

# 関西の林木育種

関西林木育種懇話会

## スギはヒノキ科

関西育種場 磯田圭哉

スギは我が国のいたるところで見られ、もっとも身近な針葉樹と言える。屋久島の縄文杉をはじめ各地に巨樹・老樹が見られ、日本人の最も好む樹種の一つであった。しかしこれも、近年のスギ花粉症問題で事態は急変し、こと山々を覆っている造林木に関しては、最も好まれない樹木の一つに挙げられるようになった。このように良くも悪くも日本人のよく知るスギは、長年スギ科に属するとされてきた。しかし、最新の DNA 塩基配列情報による系統学的研究成果を踏まえた分類では、スギはヒノキ科に属することになった。

スギはこれまでスギ科スギ属に分類される唯一の種（中国に柳杉ありとする場合もある）として、広く認識されてきた。スギ科は、スギ属の他にラクウショウ属、メタセコイア属、タスマニアスギ属など、9属からなり約13種が分類されていた。いずれの属も1種あるいはごく近縁な2,3種で構成されており、その分布域は狭い。この分類は、1926年のピルガー（Pilger 1926）の分類を基にしている。ピルガーはそれまでヒノキ科（Cupressaceae s.s.）とされていたものの一部をスギ科（Taxodiaceae）として独立させた。このとき、コウヤマキもスギ科としたため、その後のいくつかの分類体系ではスギ科に含まれているが、多くの場合、コウヤマキはコウヤマキ科コウヤマキ属としている。実は、1976年にエッケンウォルダ（Eckenwalder 1976）がスギ科はヒノキ科と統合すべきだという論文を出しているが、あまり一般化しなかったようである。

80年代後半にDNA分析技術に関する大きな

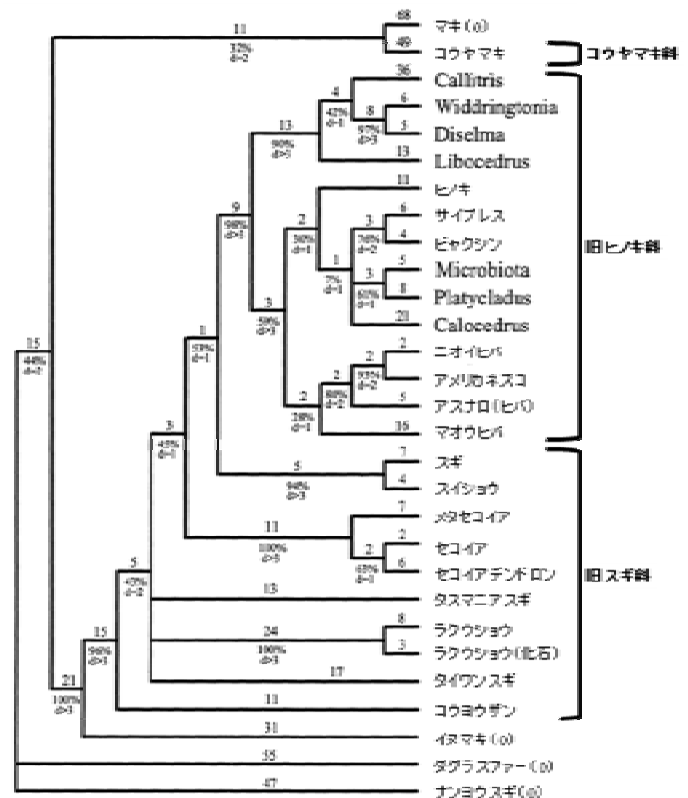


図 - 1 ブランズフェルドらが作成した *rbcL* 遺伝子の塩基配列情報による系統樹。ヒノキ科の各樹種がスギ科から分化したことがわかる。また、コウヤマキは大きく異なる系統となっている。(O)はアウトグループと言い遠縁の樹種を用いている。(図は Brunsfeld et al. 1994 を改編)

技術革新があり、90年代に入ってDNA塩基配列情報により種の類縁関係を推定する分子系統学が盛んに行なわれるようになった。生物は進化する中で、突然変異などにより、DNA塩基配列に様々な変異を蓄積してきた。種の分岐が古ければ古いほど多くの変異が蓄積されている。その情報を基に類縁関係を推定していくのが分子系統学である。本稿の主題となるスギ科・ヒノキ科についても、1994年、ブルンズフェルドら (Brunsfeld et al. 1994) によって、葉緑体DNA上にある *rbcL* という遺伝子の分子系統樹が発表された (図 - 1)。この系統樹では、ヒノキ科はスギ科の比較的新しいグループから分岐しており、ヒノキ科がスギ科の中に含まれることが示唆された。その後も、いくつかの他の遺伝子情報を用いた分子系統樹が発表されたが、ヒノキ科がスギ科のなかに含まれることには変わりはない。そういった分子系統学的知見と形態学的知見を総合して、2000年にガデックら (Gadek et al. 2000) はスギ科とヒノキ科を統合してヒノキ科 (Cupressaceae s.l) とする新しい分類体系を提唱した (表 - 1)。それ以降、この分類体系が採用されることが世界的に一般化した。

さて、ここでもう少し分子系統樹についての話をしよう。図 - 1 の系統樹を見ると、旧スギ科樹種は、系統樹の根の方から分岐しており、最後に旧ヒノキ科樹種群が分岐している。このことから、旧スギ科樹種は古くに種分化した群で、旧ヒノキ科樹種は新しい時代に分化した種群といえる。旧スギ科の各属が1ないし少数の種で構成されており、その分布域が狭いのは、こういった系統進化上の理由があるようである。

本稿で、スギ科がヒノキ科に含まれるようになった経緯を示したわけであるが、日本の多くの図鑑では、スギはスギ科として記載されているようである。筆者も近所の書店に行き、図鑑を片端から見てみたが、スギ科は健在であった。分類というのは、絶対というものは無く、人間が動植物を理解しやすく体系づけたものである。分かりやすい方で理解すればよいが、本稿の読者には、系統分類学的にはスギ科とヒノキ科は一つのグループであることを理解していただけたかと思う。

参考文献 (重要なものだけ挙げた)

Brunsfeld et al. (1994) Systematic Botany 19: 253-262.  
Gadek et al. (2000) Am. J. Botany 87: 1044-1057.

表 - 1 ガデックらの分類 (Gadek et al. 2000)

科	亜科	属	種
ヒノキ科 (Cupressaceae)			
ヒノキ亜科			
		ヒノキ属	ヒノキ、サウラ等
		アスナロ属	ヒバ、アスナロ等
		ネズコ属	ネズコ、ニオイヒバ等
		ビャクシン属	ビャクシン等
		フッケンヒバ属	フッケンヒバ等
		イトスギ属	イタリアサイプレス等
		コノテガシワ属	コノテガシワ
		オニヒバ属	ショウナンボク等
		マオウヒバ属	マオウヒバ等
		ウスリーヒバ属	ウスリーヒバ等
カリトリス亜科			
		Actinostrobus 属	<i>A. acuminatus</i>
		Austrocedrus 属	<i>A. chiliensis</i>
		Callitris 属	<i>C. rhomboidea</i>
		Diselma 属	<i>D. archeri</i>
		Fitzroya 属	<i>F. aupsoides</i>
		Libocedrus 属	<i>L. bidwillii</i>
		Neocallitropsis 属	<i>N. araucarioides</i>
		Papuacedrus 属	<i>P. papuana</i>
		Pilgerodendron 属	<i>P. uviferum</i>
		Widdringtonia 属	<i>W. schwartzii</i>
スギ亜科			
		スギ属	スギ
		ラクウショウ属	ラクウショウ等
		スイショウ属	スイショウ
セコイア亜科			
		セコイア属	セコイア
		セコイアデンドロン属	セコイアデンドロン
		メタセコイア属	メタセコイア
タスマニアスギ亜科			
		タスマニアスギ属	タスマニアスギ等
タイワンスギ亜科			
		タイワンスギ属	タイワンスギ等
コウヨウザン亜科			
		コウヨウザン属	コウヨウザン等

## スギ精英樹の材質調査

関西育種場 山口和穂

昨年から今年にかけて関西育種場内においてスギ精英樹の材質調査を行いました。

このスギ精英樹は、大半が平成 16 年度の台風被害に遭ったもので、新たに保存園を整備・更新することとなったため、同一個体の非破壊調査（立木時）と破壊調査（伐倒後）を実施し、材質調査の測定精度を高めるために行ったものです。

全部で 51 系統のクローンが植栽されていて、それぞれのクローンから 3 本ずつ選び全部で 153 本についてヤング率、容積密度、心材含水率、心材色について測定しました。

今回はこれらの測定項目とその伐採調査の説明をします。



### ヤング率の測定

ヤング率は弾性係数のひとつです。ゴムは一定の範囲では、力に比例して伸びます。力を弱めるとまた戻ります。このように元に戻ることでできる変形を弾性変形といいます。ゴムの伸びた長さとの元の長さの比とゴムの太さ（断面積）の積は加えた力に比例します。この比例定数はゴム太さや長さに関係なくゴムの性質によって決まります。これがヤング率です。加えた力を長さの比と断面積で割った値になり、力/面積の単位を持ちます。これは圧力と同じ単位になります。そこでヤング率は気圧などと同じパスカルで表します。

ヤング率は木の中心から外側に向けて変化しています。若い苗木や樹木の先端は風を受けやすく、この風を受け流すためにはヤング率は低い方が曲がりやすく有利です。一方、大きくなった樹体を支えるためにはヤング率が高くないと不安定です。ヤング率が高い方がより重い幹や葉を支えることができます。そこで、樹木は若い時はヤング率が低く次第にヤング率が高くなる性質を持っています。この傾向は年輪の中に保存されていて、年輪の中心部分のヤング率は低く、外側のヤング率は高くなっています。ヤング率を比較する時は同じ樹齢で比較する必要があるのもこのためです。

ヤング率がほぼ同じ部分の板をとるためには丸い丸太の中心から外に向けた直線に垂直になる方向で切り取った板目の板が良いこととなります。大径木の外側の板目の板はヤング率が高く丈夫です。昔の吉野材の樽丸といわれ



（写真 1）

た板材はこのような板であり、比較的うすくても強度があったので大きな樽の材料を独占していました。

楽器の弦を強く張るとたわみにくくなり、音が高くなります。この時の弦を張る力とヤング率は似たような関係にあり、ヤング率が高いと曲がりにくくなり材中を伝わる音が高くなります。弦を太くすると同じ張力でも音が低くなりますが、材中の音も材の密度が高いと同じヤング率でも音が低くなります。この性質を用いて今回は測定を行いました。

写真1のように丸太を並べ、元口径、末口径、丸太の長さを測定し秤で重さを測定し、自由に振動するようにクッションの上に丸太を置き、片側をカナヅチで叩いてその時の音の周波数を測定器で測定します。元口径と末口径の平均の直径も持った円筒として体積を計算し、重さ割る体積で密度を求めます。丸太は両端が腹となる振動として丸太の長さを半波長とし、これに周波数をかけて音速を計算します。音速の2乗かける密度がヤング率になります。この音速は丸太全体の平均のヤング率を反映しています。

### 容積密度、含水率の測定

丸太の木口で白い部分を辺材といい、色の付いている部分を心材といいます。辺材は樹木が活着しているときには葉に養分や水分を運ぶための通路で、この部分は水で満たされています。心材は水分通導の役目を終えた細胞にさまざまな抗菌成分が沈着している部分です。辺材の含水率は軒並み高くほとんど違いがありませんが、水分通導の役目を終えた心材では、個体によって水分の量が大きく異なります。

水分含量に代表されるように心材と辺材では多少性質が異なるため測定に際しては、すべて、辺材部分と心材部分に分けて測定しています。このうち、辺材容積密度はこの部分が順次心材に移行することもあるため、心材容積密度と高い相関があります。立木調査では、辺材部分の容積密度を測定して心材容積密度を推定しているため両者の測定は重要です。



(写真 2)

写真2のように伐採前にマークしておいた胸高部位から7-10cmの厚さの円盤を切り出します。伐採面から30cm以上はなれているので殆ど乾燥していません。これに番号を記録し直ちに丸ノコ(昇降盤)で直方体の試料を切り出し(写真3)乾燥しないうちに重さと大きさ(縦横高さ)を測定します。この時の大きさは容積密度の計算に用い、重さは含水率の測定に使用します。

測定後、温風乾燥機にいれて、105度で乾燥します。大きな試料では1週間以上かかります。重さが変わらなくなるまで乾燥したら、乾燥剤を入れた容器(デンケータ)の中で冷ましてから重さを測定し

ます。この重さを最初に測った大きさから求めた体積で割って容積密度とします。容積密度は生の丸太の体積から木材実質の重さを求める時に便利な指標で、外国でのパルプ原料の育種に用いられてきました。木材の密度は単に密度という場合には含水率が 12-16%で安定したときの密度を指しますが、切り出した丸太からこの状態にするのは大変です。さらに、諸外国のデータとの比較に便利ということもあって通常は容積密度を測定します。この指標はまた、丸太の材積や森林の蓄積量から炭素量や二酸化炭素量を計算する際にも便利な指標です。木材実質の重さの半分が炭素の重さであることが分かっているからです。

スギの密度は品種による変異が他の樹種よりも大きいことが知られています。密度の低いものは軽くて温かい反面、強度が弱い、柔らかい部分が磨耗しやすいという欠点があります。密度の高いものは丈夫で磨耗しにくい反面、重たく冷たく感じます。遺伝に大きく左右されることが分かっていたので、用途に応じた品種の使い分けを可能にするため特性調査をしています。

含水率は通常は乾燥重量あたりで計算します。生重量 - 乾燥重量 = 水の重さとし、水の重さ / 乾燥重量を含水率とします。これは通常感覚とは異なりますが、木材実質と化学的に結合している水分の量が木材実質に対してほぼ一定の割合（12-16%前後）であることから、水分の調節に便利な指標として使用されています。この計算では、辺材の含水率は軒並み 200%以上になります。心材の含水率は 50%から 150%程度までの大きな違いがあります。心材含水率の高い丸太は重く、心材含水率の低い丸太の 2 倍以上になる場合もあります。このため、心材含水率の少ないものが好まれ、心材含水率の少ない品種を開発することも念頭において調査を進めています。

心材色は丸太の伐採面の色で 5 段階（アカを 5、黒を 1）で判定し測定しました。これは、参考資料で厳密には保存している円盤が十分乾燥してから板目と柁目面を出し、色彩色差計等で測定します。



（写真 3）

以上のようにして測定した材質指標のうち、ヤング率、容積密度は遺伝的な影響が非常に高く、立地条件によって直径や樹高が異なっても同じ遺伝子であれば殆ど同じ成績を示すことが分かっています。心材含水率や色に関しては傷の影響や測定精度の問題もあって、上記の 2 つほど明瞭ではありませんが、成長に関わる立地条件以上に遺伝的な要因の影響が強いことが分かっています。

今回の測定ではヤング率が予想よりも低く、おそらく、台風によってゆすられた影響が出ているものと考えています。現在、検定林での立木調査の結果や今回平行して実施した立木調査の結果とあわせて解析中です。これらの調査結果は各精英樹系統の評価の精度を高めるために用い、材質評価は特性表に掲載するとともに、次世代精英樹のための人工交配や、実生検定林から次世代の精英樹を選抜する際に実施する立木での材質調査の精度を高めるために使用します。

会員の皆様へ

## 懇話会の次期総会に向けて

懇話会が昭和58年に発足以来、27年が経過し、この間、会員の高齢化等の背景もあって、総会及び視察の参加者が減少傾向にあり、昨年総会でこのことが議論となりました。その後、懇話会の今後の運営等について、会員の皆様方にアンケートを実施し、ご意見を賜りました。

その中で多数の方から「懇話会の運営については、節約を図りながら活動の継続を要望したい」との声が届き、会員皆様の意向を十分尊重し、現役員の方と協議を重ねた結果、経費節減の工夫を図りつつ、懇話会の新たな活動として、下記の事項を次期総会で提案したいと考えております。

会員皆様の忌憚のないご意見・ご要望をお待ちしております。

### 記

#### 【今後のあり方について】

懇話会の活動を今後も継続することとし、会員相互、関西育種場、府県関係機関との情報交換等を引き続き実施する。

但し、活動内容等については、下記の見直し等を行う。

#### (主な活動の見直し)

- ・総会・視察については、可能な節減に努めつつ、新たに林野庁主催の林木育種推進関西地区協議会への参加を検討する。(会員には、別途参考資料を配付)
- ・会誌については、印刷費を削減するため、外注印刷を取りやめ、育種場が発行する形態を採用する。
- ・年会費については、従前どおり(5,000円)とする。但し、会費未納期間が3年を超える者については、会員から除籍する。

以上を次期総会(場所：関西育種場、時期：未定)で提案を検討しております。

#### <お知らせ>

- ・今年度の会費を納付されていない方は至急納付をお願いします。
- ・事務局担当が4月1日付けの人事異動で交代します。短い期間でしたが大変お世話になりました。今後ともご協力よろしくお願いします。(佐藤)

関西の林木育種 第61号 2010.3

〒709-4335

岡山県勝田郡勝央町植月中 1043

独立行政法人 森林総合研究所

林木育種センター関西育種場内

関西林木育種懇話会 編集 発行

TEL0868-38-5138 FAX0868-38-5139