ニュージーランドでは水力や地熱などの再生可能な資源による発電がコスト的に断然有利であるため、新たな技術開発や大胆な政策



写真 4 林地残材

転換がない限りは木質バイオマスによる商用発電は難しく、今後とも直接燃焼による熱エネルギー利用、とくに乾燥材生産のために熱需要が増加するとみられる木材工業での熱利用が中心となると考えられている。



写真5 ユーカリ造林地

早生樹種によるエネルギープランテーションについては、haあたりのバイオマス蓄積が高くなおかつ発熱量の高い樹種やクローンの選抜や育成法に関する研究が進められているが、現時点では発熱量当たりの生産コストが他の木質バイオマスに比べ高いことから、当面プランテーションの顕著な増加はないと考えられている。ただし、近年、成長が早く材密度の高いユーカリ属による用材生産林が増加傾向にあり(写真5)、用材利用よりもエネルギー利用の方が経済的であるということになれば、この資源がエネルギー用途に向けられることも十分考えられる。

都市域で発生する木質廃棄物(建築廃材、街路樹や庭園樹の廃棄物等)については、上述したように製材工場等からの残廃材や林地残材が豊富に産出されることが予測されていることから、現段階ではエネルギー源として重視されていないようである。

最後に、木質バイオマスの直接燃焼以外に、石炭との混焼やガス化、熱分解、加水分解、発酵による液体化などの新しい変換技術によって木質バイオマス変換しエネルギー化する方法があるが、現在ニュージーランドで稼働しているプラントはごくわずかであり、しかも技術的、コスト的に多くの問題も抱えているようである。したがってこれらの技術によるエネルギー生産量の拡大にはまだまだ時間がかかると考えられている。

おわりに

以上、ニュージーランドにおける木質バイオマスのエネルギー利用について簡単に紹介したが、ニュージーランドでは、木質バイオマスのエネルギー利用は、林業・林産業の営みで得られた副産物の有効利用の一つに過ぎず、本業ともいべき木材の生産と利用を軸にした林業・林産業が健全に営まれてこそはじめて地球環境の保全に貢献できるという理念のもとで研究が進められている。現在、わが国では林業・林産業は危機的な状況にある一方でバイオエネルギー利用のブームを迎えているが、わが国もこの理念のもとで木質バイオマスの利用を考えることが大切ではなからうか。

kogafor@mbox.nc.kyushu-u.ac.jp

(こが しんや:九州大学大学院農学研究院)

〔編集後記〕

木科学情報9巻2号をお届けします。シリーズ“森林資源と地球環境”では九州大学の小田一幸教授に“早生樹林業を考える”の寄稿をいただきました。シリーズ“川上から川下まで”は“針葉樹の化学分類学をめざして”の(3)を崇城大学の長濱静男教授に連載で執筆していただいております。トピックスは九州大学の古賀信也助教授から寄稿をいただきました。その他、研究論文2編を掲載しています。お忙しいなか原稿をお寄せくださいました方々にお礼申し上げます。

なお、本誌の編集を2年間担当した大賀はこの2号の発行で交代します。長い間のご協力に深く感謝申し上げます。(大賀祥治)

木科学情報 9巻 2号

2002年4月10日発行

編集人 大迫靖雄

発行人 田中浩雄

発行所 日本木材学会九州支部

〒812-8581

福岡市東区箱崎6-10-1

九州大学大学院農学研究院

森林資源科学部門内

電話 092-642-3001

FAX 092-642-3078