

S-2 森林生態系を対象とした温室効果ガス吸収固定化技術の開発と評価

(1b) 森林造成技術の高度化による熱帯林のCO<sub>2</sub>シンク強化

(2) 早生樹による森林育成技術の高度化

2) DNAマーカーによる個体識別法の開発

東京大学大学院農学生命科学研究科  
住友林業㈱

井出雄二・齊藤陽子  
石尾将吾・中村健太郎

〈研究協力者〉 東京大学大学院農学生命科学研究科 高垣和士・津田吉晃  
東京大学大学院アジア生物資源環境研究センター 練 春蘭  
インドネシア共和国 クタイ・ティンバー・インドネシア社 安田敏男

平成15～19年度合計予算額 42,126千円

(うち、平成19年度予算額 9,304千円)

上記の合計予算額には、間接経費 9,722千円を含む。

[要旨] 地球温暖化や生物多様性の喪失につながる森林破壊を食い止めるため、持続的な管理がなされた人工林から産出される木材の利用が望まれている。実際に市場で材を流通させる場合、そのような林分から産出された材であることを証明する、すなわち特定の林分の材であることを証明することが、材の差別化を図る上で必要になる。その実現手段として、クローン植林と個体識別技術の組み合わせが考えられる。この個体識別技術としては、DNA分析が最適である。そこで本プロジェクトの対象樹種であるファルカタおよびメリナの個体を識別するのに有効なDNAマーカーの開発を行ない、特許として登録を行った。これらのDNAマーカーを用いて、合板等の木材製品の原料となった個体を識別できるかどうか検討した。また本プロジェクトで行っている育種を効果的に実現するためには、育種素材の遺伝的特性を把握することが必要である。そこで、本研究で開発したDNAマーカーを用いて、インドネシアに設置した両種の実生採種林の遺伝的特徴と課題とを明らかにした。

[キーワード] ファルカタ、メリナ、木材製品、個体識別、遺伝的多様性

1. はじめに

地球温暖化や生物多様性の喪失につながる森林破壊は地球規模での問題であり、日常生活に不可欠な木材生産のためであっても天然林の破壊は避けるべきである。そのため、持続的な管理下の人工林から産出される木材が望まれている。一方、用材としては、利用に適した形質や良好な成長のものが必要であり、このような形質は遺伝に左右され、育種による品種作出が効果的である。

実際の市場において、持ち込まれた用材が持続的な管理下の人工林で生産され、品質が保証された木材であることを確認することは困難である。これまで、個体あるいはクローンの識別は植栽時の記録に頼るしか方法がなく、木材の状態のものの品種を特定することは不可能であった。しかし、個体を識別できるDNAマーカーを開発すればこれが可能となる。したがって、持続的な管理下の森林で特定のクローンまたは品種を育成すれば、市場において木材製品のDNA検査を行なうことにより、その木材が持続的な管理下にある森林から生産されたものか否かを識別できるようになる。さらに、本プロジェクトで取り組んでいる林木の育種には、素材の遺伝的変異が不可欠である。遺伝的変異の評価には、クローン識別のために開発したDNAマーカーを適用することが可能である。そこで、本研究では、マーカーを開発すると同時に、プロジェクトで導入したファルカタおよびメリナの育種素材の遺伝的特性を明らかにし、評価することとした。

## 2. 研究目的

本研究では本プロジェクトの対象種としているファルカタおよびメリナについて、個体の識別が可能なDNAマーカーを開発し、そのマーカーの有効性を確認することを目的とした。DNAマーカーとしては、これまで開発されているDNAマーカーの中でも変異性が高く、分析が安定的に可能であることが知られているマイクロサテライト部位を用いるマイクロサテライトマーカーを採用することとした。また、育種の対象とする樹種の遺伝変異を理解することは、育種計画を立てるうえで非常に重要となる。そこで本研究では、中立遺伝マーカーのマイクロサテライトを用いて育種素材の産地内および産地間変異あるいはシードロット間の変異を明らかにし、遺伝的側面から採種林を評価することを目的とした。また、開発したマイクロサテライトマーカーにより木材製品の個体識別が可能かどうか検討した。

## 3. 研究方法

### (1) ファルカタ (*Paraserianthes falcataria*)

#### 1) マーカー開発

インドネシア産ファルカタの成木1個体の葉からCTAB法で抽出したDNAを用い、Lian and Hogetsu<sup>1)</sup>の方法によりマイクロサテライト部位を特異的に増幅するプライマーセットを設計した。また、開発したマーカーの性質を明らかにするため、インドネシア産の種子の芽生え23個体の遺伝分析を行った。データ解析はFSTAT<sup>2)</sup>を用いて行なった。

#### 2) 育種素材の遺伝的背景

インドネシアジャワ島にすでに導入されている既存人工林8集団および本プロジェクトで使用する島内で収集した集団および島外から新たに導入する6産地(フローレス島、マルク諸島、東ティモール、イリアンジャヤ、パプアニューギニア(以下PNG)、ソロモン諸島)由来の計11集団、合計19集団について、DNA分析を行い各集団の遺伝的多様性、集団間の遺伝的分化などを算出した。分析に用いた個体は、各集団34~79個体である。また、用いたDNAマーカーは、本研究において

ファルカタで開発したマイクロサテライトマーカー5座とした。集団内の遺伝的多様性を示す統計量としてヘテロ接合度の期待値( $H_E$ )、近交係数( $F_{IS}$ )、対立遺伝子多様度( $A$ )および連鎖不平衡( $L_D$ )を算出した。集団間の遺伝的変異の統計量としては、集団間の遺伝的分化程度を示す $F_{ST}$ <sup>3)</sup>を算出した。また遺伝距離 $D_A$ <sup>4)</sup>を用いて近隣結合系統樹を作成した。更にファルカタの遺伝構造をより鋭敏に評価するため、Pritchard *et al.*<sup>5)</sup>にしたがい、連鎖不平衡およびハーディー・ワインベルグ不平衡が最小となるように供試各個体をK個のクラスターに割り振る解析をソフトStructure 2.0<sup>6)</sup>を用いておこなった。なおHeuertz *et al.*<sup>7)</sup>に従い、以下このクラスターをジーンプールと表記する。

### 3) 木材製品のDNA個体識別法の開発

インドネシアのクタイ ティンバー インドネシア社 (以下、KTI社とする) で生産された12mm (5層) のファルカタ合板を通常の製品と同じように船便で日本まで輸送し、DNAの抽出を行うまで室温で放置した。生産から1年後、合板をヤスリで削り、改変CTAB法でDNAを抽出した。抽出したDNAに蛍光標識されたプライマーを加え、QIAGEN Multiplex PCR Kit (キアゲン社) を用いてPCRした。増幅産物をABI PRISM 3130 Genetic Analyzer (アプライドバイオシステムズ社) で泳動後、GeneMapper3.7 (同) で断片長を解析した。

#### (2) メリナ(*Gmelina arborea*)

##### 1) マーカー開発

インドネシア産メリナの成木1個体の葉からCTAB法で抽出したDNAを用い、Lian and Hogetsu<sup>1)</sup>の方法によりマイクロサテライト部位を特異的に増幅するプライマーセットを設計した。また、開発したマーカーの性質を明らかにするために、下記の育種素材の遺伝的背景を解明する際のデータを同時に使用した。

##### 2) 育種素材の遺伝的背景

コスタリカより平成17年度に導入し、ジュンブルに植栽したメリナの5つのシードロット(L, XA, XAG, XAI, XAS)の実生から、ランダムに各44-49個体を選び、葉をサンプリングして分析に用いた。葉はシリカゲルを入れたプラスチックバッグに入れて乾燥させ、分析まで室温で保存した。遺伝分析に用いたのは、本研究で開発した8つのマイクロサテライトマーカーである。データの解析は、マーカーごとに遺伝的多様性の指標であるヘテロ接合度の期待値( $H_E$ )、近交係数( $F_{IS}$ )、対立遺伝子多様度( $A$ )を算出し、マーカーの性質を明らかにした。またシードロットごとにヘテロ接合度の期待値( $H_E$ )、近交係数( $F_{IS}$ )、対立遺伝子多様度( $A$ )、個体数を考慮した対立遺伝子の多様度( $R_S$ )、集団固有の遺伝指数( $PA$ )および連鎖不平衡( $L_D$ )を求めた。シードロット間の遺伝的変異の統計量としては、シードロット総当りを算出した。これらの統計量は、FSTAT<sup>2)</sup>を用いて計算した。また遺伝距離 $D_A$ <sup>4)</sup>を用いてシードロット間の近隣結合系統樹を作成した。

### 3) 木材製品のDNA個体識別法の開発

KTI社で生産された2mmのメリナ単板を、接着や乾燥時の加熱を模して130、180、230℃に加熱した。それ以降はファルカタで行った操作に準じて遺伝子型を解析した。

## 4. 結果・考察

### (1) ファルカタ

#### 1) マーカー開発

9つのプライマーセット(Pafa-02~Pafa-10)を設計した。プライマーの塩基配列は表1のとおりである。

設計したプライマーセットのうちPafa-09は、得られる波形の判読が困難であったため、以後のマーカーの性質を明らかにするための分析からは除いた。Pafa-09を除いた8つのプライマーセットの明らかにした性質は次の表2の通りである。8つのマーカーのうち、Pafa-04およびPafa-06の*Fis*値が高く、特にPafa-06では有意にハーディー・ワインベルグ平衡からずれていることが明らかになった。このことから2つの遺伝子座にはヌル対立遺伝子が存在することが示唆され、集団遺伝学的解析には使用できないと考えられた。その他の遺伝子座は対立遺伝子数が6~8と多型性が高く安定的な増幅が見られたため、個体識別や集団遺伝学的解析に利用可能であると判断された。

表1 ファルカタで開発したマイクロサテライトプライマーセット

マーカー名	塩基配列(5'-3')
Pafa-02	CTCTTGACGTTTCTGAATGC AGGCGTATACATTTACAAATC
Pafa-03	AACTTTGATTTGGGAGCTTG AACACTTCCTTAATTACCGTG
Pafa-04	GGGATTATAAAGGAGACCATTGTGGTG CTACACAAATTACCACATGC
Pafa-05	TACCGAATTACTTAGTGCAG ATTAATAGCTTCTGACCGAAG
Pafa-06	GAGTATTATTTCCCAAAGTGGTGAGGG TGCGAATTCCTTATCTGAAC
Pafa-07	TAACCAAATGGTATTGCATG TCAGTACTCAGTACCTGGTAC
Pafa-08	AAGTCAGCTGTAAGTCATTG ATTTCCCATTCCATGCGCAAAATCACC
Pafa-09	ATTATTTCTTCATGCCAAGC GGGAGGAAATATCTAATTTAGG
Pafa-10	ACGAGTACCCCGTTATTTTG TGTGGTAATTGCAGTGTAG

表2 ファルカタの8つのマイクロサテライト遺伝子座のフラグメント長、アニーリング温度(℃)、対立遺伝子数(*A*)、ヘテロ接合度の期待値(*He*)、および*Fis*

## 2) 育種素材の遺伝的背景

各集団の遺伝的多様性を示す統計量は、対立遺伝子多様度が平均6.24(4.68~8.48)、ヘテロ接合度の期待値が0.664(0.591~0.752)であった(表3)。いずれも、PNG産の2つの集団で高い値となり、他の産地集団よりも遺伝的多様性の高い育種材料であることが明らかとなった。また、他の

表3 本プロジェクトで収集したファルカタ11産地および既存ファルカタ8人工林の遺伝

遺伝子座	フラグメント長(bp)	Ta(°C)	A	He	Fis
Pafa-02	149-163	54	6	0.664	0.235
Pafa-03	149-165	54	6	0.745	0.146
Pafa-04	191-193	58	2	0.194	0.784
Pafa-05	172-176	52	3	0.608	0.107
Pafa-06	170-208	54	8	* p<0.05	
Pafa-07	122-134	54	6	** 東ジャワ1および2、PNG1および2はそれぞれ同由来	
Pafa-08	203-234	54	10	A:1遺伝子座あたりの対立遺伝子数 P:固有の対立遺伝子数 He:ヘテロ接合度の期待値	
Pafa-10	172-185	54	7	Fis:近交係数 ID:連鎖不平衡が優位な遺伝子座の組の数	0.051
total			48		0.12

集団名**	採集地	由来	N	A
プロジェクトで収集した産地				
東ジャワ1	東ジャワ	人工林	59	6.2
東ジャワ2	東ジャワ	人工林	58	6.8
ウオノギリ	中部ジャワ	人工林	40	5.8
ブルウォルジョ	中部ジャワ	人工林	40	6.1
フローレス		天然林	40	5.8
東ティモール		天然林	40	4.6
マルク		天然林	39	6.7
イリアンジャヤ		天然林	39	5.6
PNG1		天然林	60	7.7
PNG2		天然林	39	8.4
ソロモン1		人工林	79	7.6
既存人工林				
ジュンブル1	東ジャワ	人工林	40	5.4
ジュンブル2	東ジャワ	人工林	39	6.2
ジュンブル3	東ジャワ	人工林	38	6.4
ジュンブル4	東ジャワ	人工林	39	5.3
パレ	東ジャワ	人工林	40	5.6
西ジャワ	西ジャワ	人工林	40	6.1
クラタカン	中部ジャワ	人工林	40	5.4
ソロモン2	パレ	人工林	50	6.1
Mean			43.4	6.1

集団に見られない固有の対立遺伝子の数は、ジャワ島およびフローレス島、東ティモール由来の

集団では、1集団を除いて0であった。これらの集団では、各集団に独自の遺伝形質をほとんど持たない可能性がある。一方、本プロジェクトで新たに導入したイリアンジャヤ産集団では、固有の対立遺伝子数が6となり、新たな遺伝形質をもつ集団である可能性が示唆された。

近交係数が有意に0からずれていた ( $p < 0.05$ ) 集団はPNG2のみであった。一方、同じ種子源から作られた試験地に植栽されているパプアニューギニア産集団ではハーディー・ワインベルグ平衡が成立していたため、要因の推定は困難であった。ソロモン産の2つの集団でのみ連鎖不平衡な遺伝子座対が検出され、種子を採取した家系数が少ない可能性が考えられる。しかしその値は、ジュンブル植栽試験地ソロモン集団およびパレ試験地ソロモン集団でそれぞれ5および1であった。したがって、ソロモン諸島のファルカタ集団では必ずしも連鎖不平衡な遺伝子座対の数が多いとは限らず、種子の家系数が少ないという問題はジュンブル試験地のソロモン諸島集団固有のものであると考えられるため、ジュンブル試験地により多くの家系のソロモン産種子を導入することが望まれる。

集団間の遺伝的分化は、遺伝距離 $D_A$ に基づく近隣結合系統樹を作成した結果 (図1)、ジャワ島内の集団は互いに遺伝的距離が小さく、フローレス島産はジャワ島内の集団に含まれ、イリアンジャヤ産、PNG産、ソロモン産はジャワ島の集団と比較的距離が大きいことが明らかになった。したがって、ファルカタの遺伝的分化には地理的傾向があることが示唆された。

さらに、遺伝解析ソフトStructure2.0を用いて解析した結果 (図2)、本研究で用いたファルカタの個体は6つのジーンプールに分類され、ジャワ島産およびフローレス島産の集団は3つのジーンプールから主になっていた。また、東ティモール産はほぼひとつのジーンプールからなっていたが、そのジーンプールはジャワ島産・フローレス島産のものと共通するものであった。イリ

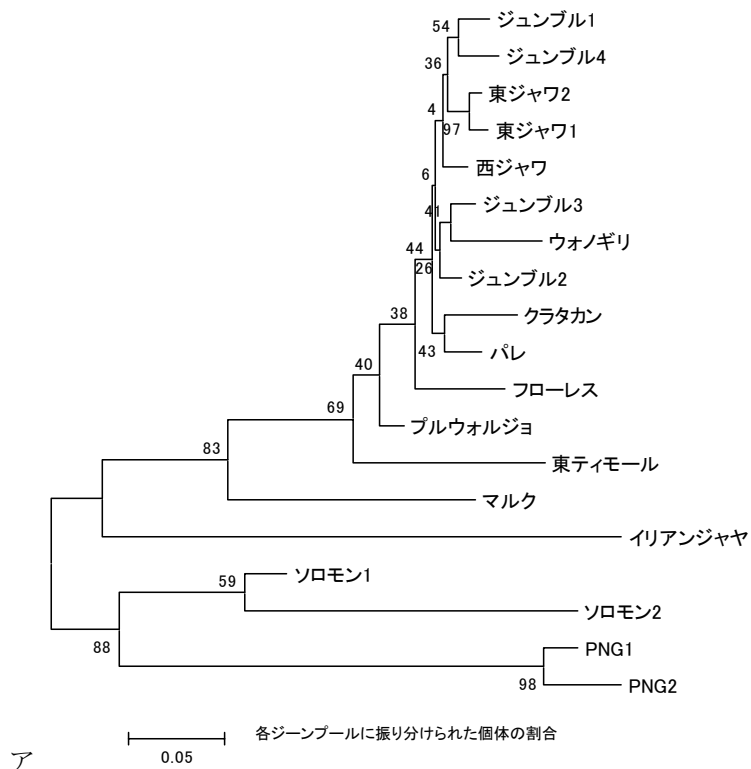


図1 遺伝距離 $D_A$ に基づくファルカタ19集団の系統樹  
 ンジャヤ産はひとつのジーンプールを形成しており、マルク諸島産は、イリアンジャヤ産と東ティモール産のジーンプールからなっていた。また、PNG産、ソロモン諸島産のものはそれぞれひとつのジーンプールを形成しており、他の産地のものと共通していなかった。

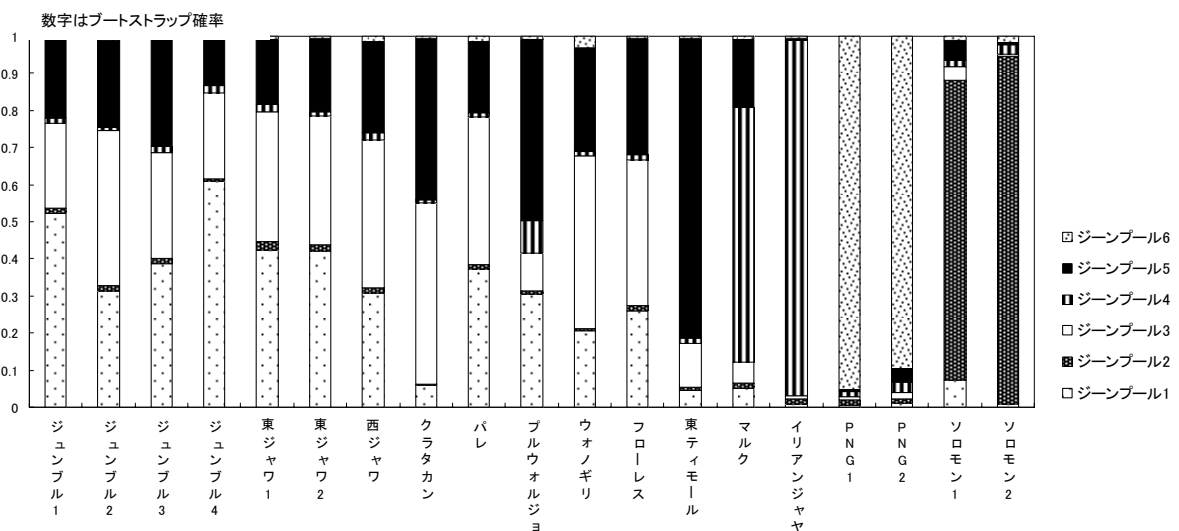


図2 ファルカタ19集団の6つのジーンプールへの分類  
 すなわち、過去に東ティモールに導入された個体はマルク諸島の近傍にある集団を起源とし、その集団から直接あるいは東ティモール経由で、ジャワ島およびフローレスに導入された可能性が

ある。また、フローレス島の集団とジャワ島の集団とは導入起源がほぼ同一であると考えられる。また、イリアンジャヤ産、パプアニューギニア産、ソロモン産のジーンプールは本プロジェクトで初めてジャワ島に導入されたことが明らかになり、新たな遺伝子資源として有望であると考えられる。

### 3) 木材製品のDNA個体識別の開発

合板から抽出したDNAを鋳型としてマイクロサテライト解析を行った結果、遺伝子型が検出でき、個体識別が可能であった(図3)。合板製造時には、乾燥や熱プレスによって130℃から180℃程度に加熱されDNAにとって非常にシビアな環境であるが、マイクロサテライトマーカーの増幅断片長は約200塩基対と比較的短く、RFLP法やRAPD法などの他の解析法に比べてDNA分解の影響を受けにくい(長いDNAを必要としない)為、遺伝子型の検出が可能であったものと考えられる。

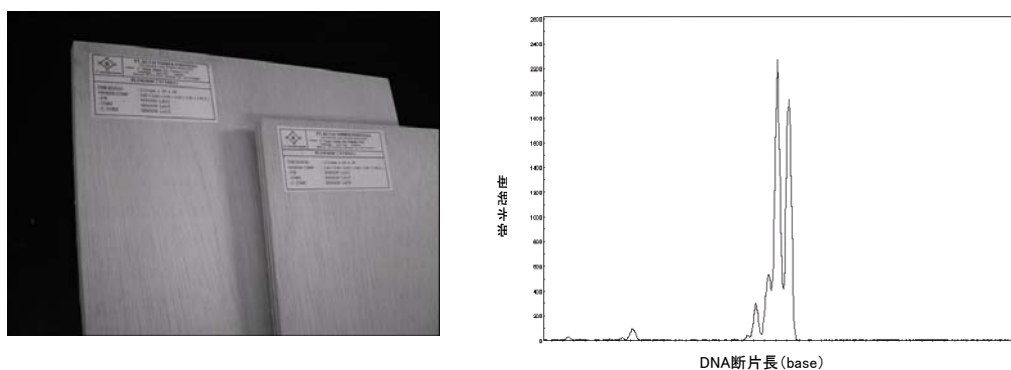


図3 ファルカタ合板のマイクロサテライト解析

左：ファルカタ合板、右：解析像

## (2) メリナ

### 1) マーカー開発

8つのプライマーセット(GM5~13)を設計した。プライマーの塩基配列は表4のとおりである。マーカーごとに解析した結果、GM10とGM13の2つのマーカーは増幅しない個体が多数見られた。また、GM7では $F_{IS}$ が有意に高く、ヌル対立遺伝子の存在が示唆された(表5)。その他の5つのマーカーは、対立遺伝子が4~9個、ヘテロ接合度の期待値は0.331~0.811であり、十分な多型性が得られ、ヌル対立遺伝子も存在しないと考えられ、メリナの個体識別および育種素材の遺伝的背景を明らかにするマーカーとして有用であると判断された。

### 2) 育種素材の遺伝的背景

ジュンブル試験地に植栽されたメリナの5つのシードロットごとの遺伝的多様性については、対立遺伝子数( $A$ )、個体数を考慮した遺伝子多様度( $R_s$ )、ヘテロ接合度の期待値( $H_e$ )が、いずれも $XA$ で高く $L$ で低い値となった(表6)。近交係数 $F_{IS}$ は3つのシードロット $XA$ 、 $XAG$ 、 $XAS$ で0より



有意に大きかった。また、シードロット間の遺伝的分化の指数である $F_{ST}$ は0.064であり、非常に小さく

表4 メリナで開発したマイクロサテライトプライマーセットの塩基配列

マーカー名	塩基配列(5'-3')
GM5	GAGCAAATTAACAAACTGCATCTC ACTCGTCCCGTGGAGTAGTG
GM6	ATCTAGTTGAAAAGGAAAGCCGC TAAGAAGCGGTGAGCTTGTG
GM7	GTTAATTGTGCGAAAGCGATATTG TTCACCTGTCTCCCGATTG
GM8	GATGGTGTGTAATTGATTGGTAAGTG GAAATTTGCAGCCGTGTTG
GM9	GTGGTTCCTGTCTCCTGAAG GACCACAGTGCCTATTTCCAG
GM10	GCGTTTTGTTGGATTTTAG TTTTGAATCTTTGAAGGCTAATG
GM11	GTTTCAGGCTTAATTATTGTGTGTAG AACGTCTGAATTCCGTGTTG
GM13	TAGTTTGGCGTGGGAGAGAG AGATGATGCACCAGGTAGGC

表5 メリナで開発した8つのマイクロサテライト遺伝子座の対立遺伝子数

(A)、ヘテロ接合度の期待値( $H_e$ )、観察値( $H_o$ )および $F_{is}$

遺伝子座	N	A	$H_e$	$H_o$	$F_{is}$
GM5	232	5	0.425	0.474	-0.115
GM6	232	9	0.805	0.637	0.209
GM7	232	13	0.834	0.434	0.480 *
GM8	232	4	0.331	0.209	0.369
GM9	232	8	0.811	0.634	0.218
GM10	232	-	-	-	-
GM11	232	8	0.451	0.487	-0.080
GM13	232	-	-	-	-

表6 プロジェクトで収集したメリナの5つのシードロットの遺伝的多様性

シードロット	N	A	$R_s$	$H_e$	PA	$F_{is}$	$L_D$
L	49	4.8	4.71	0.485	0	0.060	0
XA	46	6.0	5.95	0.643	0	0.128 *	0
XAG	44	5.8	5.80	0.598	1	0.143 *	0
XAI	49	5.8	5.72	0.540	2	0.043	0
XAS	44	5.8	5.80	0.572	1	0.291 *	0
Total/average	232	7.2	6.19	0.568	0.8		0

\* p<0.05

A:1遺伝子座あたりの対立遺伝子数 PA:固有の対立遺伝子数  $H_e$ :ヘテロ接合度の期待値

$F_{is}$ :近交係数  $L_D$ :連鎖不平衡が優位な遺伝子座の組の数

有意ではなかった。しかし、シードロット総当りの $F_{ST}$ はすべての組み合わせで有意であった(表

7)。シードロット間の遺伝的関係を系統樹で見ると、Lのみのクレード、XAIのみのクレードおよびXA、XAG、XASからなるクレードの大きく3つのクレードに分かれた(図4)。これらのことから、シードロットにより遺伝的多様性の程度が異なっていることと、XA、XAG、XASの3つのシードロット

表7 メリナの5つのシードロット総当りの $F_{ST}$

	L	XA	XAG	XAI	XAS
L	0	*	*	*	*
XA	0.0648	0	*	*	*
XAG	0.0797	0.0160	0	*	*
XAI	0.0822	0.0615	0.0672	0	*
XAS	0.0930	0.0411	0.0271	0.1006	0

\*  $p < 0.05$  (200 permutation)

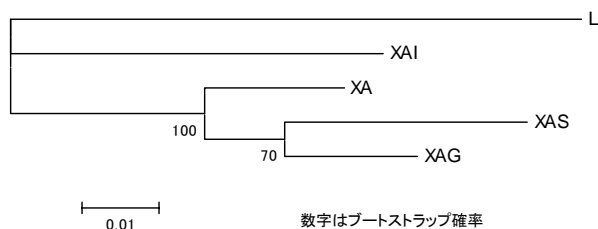


図4 遺伝距離 $D_A$ に基づくメリナの5つのシードロットの系統樹

は近親交配の結果生産された種子である可能性が示唆された。また、この近親交配の可能性を指摘できる3つのシードロットが系統樹でひとつのクレードを形作ることから、これらのシードロット間にはなんらかの関連があるものと思われる。

一方、総当りの $F_{ST}$ が有意であることから、5つのシードロットは互いに遺伝的に異なる組成のものであると考えられる。また、5つのシードロットのうちクローン数が分かっている4つのシードロットについてクローン数と近交係数との関係を図5に示した。その結果、クローン数が少ないほど近交係数が高いことが分かった。このことから、近交係数が高い3つのシードロットは近親交配、おそらくは同じクローン間の交配の結果できた種子を多く含む可能性が考えられる。したがって、この種子から作った採種林は、近交弱勢の影響がないか注視が必要であるといえる。

近交係数

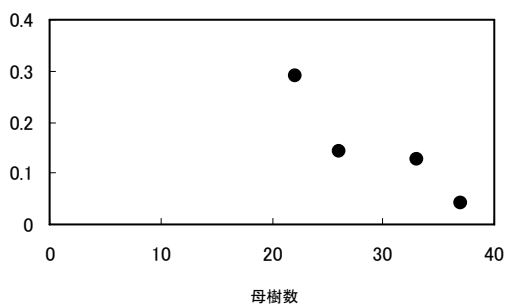


図5 メリナのシードロットの近交係数とクローン数との関係

### 3) 木材製品のDNA個体識別の開発

合板から抽出したDNAを鋳型としてマイクロサテライト解析を行った結果、遺伝子型が検出でき、個体識別が可能であった。合板製造時の乾燥や接着工程では、130℃から180℃程度まで加熱されることから、単板を130、180℃およびより厳しい条件として230℃まで加熱して識別可能かどうか検討した。その結果、230℃まで加熱しても遺伝子型が検出でき、個体識別が可能であった(図6)。230℃まで加熱すると単板表面が変色することから、実用上、製造時にこれ以上の高温にさらされる可能性は無く、本手法で個体識別を行う際に製造時の熱の影響は考慮する必要がないと考えられる。

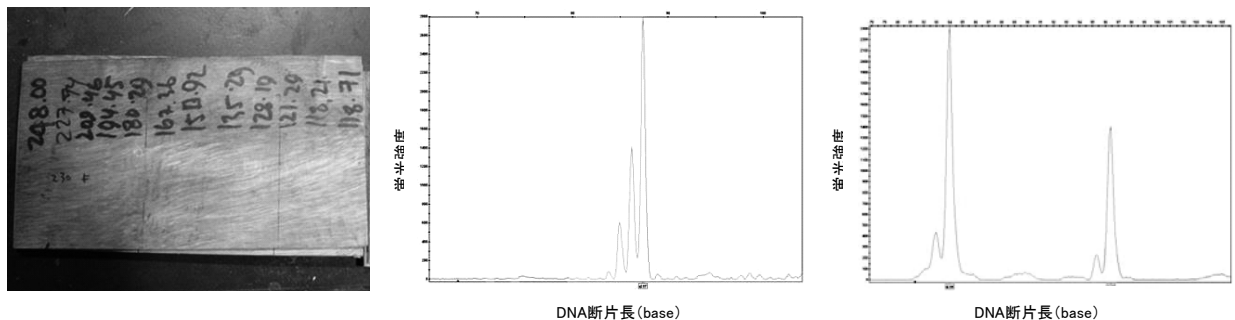


図6 加熱処理したメリナ合板のマイクロサテライト解析

左:加熱したメリナ単板、中:130℃、右:230℃

以上のように、本研究ではファルカタ、メリナの両種の熱帯産早生樹についてDNAマーカーの開発、マーカーによる木材製品の個体識別法の確立および採種林の遺伝的評価を行うことができた。

## 5. 本研究により得られた成果

### (1) 科学的意義

DNAマーカーを用いて、樹木および木材の個体識別技術を開発した。このことにより持続的管理下にあるクローン林から生産された木材製品の履歴を証明することが可能となり、差別化する実用的な手法を確立することができたといえる。また、これまであまりなされてこなかった熱帯早生樹の採種林の遺伝的背景およびその課題を、ファルカタ、メリナについて詳細に検討することができ、今後、同様な研究を促すと期待される。

### (2) 地球環境政策への貢献

2008年6月に開催される国際木構造会議において発表を行う。

## 6. 引用文献

- (1)Lian, C. and Hogetsu, T (2002) Development of microsatellite markers in black locust (*Robinia pseudoacacia*) using a dual-suppression-PCR technique. *Molecular Ecology Notes*. 2:211-213
- (2)Goudet, J. (1995) FSTAT (vers. 1.2): a computer program to calculate F-statistics. *J. Hered.* 86: 485-486.
- (3)Weir, B.S. and Cockerham, C.C. (1984) Estimating f-statistics for the analysis of population structure. *Evolution*, 38:1358-1370.
- (4)Nei, M., Tajima, F. and Tatenno, Y. (1983) Accuracy of estimated phylogenetic trees from molecular data. *Journal of Molecular Evolution*, 19:153-170.
- (5)Pritchard, J.K., Stephens, M. and Donnelly, P. (2000) Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics*, 155:945-959.
- (6)Pritchard, J.K. and Wen, W. (2002) STRUCTURE ver. 2.0 University of Chicago, Chicago, USA. <http://pritch.bsd.uchicago.edu/>
- (7)Heuertz, M. Hausman, J.F. Hardy, O.J. Vendramin, G.G., Lacoste, N.F. and Vekemans, X. (2004) Nuclear microsatellites reveal contrasting patterns of genetic structure between western and southeastern European populations of the common ash (*Fraxinus excelsior* L.).

## 7. 国際共同研究等の状況

東京大学の研究グループはガジャ・マダ大学と、住友林業はクタイ・ティンバー・インドネシア社と共同または委託協力という形で研究を取り進めている。

## 8. 研究成果の発表状況

### (1) 誌上発表

<論文 (査読あり)>

なし

<査読付論文に準ずる成果発表> (社会科学系の課題のみ記載可)

なし

<その他誌上発表 (査読なし)>

なし

### (2) 口頭発表 (学会)

- 1) 高垣 和士、齊藤 陽子、津田 吉晃、松根 健二、千吉良 治、栗延 晋、井出 雄二：  
第116回日本森林学会（2005）「*Paraserianthes falcataria*育種素材の遺伝的多様性と成長特性」
  - 2) 石尾将吾、中村健太郎、齊藤陽子、井出雄二：第58回日本木材学会大会（2008）  
「DNAマーカーによる木材製品と原材料の個体識別」
  - 3) 石尾将吾、中村健太郎：違法伐採対策セミナー2007in横浜（2007）  
「天然林依存からの脱却 ―植林木の利用拡大に向けた技術開発―」
- (3) 出願特許
- 1) 井出雄二、齊藤陽子：東京大学；「モルッカネムの個体識別用プライマーセットおよびそれをを用いた個体識別方法」，特願2004-339726, 平成16年11月25日
  - 2) 石尾将吾、中村健太郎：住友林業；「木材製品の管理方法およびプライマーセット」，特願2006-343720, 平成18年12月21日
- (4) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの）
- 1) 第1回国際ワークショップ「CO<sub>2</sub>シンク強化と木材生産を両立させる熱帯早生樹育種  
(Enhancement of CO<sub>2</sub> Sink and Wood Production through Genetic Improvement of Tropical Fast Growing Tree Species)」（2005年5月、東京大学弥生講堂、参加者130名、インドネシア大使館等が参加）
  - 2) 第2回国際ワークショップ「Improvement of Tropical Forest for Global Environment」（2007年7月をガジャ・マダ大学と共催、ガジャ・マダ大学、参加者100名、インドネシア林業省官房等が参加）
- (5) マスコミ等への公表・報道等
- 1) 日本経済新聞、日刊工業新聞、日刊産業新聞（2007年10月16日、全国版、次頁参照）
  - 2) HousingTribune（2007年No. 20, 創樹社）
  - 3) 成果の記者発表（2007年10月15日、於パレスホテル）
- (6) その他  
なし

# 「アメーバ経営」継続



長期経営計画や単年度計画を策定し提案するアメーバ経営に関するセミナー

## 京セラ系KCCMC 3年で20社 契約獲得へ

### 新技術の開発で、合板加工時にセ氏二百三十度の熱を加えた場合でも分析が可能になるといふ。

KCCMCは小集団ごと。従来は経営形態の見直しから情報システムの構築、講習などを通じて

導入を支援。顧客がアメーバ経営を素早く実践できるようにする。単年度計画（アメーバ経営）に関するセミナーを開催し、約二百名が参加した。料金は従業員数二百人前後の企業でおよそ二千万円。新たに設ける長期間のコンサルテーションは長期経営計画や単年度計画を策定、提案したり、社員教育、研修などを引き受けたりする。料金は契約期間や従業員数などに

よって異なる。「顧客数を増やすだけでなく、今製造部門や小売店、診療所なども導入している」という。年間二十三十社、顧客獲得を目指す。最も高い北米・中南米向けは一、八十に長期に企業を育成することでも上場企業を輩出する。油の指標であるシンガポールの指標であるシンガポールの価格の上昇

## 新ホール、JCCB命名権

### 東京ドーム、来年3月開業

東京ドーム（東京・文京）に売却すると発表し、数は明らかにしていない。名称は「JCCBホール」。建設中の商業施設「ミーツポート」内に開業する。契約金や契約年

カサ等の幅広いイベントに対応する。高性能の音響・照明設備を常設し、最後部座席からステージまでは二十五メートルと臨場感を重視する。初年度収入は十二億円、稼働率は七五％を想定している。ミーツポートは東京ドームシティ内に〇八年三



新ホールの外観

## 合板の生産履歴追跡

### 住友林業 DNA抽出し分析

住友林業は十五日、合板から木材のトレーサビリティ（生産履歴の追跡）を確保する技術を開発した。これまで困難とされた合板からDNA（デオキシリボ核酸）を取り出す技術を開発、生産履歴を確認することに成功した。住宅を建設する工務店や建材商社に一件三万四万円ですサービスを提供する方針だ。

新技術の開発で、合板加工時にセ氏二百三十度の熱を加えた場合でも分析が可能になるといふ。住宅の材料に使った木材の生産地を示すことができれば、国産材にこだわることにつながるという。また、事業を始めるのは五年以上先で、売り上げ規模も未定としている。

## 輸入木材加工し壁紙

### 松下電工 エースウッドと開発

【堺】松下電工と高級社長は新しい化粧シートを壁紙製造・販売、エースウッドを共同開発した。輸入木材を使って杉柄な壁紙製造・販売、エースウッドを共同開発した。輸入木材を使って杉柄な壁紙製造・販売、エースウッドを共同開発した。輸入木材を使って杉柄な壁紙製造・販売、エースウッドを共同開発した。

## 「A380」で行く豪州旅行

JTBとエイチ・アイ・エス（HIS）は十九日、欧州エアバス製の最新鋭大型旅客機「A380」を使うオーストラリア旅行をそれぞれ発売する。シンガポール航空がシンガポールのシドニー間に世界で初めて就航させるA380を利用するため、いずれも成

スより上される「スイーパースペース」の利用も可能。現地では自由行動で、シドニーの市内観光などは有料オプション。HISの商品は三泊五日で、ホテルは四タイプ。利用でから五泊七日までの日程。ドットシンガポールの市間の日程で、ホテルは四タイプ。片内観光を無料で組み込んだ。支払いは、ファーストクラス。料金を追加すれば、HISは

合板は三万九千五百円、受松は一万七千三百円。脱色エースウッドは松、ロースウッドなどの素材を加工。そのまま使い、化粧シートを製造してきたが、木材の入手が難しくなっていた。松下電工から相談

建築内装業の問題や設計事務所向けに発売した。風の板目柄の合計五種。二〇一〇年度の売り上げ目標は四億八千万円。新しい化粧シート「エースウッド美創シート」は杉、エポニー、ローズウッド以外の木材。材と品質を売りにする。幅九十一センチ、長さ二材の入手が難しくなっていた。松下電工から相談