



神奈川県
森林研究所

KANAGAWA

ISSN 1342 - 3762

神奈川県森林研究所

研究報告

第 27 号

Bulletin of the
Kanagawa Prefecture Forest Research Institute

No. 27

2000. 3

目 次

論 文

丹沢山地におけるスズタケのアイソザイム変異と衰退スズタケの形態

齋藤央嗣・藤森博英・北村系子 1

短 報

神奈川県大平産ケヤキの材色と外部形態による判別の可能性

中川重年・星山豊房 15

資 料

材線虫病予防のために真鶴半島で地上散布されたフェニトロチオンの海域への流出

藤森博英・伏脇裕一 31

東丹沢地域における1999年8月中旬の豪雨状況

中嶋伸行 35

丹沢山地におけるスズタケのアイソザイム変異と 衰退スズタケの形態*

齋藤央嗣¹・藤森博英¹・北村系子²

Studies on isozyme variations and the retrogressive style in
Tanzawa populations of Suzutake (*Sasa borealis*).^{*}

Hiroshi SAITO¹, Hirohide FUJIMORI¹ and Keiko KITAMURA²

要旨

齋藤央嗣・藤森博英・北村系子：丹沢山地におけるスズタケのアイソザイム変異と衰退スズタケの形態 神森林研研報 27: 1-14, 2000 丹沢の衰退したスズタケの形態及び群落構造、遺伝的変異をアイソザイム分析により検討した。衰退域では桿高が10cm以下で密度も低い。地下茎は細く古株等から単軸分岐で交差しながら直線的に伸長し、最長で570cmに達した。4酵素4遺伝子座で遺伝解析とクローン解析を行い、17のmultilocus genotype(MLG)が認められた。4か所共通のMLGはないが、3か所に共通で調査数の約4割を占めるMLGがある一方、約半数のMLGが数株のみで存在し多様性を保持していた。集団遺伝学的な解析では平均ヘテロ接合体率(Hs)は各地区共約0.25で大差ない。遺伝子分化係数(Gst)は15%で、丹沢という狭い地域としては大きい。また集団間の遺伝距離は、遺伝子構成が異なる東沢がやや距離があり、同じ衰退した白ガ岳と堂平の距離が近かった。

キーワード：スズタケ、丹沢、アイソザイム、遺伝変異

I はじめに

スズタケ(*Sasa borealis*)は、北海道から九州にかけての太平洋側に広く分布するササで(鈴木, 1978)、植物社会学的にはスズタケブナ群団の標徴種である(宮脇ら, 1978)。また、日本海側のチシマザサに対し、太平洋側ブナ林の林床を広く覆っており、小雪により冬季に乾燥する太平洋側の植生を代表する種の一つである。

スズタケの形態と生態については汰木らの一連の研究によって、桿や葉等の地上部の形態(汰木ら,

1977)、刈り払いによる影響(汰木ら, 1984)、桿の構成年齢(Yurugi et al, 1987a)、光合成特性やフェノロジー(Yurugi et al, 1987b)などが検討してきた。しかしスズタケに限らずササ類は地下茎による栄養繁殖を行うが、地下茎の発達によるクローンの広がりについては、現存量以外は調査の困難さから十分明らかでない。また広域的に同一クローンが広がっている可能性が考えられるが、地域間の遺伝変異等についても不明である。近年アイソザイムの遺伝変異から樹木個体群の栄養繁殖についての検討がなされるようになった(北村ら, 1992; 橋本ら, 1999)。

本研究の一部は第111回日本林学会大会で発表した。

1 神奈川県森林研究所研究部(厚木市七沢657)

2 森林総合研究所生物機能開発部(茨城県稻敷郡茎崎町松の里1)

共優性マーカーであり分析も容易であるアイソザイムマーカーを用いることにより、スズタケのクローン判別にも手法として活用可能と考えられる。

一方、丹沢山地では、スズタケの退行現象が1973年頃から観察されるようになり(飯村, 1980)、その後も、ニホンジカによる被食や、天狗巣病等により林床を覆っていたスズタケやミヤマクマザサが大きく退行をしていることが報告されている(古林, 1996; 矢ヶ崎ら, 1997)。ササは森林の樹木の更新において、後継稚樹を被圧しその存在は考慮すべきことが多い。しかし、急峻な地形の丹沢山地では、広大な面積のスズタケが急速に衰退したことにより、土壤流出等の林地被害も懸念されるとともに、クロジ等稀少な鳥類の繁殖にも影響を与えており、その早期の保全、再生が必要となっている(山口ら, 1997)。

また、昨今の保全生物学の立場からは、安易に他地域の植栽材料を使用することにより、遺伝子の多様性の攪乱を招くことが懸念され、その一例としてトウヒのアイソザイム変異による研究が報告されている(渡辺ら, 1996)。今回の対象地域のほとんどが丹沢大山国定公園の特別保護地区に指定され、本来自然の動態にゆだねられる地域である。このため植栽を伴う再生事業の実施にあたっては、この点を十分考慮する必要がある。

このため本報では、丹沢地域のスズタケ再生に向け、その形態及び群落構造、またアイソザイム分析からその遺伝的変異と地理的分布を明らかにすることを目的とした。

II 材料及び方法

1 予備実験（増殖用個体の収集とスズタケのアイソザイム酵素種の探索）

スズタケのアイソザイム分析に使用できる酵素種の探索のため、増殖用に収集したスズタケと比較のため他種のタケ及びササを用い、アイソザイム分析を行った。供試したスズタケは、以前から所内タケ・ササ見本園内に植栽してあった2サンプル(採取地不明)と、増殖用として1996年から丹沢山地の7か所から、数本の桿の着いた状態の株で収集した10サンプルで、森林研究所圃場で活着したもの用いた。採取地について図1に示す。このうち神ノ川の

4資料と水沢は、スズタケ衰退域(本報では、桿高20cm以下のスズタケを衰退型とし、それ以外を健全型とする)から収集したものであり、他は健全域から収集した。比較に用いた他種のタケ・ササは、オカメザサ(*Shibataea kumasaca*)、ヒメズズタケ(*Sasaella hisauchii*)、ヤマキタダケ型)、アズマザサ(*Sasa ramosa*)、ハコネメダケ型)、ハコネダケ(*Arundinaria vaginata*)、アズマネザサ(*Arundinaria chino*)の5種であった。いずれも森林研究所内タケ・ササ見本園に植栽された個体を使用し、アズマネザサは所内に自生するものを用いた。

材料の収集は、各個体とも丸まった新葉がある場合は新葉を採取し、見つからない場合は成葉をいずれも3枚程度採取し分析まで冷凍庫(-30°C)で保管した。

アイソザイム分析は平板アクリルアミドゲル垂直電気泳動法を用いた。同法は分解能が高くシャープなバンドが得られ比較的安価であり、他法と比較し優位性が高い(白石, 1987a)。分析試料は葉の葉身を100mgをとり、はさみで細かく切断した後、試料を乳鉢に入れ液体窒素を注ぎ粉碎し、抽出用緩衝液1mℓと試料と同量のポリクリラールATを加え、よくホモジナイズし粗抽出液を得た。緩衝用抽出液は、1MTris-HCl pH7.5:3mℓ、60%グリセリン:10g、200mM DTT(ジチオトレイトル):0.55mℓ、水:14.0mℓ、30mg/mℓ NAD(β-ニコチンアミドアデニンジヌクレオチド、酸化型):0.75mℓ、33mg/mℓ NADP(ニコチンアミドアデニンジヌクレオチドリン酸、酸化型):0.75mℓを攪拌し、使用直前に2-メルカプト



図1 サンプリング位置図

エタノール：150ulを加えて作成した。粗抽出液は温度を1°Cに保ち15,000rpmで10分遠心分離を行い、さらに上精液を30分遠心分離し上精液を電気泳動した。電気泳動は、白石の手法にしたがい、ポリアクリルアミドゲル(濃縮ゲル3.75%、分離ゲル7.5%)を用いた垂直平板法によって行い、4°C、12.3A/cm²で約2時間半行つた。

予備実験で分析した酵素は、アコニターゼ(ACO, E.C.番号4.2.1.3.)、アルコール脱水素酵素(ADH, E.C.番号1.1.1.1.)、アミラーゼ(AMY, E.C.番号3.2.1.)、ジアホラーゼ(DIA, E.C.番号1.6.4.3.)、非特異的エステラーゼ(EST, E.C.番号3.1.1.)、グリセリン酸脱水素酵素(G2D, E.C.番号1.1.1.29.)、グルコキナーゼ(GK, E.C.番号2.7.1.2.)、アスパラギン酸アミノ転移酵素(GOT, E.C.番号2.6.1.1.)、グルコース-6-リン酸脱水素酵素(G6P, E.C.番号1.1.1.49.)、グルタチオンレダクターゼ(GR, E.C.番号1.6.4.2.)、ロイシンアミノペプチダーゼ(LAP, E.C.番号3.4.11.1.)、イソクエン酸脱水素酵素(IDH, E.C.番号1.1.1.42.)、リンゴ酸脱水素酵素(MDH, E.C.番号1.1.1.37.)、リンゴ酸酵素(ME, E.C.番号1.1.1.40.)、メナジオンレダクターゼ(MR, E.C.番号1.6.99.2.)、ホスホグルコースイソメラーゼ(PGI, E.C.番号5.3.1.9.)、6-ホスホグルコン酸脱水素酵素(6PG, E.C.番号1.1.1.44.)、ホスホグルコムターゼ(PGM, E.C.番号2.7.5.1.)、パーオキシターゼ(POD, E.C.番号1.11.1.7.)、シキミ酸脱水素酵素(ShDH, E.C.番号1.1.1.25.)、ソルビトール脱水素酵素(So DH, E.C.番号1.1.1.14.)、テロラゾリウム酸化酵素(TZO, E.C.番号1.1.1.1)の22酵素である。染色液の調合並びに処理は白石の方法(1987b)にしたがつた。バンドの検出についても既往の方法(白石, 1987c)にしたがつて行い、得られたザイモグラムからバンドの変異があり、遺伝子支配によると思われる遺伝子座を推定し、遺伝子型を推定した。

この推定した遺伝子座を、サンプルごとに組み合わせて、全遺伝子座の遺伝型の組み合わせ multilocus genotype(本報ではMLGと略す)を得た(橋本ら, 1999)。これを用い増殖用個体のクローニングや遺伝子型の分布の推定及び評価を行つた。

2 丹沢山地の衰退スズタケの形態とMLGの分布

丹沢における衰退スズタケの形態と、スズタケの遺伝変異の大きさや地域変異、クローンの分布の状況等を調査するため、丹沢山地の4か所で調査地を設定した。設定した調査地は、東からスズタケ衰退域の東丹沢の堂平(標高1160m)、西丹沢の臼ガ岳下(同1190m)、健全域で西丹沢の東沢(同1140m)、同じく大棚の頭(同1250m)のいずれも標高1200m前後の4林分で、丹沢の中では比較的良好なブナ林が残存しているところである。図1に位置を示す。

アイソザイム分析に使用した材料は、各地区ともクローンの広がりを検討するため5-10mの一定間隔で、新葉がある場合採取し、ない場合は成葉をそれぞれ3枚程度採集した。あわせて葉長や桿高を計測した。臼ガ岳下は、衰退が著しく個体がわずかであったので20m×150m区画内の全ての個体を収集した。

アイソザイム分析は、予備実験と同様に白石の方法(1987a・b)に従つた。なお、分析した酵素は予備実験で多型が確認され、遺伝子型が推定できた非特異的エステラーゼ(EST)、アスパラギン酸アミノ転移酵素(GOT)、グルタチオンレダクターゼ(GR)、ロイシンアミノペプチダーゼ(LAP)の4酵素である。得られたザイモグラムから同様に各個体の遺伝子型を推定し、その遺伝型の組み合わせ multilocus genotype (MLG)を得た。これからクローンないし遺伝子の広がりについて検討した。

3 堂平における地下茎の接続とMLGの分布

丹沢でのスズタケの衰退形態と地下茎の状況、遺伝子及びクローンの広がりを詳しく明らかにするため、堂平の調査地内で5m四方のプロットを設定した。そこで地上部のある全ての株(本報では桿基も含め株とする)のアイソザイム分析を行い、同様にMLGを推定した。分析した酵素は、堂平で多型の多く認められた非特異的エステラーゼ(EST)、アスパラギン酸アミノ転移酵素(GOT)、ロイシンアミノペプチダーゼ(LAP)3酵素である。

さらに地下部の地下茎の伸張と接続について調査するため区画内の地下茎調査を行つた。調査は伸長の形態、すなわち伸長量(地下茎長)、伸長の方向、株元の形態、そして株同士の接続について調査し図化した。この結果と分析の結果得られたそのMLGの

型をあわせて地下茎による遺伝子の広がり方の検討を行った。

4 丹沢山地におけるスズタケの地理的変異

2で分析した4か所の遺伝解析の結果から、丹沢山地4か所におけるスズタケの遺伝変異の大きさを明らかにするため集団遺伝学的検討を行った。地区ごとに得られたザイモグラムから遺伝型頻度、遺伝子頻度を求めた。

もとめた遺伝型頻度から対立遺伝子頻度を算出した。この対立遺伝子頻度から、平均ヘテロ接合体率(H)を求めた。この指標(H)は、複数の遺伝子座における多様性の大きさを示す。ここで集団全体の平均ヘテロ接合体率(H_T)、平均ヘテロ接合体率 H の平均値(H_S)の差から集団間平均ヘテロ接合体率(D_{ST})をもとめその H_T との比(G_{ST})を求めた(白石, 1988)。つまり

$$G_{ST} = D_{ST} / H_{ST} = (H_T - H_S) / H_T$$

となる。 G_{ST} は、集団間の分化程度を表す指標である。

さらに丹沢山地のスズタケ集団間の分化の程度を明らかにするため、Nei and Li (1979) の式から遺伝的類似度(I)を求め、その値を対数変換して遺伝的距離(D)を求めた(白石, 1988)。

$$I = J_{xy} / \sqrt{J_x \cdot J_y}$$

$$D = -\log I$$

ただし $J_x = \sum_i \sum_j x_{ij}^2 / r$, $J_y = \sum_i \sum_j y_{ij}^2 / r$,

$J_{xy} = \sum_i \sum_j x_{ij} y_{ij} / r$ である。

III 結 果

1 スズタケの増殖とアイソザイム酵素種の探索

分析に用いた酵素のうち、ACO、GK、G6P、IDH、PGI、6PG、PGM、SoDH、TZoの9酵素についてはバンドが全く観察されなかった。これは元来活性がなかったためと考えられるが、抽出処理のpH等に問題があった可能性もある。ADH、AMYは、一部の試料のみからしかバンドが認められなかった。ShDHは多型のあるバンドが検出されたが、活性が弱く固定前にバンドが消失した。

MEは活性の高いバンドが認められたが、多型が認められなかった。MRも活性の高いバンドが認められたが、多型のあるバンドが不鮮明であった。G2D及びMDHは活性が高いバンドが認められ多型も認められたものの、ゆがみが大きく判読できなかつた。残りのDIA、EST、GOT、GR、LAP、PODではっきりした多型のバンドが確認された。しかし、DIA、PODは遺伝子支配が判断できず、結果としてEST、GOT-2、GR、LAPの4酵素4遺伝子座で多型のある遺伝子座が推定された。

図2に本報の分析を通じて出現したスズタケの4遺伝子座のバンドパターンと遺伝子型を示した。ESTでは、移動度の大きいRf70付近に5通りのバンドパターンが見られ、1本のものはホモ接合体、3本のバンドからなるものはヘテロ接合体(ダイマー型)になるものとして遺伝子座(EST)を定め遺伝子型を推定した。なおEST-bとEST-cに支配された酵素の移

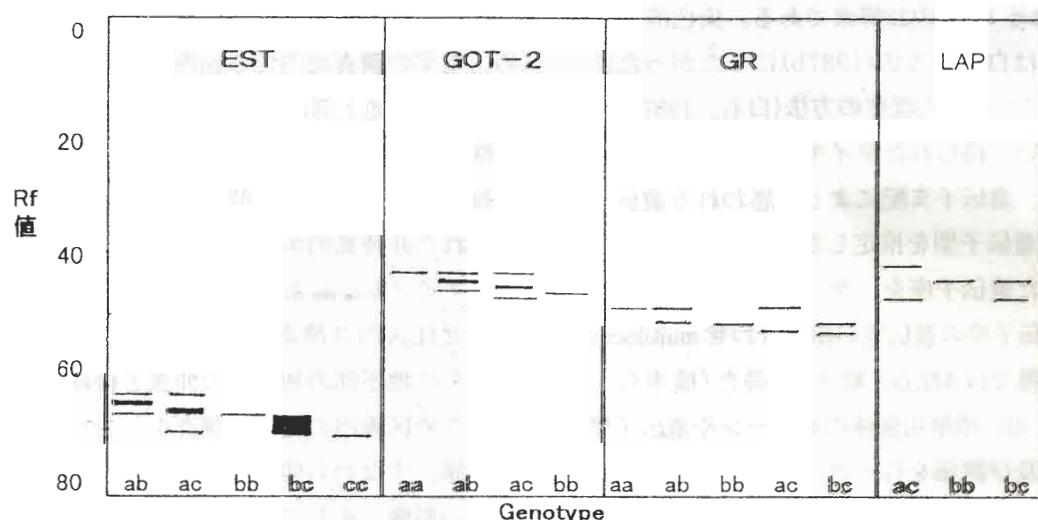


図2 スズタケの4酵素4遺伝子座におけるバンドパターンと遺伝子型

動度の差がわずかであったため、bc型の泳動パターンは、3本のバンドがまとまった形で得られた。ESTはこのほかにもバンドが見られたが、遺伝子支配が明らかでないので取り上げなかった。GOTでは、Rf45付近に4通りのバンドパターンが見られ、1本のものはホモ接合体、3本のバンドからなるものはヘテロ接合体(ダイマー型)になるものとし遺伝子座(GOT-2)の遺伝子型を推定した。GOTでは、3か所でバンドが検出され遺伝子支配が推定されたが、移動度の小さい部分(GOT-1)は、変異がなく単型であった。大きい部分(GOT-3)は、多型が認められたが、鮮明でない試料もあり取り上げなかった。GRではRf50付近に5つのバンドパターンが見られ、遺伝子型を推定した。ヘテロ接合体は、モノマー型であった。LAPではRf46付近に3つのバンドパターンが認められ遺伝子型を推定した。ヘテロ接合体はモノマー型である。なおLAPの予備実験では他種のササで多型が見られたものの、スズタケでは多型が見られなかつたが、分析を進める中で多型が明らかになつたものである。

表1に予備実験で出現した遺伝子型とMLGの組み合わせを示す。広域的に特定クローンが広がっているという予想に反し、分析した12試料のスズタケの内、同一なものが最大3つまで、7つのMLGが認められた。また神ノ川の同一箇所から収集した4試料の内3つが異なり、地域内の遺伝的多様性の高さも示唆された。他種との比較では、ヒメスズタケのESTでスズタケには現れないa'/a型の遺伝子型が認

表1 予備実験で確認された遺伝子型とMLG

種名及び 採取地	遺伝子座			MLG番号	備考
	Est	Got-2	GR		
1. ヒメスズタケ	a/a	b/b	a/b	0/0	—
2. オカザキサ	a/a	b/b	b/b	c/c	—
3. アズマササ	a/b	b/b	b/b	0/0	—
4. ハコネダケ	a/a	b/b	b/b	b/b	—
5. 七ヶ所ササ	a/a	b/b	b/b	c/c	—
6. 所内植栽	c/c	a/a	a/b	b/c	2
7. 所内植栽	b/b	a/a	b/b	b/c	—
8. 神の川2	c/c	a/b	a/b	b/c	3
9. 神の川5	c/c	a/b	b/b	b/c	10
10. 神の川6	c/c	a/b	b/b	b/c	10
11. 神の川7	c/c	a/a	b/b	b/c	6
12. 中ノ沢	c/c	a/a	b/b	b/c	6
13. 秦野峠	c/c	a/b	b/b	b/c	10
14. 大洞3	c/c	a/a	a/b	b/c	2
15. 七ヶ所ササ	c/c	a/a	b/b	b/c	6
16. 水沢	a/c	a/b	b/b	b/c	7
17. 札掛	a/c	a/a	a/b	b/c	—

注1) MLG番号は丹沢4万所の分析と同一のものを記載

注2) スズタケ衰退型は採取時の桿高が20cm以下のものとし

められた。分析した5種ともスズタケに比較してGOT-2とGRについては変異が少なかったが、GOT-2では、分析5種ともスズタケでは少ないb/b型の遺伝子型をもっていた。LAPでは、ヒメスズタケとハコネダケではバンドが観察できなかった。

2 丹沢におけるスズタケの衰退集団

健全域である大樹の頭と衰退域である堂平での桿高と葉の長さを図3に示す。桿高は大樹の頭での148cmに対しわざかに9cmと1/10にみたず、細い桿を叢生させていた。同様に葉の大きさも健全域の1/3であり小型化が著しかった。

またスズタケが衰退している衰退堂方形区における地下茎長の調査結果を図4に示す。これは地下茎調査で完全に分析できた67個体の地下茎の伸長量を伸長頻度別に図化したものである。全体の平均地下茎長は135cmで最長で570cmに及んだ。4m以上あ

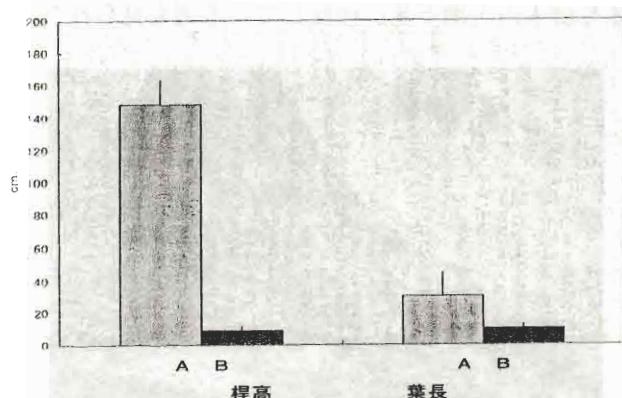


図3 スズタケの健全集団(大樹の頭A: n=11)と
わい化集団(堂平B: n=180)の比較

棒は標準偏差を表す

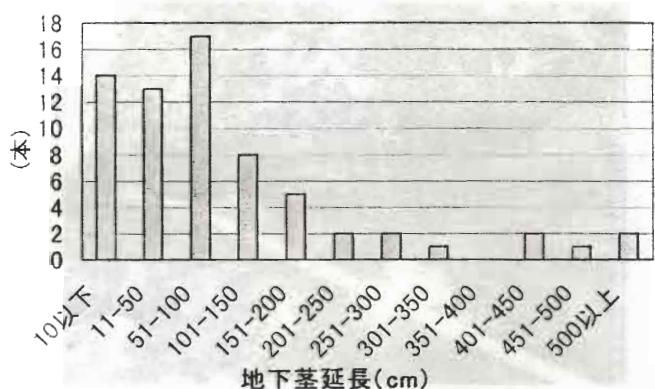


図4 地下茎伸長量の度数分布

10cm以下は独立している株を示す

る個体がある一方で、地下茎自体持たない地下茎長10cm以下の株が2割にあたる14株もあった。地下茎の伸長している株では、発生的には枯死した古い株ないし地下茎から太さ2mm程度の細い地下茎を出していた。また調査地付近では、昭和50頃には衰退が始まった(中川、私信)ようである。以後少なくとも15年以上経過しているが、地下部にはおそらく衰退前の5mm程度の太さを持つ株元や地下茎になったスズタケの遺体が散見され、かつては高密度の群落であったことが想像された。調査地と地下茎の伸長について写真1・2に示す。追跡できた地下茎の総延長は88mに及び、調査区外に伸長した部分を除くと1m²当たりの地下茎伸長量は2.93m/m²であった。これを健全なスズタケ群落の調査例と比較すると、70.2m/m²、35.3m/m²(汰木, 1977)、49m/m²(上田, 1956)であり、枯死している桿を除いていることを差し引いてもかなり低い値である。また深いところ(最深で26cm)やブナの根茎内を伸長したり、地下茎や倒木内を地下茎が伸長している例も見られた。



写真1 調査地の状況

スズタケの退行が著しいが、わい化して生存している



写真2 衰退スズタケの形態

矢印は古い地下茎、その下に細い地下茎が伸長している。
写真中央が衰退した株

株と掘削した地下茎の配置図は、遺伝解析の結果とあわせ図9に示す。

スズタケの地上桿の分布形式については、汰木ら(1977)が小集団を持つ集中分布であると指摘しているが、ブナの根茎の間等、ニホンジカの被食を物理的にうけにくいところに集中する傾向が見られた。

3 スズタケのアイソザイム分析とMLG

予備実験の結果から、多型があり遺伝子座の推定ができた4酵素4遺伝子座について遺伝解析とクローニングを行った。推定した遺伝子座から、その個体ごとの組み合わせ、MLGグループ化を行い、表2に各地のMLGをまとめた結果を示す。あわせて計17のMLGが出現し、地区別では、堂平：7、臼ヶ岳下：5、東沢：5、大崩の頭：6がそれぞれ出現した。表-1の予備実験の結果で、この17のMLG以外の組み合わせが2つ出現したので、今回の分析により得られた4酵素4遺伝子座によるスズタケのMLGは19の組み合わせであった。うち1つは産地不明の所内植栽であるので、丹沢のスズタケに関して言えば18のMLGが得られたことになる。

これらのMLGのうち4か所共通に出現したものはなかった。しかし10番のように3か所から確認され全調査数の約4割を占めるものもあり、ある程度は特定クローニングが広域的に広がる可能性を示唆した。しかし特定の地域同士で共通するMLGの組み合わせは少なく、約半数のMLGが、分析した資料の中で1ないし2つのみで存在して集団内の遺伝的多様性を保持していることが明らかになった。

本実験で得られた17MLG以外を識別できる危険率を各遺伝子型の出現頻度から求めたところ(後藤ら, 1997)、表2、11列のとおりであり、平均で2.8%であった。これは97.2%の確率で識別できることを意味する。ただし出現頻度のやや高い6・10番は10%を超える値であった。このため完全なクローニングの分析となっていない可能性もあるが、遺伝子の分散や地域間のばらつきを考察するにあたっては、十分評価できるものと思われる。

今回分析した試料は、各地区で150m×20mの区画内の全ての個体を収集した臼ヶ岳下を除いて一定間隔でサンプリングしたので、地域内でのクローニングや遺伝型の配置を明らかにすべくマッピングを行つ

表2 丹沢各所で出現したスズタケのMLGグループと構成数

MLG番号	遺伝子座			調査地別出現数				出現頻度から 求めた危険率	遺伝子の出現頻度			
	Est	Got-2 GR	Lap	堂平	臼ヶ岳下	東沢	大棚の頭		Est	Got-2 GR	Lap	
1	c/c	a/a	a/a	b/c			2	2	0.011	0.71	0.35	0.06
2	c/c	a/a	a/b	b/c	3		7	10	0.021	0.71	0.35	0.12
3	c/c	a/b	a/b	b/c			2	2	0.021	0.71	0.35	0.12
4	c/c	a/a	a/c	b/c			4	4	0.011	0.71	0.35	0.06
5	c/c	a/a	b/b	b/b			1	1	0.018	0.71	0.35	0.59
6	c/c	a/a	b/b	b/c	6		4	10	0.104	0.71	0.35	0.59
7	a/c	a/b	b/b	b/c	2			2	0.018	0.12	0.35	0.59
8	b/c	a/b	b/b	b/c	8			8	0.009	0.06	0.35	0.59
9	c/c	a/b	b/b	b/b			2	2	0.018	0.71	0.35	0.59
10	c/c	a/b	b/b	b/c	21	10		17	0.104	0.71	0.35	0.59
11	a/b	a/c	b/b	a/c	1			1	0.001	0.06	0.12	0.59
12	b/b	a/c	b/b	a/c	1			1	0.001	0.06	0.12	0.59
13	a/c	b/b	b/b	a/c			6	6	0.002	0.12	0.18	0.59
14	c/c	b/b	b/b	b/c			1	1	0.054	0.71	0.18	0.59
15	c/c	a/a	b/c	b/c			19	19	0.032	0.71	0.35	0.18
16	c/c	a/b	b/c	b/c	2	1	1	4	0.032	0.71	0.35	0.18
17	c/c	b/b	b/c	b/c				4	0.016	0.71	0.18	0.71
計及び平均				42	19	33	31	125	0.028			

た。この結果を図5から図8に示す。各地区とも比較的大きなMLG集団を持つものが認められ、特に10番は、堂平、臼ヶ岳下、大棚の頭の3か所で広い面積を占有していた。その一方で1~2個の、つまり10m四方程度の小型のパッチも多数認められた。

全体としてモザイク状に配置しており、クローンが大小さまざまなサイズ及び形のパッチを持って分布していることが推定された。また衰退域である堂平と臼ヶ岳下は、他の2か所と比較してクローンの配置やMLGの個数等に大きな変化は認められなかった。

これらのクローンの広がりの詳細を明らかにするため行った堂平の5×5 m区の調査では、181株を3酵素3遺伝子座で分析を行なった。この結果4つのMLGタイプが見られ、これを地下茎の配置図とあわせ図化した。その結果を図9に示す。5 m四方のわずかな区画内で地下茎が複雑に伸長しているが、スズタケは単軸分岐であり基本的に直線的に伸長している。また地上部で同一と思われた株状のまとまりが、別の地下茎に属すなどかなり錯綜していた。この分析では、分析しているアイソザイム酵素種が1つ少ないが、図5の凡例中の堂平で見られたMLGから、これらは図9凡例中の上から8、2、10、7のMLGであると思われる。図9の調査地は、図5中の表記した部分であり、8番のMLGが分布すると思われるところである。しかし図9で

は、図上方を中心に10番のMLGを持ったクローンが伸長しており、複雑に交差しているのがわかる。その中に図5ではやや離れたところにある2番のMLGを持つクローンが伸長している。また図5中では50m以上離れたところにクランプを形成している7番が1株だけ存在している。このように衰退

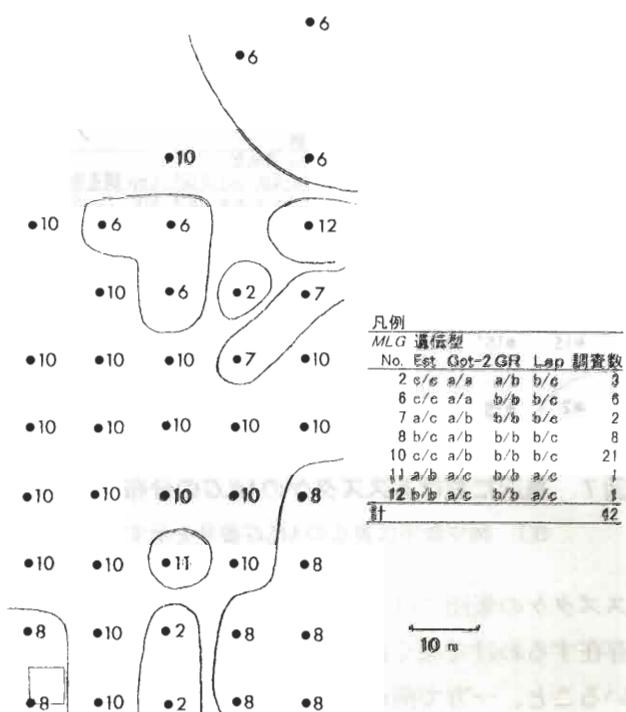


図5 堂平におけるスズタケのMLGの分布状況

注1) 図中数字は表2のMLG番号を示す

注2) 図中左下の□は区画調査(図9参照)を実施した箇所

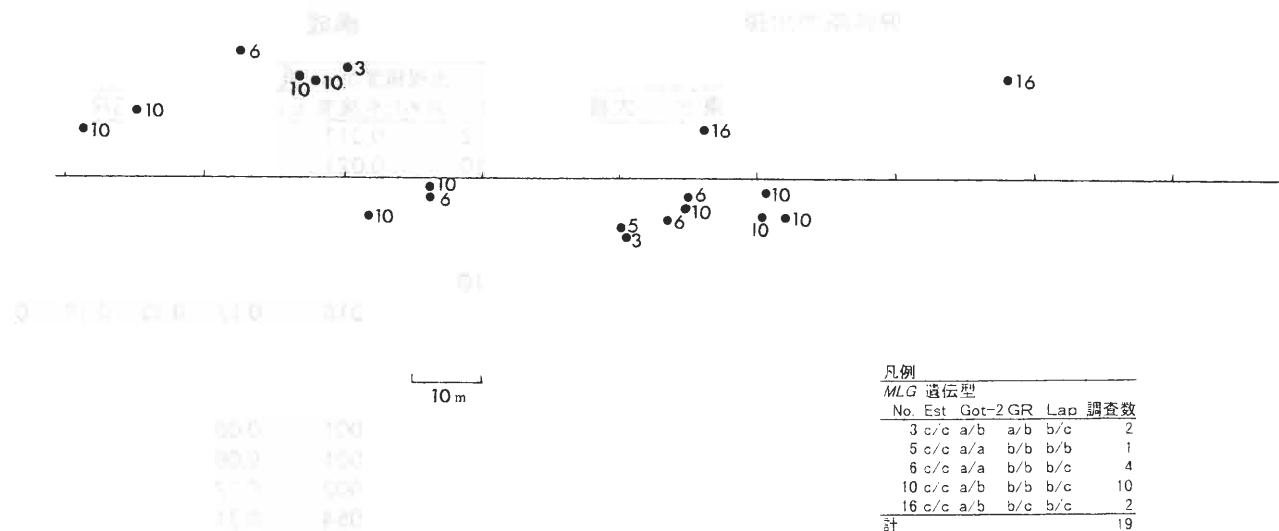


図6 真ヶ岳下におけるスズタケのMLGの分布状況

注) 図中数字は表2のMLG番号を示す

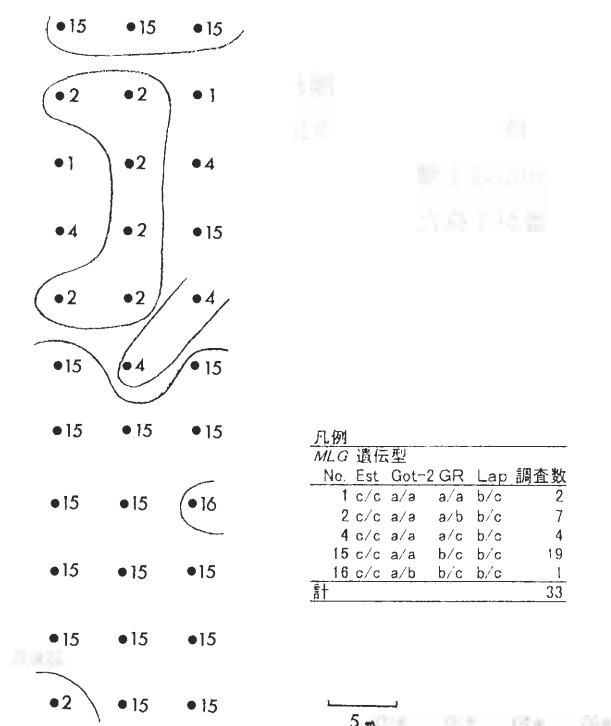


図7 東沢におけるスズタケのMLGの分布状況

注) 図中数字は表2のMLG番号を示す

スズタケの集団ではクローンの伸長は必ずしも面で存在するわけではなく線的にクローンを深長させていること、一方で前述の通り地下茎を作らないで株のみを発達させる個体もかなりあり、このようなわずかなパッチで遺伝的な多様性を保持していることが明らかになった。

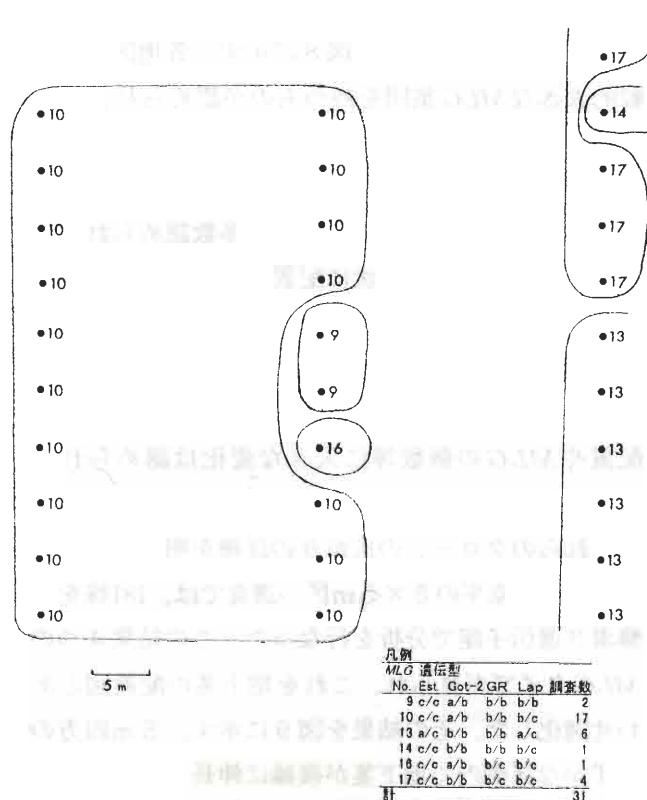
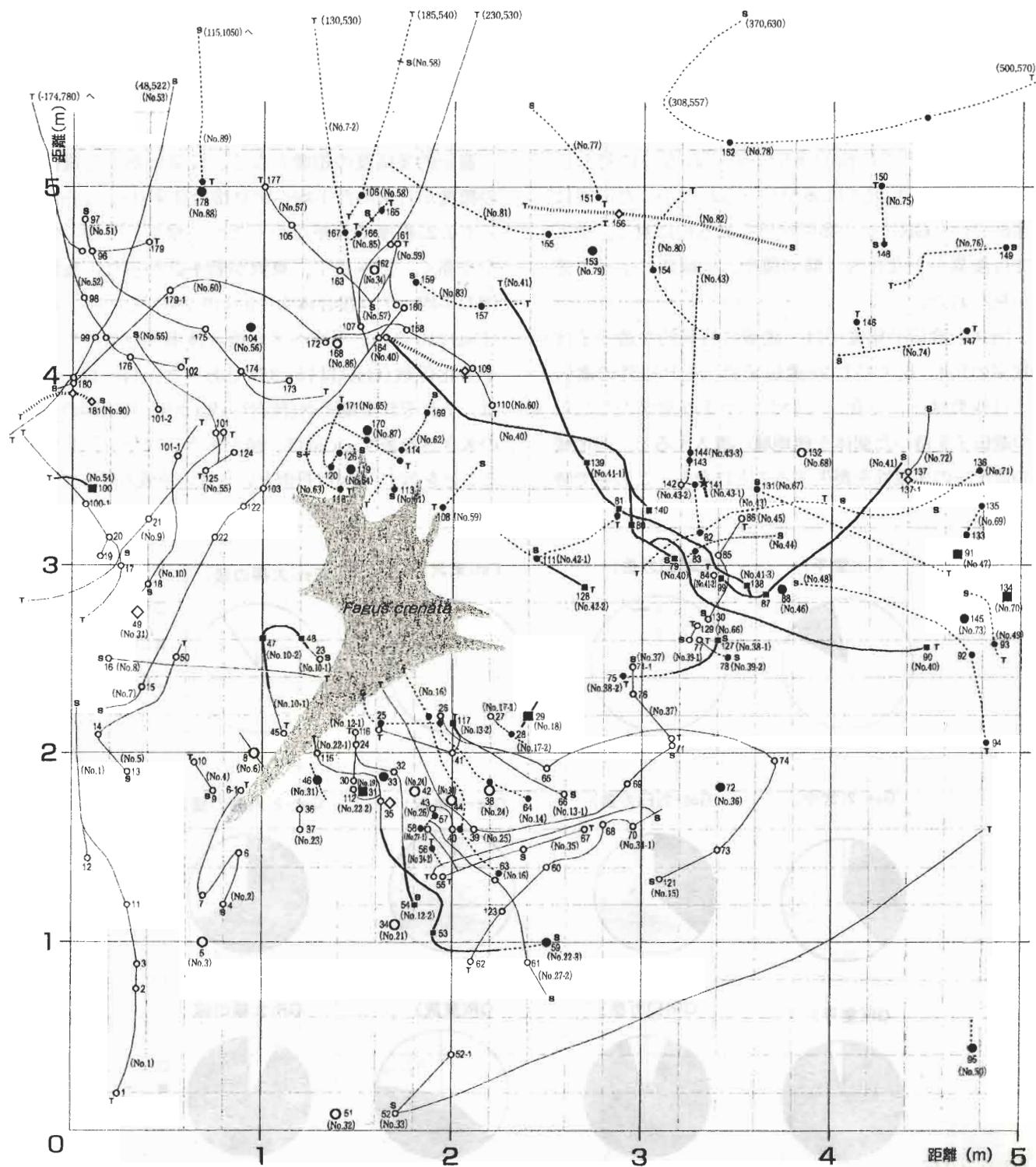


図8 大棚の頭におけるスズタケのMLGの分布状況

注) 図中数字は表2のMLG番号を示す

また今回の分析の中で一部に地下茎の接続が確認されながら、遺伝型の異なる株が見られた。サンプリング時ないし分析時のミスと思われるが、一部の地下茎に地下茎同士の接合を推定させるような部位があつたので付記しておく。



(凡例)

株	地下茎	遺伝型			測定されるMLG No.
		Ekt	Got.2	Lap	
○ ○	—	b/c	a/b	b/c	8
■ ■	—	c/c	a/a	b/c	1.26
● ●	—	c/c	a/b	b/c	3.10
★ ★	···	a/c	a/b	b/c	7
◇ ◇	···	遺伝型不明			

図9 堂方形区におけるスズタケの株と地下茎の配置とMLGの分布図

注1) 数字は株番号、No.数字は地下茎の接続したクローラン番号を示す

注2) 図中のS:株元 T:地下茎の先端を示す

注3) 株のドットの大きいものは独立している株を示す

4 丹沢のスズタケの集団遺伝学的解析と地理的変異

丹沢山地での集団間の変異について、調査した各地区の遺伝型頻度、遺伝子頻度を表3、対立遺伝子頻度を図10に示した。遺伝型頻度では、ESTを見ると堂平において比較的多型が見られるのに対し、臼ヶ岳下や、東沢では多型がみられなかった。逆に東沢では、GRによく多型が見られるのに対し、堂平では変異が少ない等、酵素種や、地域間によって差が見られた。

図10の遺伝子頻度では、地域に特異的な遺伝子は堂平のEst-b、GOT-2c遺伝子で、それ以外の遺伝子は複数地区に存在していた。つまり堂平のこれらの遺伝子を持った個体を他地域へ導入すると、他地域の遺伝子の多様性を喪失することになる。この中で特

に東沢がGOT-2、GRで他の地区と大きく異なった遺伝子組成を持っていた。

集団遺伝学的な解析の結果を表3並びに表4に示す。

遺伝的多様度の指標となる、変異のあった遺伝子の頻度から求めた平均ヘテロ接合体率(H_s)は各地区とも0.25程度で大差なかったが、堂平、大瀬の頭がやや高く、臼ヶ岳下、東沢が若干低かった。集団全体の平均ヘテロ接合体率(H_t)は0.298、その H_s との差(D_{st})は0.046、平均ヘテロ接合体率から求めた遺伝子分化係数(G_{st})は15.3%であった。 H_t 、 H_s 、 D_{st} は、それぞれ全集団内(種内)、集団内、集団間の変異の大きさを表す。 G_{st} は、値が大きいほど分化していることを示す。 G_{st} は丹沢という狭い地域の解析であり

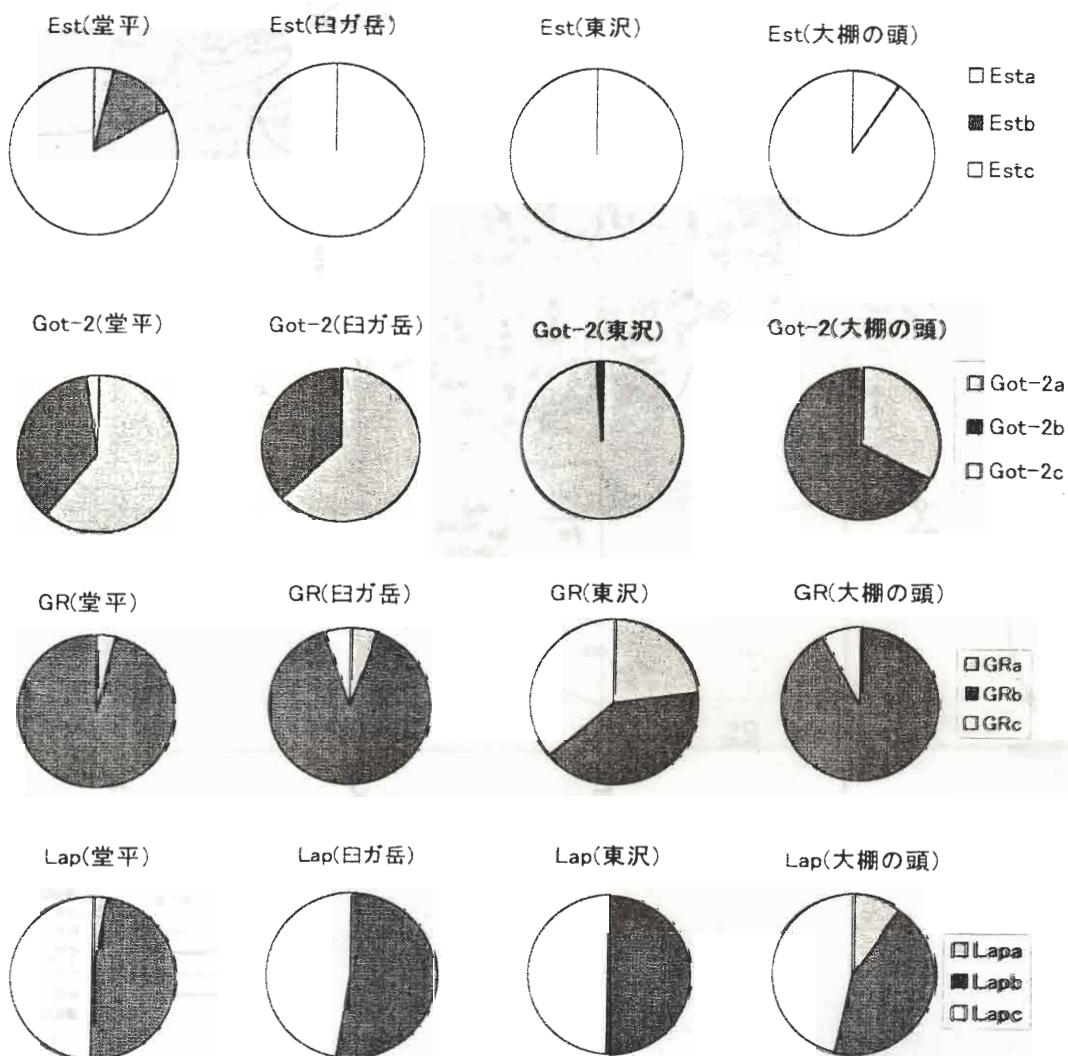


図10 分析した各地点におけるスズタケの各対立遺伝子の頻度

注) Est: 非特異的エステラーゼ、Got: アスパラギン酸アミノ酸転移酵素、GR: グルタチオンレダクターゼ
Lap: ロイシンアミノペプチダーゼ

表3 丹沢各地のスズタケ集団における遺伝子型頻度、遺伝子頻度

	集団	堂平	臼ガ岳下	東沢	大棚の頭	平均
供試数		42	19	33	31	31.3
遺伝子型 頻度	Esta/Estb	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01
	Esta/Estc	0.05	0.00	0.00	0.19	0.06
	Estb/Estb	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01
	Estb/Estc	0.19	0.00	0.00	0.00	0.06
	Estc/Estc	0.71	1.00	1.00	0.81	0.86
	Got2a/Got2a	0.21	0.26	0.97	0.00	0.37
	Got2a/Got2b	0.74	0.74	0.03	0.65	0.53
	Got2a/Got2c	0.05	0.00	0.00	0.00	0.02
	Got2b/Got2b	0.00	0.00	0.00	0.35	0.09
	GRa/GRa	0.00	0.00	0.06	0.00	0.02
	GRa/GRb	0.07	0.11	0.21	0.00	0.10
	GRa/GRc	0.00	0.00	0.12	0.00	0.03
	GRb/GRb	0.93	0.79	0.00	0.84	0.64
	GRb/GRc	0.00	0.11	0.61	0.16	0.22
	Lapa/Lapc	0.05	0.00	0.00	0.19	0.06
	Lapb/Lapb	0.00	0.05	0.00	0.06	0.02
	Lapb/Lapc	0.95	0.95	1.00	0.74	0.91
遺伝子頻度	Esta	0.04	0.00	0.00	0.10	0.04
	Estb	0.13	0.00	0.00	0.00	0.04
	Estc	0.83	1.00	1.00	0.90	0.92
	Got-2a	0.61	0.63	0.98	0.32	0.64
	Got-2b	0.37	0.37	0.02	0.68	0.36
	Got-2c	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01
	GRa	0.04	0.05	0.23	0.00	0.08
	GRb	0.96	0.89	0.41	0.92	0.80
	GRc	0.00	0.05	0.36	0.08	0.12
	Lapa	0.02	0.00	0.00	0.10	0.03
	Lapb	0.48	0.53	0.50	0.44	0.48
	Lapc	0.50	0.47	0.50	0.47	0.49

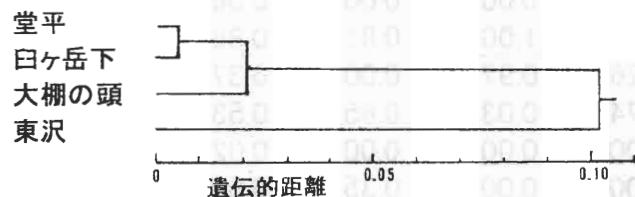
表4 丹沢各地のスズタケ集団における平均ヘテロ接合体率とGST

	集団	堂平	臼ガ岳下	東沢	大棚の頭	平均
	供試数	42	19	33	31	31.3
ヘテロ接合体率	Est	0.287	0.000	0.000	0.175	0.115
	Got-1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Got-2	0.495	0.465	0.030	0.437	0.357
	GR	0.069	0.194	0.649	0.148	0.265
	Lap	0.523	0.499	0.500	0.582	0.526
平均ヘテロ接合体率(Hs)		0.275	0.232	0.236	0.268	0.253
集団全体の平均ヘテロ接合体率(Ht)						0.298
集団間平均ヘテロ接合体率(Dst)						0.046
Dst/Ht (Gst)						0.153

注) Got-1は単型の遺伝子座

表5 集団間の遺伝的類似性と遺伝的距離

集団	堂平	白ガ岳下	東沢	大棚の頭
堂平	—	0.990	0.855	0.958
白ガ岳下	0.010	—	0.892	0.958
東沢	0.157	0.115	—	0.763
大棚の頭	0.043	0.042	0.271	—

図11 丹澤4か所におけるスズタケのクラスター分析
UPGMA法による

ながら15.3%という高い値を示し、集団間の分化が進んでいることを伺わせた。

集団間の遺伝的類似性と遺伝的距離を表5、遺伝的距離から求めた平均距離法(UPGMA)によるクラスター分析の結果を図11に示した。遺伝的距離は、遺伝子頻度が異なった東沢が、同じ西丹沢の中でもやや他地域との距離が離れており、東沢と大棚の頭の間の遺伝的距離が、0.27ともっとも大きかった。西丹沢の白ガ岳下が、同様にスズタケが後退している東丹沢の堂平との遺伝的距離が低い値を示した。このことは図11のクラスター分析の結果でも明らかであり、他の3地域とは大きく離れた結果となった。

IV 考 察

1 スズタケの衰退とニホンジカの生息

丹澤山地でのササの衰退については、矢ヶ崎ら(1997)がその現状を報告しているが、今回分析を行った堂平と白ガ岳下は、その中で退行型と区分される形態で、葉が小さく桿高、桿密度が低い。今回試験地でも密度は堂平の方形区で7.2株/m²、白ガ岳下ではわずか0.0063株/m²しか見つけだすことができなかった。また矢ヶ崎らは、丹澤では東部の方がスズタケの退行が著しいことを報告しているが、今回の調査地では白ヶ岳下、堂平、東沢、大棚の頭の順に健全度が低かった。

分析を行った堂平での5m四方の方形区における1998年10月から1999年にかけての経過観察では冬季

に181株の全ての葉が消失した。山根ら(1999)は、堂平にほど近い丹澤山頂付近でのニホンジカ死亡個体の胃内容物の分析から、スズタケやミヤマクマザサ等のササ片の割合が最大で94%、平均でも77%に及ぶことを報告している。従って冬季のこの葉の消失は、ニホンジカによるものであり、今回観察されたスズタケの小型化や退行の主因は、ニホンジカの被食によるものといえる。

これに対しスズタケは、これまで取ってきた高密度で広域的に生育する生活型から、ニホンジカの被食をうけ、まず葉を小型化させ、さらに採食が進むと、その後小型化した地下茎を出して、そこから小型化した地上部を出し、被食に対しては、地上芽による細い桿を叢生しながら、樹木の根の周りなど被食を物理的にうけにくいところで、細々と生育してきたと考えられる。発生的には、枯れた桿の株そのものから小型の地上桿を出して小型の株を形成するのではなく、元の地下茎や株から、まず細い地下茎を伸長させ、そこから点々と小型の地上部を出して個体維持を図ってきたと考えられる。

堂平の衰退集団の結果ではあるが、地下茎自体を進歩させない個体が、2割に及ぶことから考えると、このような可変性はそもそも単軸分岐であるスズタケは他種のササに比較して低く、このことが密度の大幅な低下を及ぼしていると考えられる。スズタケは刈り払いに対する再生力が弱く、10-11成長期を過ぎても桿高が元の60%程度にとどまっているという報告がある(汰木ら, 1984)。こうした生活型がニホンジカの被食に対し退行をもたらしているものと思われる。また矢島ら(1997)は、チシマザサとクマイザサの調査から、気象条件等の環境条件の違いから桿高が押さえられている群落の調査から、クマイザサでは、それにあわせ地下茎の重量も押さえられていることを報告している。今回の調査では、地上部のわい少化にともない0.2mmの細い地下茎を伸長させて個体維持を図っているのが明らかになった。スズタケのこのような被食に対する適応は、このようなササの一一種の環境適応と考えることができる。

これまででも指摘されるようにスズタケは、芽の形成が地上部であることが多く地下茎の調査でも新芽の形成は、地下部ではわずかしか認められなかった。

冬眠をしないニホンジカの生息にとって、スズタ

ケの存在は冬季の食料としてきわめて重要な存在であった。しかし無尽蔵にあると思われたその餌資源も、冬季であっても、1日当たり6kgにも及ぶ採食量(山根ら, 1999)の前に衰退し、ニホンジカの生息自体を脅かす結果となっている。

2 丹沢山地におけるスズタケの遺伝的多様性と再生に関する考察

当初、ササのような地下茎伸長による栄養繁殖型の植物では、他殖による種子繁殖型の生活型をとる植物と比較して地域内の多様性も單一クローネの伸長によって比較的低く、また丹沢山地程度の分布域が連続した地域では、少数のクローネが広域的に分布していると予想していた。今回の分析では、集団内に特定のクローネが、ある程度のまとまりを持って広がっていることは推定されたものの、予想外に小パッチで地域に特異的なMLGを持った個体が分布していた。出現したMLGのうち各地区に特異的なMLGの割合は堂平57%、臼ヶ岳下40%、東沢60%、大棚の頭67%で平均56%であり、地域内の遺伝的多様性を保持していた。また対立遺伝子頻度から、堂平で特異的な遺伝子が2つあったことから、これを安易に動かすことで他地域の遺伝的多様性が失われる危険性が高い。従って再生事業の実施にあたっては、地域内の多様性の保全も重要な課題であることから慎重な扱いが望まれる。一方MLGタイプで10番のような広域的に分布するタイプもあり、植栽を伴う再生事業にあたっては、このようなクローネを用いるべきであろう。ただしその結果、遺伝子頻度のバランスが崩れ、その地域の遺伝的な多様性が失われる危険があり、衰退した集団が少しでも認められる地域では、単なる植栽だけでなく、現在行われているような植生保護フェンスによる生息地保全と併用して行って行くべきであると思われる。またあわせてモニタリング調査を行って、そのような再生事業の確認を行いながら多様性の喪失がないよう監視していくなければならないだろう。

集団遺伝学的検討では、今回分析した酵素数(遺伝子座数)と分析試料数がやや少ないが、集団間の遺伝的な分化の指標となるGstが大きく、丹沢山地のスズタケの遺伝的な分化を示唆した。分布の連続した丹沢という狭いエリアで、栄養繁殖型の植物である

ことを考慮すると、集団間の分化の程度が比較的高い。これは逆に栄養繁殖であるために、遺伝浮動の機会が少なく頻度の少ない遺伝子でも限られたパッチの中で生存が可能なためとも考察できる。

こうした結果、スズタケが東沢のように特定地域が遺伝的に離れており、分布域が一体となった地域でも遺伝的な多様性を保持していることが明らかになった。このような遺伝的多様性の保全のためにも今後は他地域等、全国的な調査からその多様性を明らかにする必要があるだろう。

V 謝 辞

本研究の実施にあたり、森林総合研究所機能開発部生態遺伝研究室の金指あや子室長に草稿に対して貴重なご助言をいただいた。また同研究室の皆様にアイソザイム分析の手ほどきを賜るとともに、東京農工大学農学部の古林賢恒助教授並びに研究室の皆様に調査地の設定で御協力をいただいた。深く謝意を表する。

VI 引用文献

- 古林賢恒 (1996) 丹沢山地のニホンジカの保護に関する研究、成長休止期における環境選択. 1996年度京都大学学位論文, 85-101pp.
- 後藤晋・渡辺敦史・池田浩一 (1997) RAPDマークによるハゼノキの品種識別. 日林誌79 : 229-233.
- 橋本良二・山口礼子・佐藤典生 (1999) アイソザイム変異によるヒバの伏条繁殖クランプの出現と更新パターンの検討. 日林誌81 : 169-177.
- 飯村武 (1980) シカの生態とその管理. 150pp. 大日本山林会. 東京.
- 北村系子・奥泉久人・関 剛・新山馨・白石進 (1992) アイソザイムによるブナ・イヌブナ個体群の繁殖様式の検討. 日生誌42 : 61-69.
- 宮脇昭・奥田重俊・望月陸夫 (1978) : 日本植生便覧. 77pp. 至文堂. 東京.
- Nei, M. and Li, W. H. (1979) Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases. Proc. Natl. Acad. Sci.

- USA : 5269-5273.
- 白石進 (1987a) アイソザイム分析法—その実際と林木遺伝育種研究への利用(1)—, 林木の育種 **142** : 23-25.
- 白石進 (1987b) アイソザイム分析法—その実際と林木遺伝育種研究への利用(2)—, 林木の育種 **143** : 34-37.
- 白石進 (1987c) アイソザイム分析法—その実際と林木遺伝育種研究への利用(3)—, 林木の育種 **144** : 34-37.
- 白石進 (1988) アイソザイム分析法—その実際と林木遺伝育種研究への利用(4)—, 林木の育種 **145** : 21-23.
- 鈴木貞雄 (1978) 日本タケ科植物総目録. 270pp. 学習研究社. 東京.
- 渡辺幹男・芹沢俊介・菅沼孝之 (1996) 大台ヶ原山へ他地域のトウヒを持ち込んでもよいのか?. 植生学会誌**13** : 107-110.
- 上田弘一郎 (1956) ササの生態とその利用. 林業解説シリーズ**94**. 12pp.
- 矢ヶ崎朋樹・菊池美弥・原田修平・星直斗・持田幸良・遠山三樹夫 (1997) 丹沢山地の稜線部におけるササ群落の現状. (丹沢大山自然環境総合調査報告書. 神奈川県. 横浜). 258-264pp.
- 山口喜盛・石井隆・浜口哲一・青木雄司・白鳥勝洋・平田寛重・斎藤常實・西ヶ谷修一・岩佐昌夫・川手隆生・荒木尚登・藤井幹・望月和芳・佐藤誠三・四角目勝二・井上基 (1997) 動物相とその特色. 鳥類. (丹沢大山自然環境総合調査報告書. 神奈川県. 横浜). 565-591pp.
- 矢島崇・渡辺訓男・渋谷正人 (1997) チシマザサとクマイザサの桿高と地上部・地下部器官重量の変化. 日林誌**79** : 234-238.
- 山根正伸 (1999) 東丹沢山地におけるニホンジカ個体群の栄養生態学的研究. 神森林研研報**26** : 1-50.
- 汰木達郎・荒山和利・井上晋 (1977) スズダケの生態に関する研究. 九大演報**50** : 83-122.
- 汰木達郎・荒山和利 (1984) スズタケの生態に関する研究 (II). 九大演報**54** : 83-122.
- Yuruki, T. and Aragami, K. (1987a) Ecological studies of Suzutake (*Pseudosasa purpurascens*) age structure of culm population. J. Jpn. For. Soc. **69** : 277-280.
- Yuruki, T. and Aragami, K. (1987b) Ecological studies of Suzutake (*Sasa borealis*) (IV) Individual growth and photosynthesis. Bull. Kyushu. Univ. **57** : 9-15.

神奈川県大平産ケヤキの材色と外部形態による判別の可能性

中川重年・星山豊房¹

Heart-wood colors and visual distinguish characters with Keyaki (*Zelkova serrata*) at Odaira in Tanzawa.

Shigetoshi NAKAGAWA and Toyofusa HOSHIYAMA¹

要旨

中川重年・星山豊房：神奈川県大平産ケヤキの材色と外部形態による判別の可能性 神森林研研報 27 : 15-29, 2000 神奈川県における広葉樹のうち最も有用性のある樹種としてケヤキがあげられる。ケヤキはその材の性質によって「アカケヤキ」「アオケヤキ」が区別されているが、その確実な判別方法は見つかっていない。そこで1918年に同時植栽された津久井町大平地区の108本のケヤキを用いて1991年に、材色と葉、葉面積、外樹皮色、内樹皮色、樹皮の模様と材色との関係を調査し、こうした外部形態で材色が推定できるかを検討した。その結果、外部形態では判別は不可能で、材を成長錐等を用いて直接試料を得、測色する方法が最も確実であることがわかった。また本調査に際し「アカケヤキ」を選別することができたため、本県の「アカケヤキ」遺伝子源として保存を図った。

KEY WORD : ケヤキ、広葉樹造林、アカケヤキ、材色、区別法

I はじめに

ケヤキ (*Zelkova serrata*) はニレ科の落葉広葉樹で、本州、四国、九州に分布する。

神奈川県においては里山から山地にかけて広い地域に分布し、海拔10mから1,100mまで普通に見かける高木である。仮軸分枝する樹形は一般に「逆さ筈」といわれ、独特の風情からなじみがあつて都市においても緑化によく使われる樹木である。

同時に本種は材質の優れた優良広葉樹としてもよく知られている。材は環孔材で心材と辺材がはつきりしており、木目が男性的で美しく広葉樹の王といわれるほどである。成長は比較的に早く一般に年輪幅は広いが、山地において緩慢に育った場合は年輪幅は狭く、こうした個体は木の「性一しよう」が良い

木とも言われている。また古木では不規則な木目となることもあり、こうしたものは杗といわれ、鳥眼杗などの特別に価値のある材も産出されることがある。

ケヤキは古くから広く使われており、天平時代の作とされる正倉院の赤漆文欄木厨子はとくに有名である。また日本各地の漆器の下地や家具などの工芸品の材料として使われていることは広く知られている。神奈川県でも県西部の小田原・箱根地方における寄木細工や漆器を中心とした小木工産業界ではセン(ハリギリ)、ミズクサ(ミズキ)と並んで最も消費される樹種である。

ケヤキは狂いやすいことが欠点とされ、狂いの少ない形質を持ったものを「性」が良いとし、高価に取り引きされる。こうした性質を持った個体は心材色

本報告書は第103回日本林学会において一部を発表したものである。

1 元神奈川県林業試験場、現神奈川県県有林事務所

(以下材色)が赤い個体が多いことから「アカケヤキ」と呼んでいる。

「アカケヤキ」とは生育地は山地が多く、葉は小形で、秋季色は赤となり、樹皮が紫色を帯び雲紋状に裂けるといわれ、外部形態による区別法があると一般に言われている。

「アカケヤキ」に対するカテゴリーは「アオケヤキ」と呼ばれ、材色は黄色が強く、材質は堅く、成長は早く、狂いが大きい。葉は大型で、秋季色は黄色、樹皮は白、平滑とされている。

総合的には前者が品質が高く、したがって価格も高い。一方、両者は単に樹齢の差であるとの考え方(橋詰, 1988)もされてはいる。

この判別法の多くはケヤキ専門の林業家の判別法から言われるもので、葉や樹皮などの外部形態と客観的に比較した研究はなされていない。

公益性を重視した広葉樹林や複層林としての広葉樹造林志向が高くなっている昨今、ケヤキをその対象種と考えるのはきわめて自然のことで、今後ケヤキの造林需要は増加すると思われる。

ケヤキを造林樹種として推進してゆくときには前述の理由から「アカケヤキ」を選ぶべきであることは異論はない。そのために立木状態で外観からの判別法は必要である。

材色を決定する要因としては遺伝的な形質、生育環境条件の差異、加齢による材色変化(橋詰, 1988)を考えられる。そこで本研究では生育環境条件の揃った同一条件で林齡の同じ林分に注目し、この林分でこうした材色の違いが現れるかの検討を行った。本県においてはケヤキの造林例は少なくないが、小規模であったり、環境条件がさまざまであることが多い。こうした点を検討した結果、津久井町大平のケヤキ林を対象林分に設定した。

1 位置および概況

対象林分は神奈川県津久井郡津久井町地内標高700mにある大正7年(1918年)に植栽されたケヤキ人工林一通称「大平のケヤキ林」でおこなった(図1)。

調査を行なったケヤキはこの林分を構成する全数108本(図2)に対して行なった。

調査木108本の樹高と胸高直径頻度分布は図3のとおりである。

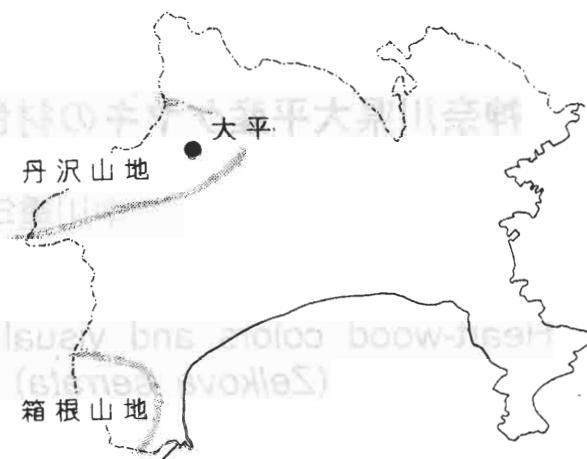


図1 調査地

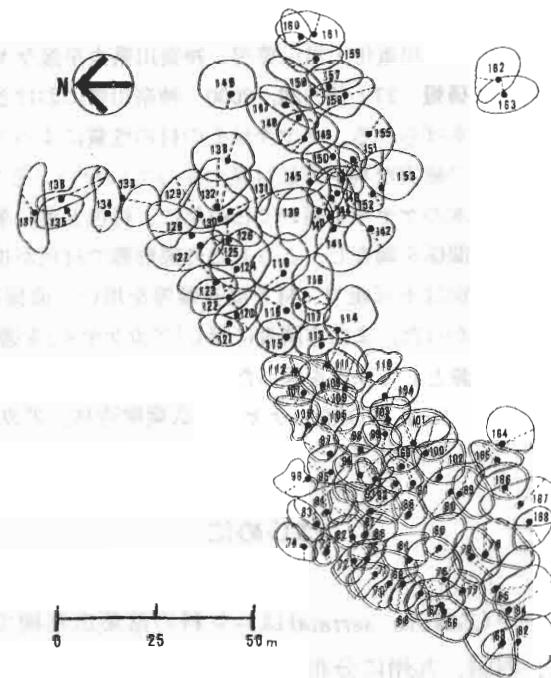


図2 調査林分

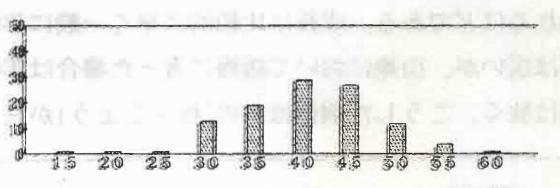
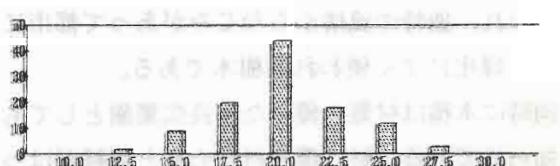


図3 調査木の樹高と胸高直径(1991年調査時)

II 調査項目

材の測色にあたっては、1 予備調査を行ない、測色部位の妥当性について検討した。その結果を用いて、2 全数調査を行なった。

1 予備調査

- (1) 対照試料木での部位の深さの違いによる材色の変化
- (2) 対照木での樹高別材色変化
- (3) 材としての「アカケヤキ」と「アオケヤキ」の測色

2 全数調査

- (1) 材 色
- (2) 葉 色
- (3) 葉面積指数
- (4) 外樹皮色
- (5) 内樹皮色
- (6) 樹 皮 型

III 調査方法

1 予備調査

現地調査に先立ち、材色の測定の部位についての確認調査を行なった。調査項目は次のとおりである。

(1) 材部の深さの違いによる材色の変化

比較試料として県森林組合連合会の木材市場から任意に購入した地上高6.5m、樹齢60年生のケヤキ(秦野産)を用い、芯を通る縦半分に材面を削りだしたものについて辺材から心材へ2cm間隔で測定を行なった。これを秦野資料という

(2) 材色の樹高別変化の確認

(1)で得られた結果を用いて高さ別の測定を行なった。

(3) 材としての「アカケヤキ」と「アオケヤキ」の測色

比較のために県産業総合研究所工芸技術センターの木工技術者及び研究者のいう「アカケヤキ」と「アオケヤキ」の標本試料を同一条件で測定した。

2 調査試料の採取

(1) 材

予備調査の結果(後述)を踏まえ、地上30cmの部位で表面から16cmより深い部位の材をその個体の標準的な材色とみなし、これを成長錐を用いて採取した。

材色の測定は成長錐により必要部位から心材部を切り出し、風乾後、年輪に直角方向—正目方向に刃物で切削した面を測定器にかけた。

(2) 秋季葉色

秋季の葉色を測定するため、1991年10月31日に日を定め全個体から5点づつの資料を採取、冷蔵保存し、18時間後に測定し、その平均値を求めた。

(3) 葉面積指数(LAI)

また同一資料について葉の長さと幅を測定し、これを乗じ、葉面積指数(LEAF AREA INDEX)とし、これで比較を行なった。

(4) 外樹皮色

携帯型色差計(CDX-105)を用いて胸高の位置で目視により標準的と思われる部分について測定した。

(5) 内樹皮色

外樹皮を削り、切削面について測色した。樹皮色は新鮮な状態では明度が大きく、後速やかに落ちて安定するところから、削皮後10分経過した段階で測色した。

(6) 樹皮型

目視により次の3タイプに分けた。

平滑型：まったく剥離が見られないもの

雲紋型：不定な横楕円形に剥離するもの

縦雲紋型：雲紋型のうち縦長に剥離するもの

3 測色の方法

材色はJIS規格表示(L^* 、 a^* 、 b^*)で表わしている。 L^* は明度、 a^* 彩度、 b^* 色相の組み合わせで色を表わす。

測定機器は現地測定ではの携帯型色差計(CDX-105 村上色彩技術研究所製)を、室内での材色および葉色の測定には分光式色差計(1800MK III 東京電色製)を用いた。

測定にあたっては各試料で10回づつ行なった。

IV 結 果

1 予備調査（測定部位の確定 秦野資料）

(1) 材部の深さの違いによる材色の変化

心材は深さ6cmの部分で移行帯が認められ、8cmより深い部分で心材色の安定が見られ、16cmで一層安定することがわかった(表1、図4)。

のことから試料の採取深度は色調が安定する8cm以深とした。

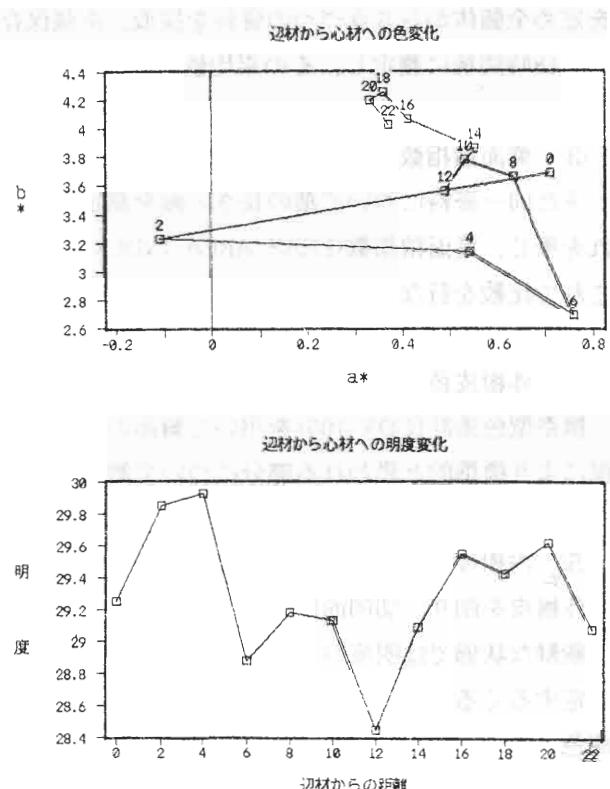


図4 部位と材色の変化

表1 材の変色 辺材から心材(秦野資料)

調査位置	X	Y	Z	L*	a*	b*
0	5.89	5.94	6.07	29.25	0.71	3.69
2	6.04	6.17	6.44	29.85	-0.11	3.23
4	6.14	6.21	6.50	29.93	0.54	3.14
6	5.75	5.79	6.16	28.88	0.76	2.69
8	5.85	5.91	6.05	29.18	0.63	3.66
10	5.82	5.89	5.99	29.13	0.53	3.78
12	5.56	5.63	2.77	28.45	0.49	3.56
14	5.81	5.87	5.96	29.09	0.55	3.86
16	5.98	6.06	6.10	29.55	0.41	4.07
18	5.92	6.01	6.00	29.43	0.36	4.26
20	6.00	6.08	6.10	29.62	0.33	4.20
22	5.79	5.87	5.92	29.08	0.37	4.03

(2) 材色の樹高別変化の確認

(1)の結果をふまえ、対照試料木の深さ8-16cmの部分で高さ別におこなった測定結果は図5である。

L^* は4.5mの部位で変化するが全体的に一定している。a*、b*は1.0、3.0mの位置において色相はやや緑みを帯びていた。これは材の変色からと推定される2次的な原因から、全体に地上高の違いによる材色(L^* 、a*、b*値)の差異はないとい判断した。

このことから、造材に対し影響が少ないと考えられ、試料の採取しやすい地上30cmの位置で採取しても全体の色調は表すことができることを意味し、経済面や有効利用の面からも試料採取を容易にすることができる。

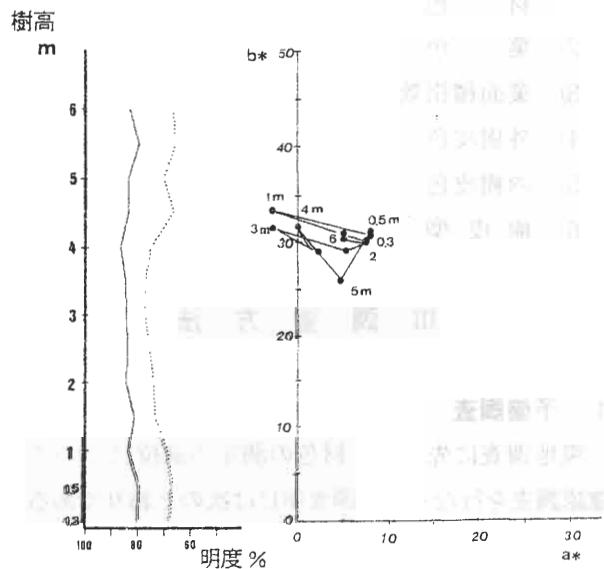


図5 材色の樹高別変化(秦野資料)

(3) 材としての「アカケヤキ」と「アオケヤキ」の測色

本所及び県産業総合研究所工芸技術センターの保管してあるケヤキ手板見本の値は、図6の通りであった。

2 全数調査

(1) 心材色の決定

108個体の概況調査の値は付表2のとおりであつた。査定面で気乾状態の試料において測定した試料の値は付表3の通りである。

この中で図6を基準に L^* 値、 b^*/a^* 値を、 L^* 値が67以下、 b^*/a^* 値が3.77以下の個体について、「アカケヤキ」、同じく67以上、6.99以上、のものを「アオケヤキ」とした。またその数は共に20個体であった。

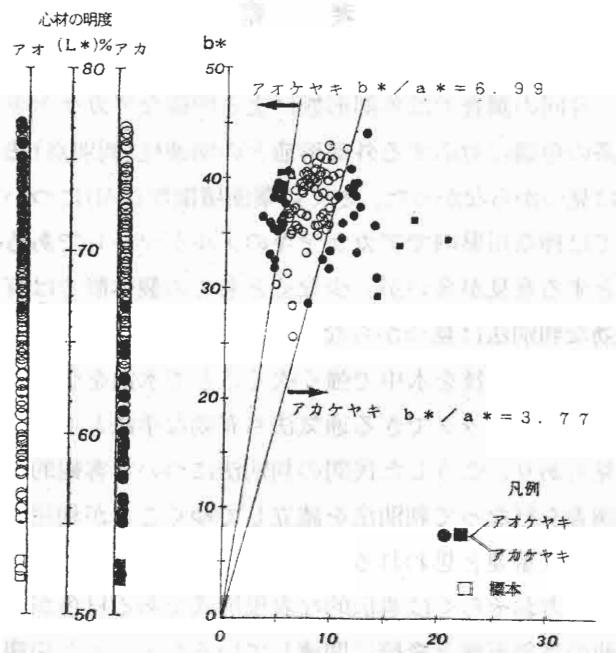


図6 標本試料との比較

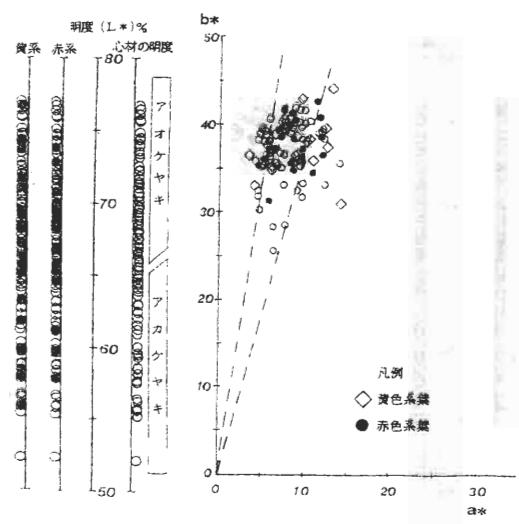


図7 葉の色と材色との関係

(2) 秋季の葉色

ケヤキは個体によって黄系、赤、茶系に紅葉することは明らかになっている。このため目視ではケヤキの判別にはきわめて容易な形質である。

測定は日々変化する色を固定的に扱うことは無意味ではあるが、前述の系統は存在することから調査の対象項目に取り上げた。

採取したケヤキの葉は個体によって黄色から茶から赤と連続的に変化していた。このうち黄色の強いもの、赤色の強いもの各20個体を抽出し、これを材色と比較した(図7)。

その結果、葉の色と「アカケヤキ」「アオケヤキ」との関係は見られなかった。

(3) 葉の大きさ

葉の長さと幅を乗じたものを葉面積指数(LAI)とし、これと材色を比較した。LAIは最大61から最小で13、平均は28.4であった。

LAI指数の最大値、最小値を持つ個体から順にそれぞれ20個体をとり、これを材色と比較した。

LAIの小さい、したがって小形の葉群は大型の葉群に比べ彩度がわずかに大きい傾向が見られるものの、全体としては明らかな傾向は見られなかった(図8、付表4)。

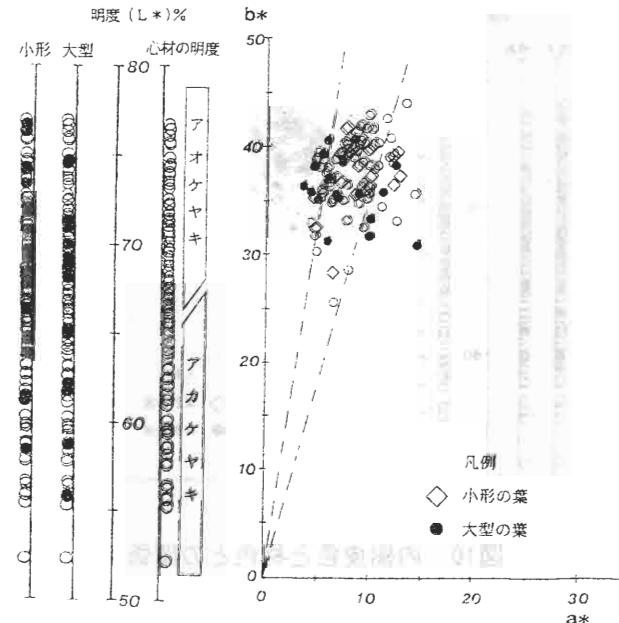


図8 葉面積指数(LAI)と材色との関係

(4) 外樹皮色

図9、付表5の外樹皮と材色との間では関連は見いだせなかった。

(5) 内樹皮色

削皮後10分経過した内樹皮色と材色との関係は図10の通りであった。有意義な関連性は認められなかった。

(6) 樹皮型

図11、付表6のとおりであり、両者の間に関連は認められなかった。

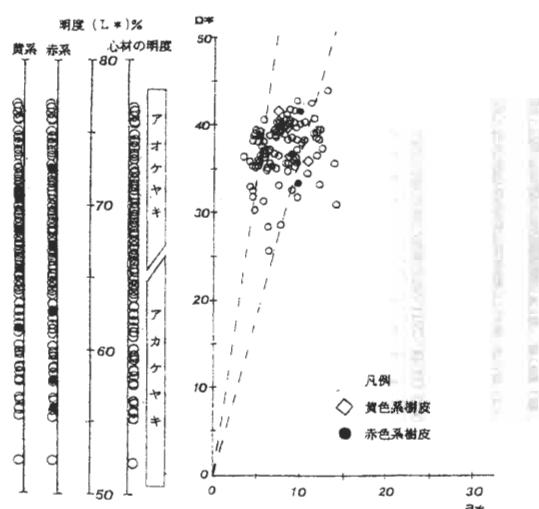


図9 外樹皮色と材色との関係

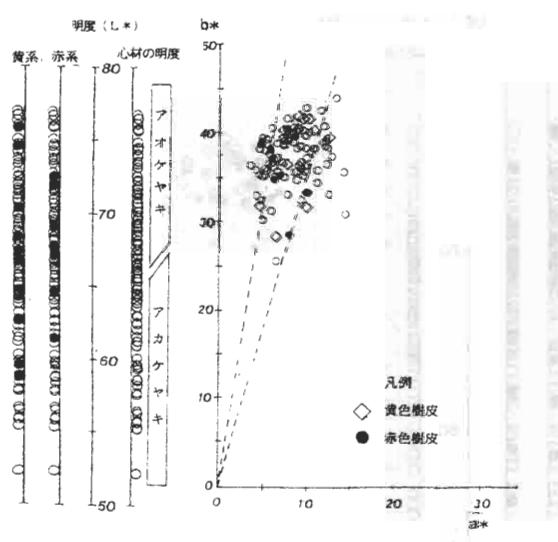


図10 内樹皮色と材色との関係

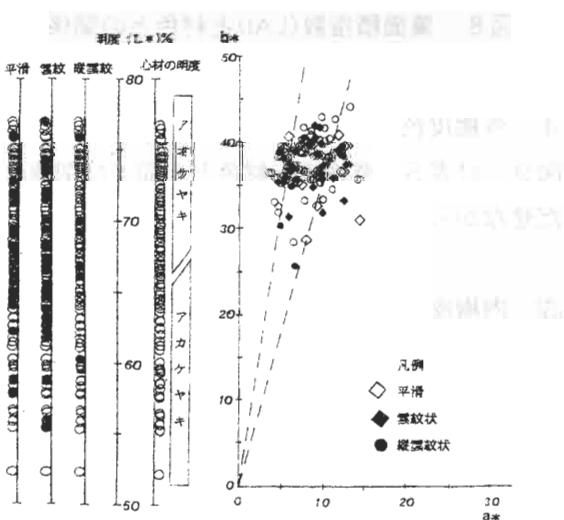


図11 樹皮型と材色との関係

V 考 察

今回の調査では外部形態による明確なアカケヤキ系の色調に対応する外部形態との関連性(判別点)法は見つからなかった。とくに葉面積指数(LAI)については神奈川県内でアカケヤキのメルクマーレであるとする意見が多いが、少なくともこの個体群では有効な判別法は見つからなかった。

このほか枝を水中で強く吹くことで水泡を生じ、これでチェックできる通気法も有効な手法とする意見もあり、こうした民間の判別法について客観的な調査を行なって判別法を確立してゆくことが利用面からは重要と思われる。

一方おそらくは遺伝的な表現形式である材色が、他の外部形態と密接に関連しているかといった相観を基本的に明らかにすることは容易ではない。

現在のところでは成長錐による直接法で測色することが最も有効であることは事実である。ただ確定するまでの労力は多大なものがあるが、確実な方法である。

すでに同町青野原でも成長錐を用いた調査法で「アカケヤキ」を探索しており、当面ではこの方法によって神奈川県内の「アカケヤキ」遺伝子資源を探索することが確実であろう。

大平での「アカケヤキ」の出現率は1%、青野原では15%で、地域によってその出現割合が大きく異なっており、今後異なる種群あるいは、樹齢の群において葉の形、秋季の色と材色との関連性について調べる必要がある。

本調査の結果、最も赤色度が強い73番個体についてはアカケヤキとしての評価について十分応えることができると言えられ、この個体について詳細な形質調査を行なってゆくことが必要と思われる。なおこの個体については隣接する個体による被圧の影響も現れており、十分な保護策を講じる必要性もあると思われる。

VI 謝 辞

本調査を行うにあたり、調査を承諾して頂いた鳥屋造林組合、ケヤキの材質に対して示唆をいただいた津久井町青根の大森久氏、測色法や色についての

指導をいただいた、県産業総合研究所工芸技術センター専門研究員高橋秀人、同専門研究員鈴木隆史、同主任研究員林保美の各研究員にお礼申し上げる。

VII 引用文献

(1) 橋詰隼人 (1988) 材質の特性と育種について.

林木の育種. 147. 1-5.

(2) 星山豊房・中川重年 (1992) ケヤキの材質判定について (II) 103回日林論479-480.

(3) 中川重年・星山豊房 (1992) ケヤキの材質判定について (I) 103回日林論476-478.

(4) 中川重年 (1995) 神奈川県の広葉樹林と利用.

神奈川県林試研報21, 1-50.

付表 2-1 樹高と平均直径

番号	調査木番号	樹高m	平均胸高直径cm	材積m ³	番号	調査木番号	樹高m	平均胸高直径cm	材積m ³
1	62	18.78	39.0	0.885	55	116	21.61	43.0	1.113
2	63	22.25	44.5	1.217	56	117	25.13	36.5	0.931
3	64	19.06	44.5	1.063	57	118	25.17	38.0	1.033
4	65	18.88	39.5	0.885	58	119	24.70	46.5	1.492
5	66	23.05	40.5	1.056	59	120	17.91	35.0	0.616
6	67	19.78	41.0	0.928	60	121	16.03	30.5	0.435
7	68	10.06	14.0	0.065	61	122	18.97	41.0	0.885
8	69	18.41	29.0	0.549	62	123	16.62	42.0	0.877
9	70	17.44	53.0	1.322	63	124	20.08	40.5	0.928
10	71	12.96	29.5	0.359	64	125	19.56	40.0	0.928
11	72	20.29	29.0	0.468	65	126	19.02	31.0	0.509
12	73	16.64	25.5	0.349	66	127	23.02	53.5	1.804
13	74	18.27	40.5	0.842	67	128	17.76	42.0	0.925
14	75	18.11	34.5	0.616	68	129	17.46	39.0	0.724
15	76	18.40	42.5	0.925	69	130	23.77	43.0	1.206
16	77	22.01	32.0	0.660	70	131	20.24	36.0	0.758
17	78	19.32	44.0	1.063	71	132	14.99	33.5	0.521
18	79	20.19	42.5	1.019	72	133	18.01	46.0	1.101
19	80	16.37	34.5	0.553	73	134	18.30	47.0	1.101
20	81	16.71	35.0	0.585	74	135	19.02	50.0	1.359
21	82	16.06	31.0	0.435	75	136	17.58	41.0	0.842
22	83	12.82	32.0	0.406	76	137	21.43	48.5	1.378
23	84	20.51	41.5	1.019	77	138	16.88	45.0	0.959
24	85	18.95	28.5	0.446	78	139	26.67	36.0	1.000
25	86	19.25	38.0	0.802	79	140	24.75	41.0	1.140
26	87	23.10	35.0	0.773	80	141	21.89	45.0	1.217
27	88	20.59	31.0	0.559	81	142	18.06	37.5	0.763
28	89	18.01	41.5	0.925	82	143	17.84	29.5	0.485
29	90	18.86	42.0	0.972	83	144	20.07	28.0	0.468
30	91	22.65	29.5	0.608	84	145	20.72	34.0	0.711
31	92	19.51	29.0	0.468	85	146	17.78	46.5	1.101
32	93	20.27	27.5	0.468	86	147	15.44	28.0	0.381
33	94	21.21	39.0	0.880	87	148	16.14	36.5	0.617
34	95	23.64	48.5	1.559	88	149	16.66	37.5	0.724
35	96	15.64	36.5	0.617	89	150	14.83	34.5	0.521
36	97	16.75	37.0	0.652	90	151	17.05	30.5	0.460
37	98	19.63	35.5	0.758	91	152	15.30	40.0	0.712
38	99	20.15	34.0	0.679	92	153	12.89	37.0	0.509
39	100	16.28	36.0	0.617	93	154	14.48	25.5	0.311
40	101	15.89	41.0	0.755	94	155	17.09	49.5	1.226
41	102	19.17	38.0	0.802	95	156	18.27	47.5	1.195
42	103	19.95	39.5	0.928	96	157	23.09	34.5	0.773
43	104	18.34	46.0	1.101	97	158	14.61	37.0	0.581
44	105	24.26	44.0	1.319	98	159	18.16	32.5	0.549
45	106	16.34	40.5	0.755	99	160	17.89	38.0	0.763
46	107	20.45	38.5	0.841	100	161	18.14	41.5	0.925
47	108	18.60	41.0	0.885	101	162	17.81	50.5	1.293
48	109	18.30	32.5	0.549	102	163	20.20	46.0	1.214
49	110	17.65	32.0	0.549	103	164	13.85	33.5	0.489
50	111	11.46	28.0	0.269	104	165	18.92	37.0	0.723
51	112	17.60	32.5	0.549	105	166	20.15	40.0	0.928
52	113	15.00	36.5	0.581	106	167	23.53	56.0	1.959
53	114	14.23	37.0	0.545	107	168	19.50	31.0	0.534
54	115	19.76	35.5	0.758	108	169	15.47	29.5	0.435

付表2-2 幹の形状

番号	調査木番号	末口平均			枝下長cm	枝数	最大曲部の直徑 ずれ値 ずれ位置			曲り量	曲り率%
		cm	cm	cm			直径	ずれ値	ずれ位置		
1	62	52	44	48	280	1	50	20	200	5	1.79
2	63	36	35	36	530	2	36	10	230	8	1.51
3	64	38	38	38	405	0	42	19	235	2	0.49
4	65	35	32	34	460	1	37	21	260	-2	-0.43
5	66	37	39	38	470	0	41	32	120	-11	-2.34
6	67	34	32	33	590	2	42	27	90	-6	-1.02
7	68	12	14	13	180	0	15	10	100	-2	-1.11
8	69	22	23	23	590	6	26	15	190	-2	-0.34
9	70	47	46	47	330	2	52	19	170	7	2.12
10	71	22	23	23	520	4	26	19	310	-6	-1.15
11	72	26	27	27	340	5	30	23	130	-8	-2.35
12	73	23	22	23	400	4	23	21	140	-9	-2.25
13	74	42	36	39	260	0	41	21	751	0	0.00
14	75	33	32	33	360	0	34	22	751	-5	-1.39
15	76	43	39	41	350	0	41	17	752	4	1.14
16	77	31	27	29	990	4	11	28	953	-22	-2.22
17	78	46	41	44	600	2	46	18	48	5	0.83
18	79	37	36	37	580	1	40	30	310	-10	-1.72
19	80	28	33	31	622	1	34	30	358	-13	-2.09
20	81	32	34	33	355	0	33	15	185	2	0.56
21	82	24	26	25	585	2	26	15	451	-2	-0.34
22	83	30	28	29	520	0	30	20	255	-5	-0.96
23	84	40	36	38	432	1	41	21	358	0	0.00
24	85	26	24	25	600	0	25	6	415	7	1.17
25	86	36	30	33	557	0	32	22	395	-6	-1.08
26	87	31	33	32	523	3	34	20	250	-3	-0.57
27	88	30	29	30	550	1	32	20	320	-4	-0.73
28	89	32	35	34	640	3	36	20	402	-2	-0.31
29	90	38	33	36	603	2	37	6	373	13	2.16
30	91	28	28	28	588	0	30	26	380	-11	-1.87
31	92	26	25	26	545	1	27	21	425	-7	-1.28
32	93	26	31	29	428	3	26	27	268	-14	-3.27
33	94	39	40	40	380	0	39	21	255	-1	-0.26
34	95	45	42	44	560	1	43	18	428	4	0.71
35	96	36	32	34	280	0	37	21	120	-2	-0.71
36	97	35	36	36	440	0	36	33	300	-15	-3.41
37	98	32	33	33	510	3	34	18	320	-1	-0.20
38	99	36	30	33	470	3	32	15	270	1	0.21
39	100	29	35	32	370	4	35	23	180	-5	-1.35
40	101	39	36	38	300	5	36	24	210	-6	-2.00
41	102	39	34	37	428	0	39	12	203	8	1.87
42	103	35	35	35	830	4	36	20	350	-2	-0.24
43	104	43	42	43	420	0	44	19	235	3	0.71
44	105	38	40	39	660	0	42	24	315	-3	-0.45
45	106	32	33	33	460	4	36	24	300	-6	-1.30
46	107	32	32	32	755	2	38	30	310	-11	-1.46
47	108	32	36	34	543	3	37	25	243	-6	-1.10
48	109	16	17	17	633	5	30	21	330	-6	-0.95
49	110	30	28	29	643	2	30	18	378	-3	-0.47
50	111	26	25	26	415	1	28	17	303	-3	-0.72
51	112	30	28	29	423	4	32	18	255	-2	-0.47
52	113	34	34	34	493	1	34	19	348	-2	-0.41
53	114	42	36	39	315	0	36	22	210	-4	-1.27
54	115	30	28	29	520	2	32	14	385	2	0.38

番号	調査木番号	末口			枝下長cm	枝数	最大曲部の			曲り量	曲り率
		cm	cm	平均			直径	ずれ値	ずれ位置		
55	116	42	38	40	405	0	42	24	255	-3	-0.74
56	117	36	32	34	386	0	34	20	233	-3	-0.78
57	118	34	36	35	490	0	35	18	390	0	0.00
58	119	47	42	45	508	1	45	22	248	1	0.20
59	120	32	34	33	515	1	35	17	258	1	0.19
60	121	29	26	28	570	3	28	16	218	-2	-0.35
61	122	34	36	35	658	4	38	20	278	-1	-0.15
62	123	34	35	35	518	2	39	15	318	5	0.97
63	124	36	36	36	530	0	39	21	248	-1	-0.19
64	125	26	28	27	568	0	31	16	235	0	0.00
65	126	29	31	30	470	4	34	22	130	-5	-1.06
66	127	48	45	47	340	9	52	29	190	-3	-0.88
67	128	35	35	35	605	2	36	22	415	-4	-0.66
68	129	38	42	40	398	0	38	24	310	-5	-1.26
69	130	74	65	70	718	0	40	21	428	-1	-0.14
70	131	37	37	37	705	1	32	15	395	1	0.14
71	132	30	30	30	524	6	33	14	305	3	0.57
72	133	40	44	42	220	1	48	21	208	3	1.36
73	134	29	33	31	455	3	31	11	370	5	1.10
74	135	33	37	35	410	3	43	16	230	6	1.46
75	136	35	33	34	420	2	35	16	255	2	0.48
76	137	39	41	40	320	3	45	37	168	-14	-4.38
77	138	42	34	38	464	6	40	18	318	2	0.43
78	139	25	24	25	515	2	26	12	450	1	0.19
79	140	34	32	33	540	1	35	24	300	-6	-1.11
80	141	33	34	34	570	3	36	11	265	7	1.23
81	142	26	24	25	375	3	37	11	170	8	2.13
82	143	22	21	22	330	0	23	2	170	10	3.03
83	144	23	22	23	435	1	25	11	310	2	0.46
84	145	26	25	26	670	1	26	18	470	-5	-0.75
85	146	38	43	41	491	3	39	22	379	-2	-0.41
86	147	28	26	27	345	2	24	15	150	-3	-0.87
87	148	32	28	30	770	5	42	34	370	-13	-1.69
88	149	34	36	35	367	3	34	22	253	-5	-1.36
89	150	27	25	26	400	2	27	5	380	9	2.25
90	151	21	20	21	420	1	29	13	190	2	0.48
91	152	31	29	30	450	2	33	19	300	-2	-0.44
92	153	26	23	25	380	3	34	7	170	10	2.63
93	154	16	15	16	430	4	19	6	280	4	0.93
94	155	38	46	42	661	6	41	20	420	1	0.15
95	156	32	38	35	520	3	40	16	272	4	0.77
96	157	25	25	25	646	7	30	18	410	-3	-0.46
97	158	36	32	34	230	3	36	20	130	-2	-0.87
98	159	30	30	30	390	2	31	19	270	-3	-0.77
99	160	31	34	33	482	3	34	19	429	-2	-0.41
100	161	32	36	34	546	3	37	15	357	4	0.73
101	162	23	23	23	650	3	46	34	416	-11	-1.69
102	163	36	33	35	656	6	38	24	495	-5	-0.76
103	164	31	30	31	543	3	32	4	325	12	2.21
104	165	37	35	36	358	1	38	22	200	-3	-0.84
105	166	36	36	36	482	2	38	23	308	-4	-0.83
106	167	44	43	44	600	1	46	23	320	0	0.00
107	168	34	29	32	338	4	29	19	268	-4	-1.18
108	169	27	26	27	455	4	30	14	155	1	0.22

付表3 心材色の測定結果

番号	調査木番号	L*	a*	b*	番号	調査木番号	L*	a*	b*
1	62	56.34	11.41	39.09	55	116	71.00	7.00	40.21
2	63	70.39	7.38	32.78	56	117	63.43	9.14	42.95
3	64	62.24	10.68	36.00	57	118	63.97	8.11	39.72
4	65	76.12	5.75	37.04	58	119	66.46	6.25	35.79
5	66	67.92	8.28	40.00	59	120	62.71	8.93	40.46
6	67	65.03	8.59	36.00	60	121	68.75	7.98	39.98
7	68	55.82	8.82	36.41	61	122	67.78	6.83	39.58
8	69	68.44	7.09	40.52	62	123	67.50	6.88	38.07
9	70	61.44	9.47	33.44	63	124	70.89	4.70	35.51
10	71	57.64	14.06	30.97	64	125	65.74	8.44	41.24
11	72	64.29	7.36	36.37	65	126	71.85	5.17	39.44
12	73	52.24	8.88	32.71	66	127	67.95	8.41	41.10
13	74	59.37	10.18	38.40	67	128	66.00	8.86	38.56
14	75	58.09	9.98	38.18	68	129	73.55	5.03	36.34
15	76	76.79	3.31	36.66	69	130	74.37	4.93	35.62
16	77	71.47	5.96	35.47	70	131	62.33	11.40	36.65
17	78	69.07	6.98	40.03	71	132	67.19	4.93	39.24
18	79	74.02	3.80	33.72	72	133	73.27	4.98	38.21
19	80	57.54	11.19	40.97	73	134	71.55	5.38	37.28
20	81	68.27	7.60	38.97	74	135	55.63	12.10	37.29
21	82	67.22	8.17	40.89	75	136	66.61	6.02	35.38
22	83	65.70	9.09	36.15	76	137	58.45	11.58	38.99
23	84	64.64	7.76	28.76	77	138	71.75	6.26	38.78
24	85	71.77	5.72	37.41	78	139	73.98	6.36	37.51
25	86	67.81	5.51	38.12	79	140	74.99	4.32	32.44
26	87	63.43	9.07	36.06	80	141	76.85	4.33	38.41
27	88	72.38	6.63	35.58	81	142	68.66	8.30	38.22
28	89	75.77	4.42	30.14	82	143	68.74	8.23	35.44
29	90	74.56	6.01	28.55	83	144	68.90	7.08	35.34
30	91	55.12	11.73	33.06	84	145	73.44	5.26	36.83
31	92	73.42	5.40	37.76	85	146	69.85	4.60	38.08
32	93	67.48	6.98	38.39	86	147	68.67	6.98	36.70
33	94	66.21	7.38	39.07	87	148	69.35	6.71	39.12
34	95	68.70	8.17	35.55	88	149	69.40	9.38	35.64
35	96	62.76	9.62	41.60	89	150	66.81	7.45	39.83
36	97	75.71	4.23	31.80	90	151	70.15	4.29	35.58
37	98	65.47	6.72	39.50	91	152	70.14	7.16	39.15
38	99	66.99	8.77	36.21	92	153	72.18	5.87	35.12
39	100	67.43	9.25	31.64	93	154	64.12	9.08	40.28
40	101	61.93	9.39	37.19	94	155	68.31	8.39	34.87
41	102	70.47	6.02	37.20	95	156	73.61	5.08	36.10
42	103	60.19	11.66	39.37	96	157	71.30	7.04	41.71
43	104	64.57	9.32	38.15	97	158	64.81	9.28	39.85
44	105	59.56	10.18	34.17	98	159	69.03	4.84	39.01
45	106	59.65	10.36	40.28	99	160	67.15	7.74	39.53
46	107	66.68	8.33	41.56	100	161	59.36	12.44	44.15
47	108	65.37	8.51	40.66	101	162	64.28	11.43	38.43
48	109	64.84	8.75	41.89	102	163	63.75	11.73	38.18
49	110	60.99	11.24	42.84	103	164	66.34	5.84	31.11
50	111	71.94	4.79	39.73	104	165	72.72	3.98	36.10
51	112	65.29	8.95	41.68	105	166	56.38	13.66	35.41
52	113	68.96	7.63	39.39	106	167	70.20	6.54	25.51
53	114	64.96	9.10	35.26	107	168	58.48	11.88	39.55
54	115	70.27	5.73	36.49	108	169	69.21	5.78	40.59

付表4 葉の形状

風林資源調査課 森林生態系研究室

番号	調査木 番号	葉長 mm	葉の幅 mm	葉柄 mm	LAI値 長さ×幅	番号	調査木 番号	葉長 mm	葉の幅 mm	葉柄 mm	LAI値 長さ×幅
1	62	78.8	35.8	5.0	2821.04	55	116	77.8	33.4	6.0	2598.52
2	63	86.2	26.6	3.8	2292.92	56	117	77.4	38.6	9.6	2987.64
3	64	101.2	45.8	5.6	4634.96	57	118	86.4	34.2	7.2	2954.88
4	65	72.2	31.8	3.2	2295.96	58	119	97.2	40.4	7.2	3926.88
5	66	76.4	32.6	7.4	2490.64	59	120	79.2	28.8	6.2	2280.96
6	67	83.8	39.8	9.4	3335.24	60	121	71.8	26.2	8.4	1881.16
7	68	81.2	39.4	2.4	3199.28	61	122	86.6	42.6	4.6	3689.16
8	69	74.2	31.0	4.6	2300.20	62	123	99.2	37.2	6.2	3690.24
9	70	90.8	43.4	4.2	3940.72	63	124	85.4	36.6	6.6	3125.64
10	71	82.2	45.6	3.6	3748.32	64	125	75.0	30.0	8.4	2250.00
11	72	74.6	33.2	3.8	2476.72	65	126	85.2	38.6	4.4	3288.72
12	73	80.8	35.8	4.4	2892.64	66	127	69.6	28.0	6.2	1948.80
13	74	82.6	32.4	4.8	2676.24	67	128	75.6	30.2	4.6	2283.12
14	75	86.2	35.6	6.2	3068.72	68	129	80.6	37.2	6.2	2998.32
15	76	89.6	45.8	6.4	4103.68	69	130	89.4	40.0	8.2	3576.00
16	77	73.8	34.8	4.0	2568.24	70	131	56.8	22.0	7.0	1249.60
17	78	82.8	32.4	3.8	2682.72	71	132	85.4	41.2	4.8	3518.48
18	79	76.6	38.6	4.8	2956.76	72	133	84.0	32.4	6.6	2721.60
19	80	84.2	36.6	8.0	3081.72	73	134	74.2	34.2	5.4	2537.64
20	81	78.6	31.8	4.0	2499.48	74	135	73.2	28.8	5.8	2108.16
21	82	99.0	46.2	5.2	4573.80	75	136	86.2	28.8	8.2	2482.56
22	83	78.4	25.0	5.8	1960.00	76	137	72.4	28.4	7.4	2056.16
23	84	74.2	31.6	4.2	2344.72	77	138	77.8	33.4	6.8	2598.52
24	85	91.6	40.2	5.4	3682.32	78	139	90.8	32.2	8.0	2923.76
25	86	74.8	35.2	4.4	2632.96	79	140	63.5	32.8	7.0	2086.08
26	87	71.2	27.8	6.6	1979.36	80	141	99.8	44.0	5.0	4391.20
27	88	90.2	40.2	8.6	3626.04	81	142	70.4	23.8	6.8	1675.52
28	89	87.0	39.0	6.8	3393.00	82	143	62.2	25.6	7.0	1592.32
29	90	66.2	33.2	3.4	2197.84	83	144	83.2	37.4	6.0	3111.68
30	91	78.4	34.6	6.6	2712.64	84	145	79.8	34.4	9.6	2745.12
31	92	75.8	36.2	4.2	2743.96	85	146	79.8	33.4	5.6	2665.32
32	93	76.4	36.4	7.6	2780.96	86	147	65.4	26.2	7.2	1713.48
33	94	81.2	35.2	6.2	2858.24	87	148	57.4	27.6	6.4	1584.24
34	95	92.4	44.6	5.4	4121.04	88	149	74.0	30.4	9.2	2249.60
35	96	72.6	33.2	6.0	2410.32	89	150	79.2	38.8	4.4	3072.96
36	97	78.6	33.2	8.0	2609.52	90	151	67.4	24.4	5.8	1644.56
37	98	76.8	34.0	4.8	2611.20	91	152	73.8	35.8	7.2	2642.04
38	99	85.0	35.0	5.0	2975.00	92	153	84.0	34.8	6.8	2923.20
39	100	102.4	44.2	8.4	4526.08	93	154	68.4	25.8	7.2	1764.72
40	101	78.4	39.8	5.0	3120.32	94	155	78.6	32.2	9.6	2530.92
41	102	93.8	38.8	6.4	3639.44	95	156	82.2	31.8	8.5	2613.96
42	103	90.4	31.2	10.0	2820.48	96	157	63.6	29.2	10.0	1857.12
43	104	84.6	39.8	6.8	3367.08	97	158	60.8	24.0	6.6	1459.20
44	105	92.8	33.8	8.4	3136.64	98	159	80.0	29.0	7.2	2320.00
45	106	72.4	32.4	3.0	2345.76	99	160	61.0	28.0	6.8	1708.00
46	107	84.0	38.4	5.0	3225.60	100	161	78.4	37.2	8.0	2916.48
47	108	73.2	33.2	5.2	2430.24	101	162	87.0	33.2	6.6	2888.40
48	109	83.6	41.0	5.8	3427.60	102	163	95.2	40.6	7.6	3865.12
49	110	82.8	40.6	11.0	3361.68	103	164	99.0	41.8	8.4	4138.20
50	111	75.2	34.8	5.0	2616.96	104	165	120.2	50.4	6.4	6058.08
51	112	80.4	34.4	7.6	2765.76	105	166	87.0	27.8	9.4	2418.60
52	113	83.8	38.0	8.0	3184.40	106	167	77.2	32.4	5.8	2501.28
53	114	81.2	39.6	9.2	3215.52	107	168	68.6	30.0	3.8	2058.00
54	115	73.0	32.2	6.8	2350.60	108	169	84.8	42.6	4.8	3612.48

付表5 樹皮色の測定結果

番号	調査木 番号	外樹皮			内樹皮			番号	調査木 番号	外樹皮			内樹皮		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*			L*	a*	b*	L*	a*	b*
1	62-1	49.2	0.1	12.5	46.2	17.0	33.5	28	89-1	42.6	0.2	9.6	59.5	12.2	32.4
	2	46.0	0.4	13.1	46.2	17.0	33.5		2	42.9	5.7	10.0	54.9	16.0	31.9
2	63-1	47.4	1.2	8.8	47.0	15.8	35.1	29	90-1	36.7	-0.1	10.4	65.1	14.9	33.9
	2	53.1	-0.7	9.1	47.0	14.5	34.8		2	37.8	-0.1	10.0	66.4	11.5	41.0
3	64-1	45.6	0.1	11.8	48.3	17.5	36.5	30	91-1	46.3	0.7	12.6	45.4	14.7	31.3
	2	51.5	-0.8	11.7	48.3	17.5	36.5		2	57.0	1.4	14.1	45.4	14.7	31.3
4	65-1	47.3	2.0	8.9	51.5	15.6	35.6	31	92-1	31.7	4.6	6.9	54.0	20.6	33.1
	2	44.7	0.2	12.2	51.8	15.5	35.0		2	36.5	2.7	9.6	54.3	15.9	32.4
5	66-1	49.8	0.0	9.7	51.7	18.0	37.9	32	93-1	37.3	0.0	9.5	59.0	17.4	40.5
	2	46.4	-1.0	9.3	51.7	18.0	37.9		2	46.7	0.9	5.7	59.9	15.5	42.5
6	67-1	46.7	0.8	9.8	53.2	15.4	32.9	33	94-1	41.7	0.6	9.0	57.8	16.9	34.4
	2	44.4	2.0	7.9	83.3	15.4	32.9		2	43.7	1.0	10.9	53.5	14.8	32.2
7	68-1	43.7	4.0	9.1	55.1	17.9	36.6	34	95-1	39.9	1.1	9.5	48.0	13.5	30.0
	2	45.6	4.9	6.4	55.3	17.9	36.5		2	43.6	0.3	6.9	45.9	19.9	31.4
8	69-1	48.1	1.5	8.4	54.9	10.7	32.4	35	96-1	48.9	-0.1	9.1	74.1	8.3	30.5
	2	42.2	1.2	6.6	54.8	10.4	32.6		2	44.5	-0.3	7.2	73.4	11.0	32.4
9	70-1	47.1	2.2	6.2	46.6	7.9	29.6	36	97-1	43.5	-0.3	8.6	65.5	13.0	34.0
	2	39.6	4.0	6.2	54.9	44.7	23.9		2	45.0	0.6	8.1	63.3	13.4	33.4
10	71-1	42.9	3.7	5.2	46.5	20.4	32.4	37	98-1	47.9	-0.7	0.9	59.4	15.3	34.1
	2	47.3	2.1	9.2	46.0	19.9	32.6		2	51.2	-0.7	9.2	61.6	13.6	33.6
11	72-1	43.7	0.7	8.3	49.7	13.8	35.1	38	99-1	46.0	-0.2	9.0	60.7	15.9	34.3
	2	43.5	0.5	10.1	49.6	13.4	35.0		2	45.7	0.0	3.1	61.8	15.8	35.7
12	73-1	40.0	1.1	10.4	47.0	17.5	32.4	39	100-1	44.7	4.3	7.9	54.1	11.7	31.9
	2	44.8	1.8	9.5	47.0	17.5	32.4		2	47.9	1.1	16.4	55.2	15.1	33.0
13	74-1	47.8	0.2	11.6	46.1	19.2	33.0	40	101-1	46.7	0.2	11.0	57.8	14.0	34.7
	2	44.8	-0.8	10.7	46.0	19.4	33.0		2	56.7	1.8	12.5	57.0	15.7	35.3
14	75-1	44.0	-0.5	7.1	52.6	17.0	37.5	41	102-1	48.2	-3.2	11.6	53.6	18.4	32.7
	2	45.9	0.2	6.6	52.5	17.0	37.5		2	46.4	-1.2	11.2	53.9	19.8	31.2
15	76-1	40.7	2.2	11.5	51.7	17.2	36.4	42	103-1	47.1	0.5	9.7	61.2	15.2	37.1
	2	45.0	-0.3	10.4	49.6	15.2	35.4		2	52.3	-0.3	9.5	59.8	16.7	36.6
16	77-1	41.8	2.5	6.2	51.0	18.7	36.3	43	104-1	45.9	0.9	11.3	53.4	16.8	40.8
	2	40.5	0.9	8.4	51.0	18.6	36.4		2	45.8	2.9	11.6	53.9	17.1	40.8
17	78-1	43.9	1.8	11.6	55.3	24.4	35.0	44	105-1	53.8	1.6	12.5	56.9	15.0	35.4
	2	42.9	2.0	11.4	53.4	22.5	35.7		2	54.6	-0.1	9.5	59.3	14.5	35.6
18	79-1	42.9	-0.7	7.2	61.8	19.8	35.0	45	106-1	48.8	3.2	13.3	67.3	10.9	34.8
	2	42.9	2.3	6.0	63.0	17.7	37.3		2	48.4	0.0	9.5	64.6	12.3	34.6
19	80-1	45.1	3.4	8.2	54.5	18.5	36.6	46	107-1	46.2	2.6	9.2	58.4	14.6	37.6
	2	46.9	2.1	10.8	54.5	18.5	36.6		2	51.1	-1.1	12.1	61.6	12.6	38.0
20	81-1	42.5	1.2	6.5	63.8	16.1	38.6	47	108-1	48.4	0.0	11.1	52.6	17.3	36.1
	2	39.4	0.0	8.6	62.6	14.6	39.0		2	49.8	0.2	8.8	55.0	16.2	36.8
21	82-1	41.0	2.0	8.0	52.1	16.6	37.0	48	109-1	51.1	-1.4	10.9	55.2	14.2	36.2
	2	42.4	1.1	8.7	51.9	16.9	36.7		2	45.9	1.5	10.3	56.7	13.9	36.4
22	83-1	45.8	0.2	8.6	51.6	16.9	35.0	49	110-1	46.5	2.6	9.5	52.4	16.9	33.7
	2	44.4	3.8	6.1	51.6	16.7	35.0		2	44.3	-0.5	11.1	55.9	16.5	34.7
23	84-1	46.6	1.9	7.9	60.1	29.8	28.7	50	111-1	40.2	0.1	10.1	57.6	2.9	35.3
	2	48.5	0.7	7.3	59.6	28.4	29.4		2	42.7	0.3	10.7	58.0	14.9	28.8
24	85-1	44.8	0.3	9.0	47.7	23.7	31.6	51	112-1	45.3	1.4	8.8	59.5	14.6	35.8
	2	42.5	0.6	7.5	47.6	22.9	30.6		2	44.5	0.3	9.8	58.5	15.7	36.3
25	86-1	44.0	-1.2	9.3	52.5	20.0	32.8	52	113-1	44.3	0.2	9.6	56.7	16.4	35.8
	2	41.0	0.1	8.9	52.6	24.9	32.4		2	46.5	0.0	9.4	53.0	19.8	33.5
26	87-1	50.4	2.2	7.7	50.5	15.6	36.0	53	114-1	45.4	1.1	12.1	54.7	15.1	37.7
	2	46.7	0.3	9.3	50.6	15.3	35.7		2	44.1	0.5	10.9	54.1	16.6	37.4
27	88-1	47.1	6.8	2.8	61.9	32.9	37.8	54	115-1	47.5	1.2	13.4	56.7	14.7	37.6
	2	46.4	1.9	7.7	60.6	17.9	36.6		2	53.9	1.5	13.1	58.9	14.2	38.0

番号	調査木番号	外樹皮			内樹皮		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*
55	116-1	52.2	-0.1	9.5	58.9	17.1	36.0
	2	49.5	0.6	11.7	57.4	17.7	35.6
56	117-1	48.3	0.1	10.2	47.8	16.7	33.2
	2	49.7	1.3	11.6	44.7	15.6	31.0
57	118-1	48.0	-0.3	9.6	54.3	17.8	38.2
	2	45.8	-0.8	11.5	57.0	17.2	39.0
58	119-1	46.5	0.6	10.4	48.9	17.4	35.9
	2	54.5	-1.5	9.2	46.0	18.4	32.4
59	120-1	47.5	1.1	10.2	65.5	10.5	37.2
	2	47.3	-0.8	9.6	53.3	17.2	34.1
60	121-1	45.6	-0.5	10.6	60.9	14.5	37.0
	2	45.3	0.2	9.8	54.9	16.3	37.5
61	122-1	47.7	0.5	11.2	53.8	18.6	32.0
	2	47.8	-0.2	10.2	56.2	20.1	33.4
62	123-1	45.7	-0.8	9.7	56.0	19.5	32.9
	2	45.1	0.9	10.5	55.2	17.3	32.1
63	124-1	45.5	0.9	11.3	58.2	13.4	33.9
	2	46.2	-0.1	11.9	54.3	15.0	33.9
64	125-1	45.1	0.6	10.1	52.4	18.5	36.1
	2	45.5	0.2	11.1	50.8	18.6	36.9
65	126-1	43.9	1.4	9.1	57.4	15.8	36.2
	2	37.6	0.7	12.5	56.9	15.9	35.3
66	127-1	48.6	-0.5	9.4	57.5	15.8	36.5
	2	45.4	1.2	9.7	57.0	16.8	34.7
67	128-1	44.5	0.7	11.1	55.3	19.3	32.5
	2	46.2	0.6	10.5	55.1	16.8	32.3
68	129-1	48.8	1.3	8.7	52.8	17.8	36.4
	2	44.4	2.4	9.3	52.5	19.1	35.2
69	130-1	53.3	1.0	11.0	55.1	18.2	36.0
	2	51.2	1.3	10.6	56.3	17.9	38.1
70	131-1	47.5	0.3	10.0	59.8	19.2	33.1
	2	45.6	1.7	11.2	58.7	16.4	33.6
71	132-1	45.6	4.9	6.5	46.4	14.6	28.3
	2	43.2	1.2	9.8	46.1	12.4	26.9
72	133-1	54.3	1.0	9.0	59.8	15.1	35.4
	2	50.1	0.5	9.9	62.9	14.7	36.3
73	134-1	49.8	1.8	8.7	50.6	19.7	34.2
	2	60.5	2.3	10.8	53.7	21.3	34.3
74	135-1	45.8	0.6	9.6	54.3	19.3	32.4
	2	40.6	1.0	10.4	55.6	20.9	32.5
75	136-1	43.7	2.3	7.2	58.0	16.8	37.9
	2	50.7	1.0	6.1	58.7	16.0	38.4
76	137-1	40.3	0.3	10.0	56.9	17.9	32.2
	2	41.7	1.8	9.0	57.9	17.8	32.9
77	138-1	49.0	2.4	15.2	55.9	17.6	35.0
	2	47.0	0.4	15.7	52.0	15.5	32.2
78	139-1	46.3	1.6	9.2	45.5	16.9	29.5
	2	46.8	2.6	10.0	46.3	18.4	31.2
79	140-1	43.7	1.7	10.7	58.3	16.1	37.6
	2	48.4	3.9	10.2	58.0	16.4	37.7
80	141-1	51.1	-0.2	12.5	59.6	16.4	35.9
	2	43.6	0.8	11.5	57.0	17.8	36.4
81	142-1	50.0	0.0	13.2	52.9	17.8	34.4
	2	39.8	1.9	13.4	53.5	19.1	35.3

番号	調査木番号	外樹皮			内樹皮		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*
82	143-1	42.1	2.7	10.0	51.8	20.0	32.5
	2	51.0	0.1	11.1	50.3	17.7	32.0
83	144-1	42.8	2.5	13.7	53.5	19.1	35.7
	2	45.0	10.7	15.4	55.8	18.8	36.3
84	145-1	45.2	1.6	11.7	56.7	17.4	35.3
	2	11.2	1.9	9.9	56.8	17.5	35.3
85	146-1	44.0	0.9	14.8	52.4	22.9	36.4
	2	44.6	2.2	11.9	52.1	23.0	36.5
86	147-1	51.3	0.2	3.2	53.3	18.6	35.3
	2	44.1	1.4	13.0	49.0	16.1	31.1
87	148-1	40.5	1.6	12.5	56.7	16.7	37.4
	2	39.3	2.3	11.6	55.9	16.9	36.7
88	149-1	45.3	1.9	10.0	50.9	16.3	37.7
	2	44.7	2.7	9.8	50.6	14.3	35.8
89	150-1	45.4	3.1	14.1	60.8	14.6	38.7
	2	44.1	2.9	15.8	67.2	8.7	37.7
90	151-1	48.8	2.4	10.2	50.6	16.6	29.0
	2	61.5	2.0	10.2	52.0	17.1	30.8
91	152-1	45.5	3.3	11.8	53.9	16.5	33.9
	2	45.3	2.7	11.9	54.9	15.9	33.4
92	153-1	52.6	2.8	12.1	48.2	24.0	34.4
	2	43.2	3.4	11.3	47.0	24.6	32.7
93	154-1	50.3	2.5	10.5	46.8	18.8	32.1
	2	41.3	1.8	12.1	46.8	18.2	32.3
94	155-1	52.5	2.4	12.1	46.0	17.3	30.7
	2	46.0	3.6	14.1	45.4	18.4	30.4
95	156-1	60.9	2.1	19.1	50.8	18.1	35.5
	2	58.8	3.3	14.3	48.8	19.2	35.0
96	157-1	54.6	-0.4	7.4	55.5	18.7	36.1
	2	48.8	-1.2	8.8	52.3	19.3	35.0
97	158-1	36.3	1.6	11.5	44.7	20.6	31.0
	2	44.9	1.8	13.1	48.6	20.8	35.4
98	159-1	43.4	2.1	10.0	49.6	17.0	32.2
	2	53.5	0.2	11.8	46.5	23.3	31.2
99	160-1	47.4	0.9	11.4	51.8	23.6	33.7
	2	48.9	2.5	12.4	51.8	22.4	33.4
100	161-1	48.4	2.9	12.2	47.6	20.3	32.9
	2	35.5	1.4	15.4	51.9	17.7	37.1
101	162-1	44.0	1.9	7.8	48.7	16.8	31.7
	2	39.8	0.2	8.1	50.5	17.2	32.6
102	163-1	43.9	1.7	12.3	48.2	14.8	28.4
	2	43.5	2.0	12.5	49.2	17.8	31.2
103	164-1	46.2	1.6	13.5	54.1	18.1	36.0
	2	46.6	0.6	14.2	53.0	16.6	34.3
104	165-1	38.6	2.7	11.8	56.8	17.5	41.7
	2	39.4	3.2	11.4	56.1	18.7	42.0
105	166-1	50.7	2.7	15.0	56.0	17.0	42.5
	2	51.9	2.4	14.5	55.8	17.1	42.4
106	167-1	42.8	0.8	13.4	56.4	15.4	37.2
	2	46.5	-0.2	15.4	56.3	15.4	37.2
107	168-1	38.3	0.7	12.8	60.4	13.5	39.5
	2	47.2	0.9	13.0	59.2	12.4	38.9
108	169-1	45.5	-0.5	9.9	66.4	20.8	29.8
	2	46.6	1.9	7.9	52.0	16.4	28.4

付表6 樹皮の形状

番号	調査木 番号	形 状	番号	調査木 番号	形 状	番号	調査木 番号	形 状
1	62	雲紋	37	98	平滑	73	134	雲紋
2	63	雲紋	38	99	平滑	74	135	雲紋
3	64	雲紋	39	100	雲紋	75	136	平滑
4	65	雲紋	40	101	雲紋	76	137	雲紋
5	66	平滑	41	102	雲紋	77	138	雲紋
6	67	雲紋	42	103	縦雲紋	78	139	雲紋
7	68	雲紋	43	104	雲紋	79	140	雲紋
8	69	雲紋	44	105	雲紋	80	141	雲紋
9	70	雲紋	45	106	雲紋	81	142	雲紋
10	71	平滑	46	107	雲紋	82	143	雲紋
11	72	雲紋	47	108	雲紋	83	144	平滑
12	73	平滑	48	109	雲紋	84	145	雲紋
13	74	雲紋	49	110	雲紋	85	146	雲紋
14	75	平滑	50	111	雲紋	86	147	雲紋
15	76	雲紋	51	112	雲紋	87	148	雲紋
16	77	雲紋	52	113	平滑	88	149	雲紋
17	78	縦雲紋	53	114	雲紋	89	150	雲紋
18	79	雲紋	54	115	雲紋	90	151	雲紋
19	80	平滑	55	116	雲紋	91	152	雲紋
20	81	平滑	56	117	雲紋	92	153	雲紋
21	82	平滑	57	118	平滑	93	154	雲紋
22	83	平滑	58	119	縦雲紋	94	155	雲紋
23	84	平滑	59	120	雲紋	95	156	雲紋
24	85	平滑	60	121	平滑	96	157	雲紋
25	86	雲紋	61	122	雲紋	97	158	雲紋
26	87	雲紋	62	123	平滑	98	159	雲紋
27	88	平滑	63	124	雲紋	99	160	雲紋
28	89	縦雲紋	64	125	雲紋	100	161	雲紋
29	90	雲紋	65	126	平滑	101	162	雲紋
30	91	雲紋	66	127	雲紋	102	163	雲紋
31	92	雲紋	67	128	縦雲紋	103	164	雲紋
32	93	平滑	68	129	雲紋	104	165	雲紋
33	94	平滑	69	130	雲紋	105	166	雲紋
34	95	雲紋	70	131	平滑	106	167	縦雲紋
35	96	雲紋	71	132	縦雲紋	107	168	平滑
36	97	雲紋	72	133	雲紋	108	169	平滑

材線虫病予防のために真鶴半島で地上散布された フェニトロチオンの海域への流出

藤森博英¹・伏脇裕一^{2, 3}

Effects of fenitrothion sprayed from sprinkler over forest to control pine wilt disease in the Manazuru peninsula on the sea.

Hirohide FUJIMORI¹ and Yuichi FUSHIWAKI^{2, 3}

要旨

藤森博英・伏脇裕一：材線虫病を予防するために真鶴半島で地上散布されたフェニトロチオンの海域への流出 神森林研研報 27:31-33, 2000 敷布農薬の海域への影響を明らかにするために、散布前後に真鶴半島周辺の海水を採取し、海水中のフェニトロチオンをガスクロマトグラフで定量した。その結果、半島周辺の海域への流出は認められなかった。

FUJIMORI, H. and FUSHIWAKI, Y.: Effects of fenitrothion sprayed from sprinkler over forest to control pine wilt disease in the Manazuru peninsula on the sea. Bull. Kanagawa Pref. For. Res. Inst. 27 : 31-33, 2000. The fenitrothion in the sea water was determined quantitatively around the spraying by the gaschromatograph. As a result, the runoff of the fenitrothion around the Manazuru peninsula to the sea area could not be recognized.

I はじめに

神奈川県では、材線虫病の予防のための薬剤散布は、地上散布によって行われている。地上散布は空中散布と比較して、薬剤の飛散は少ないとされるが、面積当たりの使用量が多いことから、森林環境・自然環境中での動態の解明が求められている。本研究では、散布薬剤の環境影響評価の一環として、散布薬剤の散布エリアからの流出挙動を明らかにすることを目的とした。調査地である真鶴半島の散布エリア内には河川がないため、半島周辺の海水における薬剤の残留濃度を調査し、海域への飛散・流出を検討した。

II 方 法

1 調査地及び調査時期

真鶴半島の沿岸 4 地点を調査地とした(図 1)。真鶴半島では、マツの材線虫病をするために、神奈川県内で最も大規模な薬剤散布が行われている。本研究では、1998年度の薬剤散布が行われた時期に調査を実施した。

2 敷布方法及び散布日

散布方法は、スプリンクラー散布が中心である(一部ガンノズルによる地上散布が行われている)。散布薬剤は MEP80、希釈倍率は180倍、散布面積は 41ha、散布量は 1,200 l/ha であり、散布は 3 回行われた。第 1 回散布は 1998 年 5 月 11、14、15 日、第 2

1 神奈川県森林研究所

2 神奈川県環境科学センター

3 現所属神奈川県衛生研究所

回散布は、1998年5月28、6月1、2日、第3回散布は1998年6月18、26、27、30日に行われた。

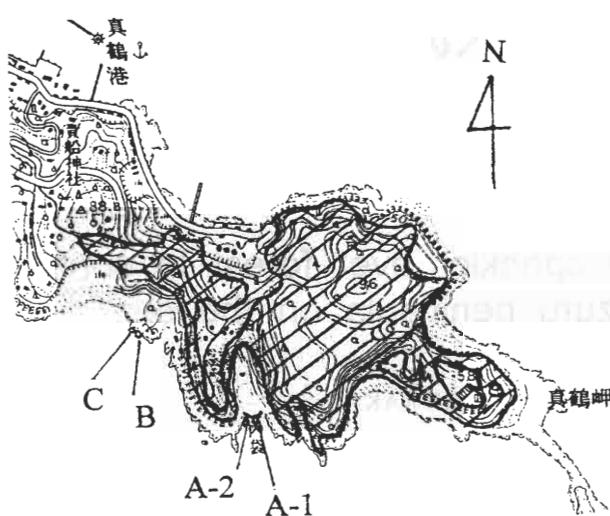


図1 調査位置図(斜線部は散布エリア)

3 調査対象化学物質

散布地沿岸の海水中に含まれるフェニトロチオン(MEP80の有効成分)を調査対象化学物質とした。

4 海水のサンプリング

海水のサンプリングは、3地点(4箇所)で、表1のとおり、第1回散布前(5月8日)及び第3回散布直後、3時間後、6時間後、1日後、2日後、3日後、約40日後のスケジュールで行った。それぞれのサンプルについて約2.4ℓの海水をステンレス製のバケツで採取した。

5 海水中の残留濃度の測定方法

採取された海水のうち2,000mℓを分析試料とした。海水2,000mℓをジクロロメタンで抽出(200mℓ×2)し、その後ジクロロメタン抽出液を脱水後濃縮乾固し、n-ヘキサンに溶解させ、ガスクロマトグラフ(GC-FTD)でフェニトロチオンを定量した。

III 結果及び考察

散布前後のすべての検体で、フェニトロチオンは定量限界濃度(0.1μg/ℓ)未満であり(表2)、真鶴半

表1 海水のサンプリングのスケジュール

	A地点		B地点	C地点
	A-1	A-2		
第1回散布前	5/ 8	5/ 8	5/ 8	5/ 8
第3回散布日	散布直後	6/26	6/30	6/27
	3時間後	6/26	6/30	6/27
	6時間後	6/26	6/30	6/27
	1日後	6/27	7/ 1	6/28
	2日後	6/28	7/ 2	6/29
	3日後	6/29	7/ 3	6/30
	約40日後	8/ 5	8/ 5	8/ 5

表2 海水中のフェニトロチオン濃度

単位: μg/ℓ

	A地点		B地点	C地点
	A-1	A-2		
第1回散布前	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
第3回散布日当日	散布直後	<0.1	<0.1	<0.1
	3時間後	<0.1	<0.1	<0.1
	6時間後	<0.1	<0.1	<0.1
	1日後	<0.1	<0.1	<0.1
	2日後	<0.1	<0.1	<0.1
	3日後	<0.1	<0.1	<0.1
	約40日後	<0.1	<0.1	<0.1

注) A-1、A-2、B、C地点の散布時の風向はそれぞれ、東、南西～南南西、北西、北西であった

島での1998年の地上散布においては、散布中の海域への飛散や流出は検出されなかった。しかし、松くい虫防除のための空中散布において、1976年には、徳島県のアコメ海岸で最大 $18\text{ }\mu\text{g}/\ell$ （近藤ほか、1977）、1978年には、香川県屋島湾で最大 $0.398\text{ }\mu\text{g}/\ell$ （大林ほか、1981）のフェニトロチオンが検出される事例が報告されている。また、後者の香川県屋島湾で採取された海水（フェニトロチオン濃度 $0.398\text{ }\mu\text{g}/\ell$ ）で、クルマエビ稚仔を飼育した結果、生存率は0%であったと報告されている（大林ほか、1981）。本調査のフェニトロチオンの残留濃度は $0.1\text{ }\mu\text{g}/\ell$ 未満であったが、このように、フェニトロチオンは、クルマエビなどの甲殻類に対する毒性が極めて高いことから、海に面した場所における散布にあたっては、飛散や流出に対して、十分に留意する必要がある。

IV おわりに

将来、影響評価では、化学物質に対する感受性について、発育段階・性差・個体差を十分に考慮することが、より重要になるであろう。また、個体が死亡するかどうかだけでなく、世代交代が適切に進む

かどうかということが、種の保全の観点から、重要なと考えられ、野生生物への影響評価手法の進展が望まれる。

V 謝 辞

本調査の実施に当たって、真鶴町産業観光課の皆様、森林研究所三橋正敏技能員に大変お世話になりました。ここにお礼申し上げます。また、分析に当たっては、米岡ひろみさんにひとかたならぬ御助力をいただきました。お礼申し上げます。

VI 引用文献

- 近藤平一郎・小黒美樹・田原 功・渡 義典
(1977) マツクイムシ防除のための農薬の空中散布における周辺の環境水質に及ぼす影響について. 徳島県公害センター年報2: 62-65.
大林萬鋪・井口政紀・矢野 仁 (1981) スミチオン乳剤の空中散布がクルマエビ稚仔に及ぼす影響. 香川県水産試験場報告18: 77-82.

東丹沢地域における1999年8月中旬の豪雨状況

中嶋伸行

Verification of the Local Severe Rain at Several Points

Around the Eastern Tanzawa Mountains
in the Middle of August, 1999

Nobuyuki NAKAJIMA

災害の概要

I はじめに

1999年8月13日夕刻から降り始めた降雨は、関東・甲信越地方、東北地方南部に甚大なる被害を及ぼした。この豪雨灾害は、気象情報の伝達、野外レジャーのあり方、災害救助の方法など、さまざまな課題を残した。

この教訓を生かすためにも、各方面での検証作業

が急務であるが、そのため重要な雨量に関するデータは少ない。気象庁が所管する雨量観測地点は、丹沢地域では丹沢湖南に1か所あるのみである。とくに、高標高地における雨量データは数が少ない。

そこで、各検証作業の参考となることを期して、森林研究所が東丹沢地域において観測を行っている雨量データを公開し、その概要について報告する。

なお、森林研究所における気象の観測は、森林の

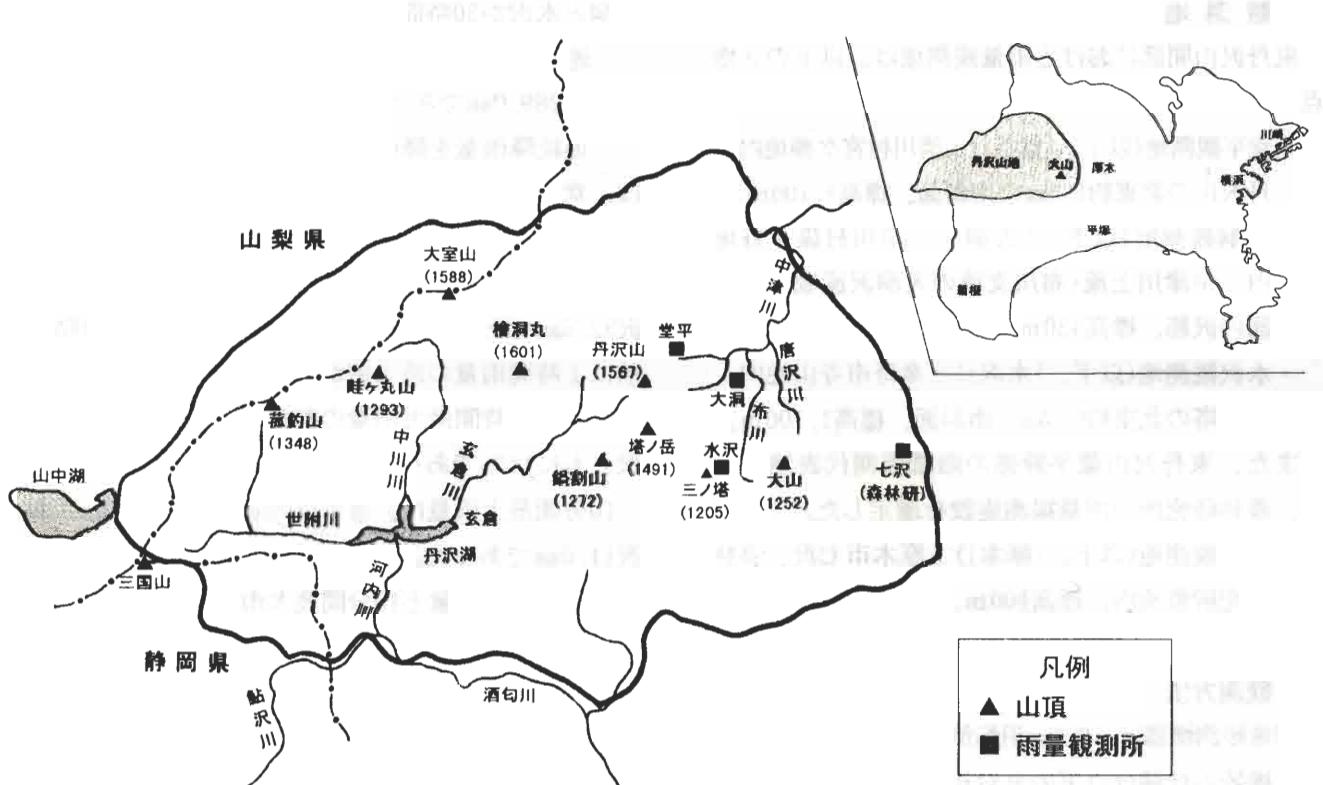


図1 位置図

保全に関する研究のために行っているもので、気象業務法第6条により、運輸省令で定める方法に従つた観測ではない。

II 被害の状況

神奈川県内においては、西丹沢・玄倉川での水難事故のほかにも、キャンプやハイキング中に、最悪の事態は避けられたものの、極めて危険な状況下にあった例が数多くあった。

このうち、東丹沢地域では、清川村塩水川青宇治橋下流で28名が中洲に取り残された例や、清川村札掛で4名が県警によって救出された例などが報告されている。

また、厚木市と清川村の物的被害としては、住家被害(一部破損、床上・床下浸水)が厚木市で23棟、清川村で1棟、道路被害は、清川村で通行止めが5か所、河川被害は、護岸穿掘が厚木市で8か所、崖崩れが、厚木市で2か所、清川村で1か所と報告されている(神奈川県防災局災害対策課, 1999)。

III 雨量観測の概要

1 観測地

東丹沢山間部における雨量観測地は、以下の3地点である。

- ・堂平観測地(以下、「堂平」)：清川村宮ヶ瀬地内、丹沢山の北東約1.5kmの南斜面、標高1,100m。
 - ・大洞観測地(以下、「大洞」)：清川村煤ヶ谷地内、中津川上流・布川支流の大洞沢流域最下流部の沢筋、標高430m。
 - ・水沢観測地(以下、「水沢」)：秦野市寺山地内、三ノ塔の北東約0.5kmの南斜面、標高1,100m。
- また、東丹沢山麓平野部の雨量観測代表地として、森林研究所の雨量観測施設を選定した。
- ・厚木観測地(以下、「厚木」)：厚木市七沢、森林研究所敷地内、標高100m。

2 観測方法

雨量観測機器は、0.5mm用転倒マス式雨量計を用いた。機器の仕様は以下のとおりである。

- ・堂平、大洞、水沢：34-T、株大田計器製作所製

- ・厚木：N-68、株日本エレクトリック・インスルメント製

観測値の記録は、データロガーにより10分間隔で行った。

機器の仕様は以下のとおりである。

- ・堂平、大洞、水沢：KADEC-UP、コーナシス テム株製

- ・厚木：DL/200、株イー・エス・ディ製

なお、既往事例の解析に用いた大洞の1997年4月以前の観測値の記録は、自記雨量計(ACR-103WP、株池田計器製作所製)を使用し、記録紙を10分間隔で判読したものである。

IV 豪雨の状況

1 山間部観測地の降雨状況

堂平、大洞、水沢における8月13日～15日までの降雨の時系列変化を図2、図3、図4に示した。

本報告では、前後6時間以上降雨が観測されないときに、その間の降雨を1降雨(以下、「一連続降雨」とした。今回の一連続降雨の始終は、堂平が8月13日15時～14日20時、大洞と水沢が8月13日14時～14日20時で、一連続降雨時間は、堂平が29時間、大洞と水沢が30時間であった。

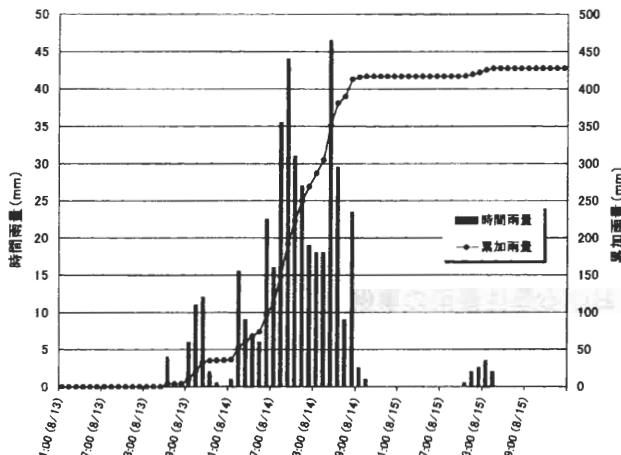
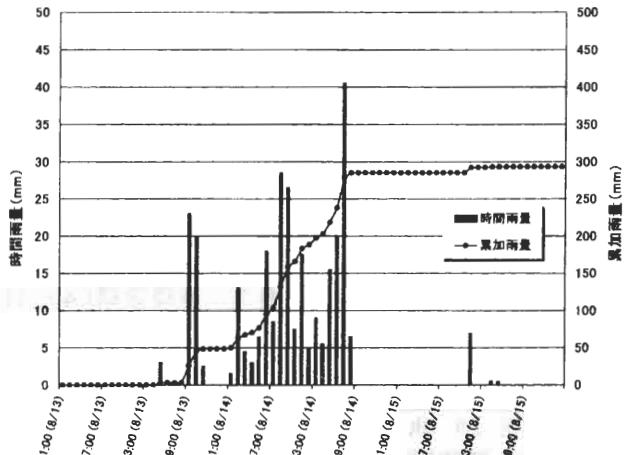
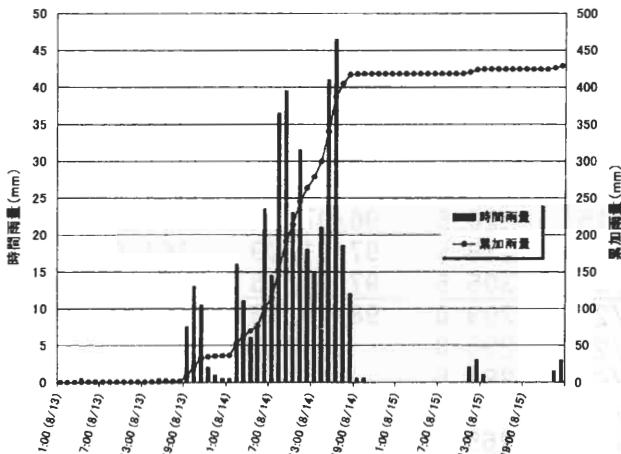
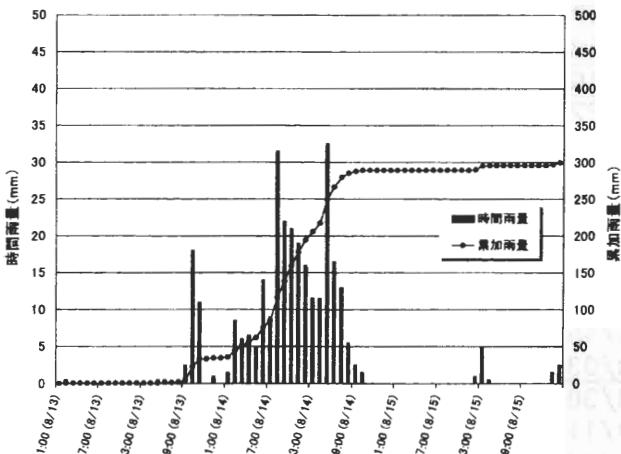
一連続降雨量は、堂平が417.0mm、大洞が418.5mm、水沢が289.0mmであった。

一連続降雨量を降雨時間で除した一連続降雨強度は、堂平が14.4(mm/hr)、大洞が14.0(mm/hr)、水沢が9.6(mm/hr)であった。

1時間最大雨量は、堂平46.5mm、大洞46.5mm、水沢32.5mmであり、3地点とも降雨が終了する数時間前に1時間雨量の最大値がみられた。一連続降雨量に対する1時間最大雨量の割合は、堂平、大洞、水沢ともに11%であった。

10分間最大雨量は、堂平11.0mm、大洞11.5mm、水沢11.0mmであった。

1時間最大雨量と10分間最大雨量の発生時刻を比較すると、水沢は、後者の10分間が前者の1時間に包含されていたのに対して、堂平と大洞は、後者の10分間が前者の1時間に包含されていなかった。

図2 堂平における雨量の時系列変化
(1999.8.13~8.15)図5 厚木における雨量の時系列変化
(1999.8.13~8.15)図3 大洞における雨量の時系列変化
(1999.8.13~8.15)図4 水沢における雨量の時系列変化
(1999.8.13~8.15)

2 山麓平野部観測地の降雨状況

厚木における8月13日～15日までの降雨の時系列変化を図5に示した。

厚木における降雨の始終は、8月13日14時～14日

18時で、一連続降雨時間は28時間であった。

一連続降雨量は285.5mmで、一連続降雨強度は10.2 (mm/hr) であった。

1時間最大雨量は40.5mm、10分間最大雨量は12.5mm であった。両者の発生時刻を比較すると、後者の10分間は前者の1時間に包含されていた。

一連続降雨量に対する1時間最大雨量の割合は14% であった。

10分間最大雨量については、3つの山間部観測地点の観測値よりも大きかった。

3 山間部観測地と山麓平野部観測地の観測結果の比較

一連続降雨の始終時刻は、厚木と山間部3地点でほぼ同じであった。

厚木における一連続降雨量を1とすると、堂平は1.46、大洞は1.47、水沢は1.01であった。したがって、堂平と大洞については、一連続降雨量が厚木の5割近くも多かったことになる。

一連続降雨量や、時間あたり最大雨量とその発生時刻などから、今回の豪雨は、堂平と大洞、水沢と厚木で類似した降雨形態であったと考えられる。

堂平と大洞は、2地点間の距離は約3.5km、標高差は670m、水沢と厚木は、2地点間の距離は約9.0kmで、標高差は1,000mである。今回、水沢の降雨形態が、他の山間部観測地よりも、山麓平野部の厚木と類似していたのは、水沢は標高は高いものの、南は、障害物なく海に至るため、この立地条件が影響しているものと考えられる。

4 山間部観測地における既往豪雨事例

8月14日の大洞の日雨量382.5mmは、過去4番目の記録であった。観測期間が短い堂平では過去最大、水沢では過去3番目の記録であった(表1)。

大洞の雨量観測は観測期間が19年と比較的長いた

め、大洞の雨量データに基づいて今回の豪雨の各種経験的再現期間を求めた。その結果、Hayen式では5.4年、Thomas式では5.3年、Chegodayov式では5.2年、Jankinson式では5.0年であり、日雨量としては、数年に一度は発生し得る程度のものであると考えられる。

表1 無降雪期(4~11月)における既往豪雨の事例
(日雨量150mm以上)

観測地 観測期間 観測年数	堂 平		大 洞		水 沢		単位:mm
	1994~1999年 6年		1981.7~1999年 19年		1993~1999年 7年		
	順位	年月日	日雨量	年月日	日雨量	年月日	日雨量
1	99/08/14	381.5	90/08/10	489.0	98/08/28	402.5	
2	98/08/28	332.5	83/08/17	409.0	97/06/20	255.0	
3	97/06/20	275.0	82/09/12	388.5	99/08/14	254.5	
4	96/09/22	250.5	99/08/14	382.5	98/09/21	213.5	
5	96/07/21	249.5	82/08/01	371.5	94/05/26	190.5	
6	98/09/21	242.0	91/09/19	353.0	94/05/27	189.5	
7	98/09/16	237.0	90/09/30	342.5	99/05/04	175.5	
8	94/05/26	192.5	83/08/15	320.5	96/07/21	171.5	
9	98/08/30	189.5	96/07/21	318.5	97/11/29	164.0	
10	97/11/29	159.0	90/11/30	305.5	97/11/26	159.5	
11			81/10/22	299.0	98/10/18	157.0	
12			89/08/27	296.0			
13			86/08/04	281.5			
14			96/09/22	269.0			
15			98/09/16	265.5			
16			85/07/03	263.5			
17			82/08/27	263.0			
18			98/08/28	261.0			
19			86/09/02	254.5			
20			82/11/29	201.5			
21			83/08/16	198.0			
22			81/08/22	190.5			
23			98/09/21	188.0			
24			93/11/13	184.0			
25			92/06/08	182.5			
26			88/06/03	182.0			
27			91/08/20	181.5			
28			93/08/27	165.5			
29			83/05/16	164.5			
30			82/08/03	164.0			
31			98/08/30	162.5			
32			91/10/11	161.5			
33			94/05/26	160.0			
34			99/04/11	160.0			
35			81/08/23	154.0			
36			86/09/03	153.0			
37			91/10/07	152.5			

※1 1999年は8月までの観測結果である。

※2 各観測地点における欠測は以下のとおりである。

堂平：'98.4.1~5.31

大洞：'87.5.5~5.9, '87.7.25~7.29, '87.11.9~11.30, '89.8.12~8.23,
'90.4.1~7.6, '91.7.1~8.17, '91.8.21~9.7, '97.4.1~7.31

水沢：'97.4.4~5.16, '97.8.3~8.10

5 西丹沢の降雨状況

気象庁・丹沢湖地域雨量観測所(足柄上郡山北町神尾田、標高330m。以下、「丹沢湖」)における降雨の始終は、8月13日18時～14日20時で、一連続降雨時間は27時間であった。

一連続降雨量は271.0mmで、一連続降雨強度は10.0 (mm/hr) であった。1時間最大雨量は38.0mmで、一連続降雨量に対する1時間最大雨量の割合は14%であった。

6 西丹沢と東丹沢の観測結果の比較

一連続降雨の始終時刻は、丹沢湖と東丹沢の各観測地点では大きな差はなかった。丹沢湖の一連続降雨量を1とすると、堂平は1.54、水沢は1.07であり、水沢とほぼ同じであった(図6)。

丹沢湖の1時間最大雨量は降雨終了10時間前の14日10時に記録された。これは東丹沢の各観測地点より数時間早い。また、1時間最大雨量出現後の降雨

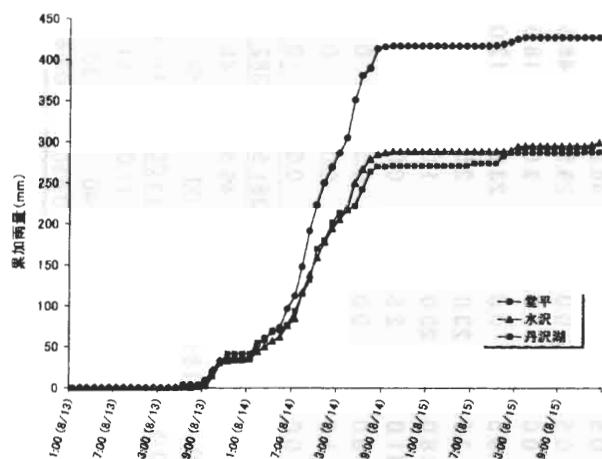


図6 累加雨量の時系列変化
(1999.8.13~8.15)

量は、堂平65.5mm、大洞31.5mm、水沢39.0mmであったのに対して、丹沢湖は101.0mmであり、一連続降雨量の1/3以上がピーク出現後に降ったことになる。

V おわりに

丹沢山地は、首都圏からわずか1～2時間で到達可能であることから、自然指向型レクリエーション地として、首都圏住民を中心に年間100万人の利用者でにぎわっている。

しかし、丹沢は、首都圏から近距離であるとはいって、その自然条件は厳しく、今回の豪雨のように、降雨等の状況が平野部と異なることは珍しくない。

丹沢は、その名称の由来が、朝鮮語のタン(谷)からきているといわれるほど、谷の多い山で、素晴らしい渓谷美も堪能できる。その反面、河川・溪流の危険度を把握する雨量や水量等に関する観測施設が少なく、適確な情報の収集や伝達がなされにくいといった側面もある。痛ましい悲劇を繰り返さないためにも、山間地の気象観測等を強化していくことが必要であると考える。

謝辞：本報告の作成にあたり、神奈川県防災局災害対策課より被害状況等に関する資料を提供していただきました。ここに記して感謝いたします。

VI 引用文献

神奈川県防災局災害対策課(1999)平成11年8月14日大雨、洪水警報について(最終報告書)

付表1 1999年8月13日～8月15日の各雨量観測地点における時雨量

時刻	8月13日				8月14日				8月15日			
	平	堂	大洞	水沢	厚木	平	堂	大洞	水沢	厚木	平	堂
00:00～01:00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.5	1.5	1.5	0.0	0.0	0.0
01:00～02:00	0.0	0.0	0.5	0.0	15.5	16.0	8.5	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02:00～03:00	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	11.0	6.0	4.5	0.0	0.0	0.0	0.0
03:00～04:00	0.0	0.5	0.0	0.0	7.0	6.0	6.5	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0
04:00～05:00	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	7.5	5.0	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0
05:00～06:00	0.0	0.0	0.0	0.0	22.5	23.5	14.0	18.0	0.0	0.0	0.0	0.0
06:00～07:00	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	14.5	9.0	8.5	0.0	0.0	0.0	0.0
07:00～08:00	0.0	0.0	0.0	0.0	35.5	36.5	31.5	28.5	0.0	0.0	0.0	0.0
08:00～09:00	0.0	0.0	0.0	0.0	44.0	39.5	22.0	26.5	0.0	0.0	0.0	0.0
09:00～10:00	0.0	0.0	0.0	0.0	31.0	23.0	21.0	7.5	0.5	0.0	0.0	0.0
10:00～11:00	0.0	0.0	0.0	0.0	27.0	31.5	19.0	17.5	2.0	2.0	0.0	7.0
11:00～12:00	0.0	0.0	0.0	0.0	19.0	18.0	16.0	5.0	2.5	0.0	1.0	0.0
12:00～13:00	0.0	0.0	0.0	0.0	18.0	15.0	11.5	9.0	3.5	3.0	5.0	0.0
13:00～14:00	0.0	0.0	0.0	0.0	18.0	21.0	11.5	5.5	2.0	1.0	0.5	0.5
14:00～15:00	0.0	0.5	0.5	3.0	46.5	41.0	32.5	15.5	0.0	0.0	0.0	0.5
15:00～16:00	4.0	0.5	0.5	0.0	29.5	46.5	16.5	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16:00～17:00	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	18.5	13.0	40.5	0.0	0.0	0.0	0.0
17:00～18:00	0.0	0.0	0.5	0.0	23.5	12.0	5.5	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0
18:00～19:00	6.0	7.5	2.5	23.0	2.5	0.5	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
19:00～20:00	11.0	13.0	18.0	20.0	1.0	0.5	1.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20:00～21:00	12.0	10.5	11.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
21:00～22:00	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
22:00～23:00	0.5	1.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	1.5	0.0
23:00～24:00	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	2.5	0.0
日雨量	35.5	36.0	34.5	48.5	381.5	382.5	254.5	237.0	10.5	8.0	10.5	8.0
1時間最大雨量	12.0	13.0	18.0	23.0	46.5	46.5	32.5	40.5	3.5	3.0	5.0	7.0
起時	20:00	19:00	19:00	18:00	14:00	15:00	14:00	16:00	12:00	12:00	10:00	10:00
10分間最大雨量	~21:00	~20:00	~20:00	~19:00	~15:00	~16:00	~15:00	~17:00	~13:00	~13:00	~11:00	~11:00
起時	07:40	07:30	14:40	16:30	~07:50	~07:40	~14:50	~16:40				

神奈川県森林研究所研究報告投稿内規

1 投稿資格

本研究所の職員とする。ただし、共著者に職員以外の者を含むことができる。また、編集委員会が認めた場合は、職員以外でも投稿できる。

2 構成と種類

未発表の和文の原著論文、短報、資料、報告（総説、調査報告、国際学会報告等）とし、これに各年度における他誌発表原著論文の要旨とする。職員の学位請求論文等編集委員会が認めた場合には掲載できる。

3 執筆要領

別に定める。

4 原稿の長さ

特に制限はしない。

5 原稿の提出

研究報告の発行は、年1回とし、原稿の締切は、12月末日とする。ただし、投稿希望者は、その年の10月末日までに投稿カードを提出するものとする。

原稿は、図表および特別な場合を除き、フロッピーディスク（テキストファイル形式）によるものとし、プリントアウト2部とともに、投稿カードを添えて研究報告編集主事に提出する。

6 原稿の採否及び査読

原稿の採否は、編集委員会で決定する。原稿のうち特に原著論文については、主査を定める。さらに、編集委員会が必要と認めた場合は、委嘱した主査読者（論文1編に対し1名）による閲讀を受け、同人の意見を参考にして編集委員会は原著論文としての採否を決定する。原著論文以外の原稿に対しては、編集委員会はその判断により加筆、訂正などを求めることができる。

原著論文の原稿は受付日をもって受理日とし、採択決定の日をもって採択日とする。採択日は当該論文に記載する。

7 論文等の掲載順序

論文等の掲載順序は、原著論文、短報、論説、資料、他誌発表原著要旨とし、それぞれ受付日順とする。ただし、編集委員会の判断によりこれを変更することがある。

8 校 正

原則として校正は2回とし、校了原稿を指定期日までに編集委員会に提出する。

他誌発表原著要旨については基本的に編集委員会が責任を負うものとする。

付則1 この内規は、平成9年11月1日から施行し、平成9年4月1日から適用する。

神奈川県森林研究所研究報告執筆要領

1 原稿の形式は次のとおりとする。

- ①表題、著者名、勤務先（共著者がある場合）、いずれも和英併記；②本文；③引用文献；④図、表をそれぞれ別紙に記載する。原著論文の場合は他に⑤要旨および5語以内のキーワードをつける。なお、短報とは、新規性がありかつ公表の緊急性が高いもの、新たに開発された研究方法や機

械の紹介、既成の知見を確認する報文や貴重な測定結果などとする。また、資料とは、所内研究終了課題の研究成果で得た測定結果、知見などを簡潔にとりまとめたものなどである。

- 2 要旨は冒頭に著者名、表題、神奈川県森林研報、空白を付加し、これらを含めて和文は500字

以内、英文は250語以内とする。要旨中では図・文献・数式などの引用は避け、行をかえない。

3 原著論文の表題は、連報性（I、II等のついた表題）にしない。また、「・・・に関する研究」や「・・・について」などの表現は避ける。

4 原稿は、ワードプロセッサにより作成し、A4判の白紙に横書きとする。新仮名遣いにより、学術用語以外は常用漢字を用いる。原稿中に欧語を用いるのは、その必要がある場合に限る。

5 印刷所への原稿の入稿には本文を保存したフロッピーディスクを添付する。

6 動物・植物の和名は片仮名書きとし、学名はイタリックとする。これらの字体の指定は、太字指定、数式（係数など）の字体指定などとともに下記の例にならってすべて朱書きとする。単位は慣用となっている略字によって記載し、ピリオドをつけない。単位、数は半角表記とする。

Pinus → *Pinus*

7 図・表は別紙とし、表題にはそれぞれ通し番号（図1、表1など）をつける。また上端外に著者名、通し番号をつける。表題や注には英文を併記することができる。図・表を入れたいおよその位置を本文該当箇所の右欄外に、図1、表1のように朱記する。

図：印刷される大きさのおよそ1.2～1.4倍大に描く。鉛筆書きは認めない。トレーシング用紙など薄手のものを用いた場合は、必ず白色厚手台紙にはる。図の題および説明は別紙に記載して、引用文献のあとに綴る。

表：大きさは原則として、1ページに印刷できる限度以下とする。表の縦けいは省き、横けいもできる限り省略する。表よりも図が望ましい。表題は表の上に、注は表の下に記載する。

8 引用文献はアルファベット順に記載する。本文中の引用は、該当人名に（年号）あるいは事項に（人名、年号）をつけて引用する。後述の方法で同一人名で同一年号の場合は年号のあとに発表

順にa、b、cをつける。誌名の略記法は和文の場合は慣例により、欧文の場合はForestry Abstractsにならう。巻通しページがある場合は巻のみとし、ないときは、巻（号）併記する。記載方法は下記の例に従う。

9 請求学位論文については審査者側の要求する様式に従うものとし、本執筆要領に必ずしも従わなくともよい。

例

(1) 雑誌の場合

山根正伸・横内広宣（1991）スギノアカネトラカミキリによる林分内被害量調査法. 日本林学会誌 73 : 264～269.

Yamane, M., Hayama, S. and Furubayashi, K. (1996) Over-winter weight dynamics in supplementally fed free-ranging sika deer (*Cervus nippon*) Journal of Forest Research(3) : 143～153.

(2) 書籍の場合

中川重年（1996）再生の雑木林から. 205pp, 創森社, 東京.

Levitt, J. (1972) Responses of plant to environmental stresses. 697pp, Academic Press, New York and London.

(3) 書籍中の場合

小林繁男（1993）熱帯林土壤の瘦悪化. 280～333. 热帯林土壤. 真下育久編, 385pp, 勝美堂, 東京.

Wells, J. F. and Lund, H. G. (1991) Integrating timber information in the USDA Forest Service. 102～111. In Proceedings of the Symposium on Integrated Forest Management Information Systems. Minowa, M. and Tsuyuki, S. (eds.) , 414pp, Japan Society of Forest Planning Press, Tokyo.,

10 本文中の番号の記載順序、文章の書き出しは原則として神奈川県文書管理規定に従う。

(1997年4月1日改訂)

(1999年2月1日改訂)

CONTENTS

Articles

Hiroshi SAITO, Hirohide FUJIMORI and Keiko KITAMURA

- Studies on isozyme variations and the retrogressive style in Tanzawa populations
of Suzutake (*Sasa borealis*). 1

Short communications

Shigetoshi NAKAGAWA and Toyofusa HOSHIYAMA

- Heart-wood colors and visual distinguish characters with Keyaki (*Zelkova serrata*)
at Odaira in Tanzawa. 15

Notes

Hirohide FUJIMORI and Yuichi FUSHIWAKI

- Effects of fenitrothion sprayed from sprinkler over forest to control pine wilt
disease in the Manazuru peninsula on the sea. 31

Nobuyuki NAKAJIMA

- Verification of the Local Severe Rain at Several Points Around the Eastern
Tanzawa Mountains in the Middle of August, 1999 35

平成 12 年 3 月 印刷
平成 12 年 3 月 発行

編集・発行 神奈川県森林研究所
厚木市七沢 657
TEL (046)248-0321
〒243-0121

印刷 (株)嵐コピーサービス
愛甲郡愛川町中津 791-2
TEL (046)285-3174
〒243-0303