

## シリーズ“森林資源利用と地球環境”

### 足が地についた取り組みは……？

堤 壽 一

このシリーズの初回(5巻1号・1998)で、「ティータ  
イムのお喋りに「環境問題」を考えよう」と題する拙文  
を披露しました。皆さん、如何でしたでしょうか……  
「お喋りの話題」や「思考実験の対象」に、「森林資源  
活用と地球環境保全」を多角的視座で取りあげてい  
ただけたでしょうか？

本題から少し離れますが、この原稿を書いている  
傍の NHK-TV 番組が、国際化を議論しています。そ  
の中で山崎正和さんが面白い発言をしました。つまり  
山崎さんの感想です。最近、「地球環境保全」が専  
門家の立場で語られる場面を多く見ます。しかし私  
たちに必要なのは専門知識を超え、社会基盤としての  
「文化」にまで及ぶ知的思考が必須だろう、というも

のでした。

以前に愚見を述べたことがありますが、「サイエン  
ス」の歴史をたどるとき、「Philosophy = 知を愛する」  
の理解が必須です。ここで私が言いたいのは、「地球  
環境保全」といっても「知」「文化」の理解と思考、そ  
れらに基づく広範な裏付けが必須だ、ということです。  
たんなる技術論で、「森林資源利用と地球環境保全」  
を語りたくないのです……私に、その力量が欠ける  
のは残念ですが。

このたびは本誌編集の都合から、再度、私の寄稿  
を編集担当者から求められました。前回は「学術の  
基盤的視座」を重点に述べましたので、この稿では  
客観的にみた「森林に収束するサイエンスの立場」

で、私見を述べさせていただければ幸いです。

ご承知のように、私は「森林に収束させる立場のウッド・サイエンティスト」であり、その学術背景を基盤にして愚見を披露しています。つまり「木材をどのように加工するか/利用するか……など？」が目的ではなくて、あくまでも「木材の基礎サイエンス」を出発点にします。ここでも従来と同様の立場で、私見を述べさせていただくことになります。

#### 1. 環境(or 環境保全)など……用語の理解？

私たちは「環境」というコトバを、無意識に使っていないでしょうか？

私たちの学生時代から使われてきた「森林の機能概念」も、その意義が未だに狭義(身辺茶飯事)で解釈され続けていないのでしょうか？

学術領域で使われる「コトバの意義」は、時代推移に連動します。私たちの「森林に関わる領域」では、専門家といわれる人たちの中でさえ、「学術用語の意義」と「時代認識」の間に、いまや抜き差しならない乖離を生じているように思えてなりません。

そして極論との批判を甘受しますが……「次代を意識した提案」が求められるサイエンティストであるべきはずが、「用語の曖昧さ」が原因で、いまや風評に押し流される事態を生じている……、ことを私は危惧しています。

#### 1) わが国の環境基本法で使われる用語の「定義づけ」……;

わが国の環境行政で基幹をなすのは「環境基本法」です。そこで用いられる用語には、つぎのような「定義づけ」が掲げられています。

すなわち「環境基本法」によると(原文に忠実のため難解):……

##### (1) 環境への負荷

人の活動が環境に加える影響。

##### (2) 地球環境保全

人の活動によって生じる地球全体の温暖化またはオゾン層破壊の進行、海洋の汚染、野生生物の種の減少、その他の地球全体またはその広範な部分の環境に影響を及ぼす事態に係わる環境の保全で、

人類の福祉に貢献するするとともに国民の健康で文化的な生活の確保に寄与するもの。

#### (3) 公害

環境の保全上の支障のうち、事業活動や人の活動に伴って生ずる相当範囲にわたる大気汚染・水質汚濁・土壌汚染・騒音・振動・地盤低下・悪臭により、人の健康または生活環境に係わる被害。

#### 2) 日本学術会議がまとめた「森林の多面的機能」……;

森林・林業白書(01年版)は、「森林の多面的な機能評価」に多くふれます。たとえば日本学術会議の答申(01年11月):「森林の多面的機能」を紹介します。すなわち、「生物多様性保全機能(遺伝子保全・生物種保全・生態系保全)」「地球環境保全機能(地球温暖化の緩和・地球気候システムの安定化)」「土砂災害防止機能 and/or 土壌保全機能」「水源涵養機能」「快適環境形成機能(気候緩和・大気浄化・快適生活環境形成)」「保健・レクリエーション機能」「文化機能」「物質生産機能」を掲げています。

#### 3) ニュー・ジーランド(NZ)の資源管理法では……;

いつも NZ の例を引用して恐縮です。Maclaren, J.P. は NZ 森林研究所の報告書(Environmental Effects of Planted Forests, 1996)の中で、「環境が意味するところ」を解説しました。なぜならば、NZ にとって「環境」というコトバの厳格な理解は、「資源管理法 1991」に関係します……「資源管理法(The Resource Management Act 1991)」の根幹にかかわるところです。ちなみに資源管理法は、「世界最初に制定された環境に関連する法律」と認識されています。

Maclaren と「資源管理法 91」は、つぎのように「環境(environment)」を説明します。

#### (1) 天然資源・自然資源(Natural and physical resources):

大地・水・大気・土壌・ミネラル・エネルギー・植物・動物など、すべての地球構成物を含みます。

#### (2) エコシステムと構成成分(Ecosystems and their constituent parts):

そこには、住民とコミュニティが存在します。

### (3) アメニティ評価(Amenity values):

自然がもつ特性(Natural and physical quality), さらに住民に与える快適性・美しさなどを指します。

(4) 社会的・経済的・美的そして文化的な状態(The social, economic, aesthetic, and cultural condition):

第(4)項は, 上に指摘した3点 = (1) ~ (3)と受動的あるいは能動的に, 関与しあうことが考えられます。

Maclaren は, いま時代が求め始めている社会要請が「保続ないしは持続(sustainability)」である, と指摘します。そして森林問題の専門家は環境を重視した行動に基点におき, そこに焦点をあてた発言をしますが, 他領域の産業人は森林専門家の発言に追随するのみです。

彼は保続(sustainability)と保続生産(sustained yield)とを混同してはならない, と指摘します。すなわち生産物(products)とアメニティを総合するだけでなく, 環境の付属物にも「保続」の概念が及ぶようになってきたことを指摘します。たとえば「種の多様性」は, 人類の生存に直接には必須でないかもしれませんが, 保続の概念が及ぶ対象物です。

NZ の「天然林の保続管理」は, 「森林法(Forest Act 1949 = 修正 1993)」で規定されます。この「NZ 森林法」について, 詳細な説明は割愛します。

## 2. わが国の森林政策は転換に踏み切った .....その方向性?

1964 年に制定された「林業基本法」は, 制定当時, 旺盛な木材需要を背景にしたという認識があります。そのような温室状態の中で, 情眠をむさぼってきた日本林業だったのかもしれませんが。

私たち「ウッド・サイエンス」の関係者には, 「地球環境保全と資源利用の整合性創出」が命題です。旧・林業基本法に代わる新しい「森林・林業基本法」が, また情眠の逃避先でないことを祈っています。

日本でも, 欧米に遅れて 1980 年頃から社会環境が一変しました。つまり「木材生産の産業 = 林業」も, 社会環境激変の影響を大きく受けました。

つまり, 「社会システムの変革」「木材需要構造の

推移」「先進的な木材工業の台頭」などを無視しつづけた日本林業は, 国際化した「高度育成林業」に基盤をおく海外先進国林業に比べて国際競争力が劣り, ひいては国産材シェアの致命的激減に見舞われました。いまや瀕死の重症です。つまり時代推移への「乗りおくれ」は林業のみならず, わが国の守旧的行動にこだわる一次産業に共通の欠陥かもしれせん。

木材資源では, 木材供給者(林業者)とエンド・ユーザー(最終需要者)の間には, 木材加工つまり「木材工業」が介在します。木材工業が「工業」である以上, 国際競争という視点から, 工業としての「高い製品性能と生産性向上」が必須でしょう。ひいては木材工業が求める「高性能と高生産性」に即応できない国産材であるならば, 輸入針葉樹材にマーケットを奪われても無理がありません。蛇足ですが, よく林業関係者が言う「為替レートの問題」でないことは事実のようです。

上に述べた視座にたてば, 木材の供給者(林業)と利用者(木材工業)との間に, 国産材への品質期待の整合性創出ができなかったのは当然だったのかもしれませんが。厳しい表現ですが, 為政者・行政担当者, この辺りの認識が欠落していたのでしょうか... 抜き差しならない現状の一因として, このような愚見は暴論でしょうか?

= 閑話休題 =

上の社会的背景をうけ, 1964 年制定の旧・林業基本法からの「政策転換」が行われることになりました(01年版:森林・林業白書)。

### 1) 新しく生まれた基本理念

これからは「持続的発展」が可能な社会構築が求められていることを踏まえて, 森林・林業・木材産業に関する新たな基本政策が掲げられました。

つまり, 森林の保全と利用の両立を図る「持続可能な森林経営」を推進することにより, 木材供給, 国土保全, 水資源かん養など, 多面にわたる森林機能を持続的に発揮させることを基本理念とする, としました。

その支えが、2001年6月に成立した「森林・林業基本法」であり、新しい理念のもとで政策が実行されることになりました。

## 2) 持続可能な森林経営

リオ・デ・ジャネイロで開催された「国連環境開発会議(92年)」で採択された「森林原則声明」があります。その行動計画の1つに、「持続可能な森林経営」が盛り込まれました。その実現のために、わが国が参画する「モンリオール・プロセス」では、つぎの持続可能な森林経営を評価する「7基準・67指標」への取り組みが進められています。

基準 1: 生物多様性の保全(8指標)

基準 2: 森林生態系の生産力の維持(5指標)

基準 3: 森林生態系の健全性と活力の維持(3指標)

基準 4: 土壌および水資源の保全(8指標)

基準 5: 地球的炭素循環への寄与(3指標)

基準 6: 社会の要請への対応(19指標)

基準 7: 法的, 制度的, 経済的枠組み(20指標)

指標の詳細については割愛します。

## 3) 森林政策転換は国産材の将来に「吉」となるか?

旧「林業基本法(1964年)」では、木材需要を背景にしたことは上述しました。他方では、国産材は「木材工業用資源としての国際競争力」に難点があり、そのことが原因で「国産材のシェア」は低下しています。

### (1) 木材需要構造の大変化

ほぼ1千万haにも及ぶ「わが国人工林」の施業目標が、「わが国木材工業が求める木材資源」と大きな食い違いを生じているようです。その詳細を述べるには、与えられたスペースが不足です。ただ一言でいうなら、林業と木材工業との間には、「心に描く木材資源」に大きな相違があるようです。建築の構法・工法を例にしても、林業は「在来工法住宅」を想定し、木材工業は「大規模構造物や新工法」にまで及ぶ木材材料を期待します。

林業学に素人の私の思い……「木材需要構造の転換」を受けた今、森林施業は「大きな転換」が求められるはずではないでしょうか?

現代のキー・ワード風にいえば「生産構造および需要構造の変化」ということで、林業者(木材生産サイド)と木材工業(木材利用サイド)との間に生じている「時代認識の差」を、是正する必要があるでしょう。

### (2) 木材生産と環境保全とが同居する森林行政の功罪

森林行政の一元化という意味では、行政担当組織が「環境保全」と「資源生産」の両面を掌握することは有意義でしょう。たとえば「森林・林業白書(01年版)」の森林・林業の「動向認識」「講じた施策」に対し、「環境保全」に関する記述は親切です。反面、「資源生産」については、白書執筆者に木材学・木材技術の素養が十分とは言えないかもしれません。もしも単一行政組織が「環境保全」と「資源生産」とを掌握するならば、森林行政担当者には「秀でたゼネラリスト」であることが問われるでしょう。

私たち木材利用の関係者にとって、新しい「森林政策」の基本計画では、将来の木材資源確保に懸念を実感します……国産材利用を考えなくてもよければ、この議論は必要ありませんが。

いずれにしても、森林行政(林野行政?)で「環境保全」と「資源生産」とが同じ屋根のもとで行われることに賛否両論でしょう……このことに私のような部外者が口をはさんだり、意見を述べる力量はありません。

ただ私のNZでの経験だけは、つぎに述べさせていただきます。

### (3) ニュー・ジーランド(NZ)の環境保全

ご存知のようにNZの行政改革は、1980年代半ば過ぎに始まり、90年代半ばには完了しました。

永年にわたって「資源生産」「森林環境保全」「森林研究」とを幅広く所管し、大きな業績を挙げてきた山林局(Forest Service)も当然のことながら廃止されました。そして、資源生産部門は「公社化」(のちに民間売却=伐採権だけ)され、森林環境保全の職務は「保全庁(Department of Conservation = DoC)」に移管、研究組織は「国立研究組織(Crown

Research Institutes)」に位置づけられました。さて「DoC」の役割は広大で、国立公園、重要な科学的資産、さらに歴史的建造物などを所管します。

当時の山林局所属のリーダー達も、当初は歴史建造物保全と同組織で所管される「環境保全林」を危惧しました。しかし今では彼らも安堵し、私の目には大きな不具合もなく運営されているように思えます。ただ、「国有林＝人工林」の売却先の多くが国外企業であったことから、一般市民には「国有財産」の国外流出という非難はあります。

上のようなNZの実例にてらして、「資源生産林」と「環境保全林」とが異なる屋根の下で運営されるのも、一つの「理」があるのかもしれない、というのが愚見です。

### 3. 地球環境保全に整合する「森林資源活用」の取り組みは……？

地球環境保全と森林資源活用とを「整合させる」、あるいは「地球環境保全に関心があります」と口で言うのは簡単です。しかし現実の取り組みとしては、いろんな困難をはらみます。

いま世界で注目を浴びているのが、「地球環境保全」と「国際規格」との連携です。そして木材科学領域・木材工業領域での話題が「森林認証」「ラベリング制度」「製造者責任」あわせて「LCA(ライフ・サイクル・アセスメント)」などでしょう。

以前のように、「森林は地球環境保全に役立っている」と念仏を唱えるだけでは、社会への責務を果たせないばかりか、社会も納得してくれません。いま話題になっている「環境マネジメント＝ISO 14001」は、国際規格の1つとして多くの皆さんが理解するところです。

#### 1) 森林認証とラベリングをめぐる世界の動き

企業や組織の「環境問題への取り組み」を第三者に評価・認証してもらうのが「第三者認証」で、その結果を製品に表示するのが「ラベリング」です。小林紀之さん(APAST, 2000年)によると、森林認証・ラベリング制度はヨーロッパで起こった「熱帯材不買運動」に発端があったといえます。それら認証への取り組み

はNGOを中心にして進められました。

世界の林業で重視される認証制度に「FSC (Forest Stewardship Council＝森林管理協議会)」があり、本部をメキシコに置いています。このFSCの認証を受けた世界の森林面積・2,550万ヘクタールとされ、スウェーデン・ポーランド・USAの3カ国で約3分の2の認証面積を占めています。

世界に広がる「FSC認証」の他に、USAの「全米林産物製紙協会の森林認証プログラム」(3,200万ヘクタール)、ヨーロッパ14カ国の「パン・ヨーロッパ森林認証」(3,800万ヘクタール)、カナダの「カナダ標準化機構」(500万ヘクタール)、イギリスの「イギリス・ウッドランド保障計画」(100万ヘクタール)などがあります。

残念ながら、わが国での「FSC認証」の件数は少なく、カバーする面積も僅少にとどまり、本格的な行動に移っていません。

#### 2) FSC認証に連携する「バイヤーズ・グループ」

森林の認証を「木材」にまで及ぼすために、「FSC認証森林の木材」を使った木材製品の認証を「CoC認証」と称し、木材製品には「FSCのロゴマーク」を付けることができます(図1)。



図1 FSCのロゴマーク

最近、「バイヤーズ・グループ」を聞くようになりました。つまり、「FSC認証」された林産物を積極的に取り扱う業者のグループを、「バイヤーズ・グループ」と称します。現実の木材取引では、FSC認証の有無が

注目されており、その理由は「バイヤーズ・グループ」との連携にあるといえます。このような背景を受け、NZ の知人との会話で「FSC」「バイヤーズ・グループ」を聞くことが増えました……ヨーロッパ地域への木材製品の輸出では、FSC 認証の有無が注目されるようです。

### 3) 認証やラベリングへの市民の関心

地球環境保全を口にするには、私たちの実生活での「具体的対処の拠りどころ」が必要でしょう。そのために「木材製品」に添付されたラベリングが有効でしょう。しかし、一般市民の理解が不十分なのは残念です。

カナダ BC 州での「DIY 購入者の購買意志決定」(小林さんの資料・前出)によると、高得点を占めたのは品質・価格・外見などですが、「環境への影響」とりわけ「認証の有無」は低位に位置しているようです。

わが国の調査(小林さんの資料・前出)によると、「FSC」「ISO」を「知らない」という人たちが、全年齢層にわたって分布しています……環境問題に熱心な女性ですが、「知らない」と答える人が多いのは不思議です。

つまり、海外の「林業」「木材工業」「木材の国際流通」領域では、「森林認証とラベリング」の必要性が周知しているようです。しかし、一般市民には、認証の存在が周知していないのは残念です。

先般(02年3月開催)の「Forest Industries 2002(Rotorua/NZ)」の市民向け Exhibition では、その点を意識してでしょうか?……NZ の林業・木材工業の総合企業:F社は、森林認証制度とりわけ「FSC 認証」の説明コーナーを設けました。木材資源が輸出品として期待される NZ にとって、自国内の一般市民にも「森林認証」を周知徹底する必要があるのでしょうか。

上記の認証制度のほかに、多くの皆さまが承知の「ISO14001(環境マネジメントに関する国際規格)」があります。この規格は、企業活動・製品およびサービスの環境負荷の低減など、継続的な改善を図るシステムです。そのために「森林」「木材資源」のみではな

く、広い企業活動に及ぶ規格です。この稿では「ISO14000 シリーズ」への論及を割愛します。

### 4) 企業などの環境への関心: 環境会計、環境報告書など

旧・環境庁がまとめた「環境保全コストの把握および評価に関するガイドライン(中間報告)」以来、「環境会計」「環境報告書」への関心が高まってきました。

「環境会計」とは……環境白書(02年版)は、つぎのように説明します。

= 原文のまま/読みづらい文章です =

企業等が、持続可能な発展を目指して、社会との良好な関係を保ちつつ環境保全への取り組みを効率的かつ効果的に推進していくことを目的として、事業活動における環境保全のためのコストとその活動により得られた効果を認識し、可能な限り定量的に測定し、伝達する仕組み。

「環境報告書」とは……環境白書(02年版)は、つぎのように説明します。

= 原文のまま =

企業等の事業者が、最高経営者の緒言・環境保全に関する方針・目標・行動計画・環境マネジメントに関する状況(環境マネジメントシステム・環境会計・法規制遵守・環境適合設計その他)・および環境負荷の低減に向けた取組等について取りまとめ、一般に公開するもの。

### 5) グリーン購入

わが国環境省は、2000年の「新しい環境基本計画の策定」に始まり、「循環型社会形成推進法」などを成立させました。そのような流れの中で政府の各機関が、みずからの基準を定め、「環境物品」の調達を推進する「グリーン購入法」を施行しました……グリーン購入法とは、国などの環境物品等の調達に関する法律(00年・法第105号)を指します。同法に基づき基本方針によって、14分野・101品目の特定調達品目を規定しました。

グリーン購入法の実施と波及効果で、一般消費者が低価格で環境物品を買うことが期待されます。ここ

に「グリーン購入」の主要対象になっている商品で、その販売額増加状況のデータ(環境白書・02年版)があります。数年前に比べて、15品目分野で販売額増加の第1位は制服・事務服・作業服で、第2位以下で木材資源に関係するのは順次……「第2位:包装材・梱包材」「第3位:文具・事務用品」「第4位:部品・原料材」「第5位:コピー用紙」「第8位:オフィス家具」「第9位:印刷用紙」「第12位:建築用資材」「第14位:トイレット・ペーパー」と続きます。

#### 4. ニュージーランド(NZ)の資源管理法

NZの資源管理法:RMA91(The Resource Management Act 1991)が、世界に先駆けて制定された「資源生産と環境保全との整合性創出」を目指す法律とされます。この法律は資源生産のすべてに対応するもので、人工植栽林の創出といえども、クリアすべき項目がたくさんあります。その大要を下に列記します。

##### 1) 地域行政の基本計画との整合

資源開発と連動する「District & Regional Plans」との整合が求められます。すなわち地方行政(日本の市町村 = District Council, および都道府県 = Regional Council)は、地方行政の基本計画を準備しておく必要があります。

この地域行政の基本計画が備わることで、企業活動と市民生活との間に起こりがちな「認識の乖離」が、避けられるのかもしれませんが。

##### 2) 主な環境基準評定の項目

多種多様の「環境基準」の評定項目をクリアしなければなりません。すなわち、「水資源確保」「良好な水質確保」「土砂崩壊防止」「市民生活への影響を保全」「アメニティ確保」「市民のアクセス確保」「道路の確保」「地域の生産性確保」「健康な大気確保」「山火防止」「自然林確保」「種の多様性確保」、さらにNZ固有の先住民族との関係では「マオリ文化との整合」があります。

##### 3) 環境問題に対処するための法的機関

資源管理法の制定とともに、「環境裁判所(The Environment Court)」が1991年に発足し、その後、

1996年に改定されました。

#### 5. むすび

多くの人々が、「地球環境保全」と「森林資源利用」とは、本来、対峙しているという構図で認識しがちです。

かねての私のコトバ……昔は「森林に収束するサイエンス・技術・産業の関係者」は、「森林」という共通語をもっていました。残念ながら、1960年前後の経済高度成長時代を境にして、「木材生産」と「木材資源利用」とが異なる哲学を目指す場面が多くなりました……これを第一者・第二者と命名することにします。つまり、「森林」というコトバに、異なる意義を抱きはじめた2者です。

くわえて21世紀を迎えたいま、第一者・第二者のほかに、新しく「森林に深い関心をいだく方々」が生まれました。これを第三者とします。

第一者は、森林と永く付き合ってきたという自負心が強くあります。第二者は、「自然と人間活動」のはざままで堅固な理論武装を身につけました。新しく参加してきた第三者は、情緒に発端する行動力は絶大です。

上のような背景を想うとき、3者が共同して「地球環境保全と森林資源利用の整合性創出」に立ち向かう必要がありそうです。

皆さんからE-mailで、ご意見・ご高説をいただければ幸いです。

急な原稿依頼のために、準備期間が不足しました。そのために、乱暴な論旨・議論展開になりました……乞・ご容赦。

(つつみじゅいち:九州大学名誉教授)

jtsutsum@orange.ocn.ne.jp

## 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 (4)

長濱 静男



### 4-1. ヒノキ葉の化学成分による分類

ヒノキの葉は芳香と防腐作用があり、古くからなま物の下敷きなどに用いられて来たので芳香成分に着目した研究は早くに始められた。内田壮氏<sup>1)</sup>は 1928 年生葉 77kg を水蒸気蒸留して油 894g を得、その中からヒノキ酸と命名した結晶性セスキテルペン酸を分離した。この構造研究は奥田治氏<sup>2)</sup>により 1950 年頃より行われ、三員環を有する三環性の構造が導かれたが、最終的には 1960 年 Erdtman、Norin<sup>3)</sup>により NMR による三員環メチレンの存在証明で決着し、ヒバ材油の主成分 thujopsen に対応する酸であることが明かとなった。ヒノキ葉油の分析はほかにもいくつか報告があるが、ガスクロマトグラフが導入されて初めて個別に詳細な分析が可能となった。筆者等は九州育種場において全国のヒノキ精英樹の試料を集めて戴き、ヘキササン抽出油を分析したところ、ジテルペン炭化水素はヒバエンと 13-エピドラブラジエンであったが、これは少量で主成分はモノテルペンとセスキテルペンアルコールであった。後者の成分はスギ葉の成分に 3 成分が加わったもので、そのひとつは 10-エピクベポール、他の二つはエピマーで  $\alpha$ , $\beta$ -hinokienol と命名し、合成による絶対配置も決定して報告した (1996)<sup>4)</sup>。ところが同一物質が Coolらにより *Cupressus bakeri* ベーカーイトスギその他から分離されており (1994)<sup>5)</sup> *cis*-muurol-5-en-4-ol と名付けられていた。その他のセスキテルペンアルコールはスギと同じ成分であるが、個体により 10-hydroxygermacradiene を欠くものがある。即ちスギ葉の処で述べたグループ 1 から 5 に属する (表 5)。

表5 ヒノキ葉セスキテルペンアルコールによる精英樹分類

ヒノキ3成分 + スギグループ	九州	四国	福島
1	31	48	1
5	4	24	6
6	5 <sup>a)</sup> (16) <sup>*</sup>	1 <sup>b)</sup>	0

<sup>a)</sup>阿蘇 1,2,3,4,7号; <sup>b)</sup>安芸(民)7号; \* 南郷檜

ヒノキの林業品種として唯一南郷檜 *C. obtusa* var. *nangoa* Sato が知られている。1955 年宮島寛教授<sup>6)</sup>

により発見された、阿蘇地方で挿し木造林されている栄養繁殖系品種で、トックリ病にかかり難いという特長がある。熊本県林研指の入家龍二氏と筑波大学の共同でアイソザイム分析がおこなわれ、壮齡林では 70% が同一クローンであったと報告されている<sup>7)</sup>。筆者等は南郷檜とされている精鋭樹 5 種のほか森林総研九州支所の 6 本と久木野村羽田誠次氏所有林から戴いた 10 個体の試料を分析したところ、何れも酸性部にヒノキ酸を含まず、またセスキテルペンアルコールは thujopsanol, cedrol を欠きグループ 6 に属するものであった。このような成分の特徴からみて南郷檜は台湾ヒノキとならぶヒノキの変種とみなして良いのではなからうか。

### 4-2. ヒノキ属の化学成分による分類

これまで述べてきたのは成分の種内変動に着目した種の下位の分類であった。それでは種のレベルでの分類、即ち属の下位の分類は可能であろうか。それには種のレベルで変動しない成分を確認するため、相当数の個体を集めねばならない。

ヒノキ属は日本に 2 種、台湾に 2 種、北アメリカに 3 種という小さい属である。台湾の 1 種台湾ヒノキは日本のヒノキの変種とされている。そうすると世界に 6 種となる。そのうちヌマヒノキだけは分析結果が発表されていなかった。しかし従来の研究では水蒸気蒸留で採油されたものが多いので、筆者等は改めて全種のヘキササン抽出油を分析した。外国産の種は数が集まらないので極めて不十分であるが、林木育種センターと森林総研において貴重な試料を分けていただいた。その結果、一応ヒノキ属は特徴成分によりヌマヒノキ、ローソンヒノキ、ヒノキのグループとサワラ、ベニヒ、アラスカヒノキのグループの二つに分かれるようである<sup>8)</sup> (表 6)。オプロパノンのアセテートはヌマヒノキとローソンヒノキの主成分であるが、ヒノキにも僅かふくまれる(スギ葉にも僅か存在する)。此の三者は *cis*-muurolenol をかなりふくんでおり、この成分はイトスギ属にかなり分布しているので、ヌマヒノキ、ローソンヒノキ、ヒノキはイトスギ属に

かなり近いのではないか。一方pisiferanol等B環が7員環に拡大した成分はサワラとベニヒの特徴成分であるが、アラスカヒノキにも少量含まれていることがわかった。ベニヒはタイワンサワラの別名があるほど外見が似ているが成分も似ている。九大農学部の白石先生<sup>9)</sup>のDNA分析でもその近縁性は認められている。ところがアラスカヒノキは球果が2年目に成熟するのでイトスギ属に分類する人もいて、次項に述べる最近の遺伝子分析を考慮した分類でもそうになっている。そうするとイトスギ属中のpisiferanolの分布に興味もたれる。

なおサワラの変種ヒヨクヒバにオプロパノンアセテートが存在するという報告<sup>10)</sup>があるが、筆者ら<sup>11)</sup>がサワラ及びその変種のいくつかについて調べた結果、この物質は見いだせなかった。此の試料はヒヨクヒバではなく、ローソンヒノキまたはヌマヒノキの変種ではないかと推定される。針葉樹には外観がよく似た異種が存在し例えばスイリュウヒバ(ヒノキの変種)とヒヨクヒバ(サワラの変種)とイトヒバ(コノテガシワの変種)の区別は外見上困難であるという<sup>12)</sup>。古典的な例としてヒノキの園芸品種とされていた'Sanderi'が精油成分からコノテガシワの変種と認められた<sup>13)</sup>ように、種の決定には成分分析は有効であろう。

#### 4-3. ヒノキ属とスギの関係

ヒノキ科(Cupressaceae)はPilgerによって1926年スギ科(Taxodiaceae)から分離されたが、残ったスギ科9属はほとんど1属1種で科としての共通性に乏しい。早田文蔵氏<sup>14)</sup>は1932年「スギ科は数科に分たるべきものである」と主張したが、Pilger and Melchior(1954)はスギ科を7つの連(科のひとつ下位)に分かった。しかしEckenwalderは1976年スギ科とヒノキ科を再び統合して広義のヒノキ科とし、これをコウヤマキ亜科とヒノキ亜科にわけ、後者をヒノキ連、スギ連(スギ1属1種)、コウヨウザン連にわけた。ヒノキ連は更に5つの亜連にわかれ、そのうちの第三、第四亜連が旧ヒノキ科に相当するとした。

最近Quinnら<sup>15)</sup>は遺伝子解析の結果と形態学の結果を総合して、コウヤマキを外した広義のヒノキ科を7つの亜科にわけた。旧スギ科はそのうちの5つを占め、その一つスギ亜科にスギ属、スイショウ属、ラクウショウ属が属するとした。後の二属は

Eckenwalderの分類ではヒノキ連の第五亜連をなしてヒノキに対しスギよりも近い位置にいた。また九大理学部の館田先生<sup>16)</sup>らも同様な結果を発表された。これらの新しい分類ではスギは旧スギ科のどの属よりも旧ヒノキ科に近いことになる。(この項は中央大学西田文治教授の御教示をうけた。深謝いたします。)

表6 ヒノキ属および近縁種の特徴的葉成分分布

	イ タ リ ア イト ス ギ	ル シ タ ニ カ イト ス ギ	シ ダ レ イト ス ギ	ヌ マ ヒ ノ キ	ロ ー ソ ン ヒ ノ キ	ヒ ノ キ	タ イ ワ ン ヒ ノ キ	サ ワ ラ	ベ ニ ヒ	ア ラ ス カ ヒ ノ キ	ア ス ナ ロ
試料数	1	1	5	3	2	>100	1	6	7	5	>20
<i>cis</i> -muurolenol	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-
hedycaryol	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
oplopanonyl Ac	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
hibaene	-	-	-	+	+	+	-	+	-	-	+
totarol	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-
pisiferanol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
hinokiic acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>cis</i> -communic acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>trans</i> -com. acid	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
sanaracopimarica	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	+
isopimaric acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
imbricatolic acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
pisiferic acid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-

>10%, +>1%, - 検出せず

#### 文献

- 1) 工化 31, 650-659.
- 2) 薬学雑誌 72, 703-709.
- 3) *Chem. Ind.* 1960, 662-663.
- 4) *Phytochemistry*, 42, 159-162.
- 5) *ibid.*, 36, 961-965.
- 6) 暖帯林 1956, No.11, 4-8.
- 7) 熊本の林業, No.646, p26 (1993).
- 8) 第43回テルペン討論会要旨集, 159-161 (1999).
- 9) 山口奈桜子, 川島美智子, 白石進, 山本千秋, 第47回日本木材学会大会要旨集, 23 (1997).
- 10) *J. Ess. Oil Res.*, 3, 1-6 (1991).
- 11) 第41回テルペン討論会要旨集, 45-47 (1997).
- 12) 上原敬二, 樹木大図説 I, 413-414.
- 13) L. J. Gough, H. W. Welch, *Bot. J. Linnean Soc.*, 77, 217-221 (1978).
- 14) 植物学雑誌, 46, 24-27.
- 15) *Amer. J. Botany*, 87, 1044-1057 (2000).
- 16) *ibid.* 87, 1480-1488 (2000).

# スギを原料としたパーティクルボードの材質<sup>\*1</sup>

## イソシアネート樹脂接着剤を用いたボードの低密度化に関する研究

荒木博章<sup>\*2</sup>・高麗秀昭<sup>\*3</sup>

イソシアネート樹脂接着剤を用いて、スギを原料としたパーティクルボードを製造した。そして、ボードの低密度化について検討した。曲げ強さおよびはく離強さは、ボード密度約  $0.4\text{g}/\text{cm}^3$  で十分にJIS規格を満たした。JISに定められた曲げヤング率を満たすには、 $0.60\text{g}/\text{cm}^3$  程度のボード密度が必要であった。表層の改質などにより曲げヤング率を高めることができれば、さらにボードを低密度化することが可能であると考えられる。また、低密度化により吸水厚さ膨張率は改善されるが、接着剤の添加率を高めることによりいっそう改善された。

### 1. はじめに

パーティクルボードなどの木質ボード類は、熱、水の存在下において高圧で圧縮成形される<sup>1)</sup>。そのため、同一密度のボードを製造する場合、原料密度の低い方がより多くのパーティクルが圧縮されるために、高い強度的性質を発現することが明らかになっている<sup>2)</sup>。よって、低密度の原料を用いることにより、ある程度強度的性質を維持しつつ、ボードの低密度化を図ることができる。一方、厚さ膨張率に関しても、低密度の原料は原料自体の膨潤が小さいために、ボードの厚さ膨張率も改善される。これらの点から、低密度であるスギは他樹種に比べて優れた原料となる可能性が高い。また、スギの利用拡大の面からも、スギを原料としたボードの研究は有効であると考えられる。しかし、スギを原料とした場合の低密度化に関する研究は少ない。一方、イソシアネート樹脂接着剤は低密度での接着が可能であり、低密度ボードを製造するには効果の高い接着剤である<sup>4)</sup>。よって本研究では、イソシアネート樹脂接着剤を用いてスギを原料としたパーティクルボードを製造した。そして、その材質と低密度化について検討した。

### 2. 実験方法

(1) パーティクルの製造: 飽水状態のスギ丸太(気乾密度:  $0.39\text{g}/\text{cm}^3$ )を、長さ 20mm、厚さ 0.4mmに規制して切削した。それらを 80 で 24 時間乾燥した後、ハンマーミルで破碎した。そして、目開き 2mmのスクリーンでダストを除去して供試パーティクルを得た。パーティクルの平均寸法は、長さ 17.28mm(標準偏差: 3.56)、幅 2.80mm(同: 1.33)、厚さ 0.467mm(同: 0.101)であった。

(2) ボードの製造: パーティクルは 80 で 24 時間乾燥して試験に供した。パーティクルの含水率を調整するために、乾燥後の重量に対して 10%の水をスプレー塗布した。その後ただちにイソシアネート樹脂接着剤((株)オーシカ、PB-1605、樹脂固形分: 100%)を塗布した。接着剤の添加率(RC)はパーティ

クルの全乾重量に対して 5%、10%および 15%の3水準とした。なお、接着剤の塗布の際には、接着剤重量に対してアセトンに 20%添加して希釈した。目標ボード圧縮比(全乾ボード密度/原料全乾密度)は 0.5、1.0 および 1.5 の3水準とした。この際のボード密度は、それぞれ  $0.2\text{g}/\text{cm}^3$ 、 $0.4\text{g}/\text{cm}^3$  および  $0.6\text{g}/\text{cm}^3$  である。熱盤温度は 160、圧縮圧力は約 13MPaとした。厚さは 20mmのディスタンスバーを用いて規制した。また、プレスの加圧速度制御により 4.5mm/秒の速度でマットを加圧した。480 秒間圧縮して、寸法 300mm × 360mmのボードを各条件1枚製造した。

(3) 試験の実施: 製造したボードから 320mm × 50mmの曲げ用試験片を5片採取した。20、65%の恒温恒湿器内で二週間調湿して、JIS A 5908-1994 に基づき常態曲げ試験を実施した。また、曲げ試験片の非破壊部分から 50mm × 50mm の試験片を採取し、はく離試験および吸水厚さ膨張率試験を実施した。各試験の繰り返し数は5である。

### 3. 結果と考察

#### (1) 曲げ性能

RCと曲げ強さ(MOR)について図1に示す。また、曲げヤング率(MOE)について図2に示す。どのRCにおいても、圧縮比の増加にともないMOR、MOEは高くなった。また、ボード密度  $0.2\text{g}/\text{cm}^3$  および  $0.4\text{g}/\text{cm}^3$  の場合はRCによる差は小さかった。ボード密度  $0.6\text{g}/\text{cm}^3$  の場合は若干差がみられ、RC5%は他に比べて低くなった。JISに示されているMORを参考にすると、18タイプ(18MPa)を満たすのに必要なボード密度は、RC5%で製造した場合では  $0.46\text{g}/\text{cm}^3$  程度、また 13タイプ(13MPa)を満たすには  $0.39\text{g}/\text{cm}^3$  程度で十分である。また、MOEについては、RC5%の場合では 18タイプ(3GPa、参考値)で  $0.60\text{g}/\text{cm}^3$  程度、また 13タイプ(2.5GPa、参考値)では  $0.53\text{g}/\text{cm}^3$  程度必要であり、JISの参考値を満たすためにMORに比べてボード密度を  $0.15\text{g}/\text{cm}^3$  程度を高くする必要がある。このことから、表層の改質などMOEをより高くするな

<sup>\*1</sup>Hiroaki Araki and Hideaki Korai: Mechanical properties and dimension stability of particleboard made from Sugi. A study of decreasing board density used isocyanate compound resin.

<sup>\*2</sup>熊本県林業研究指導所 Forestry Research and Instruction Station of Kumamoto Prefecture, Kumamoto 860-0862

<sup>\*3</sup>独立行政法人森林総合研究所 Forestry and Forest products Research Institute, Ibaraki 305-8687

どの工夫が必要であり、その結果ボードをさらに低密度化できると考えられる。

## (2) はく離強さ

RCとはく離強さ(IB)の関係について図3に示す。ボード密度が  $0.2\text{g}/\text{cm}^3$  (圧縮比 0.5) の場合にはRCの影響はなかった。しかし、ボード密度が高くなるほどRCが大きな影響を与えた。つまりRCが高いほどIBも高くなった。これは、圧縮比が高くなるとパーティクルが圧壊して接着面積が大きくなり、その結果RCの影響が大きくなり、接着力が高まるためと考えられる。JISに示されているIBを参考にすると、18タイプ ( $0.3\text{MPa}$ ) を満たすボード密度は、RC5%で製造した場合には  $0.33\text{g}/\text{cm}^3$  程度、また13タイプ ( $0.2\text{MPa}$ ) を満たすには  $0.28\text{g}/\text{cm}^3$  程度で十分である。

## (3) 吸水厚さ膨張率

RCと吸水厚さ膨張率(TS)の関係について図4に示す。RCの高い方がTSは低くなった。特に、ボード密度の高い場合、RCの増加によりTSは低下した。これは、圧縮比が高くなり接着力が高くなるために、パーティクルの吸水による厚さ回復が抑制されるためと考えられる。JISに示されているTS(各タイプとも12%以下)を満たすには、RCを高くすれば、ボード密度に関わらず12%を下回ることができた。

## 4. まとめ

(1) ボード密度が約  $0.4\text{g}/\text{cm}^3$  でJISの18タイプを十分に満たすIBであった。また、RCを高くすることにより、IBをさらに高くすることが可能である。一方、ボードの低密度化によりTSは低下するが、さらにRCを高めることでいっそう低下する。

(2) MOR、MOEに対するRCの影響は小さかった。JISの18タイプの性能を満たすためには、MORに関しては  $0.46\text{g}/\text{cm}^3$  程度、またMOEに関しては  $0.60\text{g}/\text{cm}^3$  程度のボード密度が必要である。これは、市販のパーティクルボードの一般的な密度(約  $0.75\text{g}/\text{cm}^3$ )より低く、スギが低密度のボードの製造に適していることがわかる。さらに、表層の改質などによって、より低い密度でMOEを高くすることができれば、ボードのさらなる低密度化が可能であると考えられる。

## 謝辞

本研究を行うにあたり、接着剤を御提供いただいた株式会社オーシカの橋爪英彦氏に感謝いたします。

## 引用文献

- 1) 梶田熙: 新編木材工業, 1985, 400-402
- 2) 川井秀一ほか: 木材学会誌, 33, 385-392(1987)
- 3) 末松充彦ほか: 木材学会誌, 35, 107-115(1989)
- 4) 末松充彦ほか: 木材学会誌, 34, 820-827(1988)

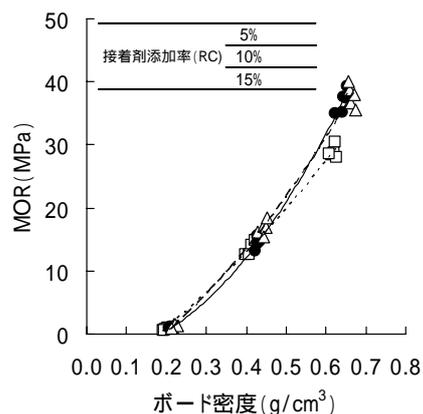


図1 接着剤添加率と曲げ強さ(MOR)

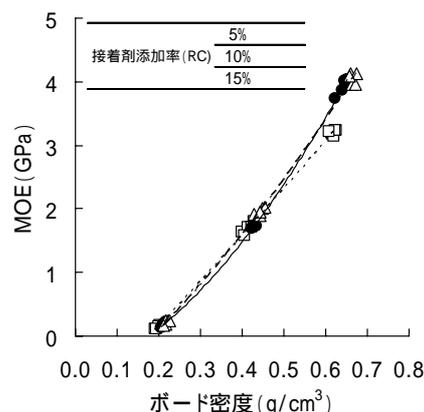


図2 接着剤添加率と曲げヤング率

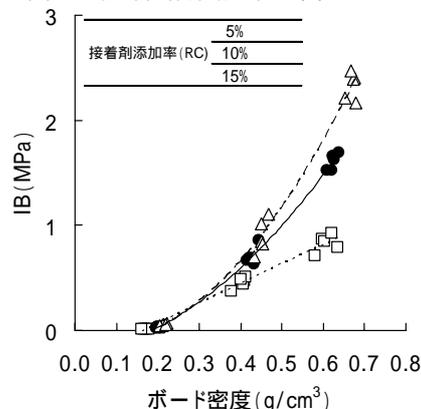


図3 接着剤添加率とはく離強さ(IB)

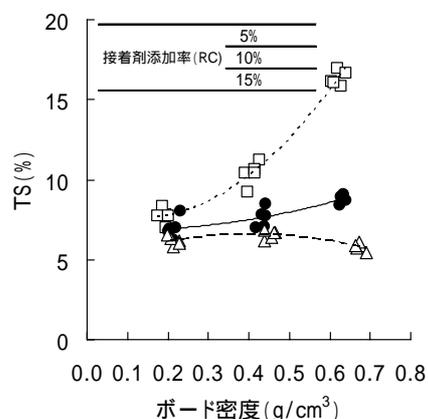


図4 接着剤添加率と吸水厚さ膨張率

担子菌に対するフッ化ソーダの影響とフェノール樹脂への併用効果に関する研究<sup>1</sup>脇坂政幸<sup>2</sup>・樋口光夫<sup>3</sup>・金子周平<sup>4</sup>

木材を屋外で使用する場合、構造物性や外観を永く持続させるために耐腐朽処理が必要である。前報<sup>1)</sup>では、防腐効果が予想される数種の金属化合物について、オオウズラタケを用いた耐朽性試験を行った。その結果、フッ化ソーダ(NaF)の有効性が示唆された。これを受けNaFの腐朽菌に対する効果を調べるため、寒天培地(PDA)に採取地と種類の異なる担子菌を殖菌し、希釈培養法による評価を行った。比較のため、CCA及びCuAZを同様にPDAに添加したものをを用いた。その結果、NaF単独ではCCA、CuAZに比べて高い濃度での添加が必要であることがわかった。前報の結果とあわせ考えて、フェノール樹脂との併用による有効性が確認された。

## 1. はじめに

前報<sup>1)</sup>では、幾つかの金属化合物を複合化したフェノール樹脂をブナ試験材に含浸して耐朽性試験を実施した結果、フッ化ソーダ(NaF)を複合化した系に高い耐朽性がうかがえた。NaFは古くから木材防腐薬剤の構成成分として用いられてきたが、単独での抗菌作用については十分なデータがない。そこで今回は、カワラタケとオオウズラタケの他に九州の山地に存在する3種の担子菌を用いて、それらの成育阻害に対するNaF濃度の影響を検討した。

## 2. 方法

希釈培養法<sup>2)</sup>に準じた抗菌試験を行った。即ち、目的とする薬剤を混合調整したPDAを90mmシャーレに15ml入れ試験培地とする。その表面の中央に、予め培養しておいた菌体を培地とともに5mmにカットして設置する。その後、経時的に成長量を測定する。評価は成長の有無及び成長速度の測定を行う。方法の概略を図1に示す。

## 2.1 対象菌体

今回用いた担子菌は、JISが規定する2種の菌株(カワラタケ、オオウズラタケ)の他、福岡県森林林業技術センターが九州内の山中にて採取した野生の菌株を入手し用いた。

白色腐朽菌

・カワラタケ(FFPRI 876) *Trametes versicolor*

・ヒラタケ(FPF 97062) *Pleurotus ostreatus*

・ヒイロタケ(FPF 97045) *Pycnoporus coccineus*  
褐色腐朽菌

・オオウズラタケ(FFPRI 1080)

*Fomitopsis purustris*

・マツオウジ(FPF 00010) *Lentinus lepideus*

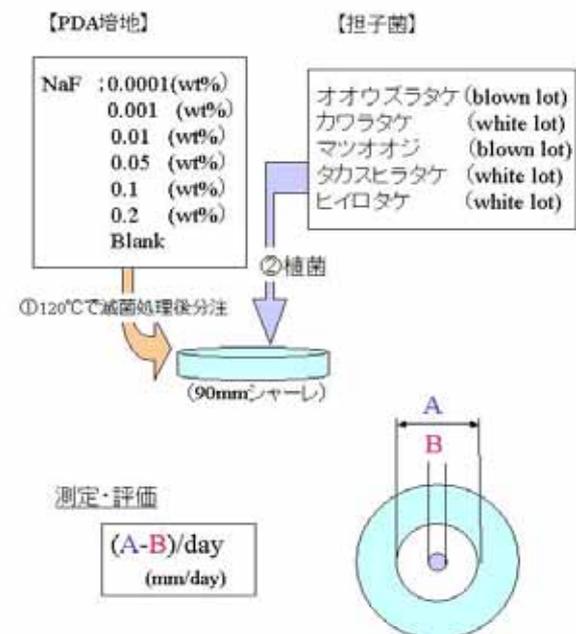


図1 操作及び条件概略

## 2.2 調整

・培地: PDA (39(g)/1000(L))

・薬剤: 種類及び添加量を表1に示す。

<sup>1</sup>Masayuki W., M. Higuchi, S. Kaneko : Study of the Sodium fluoride influence to the Basidiomycetes, and the effect with the Phenol formaldehyde.

<sup>2</sup>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, Ohkawa 830-0031

<sup>3</sup>九州大学大学院農学研究院Faculty of Agriculture, Graduate School, Kyushu University, 6-10-1 Hakozaki, Fukuoka 812-8581

<sup>4</sup>福岡県森林林業技術センターFukuoka Forest Research and Extension Center, 1438-2 Toyoda, Yamamoto, Kurume, 839-0011

表1 抗菌薬剤と濃度 (wt%)

NaF	CCA	CuAZ
0.0002	0.0001	0.0001
0.002	0.001	0.001
0.02	0.01	0.01
0.10	0.1	0.1
0.20	-	-
0.40	-	-

### 3. 結果

図1の操作による測定結果を図2に示す。

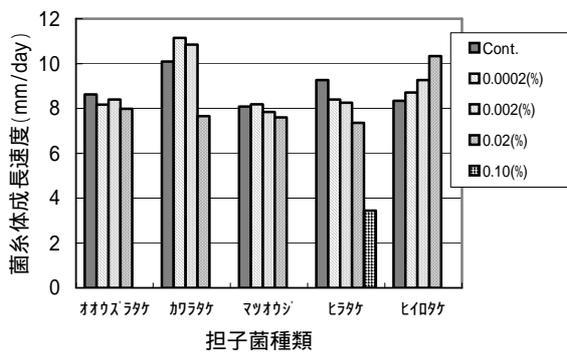


図2 NaF混合寒天培地における各種菌の菌糸体成長速度

図2よりヒラタケのみNaF濃度 0.1wt%でも成長したが、それ以外の担子菌は 0.1wt%において成長阻止が確認された。一方、ヒイロタケについては0.02wt%まではむしろ成長を促進する結果が得られたが、0.1wt%において成長抑制が確認された。

次に従来の薬剤と比較を行う目的で、JIS 試験用菌体2種及びヒラタケの計3種の菌株を対象に、表1に示す濃度において、図1と同様の抗菌試験を行った。その結果を図3～図5に示す。

図3のオオウズラタケに対する NaF、CCA、CuAZの比較ではCuAZが最も菌に対する抑制効果が高く、0.01%での成長阻止効果が見られた。NaFについては、成長抑制傾向が見られるようであるが、0.02%でもその抑制効果は僅かである。図4のカワラタケにおける結果では、阻止濃度的に図3と同様の効果が確認された。図5での、ヒラタケに対する成長阻害を見た場合は、CuAZの効果がさらに高く(阻止濃度が前2者(菌)に比べ1/5)、NaFでは逆に2倍の濃度が必要となりヒラタケの抵抗性がうかがえた。

以上の結果から、試験に供した何れの菌株においてもNaFの成長阻害効果はCuAZやCCAに比べて小さいことが明らかである。一方、基材として木材

(ブナ)を用いた耐朽性試験<sup>1)</sup>では、フェノール樹脂単独注入に比べてNaFの併用がはるかに高い耐朽性を示した。フェノール樹脂との複合により効果が高まった可能性も考えられる。なお、前回のブナ材における耐朽試験において添加したNaFの濃度は約0.2wt%及び0.4wt%であったが、今回のNaF単独で濃度0.1%のときに成長抑制を示した結果を参考にすれば、フェノール樹脂へのNaF添加量は、より低濃度で効果の発現が考えられる。

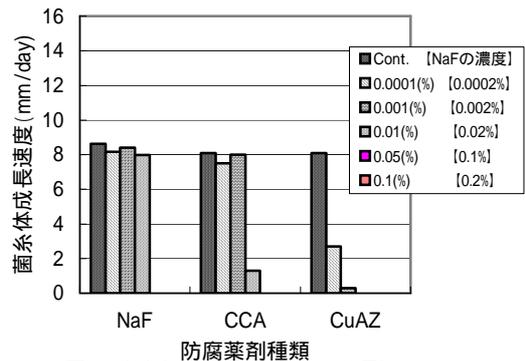


図3 オオウズラタケの菌糸体成長速度

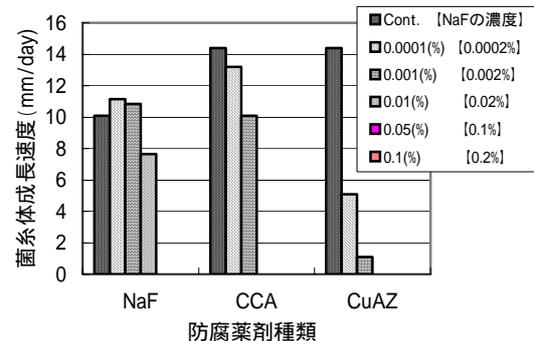


図4 カワラタケの菌糸体成長速度

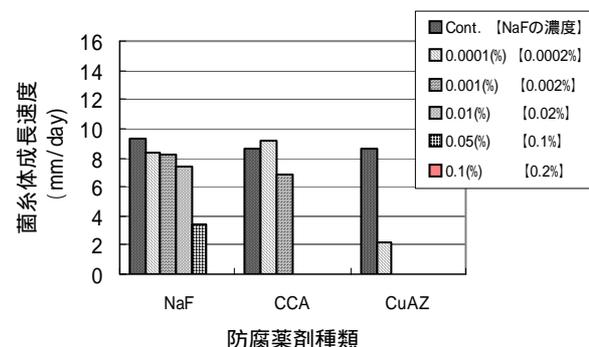


図5 ヒラタケの菌糸体成長速度

### 4. 引用文献

- 1) 脇坂・樋口・内倉: 木科学情報 vol. 8, No. 2 (2001)
- 2) (社)日本木材保存協会: 木材保存学

## 「乾燥材問題」に関する合同研究会に参加して



### 藤本登留

日本木材学会大会の最終日午後は、例年各研究会が催しを行う時間帯として割り振られています。この2002年岐阜大会では、5研究会が合同共催する大がかりな催しが行われました。事業委員会での意見のもと、担当の飯島先生が企画され、その呼びかけで5研究会が共催したものです。内容は、近年至る所で行われてきた乾燥問題関連の催しです。しかし、学会が産業界に貢献できる成果は未だ十分ではないこと、参加された「木材と水」「組織・材質」「保存」「木材強度・木質構造」「レオロジー」の各分野で興味深い関連研究が数多く出るようになったこと、研究発表の増加により他分野の発表がお互い実質的に聞けなくなったことなどが起案の要因とのこと。小生も乾燥分野で仕事をしながら「産業界で最も役に立つ研究とは」という疑問がいつも考えにあり、それについて他分野の考えを聞きたく参加しました。心持ち構造材の割れ抑制が業界から求められていることからその開発を行っているものの、その最終用途である木質構造等の分野から見て、割れ止めにエネルギーを費やすことがそれほど意味のあることに思われているのか不安に思います。しかし、その明確な答えもなかなか聞くことができません。これこそ横のつながりの希薄さともいえます。また、ある分野の人にとっては当然と考えられることも、同じ木材研究者でも他の分野の人は不思議に思えることが多々あります。

乾燥の現場では、一つの乾燥法、一つの乾燥スケジュールでも、所変われば評価が全く異なります。乾燥の現場を取り巻く条件の多さが頭を悩ませます。しかし、実験結果と同じように、意図に反しても現場の実状から目を背くことはできません。その原因を追及

するのみです。こういうとき、組織・材質、レオロジー等の専門家の幅広い基礎研究領域の協力が必要になります。今回の合同研究会では、乾燥分野の課題に興味を持っていただき、一つでも多くの共同研究組織ができ、行きづまっている乾燥問題のブレークスルーを果たす技術開発を願ってやみません。乾燥のなにが難しいのか、なにが問題なのかは、この合同研究会の資料集の「乾燥材問題を考える」を参照していただきたいと思います。乾燥の立場から勝手な期待を書きましたが、肝心の合同研究会の概要をご紹介します。

まず、合同研究会に先駆け、その資料集が準備されています。合同研究会の進行順に従い、登壇者の講演内容が掲載されているとともに、「乾燥・感想・提案」の項目で幅広い各界の関係者からの寄稿文が掲載されています。木材乾燥一つに、このような多くの切り口から文章が並べられているのも初めて見るような気がします。さらに、木材と水研究会による乾燥機メーカーからの意見収集結果が載せられています。乾燥機メーカーから見た今後の課題が浮き彫りにされています。最後に、「乾燥材」に関する膨大な文献リストが、「支部会等での発表」、「組織・材質関係」、「強度・構造関係」、「保存関係」に分けて掲載されています。乾燥に関係する研究の広さと多さに驚きです。是非、興味ある方はご一読をおすすめします。資料集は、今のところ事業委員会および各研究会の幹事さんで残部をお持ちとのこと。最寄りのところにご連絡されては如何でしょうか。最後にその問い合わせ先を載せておきます。

さて、合同研究会は約150名もの参加がありました。「乾燥問題を考える」のセッションでは、各立場

において第一線で活躍されている講師陣から「乾燥材生産現場から」、「国産材乾燥研究の立場から」、「材質研究の立場から」、「建築構造の立場から」の報告があり、問題の提起等が行われました。問題点が幅広く提示され、その改善はほど遠いイメージが膨らみます。乾燥研究者に対する責任問題として、これまでの怠慢を指摘されている感じがしました。続いて、- 乾燥材研究の今 - のセッションでは、各分野から乾燥に関するトピック的な研究内容が専門家から紹介されました。全体にわたるキーワードとして、「国産材」、「高温乾燥」が挙げられる内容で、これまでの従来の乾燥技術からすれば狭い範囲のもですが、現在の乾燥問題に的確に対応した内容が紹介されていました。ただ、なにせ非常に短時間の発表で、終わった後の印象が薄く感じられて仕方ありません。資料集にはそれぞれ良くまとめられているので、研究会に参加された方も一通り目を通すことをお勧めします。

今回の合同研究会は、「問題提起編」と言うことができます。この成果が、異分野との連携や共同研究の促進につながり、これら「乾燥問題」に対する「解答編」がいずれ開催されることを願ってやみません。

最後に、合同研究会を運営された事業委員会および各研究会の幹事の皆様、さらに講師の方々のご苦勞に敬意を表します。

資料集問い合わせ先：農工大 佐藤氏(事業委員会)、森林総研 藤井(智)氏(組織と材質)、秋田木高研 川井氏(木材と水)、京大木研 矢野氏(レオロジー)、信大農 武田氏(強度・木構造)、森林総研 桃原氏(生物劣化)

(ふじもとのぼる：九州大学大学院農学研究院)

## “トピックス”

### カナダの人と森林

#### 雉子谷佳男



#### 1. はじめに

カナダと聞いてまず連想することは、観光で有名な国でしょうか。秋の紅葉、立派なスキー場、ナイアガラの滝、赤毛のアンの島、メープルシロップ、アイスワインなど日本人には大変人気のある国です。昨年、約11ヶ月間、日本学術振興会のサポートのもと、カナダで研究生活を送るチャンスを得ました。受け入れ研究者の名前だけで派遣先を選んだため、観光名所とは無縁の、カナダ東海岸にあるニューブランズウィック州で生活することになりました。このはなし

は、カナダの森林を取り巻く事情について、ニューブランズウィック大学 林学部 サビッジ教授(樹木生理学、生化学)のもとでの研究生活の間に学んだことのなかから、とくに林業・林産業、大学、暮らしについて紹介したものです(写真1)。

#### 2. 林業・林産業(ニューブランズウィック州の場合)

NB(ニューブランズウィック)州の面積は、宮崎県の約10倍と広大であるにもかかわらず、その人口は約75万人です。州の面積の約80%が木材生産を行



写真1 サビッジ研究室のメンバー

っている森林となります。このうち州の森林が 48%、企業の森林が 21%で、個人 30%、その他 1%と、州の森林が多いのが特徴です。森林の樹種構成は針葉樹が 67.7%(スプルース、モミ、マツなど)、広葉樹が 32.3%(メープル、シラカバなど)です。NB 州の林業の特徴的なものとして、クラウンランド制度があります。クラウンランドは州の住民全員の森林で州によって管理・運営されます。全部で 10 ブロックに分けられ、現在、6つの林業会社に使用許可証が与えられています。このうち4社は生産した木材を主に自社の製紙工場に供給し、のこり2社は、主に自社の製材工場と OSB 工場にそれぞれ供給しています。林業会社がクラウンランド使用許可証を得るには、まず、工場管理運営計画書(10年間)、林業管理運営計画書(25年間)および1年ごとの計画書を州に提出する必要があります。州では、持続可能な森林管理の視点から、計画書に修正を加えるよう指導し、満足できる計画書になるまで許可証は与えられません。その結果、毎年的人工林面積に占める伐採面積の割合は 1.6%程度であり、伐採面積が2%を越えません。カナダでは、天然更新によって伐採地の 2/3 が再生し、20~30 年で針葉樹林となります。健全な森林の維持管理が重要であるため、とくに伐採作業において、土壌へのダメージが少ないタイプの高性能林業機械を選択したり、事前に伐採作業の森林への影響を評価したり、択伐、皆伐の組み合わせが行われたりしています。いくつかの企業では、自社の工場により適合する木材が生産できるよう選抜育種により、優

良種苗の育成も行われています。これらの企業が目指す林業は、自社の工場での最終製品に最適な木材を生産し、持続的な木材生産のために健全な森林を維持管理することです。大企業主体の林業・林産業は、クラウンランドの住民に、極めて大きな経済的貢献をしています。この林業・林産業による雇用者数は、約 28000 人で、支払われる年間の給料が約 740 億円で、1998 年に生産された林産物の総価格は 2320 億円です。NB 州での生活費は、宮崎県でのその半分の半だったので、林業・林産業がいかにこの州の経済に貢献しているかわかります。NB 州では、林業・林産業の勉強をしていると言うと、必ず『それはすばらしい!』と誉められます。日本では考えられない? 現象に遭遇します。したがって、大学に対しても、林業・林産業の専門知識を持つ人材の養成が強く求められています。

### 3. 講義

NB 大学林学部は、北米で最も長い歴史を持つ林学で、大学自体も創立が 1785 年で、北米で 5 番目に古い大学です(写真 2)。



写真2 NB 大学のように

外国の大学で講義を聴くチャンスなどめったにないので、受け入れ研究者のサビッジ教授にお願いして、講義を受けさせてもらいました。先生は嫌がっていましたが、カナダの研究者の哲学(?)が理解でき、有意義なものでした。『PHYSIOLOGICAL PROCESSES IN THE FOREST』という講義名で、内容は木部形成にかかわる樹木生理学や生化学の

話でした。受講している学生たちは、将来、林業会社へ就職しそこで森林の管理運営を行い、林業・林産業のプロとして活躍することを目指しています。したがって、講義のすすめ方も、木材生産に役立つ、より実務を意識した樹木生理学、生化学となるように工夫されていました。学生の成績は5回のクイズ(小テスト)と3回のアサインメント(レポート)で決まります。とくに、このアサインメントは大変興味深いものでした。1回目は、樹木の健康状態の評価についてです。カナダで主要な針葉樹であるブラックスプールの健康状態を評価する指標を10挙げさせ、それぞれの方法に順位をつけ、その理由を明確に説明させます。そして、実際の場面を想定して、皆伐後に再造林し5年生になったブラックスプールの健康状態を評価する作業計画を立てさせます。さらに広葉樹についても、シュガーメイブルの健康状態を評価する指標を挙げ、100~200年生の樹木の健康状態を評価する作業計画を立てさせます。2回目のアサインメントは、私の都合で講義を受けることができず、わかりません。3回目のアサインメントは、炭素の貯蔵庫としての森林についてでした。2012年までの10年間で、樹木を使って44MT(million tonnes)の大気中の二酸化炭素を固定する最良の作業計画をつくるということです。1年生の苗木を植えるところから始まり、できるだけ実際に沿うように、細部に渡ってヒントを与え計算させます。最も重要なポイントは樹種の実験です。講義中に、木材中の炭素含有量について、樹種間、個体間、部位間による違いについて、博士課程の学生に研究成果を発表させていました。NB大学には林学部専用の図書館があり、夜間も11時まで利用できます。学生たちは、アサインメントを完成させるため、相当の時間を費やして、論文、専門書からのデータ収集、計算、論理の正当化を行いました。これらの、アサインメントを通して、森林の管理運営で生じる問題を自分の力で解決できるように鍛えているようでした。一貫して感じることは、FORESTERの養成を強く意識した講義のすすめ方でした。大学での人材養成と社会のニーズがぴった

り一致しているためでしょうか、学生たちにとって、講義は『おはなし』ではなく、実学であり、授業態度は真剣そのものでした。

#### 4. 研究

サビッジ教授は、樹木の植物ホルモンの分野では世界的に有名な先生です。講義の中で、『カナダは自然から計り知れない恩恵を受けているにもかかわらず、私たちは木のことをあまり知らない。どうやって年輪をつくっているのかさえ十分に説明することができない。現在発表されている知見では、実験室内で形成層にたった1年分の年輪をつくらせることさえできない。』と述べられ、カナダの経済を支え、地球温暖化をも緩和する森林を永続的に存続させるには、木部形成の解明が不可欠であることを説明していました。組織培養によって小さな細胞から植物体をつくることは可能で、オーキシシンとサイトカイニンと適切な培地条件を整えば、完成した植物体で木部形成が行われます。しかしこれは、植物ホルモンを含む培地が形成層での木部形成を制御しているわけではなく、新しくできあがった植物体で生合成された内性の調整物質が働きます。草本植物のヒャクニチソウでは、オーキシシンとサイトカイニンと適切な培地条件で、葉肉細胞を直接、管状要素(木部細胞)に分化させることができます。しかし、針葉樹の形成層細胞を取り出し、実験室内で木部細胞をつくらせることは非常に困難です。現在のところ、より正確に投与した植物ホルモンの働きを評価する実験方法としては、芽や葉、根などの植物ホルモンの供給源を取り除いた、休眠中の試料を実験室内で培養し、植物ホルモン投与の影響を評価する方法が考えられます。サビッジ教授の研究室では、1年生の摘芽、摘葉した針葉樹枝を実験室内で、水と植物ホルモンと適切な温度で培養し、休眠中の形成層を活性化させ仮道管をつくらせることに成功しています。しかし形成層の年齢が3年生以上では、同じ条件で培養しても仮道管をつ

らせるのが極めて困難です。そこで、10年生前後の形成層を含む樹幹部を水と植物ホルモンと適切な温度で培養し、実験室内で仮道管を分化させる実験に取り組みました(写真3)。



写真3 実験試料

その結果、細胞分裂を開始させるところまでは可能でしたが、そのあとに続く細胞の拡大、二次壁形成が行われませんでした。既知、未知の内的調整物質が新たに必要と考えら、実験方法の改良も含めて、検討中です。実験室内で、10年生以上の形成層に仮道管をつくらせ、年輪形成まで可能になると、木材材質の改良や、二酸化炭素の固定、肥大成長の促進などについて、極めて重要な知見を提供することができ、新たな育林施行方法の確立につながると考えています。

## 5.くらし

NB州のゴミ事情は少し風変わりです。ビール瓶やペットボトルなどはリサイクルしていますが、その他のゴミは分別することなく捨てられます。しかし、木

材、枝、落葉、大学で研究に使った木材試料など、植物由来のゴミはオレンジ色のゴミ袋に入れ、専用のゴミ収集車が集めて、森林に戻します。森林には、トレイル(遊歩道)がはりめぐらされ、たくさんの方が豊かな自然を楽しみながら歩いています。また、生活に身近なところで、木材がたくさん使われ、とくにNB州は多数の屋根付き木橋があることで有名です(写真4)。



写真4 木橋

## 6.おわりに

カナダの人たちの中には、行政、大学、企業、住民とそれぞれ立場は違いますが、自分たちの未来は健全な森林の維持管理なしには成立しないとの共通認識があるようです。もちろん、林業会社の経済効率と健全な森林の両立は、簡単ではないようで、大学の本屋を覗くと、過度の伐採を警告する内容の本が目につき、高速道路沿いに見える広大な森林も小径の樹木が目立ちます。それでも、この共通認識は、『ボランティアで森林を守ろう』よりも、切実で真剣なように感じました。

(きじだによしお:宮崎大学農学部)

## (編集後記)

木科学情報9巻3号をお届けします。シリーズ“森林資源と地球環境”では、堤 壽一九州大学名誉教授に、再登場していただきました。編集部の手不届で先生に大変ご迷惑をおかけしましたことを、この場をかりてお詫び申し上げます。シリーズ“川上から川下まで”は、崇城大学の長濱静男教授による連載の最終回です。九州大学の藤本登留助教授から“「乾燥材問題」に関する合同研究会”の参加報告、また宮崎大学の雉子谷佳男講師からトピックスの寄稿を戴きました。その他、研究論文2編を掲載しております。お忙しいなかご執筆頂いた方々に厚くお礼申し上げます。(古賀信也)

## 木科学情報 9巻 3号

2002年 7月10日発行

編集人 村瀬 安英

発行人 藤田 晋輔

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