

ISSN 0389-1321

神奈川県林業試験場

研 究 報 告

第 15 号

Bulletin of the
Kanagawa Prefecture Forest Experiment Station

No. 15

神奈川県林業試験場

1988. 3

目 次

論 文

食用キノコ数種の生化学的性質	1
木内信行	
間伐材利用による砂地安定化試験(2)	13
鈴木 清・尾岸諒一	

資 料

丹沢大山に植林された7年生ミズキ林の立地の違いによる成長差	25
中川重年	
神奈川県における有用広葉樹資源の賦存状況(I) 有用広葉樹資源の賦存量とその分布	35
山根正伸	
神奈川県における人工林の生産力(I) 神奈川県スギ、ヒノキ人工林分密度管理図の調製	55
山根正伸	
神奈川県における人工林の生産力(II) スギ、ヒノキ林の地位指数曲線の作成	65
山根正伸	
スギ密植モデル試験	71
尾岸諒一	
次代検定林における雪害調査	77
星山豊房・新田 肇	

神林試研報15(1988) 1-9

食用キノコ数種の生化学的性質

木 内 信 行

Biochemical Characteristics of Some Edible Mushrooms

Nobuyuki KIUCHI

Summary

Twenty-two biochemical characteristics were examined with 7 mushrooms, *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus salmoneostamineus*, *Lentinus edodes*, *Lentinus lepideus*, *Strobilurus ohshimae*, *Agrocybe cylindracea* and *Pholiota nameko*, with a view to using a selective technique of fusants after protoplast fusion treatment.

When M Y G + C P medium by way of a basal medium was used, it became clear that many biochemical reactions were almost all stable. The diversity of each strains, between monokaryons and dikaryons or parents and regenerated strains derived from protoplasts, was not detected in many properties, respectively. Further, the influence of incubation periods against these reactions was not observed.

Whereat, the utilization of different nature of biochemical reactions was further studied. The results showed that these biochemical characteristics may be able to use as marker for the selection of fusants.

I はじめに

担子菌類の種や菌系の違いを栄養菌糸時代の生化学的性質の特性で、分類同定する試みは多く行なわれ、それが可能な場合もあることが報告されている^{1,2,3,4,5,6,7}。

最近、バイオテクノロジーの発展によって、とみに注目されるようになった細胞融合の手法を、担子菌類の育種にも利用する試みが盛んに行なわれるようになってきた。しかし、担子菌

類においては多くの未解決な問題をかかえている。即ち、担子菌類のプロトプラストは通常植物のプロトプラストに比べ、形が桁違いに小さいことと、色などの形態的特徴を示さない点があげられる。したがって、担子菌類のプロトプラストにおいては、顕微鏡下で異なるプロトプラスト間の区別が不可能なため、代謝阻害剤処理や栄養要求性突然変異株のような遺伝的マークー^{1,4,8,9)}を用いて、融合実験を行なうのが通例である。しかしながら、これらの方法ではなん

らかの手段によって、遺伝子自体に変化を生じさせることと、供試する材料が変わるたびに、目的にかなった変異株を作出しなければならないという欠点が付きまと。一方、このような欠点を補うものとして、ジャイアント・プロトプラスト¹⁾の利用が考えられているが、この方法はまだ実用の段階には至っていない。このように、担子菌類の融合実験においては、融合細胞の簡易な選別方法が確立していないため、他の分野に比べ研究の進展が妨げられている。そこで、先に述べた欠点などを補うような簡易な実験系として、本来その種あるいは菌系が備えている生化学的性質を、そのまま融合のマークとして利用可能かどうかという観点から、数種の食用キノコについて、いくつかの生化学的性質とその安定性を検討したので、その結果を報告する。

なお、報告にあたり、サンパールCPをご供与下さった前山陽国策バルブ株式会社D.P.・化成品事業部中本奉文課長に感謝する。また、本研究をおこなうきっかけとともに日頃からご指導いただいている農林水産省食品総合研究所生物資源研究室長柳園江博士ならびに微生物検索研究室川澄俊之博士に感謝する。

II 供試材料および実験方法

1 供試菌

ヒラタケ (*Pleurotus ostreatus*)、トキイロヒラタケ (*Pleurotus salmonicostramineus*)、シイタケ (*Lentinus edodes*)、マツオウジ (*Lentinus lepideus*)、スギエダタケ (*Strobilurus ohshimaec*)、ヤナギマツタケ (*Agrocybe cylindracea*) およびナメコ (*Pholiota nameko*) の7種類の食用キノコの一核菌糸と二核菌糸を用いた。また、数種類のキノコについては、既報の方法²⁾に準じて

プロトプラストを調製し、それから再生させた一核菌糸と二核菌糸も用いた。それらの来歴はTable 1に示すとおりである。

2 供試薬

本実験に使用した主な試薬類はTable 2に示したとおりである。

3 接種源用培地と反応検査用培地

接種源用培地の種類と反応検査用培地の種類と反応結果との関係を調べた時には、それぞれの培地に1%の麦芽エキスを含むポテト・デキストロース寒天(PDA)培地(以下PDA+M培地と略す)と0.4%のサンパールCPを含むMYG培地(組成:1%芽麦エキス、0.4%酵母エキス、0.5%ブドウ糖、1.2%寒天)(以下MYG+CP培地と略す)を用い、さらに5ppmのベンレート、50ppmのフライオマイシン(ネオマイシン)、50ppmのストレプトマイシンを添加した。しかし、その他の実験ではMYG+CP培地を用い、殺菌剤は添加しなかった。

接種片は接種源用平板培地上で、7~12日間25℃で培養し、主に菌叢の周辺部を径4mmのコルクボーラーで寒天ごと打ち抜いたものを用いた。

4 生化学的性質のテスト

特にことわりのない限り、反応検査用培地はMYG+CP培地を用い、検査方法および反応の判定は、主にTayloy³⁾とWatling⁴⁾の方法に準じて行なった。

III 実験結果

1 生化学的性質と接種源用培地の種類および反応検査用培地の種類の関係

シイタケ、マツオウジ、ヤナギマツタケおよびナメコの一核菌糸または二核菌糸を二種類の接種源用培地で培養したものを受け片として、

Table 1. Origin of strains used in this study.

Species	No.	Strain	History
<i>Pleurotus ostreatus</i>	KY	Cultivated strain	Unknown
	KNW	Ditto	Ditto
<i>Pleurotus salmonostramineus</i>	7016	Wild strain	Isolated from a fruit body developed on a living tree
	465	Cultivated strain	Isolated from a fruit body developed on a bed-log
	411-1	Ditto	Ditto
	9-1	Wild strain	Isolated from a fruit body developed on a dead log
	7001	Ditto	Ditto
	7053	Ditto	Ditto
	7067	Ditto	Ditto
	465-R-1	Regenerated strain (Dikaryon)	Derived from protoplasts (465)
	465-R-2	Ditto	Ditto
	7067-17	Monokaryon	Isolated from a single spore (7067)
<i>Lentinus edodes</i>	A-(E)	Wild strain	Isolated from a fruit body developed on a dead tree
	15	Ditto	Ditto
	6001	Ditto	Ditto
	6002	Ditto	Ditto
	6004	Ditto	Ditto
	6006	Ditto	Ditto
	7001	Ditto	Ditto
	6001-M-3	Regenerated strain (Monokaryon)	Derived from protoplasts (6001)
	6001-M-4	Ditto	Ditto
<i>Strobilurus ohshimae</i>	6035	Wild strain	Isolated from spores of a fruit body developed on a dead branch
	2921	Ditto	Isolated from a fruit body developed on a living tree
<i>Agrocybe cylindracea</i>	3920	Ditto	Ditto
	6019	Ditto	Ditto
	TO	Ditto	Ditto
	4-13-1	Ditto	Ditto
	4-14-1	Ditto	Ditto
	4-14-6	Ditto	Ditto
	6-10-1	Ditto	Ditto
	2-9-1	Regenerated strain (Dikaryon)	Derived from protoplasts (3920)
	2-LD-8	Ditto	Ditto
	2-LS-1	Ditto	Ditto
<i>Pholiota nameko</i>	2-LS-2	Ditto	Ditto
	2-LS-6	Ditto	Ditto
	2-LS-9	Ditto	Ditto
	2-1	Monokaryon	Isolated from a single spore (3920)
	2-2	Ditto	Ditto
	2-3	Ditto	Ditto
	2-5	Ditto	Ditto
	2-24	Regenerated strain (Monokaryon)	Derived from protoplasts (2-2)
	2-25	Ditto	Ditto
	2-26	Ditto	Ditto
	2-5-18	Ditto	Derived from protoplasts (2-5)
	2-5-19	Ditto	Ditto
	2-5-20	Ditto	Ditto
	A-1	Cultivated strain	Obtained from Fukushima Prefectural Forest Experiment Station

Table 2. Principle reagents used in this study.

Reagent	Manufacture
Potato dextrose agar	Kyokuto Seiyaku Co.
Malt extract	Difco Laboratories
Yeast extract	Ditto
Saiperl CP	Sanyokokusaku Pulp Co.
Benlate	Du Pont Co.
Fradiomycin sulfate	Wako Pure Chemical Indst.,Ltd.
Streptomycin sulfate	Meiji Seika Kaisha Ltd.
Pyrocatechol	Wako Pure Chemical Indst.,Ltd.
Guaiaac gum	Ditto
Indoxyl acetate	Ditto
Acetylthiocholine iodine	Ditto
Soluble starch	Ditto
p-Nitrophenyl- α -D-galactopyranoside	Tokyo Kasei Kogyo Co.,Ltd.
p-Nitrophenyl- α -D-glucopyranoside	Ditto
p-Nitrophenyl- β -D-glucopyranoside	Ditto
p-Nitrophenyl phosphate (disodium salt)	Wako Pure Chemical Indst.,Ltd.
N, N, N', N'-Tetramethyl-p-phenylenediamine (dihydrochloride)	Ditto
Pyrogallol	Koso Chemical Co.,Ltd.
Caffeic acid	Sigma Chemical Co.
Gelatin	Wako Pure Chemical Indst.,Ltd.
Tributyrin	Ditto
Tannic acid	Ditto
DNA agar	Nissui Seiyaku Co.
Ferulic acid	Tokyo Kasei Kogyo Co.,Ltd.
Cinchonidine	Wako Pure Chemical Indst.,Ltd.
Rutin	Ditto
Vanillin	Ditto

Table 3. Relation among inoculum media, reaction media and biochemical reactions.

Character	<i>Lentinus edodes</i>		<i>Lentinus lepideus</i>		<i>Agrocybe cylindracea</i>		<i>Pholiota nameko</i>	
	Dikaryon	Monokaryon	Dikaryon	Monokaryon	Dikaryon	Monokaryon	Dikaryon	
	Inoculum medium							
	MYG*	PDA**	MYG	PDA	MYG	PDA	MYG	PDA
Catecholeoxidase	+	+	+	+	-	-	+	+
Gum guaiac	+	+	+	+	-	-	+	+
Lactophenol	-	-	-	-	-	-	-	-
Esterase (fluoride stable)	+	+	+	+	-	-	-	+
Cholinesterase	-	-	-	-	-	-	-	-
α -Galactosidase	+	+	+	-	+	+	-	-
α -Glucosidase	\pm	-	\pm	-	+	+	-	-
β -Glucosidase	+	+	+	+	+	+	+	+
Acid phosphatase (fluoride stable)	\pm	-	\pm	-	+	+	-	-
Alkaline phosphatase	-	-	-	-	\pm	\pm	+	-
Cytochrome oxidase	+	+	+	+	-	-	+	+
Peroxidase (cyanide stable)	-	+	+	+	+	+	+	+
Caffeic acid	MYG*	+	+	+	-	-	+	+
	PDA**	+	+	+	\pm	-	+	+
Lipase	MYG	+	+	+	+	+	+	+
	PDA	+	+	+	+	+	+	+
Tannic acid	MYG	+	+	+	\pm	-	\pm	+
	PDA	+	+	+	\pm	-	+	+
Ferulic acid	MYG	\pm	+	-	-	-	+	\pm
	PDA	+	+	+	-	-	+	+
Cinchonidine	\pm	\pm	\pm	-	-	-	-	-
Rutin	+	+	+	+	-	-	+	+
Vanillin	+	+	+	+	-	-	+	+

*MYG+0.4% Sanperl CP. **PDA+1% Malt extract. + : Positive reaction. - : Negative reaction. \pm : Not clear.

Table 4. Biochemical characteristics of seven edible mushrooms.

Character	<i>Pleurotus</i>	<i>Pleurotus</i>	<i>Lentinus</i>	<i>Lentinus</i>	<i>Strobilurus</i>	<i>Agrocybe</i>	<i>Pholiota</i>
	<i>ostreatus</i>	<i>salmoneo-</i> <i>stramineus</i>	<i>edodes</i>	<i>lepidus</i>	<i>obshimae</i>	<i>cylindracea</i>	<i>nameko</i>
Catecholeoxidase	+	+	+	-	-	+	+
Gum guaiac	+	+	+	-	+	+	+
Lactophenol	-	-	-	-	-	-	-
Esterase (fluoride stable)	+	-	+	-	-	-	+
Cholinesterase	-	-	-	-	-	-	-
Starch (soluble)	+	+	+	+	+	+	+
α -Galactosidase	\pm	-	+	+	+	-	-
α -Glucosidase	-	-	\pm	+	-	-	-
β -Glucosidase	+	\pm	+	+	+	+	+
Acid phosphatase (fluoride stable)	-	-	\pm	+	-	-	-
Alkaline phosphatase	-	\pm	-	\pm	\pm	+	-
Cytochrome oxidase	+	+	+	-	+	+	+
Peroxidase (cyanide stable)	+	+	+	+	+	+	+
Caffeic acid	+	+	+	-	+	+	+
Gelatinase	+	+	-	-	+	+	-
Lipase	+	+	+	+	+	+	+
Tannic acid	+	+	+	-	+	+	+
Deoxyribonuclease	+	+	-	+	+	+	+
Ferulic acid	+	+	+	-	+	+	+
Cinchonidine	-	-	-	-	-	-	-
Rutin	+	+	+	-	+	+	+
Vanillin	+	+	+	-	+	+	+

Signs are the same as Table 3.

生化学的性質を調べた結果が Table 3 である。

この表からも明らかなように、いずれの種においても 2・3 の反応を除けば、それぞれの種で反応結果は一致し、接種源用培地の影響はあまり認められなかった。また、反応に対する反応検査用培地の種類の違いは、反応の強さに若干影響が認められ、PDA + M 培地に比べ MY G + C P 培地での反応が少し弱く現われる傾向が見られる程度であった。以上の結果は一核菌糸も二核菌糸も同様で、一核菌糸と二核菌糸間の反応はよく一致していた。

2 食用キノコ 7 種類の生化学的性質

1 の結果から PDA + M 培地と MY G + C P 培地の間では、生化学的性質の反応結果にあまり差が認められなかったので、以後の実験には接種源用培地も反応検査用培地も、都合上 MY

G + C P 培地を用いた。

このようにして、比較的近縁なヒラタケとトキイロヒラタケ、シイタケとマツオウジ、ヤナギマツタケとナメコおよびスキの落枝に特に発生するスキエダタケを加えた 7 種類の食用キノコについて、22 種類の生化学的性質を調べた。その結果が Table 4 である。

ヒラタケとトキイロヒラタケでは、エステラーゼ反応に違いが見られた以外はほとんど全ての反応が同一であった。また、ヤナギマツタケとナメコでも反応結果にあまり差はなく、エステラーゼ反応、アルカリフォスファターゼ反応およびゼラチナーゼ反応に違いが見られたにすぎなかった。

一方、シイタケとマツオウジの間では、調べた性質の約半分の性質に違いが見られ、これら

Table 5. Stability of biochemical reactions of regenerated mycelia from protoplasts.

Character	<i>Lentinus edodes</i>		<i>Lentinus lepideus</i>		<i>Agrocybe cylindracea</i>		
	Parent	Dikaryon (2)	Parent	Monokaryon (2)	Parent	Dikaryon (6)	Monokaryon (6)
Catecholeoxidase	+	+	-	-	+	+	+
Gum guaiac	+	+	-	-	+	+	+
Lactophenol	-	-	-	-	-	-	-
Esterase (fluoride stable)	+	+	-	-	-	-	-
Cholinesterase	-	-	-	-	-	-	-
Starch (soluble)	+	+	+	+	+	+	+
α -Galactosidase	+	+	+	+	-	-	-
α -Glucosidase	\pm	\pm	+	+	-	-	-
β -Glucosidase	+	+	+	+	+	+	+
Acid phosphatase (fluoride stable)	\pm	\pm	+	+	-	-	-
Alkaline phosphatase	-	-	\pm	\pm	+	+	+
Cytochrome oxidase	+	+	-	-	+	+	+
Peroxidase (cyanide stable)	+	+	+	+	+	+	+
Caffeic acid	+	+	-	-	+	+	+
Gelatinase	-	-	-	-	+	+	+
Lipase	+	+	+	+	+	+	+
Tannic acid	+	+	-	-	+	+	+
Deoxyribonuclease	+	+	+	+	+	+	+
Ferulic acid	+	+	-	-	+	+	+
Cinchonidine	-	-	-	-	-	-	-
Rutin	+	+	-	-	+	+	+
Vanillin	+	+	-	-	+	+	+

Signs are the same as Table 3.

Table 6. Relation between incubation periods and biochemical reactions.

Character	<i>Lentinus edodes</i>			<i>Lentinus lepideus</i>			<i>Agrocybe cylindracea</i>			<i>Pholiota nameko</i>		
				Incubation period (day)								
	7	10	12	7	10	12	7	10	12	7	10	12
Catecholoxidase	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Gum guaiac	±	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Lactophenol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Esterase (fluoride stable)	+	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+
Cholinesterase	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Starch (soluble)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
α-Galactosidase	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
α-Glucosidase	±	±	±	+	+	+	-	-	-	-	-	-
β-Glucosidase	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Acid phosphatase (fluoride stable)	±	±	±	+	+	+	-	-	-	-	-	-
Alkaline phosphatase	-	-	-	±	±	±	+	+	+	-	-	-
Cytochrome oxidase	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Peroxidase (cyanide stable)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Caffeic acid	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Gelatinase	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-
Lipase	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Tannic acid	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Deoxyribonuclease	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ferulic acid	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Cinchonidine	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Rutin	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Vanillin	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+

Signs are the same as Table 3.

Table 7. Stability of biochemical reactions in the strains.

Character	<i>Lentinus edodes</i> (6)		<i>Lentinus lepideus</i> (6)		<i>Agrocybe cylindracea</i> (8)	
	+	d	+	-	+	+
Catecholoxidase	+	d	-	-	+	+
Gum guaiac	+	-	-	-	+	+
Lactophenol	-	-	-	-	-	-
Esterase (fluoride stable)	+	-	-	-	-	-
Cholinesterase	-	-	-	-	-	-
Starch (soluble)	+	-	+	-	+	+
α-Galactosidase	+	-	+	-	-	-
α-Glucosidase	±	-	+	-	-	-
β-Glucosidase	+	-	+	-	+	+
Acid phosphatase (fluoride stable)	±	-	+	-	-	-
Alkaline phosphatase	-	-	±	-	+	+
Cytochrome oxidase	+	-	-	-	+	+
Peroxidase (cyanide stable)	+	-	+	-	+	+
Caffeic acid	+	-	-	-	+	+
Gelatinase	-	-	-	-	+	+
Lipase	+	-	+	-	+	+
Tannic acid	+	-	-	-	+	+
Deoxyribonuclease	d	-	d	-	+	+
Ferulic acid	+	-	-	-	+	+
Cinchonidine	-	-	-	-	-	-
Rutin	+	-	-	-	+	+
Vanillin	+	-	-	-	+	+

d: Different reaction in the strains. Other signs are the same as Table 3.

の反応の違いは、マツオウジが陰性を示す場合多かった。

3 プロトプラストからの再生株の生化学的性質

シイタケの再生二核菌糸、マツオウジの再生一核菌糸およびヤナギマツタケの再生一核・二核菌糸を用いて、前の実験と同様に22種類の生化学的性質を調べた。その結果がTable 5である。

この表からも明らかなように、シイタケにおいてもマツオウジにおいても、またヤナギマツタケにおいても生化学的性質は全く変化せず、プロトプラスト化処理の影響は認められなかつた。また、この性質は再生一核菌糸でも再生二核菌糸でも同様で、変化は見られなかつた。

4 接種片の培養期間と生化学的性質の関係

シイタケ、マツオウジ、ヤナギマツタケおよびナメコの二核菌糸を用いて、生化学的性質の反応に対する接種片の培養期間の影響を検討した。その結果がTable 6である。

M Y G + C P 平板培地で7日間、10日間および12日間培養した後、コロニーの周辺部を接種源として、前と同様に22種類の生化学的性質を調べたところ、いずれの種においても、ほとんど全ての反応に対し、培養期間の影響は認められなかつた。

5 生化学的性質の菌株間差

これまでの結果から、ほとんどの生化学的性質は安定していることがわかつたので、今度は各系統間での性質をシイタケ6菌株、マツオウジ6菌株およびヤナギマツタケ8菌株を用いて、菌株間での反応を比較検討した。その結果がTable 7である。

シイタケではデオキシリボスクリアーゼ反応に、マツオウジではカテコールオキシダーゼ反応とデオキシリボスクレアーゼ反応に対し、弱い反応ながら菌株間で反応にバラツキが見られた。しかし、他の大部分の反応は、それぞ

れの種において安定した性質を示した。

M 考 察

種々の生化学的性質は培地の組成や培養条件あるいは実験方法の違いなどによって、結果が大きく変動することが知られ、Taylor¹¹ は P D A 培地および P D A + M 培地を基本培地として用い、分離株の種の同定に成功している。また、河村ら² はタマネギ・スクロース培地およびペプトン・グルコース培地を用いて、シイタケの生化学的性質を検討したところ、調べた性質の多くは安定していたが、ボリフェノール酸化酵素活性と C M C ase 活性が不安定な反応を示した。しかし、不安定な反応を示した両酵素活性も、同一培地で3回以上継代培養すれば、安定した再現性のある反応を示すようになることを明らかにした。

そこで、本実験では生化学的性質を利用して、融合株の選別に応用したいという観点から、筆者ら³ が別の実験において、シイタケの液体培地としてもプロトプラストの再生培地としても、極めてすぐれた培地であることを示した M Y G - C P 培地の基本培地としての適性の検討を試みた。その結果、M Y G + C P 培地を用いて調べた生化学的性質の性状は、一核菌糸と二核菌糸間にはほとんど差が見られなかつた。また、P D A + M 培地を用いた時の反応結果ともよく一致し、しかもこの性質は再現性のある安定した反応であることが明らかとなつた。さらに、プロトプラストから再生させた一核菌糸と二核菌糸の生化学的性質は、親株の性質と全く一致していた。このことはプロトプラストの調製過程では、今回調べた生化学的性質に関与している遺伝子に変化が生じなかつたことを意味しているものと考えられる。また、接種源の培養時間が10日前後の場合、ほとんど全ての性質の反

応が安定していた。一般に、融合処理後固体培地で再生処理すると、コロニーとして肉眼で確認できるようになるまでには、少なくとも一週間以上の培養期間が必要である。このことから考えると、この事実は融合株の選別に応用する場合に極めて有利な条件と考えられた。また、同種内の異株間で生化学的性質を比較すると、供試菌株数は少ないけれども、2・3の性質に反応のバラツキが見られた程度で、大部分の反応は安定していた。以上の結果を総合すると、生化学的性質を調べる基本培地として、M Y G + C P 培地も充分利用可能であると考えられた。

分類学上近縁とされている種間で生化学的性質を比較してみると、ヒラタケとトキイロヒラタケ間、ヤナギマツタケとナメコ間では、大部分の性質の反応が同一であったが、シイタケとマツオウジ間では多くの性質の反応を異にしていた。このシイタケとマツオウジの間の大きな性質の違いは、恐らく前者が広葉樹に発生するのに対し、後者は針葉樹に発生するという寄主の違いが、生化学的性質の違いとして現われたものと推察される。ただ、マツオウジの生化学的性質が同じ針葉樹に発生するスギエダタケとも大きく異なっていた。この理由も恐らくマツとスギという寄主の違いに起因するものと思われるが、今回の実験結果だけでは判断することができない。

融合株の選別マーカーとして生化学的性質を利用する場合、少なくとも性質の異なる二組の安定した反応で、しかもそれぞれの反応が逆になる組合せが必要である。さらに必要な条件として性状の異なる性質でなければ、100%近い確率で選別に応用することができない。このようなことから、近縁種間を検討すると、ヒラタケとトキイロヒラタケではエステラーゼ反応、 α -ガラクトシダーゼ反応とアルカリホスファターゼ反応の組み合せが考えられた。しかしな

がら、トキイロヒラタケのアルカリホスファターゼ活性が弱いため、活性の強い菌株が見つからない限り、選別への利用は困難と思われた。また、シイタケとマツオウジの間ではチトクロームオキシダーゼ反応、カフェイン酸反応、タンニン酸反応、フェルラ酸反応、ルチン反応およびバニリン反応とデオキシリボスクレアーゼ反応の組み合せの可能性が考えられた。しかしながら、デオキシリボスクレアーゼ活性が弱いことと菌株によって反応が異なったため、菌株を限定した時だけにマーカーとしての利用の可能性が限られた。一方、ヤナギマツタケとナメコではエステラーゼ反応とアルカリホスファターゼ反応およびゼラチナーゼ反応の組み合せが、融合株の選別マーカーとして利用できる可能性の高いことが明らかになった。しかしながら、これらの生化学的性質が実際に融合株の選別マーカーとして利用可能かどうかという点は、今後の研究に待たなければならない。ただ付け加えるならば、安定した反応で性状の異なる二組の性質があれば、少なくとも50%以下の確率ではあるが、融合株の選別マーカーの補助手段としては利用できるものと考えられる。いずれにしても、今回調べた生化学的性質以外の性質についても検討する必要があり、それも今後に残された課題である。

V 摘 要

ヒラタケ、トキイロヒラタケ、シイタケ、マツオウジ、スギエダタケ、ヤナギマツタケおよびナメコの食用キノコ7種類を用いて、22種類の生化学的性質を検討した。

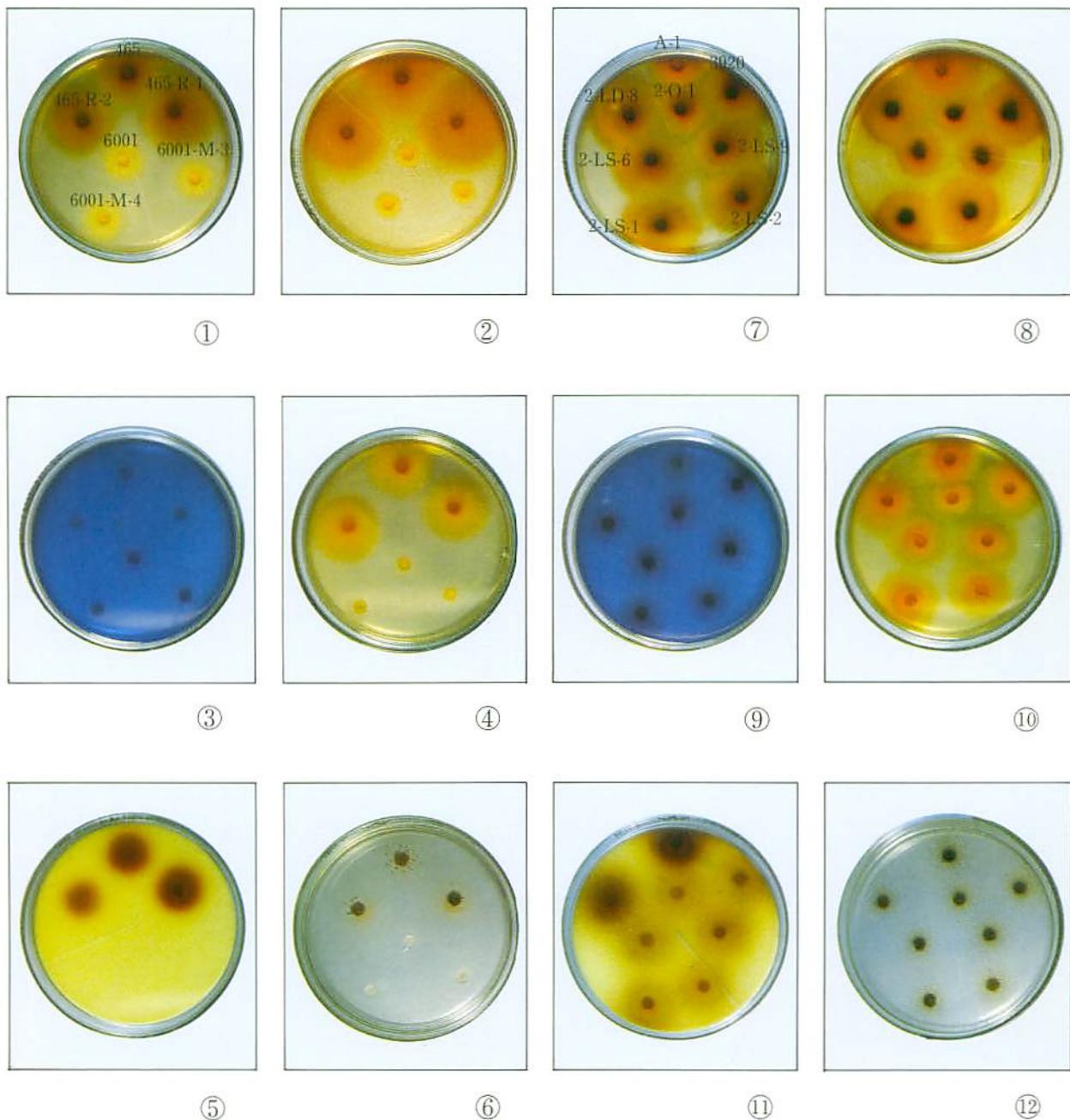
その結果、M Y G + C P 培地を基本培地として用いると、これらの生化学的性質の大部分の性質に、同種内の菌株間、一核菌糸と二核菌糸間、親株と再生株間および培養期間の影響など

の差は認められず、それらの性質が各種・各菌株で安定していることが明らかとなった。

さらに、これらの生化学的性質の相補性を利用することによって、融合株の簡易な選別マークーに応用できる可能性があることを示した。

VI 参考文献

- 1) Gold, M. H., Cheng, T. M. and Alic, M. : Formation, fusion, and regeneration of protoplasts from wild-type and auxotrophic strains of the white rot basidiomycete *Phanerochaete chrysosporium*. *Appl. Environ. Microbiol.* 46, 260-263, 1983.
- 2) 河村のり子・後藤正夫：シイタケ菌の生化学的性質について、*菌草研報*18, 217-224, 1980.
- 3) Kawasumi, T., Kiuchi, N., Futatsugi, Y., Ohba, K. and Yanagi, S. O. : High yield preparation of *Lentinus edodes* ("Shiitake") protoplasts with regeneration capacity and mating type stability. *Agric. Biol. Chem.* 51, 1649-1656, 1987.
- 4) Kiguchi, T. and Yanagi, S. O. : Intraspecific heterokaryon and fruit body formation in *Coprinus macrorhizus* by protoplast fusion of auxotrophic mutants. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 22, 121-127, 1985.
- 5) Nobles, M. K. : Identification of cultures of wood-inhabiting hymenomycetes. *Can. J. Botany* 43, 1097-1139, 1965.
- 6) Taylor, J. B. : Biochemical tests for identification of mycelial cultures of basidiomycetes. *Ann. Appl. Biol.* 78, 113-123, 1974.
- 7) Taylor, J. B. : Biochemical characterization of some additional mycelial cultures of basidiomycetes. *Ann. Appl. Biol.* 85, 181-193, 1977.
- 8) Toyomasu, T., Matsumoto, T. and Mori, K. : Interspecific protoplast fusion between *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus salmonostramineus*. *Agric. Biol. Chem.* 50, 223-225, 1986.
- 9) Toyomasu, T. and Mori, K. : Intra- and interspecific protoplast fusion between some *Pleurotus* species. *Agric. Biol. Chem.* 51, 935-937, 1987.
- 10) Wakabayashi, S., Magae, Y., Kashiwagi, Y. and Sasaki, T. : Formation of giant protoplasts from protoplasts of *Pleurotus concupis* by the cell wall lytic enzyme. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 21, 328-330, 1985.
- 11) Watling, R. : How to identify mushrooms to genus V : cultural and developmental features, 85-99, Mad River Press, Eureka, California, 1981.



Explanation of plate

Figs. 1-6. Showing cultural characters of strains of *Lentinus edodes* and *Lentinus lepideus*. Figs. 7-12. Showing cultural characters of strains of *Agrocybe cylindracea* and *Pholiota nameko*. Fig. 1 and 7 : Reaction of caffeic acid, Fig. 2 and 8 : Reaction of tannic acid, Fig. 3 and 9 : Reaction of deoxyribonuclease, Fig. 4 and 10 : Reaction of ferulic acid, Fig. 5 and 11 : Reaction of rutin, Fig. 6 and 12 : Reaction of vanillin.

神林試研報15 (1988) 13-23

間伐材利用による砂地安定化試験 (2)

鈴木 清・尾岸 諒一

An experiment on sand fixation utilizing thinned woods (2)

Kiyoshi SUZUKI and Ryouichi OGISHI

要 旨

飛砂の発生源となる海岸の砂浜を、長期的に安定化させるための手段として、間伐材を利用する方法を試みている。今回第2回目としてイカダ状構造（イカダ工）と柵状構造（柵工）の2種類について試験した結果、両構造の背後における飛砂の垂直分布にそれぞれの特性がみられた。柵区では柵の直後でイカダ区より高くなる傾向が認められた。また、両区背後の約1年間の堆砂量では柵区の $3.99\text{m}^3/\text{m}$ に対してイカダでは $7.95\text{m}^3/\text{m}$ で、ほぼ1対2の関係であった。なお、設定2年後の第1回試験地であるイカダ区と無施工区の間ではイカダ工区の約 $12\text{m}^3/\text{m}$ に対して無施工区では約 $17\text{m}^3/\text{m}$ と、植生を伴ったイカダ工区が約 5m^3 少ない堆砂量であった。この第1回の試験地（第1報）の砂草（コウボウムギ *Carex kobomugi*）の生育は良好で、2年目の生長休止期で平均20cmの厚さの砂を固定しており、イカダ工による砂丘前面の風食を防ぐ効果と砂草による堆砂効果が認められた。

I はじめに

海岸砂防林の生育のさまたげとなる飛砂の発生源である海岸砂地、特に砂丘付近の長期的な安定化をはかるための方法として、間伐材を用いた試験を、1985年から3年間にわたって湘南海岸で実施している。その第1報は研究報告13¹で報告したところである。その後、第2回目の試験としてイカダ状構造（以下イカダ工と呼ぶ）と柵状構造（以下柵工と呼ぶ）の特性比較を行い中間的な結果が得られたので報告する。なお、試験の実施にあたっては、湘南海岸の

管理にたずさわっている湘南海岸整備事務所の関係各位にご理解とご協力を戴いた。心から感謝の意を表する。

この試験結果の一部は39回日本林学会関東支部大会に於て発表した。

II 試験の方法

1 材料

第2回目の試験に用いた間伐材は末口径10cm、長さ2mのスギ材を主体とした。第1回目の試験（平塚高浜台試験地）では長さ3mの間伐材

を用いたが、末口径と元口径の差が大きくなることや、小運搬など材の取扱にやや不便を感じたためである。

2 構造

(1) イカダ工 長さ 2 m の間伐材の両端 5 cm の位置に直径 25 mm の穴をあけ、それに直径 16 mm のナイロンロープを通して、図 1-2 のように交互に連結しイカダ状にしたものである。なお、丸太連結部の重なりの幅は、第 1 回目の試験では 50 cm としたが、この重なり幅は砂草の侵入を遅らせるため、今回は重なり幅を 10 cm と狭くした。これを強風により侵食されやすい砂丘頂の前面に敷設し、さらに間伐材の隙間に砂草（コウボウムギ）を植栽した。

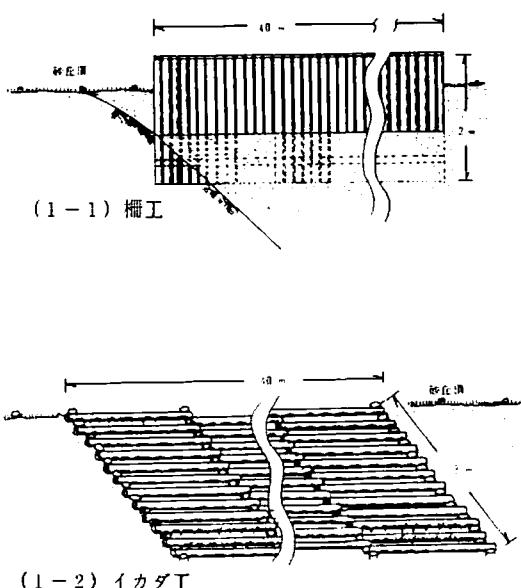


図 1 構造見取り図

(2) 柵工 砂丘前面、横方向に深さ 70 cm の溝を堀り、長さ 2 m の間伐材を柵状に縦 1 列に並べ、半割材で図 1-1 のように連結固定したものである。各丸太の間には垂直面で 10~20% の隙間があり、ある程度の通風や砂の通り抜けは可能である。なお、施工直後の柵の高さは 130 cm であった。

3 試験の場所

今回、第 2 回目の試験地は平塚市袖ヶ浜海岸の砂丘で、第 1 回目の試験地（以下高浜台試験地と呼ぶ）から約 1 km 西側に位置している。この試験地の平面と横断面は図 2、図 3 のようで、砂丘頂から汀線までは約 65 m、砂丘頂の海面からの高さは約 8 m である。また、汀線はほぼ真南に面しており、砂丘は汀線に平行して設けられている。砂丘前面の傾斜は、高浜台試験地が 19% であったが、今回の袖ヶ浜試験地は 34.5% で、高浜台試験地より急傾斜である。

4 飛砂、飛塙の測定

飛砂については、口径 20 cm の首振り式飛砂捕捉器¹²⁾を用いて、地上 2 m から 6 m の高さまで 1 m 間隔で測定した。飛砂測定位置は図 2 のようにイカダ工の風下（以下イカダ区と呼ぶ）に A、B の 2 箇所、柵工の風下（以下柵区と呼ぶ）に C、D、E の 3 箇所、あわせて 5 箇所と

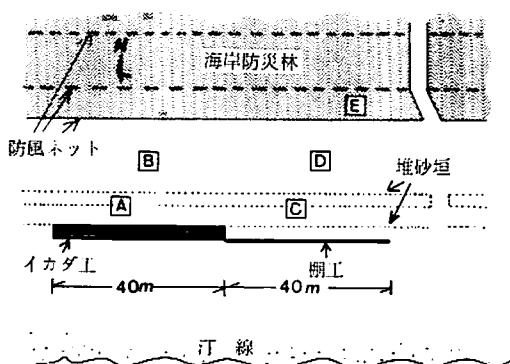


図 2 試験地と飛砂測定の位置(A~E)

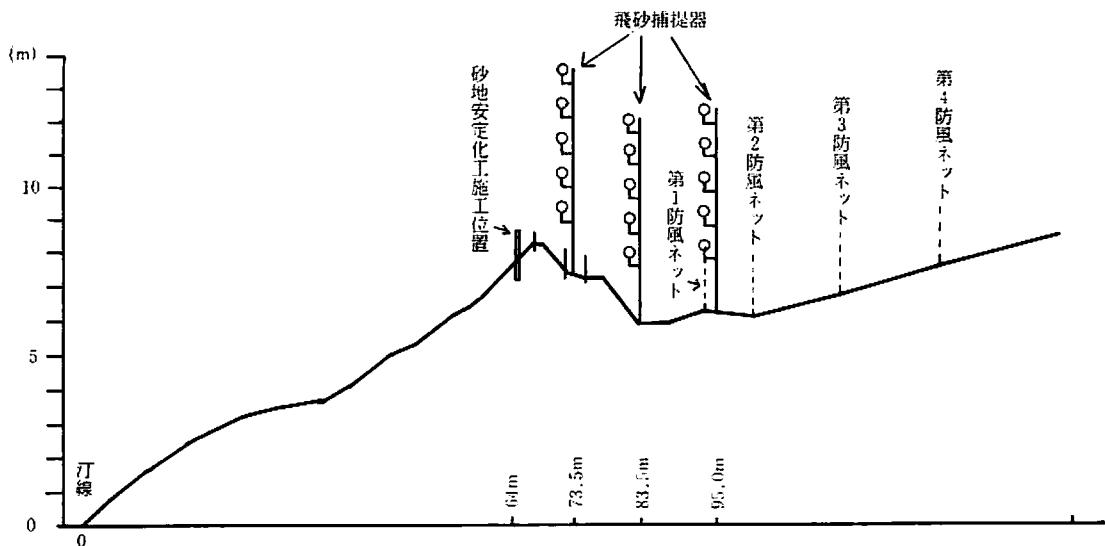


図3 試験地の横断面

した。このAとCは砂丘頂、B、Dは砂丘のすぐ背後、Eは第1防風ネットと第2防風ネットの間に位置している。飛砂の測定期間は特に定めず、強風が吹いた後に速やかに回収するよう心がけた。飛塙については、飛砂の少ない5月と7月に回収した飛砂捕捉袋（合成繊維製）を、200ccの蒸溜水に24時間浸漬し、その浸出液50ccについて電気伝導度計で伝導度を測定し高さ別の相対的な比較の資料とした。

III 結果及び考察

飛砂の各測定期間と測定期間中の風については、最寄りの観測点（約1km沖合いにある国立防災科学技術センター波浪観測塔の海面高20mの観測値）の資料から整理すると表1の通りであった。また、各測定位置別の各測定期間の飛砂量は表2の通りであった。

1 飛砂量と風速の関係

表1から風速の積算値を求め、表2から位置別、期間別飛砂量の平均値を対数に変換した値

を求めて表3とし、調査位置別の飛砂量および風速階別持続時間の相互の関係をみると、表4のようであった。これによると風速階別の持続時間と測定期間別飛砂量の関係では、 10 m/s 以上の持続時間より 15 m/s 以上の持続時間に對して高い相関がみられた。風速と飛砂の関係は、平坦な場所で地表面の風速（摩擦速度）の3乗に比例する¹⁾とされており、当試験地に於ける地上2m以上の高さの飛砂発生には、 15 m/s 以上の風がより影響が強いことを示している。

また、各測定位置間の飛砂量では、いずれも高い相関がみられ、飛砂が各測定位置の地形的な条件に従っていることを示している。これを、砂丘上と砂丘背後における、イカダ区と柵区の関係で見ると図4のようである。

2 イカダ区と柵区の飛砂垂直分布

表2の、各測定位置で得られた高さ別飛砂量から、高さと飛砂量の関係を見ると図5、図6、図7のようであった。これらの図から各測定期間の飛砂量が、それぞれの強風持続時間と関係

表1 飛砂測定期間と気象条件

測定回	測定期間	日数	風速階別持続時間			主風向	強風時の降水量(mm)
			10-15m/s	15-20m/s	20-25m/s		
1	1986.12.25- 1987.1.21	27	27	16		WSW	2
2	1.21-1.24	3	10	3		SSW	5
3	1.24-2.20	27	29	18	4	SW	3
4	2.20-4.22	61	76	43	9	SW	2
5	4.22-5.13	21	38	1		SSW	0
6	5.13-7.13	61	105	16		SSW	51

(注) 降水量は神奈川県気象月報の平均の値を使用した

表2 測定飛砂量集計(g/100cm³)

位置	測定期間	(地上高)					平均
		2m	3m	4m	5m	6m	
A	1	196.20	5.54	1.56	0.96	0.70	40.99
A	2	3.12	0.16	0.10	0.06	0.06	0.70
A	3	462.20	6.43	0.35	0.19	0.19	93.87
A	4	979.96	21.34	0.47	0.29	0.19	200.45
A	5	0.73	0.25	0.31	0.34	0.48	0.42
A	6	2.42	0.64	0.24	0.16	0.19	0.73
A	計	1,644.63	34.36	3.03	2.00	1.81	337.17
B	1	60.19	34.01	14.97	5.54	2.23	23.39
B	2	2.55	1.27	0.57	0.25	0.16	0.96
B	3	216.94	140.80	47.32	6.18	0.92	82.43
B	4	274.60	152.78	47.42	8.63	1.02	96.89
B	5	2.09	0.42	0.18	0.71	0.76	0.89
B	6	4.52	2.36	1.27	0.38	0.27	1.76
B	計	560.89	331.64	112.03	21.69	5.36	206.32
C	1	160.89	60.99	3.38	1.02	0.70	45.40
C	2	12.39	6.82	0.41	0.13	0.10	3.97
C	3	353.03	301.34	17.87	0.38	0.25	134.57
C	4	1,541.62	1,027.01	78.59	1.50	0.27	529.80
C	5	1.86	1.47	0.40	0.51	0.34	0.92
C	6	7.00	4.00	0.41	0.29	0.16	2.37
C	計	2,076.79	1,401.63	101.06	3.83	1.82	717.03
D	1	28.95	16.91	8.54	4.46	2.42	12.26
D	2	1.15	0.64	0.29	0.13	0.10	0.46
D	3	107.42	66.34	42.01	16.56	5.54	47.57
D	4	622.10	138.76	52.58	15.00	3.76	166.44
D	5	0.45	0.56	0.65	0.45	0.45	0.51
D	6	5.91	1.16	0.80	0.51	0.32	1.74
D	計	765.98	224.37	104.87	37.11	12.59	228.98
E	1	3.63	3.54	0.16	0.16	1.87	
E	2	0.35	0.25	0.19	0.16	0.24	
E	3	9.68	10.35	7.42	5.00	8.11	
E	4	17.56	14.68	10.64	6.76	12.41	
E	5	0.34	0.54	0.51	0.48	0.47	
E	6	0.45	0.67	0.61	0.57	0.58	
E	計	32.01	30.03	19.53	13.13	23.68	

表3 強風持続時間と平均飛砂量 g/100m³(対数変換値)

測定期間 No.	強風持続時間(積算値) 10m/s以上 15m/s以上(h)		測定位置別平均飛砂量				
	A	B	C	D	E		
1	39	12	1.6127	1.3690	1.6570	1.0883	0.2724
2	13	3	-0.1549	-0.0177	0.5988	-0.3354	-0.6243
3	51	22	1.9725	1.9161	2.1290	1.6774	0.9092
4	128	52	2.3020	1.9863	2.7241	2.2213	1.0938
5	39	1	-0.3747	-0.0496	-0.0381	-0.2907	-0.3302
6	121	16	-0.1367	0.2455	0.3751	0.2405	-0.2403

表4 相関行列

	風速階別持続時間		飛砂測定期位				
	10m/s <	15m/s <	A	B	C	D	E
10m/s	1.0000						
15m/s	0.7573	1.0000					
A	0.2917	0.7700	1.0000				
B	0.3400	0.7788	0.9925	1.0000			
C	0.3395	0.8342	0.9818	0.9696	1.0000		
D	0.4967	0.8779	0.9717	0.9827	0.9671	1.0000	
E	0.4587	0.8453	0.9505	0.9729	0.9337	0.9839	1.0000

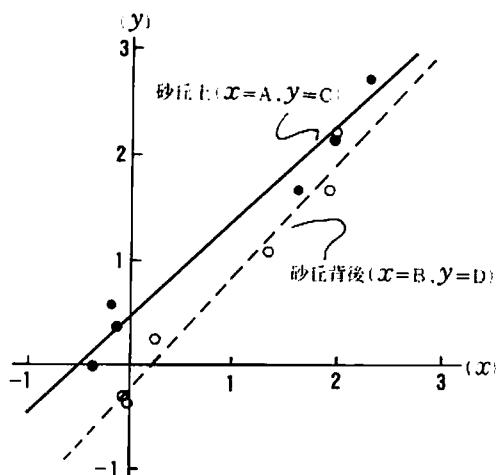


図4 砂丘上及び砂丘背後に於けるイカダ区と柵区の関係

しながら測定位置毎に特有の垂直分布を示していることがわかる。また、全期間合計値の垂直分布曲線は図8のようである。この図から、イカダ区と柵区の特徴を見ると次のようにある。

まず、砂丘上のイカダ区のAと、柵区のCの比較では、柵区のCの方がイカダ区のAに比べて3mから4mの高さの範囲の飛砂が極端に多いのがわかる。また、2mの高さではAとCは近い値であるが、それより低い位置では、CよりAの方が多くなることが、AとCの延長線から推測される。また、6m以上の高さではAとCは接近しており、垂直方向の飛砂に対する両構造物の影響の限界範囲と見ることができる。さらに、図上でAの曲線を約1m右へずらせるとき、高さ3m以上でCの曲線とほぼ重なるよう

になる。このずらせた値は、柵工の高さ(1.3m)に近い値で、柵の高さと関係しているように思われる。しかし、これは柵の通風率によっても左右される可能性があり、柵の高さに必ずしも連動するものとは考えられない。

つぎに砂丘背後のイカダ区(B)と柵区(D)を比べると、約4mより低い位置ではBの方がDよりもやや多い飛砂量であるが、4mより高い位置ではDの方が多くなっている。また、B、D共に高さ4m以上では砂丘上のA、Cよりも飛砂量が多く、傾斜も緩くなっている。即ち、垂直方向の飛砂の減少率が砂丘上より、砂丘背後の方が小さいことを示している。これは、砂丘頂と砂丘背後の地盤高に約2.5mの差があり、地形的な条件も考慮しなければならない。

防風ネット背後のEでの垂直分布傾向は、さらに緩くなっているが、これは風上の高さ約2mの防風ネットと、その風下にある高さ3mの防風ネットの影響を受けていると思われる。下部の飛砂量が少ないので風上の防風ネットと樹冠の影響と判断される。また、Eの位置になると飛砂の粒径も小さくなり(95%が0.125mm以下)、新井¹⁾が指摘する風の流れに左右される浮遊運動のような動きが加わって、垂直方向の飛砂量の減少度が少なくなっていると考えられる。なお、調査地点Eの位置は柵工の風下になるが、柵の位置から30mも離れているので風向きの変化によっては柵工の範囲外の影響も

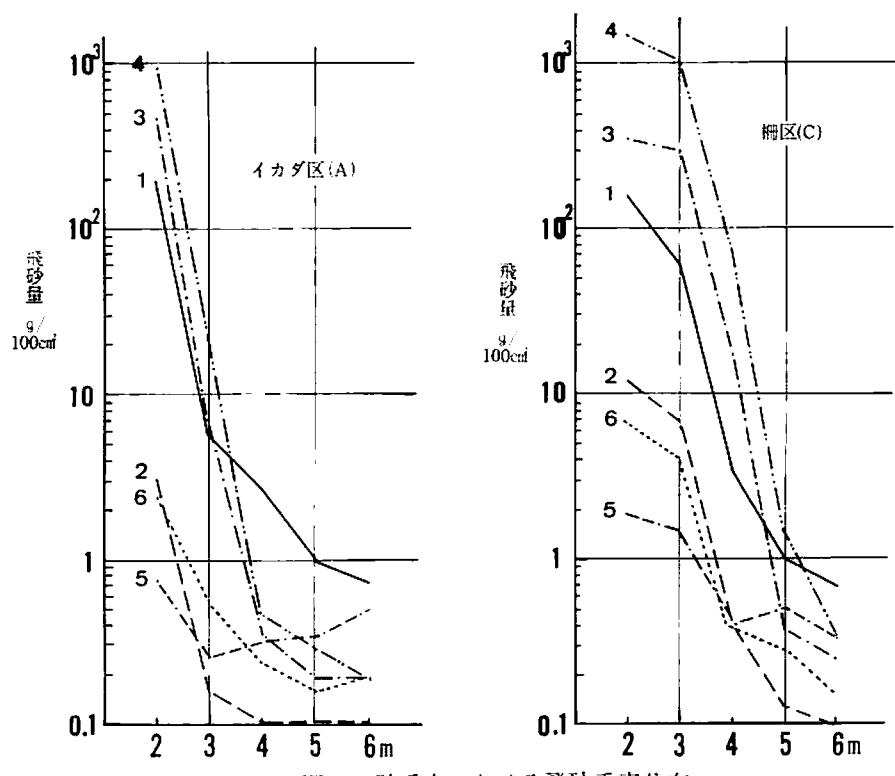


図5 砂丘上における飛砂垂直分布

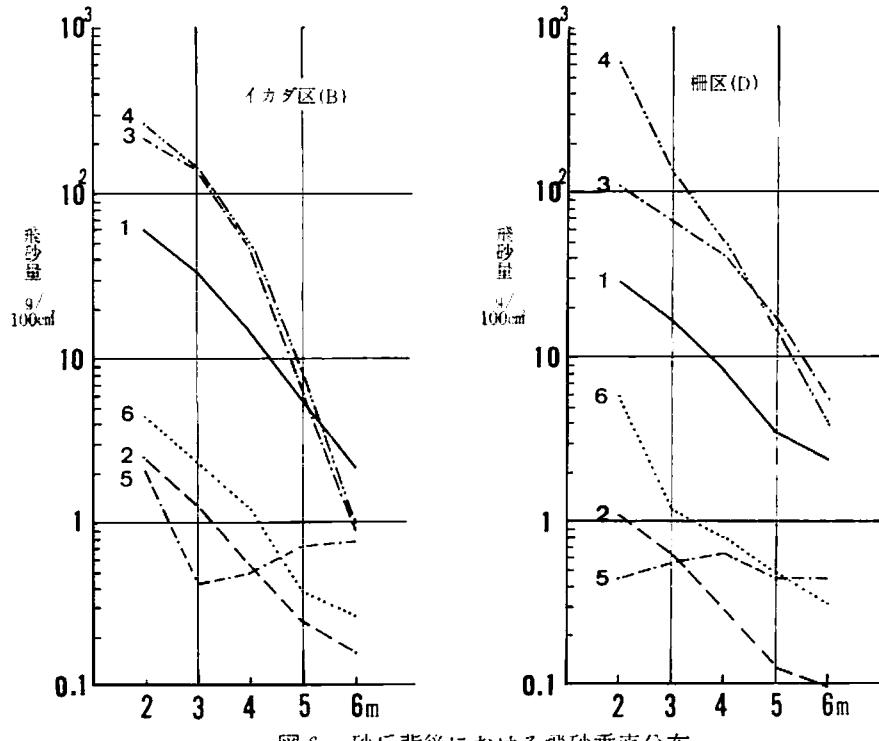


図6 砂丘背後における飛砂垂直分布

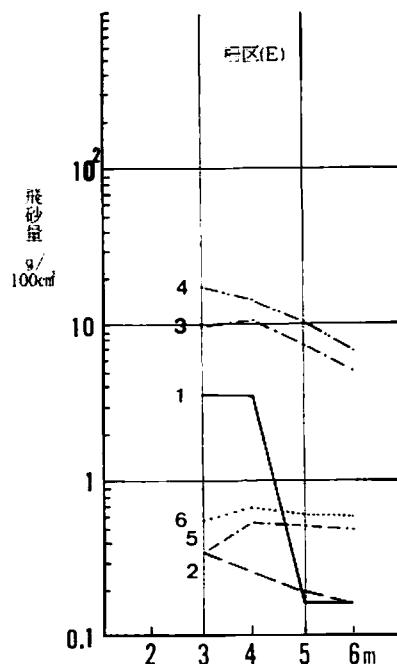


図7 防風ネット裏における飛砂垂直分布

受けける可能性がある。

地形と風の関係では、砂丘に直角の方向からの風は別として、南西から西方向の強風時には、砂丘裏側の低い位置（2～3m以下）で、風が防風ネットと砂丘の間を平行に吹き抜けることが、しばしば観察されている。それより高くなるにつれて、砂丘を越えてくる風向に従うようになる。このような現象は、飛砂測定用支柱の下部から上部にかけて、砂の摩擦跡がねじれて記されていることからも理解できる。

このようなことから、図5～8に示すような高い位置までの飛砂の垂直分布では、地形の影響を受けて、これまでに言われているようない^{15, 16}、高さ方向に対して指數関数にしたがった直線的な関係を示さないものと思われる。

3 飛砂垂直分布の横断面

図8の飛砂量曲線から 2^{nd} gの飛砂量に対応する高さを求め、イカダ区と柵区それぞれに図3の各測定位置の垂線上に落として、等量線を

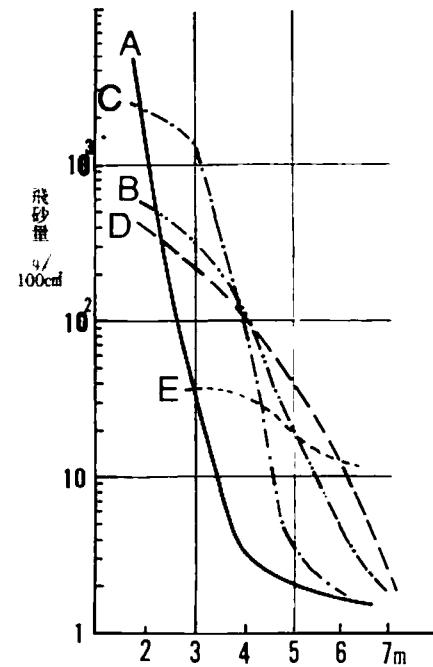


図8 各測定位置における飛砂合計量の垂直分布(1986.12～1987.7)

書くと図9のようになる。この図から、飛砂の垂直分布密度は砂丘上では柵区の方がイカダ区に比べて高く、砂丘背後ではイカダ区の方が高いことがより具体的に読み取ることができる。柵区では柵によって一部の砂が高い位置に吹きあげられるが、柵のうしろではイカダ区より風が減速されて、飛砂が失速するためと思われる。なお、砂丘上で飛砂が多いことは中島¹、森本¹¹、末¹³等がすでに報告しているが、ここに示した横断面図は、飛砂の垂直分布密度を側面から認識するうえで、より効果的である。

4 施工地背後の堆砂量

イカダ区と柵区の背後の堆砂量を約1年の期間でみると表5のようであった。汀線に平行な1m幅当たりの量では、イカダ区で 7.95m^3 、柵区で 3.99m^3 、柵区はイカダ区のほぼ $1/2$ である。イカダ区側の堆砂量が多いことについては、施工1年目でイカダ区の砂草が十分に生育していないため、堆砂機能が十分でないことがあげら

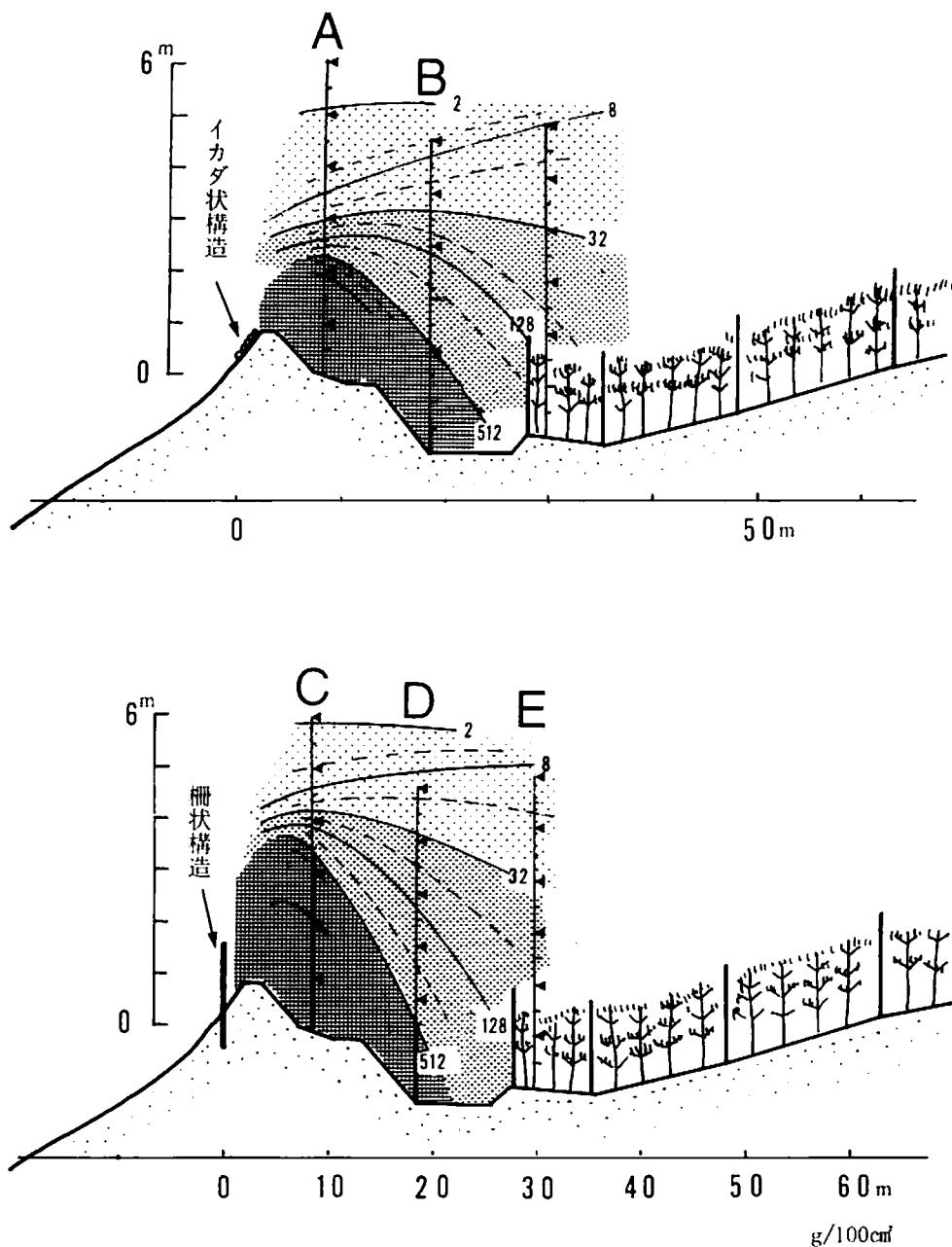


図9 飛砂垂直分布の横断面

表5 施工地背後の堆砂量

袖が浜試験地 (1986.12-1987.1)

位 置	区間距離	堆砂深m	平均深m	堆砂量t/m
イカダ前線	0.00	0.00		
イカダ後線	3.00	0.05	0.025	0.075
A 前 囲 桁	0.20	0.10	0.075	0.015
A ポール	3.00	0.37	0.235	0.705
A 垂直板	3.00	0.50	0.435	1.305
カ 堆 砂 量	1.90	0.53	0.515	0.979
ダ 变 曲 点	1.10	0.55	0.540	0.591
工 变 曲 点	2.00	0.59	0.570	1.140
区 B 前 围 桁	3.80	0.65	0.620	2.356
B ポール	3.00	-0.05	0.300	0.900
B 後 围 桁	3.00	-0.03	-0.040	-0.120
合 計				7.949
柵 の 後	0.00	0.65		
变 曲 点	1.00	0.58	0.615	0.615
C 前 围 桁	1.50	0.47	0.525	0.788
C ポール	3.00	0.20	0.335	1.005
C 後 围 桁	3.00	0.52	0.360	1.080
工 堆 砂 量	1.10	0.00	0.260	0.286
区 变 曲 点	4.90	0.10	0.050	0.245
D 前 围 桁	2.30	0.15	0.125	0.288
D ポール	3.00	-0.13	0.010	0.030
D 後 围 桁	3.00	-0.19	-0.115	-0.315
合 計				3.991

高浜台試験地 (1985.12-1987.1)

位 置	区間距離	堆砂深m	平均深m	堆砂量t/m
イカダ前線	0.00	0.10		
イカダ後線	3.00	0.20	0.150	0.450
最前堆砂	7.10	0.70	0.450	3.195
イ A ポール	1.40	0.70	0.700	0.980
カ 堆 砂 量	1.50	0.70	0.700	1.050
ダ 变 曲 点	5.60	0.59	0.645	3.612
工 B 前 围 桁	4.00	0.51	0.350	2.200
区 D 前 围 桁	3.00	0.12	0.315	0.945
D ポール	3.00	-0.10	0.010	0.030
D 後 围 桁	3.00	-0.10	-0.115	-0.315
合 計				12.462
最前堆砂	0.00	0.50		
C ポール	2.20	0.57	0.535	1.177
対 後 堆 砂	3.00	0.50	0.535	1.605
照 D 前 围 桁	7.90	1.20	0.850	6.715
区 D ポール	3.00	1.02	1.110	3.330
D 後 围 桁	3.00	1.00	1.010	3.030
変 曲 点	3.10	0.00	0.500	1.550
合 計				17.407

れる。また、本試験地はあくまでもモデル試験であるために堆砂機能を十分にはたすだけの規模ではない。なお、第1回目の高浜台試験地では、約2年間にイカダ区が12.46m³、対照区（無施工）が17.41m³で、イカダ区が約5m³少なくイカダ工の効果が現われていると考えられる。

今回測定した堆砂量は遠藤ら¹が新潟の海岸で測定した値に比べて多く、また、中島²が調べた全国海岸の飛砂量と比べても多い方に位置づけられる。

5 イカダ工と柵工周辺の砂の動き

第1報¹では、イカダ工の丸太連結部周辺での、風の乱流による部分的な侵食について報告した。今回の試験地は前回の試験地の傾斜度

19%に対して34.5%と、より急傾斜であるが丸太の連結部付近に目だった侵食はみられなかつた。これは、丸太の連結部の重なり幅を前回の50cmに対して、今回は10cmに狭くしたことが、連結部付近の風の乱流を少なくしたためと思われる。また、柵工周辺の砂は丸太の隙間から後ろへ吹き抜けて柵の直後に溜るもの、柵から吹き上がって飛散するもの、柵の前を風に向にしたがって西から東へ吹き抜けるもの、柵の前に溜るもの、の4種類に分けられる。その割合は、柵の高さ、通風率、すなわち丸太の太さと間隔幅によって異なるものと考えられる。

6 飛塙の垂直分布

飛砂量が少ない時期に捕捉袋に付着したものであるが、図10のようであった。高さと濃度の関係は必ずしも飛砂の場合と同じではない。5月と、7月では傾向がかなり違っている。5月では砂丘上のA、C両方とも高さ3mで最も少なく、その上下で多い値になっている。また、砂丘背後のBでは高さ3mから5mの間で多くの上下で少なくなっている。Dでは高くなるにしたがって多くなっている。7月の場合には砂丘上のA、C共に低い位置で多くなっている。イカダ区と柵区の違いは砂丘上では柵区の方が多く、砂丘背後ではイカダ区の方が多い傾向がある。防風ネット裏のEでは高さ4.5mより高い位置では多くなる傾向がみられた。薄井ら³が平坦な石狩海岸で測定した結果では、地上2m付近で最大値をしめす中ふくれ型となって、高さ方向に減衰する傾向を示している。また工藤ら⁴は、海風が強いときには垂直分布は変動が激しく、最大値は比較的高い位置に現われる述べている。今回の結果は砂丘や丸太構造物の影響をうけた垂直分布とも考えられるが、測定期間に降水があったりしているので、今後の測定値とあわせて検討したい。なお、幸喜によればガーゼを用いた実験で、適当な時間は

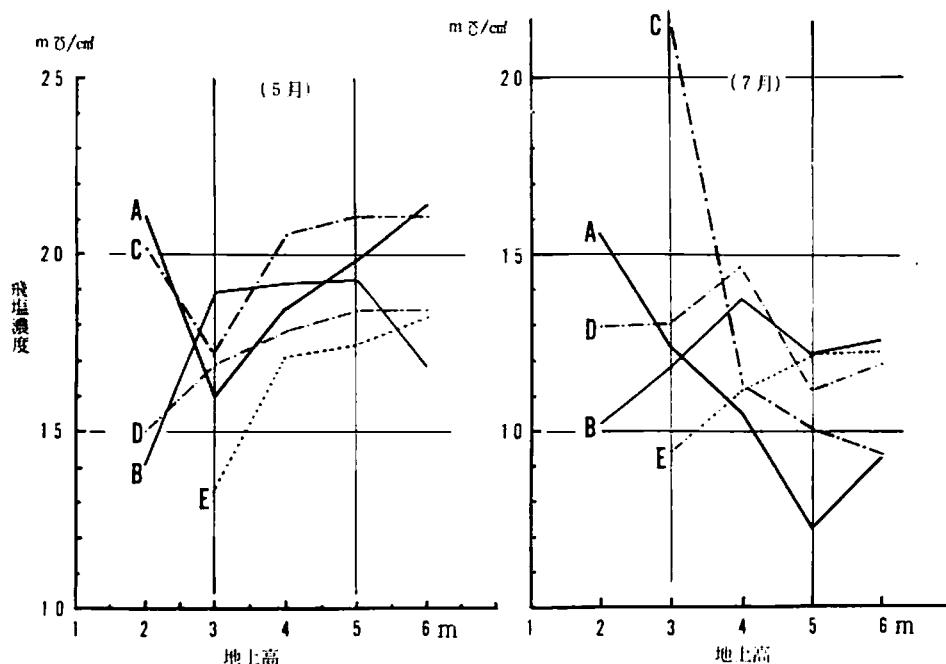


図10 飛塩濃度の高さによる変化

2時間から4時間の間としており、今回の1カ月から2カ月の測定期間では捕捉率がかなり低下している可能性もある。

IV まとめ

湘南海岸の砂防林を保護するためと間伐材の有効利用のために、湘南海岸の砂浜で砂地の長期的な安定化をはかるための試験を行っている。今回、第2回目の試験として、間伐材を用いた柵状構造（柵工）とイカダ状構造（イカダ工）の比較を行った。その中間的な結果として次のようなことがあげられる。

1 柵工とイカダ工の風下の飛砂垂直分布の特性として、砂丘上では柵工区の方がイカダ区よりも飛砂垂直分布が高くなり、砂丘背後ではその逆になる傾向が認められた。

2 試験地背後の堆砂量では柵区が 3.99cm/m (1m 幅の堆砂量)、イカダ区では $7.95\text{m}^3/\text{m}$ で、柵区はイカダ区の約 $1/2$ であった。

3 イカダ区の丸太連結部風下の砂は、高浜台試験地に発生したような部分的侵食は全く見られず、連結部の丸太の重なり幅を狭くしたことによると思われた。

V 引用文献

- 新井正一：埋立地における飛砂—地表近傍における飛砂量の鉛直分布、砂丘研究 Vol. 31 No. 2, 87-92, 1984
- 薄井五郎・清水 一：北海道石狩海岸における飛来塩分の高度分布、96回日林論、571-574, 1985
- 遠藤治郎・小林勝之：汀線付近における砂の堆積、新大演報 No. 18, 79-86, 1985
- 河田三治：飛砂に関する実験、治山事業参考資料第4輯、1951
- 河村龍馬：飛砂の理論と実測、治山事業参考資料第II輯、23-34、1950
- 工藤哲也・鈴木孝雄・増田久夫：汀線付

- 近における塩分の垂直分布, 林試北海支年報, 43-47, 1972
- 7) 幸善福: 海岸保全的見地からの沖縄の飛塙に関する研究, 琉球大農学報 Vol. 25, 429-554, 1978
- 8) 中島勇喜: 飛砂制御に関する基礎的研究, 九大演報 No. 51, 125-183, 1979
- 9) 中島勇喜・中島 厚・金内英司: 人工砂堤による飛砂防止に関する研究(1) -砂堤のり面における飛砂量の分布-, 日林東北支誌 No. 35, 211-216, 1983
- 10) 西川 貢・田中一夫・池田 茂: 飛砂固定に関する研究(3) -砂表層含水比と飛砂との関係について-, 島取大演報 No. 8, 63-82, 1975
- 11) 森本英一: 海岸防災林の保全についての一考察, 16回治山研論集, 23-35, 1977
- 12) 鈴木 清・尾岸諒一: 間伐材利用による砂地安定化試験(1), 神林試研報 13, 47-52, 1986
- 13) 末 勝海: 海岸砂防工学に関する基礎的研究, 九大農演報 43, 1-120, 1968

神林試研報15(1988) 25-34

丹沢大山に植林された7年生ミズキ林の立地の違いによる成長差

中川重年

Growth of Mizuki (*Cornus controversa*) forestation at Mt. Ohyama

Shigetoshi NAKAGAWA

Synopsis

This survey was held for the purpose of gathering the date of broadleafed trees growth in Sept. 1987 at Mt. Ohyama, where 5,000 individuals *Cornus controversa* was planted in 1980.

The stands are distinguished with 4 zones. The lowest zone is the best stand for the growth of *Cornus controversa*.

The growth is as follows; height of trees-4.20m (6 years), average growth of volumes-25.8m³. The upper zone is the worst zone for the growth of it. The growth is as follows; height of trees-2.20m(6 years), average growth of volumes-2.5, 4.0m³. These stands are possible to distinguish with indicator plants. The former, *Valeriana flacidissima*, *Orixa japonica*, *Cimicifuga simplex*. The latter, *Isodon inflexus*, *Lithospermum zollingeri*, *Elsholtzia ciliata*.

The same method was surveyed for 18 years Sugi (*Cryptomeria japonica*) forest grows same stands. *Cornus controversa* accepts the differences of several stands.

The differences are 5 times or more against of Sugi growth differences.

For planting *Cornus controversa*, it is important to recognize the limits of well growth stands with indicarter plants.

I はじめに

本報告にとりあげるミズキは神奈川県内の西部小田原・箱根地方および大山における木製品

の地場産業に利用され^{1,2,3}、ケヤキ、センと並んで需要が最も大きい樹種である。

本県内で消費するミズキは1986年で約5,000m³（神奈川県工芸指導所資料）となっている。しかし県内産の原木については一定量の生産がなく、大半は県外からの購入でまかなっているのが実情である。その理由としては本県

* 本報告の一部は第39回日本林学会関東支部大会で発表したものである。

での人件費の高水準による、生産コスト高などがあげられることと、他樹種との混合林である天然林＝薪炭林からの生産性の低さなどがあげられる。

一方ではミズキの造林においてはスキなどの針葉樹と比較していくつかの有利な点があげられる。

①針葉樹に比べて成長が早く林業経営上有利である。

②小木工に使用するため大径木である必要がない。同時に枝打ちなどの保育が針葉樹ほどは要求されない。

③森林に対する認識が木材生産だけに偏らず環境面での評価などが加えられる。

など総合的な評価が行なわれるようになってきた。

こうした背景から單一あるいは小数種の組合せによる広葉樹の造林の要求が高まってきている。しかしながら北海道を除けば広葉樹の施業体系の確立はおろか広葉樹造林の実例すら僅かであるのが実状である。神奈川県の広葉樹造林例における立地と成長に関する報告はすでにミズキ¹、ケヤキ（未発表資料）、キハダ²、クスノキ³、クスギ⁴、コナラ⁵がある。いずれも将来性のある広葉樹であり、今後の広葉樹造林を推進するのに必要な資料を提供できるといえる。

本報告は県内産ミズキを供給する試みとして昭和56年度林業構造改善事業、早期特用樹育成事業でおこなわれた植栽例について、その立地と成長の違いについて述べるものである。

II 調査地の概況

1 環境と植生

植栽地は神奈川県中央部、丹沢山塊の東南端大山の南に位置し、西から東に向いた沢の南向

き斜面である。図1、2



図1A 調査地

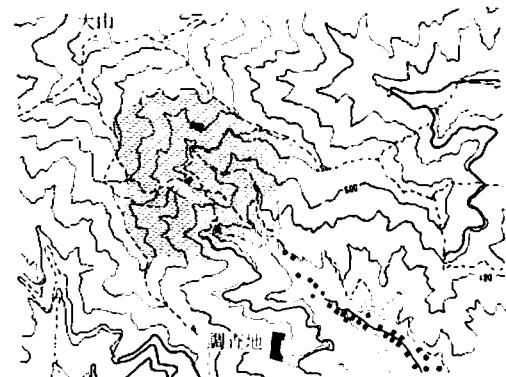


図1B 調査地

は宮脇(1972)によるモミーシキ群集及び
ウラジロガシ群落集(モミ林・カシ林)

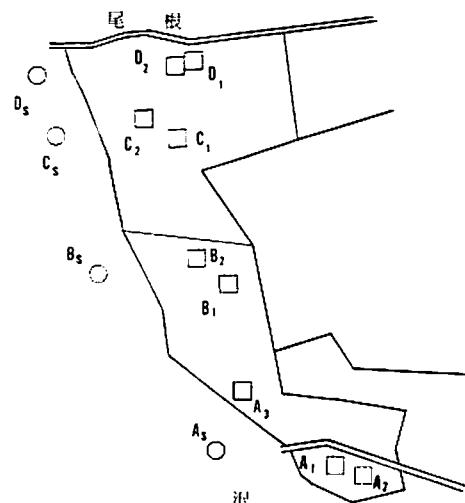


図1C 調査区 □:ミズキ ○:スギ
A:沢下部 B:中腹 C:上部肩 D:最上部

また調査地は南北に細長く、したがって標高差も標高400mから500mと100mに達する。年間の平均気温は15℃、降水量は1,500mm、暖かさの指数は90である。平均の傾斜は30度で急な場所では40度を越える。土壤は下部では崩落土壌となっており、上部では褐色森林土が見られる。

周辺の植生はクヌギーコナラ群集¹⁾、スギ、ヒノキ林が見られる。また潜在自然植生としてはモミーシキミ群集と考えられている¹⁾。県の天然記念物である大山のモミ林とは標高や斜面の形状は類似しており、近距離にある。

2 植林の状況

昭和56年に植林されたミズキの面積は1.0haで、5,000本植栽。その後毎年2回の下刈りがおこなわれて現在に至っている。成長の良い下部ではすでに下刈りが不要になってきている。いっぽう最上部での生育は不良でススキと混在しており当分の間林冠のうっ闇は望めそうにならない状況である。

III 調査方法

調査区は下部からA(沢沿い)、B(中腹)、C(上部急斜面)、D(上部緩斜面)の4か所を標準地として選んだ。それぞれの区でa植生調査(Br.-Bl.法.)、b毎木調査、c標本木による樹幹解析をおこなって、①ミズキの立地間の成長比較、②さらに隣接する18年生のスギの成長比較を行ないミズキとスギの成長比較をおこなった。

a 植生調査

すでに発表したものと同様^{1), 2)}、Braun-Blanquet(1964)の方型枠法による。調査の面積は100~200m²で各階層別に出現するコケ植物を除く全植物名とその被度・群度(表1)をリストアップする。現地調査後、室内作業で各調

査区の出現種における生態的特徴の検討および立地の類似性から植生の区分種を抽出、既存の群落単位と比較して検討を行なう。

表1 被度・群度の表わし方

量	被 度	群 度
5	75~100 %	全面を覆う
4	50~75	大きい斑紋状
3	25~50	斑 紋 状
2	10~25	小 群 状
1	~ 10	单 生
+	少ない個体数	

b 每木調査

各植生調査区において樹種別の胸高直径を測定。cからの胸高直径-樹高成長の関係から個体別に材積を求め、樹種別および全数の材積を求める。

c 標本木による樹幹解析

植生調査区内に出現する樹種のうちから代表的な樹種のうちから平均的な成長を示す個体について、樹幹解析を行なう。

IV 結 果

1 ミズキの立地間の成長比較

a 植生調査(表2)

この調査地について9調査区を設けた。9調査区全体の出現種数は平均36.7種であった。この調査区は立地条件の違いから、湿生の立地に成立するツルカノコソウ群落(A)と乾燥する立地に成立するススキ群落(B、C、D)に区分された。

ツルカノコソウ群落(A)における平均出現種数は33.6種であった。区分種はツルカノコソウ(+~1)、ダイコンソウ(+~1)、コクサギ(2)、サラシナショウマ(+)、ヒメミズ(+)、ムカゴイラクサ(+)など湿生で陰性~中陽性の立地を指標するものがみられる。

表2 群落区分表

調査番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9
低木層 (S)m	60	60	60	40	30	•	•	•	•
.....%	80	80	80	20	40	•	•	•	•
草本層 (K)m	05	04	10	10	12	11	10	12	10
.....%	60	40	80	80	90	80	90	90	90
斜面の方向	S	S	S	S	S	S	S	S	S
傾斜°	17	17	37	32	28	29	39	33	32
地形区分	谷	谷	谷	中腹	中腹	尾根	尾根	尾根	尾根
調査面積m ²	66	80	72	52	97	84	132	68	136
出現種数	36	30	38	43	46	46	42	21	38
植林樹種									
ミズキ	S	5 5	5 5	4 4	3 3	3 3	2 1	2 1	2 1
	K								
ツルカノコソウ群落	A (湿生地区分種)								
ツルカノコソウ	K	+ 2	1 2	1 2					
カントウマムシグサ	K	+		+					
ダイコンソウ	K	+ 2	1 2	1 2					
コクサギ	K	2 2	2 2						
マルバスミレ	K	1 2	+						
サラシナショウマ	K	+ 2		+					
ヤブデマリ	K	+							
ミツバウツギ	K	+							
ノブキ	K		+						
イラクサ	K			1 1					
ヒメミズ	K			+					
ムカゴイラクサ	K			+					
ツリフネソウ	K			+					
タマアジサイ	K			+					
ススキ群落区分種	BCD (中・乾燥立地分種)								
ススキ	K		+	4 4	5 5	3 3	4 4	4 5	5 5
アカネ	K			+	+	+	+	+	+
ニシキウツギ	K			+		+	+	+	+
ミツバツチグリ	K			+	+		+	+	+
ガマズミ	K				+	+	+	+	+
ツルウメモドキ	K				+	+		+	
モミジイチゴ	K				+	+		+	
オカトラノオ	K						+		+
ニガイチゴ	K						+		+
シラヤマギク	K						+		+
マユミ下位群落区分種	B (中性立地区分種)								
マユミ	K				+	+	+		
ケスゲ	K				+	2	1 2		
マツカゼンソウ	K				+				
アラカシ	K					+			
ナワシロイチゴ	K					+			
ヤマハッカ下位群落区分種	C (乾燥立地区分種)								
ヤマハッカ	K					+		+	
ナギナタコウジュ	K						+		
キジムシロ	K						+		
フデリンゴウ	K						+		
ホタルカズラ	K							+	
リュウノウギク下位群落区分種	D (乾燥立地区分種)								
リュウノウギク	K							+	+ 2
イスザンショウ	K						+	+	+
マント群落構成種									
ゴヨウアケビ	K	1 1	2 2	2 3	+	+	1 2		+
コボタンヅル	K	+	+	1 2	+	+	2 2	2 2	1 1
クサイチゴ	K	1 1	+	1 2	1 1	1 1		2 2	+
ヘクソカズラ	K			+	1 1	1 1	+	1 1	+
シオデ	K	+		+		+	+	+	+
ヒメドコロ	K			1 2		+		+	
ミズヒキ	K	1 1	1 2	1 2	+	+			
トコロ	K	+			+	1 1	+		
ノブドウ	K	+		+	+			+	+
スイカズラ	K	1 2		+		1 2		+	
ヤマテリハノイバラ	K		+			+	+		

センニンソウ	K		r		+	+	+
アケビ	K	1 2			+		
サルナシ	K		+	+			
クマイチゴ	K		+		+		
カラスウリ	K		+			+	
アマチャヅル	K				+	+	
サルトリイバラ	K					+	1 1
伐採跡地群落構成種 (木本)							
ウツギ	K		+	+	1 1	1 2	+
ニワトコ	K	+	+	+		+	+
キブシ	K			+		+	+
ヤマグワ	K		+		+		+
クマノミズキ	K					+	+
スルデ	K					+	+
アカメガシワ	K					+	
ススキ草原構成種							
タツボスミレ	K		+	+	+	+	+
ヤマジン	K		+			1 2	
オオバギボウシ	K				+	+	+
オトコエシ	K				+		
アキノキリンソウ	K				+		
ノダケ	K				+		
ナルコユリ	K	+					
ツリガネニンジン	K					+	
その他の種							
イスワラビ	K	+	+	1 1	+	+	+
イボタノキ	K	+	+		+	+	+
イノコズチ	K	1 1	+	1 2	+		
ケチヂミザサ	K	1 2	+ 2		+ 2	+	+
カントウヨメナ	K		+	1 2	+	+	
ゲンノショウコ	K	+	+		1.1	+	
ミツバ	K	+			+	+	
コアカソ	K		1 2	2 3	1.2	1.2	
モミジガサ	K			+ 2	+	+	
ヨモギ	K				1.1	+	+
ホウチャクソウ	K					1 2	+
コゴメウツギ	K					+	+
アオキ	K	+	+				
ヤマトリカブト	K	+				+	
アブラチャン	K		+	+			
ヤマホタルブクロ	K			+	+		
ドクダミ	K			1 1	+		
ホンエノアザミ	K					+	+
ノコンギク	K	+			+ 2		
クサギ	K	+				+	
ウマノミツバ	K					+	
ツユクサ	K						+
アキノタムラソウ	K					+	+
タラノキ	K					+	+

一回出現の種 N₁: オヘビイチゴk-+、シシウドk-+、フタリシカk-+、ヤブレガサk-12、エゾエノキk-+、N₂: ヨツバムグラk-+、ホトトギスk-+、ヌスピトハギk-+、ホドイモk-r、N₃: メナモミk-+、アオツヅラフジk-+、N₄: オオアレチノギクk-+、スイバk-+、ノアザミk-+、ノジスミレk-+、イストウバナk-+、コシオガマk-+、ゴマノハグサk-+、N₅: ミツバアケビk-1.1、コブナグサk-1.1、ヒメムカシヨモギk-+、クズk-+、キズタk-+、シハイスミレk-+、ボタンブルk-+、N₆: オニシバリk-+、ヤブマツk-+、エイザンスミレk-+、サンショウk-+、クマシデk-+、メタカラコウk-+、N₇: ムラサキシキブk-+、オオバウマノスズクサk-+、N₈: ヤマトウバナk-+、N₉: ホソバヒカゲスクk-+2、ミズキk-+、ハンショウブルk-+、ウダイスカグラk-+、クワクサk-+

表3 ミズキの成長

調査地番号	A ツルカノコソウ群落				B C D ススキ群落			
	1	2A	2b	3	B マユミ下位群落		C ヤマハッカ下位群落	
					1	2	1	2
立地	沢・湿	沢・湿	沢・湿	沢・湿	中・中	中・中	上・乾燥	上・乾燥
樹齢	8	8	8	7	6	6	7	7
本数/ha	2,861	3,876	3,002	2,517	1,651	1,660	1,596	2,193
本数/ha(平均)	3,546		2,084		1,628		1,683	

ススキ群落 (B C D) における平均出現種数は38.3種。区分種はススキ (3~5)、アカネ (+)、ニシキウツギ (+)、ミツバツチグリ (+) などで、いずれも中生からやや乾燥する立地でしかも陽性の環境条件をあらわすものであった。

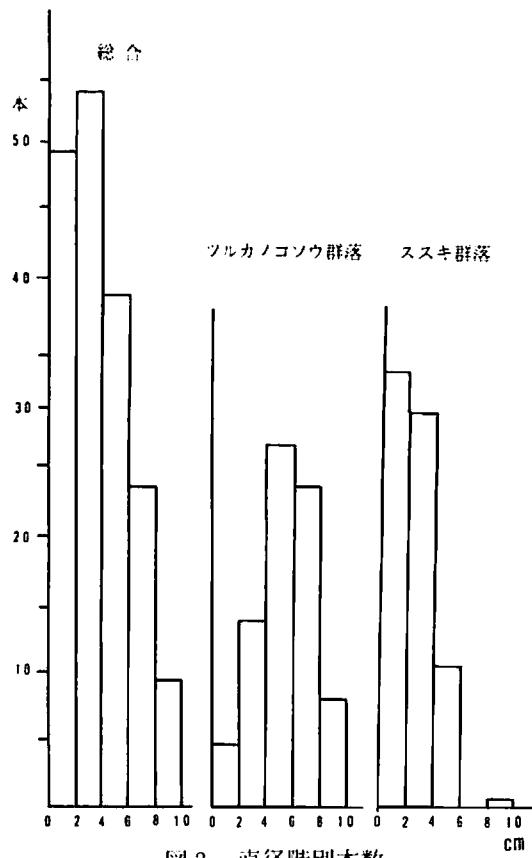


図2 直径階別本数

このススキ群落 (B C D) はさらに3つの下位群落に区分される。

マユミ下位群落 (B) は平均出現種数43.5種。区分種はマユミ (+)、ケスゲ (+~1) など立地の中生を指標する。

ヤマハッカ下位群落 (C) の平均出現種数は43種。ヤマハッカ (+)、ナギナタコウジュ (+) など本調査地で最も乾燥する立地を指標する7種がみられた。

リュウノウギク下位群落 (D) は出現種数28.5種。リュウノウギク (+)、イヌザンショウ (+) などヤマハッカ下位群落 (C) よりやや湿生で陽性の立地を指標する組成であった。

b 每木調査

haあたりのミズキの現存本数は表3のとおりそれぞれツルカノコソウ群落 (A) : 3,546、マユミ下位群落 (B) : 2,084、ヤマハッカ下位群落 (C) : 1,628、リュウノウギク下位群落 (D) : 1,683本であった。

また調査区内の直径階別本数は図-2のとおりである。

各区においては図3のとおりツルカノコソウ群落 (A) が全区のなかで4.98~6.44cmと最大であった。直径階の分布も正規分布-A 2、A 3あるいはJ型-A 1であり全体でも正規分布を示している。

スキ群落についてははっきりとしたL型の分布を示している。

マユミ下位群落（B）B₁、B₂においては正規分布の型を示してはいるもののその最大値はややずれている。平均胸高直径はB₁—3.67、B₂—3.23cmであった。

ヤマハッカ下位群落（C）C₁、C₂は最も成長が悪く直径階の分布もL型を示しており成長の良い木が少ないことを示している。平均胸高直径はC₁—1.83、C₂—1.85cmであった。

リュウノウギク下位群落（D）D₁、D₂はCとBの中間の形状を示している。平均胸高直径はD₁—2.50、D₂—2.10cmであった。

c 樹幹解析

1 樹高

各々の調査区の値を比較するために6年次の樹高に換算する表4のとおりツルカノコソウ群落（A）においては4.20m（平均成長量0.70m／年）、マユミ下位群落（B）3.61m（平均成長量0.60m／年）、リュウノウギク下位群落（D）2.20m（平均成長量0.37m／年）、ヤマハッカ下位群落（C）2.20m（平均成長量0.37m／年）の順であった。

2 材積成長

平均材積成長はツルカノコソウ群落（A）においては最大値99から最小値55（×10⁻⁴m³/

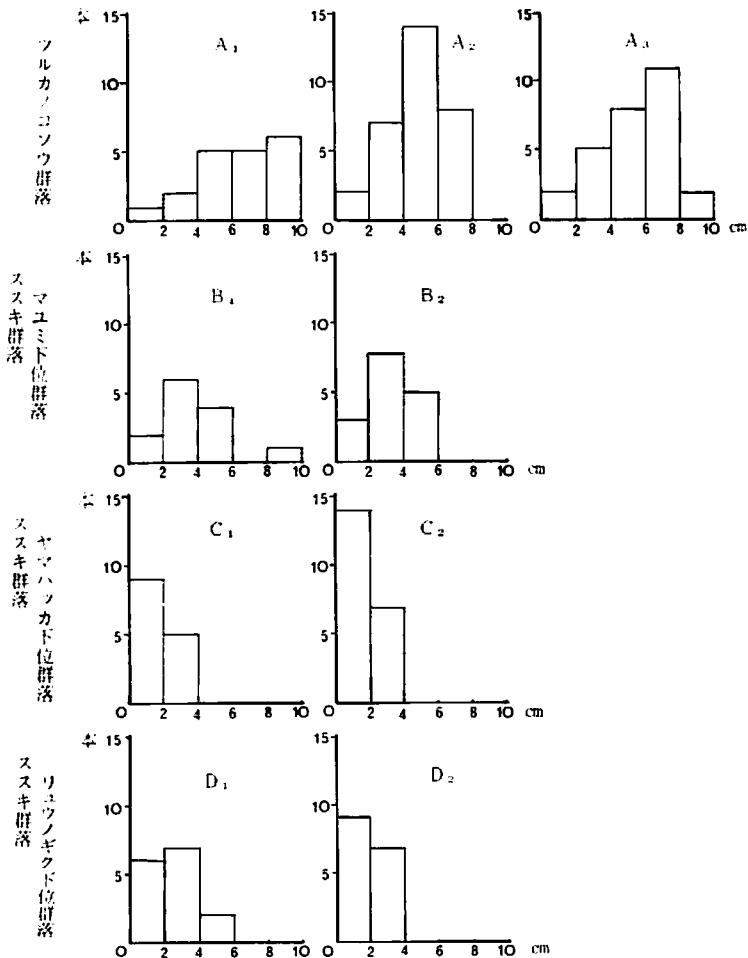


図3 調査区分別、直径階別本数

表4 ミズキの成長量総合表

調査地番号	A ツルカノコソウ群落				B マユミ下位群落				C ヤマハッカ下位群落		D リュウノウギク下位群落	
	1	2a	2b	3	1	2	1	2	1	2	1	2
	立地	沢・湿	沢・湿	沢・湿	中・中	中・中	上・乾燥	上・乾燥	上・乾燥	上・乾燥	上・乾燥	上・乾燥
樹齢	8	8	8	7	6	6	7	7	7	7	7	7
木本数/ha	2,861	3,876	3,902	2,517	1,651	1,660	1,596	2,193	1,174			
木本数/ha(平均)		3,546			2,084		1,628		1,683			
樹高 m	3.83	5.95	6.00	4.83	3.30	4.61	2.83	2.90	2.81	3.04		
樹高(6年次)	4.20	4.20	4.20	4.20	3.30	3.91	2.52	1.87	2.20	2.20		
樹高(平均)		4.20			3.61		2.20		2.20			
胸高直径 cm	7.53	5.33	5.29	5.80	2.98	4.65	2.43	2.09	2.56	2.50		
胸高直径(6年次)	4.95	3.23	3.45	4.40	2.98	3.28	1.63	0.90	1.55	1.70		
胸高直径(平均)		4.01			3.13		1.27		1.63			
材積 × 10 ⁻⁴ m ³	99	56	55	56	14	32	7	6	8	8		
材積(6年次)	36	17	20	30	14	15	3	2	4	4		
材積(平均)		25.8			14.5		2.5		4.0			

年)であった。6年次に補正した平均材積成長量は $25.8 \times 10^{-4}m^3/年$ であった。

同様にマユミ下位群落(B)においては最大値32から最小値 $14 \times 10^{-4}m^3/年$ であった。6年次に補正した平均材積成長量は $14.5 \times 10^{-4}m^3/年$ であった。

リュウノウギク下位群落(D)においては $8 \times 10^{-4}m^3/年$ であった。6年次に補正した平均材積成長量は $4 \times 10^{-4}m^3/年$ であった。

ヤマハッカ下位群落(C)においては最大値7から最小値 $6.0 \times 10^{-4}m^3/年$ であった。6年次に補正した平均材積成長量は $2.5 \times 10^{-4}m^3/年$ であった。

2 スギとの成長比較

ミズキ植林と隣接する18年生のスギ林分中にミズキの調査区と同一立地と考えられる3ヶ所(図1)での樹幹解析の結果は表5のとおりである。

樹高成長を18年次に補正するとAで11.39m、Cで8.40m、Dで8.40mであった。

また材積を18年次に補正するとAで $1,040 \times 10^{-4}m^3$ 、Cで $808 \times 10^{-4}m^3$ 、Dで $458 \times 10^{-4}m^3$ であった。

すなわちスギの場合もミズキの場合と同様立地条件の差に対応していることがわかる。

表5 スギの成長

対応群落番号	ツルカノコソウ群落		スキ群落		
	A	C	ヤマハッカ下位群落	リュウノウギク下位群落	D
立地	沢・湿		上・乾燥	上・乾燥	
樹齢	20		20	18	
木本数/ha	941		1,603	1,131	
樹高 m	12.85		9.20	8.40	
樹高(6年次)	11.39		8.40	8.40	
胸高直径 cm	18.05		17.35	12.55	
胸高直径(6年次)	15.52		15.27	12.55	
材積 × 10 ⁻⁴ m ³	1,479		1,114	458	
材積(6年次)	1,040		808	458	

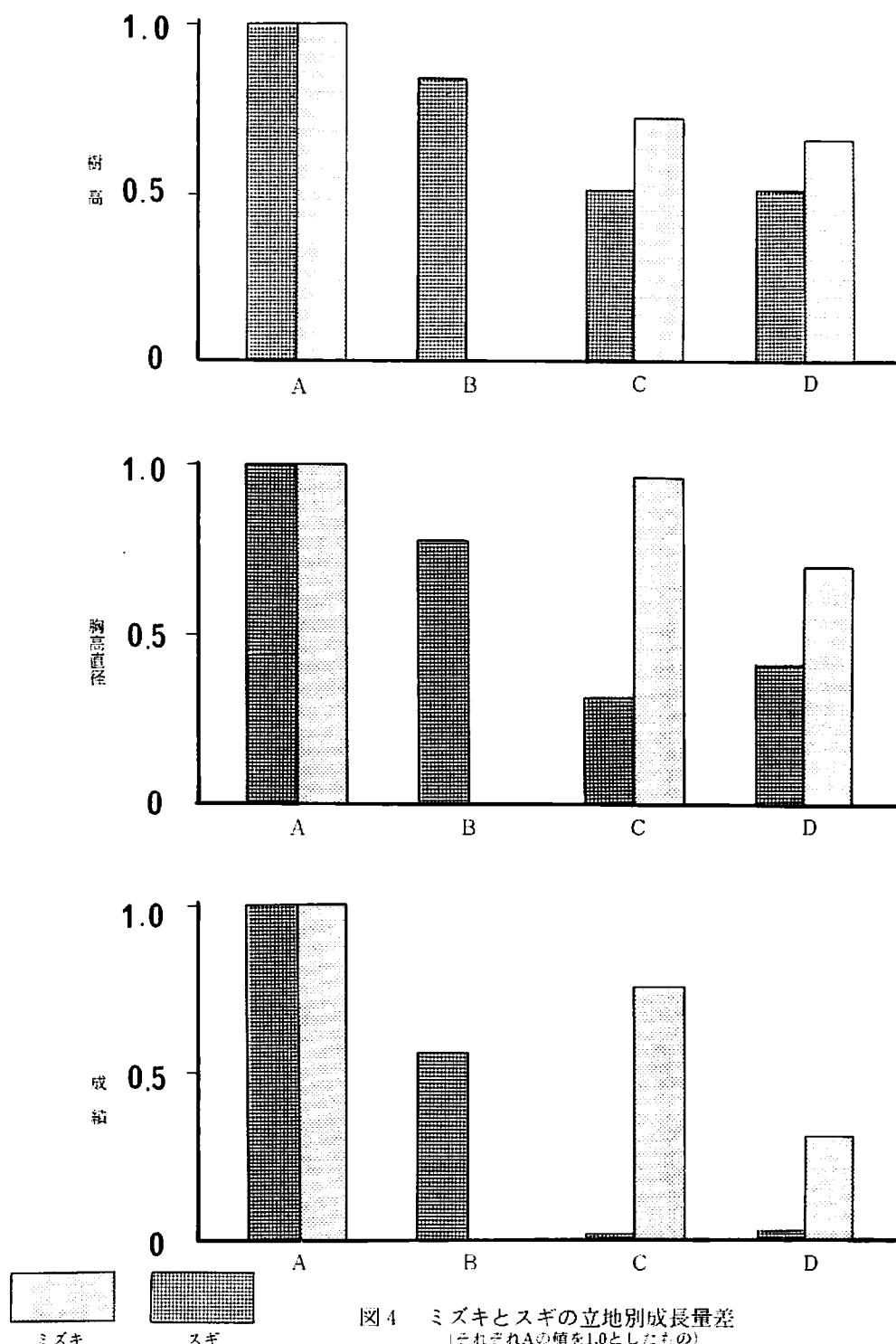


図4 ミズキとスギの立地別成長量差
(それぞれAの値を1.0としたもの)

A ツルカノコソウ群落、B ススキ群落マユミ下位群落、C ススキ群落ヤマハノカド下位群落
D ススキ群落リュウノウギク下位群落、Bのスギは資料なし

V 考 察

もっとも成長の良いツルカノコソウ群落(A)については植栽後6年で林冠はおおむね閉鎖している(3,546本/ha)。またこの場合の材積成長は6年間で $25.8 \times 10^{-4} \text{m}^3/\text{年}$ であった。

またC($2.5 \times 10^{-4} \text{m}^3/\text{年}$)、D($4.0 \times 10^{-4} \text{m}^3/\text{年}$)については成長不良である。ミズキの成長については立地の差による成長の差(材積で最大/最小:10.3倍)と比べると著しいことがわかる。いっぽうスギの成長差は2.3倍であった。図4 このことからミズキの植栽に対してはスギ以上に立地を選ぶことが必要であるといえる。

今回の調査地におけるミズキ植林としての適地はツルカノコソウ群落(A)、マユミ下位群落(B)までリュウノウギク下位群落(D)、ヤマハッカ下位群落(C)については植栽しても成長はあまり期待できない立地であるといえよう。

したがってツルカノコソウ群落(A)の構成種であるツルカノコソウ(+~1)、ダイコンソウ(+~1)、コクサギ(2)、サラシナショウマ(+), ヒメミズ(+), ムカゴイラクサ(+), ススキ群落、マユミ下位群落のマユミ(+), ケスゲ(+~1)などの植物群がミズキの成長量の良さを指標する指標植物といえそうである。

反対にヤマハッカ、ナギナタコウジューヤマハッカ下位群落(C)、リュウノウギク、イヌザンショウウリュウノウギク下位群落(D)などの植物群はミズキの成長の劣悪さを指標する植物群といえそうである。

VI おわりに

本調査に関して伊勢原市森林組合ならびに湘南行政センター林務課の各位の協力をいただいた。ここに記して御礼申しあげる。

VII 文 献

- 1) 宮脇 昭: 神奈川県の現存植生. 神奈川県教育委員会, pp789, 1972
- 2) 中川重年: 地場産業の振興と未利用広葉樹の利用—神奈川県小田原地方の木製品を中心として. 林業技術, 458, 14-16, 1980
- 3) ———: 神奈川県高麗山におけるキハダ人工林の成長. 神奈川県林業試験場研究報告, 8, 1-20, 1982
- 4) ———: ミズキ自然成立林の植生と成長. 神奈川県林業試験場研究報告, 9, 1-8, 1983
- 5) ———: 湯河原町鍛冶屋のクスノキ林の成長. 神奈川県林業試験場研究報告, 11, 11-18, 1985
- 6) ———: 神奈川の広葉樹材の需要と造林の試み. 山林, 1211, 32-35, 大日本山林会, 1985
- 7) ———: ミズキ. 山村を活かすデザイン集. 林業特産技術研究会, 169-173, 创文東京, 1986
- 8) ———: 箱根町畠宿箱根木工「匠の森」における箱根細工に用いられる広葉樹植栽の適地と成長予想. 神奈川県林業試験場研究報告, 13, 1-34, 1986
- 9) ———: 丹沢南斜面の里山地帯におけるクスギーコナラ林を構成する広葉樹数種の成長. 神奈川県林業試験場研究報告, 14, 27-59, 1987

神林試研報15 (1988) 35-51

神奈川県における有用広葉樹資源の賦存状況 (I) 有用広葉樹資源の賦存量とその分布

山根 正伸

The hardwood resources in Kanagawa Prefecture (I)

On the estimation of the useful hardwood resources and its distribution

Masanobu YAMANE

I はじめに

広葉樹資源に対する関心は、近年、これまでになく高まっている。これは、優良な広葉樹資源が戦後の大量伐採により急激に減少したこと、国民の生活水準の向上にともない、天然物としての良さが見直され特殊用材として需要が高まってきたこと、自然植生である広葉樹林の環境保全的な価値が再評価されたこと¹⁾、など様々な理由があげられる。しかし、昭和62年7月に出された林政審の答申²⁾にあるように、これまでの拡大造林を基調とした針葉樹人工林一辺倒の山作りが転換期を迎えてることが大きな要因と考えられる。

広葉樹と一言で言っても、その中身は多様であり、神奈川県に自生する広葉樹は310種にものぼるとされる。そしてこれらの広葉樹はそれぞれ異なる性質を持っており、その用途も多岐にわたる。広葉樹はその用途によって大別すると建築材料や家具、什器、民具などの原材料等に使われる用材、シイタケなどのキノコ類の培養原木、パルプなどの製紙原料、燃材等に分けられる³⁾。

これらの神奈川県における広葉樹資源の分布

は宮脇ら⁴⁾によって、主要な樹種の立地や生長量の事例は中川によって報告されている⁵⁾。また広葉樹資源の需要および利用状況は中川⁶⁾などの報告がある。

しかし、その資源の賦存量の実態は広葉樹として一括して取り扱われたものがあるだけで、その中身はほとんど不明であった。

そこで、用材樹種やシイタケ原木樹種などの有用な広葉樹資源について、全県を対象に広域的に調査を行った結果の解析を行い、その賦存量や立地環境との関係、生長経過などの検討を試みたので報告する。

なお本報では、有用広葉樹資源の賦存状況および地域の資源特性の解析結果について報告を行う。

本研究は昭和61年度の資質向上対策研修の成果を取りまとめたものである。研修にあたり、農林水産省林業試験場経営部栗屋仁志部長、同部西川匡英室長、天野正博主任研究員、松本光郎研究員並びに測定研究室の皆様には、ご指導、ご助言を戴いた。また、本報の作成に当たり当場の中川重年主任研究員には示唆に富んだ助言を戴いた。

ここに記して厚くお礼申し上げます。

なお、本研究に用いた資料は県林務課が広葉樹賦存状況調査として実施したものである。

II 調査方法および調査資料

1 調査方法

調査は原則的には広葉樹賦存状況調査実施要領¹⁾に沿って行われた。昭和57年の調査を除いて、調査は0.1ha 円形プロット内の全立木について測定を行った。

1.1 調査設計

(1) 層化：森林薄をもとに森林計画内の広葉樹林（広葉樹の材積割合が75%以上）及び針広混交林（広葉樹の材積割合が25%以上75%未満）を母集団とし、当該母集団の小班単位で層に区分した（表1）。

(2) 標本数の決定：総材積を信頼度95%、誤差推定率15%以内で推定するよう次式によって算出した。

$$N \geq (t/E)^2 \cdot (\sum W_i \cdot S_i / X)^2$$

N : 標本総数

t : 信頼度係数

E : 推定誤差

W_i : 各層の面積の母集団面積に対する割合

S_i : 各層毎の材積の標準偏差

X : 材積の推定平均値

各層の標本数は次式によって決定した。

$$N_i = N \cdot (W_i \cdot S_i) / \sum W_i \cdot S_i$$

N_i : 各層毎の抽出標本数

(3) 標本区の抽出：標本区の抽出は原則として次式で求めた抽出間隔毎に選定した。

$$A_s = A_i / N_i$$

A_s : 抽出間隔（面積）

A_i : 各層の面積

N_i : 各層の抽出標本数

表1 調査林分の層区分

層	林相	齡級
A	広葉樹林	1~2齡級
B	同上	3~6齡級
C	同上	7~10齡級
D	同上	11~16齡級
E	同上	17齡級以上
F	針広混交林	

表2 プロットの大きさ

プロット	面積	半径
小	0.02ha	7.98m
中	0.04	11.28
大	0.1	17.85

表3 プロットごとの調査対象木
(57年調査のみ適応)

プロット	調査対象木の胸高直径
小	4cm以上
中	18cm以上
大	36cm以上

表4 樹種区分

樹種名	備考
1 ブナ類	ブナノキ属全部
2 クリ類	クリ属全部
3 カシ類	アカガシ属全部ウバメガシノキ属マテバシイ属
4 シイ類	シイノキ属マテバシイ属
5 クヌギ	アベマキを含む
6 コナラ	
7 ミズナラ	
8 カシワ類	カシワ類全部
9 カンバ類	シラカンバ属全部
10 ケヤキ	
11 クスノキ類	タブを含む
12 カツラ	
13 ニレ類	ニレ属全部
14 シナノキ	
15 ウルシ	
16 ヤチダモ類	トネリコを含む
17 シオジ	
18 ホオノキ	
19 キハダ	
20 クルミ類	
21 カエデ類	カエデ属全部
22 ハンノキ類	ハンノキ属全部
23 ニセアカシア	
24 その他広葉樹	上記樹種以外の広葉樹
25 鈎葉樹	

1.2 現地調査

(1) 調査プロットの設定：標本区の北端を通ずる南北の線と、最も長い東西の線の交点を原点として調査プロットを設定した。調査プロットの形状及び面積は、プロット原点を中心に小、中、大の同心円の円形プロットとした(表2)。

(2) 調査対象木：調査対象立木は、原則として胸高直径4cm以上の全立木としたが、57年調査については、表3の胸高直径の立木とした。円周上の立木は交互に調査対象木とした。

(3) 調査項目および調査方法

ア 樹種要領¹⁵に掲げる樹種区分とした(表4)。

イ 胸高直径 每木調査により2cm括約で胸高直径4cm以上の立木を測定した。

ウ 樹高：原則として毎木調査とし、1m括

約で樹高を測定した。

エ 林齢：異齡林の場合は平均林齢とした。
オ 立地因子：58年調査以降については、調査地の所在に加えて、調査地の標高、地形、土壤等の立地因子について調べた。

2 調査対象地域の概況

調査は、神奈川県内の民有林にある広葉樹林および針広混交林を対象に、図1の神奈川東部森林計画区、神奈川中部森林計画区、神奈川西部森林計画区でそれぞれ実施した。各森林計画区の概況は、次のとおりである。

2.1 神奈川東部森林計画区の概況

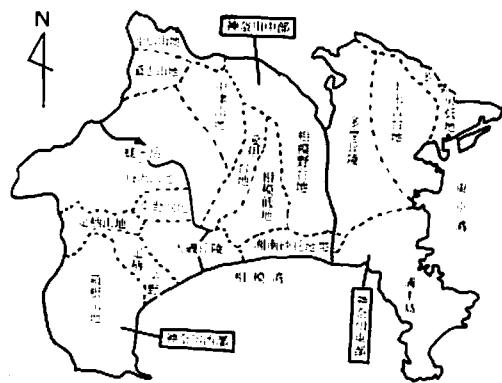
神奈川東部森林計画区は、神奈川県の東部に位置し、包括する市町村は横浜市、川崎市、横須賀市、鎌倉市、逗子市、三浦市及び葉山町の6市1町である。北～東部は多摩丘陵と多摩川で東京都と、西部は神奈川中部森林計画区と接する。森林面積は14.5千haである。その内民有林が9.2千haで、広葉樹林は5.8千haである。地形は、横浜市、川崎市は標高70～90mの多摩丘陵、標高40～50mの下末吉台地、多摩川低地からなる。三浦半島は、北部の丘陵地帯、中部の標高200m前後の山岳地帯、南部の洪積台地、海岸段丘からなる。土壤は、多摩丘陵は黒ボク土壤が、三浦半島には乾性褐色森林土、適潤褐色森林土が分布している。年降水量は、1600～2000mmで三浦半島が多い。

2.2 神奈川中部森林計画区の概況

神奈川中部森林計画区は、神奈川県の中央部に位置し、包括する市町村は、平塚市、藤沢市、茅ヶ崎市、相模原市、厚木市、大和市、伊勢原市、海老名市、座間市、綾瀬市、寒川町、大磯町、二宮町、愛川町、清川村、城山町、津久井町、相模湖町及び藤野町の10市8町1村である。森林面積は、35.7千haである。その内、森林計画対象民有林面積が33.3千ha、広葉樹林は16.8千haある。地形は、蛭ヶ岳(1673m)

を最高に標高1300m前後の山々が連なる丹沢山地が、この東側に標高500m前後の中津山地が、北西部には東京都と接する標高800m前後の小仏山地があり、この南には山梨県に連なる道志山地が続く。また、南西部は標高200m前後の

1-1 地形



1-2 市区町村の配置



図1 調査地域の概況と市区町村の配置

大磯丘陵が、東部には相模台地が、中央部には標高100m前後の愛甲台地、相模低地と続き、南は湘南砂丘地帯となって相模湾に望む。土壤は、丹沢山地の山腹上部には乾性褐色森林土が、山腹斜面には適潤型褐色森林土が、山腹下部及び沢筋には湿性褐色森林土が分布する。また、標高1500m前後の蛭ヶ岳、丹沢山の山頂緩斜面には褐色森林土の暗色系土壤がみられ、岩屑性土壤は尾根から斜面にかけての変換点に局部的に認められる。年降水量は沿岸部で1800mm内外、内陸部で2000mm内外、山地部で2200~3300mmである。

2.3 神奈川西部森林計画区の概況

神奈川西部森林計画区は神奈川県の西部に位置し、包括する市町村は小田原市、秦野市、南足柄市、中井町、大井町、松田町、山北町、開成町、箱根町、真鶴町及び湯河原町の3市8町である。森林面積は49.8千ha、このうち森林計画対象民有林が39千ha、広葉樹林は21.7千haである。地形は、北側に蛭ヶ岳をはじめとし丹沢山地が連なり、その南東には秦野盆地、大磯丘陵がある。南西には箱根山地があり、その裾野には足柄平野が広がっている。土壤は、箱根山地では、中央部で黒ボク土壤が、山地周辺部で乾性褐色森林土、適潤型褐色森林土が分布し、相模湾沿いには赤色土壤が、箱根山地の明神岳、明星岳などの傾斜変換点などで岩屑性土壤が一部にみられる。年降水量は箱根山地では3000mm前後、平野部では1800mm程度となっている。

3 調査資料など

調査資料は昭和57年度から昭和60年度までの4年間にかけて、神奈川東部森林計画区221点、神奈川中部森林計画区286点、神奈川西部森林計画区228点の計735点が収集された。調査資料の層別、市町村別の内訳は表5に示すとおりである。

表5 層別、市町村別の調査資料数 (単位:点)

層	A	B	C	D	E	F	合計
横浜市	0	42	31	2	0	0	75
川崎市	1	8	15	1	0	0	25
横須賀市	8	22	21	3	4	0	25
鎌倉市	0	8	10	1	4	0	23
逗子市	0	1	6	1	0	0	11
三浦市	0	7	6	1	0	0	14
葉山町	2	3	8	1	1	0	15
小計	11	91	97	10	9	0	221
棲神市	0	2	0	0	0	0	2
藤沢市	0	3	0	0	6	0	3
平塚市	0	5	5	0	0	0	10
厚木市	0	25	0	0	0	0	35
大和市	0	7	1	0	0	1	9
伊勢原市	2	11	6	0	0	0	19
伊豆原市	1	0	0	0	9	0	1
深谷市	0	2	0	0	0	0	2
茅ヶ崎市	1	0	0	0	0	0	1
相模原市	0	7	2	0	0	0	9
大磯町	1	5	1	0	0	0	7
二宮町	1	4	0	0	0	0	5
中井町	0	9	1	1	0	0	11
大井町	0	4	1	0	1	0	6
愛川町	0	6	9	5	0	0	20
清川村	1	11	13	3	8	4	40
坂山町	5	0	2	3	0	0	10
津久井町	3	14	12	11	4	5	49
旭ヶ崎町	0	3	3	6	0	0	12
藤野町	4	8	15	13	0	0	40
小計	16	122	86	42	12	10	291
小田原市	0	4	12	2	1	2	21
秦野市	1	19	4	1	1	1	27
南足柄市	0	7	13	4	1	1	25
松田町	0	11	73	2	1	0	21
山北町	10	12	30	4	8	2	66
箱根町	0	7	14	18	2	2	43
真鶴町	0	1	1	0	3	0	5
湯河原町	0	2	5	5	2	0	14
小計	11	63	87	36	19	8	223

III 有用広葉樹資源の立木賦存量

1 調査資料の解析方法

1.1 計画区別の広葉樹資源賦存量

各計画区別の層別、径級階別樹種別材積を次によって計算を行った。¹⁵⁾ なお、材積の計算には、東京営林局の幹材積表¹⁶⁾を用いた。

- ① 各プロットの調査結果より、プロット毎に径級階別、樹種別にha当たり標本値を計算する。
- ② これをもとに層毎の径級階別、樹種別標本平均値 (ha 当り換算) および標本層平均値 (ha 当り換算) を算出する。
- ③ 次式によって層毎に径級階別の樹種別材積を算出する。

$$X_{i k} = x_{i k} \cdot A_{i j}$$

$x_{i k}$: i 層 k 径級階の樹種別材積および

総材積

$x_{i k}$: i 層 k 径級階の樹種別標本平均値

(ha 当り換算) および標本総平均値 (ha 当り換算)

$A_{i j}$: 各層毎の面積

これを層別、計画別に集計を行って、計画区別の広葉樹資源賦存量を推定した。

県全体の資源賦存量は計画区別の層別、径級階、樹種毎の賦存量を合計して求めた。

1.2 市町村別の資源賦存量

市町村別の資源賦存量は次によって求めた。

- ① 前項と同様、プロット毎の集計を行った。
- ② これを市町村別、層別にまとめ、市町村別層毎の径級階別、樹種別標本平均値 (ha 当り換算) および標本総平均値 (ha 当り換算) を算出した。
- ③ これから次式によって市町村別層毎に径級階別の樹種別材積を算出する。

$$X_{i j} = x_{i j} \cdot A_{i j}$$

$X_{i j}$: i 市町村 j 層の樹種別材積および総材積

$x_{i j}$: i 市町村 j 層の樹種別標本平均値 (ha 当り換算) および標本総平均値 (ha 当り換算)

$A_{i j}$: i 市町村の j 層の面積

得られた各市町村の層別資源量を合計して、市町村別の広葉樹資源賦存量を推定した。なお、調査地のない層がある場合は層を統合して推定材積を求めた。

2 結果と考察

2.1 神奈川県および森林計画の有用広葉樹資源の賦存量

各森林計画区別に求めた広葉樹資源の賦存量は付表1-1~3に示すとおりであった。また、

各々の森林計画区の値を合計して求めた神奈川県全体の賦存量は付表2のとおりであった。

まず、広葉樹資源の賦存量を概観する。神奈川県全体の広葉樹賦存量推定値（総材積から針葉樹材積を除いたもの）は、601.1万m³であった。計画区分には、東部計画区は49.6万m³(8%)、中部計画区は186.9万m³ (31%)、西部計画区は364.5万m³ (61%) であり、本県の広葉樹資源の大部分は中、西部計画区にある。

径級階別の賦存量について、樹種を一括して合計値でみると、県全体では、径級小(胸高直径4~16cm)が293万m³、径級中(同18~36cm)が240万m³、径級大(同36cm以上)が118万m³で、径級小、中が89%をしめる。計画区分では、小中径級のしめる割合がいずれでも大きいが、東部計画区は径級大の割合が3%と大径の広葉樹資源はほとんどない。

層別の資源賦存量では、C層（7～10齡級）が最も多く全体の42%、253万m³であった。次いでB層（3～6齡級）が27%、163万m³で、この2つの層で7割弱の資源賦存量となっていた。計画区分では、東部計画区は、B、C層が賦存量の95%をしめて、資源がこの齡級に集中している。中部計画区ではC層が半数（52%）をしめ、次いでD、E層が多く、A、B層の資源は7%と少なかった。西部計画区では、B、C層が多く（70%）、次いで、E層の順で、A、F層の資源は1%弱の賦存量であった。

次に、樹種別の賦存量、主要な用材樹種、シイタケ原木樹種の賦存量などの資源推定値の中身について検討する。

図2は、全県および各計画区の樹種別の資源賦存量推定値を示したものである。

全県では、その他の樹種を除き、コナラが最も多く124.1万m³の賦存量であった。次いで多いのはカエデ類、ケヤキ、クヌギで、10万m³以上賦存する樹種は9種類であった。

計画区別では、東部計画区は、その他樹種が半数をしめ、その外はコナラ、カシ類、シイ類、クヌギが多いが、5万m³を越える樹種はコナラのみである。中部計画区では、県全体と同様、コナラ、カエデ類の賦存が多いが、ブナ類が20万m³と多いのが特徴的である。5万m³を越える樹種は、5樹種であった。西部計画区は、コナラ、クヌギが多く、コナラは約77万m³、クヌギ

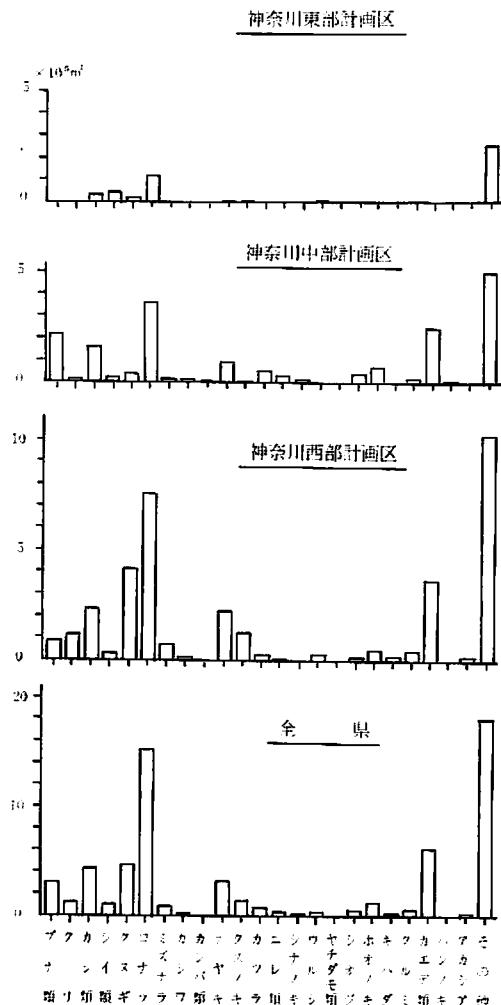


図2 全県および森林計画区別の樹種区分別の資源賦存量

注) 縦軸は材積、単位: 10^5m^3

は40万m³の賦存量であり、クヌギはこの計画区に全県のはほとんどがある。カエデ類やケヤキ、クスノキ等も多く、5万m³を越える樹種は、その他樹種を除く23樹種中9樹種である。また、クリ、クスノキ、ミズナラなどは、賦存量の80%以上がこの計画区内にあり、有用広葉樹資源の豊富な計画区である。

さらに、広葉樹資源を主要な用材樹種とシイタケ原木樹種にわけて、その賦存量を検討した。

県内の主要用材樹種（ブナ類、クリ、カシ類、ミズナラ、ケヤキ、クスノキ、カツラ、シオジ、ホオノキ、カエデ類）について樹種別、径級階別の資源賦存量をまとめたものが表-6である。10樹種合計材積は222.6万m³で広葉樹総材積の

約37%を占めている。最も資源量の多いのはカエデ類61.9万m³、次いでカシ類42.7万m³、ケヤキ31.7万m³である。家具、建築原料の利用径級である36cm以上の径級にあるのはブナ類が最も多く18.9万m³、次いでカエデ類で、その外ではカシ類、ケヤキ、クスノキが多い。

計画区別には、東部計画区ではカシ類が3.4万m³と最も多いため、建築用材や家具材として利用できる樹種はほとんど賦存していないと考えられた。中部計画区では総材積は88.6万m³（用材樹種全体の約40%）を占める。樹種別にはカエデ類、ブナ類が多い。径級大の賦存量が大きいのはブナ類で12.1万m³（径級大の44%）があると推定される。西部計画区では、

表6 主要用材樹種の資源の賦存量（単位：10³m³）

全 県

樹種	径級			合計
	4~16cm	18~34cm	36cm以上	
ブナ類	29	76	190	297
クリ	53	48	23	124
カシ類	199	147	81	427
ミズナラ	22	38	24	83
ケヤキ	93	150	74	317
クス	16	26	89	131
カツラ	6	35	31	72
シオジ	0	14	33	46
ホオノキ	30	52	28	110
カエデ類	200	254	166	619
合計	647	841	738	2,226

東部森林計画区

樹種	径級			合計
	4~16cm	18~34cm	36cm以上	
ブナ類	0	0	0	0
クリ	0	0	0	0
カシ類	18	16	1	34
ミズナラ	0	0	0	0
ケヤキ	0	5	1	6
クス	0	4	0	4
カツラ	0	0	0	0
シオジ	0	0	0	0
ホオノキ	0	0	0	0
カエデ類	0	0	0	0
合計	18	25	2	45

中部森林計画区

樹種	径級			合計
	4~16cm	18~34cm	36cm以上	
ブナ類	26	64	121	211
クリ	10	3	0	13
カシ類	88	59	13	160
ミズナラ	1	1	11	13
ケヤキ	30	50	7	88
クス	4	1	0	5
カツラ	5	31	12	48
シオジ	0	14	22	36
ホオノキ	12	37	16	64
カエデ類	77	99	72	249
合計	253	359	274	886

西部森林計画区

樹種	径級			合計
	4~16cm	18~34cm	36cm以上	
ブナ類	4	13	69	86
クリ	44	45	23	111
カシ類	94	72	67	233
ミズナラ	21	36	13	71
ケヤキ	62	96	66	224
クス	11	21	89	121
カツラ	1	4	19	241
シオジ	0	0	10	10
ホオノキ	18	15	12	45
カエデ類	122	155	94	371
合計	376	457	462	1,295

総材積が129.5万m³（用材樹種全体の約58%）と用材樹種が最も多く貯蔵している。樹種別にはカエデ類、ケヤキ、カシ類が多く、径級大ではカエデ類、クスノキ、ブナ類、カシ類、ケヤキ等の貯蔵量が多い。

神奈川県における用材の需要は、大別して建築用材、家具用材、木工芸品原材料等があげられる。建築用材、家具用材の大部分は、北海道、青森、岩手、秋田などの県外からの買い入れでまかなっている。樹種は、カツラ、ホオノキ、セン、ブナ、サクラ、ケヤキ、タモ、ミズキ、ミズナラなどで、原木の径級はほとんどが30～35cm以上と推察される¹¹。

木工芸品では、箱根細工が代表的なものであるが、ここでは、ブナ、ミズキ、ケヤキ、カツラ、ホオノキ、カエデ類が年間2.4万m³程度消費されている。これらの原木は一部を除いては

表7 用材樹種のha当たり材積に占める割合
数字は構成比、単位：%

用材	用材 (%)				
	0~10	20~40	40~60	60~80	80~100
~50m ³ /ha	67	20	11	2	0
~100	57	29	11	3	1
~150	55	22	11	7	6
~200	31	27	25	13	4
200~	24	17	17	24	9

表8 標高とha当たり材積の関係
数字は構成比、単位：%

標高(m)	材 積 (m ³)				
	50未満	~100	~150	~200	200~
~200	0	2	14	20	64
~400	1	5	18	22	55
~600	0	0	4	15	82
~800	0	3	0	7	90
800~	0	0	3	5	92

県外から購入しているようである。

これらの樹種は、前述したように西部計画区を中心に、樹種別には5万m³以上、全体では200万m³、直径級36cm以上のものは、樹種別には2万m³程度、全体では7万m³程度貯蔵すると推定された。

調査林分について、ha当たりの林分材積と用材樹種のしめる割合の関係をみると（表7）、用材樹種が総材積の6割以上である林分は、総材積150m³以下では2～13%、200～150m³では17%、200m³以上では43%と総材積が大きいほど用材率の高い調査地の割合が大きくなる傾向が認められる。また調査林分の標高とha当たり材積の関係をみると、標高800m以下の広葉樹林の大半はha当たり200m³以下の蓄積量であることがわかる（表8）。一方、本県では標高800m以上の地域は国立、国定公園の保護区域など伐採に制限がある区域が多く、原本供給の可能性は限定されるので、用材樹種の供給は標高800m程度以下の地域が主になる。さらに、用材樹種と標高の関係についてみると（表9）、ブナ類、カエデ類、カツラなどは標高800m以上で多く貯蔵していることがわかる。したがって、用材資源の供給は、量的にも少なく、まとまっ

表9 標高と最多材積樹種の関係
数字は構成比、単位：% (1)第2材積樹種、単位：%

	200m未満	~400	~600	~800	800m以上
ブナ類	0(0)	0(0)	0(0)	7(10)	42(11)
クリ	0(1)	1(1)	2(0)	0(0)	0(0)
カシ類	4(16)	1(1)	2(9)	4(0)	0(0)
ミズナラ	0(0)	0(0)	2(0)	7(7)	0(0)
ケヤキ	2(2)	1(1)	2(13)	4(24)	0(0)
クス	1(2)	1(0)	0(0)	4(0)	0(0)
カツラ	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	4(6)
シオジ	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
ホオノキ	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
カエデ類	0(0)	1(3)	2(9)	11(17)	8(23)
その他の用材	1(3)	0(2)	0(0)	4(3)	0(0)
シイ類	2(8)	5(8)	4(11)	0(3)	0(0)
コナラ	32(26)	49(23)	0(0)	0(0)	4(6)
クスギ	2(11)	15(9)	21(35)	0(10)	0(14)
その他	55(29)	27(53)	47(22)	61(24)	42(34)

た賦存が少ない地域からの伐採などに限定されることが推察される。

このようなことから県内の用材資源が、利用に供されないのは、量的にまとまらず流通に乗りにくいことがひとつの理由と考えられ、今後の課題と考えられた。

次に主要シイタケ原木樹種（シイ類、クヌギ、コナラ）の資源賦存量は表10に示すとおりである。

表10 シイタケ原木主要樹種の資源賦存量
数字は材積、単位： 10^3m^3

全 県					
樹 種	径 級			合 計	
	4-16cm	18-34cm	36cm以上		
シイ類	32	38	26	97	
クヌギ	270	186	9	465	
コナラ	643	515	83	1,241	
合 計	945	739	118	1,802	
東部計画区					
樹 種	径 級			合 計	
	4-16cm	18-34cm	36cm以上		
シイ類	24	19	1	44	
クヌギ	9	9	0	18	
コナラ	59	57	0	117	
合 計	93	85	1	179	
中部計画区					
樹 種	径 級			合 計	
	4-16cm	18-34cm	36cm以上		
シイ類	1	6	15	22	
クヌギ	20	14	0	35	
コナラ	197	147	16	359	
合 計	218	167	31	416	
西部計画区					
樹 種	径 級			合 計	
	4-16cm	18-34cm	36cm以上		
シイ類	6	14	8	30	
クヌギ	240	162	9	412	
コナラ	387	311	67	765	
合 計	634	488	85	1,207	

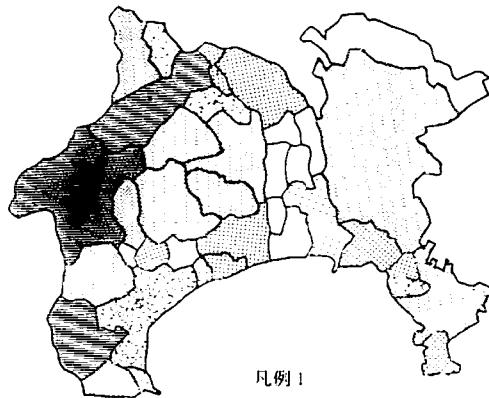
3樹種の合計材積は、180.3万 m^3 で広葉樹総材積の約29%に達する。

樹種別にみると、最も賦存量の多いのはコナラで124.1万 m^3 69%をしめ、次いでクヌギ46.5万 m^3 26%であり、シイ類は9.7万 m^3 と5%をしめるにすぎない。これらの資源を実際にシイタケ原木として利用する時には、ホダ木の大きさと1本の原木からとれる適寸のホダ木の本数、取扱いの容易さなどから原木の大きさ、太さが問題となる。石井ら¹はホダ木が最も多く得られる原木の大きさは胸高直径15cmとしており、取扱等の点からも径級中以上の原木は利用には不適当と考えられる。径級別の割合をみると、全体では小52.4%、中41.0%、大6.5%で、約半数が利用適寸外となっていると推定された。

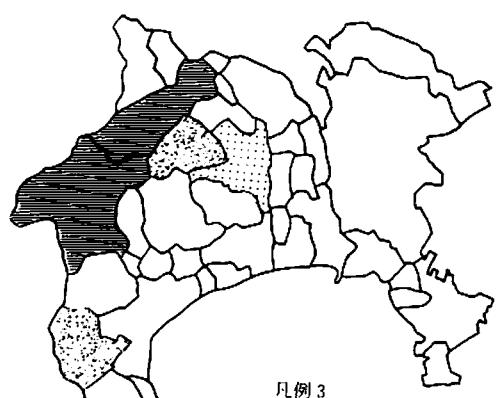
計画区別には西部計画区での賦存量が圧倒的に多く120.7万 m^3 と全体の67%を占めている。次いで中部計画区が41.6万 m^3 、23%をしめ、東部計画区での賦存量は10%程度である。樹種別には何れの計画区でもコナラの賦存が最も多いため、東部計画区ではシイ類の賦存量が比較的多く、中部計画区ではコナラが大部分をしめている。また、西部計画区では、クヌギの賦存量が多いことが特徴である。利用適寸径級にある原木の量は、西部計画区で最も多く、適寸級全体の67%が賦存している。

県内におけるシイタケ原木の需要は、約6千 m^3 で、利用率を4割として計算すると15千 m^3 となる。また原木の供給は県内が3割、県外が7割である。県外からの移入先は福島県、山梨県が大部分を占めている（61年度数量、県林務課資料による）。前述したように県内には利用径級にある資源は94.5万 m^3 程度あり量的には充分と推定されるが、県外産の割合が高いのは主に生産コスト（伐採搬出コスト）の違いによると考えられる。今後、現在利用径級にある資源

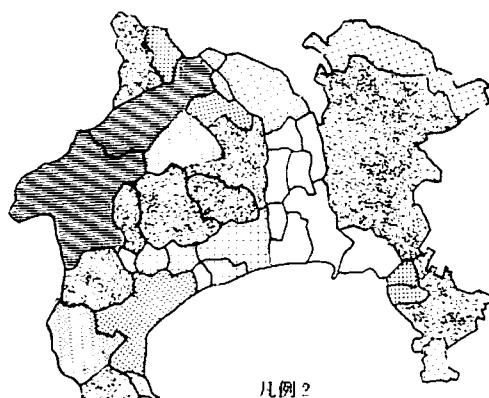
3-1 枯葉樹合計



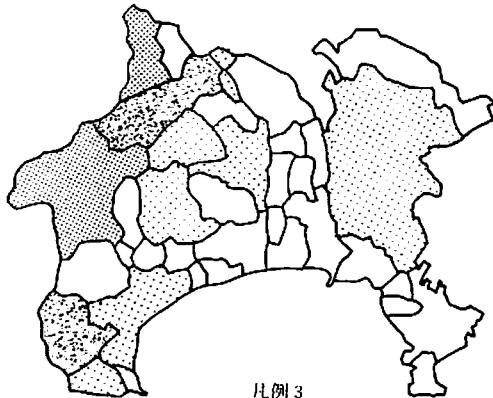
3-4 ブナ類



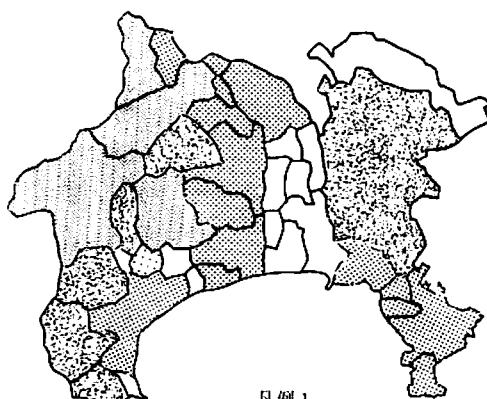
3-2 主要用材



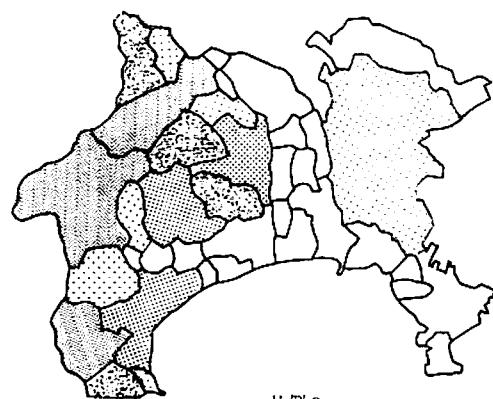
3-5 ク リ



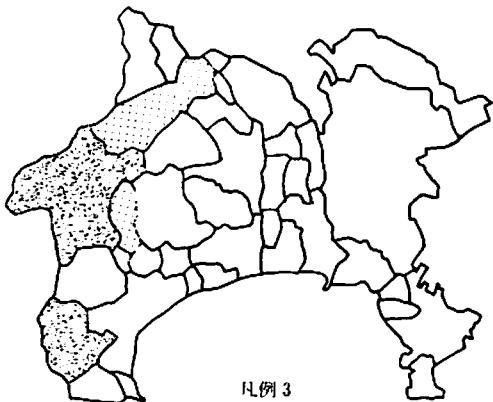
3-3 シイタケ原木



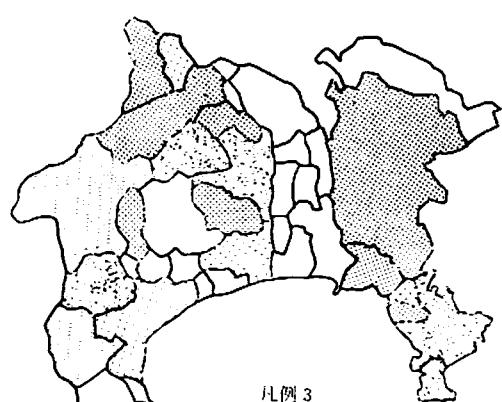
3-6 カシ類



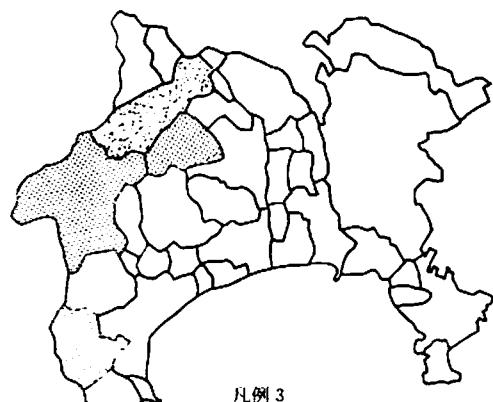
3-7 ミズナラ



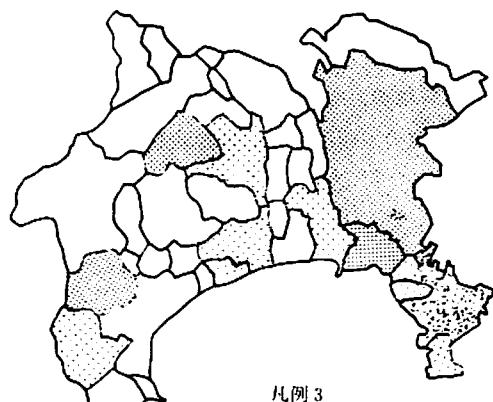
3-10 カエデ類



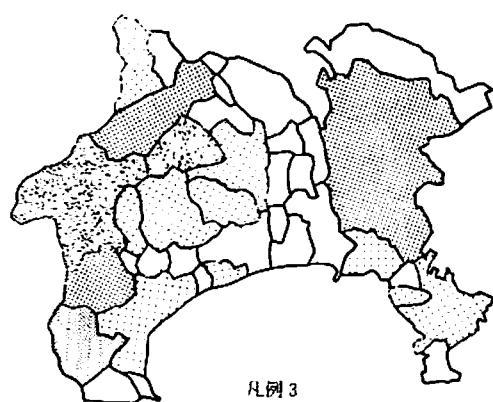
3-8 カノラ



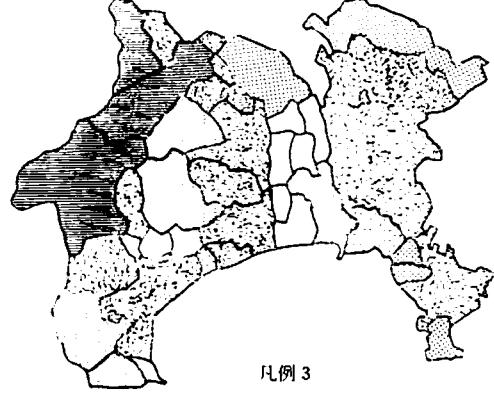
3-11 シイ類



3-9 ケヤキ



3-12 コナラ



3-13 クヌギ

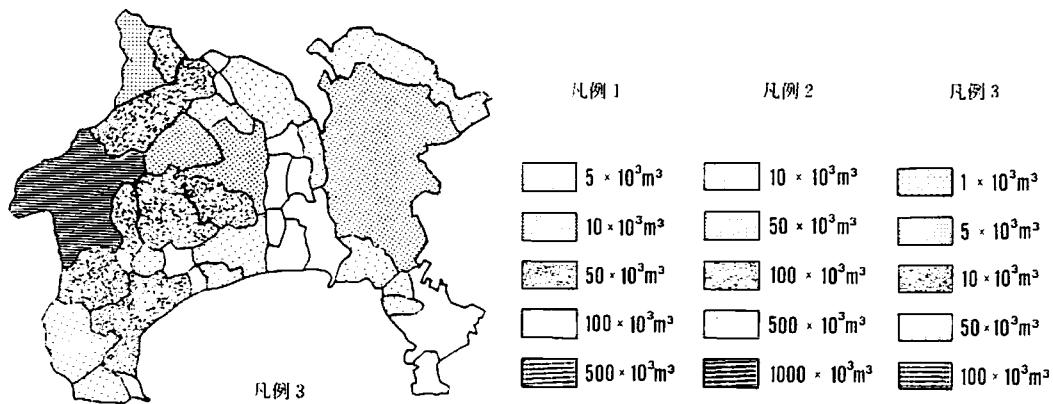


図3 主要有用広葉樹の市町村別の推定資源賦存量

も漸次、径級外に移行するので、伐採可能な林分では生産コストの低減、助成措置などの政策により利用を計ることが必要であろう。

2.2 市町村別の有用広葉樹資源の賦存量

市町村別的主要樹種別の資源賦存量を図3に示した。

市町村別の広葉樹資源の総賦存量の推定値（一部市町を除く）は480万m³で、前項の計画区分別の推定値合計より小さい値となった。

市町村別の総賦存量の分布状況をみると（図3-1）、山北町が最も多く、津久井町、箱根町が50万m³を越えている。10万m³を越える市町村は、横浜市、横須賀市、厚木市、伊勢原市、秦野市、南足柄市、藤野町、松田町、湯河原町、清川村であった。

樹種別の賦存量について、市町村別にみると、主要用材樹種（図3-2）は、山北町、津久井町、清川村、箱根町で多く、50万m³を越えている。また樹種別に、1万m³を越えるものを見ると、ブナ類（図3-4）は山北町、津久井町、箱根町、清川村に多く、山北町、津久井町は10万m³を越える。クリ（図3-5）は津久井町と箱根町に、カシ類（図3-6）は、箱根で最も多く、横須賀市、三浦市、厚木市、清川村、南

足柄市で1万m³以上の賦存量であった。ミズナラ（図3-7）は箱根町と山北町で1万m³以上、ケヤキ（図3-8）は箱根町に最も多く、山北町、清川村が1万m³を越えてある。カエデ類（図3-10）は、山北町、津久井町が5万m³以上、伊勢原市、藤野町、湯河原町、清川村が1万m³を越えて賦存している。

以上から、カシ類を除いた用材樹種は、丹沢山地および箱根山地の比較的標高の高い区域を含む市区町村で多く賦存が認められ、山北町、津久井町、清川村、箱根町などが当該町村としてあげられた。

次に、主要シイタケ原木樹種（図3-3）についてみると、5万m³を越えてあるのは、秦野市、藤野町、津久井町、山北町で10万m³以上、次いで横浜市、南足柄市、清川村、松田町、箱根町、湯河原町で多い。樹種別には、シイ類（図3-11）は横須賀市で1万m³以上の分布がある。コナラ（図3-12）は藤野町、山北町、津久井町で10万m³以上、清川村、秦野市、箱根町、湯河原町で5万m³以上の資源量と推定された。クヌギ（図3-13）は、山北町で10~50万m³、伊勢原市、秦野市、小田原市、南足柄市、藤野町、津久井町、松田町などで5~10万m³以

上の資源量と推定された。

また、コナラは全県下にひろく5万m³以上分布しているのに対して、クヌギは県西部に賦存量が多い。

調査林分の標高と主要シイタケ原木樹種材積率の関係をみると(表11)、ha当たり材積の4割以上がシイタケ原木樹種となる林分は、標高600m以下で47~57%、それ以上では3%以下となっている。

したがって、シイタケ原木は、丹沢山地および箱根山地および周辺の市町村の標高600m以下の地域で賦存量が多いと考えられた。

表11 シイタケ原木材積率と標高(単位:%)

標高(m)	シイタケ原木材積率(%)				
	0~20	20~40	40~60	60~80	80~100
~200	27	25	25	18	5
~400	17	17	34	28	5
~600	38	15	22	20	5
~800	76	21	3	0	0
800~	97	3	0	0	0

IV 有用広葉樹資源の賦存状況からみた 地域区分

ここでは、有用広葉樹資源の賦存状況から市町村を単位として、地域特性を検討し、地域区分を行った。

1 方 法

1.1 市町村別の有用広葉樹資源の分布状況

各市町村の推定総材積にしめる各樹種の材積の割合を求め、市町村の有用広葉樹資源の賦存特性を検討した。

1.2 多指標アプローチによる類型化

県内の市町村を類型化するため、各市町

村の樹種別の材積構成比を用いて、多指標アプローチの一つであるウイーバー法¹⁴を用いて主要樹種組合せを求めた。

ウイーバー法は、次式で求められる分散が最小になる、N番目までの組合せを求め、これによって、主要樹種の組合せを求める方法である。ここでは、XをN種の組合せの時の各樹種がとする出現割合の期待値、X_iを各樹種の出現割合とし、主要樹種組合せを求め、この樹種の組合せが、ほぼ同じになる市町村をグループ化した。

$$\sigma^2 = \sum d^2 / N = \sum (X_i - \bar{X})^2 / N$$

1.3 クラスター分析による類型化

さらに、市町村別の樹種別材積構成比を用いて市町村の類型化を行うために、資料をいくつかの群にまとめあげる多変量解析法の1つであるクラスター分析¹⁴を試みた。ここで、クラスター間の距離は、各クラスターに属する市町村間の樹種構成比の類似度の距離の隔たりを求める最遠隣法によった。

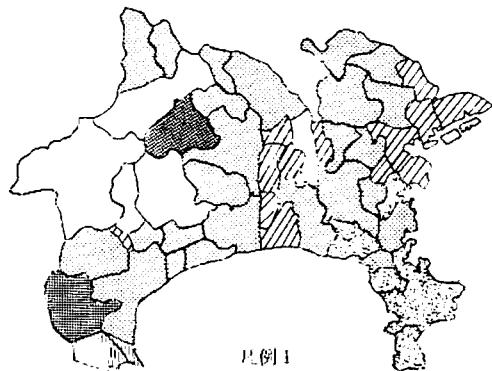
なお、本章は、当該市町村の資料数が3点以上ある39市町村を対象に作業を行った。

2 結果および考察

2.1 樹種別の資源構成割合からみた市町村別の特性

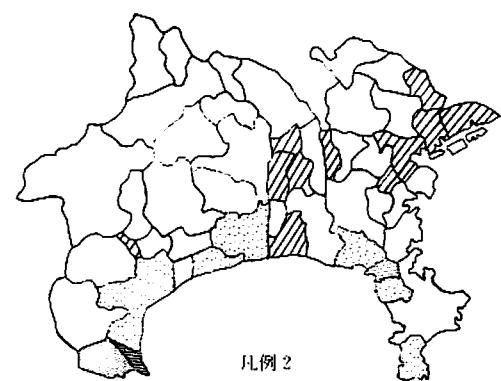
樹種区分その他を除いて、最も構成比の大きい樹種を最多材積樹種、二番目を第二材積樹種として、その分布を見ると(図4-1、2)、逗子市を除く三浦半島の市町および横浜市の一部の区ではシイ類、カシ類等の樹種が、清川村、箱根町ではケヤキ、カエデ類が、真鶴、湯河原ではクスノキが、その他の市町では、クヌギ、コナラとなっている。また、コナラ、クヌギが最多樹種、第二材積樹種となる市町村は多く20市町村にのぼる。またこの関係は県中東部で

4-1 最多材積樹種



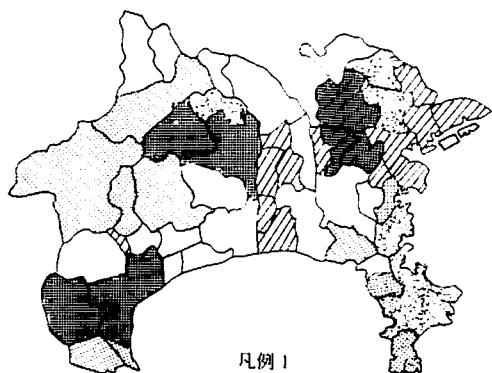
凡例 1

4-4 クス



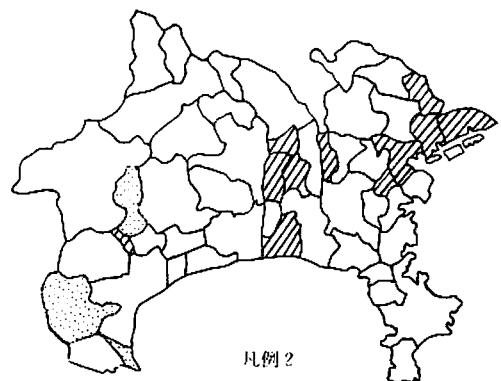
凡例 2

4-2 第二種積樹種



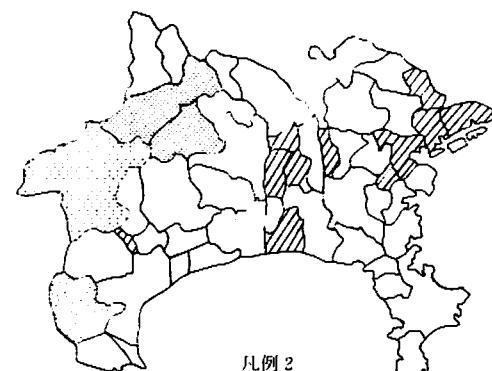
凡例 1

4-5 ミズナラ



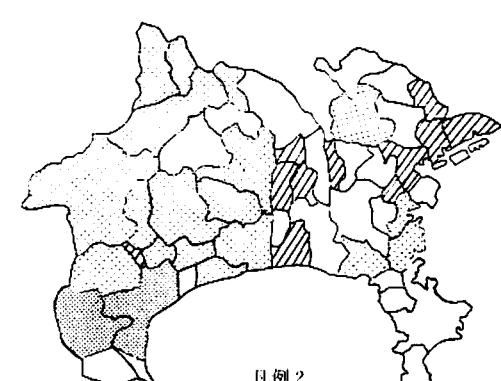
凡例 2

4-3 ブナ



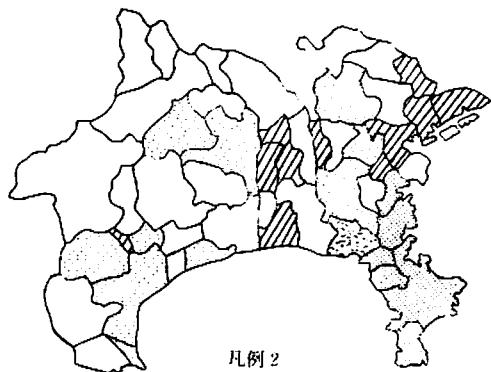
凡例 2

4-6 カエデ

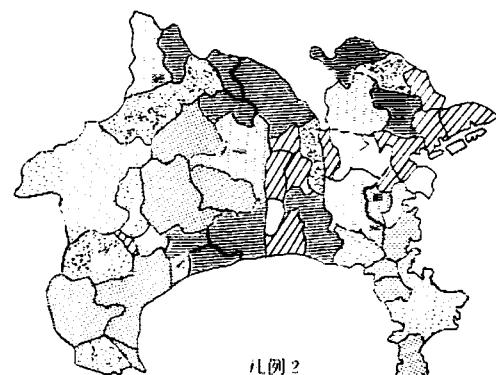


凡例 2

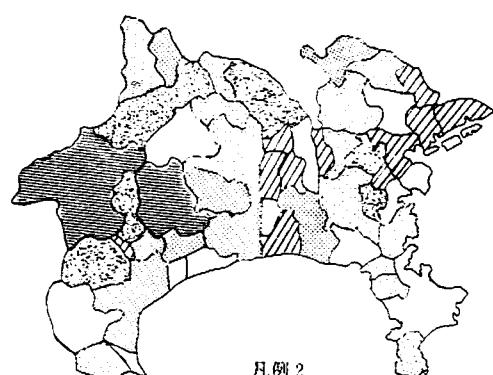
4-7 シイ類



4-8 クヌギ



4-9 コナラ



凡例1

凡例2

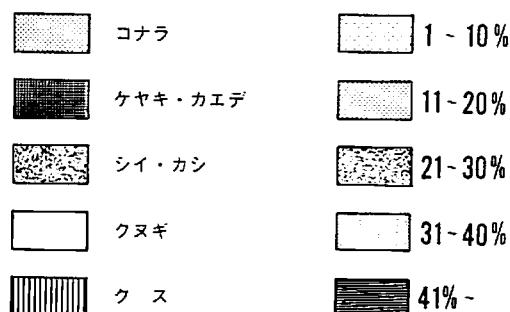


図4 市区町村別の有用広葉樹の賦存割合

はコナラが最多樹種となり、県西部ではクヌギが最多樹種になるという傾向がみられた。

次に、主要な樹種の賦存割合をみると、ブナ類(図4-3)は、清川村、津久井町が最も多く15~20%で、山北町、箱根町が2~5%であった。ミズナラ(図4-5)は、箱根町、松田町、真鶴町で1~7%の割合で賦存している。クスノキ(図4-6)は真鶴町、湯河原町で高い値を示し、逗子市でもやや高い。ケヤキは、ほぼ全県に薄く分布するが、清川村、箱根町、

緑区、保土ヶ谷区などでやや高い。カエデ類(図4-7)は、相模川以西のほとんどの市町と横浜の一部や鎌倉市に薄く分布し、箱根町、小田原市でやや高い。シイ類(図4-8)は、三浦半島とその付近で高く、その他の分布は薄い。コナラ(図4-9)は、割合が高いのは、標高300m程度以下の比較的標高の低い市町で、三浦半島および丹沢山地や箱根山地がある市町村での割合は低い。クヌギ(図4-10)は県東部では薄く、大和市、山北町、秦野市、藤野町

等で高く、県西部で割合が高い傾向があり、コナラと対照的である。

これらから、県内の市区町村の有用広葉樹資源の分布はクヌギ・コナラとシイ類・カシ類・クスノキなどの常緑広葉樹類およびブナ類・ミズナラ、カエデ類などの用材樹種の3つの樹種グループによって特徴づけることができると考えられた。

2.2 多指標アプローチによる地域類型

ウィーバー法によって得られた各市町村の主要樹種組合せは表-12のとおりであった。

樹種組合せは、大きく分けてクヌギ、コナラ、その他樹種の組合せが上位樹種になるものおよび、これにいくつかの樹種が加わるもの(グループ1)、上位樹種にカシ類、シイ類にクヌギ、コナラ、その他樹種が加わるもの(グループ2)、クスノキにクヌギ、その他樹種が加わるもの(グループ4)、上位樹種にカエデ類、ケヤキが出現するもの(グループ5)、ブナ類が上位樹種に加わるもの(グループ3)などに区分された。

各グループに含まれた市区町村の数は、グループ1が25と最も多い。また、各グループの分布は、グループ2が三浦半島を中心とする区域に広がっており、グループ1は、三浦半島を除いた比較的標高の低い(300m程度以下)地域に広がっている。また、グループ3は丹沢山地の標高800m以上の地域を含む山北町、津久井町、清川村が、グループ5は箱根町が含まれた。

2.3 クラスター分析による地域区分

最遠隣法によって行ったクラスター分析の結果は図-5に示されるとおりであった。距離40で区分すると6つのクラスターが、距離50では5つのクラスターが得られた。各クラスターに含まれる市区町村は表13のとおりであった。

表12 ウィーバー法による主要樹種組合せ
注) 樹種の番号は樹種区分のコード番号

市 区 町 村	コード	主要 樹種組合せ	分散値	グルーブ
横浜市瀬戸・谷区	100	24, 6, 10	144.2	1
港北区	109	6, 24	178.4	1
港南・	111	6, 24, 5	41.1	1
相模区	112	6, 24	62.2	1
戸塚区	113	6, 24	163.0	1
川崎市多摩区	135	6, 24, 5	163.2	1
平塚市	203	6, 24, 5	198.9	1
藤沢市	205	6, 24	97.7	1
小田原市	206	6, 24, 5, 3, 4, ..	146.9	1, 2
相模原市	209	6, 24, 5	75.4	1
三浦市	210	24, 2, 5	159.1	1
秦野市	211	5	547.56	1
厚木市	212	24, 6, 21, 5, ..	103.85	1, 5
大和市	213	5, 6, 24	473.3	1
伊勢原市	214	24, 6, 5, 21, 3, ..	153.4	1
南足柄市	217	6, 5, 24, 3, 4, ..	61.7	1
愛山町	301	6, 5, 24	28.1	1
大磯町	341	6, 24	173.2	1
三宮町	342	6, 5, 24	28.1	1
中井町	361	6, 24, 5	92.2	1
大井町	362	6, 5, 24	45.9	1
松田町	363	5, 6, 24, 3, 21, ..	81.7	1
愛川町	401	6, 24	129.2	1
城山町	421	6, 24, 22, 2, ..	214.8	1
相模湖町	423	6, 5, 24, 21, ..	265.2	1
藤野町	424	6, 24	173.2	1
横浜市瀬子ヶ	107	24, 4, 5, 3, 21, ..	249.8	2
金沢区	108	24, 6, 4, 3, 5, 21, ..	285.3	2
三保町	110	6, 24, 5, 4, 3, 10, ..	189.4	2
川崎市高座郡	131	6, 24, 3, 10, 5, ..	93.8	2
横須賀市	201	24, 4, 6, 3, 15, 23, ..	271.5	2
新倉市	204	24, 4, 6, 3, 11, ..	232.0	2
山北町	361	5, 24, 6, 1, 21, ..	211.3	3
清川村	402	1, 24, 21, 10, 6, ..	38.9	3
津久井町	422	5, 6, 24, 1	10.2	3
逗子市	208	24, 6, 11, 4, 3, ..	150.6	4
真鶴町	383	11, 6, 24, 7, ..	302.3	4
湯河原町	384	11, 6, 24	125.8	4
箱根町	382	24, 21, 10, 6, ..	70.5	5

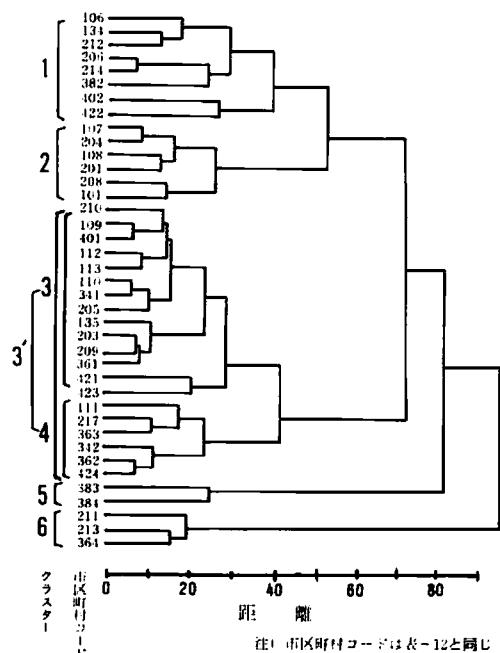


図5 クラスター分析の結果

距離40で区分した場合の各クラスターの市区町村別の樹種別の資源構成の平均値を求めた結果、1番目のグループはコナラ、クヌギ、その他樹種に加えてブナ類、ケヤキ、カエデ類の多い市区町村、グループ2はカシ類、シイ類の割合の高い市区町、グループ3はコナラの割合が高い市区町、グループ4はクヌギ、コナラの割合がほぼ同じでその割合が他に比して高い市区町、グループ5はクスノキの割合が高い町、グループ6はクヌギの割合が高い市町と特徴付けられた。また、距離50では3、4のクラスターがひとまとめになる。このうち、グループ2と5は前項で行ったウィーバー法による区分のグループ2、4とほぼ一致している。グループ3、4（距離50ではクラスター3'）の市区町は前項のグループ1に包括されている。

2.4 有用広葉樹資源の賦存状況からみた地域区分

2.2および2.3の2つの方法による地域の類型区分と、2.1でみた市区町村別の有用広葉樹資源の賦存特性から、神奈川県の市区町村を3地域に区分した。

1番目の地域は、シイ類、カシ類、クスノキなどの常緑広葉樹資源の割合が高い市区町で、三浦半島の市町、湯河原町、真鶴町および横浜市の一部（磯子区、金沢区）である。

2番目の地域は、ブナ類、カエデ類、ケヤキなどの用材樹種の割合が高い市町村で、小田原

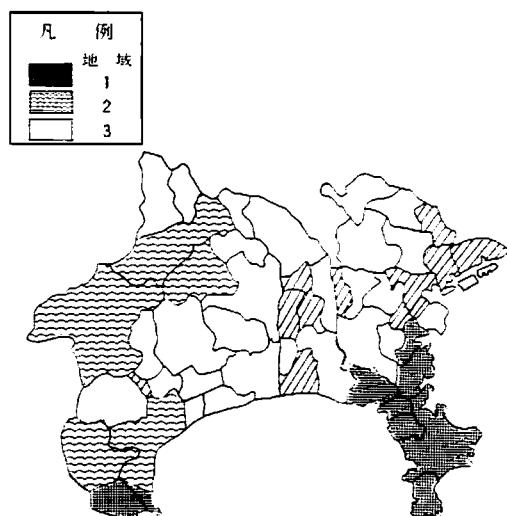


図6 有用広葉樹資源の賦存状況からみた地域区分

表13 クラスター分析による地域類型化

クラスター		含まれる市区町村	樹種の分布状況
(距離50)	(距離40)		
1	1	保土ヶ谷区、高津区、厚木市、小田原市 伊勢原市、箱根町、津久井町、清川村	コナラ、その他に加えて ブナ、ケヤキ、カエデの割合が高い
2	2	磯子区、戸塚区、金沢区、横須賀市 逗子市、葉山町、鎌倉市	カシ類、シイ類の割合が高い
3'	3	三浦市、港北区、旭区、綾瀬区、戸塚区 多摩区、愛川町、大磯町、藤沢市 平塚市、城山町、相模原市、中井町 相模湖町	コナラの割合が高い
	4	港南区、南足柄市、松田町、二宮町 大井町、藤野町	コナラ、クヌギの割合が高く その割合はほぼ同じ
5	5	真鶴町、湯河原町	クスノキの割合が高い
6	6	秦野市、大和市、山北町	クヌギの割合が高い

市、山北町、清川村、津久井町、箱根町が含まれる。

3番目の地域は、クヌギ、コナラが比較的多くあり、用材樹種の割合は余り高くない市区町で、上述の市区町村を除いた地域である。

地域別の用材樹種、シイタケ原木樹種別の資源賦存量をみると(表14)、地域2が用材樹種、

表14 地域別の広葉樹資源の賦存量

(単位: 10³m³)

	主要用材	シイタケ原木	その他
地域1	66	113	255
地域2	1,174	2,100	1,021
地域3	319	1,443	496

注) 横浜市は地域3として計算した
シイタケ原木樹種とともに最も多く、用材樹種では全体の75%、シイタケ原木樹種は57%をしめている。また地域3ではシイタケ原木樹種は40%賦存するのに対して、用材樹種は31.9万m³、20%であった。これらから、本県における既存の広葉樹資源の利用は、地域2では用材樹種とシイタケ原木樹種が、地域3ではシイタケ原木樹種を中心になると考えられた。

VI 引用文献

- 1) 石井 弘ほか: コナラを主とした旧薪炭林のシイタケ原木林への転換適期について、山陰地域研究(森林資源)第1号、1985
- 2) 神奈川県: 神奈川東部地域森林計画書(神奈川東部森林計画区)、1982、
- 3) 神奈川県: 神奈川中部地域森林計画書(神奈川中部森林計画区)、1984、
- 4) 神奈川県: 神奈川西部地域森林計画書(神奈川西部森林計画区)、1986、
- 5) 国土庁土地局: 神奈川県土地分類図付属資料、1975
- 6) 宮脇 昭ほか: 神奈川県の現存植生、神奈川県教育委員会、1972
- 7) 中川重年ほか: 箱根本工「匠の森」造成事業報告書、神奈川県林業試験場、1986
- 8) 中川重年: 神奈川県高麗山におけるキハダ人工林の成長、神奈川県林業試験場研究報告8、1982
- 9) ———: ミズキ自然林と植生と成長、神奈川県林業試験場研究報告9、1983
- 10) ———: 湯河原町鍛冶屋のクスノ林の成長、神奈川県林業試験場研究報告11、1985
- 11) ———: 神奈川県の広葉樹材の需要と造林の試み、山林、1985
- 12) ———: 丹沢南斜面の里山地帯におけるクヌギーコナラ林を構成する広葉樹数種の成長、神奈川県林業試験場研究報告14、1987
- 13) (財) 日本住宅・木材技術センター: 森林資源有効活用促進事業、1982
- 14) 奥野忠一ほか: 多変量解析法、日科技連、1984
- 15) 林野庁監修: 広葉樹林とその施業、地球社、1981
- 16) 林野庁: 東京営林局立木幹材積表
- 17) 林野庁計画課監修: 森林計画業務必携、日本林業調査会、1982
- 18) 森林計画研究会編: 新たな森林・林業の長期ビジョン、地球社、1987
- 19) イエーツ: 計量地理学序説、好学社、1970

附表1

東部計画面積(単位: 10³ m²)

W	種別	ブナ類	クシ類	シイ類	タニキ	コナラ	ケヤキ	クスノキ類	ウルシ	クヌキ類	カエデ類	その他広葉樹	針葉樹	合計
A	4~16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	16~34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	36以上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小計	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	4~16	7	9	2	25	0	0	0	0	0	43	0	85	
	16~34	4	2	2	22	0	0	2	0	0	49	0	83	
	36以上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	
	小計	1	11	4	47	0	0	2	0	0	96	0	172	
C	4~16	10	14	7	34	0	0	0	0	0	65	0	130	
	16~34	10	14	7	34	3	3	3	0	0	86	0	164	
	36以上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	3	10	
	小計	21	27	14	68	3	3	3	0	157	3	205		
D	4~16	1	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	5	
	16~34	1	2	0	1	1	0	0	0	0	4	0	10	
	36以上	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	4	
	小計	2	5	0	1	2	0	0	0	0	8	1	19	
E	4~16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	16~34	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	
	36以上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	
	小計	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	3	
合計	4~16	18	24	9	59	0	0	0	0	0	110	0	221	
	16~34	16	19	9	57	5	4	6	3	0	140	0	259	
	36以上	1	1	0	0	1	0	0	0	0	13	4	20	
	小計	34	44	18	117	5	4	5	3	0	263	4	500	

注) 附表1, 2の数量は四捨五入の関係で

合計があわないものがある。

中部計画面積(単位: 10³ m²)

W	種別	ブナ類	クリ類	カシ類	シイ類	タニキ	コナラ	ミズナ	カジカ類	カシ類	ケヤキ	クスノキ類	カツラ	ニレ類	シナノキ	ウニシ	ヤイザキ類	シオジ	ホオノキ	ミハダ	ツルモ類	カエデ類	ハニノキ類	アシナガバ	その他広葉樹	針葉樹	合計
A	4~16	0	0	0	0	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	10	
	16~34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
	36以上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	小計	0	0	0	0	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	11	
B	4~16	0	1	5	0	6	27	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	6	0	0	33	1	73
	16~34	0	1	2	0	6	12	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0	10	1	39	
	36以上	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	
	小計	0	2	7	0	12	40	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	3	0	1	10	0	1	33	1	116	
C	4~16	1	8	80	1	12	160	0	2	0	25	3	6	11	6	0	0	6	0	0	59	0	0	160	8	536	
	16~34	0	1	45	0	7	127	0	9	0	43	0	0	8	0	0	0	14	0	0	62	0	0	87	15	419	
	36以上	0	0	4	0	0	9	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	6	0	0	11	4	38		
	小計	1	9	129	1	19	297	0	11	0	71	3	0	19	0	0	0	20	0	0	127	0	0	259	27	994	
D	4~16	15	0	3	0	1	4	1	0	0	3	0	5	3	0	0	0	4	0	0	10	0	0	33	5	86	
	16~34	33	1	12	0	0	8	1	0	0	6	0	29	4	4	0	2	0	18	0	0	45	3	0	37	2	191
	36以上	39	0	3	0	0	6	11	0	0	4	0	10	3	2	0	0	9	0	0	21	0	0	15	1	123	
	小計	87	1	18	0	1	18	13	0	0	14	0	43	10	6	0	0	31	0	4	56	3	0	85	8	400	
E	4~16	9	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	6	1	19	
	16~34	28	0	0	5	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0	13	4	0	5	0	0	30	2	96	
	36以上	76	0	5	15	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	22	6	0	7	40	0	0	68	2	243
	小計	113	0	20	0	0	0	0	0	0	2	5	0	2	0	0	0	36	10	0	11	48	0	0	104	5	358
F	4~16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3		
	16~34	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	4	5	16
	36以上	7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	5	9	27	
	小計	11	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	11	14	47	
合計	4~16	26	10	88	1	20	196	1	2	0	30	4	5	13	0	0	0	0	12	0	1	77	0	0	225	15	727
	16~34	64	3	59	6	14	147	1	9	1	50	1	31	13	6	0	2	14	37	0	8	99	3	0	168	25	762
	36以上	121	0	13	15	0	16	11	0	1	7	0	12	3	3	0	0	22	16	0	7	72	0	0	101	16	436
	小計	211	13	160	22	34	359	13	11	3	86	5	48	29	9	0	2	36	61	0	15	249	3	1	494	56	1,925

西部計画区 (単位: 10³m³)

年級	ブナ類	クリ	ケン類	シイ類	クヌギ	コヒバ	ミズナ	カシワ類	カシバ類	クヤキ	クヌキ類	カツラ	ニレ類	シナノキ	ウルシ	ヤマモロ類	シオン	ホオノキ	キハダ	クルミ類	カエデ類	ハノノキ類	アカシア	その他広	針葉樹	合計		
A	4~16	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4		
	18~34	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2		
	3611上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	小計	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	7		
	4~16	0	26	52	2	144	237	9	3	0	32	6	0	0	0	10	0	0	13	0	6	60	0	4	213	21	841	
B	18~34	0	8	28	3	80	117	10	1	0	32	2	0	0	1	0	0	8	0	6	45	0	10	125	27	503		
	3611上	0	0	3	0	2	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	8	0	0	15	4	53	0			
	小計	0	35	83	5	226	365	19	5	0	72	8	0	0	0	11	0	0	22	0	13	114	0	14	353	52	1,397	
C	4~16	1	16	78	3	87	120	8	2	0	23	1	0	1	0	4	0	0	4	3	9	43	0	1	165	25	543	
	18~34	1	32	21	7	72	129	12	1	0	39	7	0	1	0	4	0	0	4	3	16	59	0	2	195	41	648	
	3611上	0	10	5	4	3	17	5	0	0	18	7	0	0	0	1	0	0	3	3	1	14	0	0	48	18	156	
	小計	2	58	53	14	162	266	25	4	0	80	16	0	2	0	9	0	0	11	8	26	117	0	3	407	84	1,347	
D	4~16	1	1	8	1	4	18	3	0	0	7	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	14	0	0	32	5	98	
	18~34	2	2	17	4	7	38	7	0	0	21	4	2	0	0	2	0	0	1	6	0	30	0	0	50	11	205	
	3611上	2	1	29	4	4	30	2	0	0	27	5	1	0	0	3	0	0	0	3	0	0	0	0	50	13	208	
	小計	5	5	53	9	15	87	12	0	0	56	11	3	0	0	6	0	0	2	9	1	77	0	0	131	29	511	
E	4~16	2	0	6	1	4	11	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	5	0	0	24	2	58	
	18~34	10	2	6	0	2	26	7	0	0	3	8	2	0	0	0	0	0	2	3	0	0	20	0	0	36	3	130
	3611上	67	11	30	2	0	8	6	0	0	13	78	17	0	0	1	0	0	10	8	0	0	37	0	0	66	17	372
	小計	78	13	42	2	6	45	14	0	0	16	87	20	0	0	2	0	0	10	11	3	0	62	0	0	127	22	560
F	4~16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2		
	18~34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	5		
	3611上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0		
	小計	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	8	1	12	
G	4~16	4	44	94	6	240	387	21	6	0	62	11	1	1	0	15	0	0	18	3	15	122	0	5	437	53	1,547	
	18~34	13	45	72	13	162	311	36	3	0	96	21	4	1	0	7	0	0	15	11	23	155	0	12	408	83	1,492	
	3611上	69	23	67	10	9	67	13	0	0	66	89	19	0	0	5	0	0	10	12	6	1	94	0	0	182	52	794
合計	86	111	233	30	412	765	71	9	0	223	121	24	2	0	28	0	0	10	45	20	39	371	0	17	1,027	188	3,833	

附表2 全 境 (単位: 10³m³)

年級	ブナ類	クリ	ケン類	シイ類	クヌギ	コヒバ	ミズナ	カシワ類	カシバ類	クヤキ	クヌキ類	カツラ	ニレ類	シナノキ	ウルシ	ヤマモロ類	シオン	ホオノキ	キハダ	クルミ類	カエデ類	ハノノキ類	アカシア	その他広	針葉樹	合計		
A	4~16	0	0	0	0	3	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	15		
	18~34	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4			
	3611上	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
	小計	0	0	0	0	5	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	19			
	4~16	0	28	63	12	152	288	9	3	1	33	6	0	0	0	10	0	0	15	0	7	66	0	4	278	22	999	
B	18~34	0	10	35	5	89	174	10	2	0	33	2	0	0	0	3	0	0	9	0	7	48	0	11	184	27	624	
	3611上	0	0	4	0	2	13	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	1	0	0	9	0	0	21	4	62		
	小計	0	38	92	16	242	452	19	5	1	75	9	0	0	0	14	0	0	25	0	13	123	0	15	482	54	1,684	
C	4~16	2	24	118	17	105	314	8	4	0	48	4	0	12	0	4	0	0	10	3	9	102	0	1	390	33	1,209	
	18~34	2	33	76	21	87	291	12	10	0	86	11	0	9	0	7	0	0	17	3	19	121	0	2	367	56	1,231	
	3611上	0	10	9	4	3	26	5	0	0	21	7	0	0	1	0	0	4	3	1	20	0	0	66	25	205		
	小計	4	67	203	43	195	631	25	15	0	154	22	0	21	0	12	0	0	31	8	29	243	0	3	823	114	2,645	
D	4~16	1	12	2	4	22	4	0	0	11	2	5	3	0	1	0	0	5	1	0	23	0	0	67	10	189		
	18~34	35	3	29	6	7	47	8	0	0	29	4	31	4	4	2	2	0	19	6	4	56	3	0	91	14	406	
	3611上	41	1	32	5	4	36	13	0	0	31	5	11	3	2	3	0	0	9	3	0	54	0	0	66	15	335	
	小計	91	6	74	13	16	105	25	0	0	71	11	46	10	6	6	2	0	33	9	5	133	3	0	224	39	930	
E	4~16	11	0	6	1	3	11	1	0	0	0	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0	7	0	0	30	3	77	
	18~34	38	2	6	2	26	7	0	0	3	8	4	0	1	0	0	0	13	6	3	4	25	0	0	67	5	227	
	3611上	142	11	35	17	0	8	6	0	0	13	78	20	0	1	1	0	0	32	14	0	7	77	0	0	135	19	617
	小計	191	13	47	24	6	46	14	0	0	16	89	25	0	2	2	0	46	21	3	11	110	0	0	223	27	921	
F	4~16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5			
	18~34	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	7	5		
	3611上	7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	6	0	0	9	9		
	小計	11	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	10	0	0	18	15	59	
G	4~16	29	53	199	32	270	643	22	8	1	93	16	6	15	0	16	0	0	30	3	17	200	0	5	772	68	2,996	
	18~34	78	48	147	38	186	515	38	12	1	150	26	35	14	6	13	2	14	52	11	34	254	3	13	716	108	2,513	
	3611上	190	23	81	26	9	83	24	0	1	74	89	31	3	6	0	0	33	28	6	8	166	0	0	296	72	1,250	
	小計	297	121	427	97	465	1,241	83	20	4	317	131	72	32	9	34	2	46	110	20	58	619	3	17	1,784	248	6,259	

神林試研報15 (1988) 55-64

神奈川県における人工林の生産力(Ⅰ)
神奈川県スギ、ヒノキ人工林林分密度管理図の調製

山根正伸

Productiveness of artificial stand forest in Kanagawa Prefecture (I)
Construction of the local stand density control diagram for Sugi (*Cryptomeria japonica*)
and Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*)

Masanobu YAMANE

I はじめに

神奈川県における民有林人工林面積は32千haで森林面積の37%をしめる。これらは主に木材の生産機能に重点が置かれているが、首都近郊に位置するため、水土保全、環境保全など各種の公益的機能の維持・発揮にも充分に留意されなくてはならない。また、木材の生産機能についても、伐期の長期化、伐期齢の多様化による林分齡級配置の平準化や、従来の単層林施業に加えて複層林施業の導入など多様な取り扱いが求められるようになってきた。

このような課題に対応するには、立地にあった森林の取り扱い方を確立することが重要であり、林地の生産力の評価や、適正な森林の管理のための施業指針づくりが行われなくてはならない。

ここでは、この作業の一助として、人工林の資源量の把握、収穫量の予測、施業体系の検討、間伐の設計等の基礎資料となる林分密度管理図を、本県の人工林主要樹種であるスギ、ヒノキについて作成したので報告する。

II 資料など

1 対象地域

密度管理図を作成した樹種及び対象地域は、スギ、ヒノキ人工林、神奈川県全域である。

2 資料の収集、資料数

資料は、過去の現地調査資料を収集・整理したもので、その内訳は表1のとおりである。密度管理図の調製には、この内、調製に必要な林分構成因子が得られるものについて抽出した。

表1 現地調査資点の内容

資料名	プロット数(点)	
	スギ	ヒノキ
人工林生産力調査	85	100
収穫予想表調査	148	175
県有林經營計画	41	122
密度管理図調整	6	8
林業試験場調査	47	0
雪害被害実態調査	48	0
經營コンクール	23	20
写真判読精度調査	176	125
その他の	41	13
計	615	563

この結果、得られた資料数はスギが515点、ヒノキが539点で、各樹種とも図1に示すように神奈川県のほぼ全域から得られた。

3 資料の整理

(1) 諸林分構成因子の計算

各資料の現地調査の結果をもととして調査地毎に、上層樹高、ha当たりの本数、ha当たりの幹材積、ha当たり胸高断面積合計、林分平均胸高直径、林分平均樹高を計算した。幹材積の計算にあたっては、東京管林局幹材積表¹⁾を用いた。

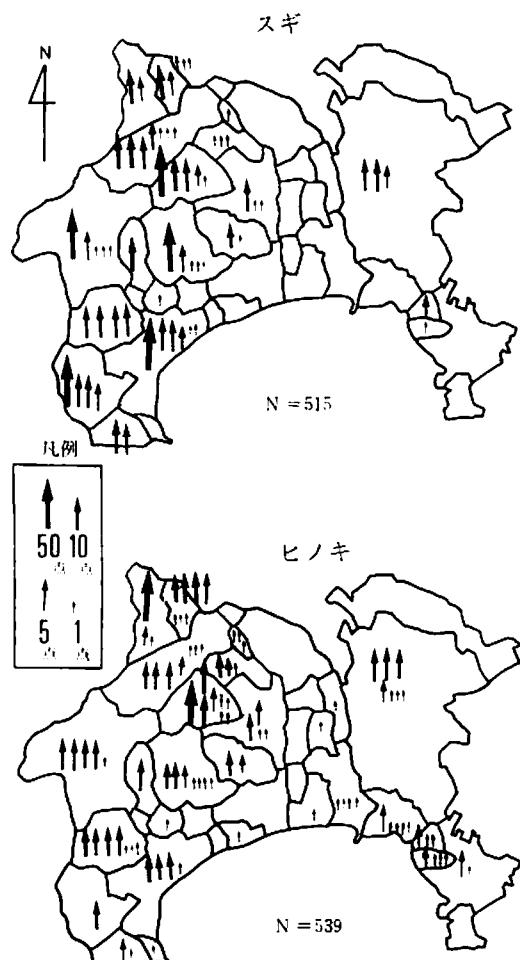


図-1 現地資料の市町村別の分布

なお、資料の半数以上が上層樹高の計算が困難であったので、上層樹高が求めることができた資料を用いて、次の式により各調査地の林分平均樹高より上層樹高を推定した。

$$Y = X^2 / (a + bX)$$

Y：推定上層樹高 X：林分平均樹高

a, b : 係数

最小2乗法で求めたスギ、ヒノキの式の係数a, bおよび重相関係数を表-2に示した。

表2 上層樹高推定式の係数と当てはめ

	スギ	ヒノキ
a	1.7101	1.5653
b	0.1311	0.1439
r ²	0.9808**	0.9815**

**99%水準で有意

(2) 資料の適否のチェック

上記の計算結果をもとに資料の適否のチェックを行った。チェックの内容は、次の場合を不適と判定することとした。

- (ア) 立木調査によって計算された平均樹高が5m未満である。
- (イ) 平均直径と断面積平均直径が大きく異なり二段林的様相である。

この結果スギでは6点が、ヒノキでは7点が不適資料として除外された。

III 人工林密度管理図の調製

II-3で整理した資料を用いて林分密度管理図の調製を行った。調製にかかる計算はパソコンによるプログラム^{2), 3)}を用いた。

計算の手順はスギ人工林林分密度管理図説明書(南関東、東海地方)⁴⁾、およびヒノキ人工林林分密度管理図説明書(関東、中部地方)⁵⁾によ

った。

1 林分構成因子間の関係による異常資料の吟味

スギ509点、ヒノキ532点の調査資料を用いて、林分構成因子間の関係を示すスギ①-④式、およびヒノキ①'-④'式を求めた。さらに各式について、実測値と推定値との偏差を標準偏差で除いたものがt値表の1%水準を越える調査地には2、5~1%水準のものには4のスコアを与え、4つの推定式によるスコア-合計が4以上になるものを異常資料として棄却することとした。

林分形状高と上層樹高、林分密度との関係

$$\text{スギ } HF = 0.46562417 + 0.42872062H + 0.064668049\sqrt{N} \cdot H / 100 \cdots ①$$

重相関係数0.9281 残差の標準偏差0.7983

$$\text{ヒノキ } HF = 0.20750485 + 0.45965347H \cdots ①'$$

重相関係数0.9449 残差の標準偏差0.6288

平均直径と断面積平均直径、林分密度との関係

$$\text{スギ } d = -0.24702865 + 0.99275158dg \cdots ②$$

重相関係数0.9936 残差の標準偏差0.74131

$$\text{ヒノキ } d = -0.15867363 + 0.99545981dg \cdots ②'$$

重相関係数0.9950 残差の標準偏差0.59220

平均樹高と上層樹高、林分密度との関係

$$\text{スギ } H = -0.15388338 + 0.99488548H - 0.16612045\sqrt{N} \cdot H / 100 \cdots ③$$

重相関係数0.9950 残差の標準偏差0.44576

$$\text{ヒノキ } H = -0.08242544 + 0.99858064H - 0.16397920\sqrt{N} \cdot H / 100 \cdots ③'$$

重相関係数0.9955 残差の標準偏差0.36411

平均単木材積と上層樹高、ha当り本数との関係

$$\text{スギ } \log v = -1.3192649 + 2.0487885 \log H - 0.56775326 \log N \cdots ④$$

重相関係数0.9666 残差の標準偏差0.10171

$$\text{ヒノキ } \log v = -2.036227 + 2.22373258 \log H$$

$$-0.3908554 \log N \cdots ④'$$

重相関係数0.9623 残差の標準偏差0.10828

H : 上層樹高 N : ha当り本数

HF : 林分形状高 d : 平均直径

dg : 断面積平均直径 H : 平均樹高

v : 平均単木材積

①-④、①'-④'式による測定値でスコア-合計が4以上となり棄却することとした調査地は、スギが12点、ヒノキが8点であった。

2 林分構造因子間の関係式の再計算

前節の吟味の結果棄却された調査地を除いた資料を用いて、前述の4種の回帰式を再計算して⑤-⑧、⑤'-⑧'式を得た。

スギ

$$HF = 0.65712059 + 0.43850057 \cdot H \cdots ⑤$$

重相関係数 0.9733

$$d = -0.30470539 + 0.99593976 \cdot dg \cdots ⑥$$

重相関係数 0.9963

$$H = -0.15668993 + 0.99237631 \cdot H - 0.1556527\sqrt{N} \cdot H / 100 \cdots ⑦$$

重相関係数 0.9950

$$\log v = -1.3356971 + 2.0654109 \log H - 0.56784768 \log N \cdots ⑧$$

重相関係数 0.9721

ヒノキ

$$HF = 0.027052996 + 0.44169727 \cdot H + 0.076919296\sqrt{N} \cdot H / 100 \cdots ⑤'$$

重相関係数 0.9719

$$d = -0.19050564 + 0.99647951 \cdot dg \cdots ⑥'$$

重相関係数 0.9963

$$H = -0.08242541 + 0.99858064 \cdot H - 0.16397920\sqrt{N} \cdot H / 100 \cdots ⑦'$$

重相関係数 0.9955

$$\log v = -2.139231 + 2.2628994 \log H - 0.36784153 \log N \cdots ⑧'$$

重相関係数 0.9642

3 収量密度効果の逆数式の計算

(1) 逆数式の初期値

2 m 上層樹高階毎に⑨式で示される競争密度効果の逆数式を当てはめ係数 A、B を求めた。その結果を表-3 に示す。

$$1/V = A/N + B \quad \dots \dots \textcircled{9}$$

v : 平均材積 N : ha 当り本数

競争密度効果の逆数式の係数 A、B は上層樹高と⑩式に示す関係があるので、表-3 に示す A、B の値を用いて⑩式の係数を最小二乗法で解くと、表4 の結果が得られた。

表3 上層樹高別の競争密度効果の逆数式の係数
スギ

上層樹高	A	B
6m	0.82535476D-02	0.10005863D+02
8	0.54985420D-02	0.62135875D+01
10	0.26944869D-02	0.68425009D+01
12	0.22018188D-02	0.44613329D+01
14	0.27227312D-02	0.15089998D+01
16	0.16970718D-02	0.17438835D+01
18	0.11546107D-02	0.14581650D+01
20	0.13712488D-02	0.66229557D+00
22	0.12195955D-02	0.43612404D+00
24	0.78511297D-03	0.55050756D+00
26	0.11159273D-02	0.27364509D+00
28	0.32046180D-02	-0.77698794D+00

ヒノキ

上層樹高	A	B
4m	0.30740524D-01	-0.31651826D+02
6	-0.47294459D-04	0.32542466D+02
8	0.22461235D-02	0.13656848D+02
10	0.25755518D-02	0.68877685D+01
12	0.27460041D-02	0.25075463D+01
14	0.21870714D-02	0.17319016D+01
16	0.18833993D-02	0.11175228D+01
18	0.11872113D-02	0.10753347D+01
20	0.81120080D-03	0.83487985D+00
22	0.76555822D-03	0.77788167D+00
24	0.43231653D-02	-0.15843013D+01

表4 ⑩式の係数

	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄
スギ	0.10070153	-1.46121230	1335.273419	-2.4897630
ヒノキ	0.04344574	-1.23711729	4674.574381	-2.9090767

$$A = b_1 H^{b_2}$$

$$B = b_3 H^{b_4} \quad \dots \dots \textcircled{10}$$

なお、最多密度曲線を安藤¹¹が定めた⑪、⑫式と一致させるため、b₂は⑫、⑬式から求めたものを用いた。

スギ

$$\log V = 5.9637 - 0.9184 \log N \quad \dots \dots \textcircled{11}$$

$$b_2 = b_1 (1 + 1/K_1) = -1.19192991 \quad \dots \dots \textcircled{12}$$

$$K_1 = -1.9184$$

ヒノキ

$$\log V = 4.7257 - 0.5876 \log N \quad \dots \dots \textcircled{11'}$$

$$b_2 = b_1 (1 + 1/K_1) = -1.0756635 \quad \dots \dots \textcircled{12'}$$

$$K_1 = -1.5867$$

(2) 逐次近似法による収量密度の逆数式の決定

⑨式の両辺を ha 当り本数 N で割れば、⑩式に示す収量密度効果の逆数式が得られる。

$$1/V = A + B/N = b_1 H^{b_2} + b_3 H^{b_4}/N \quad \dots \dots \textcircled{13}$$

前項で求めた b₁～b₄ の値を初期値として、Marquardt の逐次近似法で、⑩式による推定材積と実測材積の残差平方和ができるだけ小さくなるまで計算を繰り返した。各段階の b₁～b₄ の重み付き残差平方和を表5 に示す。

表5 逐次近似法の各段階における $b_1 - b_4$ の値と残差平方和
スギ

ステップ	b_1	b_2	b_3	b_4	残差平方和
初期値	0.10070153	-1.19193	1335.3	-2.489763	0.18977873D+08
2	0.07116383	-1.37689	3404.5	-2.876113	0.50574625D+07
3	0.08421041	-1.38617	4474.2	-2.895518	0.23818044D+07
4	0.08804931	-1.39280	4968.4	-2.909359	0.52712954D+07
5	0.08836964	-1.39339	5039.8	-2.911634	0.52712348D+07
6	0.08839259	-1.39401	5044.3	-2.911886	0.52712340D+07
7	0.08839456	-1.39402	5044.6	-2.911907	0.52712340D+07
8	0.08839471	-1.39403	5044.7	-2.911909	0.52712340D+07
9	0.08839473	-1.39403	5044.7	-2.911909	0.52712340D+07

ヒノキ

ステップ	b_1	b_2	b_3	b_4	残差平方和
初期値	0.04344574	-1.077664	4674.6	-2.890977	0.76665628D+07
2	0.03505008	-1.129375	6759.5	-3.054337	0.51893308D+07
3	0.03694575	-1.130847	7057.5	-3.058319	0.19607391D+07
4	0.03706414	-1.130865	7711.4	-3.058366	0.19602290D+07
5	0.03703337	-1.130859	7070.9	-3.058351	0.19601290D+07

注：残差平方和は重み付き残差平方和

なお、重みは次式で求めたものである。

$$w = 10^4 / \delta v^2 \quad \dots \dots \text{⑭}$$

$$\text{スギ} \quad \delta v^2 = N^2 (0.178546 v^{0.9218 \times 10^{0.03+132}} \cdot v)^2$$

$$\text{ヒノキ} \quad \delta v^2 = N^2 (0.134775 v^{0.11 \times 10^{0.269976}} \cdot v)^2$$

w : 重み δv^2 : ha当たりの材積の分散

v : ⑨式による推定材積

最終的に決定した収量密度効果の逆数式は⑮、⑯式に示すとおりである。

$$\text{スギ} \quad v = (0.08839473 H^{-1.394025} + 5044.7 H^{-2.911905} / N)^{-1} \quad \dots \dots \text{⑮}$$

$$\text{ヒノキ} \quad v = (0.03703337 H^{-1.130859} + 7070.9 H^{-3.058351} / N)^{-1} \quad \dots \dots \text{⑯}$$

4 各種曲線の計算

(1) 等平均樹高線（上層樹高）と等収量比数線

収量比数が Ry の時の上層樹高 H_{top} と本数 N_{ry} の間の関係は、逆数式のパラメータ b₁～b₄ と競争限界比数 R_f により

$$N_{ry} = K_1 \cdot H_{top}^{b_1 + b_2} \cdot \frac{(1 - R_f) \cdot Ry}{1 - (1 - R_f) \cdot Ry} \cdot \frac{b_3}{b_4} \quad \dots \dots \text{⑯}$$

N_{ry} : 収量比数 R_y におけるha当たり本数

となる。

また、収量比数が R_y の時の等収量比数線上では、本数 N_{ry} と ha 当たり材積の間に

$$V_{ry} = K_2 \cdot N_{ry}^{\frac{b_4}{b_2 - b_1}} \quad \dots \dots \text{⑰}$$

$$K_2 = \frac{(1 - R_f) Ry}{b_1} \cdot \left[\frac{b_1}{b_2} \cdot \frac{1 - (1 - R_f) Ry}{(1 - R_f) Ry} \right]^{\frac{b_2}{b_2 - b_1}} \quad \dots \dots \text{⑰'}$$

V_{ry} : 収量比数 R_y におけるha当たり材積

の関係があるから、推定された上層樹高と収量比数に応する本数と材積は⑯、⑰、⑯'、⑰'式より計算できる。

スギ、ヒノキの等収量比数曲線上の上層樹高、ha当たり材積は次の各式で求められる。

$$\text{スギ} \quad \log N_{ry} = K_1 - 1.517884 \log H \quad \dots \dots \text{⑯}$$

$$\log V_{ry} = K_2 - 0.918400 \log N \quad \dots \dots \text{⑰}$$

$$\text{ヒノキ} \log N_{ry} = K_1 - 1.927492 \log H \quad \dots \dots \text{⑯'}$$

$$\log V_{ry} = K_2 - 0.587600 \log N \quad \dots \dots \text{⑰'}$$

(2) 等平均直径曲線

平均直径 d と収量比数の組合せごとに、上層樹高の初期値を 4m として、⑯、⑯'式で求められる ha 当たり本数を用いて、⑮、⑯'式で ha 当たり材積を求める。

この値を⑤式で求められる林分形状高で除して ha 当たりの断面積を求め、⑩式で断面積平均

直径を求める。

$$G = V / HF$$

$$\bar{d} g = 200 \sqrt{G / (\pi N)} \quad \dots \dots \textcircled{18}$$

G : 断面積合計 $\bar{d} g$: 断面積平均直径

この断面積平均直径を $\textcircled{18}$ 式にいれて平均直径dhatを推定する。dhatが与えられたdより小さければ、上層樹高に2mを加えて同様計算を続ける。もある上層樹高でdhat > dとなれば、1ステップ前に戻って上層樹高の増分を0.2mとして計算を続け $dhat - d \geq 10^{-3}$ cmかつha当たり本数が前回計算と0.5本以下の差となったところで計算を終了する。

この時の上層樹高とha当たり本数を用いて $\textcircled{19}$ 式で求めたha当たり材積が、その平均直径における各収量比数曲線上の材積を示す。

このようにして得られた点を結んだのが等平均直径曲線である。

(3) 限界競争比数

調査地ごとの各樹種の競争比数は、次式で求められる。

$$\text{スギ } R_c = 5044.7 H^{-0.89125} \cdot V / N \quad \dots \dots \textcircled{19}$$

$$\text{ヒノキ } R_c = 7070.9 H^{-0.86635} \cdot V / N \quad \dots \dots \textcircled{19}'$$

Rc : 競争比数

V : $\textcircled{15}$ 、 $\textcircled{15}'$ 式による推定材積

材積調査地ごとに $\textcircled{19}$ 、 $\textcircled{19}'$ 式で求めたRcの中で最小のものを限界収量比数とすることもできるが、この場合には最多密度曲線を $\textcircled{15}$ 式で現わすこととしたので、 $\textcircled{11}$ 式で与えられる最多密度曲線に対応する限界競争比数は、 $\textcircled{20}$ 、 $\textcircled{20}'$ 式から逐次近似法で求めた。

$$\text{スギ } 3.482090 = \frac{(1 - R_f)^{1.958}}{R_f^{0.914}} \quad \dots \dots \textcircled{20}$$

$$R_f = 0.17290$$

$$\text{ヒノキ } 1.570360 = \frac{(1 - R_f)^{1.958}}{R_f^{0.914}} \quad \dots \dots \textcircled{20}'$$

$$R_f = 0.229186$$

R : 限界競争比数

なお、 $\textcircled{19}$ 、 $\textcircled{19}'$ 式で求められる調査地の最小値はスギ0.2176(調査地16)、ヒノキ0.2763(調査地290)である。

なお、林分密度管理図に示されている収量比数0.5~1.0(最多密度)に対する $\textcircled{16}$ 、 $\textcircled{16}'$ 、 $\textcircled{17}$ 、 $\textcircled{17}'$ 式の係数K₁、K₂の値を表6に示す。

表6 $\textcircled{16}$ 、 $\textcircled{16}'$ 、 $\textcircled{17}$ 、 $\textcircled{17}'$ 式の係数K₁、K₂の値
スギ

収量比数	K ₁	K ₂	全国スギのK ₂
最多密度曲線	5.4362	5.9637	5.9637
0.90	5.2206	5.7205	5.6969
0.80	5.0479	5.5107	5.4756
0.70	4.8950	5.3124	5.2704
0.60	4.7503	5.1125	5.0661
0.50	4.6051	4.9000	4.8503

ヒノキ

収量比数	K ₁	K ₂	全国ヒノキのK ₂
最多密度曲線	5.8076	4.7257	4.7257
0.90	5.6360	4.5792	4.5455
0.80	5.4873	4.4409	4.3890
0.70	5.3498	4.3022	4.2389
0.60	5.2156	4.1565	4.0854
0.50	5.0782	3.9967	3.9200

(4) 自然枯死線

植栽本数N₀に対する自然枯死線は $\textcircled{22}$ 、 $\textcircled{22}'$ 式で求められる平均単木材積の関数として $\textcircled{21}$ 、 $\textcircled{21}'$ 式で求めた。

スギ

$$1/N = 1/N_0 + v / 3.47098 \cdot$$

$$10^6 \cdot N^{-0.384} \dots \textcircled{21}$$

$$V = (0.08839473 H^{1.391625} \cdot N$$

$$+ 5044.7 H^{-0.89125})^{-1} \dots \textcircled{21}'$$

ヒノキ

$$1/N = 1/N_0 + v/1.512540 \cdot$$

$$10^5 \cdot N^{-0.586} \cdots ②'$$

$$V = (0.0370337H^{-1.0859} \cdot N$$

$$+7070.9H^{-1.0583})^{-1} \cdots ③'$$

N : ある上層樹高におけるha当たり本数

N₀ : 植栽本数

4 推定精度

許容誤差率25%で求めた χ^2 の値を、自由度N（スギ496、ヒノキ524）、危険率5%の χ^2 の値（ χ_{α}^2 ）と比較すると有意とは認められなかった。なお、参考のために誤差率の分布を表7に示す。

表7 誤差率の分布

スギ

誤差率範囲	材積		断面積		直徑	
	プロット数 (%)					
-40%以上	3	0.6	4	0.8	0	0.0
- -40%	4	0.8	5	1.0	1	0.2
- -30%	18	3.4	25	4.8	4	0.8
- -20%	73	13.9	79	15.1	15	2.9
- -10%	111	21.3	112	21.4	150	28.6
- 0%	101	19.3	71	13.6	172	32.8
- 10%	74	14.1	80	15.3	106	20.2
- 20%	56	10.7	49	9.4	52	9.9
- 30%	25	4.8	32	6.1	14	0.1
- 40%	25	4.8	26	5.0	4	0.8
40%以上	34	6.5	41	7.8	6	1.1

ヒノキ

誤差率範囲	材積		断面積		直徑	
	プロット数 (%)					
-40%以上	2	0.4	1	0.2	0	0.0
- -40%	3	0.6	9	1.8	0	0.0
- -30%	31	6.3	26	5.2	3	0.6
- -20%	66	13.3	69	13.9	33	4.6
- -10%	90	18.2	86	17.3	134	27.0
- 0%	71	14.3	77	15.5	149	30.0
- 10%	97	19.6	79	15.9	121	24.4
- 20%	56	11.3	72	14.5	48	9.7
- 30%	36	7.3	30	6.1	13	2.6
- 40%	19	3.8	25	5.0	3	0.6
40%以上	25	5.0	22	4.4	2	0.4

$$\chi^2 = 1/E \cdot \sum (V_{\text{hat}}/V - 1)^2$$

$$\chi^2 = 0.8543 + N + 1.645\sqrt{2n-1}$$

V : 実測材積

V_{hat} : 推定材積

N : 調査地数

E : 許容誤差率

5 成果図の作成

(1) 各曲線の描画

前項2～4の計算結果を基にしてX-Yプロッターによって各種曲線を描画した（図2）。

V 引用・参考文献

- 1) 安藤 貴：同齡単純林の密度管理に関する生態学的研究、林業試験場研究報告第210号、1-153、
- 2) 林野庁：スギ人工林林分密度管理図説明書－南関東、東海地方－、1981
- 3) 林野庁：ヒノキ人工林林分密度管理図説明書－関東、中部地方－、1982
- 4) 森林計画研究会編：新たな森林・林業の長期ビジョン、地球社、1987
- 5) 林野庁：東京営林局立木幹材積表
- 6) 山根正伸：Basic版密度管理図作成プログラム（1）、J.PC-For.5 (2), 1-25, 1987
- 7) 山根正伸：Basic版密度管理図作成プログラム（2）、J.PC-For.5 (4), 165-169, 1987

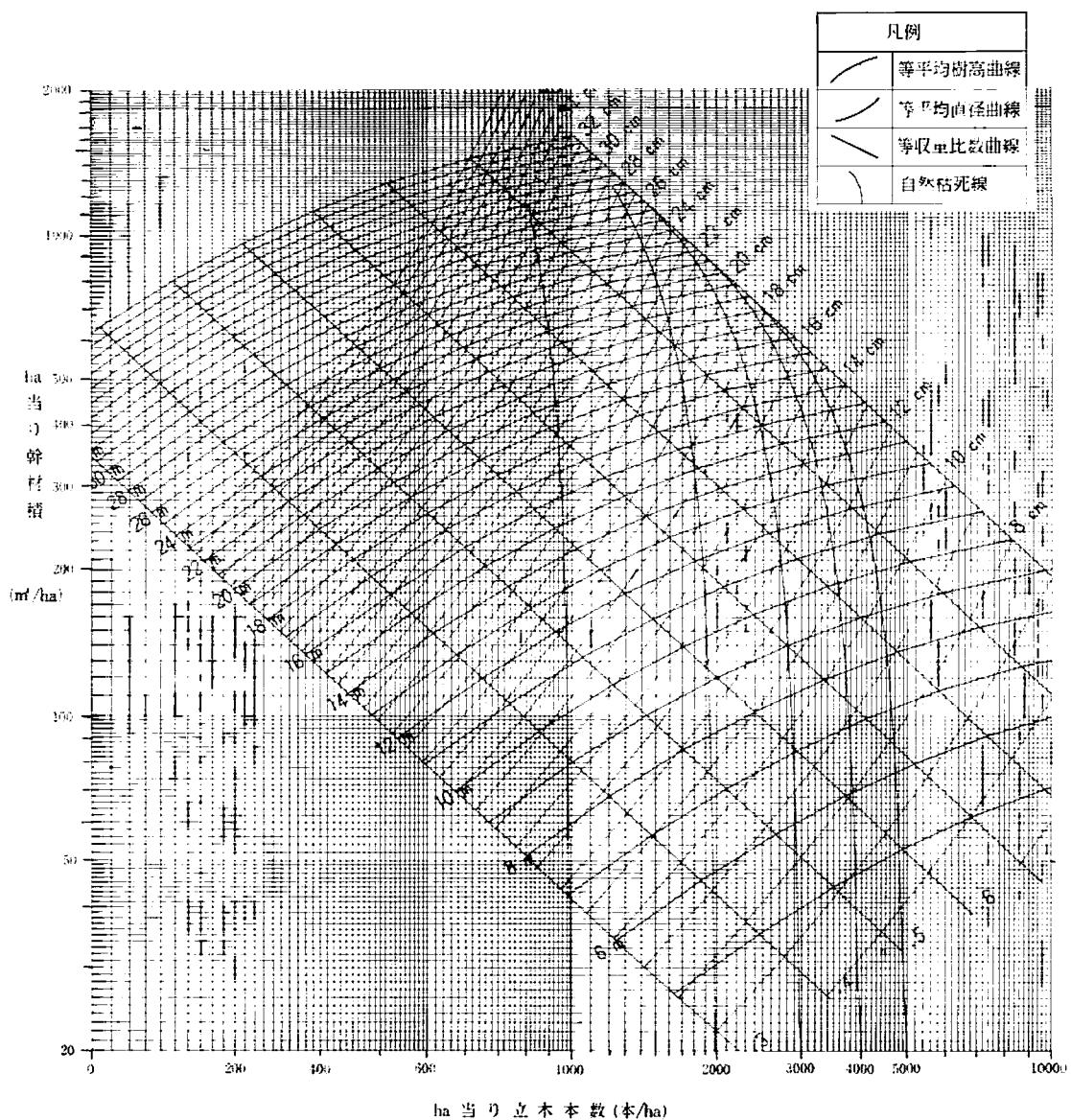


図2-1 神奈川県スギ林分密度管理図

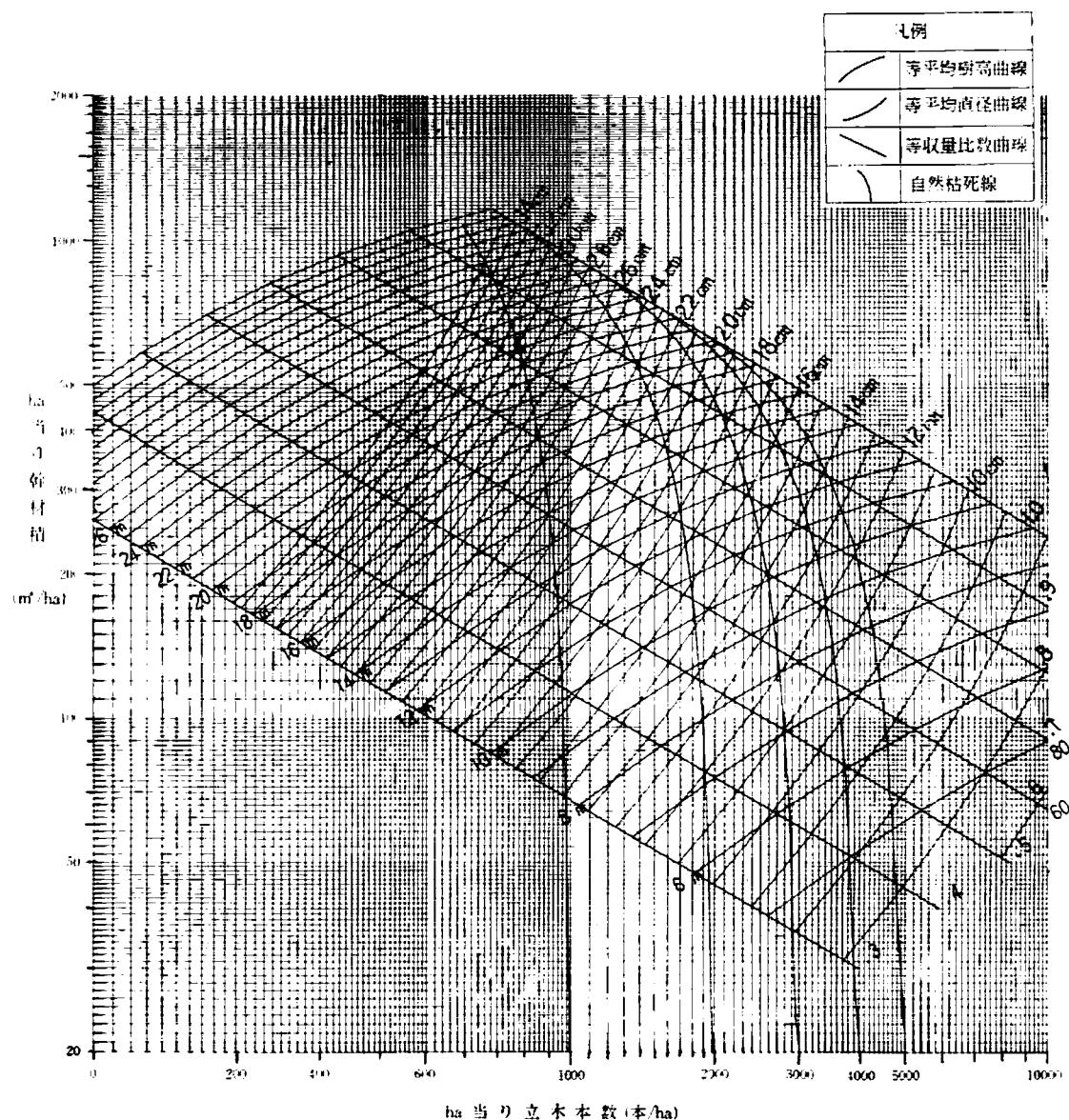


図2-2 神奈川県ヒノキ林分密度管理図

(図2-1、2-2の説明)

林分密度管理図の説明 ……()内はヒノキ

この密度管理図を使用するにあたっての使用上の注意ならびに使用法は次のとおりである。

1. この林分密度管理図は、神奈川県内の民有林のスギ(ヒノキ)人工林に適用する。
2. 等平均樹高線は、ある上層樹高におけるha当たり本数と幹材積との関係を示すものであり、等平均直径曲線は、等平均樹高曲線上で平均胸高直径を知るために用いるものである。
3. 上層樹高とは、被圧木、枯損木を除いた立木の平均樹高であり、ha当たり本数、幹材積、平均胸高直径は全生立木の値である。
4. この図から、上層樹高とha当たり本数に応じたha当たり材積、平均胸高直径などを読み取ることができる。例えば、上層樹高16mの林分でha当たり本数が1,000本ならば、横軸に示されている1,000本の線と16mの等平均樹高曲線との交点を横軸に示される幹材積で読み取れば290m³(280m³)となり、ha当たり290m³(280m³)であることが分かる。また、その交点の位置は21cm(22.6cm)と22cm(23cm)の等平均直径線のはば中央にあるので、平均直径は21.6cmと読み取れる。さらに収量比数は等収量比数直線との関係から0.65(0.64)であることが読み取れる。

なお、ha当たりの材積、平均直径などの正確な値は、それぞれ次式で求められる。

スギ

$$V = (0.08839473 H^{-1.394625} + 5044.7 H^{-2.011902}/N)^{-1}$$

$$HF = 0.65712059 + 0.13850057H$$

$$G = V/HF$$

$$dg = 200\sqrt{(G/(\pi N))}$$

$$d = -0.34070539 + 0.99593976dg$$

$$Ry = V/Vry$$

$$\log Vry = 5.9637 - 0.918400 \log N$$

$$\log Nry = 5.4362 - 1.517884 \log H$$

ヒノキ

$$V = (0.03703337 H^{-1.130559} + 7070.9 H^{-3.058351}/N)^{-1}$$

$$HF = (0.027052996 + 0.44169727H + 0.076919296\sqrt{NH}/100$$

$$G = V/HF$$

$$dg = 200\sqrt{(G/(\pi N))}$$

$$d = -0.19050564 + 0.99647951dg$$

$$Ry = V/Vry$$

$$\log Nry = 5.8076 - 1.927492 \log H$$

$$\log Vry = 4.7527 - 0.587600 \log N$$

H : 上層樹高

N : ha 当り本数

HF : 林分形状高

d : 平均直径

dg : 断面積平均直径

H : 平均樹高

v : 平均単木材積

G : 断面積合計

dg : 断面積平均直径

Vry : 収量比数 Ry における ha 当り材積

Nry : 最多密度における ha 当たり材積

5. 4で求められる材積、直径は、与えられた上層樹高とha当たり本数についての平均的な値であるから、個々の林分についてはかなりの誤差を伴うことがあるが、幹材積については、100林分中80林分は25%以内の誤差率で推定される。平均直径かha当たり断面積が実測されているときは、次式で材積を補正すると誤差率は1/4-1/5となる。

$$Vc = V^* \text{ (実測直径/推定直径)}^2$$

$$Vc = V^* \text{ (実測断面積/推定断面積)}$$

Vc : 補正した断面積

V : 式による推定材積

推定断面積は $G = V/HF$ で求めたものである。

6. 下層間伐による間伐量は、間伐前の上層樹高とha当たり本数に対応するha当たり材積と、間伐後のha当たり材積(間伐率や管理基準として定めた収量比数などから求めた残存本数と間伐後の上層樹高とに対する材積)の差として求められる。
7. 調査対象林分の面積が広く、生育状態(上層樹高やha当たり本数)に違いがある場合には、林相区分を行い、各区分毎の上層樹高、ha当たり本数を用いて算出した値に、区分面積と全面積との比を重みとしてha当たりの材積、平均胸高直径を求めるといい結果が得られる。

神林試研報15 (1988) 65-69 (70)

神奈川県における人工林の生産力(Ⅱ) スギ、ヒノキ林の地位指数曲線の作成

山根正伸

Productiveness of artificial stand forest in Kanagawa Prefecture (II)
Height curve (site index curve) for Sugi (*Cryptomeria japonica*)
and Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*)

Masanobu YAMANE

I はじめに

前報に引き続いて、神奈川県の人工林の生産力の評価および森林管理の施業指針作りの一環として、地位指数曲線の作成を試みたので報告する。

地位指数曲線は、地位判定の基準を示すものであり、収穫予想や施業体系の選定にあたっての基礎資料となる。

II 資料および方法

1 資料

資料は、前報¹で収集整理したスギ615点、ヒノキ563点の林分調査資料および、これらの調査に付帯して行われた樹幹解析木スギ49本、ヒノキ70本のうち、林齢が不明なものなど一部資料を除いたものである。用いられた資料数は表1にしめすとおりで、その分布は県内の人工林が多い地域からほぼくまなく取られている。計算には、林分調査資料の場合は上層木平均樹高値と林齢を、樹幹解析木の場合は各齢階の樹高計算値と各齢階の樹齢を用いた。

2 方 法

表1 資料一覧

資料名	スギ	ヒノキ
樹幹解析資料	606(49)	825(70)
林分調査資料	362	425

† 内の数字は樹幹解析木数

地位指数曲線の作成は西沢ら²の方法によつて作成した。

すなわち、前項で述べた各資料を用いて、①式の修正指数曲線式よりガイドカーブ（中心曲線）を作成した。

$$Y_t = m \cdot (1 - l \cdot e^{-k(t-t_0)}) \quad \dots \text{①}$$

ここで

Y_t は推定樹高
 m, l, k は定数、
 t は齢階

計算は白石ら³の Deming の最小 2 乗法によるプログラムを用いて行った。

ついで、各齢階のガイドカーブの値と変動係数より、地位指数曲線の形を決定した。ここでは、スギ、ヒノキの各齢階の変動係数が図1に示すような齢階と共に減少する上に凹の曲線となつたので、次式によって地位指数曲線を求め

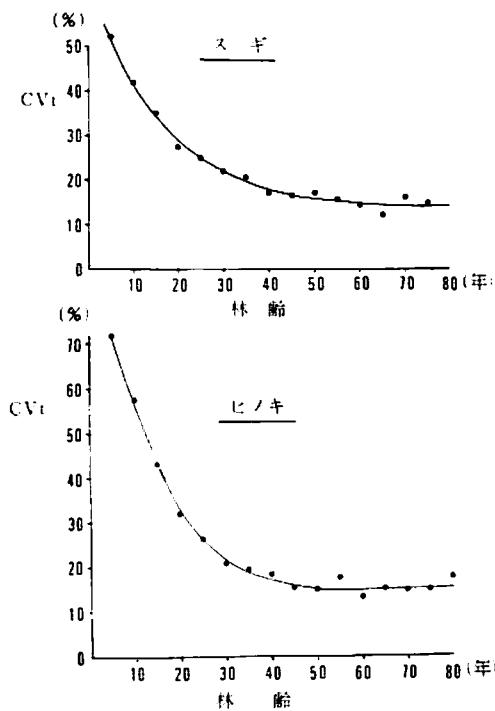


図1 林齢と変動係数の変化傾向

た。

$$y_t = Y_t + (S_I - Y_{40}) \cdot \delta_t / \delta_{40} \quad \dots(2)$$

ここで

y_t は地位指数 S_I の各林齢における樹高推定値

y_t は各林齢におけるガイドカーブ（中心曲線）の樹高値

Y_{40} は40年生における Y_t の値

$$\delta_t = \sqrt{(\sum Y_t - Y_{40})^2 / n}$$

（樹高値の標準偏差）

δ_{40} は40年生における δ_t

III 結果と考察

1 ガイドカーブ（中心曲線）

ガイドカーブの計算に用いられた資料は附図

表2 スギ、ヒノキの各齢階の平均樹高(Y_t)と標準偏差、変動係数

スギ

齢階 年	資料数 点	測定樹高 Y_t (m)	標準偏差 δ_t	変動係数 CV_t (%)
5	50	1.69	0.88	52.2
10	58	4.45	1.87	42.0
15	75	8.12	2.89	35.7
20	95	10.37	2.82	27.2
25	89	12.64	3.18	25.2
30	74	13.83	2.91	21.1
35	76	16.06	3.28	20.4
40	89	16.76	2.96	17.1
45	79	18.00	2.95	16.4
50	54	18.98	3.16	16.7
55	67	19.72	3.01	15.3
60	44	21.03	3.01	14.3
65	34	22.75	2.92	12.8
70	49	22.00	3.57	16.2
75	29	21.12	3.10	14.7
80	2	24.45	1.07	4.4

ヒノキ

齢階 年	資料数 点	測定樹高 Y_t (m)	標準偏差 δ_t	変動係数 CV_t (%)
5	67	1.22	0.87	71.7
10	74	3.23	1.87	57.9
15	93	5.23	2.25	42.9
20	109	7.84	2.51	32.1
25	97	9.45	2.48	26.3
30	97	10.86	2.25	20.7
35	90	11.96	2.34	19.6
40	115	12.87	2.35	18.3
45	101	14.42	2.22	15.4
50	97	14.99	2.22	14.8
55	98	15.74	2.70	17.2
60	106	16.86	2.21	13.1
65	54	17.94	2.73	15.2
70	34	18.85	2.73	14.5
75	17	17.80	2.64	14.9
80	8	16.89	3.13	18.5

のとおりである。これより各齢階ごとに平均樹高、標準偏差、変動係数を求めた(表2)。

次に、①式をあてはめ、ガイドカーブを決定した(表3)。スギ、ヒノキとも相関係数は0.97で、修正指數式はよい適合を示した。

ガイドカーブの形を①式の各係数からみると、樹高の極限値(期末の樹高)を示す m はスギが27.8m、ヒノキが25.1mで、スギが2m強高い。また $t = 0$ の時の樹高値から極限値までの距離を示す s はスギで1.027、ヒノキで1.022とスギが若干大きい。さらに単位時間当たりの増減分の減少率を示す m はスギ0.024、ヒノキ0.019となっている。これらから、スギの樹高成長は林齢が高くなるにつれその增加率は鈍くなるが、ヒノキに比べて長い期間成長し上限値も高い。これに対してヒノキのガイドカーブはスギに比べ

て直線的な成長をする(増減分の減少が小さい)が比較的早い時期に上限値に達すると考えられた。

2 地位指數曲線

続いて、前項で求めたガイドカーブより地位指數曲線を求める。

地位指數曲線は②式より求められるが、 n が少ない場合には、計算された δ_t に信頼がおけないので、齢階を横軸に取ってその関係を図上にプロットして修正した(図2)。

この修正した δ_t を用いて計算したスギ、ヒノキの地位指數曲線は表4、図3のとおりである。

各樹種の曲線をみると、スギでは20年位までは地位指數によって樹高成長の立ち上がりが異なるが、それ以降はいずれも直線的な成長傾向

表3 中心曲線の式の値と計算結果

林 齢 年	ス ギ		ヒ ノ キ	
	Y_t m	推定値 m	Y_t m	推定値 m
5	1.69	2.47	1.22	1.76
10	4.45	5.33	3.23	3.86
15	8.12	7.87	5.72	5.78
20	10.37	10.12	7.84	7.52
25	12.64	12.11	9.45	9.11
30	13.83	13.89	10.86	10.55
35	16.06	15.46	11.96	11.86
40	16.73	16.85	12.87	13.05
45	18.00	18.08	14.42	14.14
50	18.98	19.18	14.99	15.13
55	19.72	20.15	15.74	16.03
60	21.03	21.01	16.86	16.84
65	22.75	21.78	17.94	17.59
70	22.00	22.45	18.85	18.26
75	21.12	23.05	17.80	18.88
80	24.45	23.59	16.89	19.44
m^1	27.7694		25.0865	
l	1.0272		1.0221	
k	0.0240		0.0189	
標準偏差	0.7082		0.9530	
r	0.9771 ²⁾		0.9714 ²⁾	

注1) m, l, k は式の係数

2) 99%水準で有意

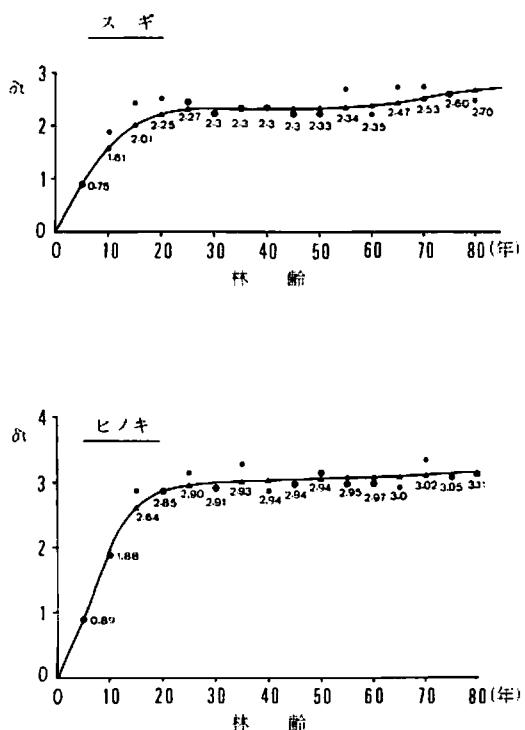


図2 林齢と修正した δ_t の関係

表4 林齢別の地位指数の値

スギ

林齢 年	Si=8	地 位 指 数 (m)								
		10	12	14	16	18	20	22	24	
5		0.4	1.0	1.6	2.2	2.8	3.4	4.0	4.5	
10		0.9	2.2	3.5	4.8	6.1	7.4	8.6	9.9	
15		1.7	3.5	5.3	7.1	8.9	10.7	12.5	14.3	
20		1.5	3.5	5.4	7.4	9.3	11.2	13.2	15.1	17.1
25		3.4	5.4	7.3	9.3	11.3	13.3	15.2	17.2	19.2
30		5.1	7.1	9.1	11.1	13.1	15.0	17.0	19.0	21.0
35		6.6	8.6	10.6	12.6	14.6	16.6	18.6	20.6	22.6
40		8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0
45		9.2	11.2	13.2	15.2	17.2	19.2	21.2	23.4	25.2
50		10.3	12.3	14.3	16.3	18.3	20.3	22.3	24.3	26.3
55		11.3	13.3	15.3	17.3	19.3	21.3	23.3	25.3	27.3
60		12.1	14.1	16.1	18.1	20.2	22.2	24.2	26.2	28.4
65		12.3	14.8	16.8	18.9	20.9	23.0	25.0	27.0	29.1
70		13.1	15.4	17.4	19.5	21.6	23.6	25.7	27.8	29.8
75		13.9	16.0	18.0	20.1	22.2	24.3	26.3	28.4	30.5
80		14.2	16.3	18.5	20.6	22.7	24.8	26.9	29.0	31.2

ヒノキ

林齢 年	Si=8	地 位 指 数 (m)								
		10	12	14	16	18	20	22	24	
5		0.1	0.8	1.4	2.1	2.7	3.4	4.0	4.7	5.3
10		0.3	1.7	3.1	4.5	5.9	7.3	8.7	10.1	11.5
15		1.4	3.1	4.9	6.6	8.4	10.1	11.9	13.6	15.4
20		2.6	4.5	6.5	8.5	10.4	12.4	14.3	16.3	18.3
25		4.1	6.1	8.1	10.0	12.0	14.0	16.0	17.9	19.9
30		5.5	7.5	9.5	11.5	13.5	15.5	17.5	19.5	21.5
35		6.8	8.8	10.8	12.8	14.8	16.8	18.8	20.8	22.8
40		8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0	22.0	24.0
45		9.1	11.1	13.1	15.1	17.1	19.1	21.1	23.1	25.1
50		10.0	12.0	14.1	16.1	18.1	20.1	22.2	24.2	26.2
55		10.9	12.9	15.0	17.0	19.0	21.1	23.1	25.1	27.2
60		11.7	13.7	15.8	17.8	19.9	21.9	23.9	26.0	28.0
65		12.2	14.3	16.5	18.6	20.8	22.9	25.1	27.2	29.3
70		12.7	14.9	17.1	19.3	21.5	23.7	25.9	28.1	30.3
75		13.1	15.4	17.7	20.0	22.3	24.6	26.9	29.2	31.5
80		13.1	15.6	18.1	20.6	23.1	25.7	28.2	30.7	33.2

が認められ、地位指数によって大きな成長差はない。ヒノキでは、全体的に樹高成長が低く、高齢になると成長が抑制される傾向はあるが、スギと同様地位指数によって大きな成長差はなかった。これは、地位指数の計算に用いられた α の値が20年以降ほぼ一定の値が用いられているためであるが、このように本県の樹高成長が、比較的低い齢階でかなり差がありバラエティに富んでいるのかは検討を要すると思われた。また、高齢階の資料数が少ないとから、長伐期施業に対応した資料の調整には、この部分の資料の補完が課題として残る。

IV 参考文献

- 1) 白石則彦・石橋整司: MITCHERLICH, GOMPERTZ, LOGISTIC 曲線のあてはめ, J.PC-For.1(1), 4-7, 1983,
- 2) 西沢正久・真下育久・川端幸藏: 数量化による地位指數の推定法, 林試研報176, 1-18, 1965,
- 3) 山根正伸: 神奈川県における人工林の生産力 (I), 神奈川県スギ、ヒノキ人工林分密度管理図の調製, 神奈川県林試研報15, 1988

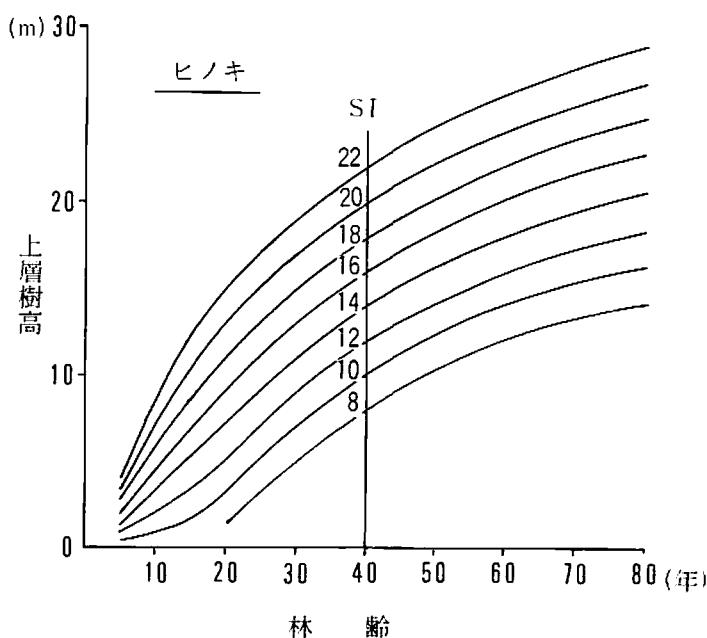
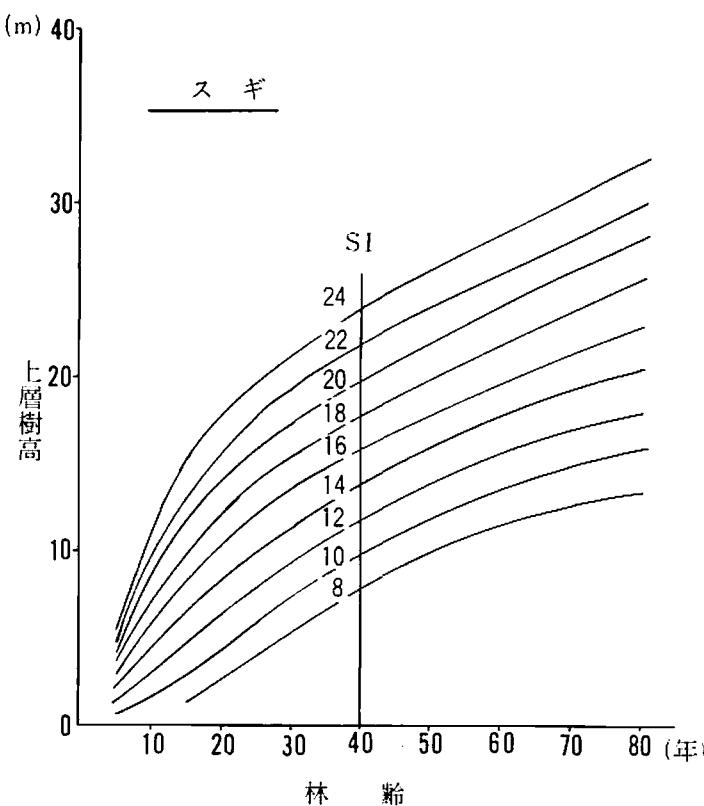
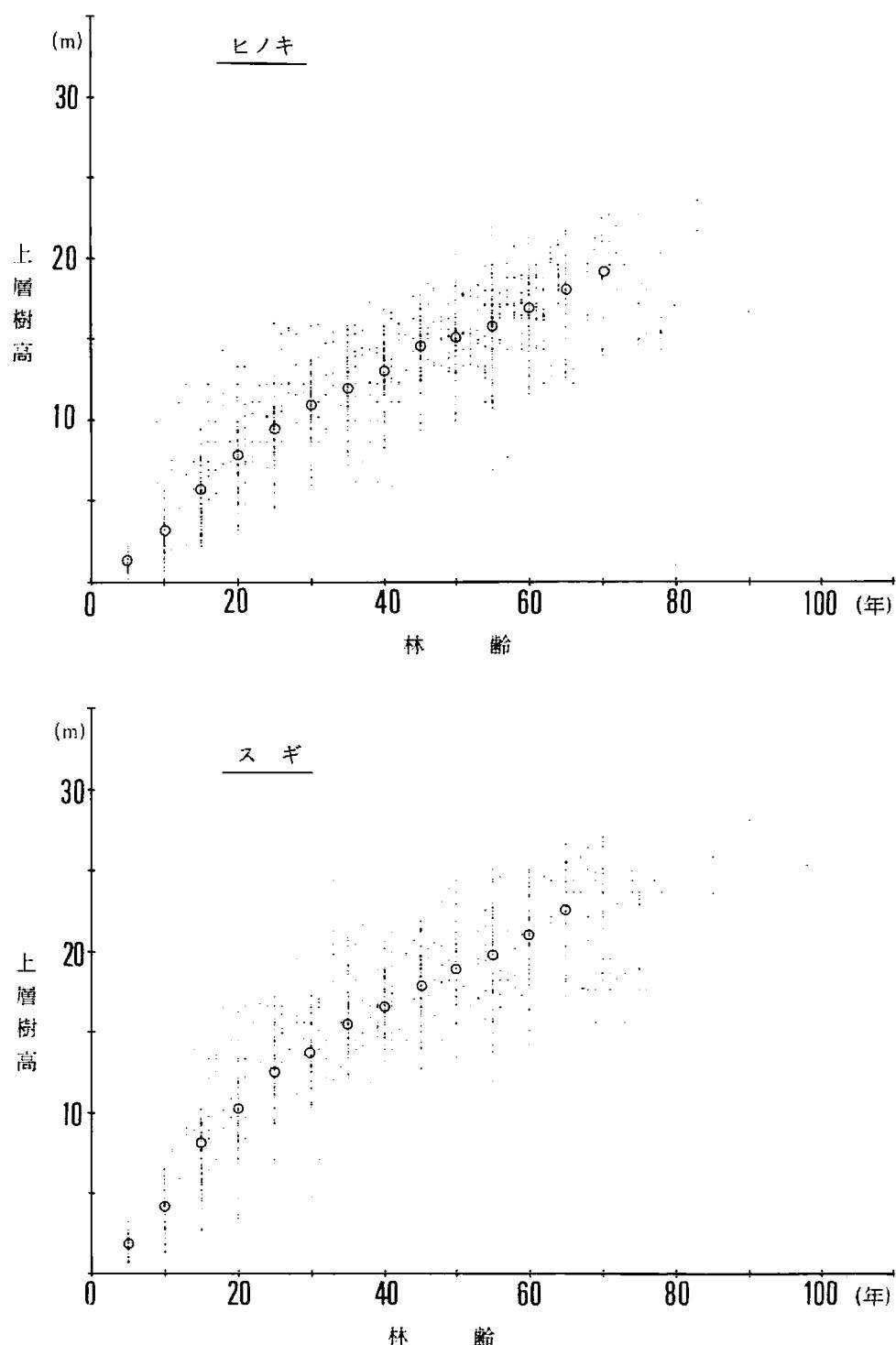


図3 神奈川県スギ・ヒノキ地位指数曲線



附図 調査資料における林齢と上層樹高の関係

神林試研報15 (1988) 71-75

スギ密植モデル試験

尾 岸 謙 一

Study on small model stand in close planting of Sugi (*criptomeria japonica*)

Ryouichi OGISHI

I はじめに

本県の民有林面積は約81,000haあり、人工林面積は約32,000ha（人工林率39%）ある。このうち今後間伐を必要とする20年生以下の森林は4分の1の7,800haを占めている。今後これらの森林の間伐を行うのに保育だけでなく材積生産量の増大、材質の向上等を考慮した間伐をすることが望ましい。

そこで本試験は間伐の基本的問題である密度管理を検討することを目的に昭和57年3月から開始した。

本年は植栽後6年目になり高密度区では自然枯死木も現われはじめたのでこの時点をとらえてこれまでの生長の経過と現存量等について調べたので報告する。

表1 試験地の設定基準

処理区	供試苗木	植栽間隔	植栽本数 (ha当たり)
A 区	中 苗	30×30cm	約10万本
B 区	大 苗	30×30	約10万本
C 区	中 苗	50×50	約4万本
D 区	大 苗	50×50	約4万本

II 試験方法

1 試験地は当場苗畠を使用し、図1、表1のように10万本区と4万本区の2区とし、それぞれを苗木の大きさで大苗区（苗高50cm～65cm）と中苗区（苗高40cm～55cm）に細分し合計4処理区とした。苗木はスギ2年生を用い昭和57年3月に設定した。

各処理区とも面積は25m²（5m×5m）とした。10万本区のA区及びB区は30cm間隔で240本植栽し、4万本区のC区及びD区は50cm間隔で81本植栽した。各処理区は植栽前にバーク堆肥400kgを施用した。

またペーハーが低いため苦土カル15kgを各処理区に施用した。

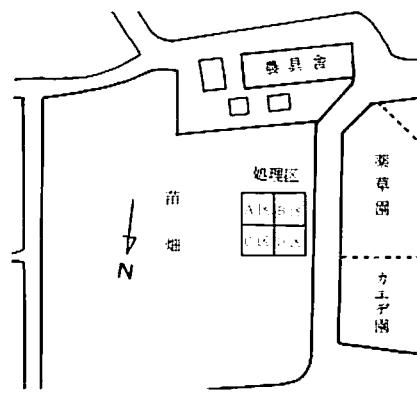


図1 試験区配置図

2 その後の管理、経過については、昭和58年3月に各処理区の枝を地上から50cmまで落した。昭和60年5月にスギノハダニが発生したのでダイシストンで駆除を行った。昭和61年3月の雪によってかなりの幹曲りが発生したが半年ぐらいで自然に回復した。昭和62年10月に各処理区の枯れ枝を落した。

3 調査方法は、林縁部は除外し、A区とB区は林縁の3列とC区、D区に接する3列を除き1列1本おきに30本を対象とした。ただし6年目は林縁部及びC区、D区に接する3列を除き全本数117本（生立木はA区113本、B区115本）を対象とした。C区とD区は林縁2列とA区、B区及びC区、D区の接する1列を除き全本数36本とした。

単木の測定は樹高、根元径（地上10cmを計測）、枝枯れ高について行った。照度については地上30cm、100cm、200cmの高さでそれぞれ2回計測して平均した。

III 測定の結果

1 根元径

各処理区の根元径の生育状況は表2、図2のようであった。同じ密度区では苗木の大中による生長差は3年目をピークにして減少していた。

密度の違いで見ると肥大生長は密度の低い区

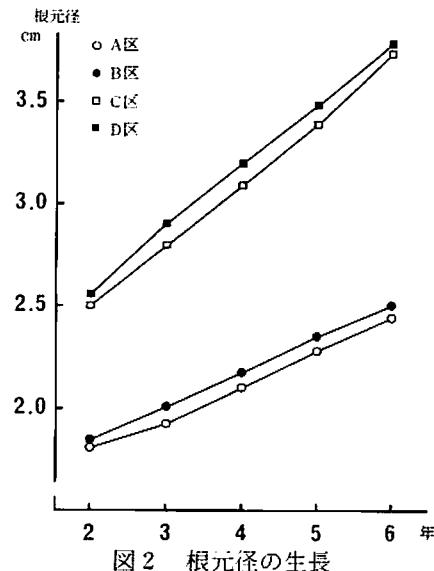


図2 根元径の生長

表2 スギの生育状況

処理区 \ 年数	2年目(変動係数)	3年目(変動係数)	4年目(変動係数)	5年目(変動係数)	6年目(変動係数)
A区	根元径(cm) 1.81 (18.4)	1.91 (20.0)	2.10 (22.4)	2.28 (24.2)	2.44 (22.0)
	樹高 164 (13.6)	201 (12.6)	239 (14.5)	261 (16.0)	278 (13.8)
	枝枯れ高 90		90	98	157
B区	根元径 1.85 (15.8)	2.01 (16.4)	2.18 (18.5)	2.35 (18.9)	2.50 (22.9)
	樹高 177 (10.8)	215 (9.9)	251 (10.1)	265 (11.1)	278 (15.0)
	枝枯れ高 100		100	125	152
C区	根元径 2.50 (10.8)	2.80 (10.1)	3.09 (11.7)	3.39 (12.0)	3.74 (14.6)
	樹高 178 (10.4)	237 (10.1)	286 (8.4)	321 (9.0)	357 (9.6)
	枝枯れ高 60		60	79	130
D区	根元径 2.56 (10.6)	2.91 (13.3)	3.20 (15.3)	3.49 (13.9)	3.79 (16.8)
	樹高 184 (12.6)	258 (10.1)	303 (8.7)	333 (8.6)	359 (9.3)
	枝枯れ高 70		70	95	141

が大きく、年数を経過するほどその差はさらに大きくなり、6年目のC区/A区で1.5倍、D区/B区でも1.5倍になっていた。

6年目の各処理区の最大径と最小径はA区で3.82cm、1.30cm、B区で3.83cm、1.33cm、C区で5.16cm、3.00cm、D区で5.00cm、2.14cmとなっており、表2からもわかるように密度の高いA区、B区で差が大きくなっていた。また肥大率(前年度径に対する肥大生長量の比)はA区、B区が漸減しているのに対し、C区、D区では横ばいであった。6年目の肥大率はA区で7%、B区で6%、C区で10%、D区で9%になっており、高密度区の肥大率が小さく、同じ密度区を比較すると大苗区の肥大率がやや小さくなっていた。

一般に胸高直径、肥大率は本数密度の増加とともに減少するということがすでに報告されている¹⁾。ここでは根元径を用いて測定し、2区だけの比較であったが同じような結果を得られた。

2 樹高

樹高は同じ密度区で比較してみると大苗区のB区とD区が若干生長がよく3年目に最も樹高差が大きくなり、その後は減少して6年目になり苗木の大中による樹高の差はなくなっていた。

密度の違いによる樹高の差は年数を経過することに大きくなり6年目ではC区/A区で1.3倍、D区/B区でも1.3倍になっていた。

各処理区とも樹高の生長率は年々減少していた。6年目の生長率はA区で6%、B区で5%、C区で10%、D区で8%となっており、根元径の肥大率と同じような数値になっていた。高密度区の生長率が小さく、同じ密度区を比較すると大苗区のB区とD区の生長率がやや小さくなっていた。なお各処理区の最高と最低樹高はA区で330cm、171cm、B区で332cm、160cm、C区で409cm、282cm、D区で421cm、256cmとなって

おり表2からもわかるように密度の高い区で差が大きくなっていた。

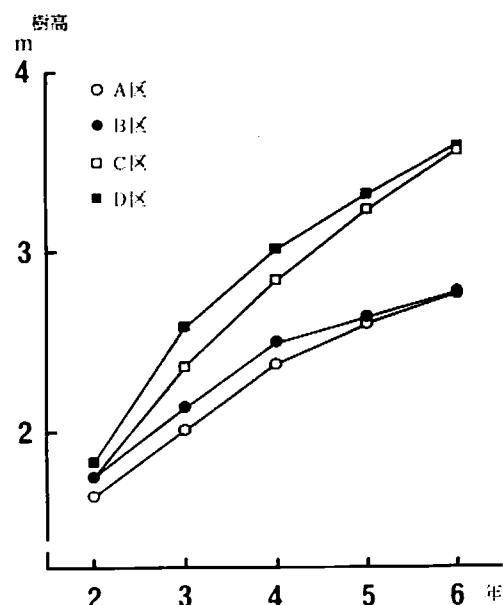


図3 樹高の生長

3 枯死木と枝枯れ

枯死木は6年目になっても4万本区では見られず10万本区のA区では5年目に1本、6年目に2本、B区では5年目に2本あった。この枯死木の周囲の相対照度は、枯死木の樹高の同じ高さのところでA区は0.8%、B区では2.0~2.8%であった。

枝の枯れ上り高さは6年目で表2のように苗木の大中、密度の違いによる差は少くなっていた。これを仮りに生枝率(樹高に対する生枝の比として表すと)でA区は43%、B区は45%、C区は64%、D区は61%になり高密度区の生枝が少なくなっている、枝の枯れ上りが高くなっていた。

枝枯れと相対照度の関係を5年目で見ると、枝枯れ高はB区が高いがそのほかの3処理区は1m以下である。地上1mの相対照度は表3のように0.7%~1.7%になっており、このぐらい

の相対照度で枝枯れが始まるものと思われる。

表3 相対照度 (昭和62年5月)

処理区 部位位置 cm	A 区	B 区	C 区	D 区
地上 30	0.6%	1.4%	0.9%	1.3%
~ 100	0.7	1.5	1.7	1.3
~ 200	15.6	5.6	11.7	9.5

4 単木材積と断面積

単木の材積を平均根元径の2乗と平均樹高の積として表わすと図4のようであった。A区では6年目に2年日の3.1倍、B区では2.9倍、C区では4.5倍、D区では4.3倍になっていた。密度の違いによる材積の比は2年目のC区/A区が2.1倍であったものが6年目で3.0倍、同じく2年目のD区/B区が2.0倍から3.0倍になっていた。

平均単木幹重は立木密度が高いほど小さいと言うことが知られており²、ここでは単木幹重のかわりに材積で表わしたが、同じような結果が得られた。

同じ密度区の比較では大苗区が3年から4年に中苗区より多少大きくなつたが6年目ではほとんど同じような材積になっていた。

単位面積当たりの断面積は、根元径で計測したが表4のようであった。密度の違いによる比較では2年目のC区/A区が0.77倍から6年目には0.94倍になり、同じく2年目のD区/B区が0.78倍から6年目には0.90倍になつており、高密度区の断面積のほうが多いがその差は少くなつていた。同じ密度区の比較では大苗区のほうが多いがその差は年数の経過とともに少くなつていた。

5 単位面積当たり材積

単位面積当たりの材積は表5のようになつておいた。2年目までは密度の高い区の材積が多くなつておいたが3年目に同じ材積になり、その後はほぼ同じ材積で推移し6年目には密度の低い区

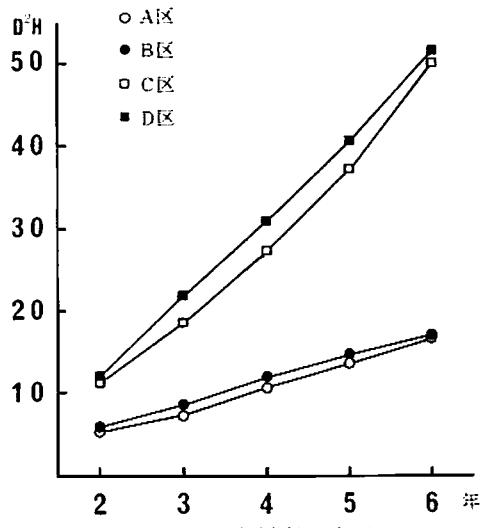


図4 単木材質の生長

表4 断面積合計

年	2	3	4	5	6
A区	26	30	36	43	48
B区	27	33	39	45	51
C区	20	24	30	37	45
D区	21	27	33	39	46

表5 単位当たり材積

年	2	3	4	5	6
A区	21	31	45	60	69
B区	23	36	50	61	74
C区	17	30	44	60	81
D区	19	36	50	66	85

で大きくなつていた。

6 完満度

単木の完満度を表わすめやすとして樹高を根元径で割ると図5のようであった。

高密度区ではA区、B区とも4年目を最高にそれ以後は漸減していた。密度の低いC区、D区では5年目を最高にし6年目は前年とほぼ同じ状態であった。これは根元径の肥大率がA区、B区では年数の経過とともに徐々に減少し、C区、D区では横ばいであるのに対して樹高の成長率が各処理区とも4年から5年目に大きく減

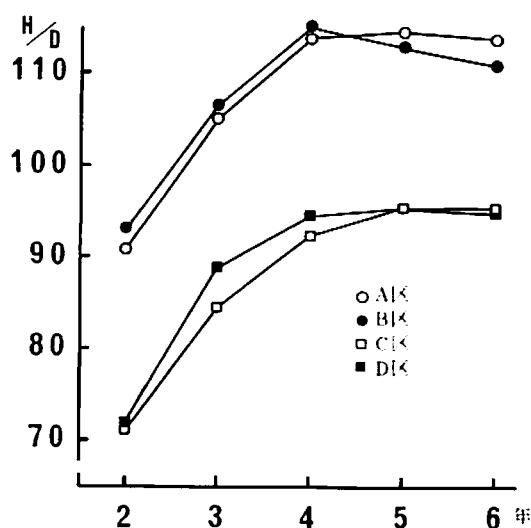


図5 形状比の変化

少したことによる。

密度の違いで見ると高密度区のA区、B区が密度の低いC区、D区より20前後高く推移しており、細りの少ない完満な木になっていた。

IV おわりに

この調査は根元径、樹高の生長を主にして計測し、密度の違いや供試苗木の大きさの違いによる生育状況を検討した。

密度の違いによる生育差はほとんどがすでに言われていることと同じ結果であった。しかし単位面積当たりの材積については異った結果になった。今後は現存量として枝、葉を含め全重量を対象にさらに検討する必要がある。

苗木の大きさの違いによる生育差は6年目になりほとんどなくなっていた。

V 参考文献

- 1) 坂口勝美・土井恭次・安藤 貴・福田英比古：本数密度からみたアカマツ天然幼令林分の解析、林試研報告93, 1-21, 1957
- 2) 古木良也・四手井綱英：林木の競争に関する研究（Ⅲ）アカマツ幼樹を用いた小型林分での機械的な間伐試験、日林誌44 (5), 129-139, 1962

神林試研報15 (1988) 77-80

次代検定林における雪害調査

星山 豊房・新田 翔

An investigation of snow damage in Sugi clonal test plantation

Toyofusa HOSHIYAMA, Hajime NITTA

I はじめに

昭和61年3月のまれに見る降雪は、神奈川県林業史上最大の山林被害を与えた。特に被害の激しかった厚木市及び津久井郡における被害解析については、すでに山根によって発表されている。このとき、県西部においても局所的な雪害が発生しており、山北町玄倉の精英樹次代検定林も被害をうけた。この検定林で被害の調査を行ったので報告する。

II 調査地、気象及び方法

1 調査地

調査地は、足柄上郡山北町玄倉の関・神・2号(スギ)次代検定林(面積0.62ha)である(図1)。この検定林は、昭和49年4月に植栽された、列状配植3回くり返しの試験林である(図2)。使用した系統は、スギ精英樹クローン33系統と一般実生1系統で、各系統とも1くり返し当たり20本植えであった。しかし、調査時点には、局部的な崩壊や枯損によって、開けた場所が点在する林況となっていた。一方、クローン系統の配置は、3ブロックとも同じ配列パターンであるが、ブロック間の重なりを避けるために横にずらして設計されていた(表1)。

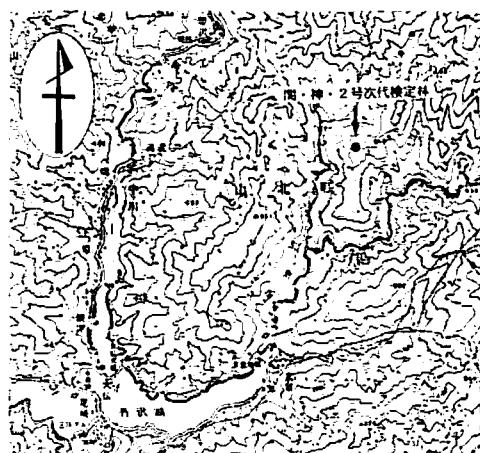


図1 調査位置図



図2 ブロック配置図

この検定林は、標高750m、西向き斜面（平均30度）で試験地の中央部が浅くゆるい谷を形成している場所で、雪害時には風背になる地形であった。土壤は褐色森林土である。

2 気象

神奈川県気象月報によると、昭和61年3月23、24日の気象記録は表2（抜粋）のとおりである。検定林に最も近い観測地点の丹沢湖（標高330m）では、3月23日の積雪は記録がなく降水量56mm、3月24日の積雪は7cmとなっている。一方、同月報に掲載されている3月23日15時の積雪分布図によると、玄倉地域は10~20cmの積雪範囲に含まれている。したがって、当該次代検定林では10cm以上の積雪があったと考えられる。また、同日の小田原、江ノ島、横浜の気象観測所では北または北西の8~13m/secの風を記録している。したがって、同検定林でも北からの風があったと考えられる。

3 方法

林内を踏査したところ、3ブロックともほぼ同様の被害と推測できたので、1、2ブロック

を調査地（面積0.4ha）とした。調査木は、無被害、折れ、曲がり、倒れの4段階に区分した。無被害率は、系統ごとの調査本数に対する無被害木数の割合で示した。折れ率、曲がり率、倒れ率についても同様である。

III 結 果

系統別の被害を図3に示す。この図は、1、2ブロックの系統別総平均値を、無被害率の高い系統から順に並べてある。図によると、無被害率50%以上の系統は足柄上5、箱根3、与瀬1、足柄上4、の4系統であった。また久野2、実生、三保2では倒れ率が折れ率を上回り、さらに三保2、久野2は曲がり率も折れ率より高いという、他の系統とは異なる傾向がみられた。玄倉における精英樹クローンについて、以上のように雪害に対する若干の傾向が分かったので、今後の抵抗性系統選抜のための検討資料にしたい。

表1 系統配列表

3 ブ ロ ッ ク	足津足母足三箱丹三津混混箱足与片丹久愛足片久足与片足足与実足足愛混混
	柄久柄中沢柄沢久中柄柄柄中柄柄中柄
	下井上天上保根天保井根上瀬浦沢野甲下浦野下瀬浦上上瀬下下甲
	912127121243植植3443661255271235112生8961植植
2 ブ ロ ッ ク	足与片丹久愛足片久足与片足足与実足足愛混混足津足丹足三箱丹三津混混箱
	柄柄柄柄中柄中柄中柄柄久柄中沢柄沢久中
	上瀬浦沢野甲下浦野下瀬浦上上瀬下下甲下井上天上保根天保井根
	43661255271235112生8961植植912127121243植植34
1 ブ ロ ッ ク	与実足足愛混混足津足丹足三箱丹三津混混箱足与片丹久愛足片久足与片足足
	柄中柄柄久柄中沢柄沢久中柄柄柄中
	瀬下下甲下井上天上保根天保井根上瀬浦沢野甲下浦野下瀬浦上上
	2生8961植植912127121243植植344366125527123511

表2 地域気象観測記録

観測日	観測点	降水量	積雪	最大風速	風向
23日	小田原	5.6 mm	— cm	8 m/sec	NW
	丹沢湖	5.6	—		
	相模湖	8.9	1.2		
	海老名	8.5	2	9	X
	江ノ島	5.7	—	4	N
	横浜	7.5	—	1.3	N
24日	小田原	—	—	6	NW
	丹沢湖	—	7		
	相模湖	—	9		
	海老名	—	5	4	N
	江ノ島	—	—	3	NNE
	横浜	—	4	9	N

(神奈川県気象月報 3月より抜粋)

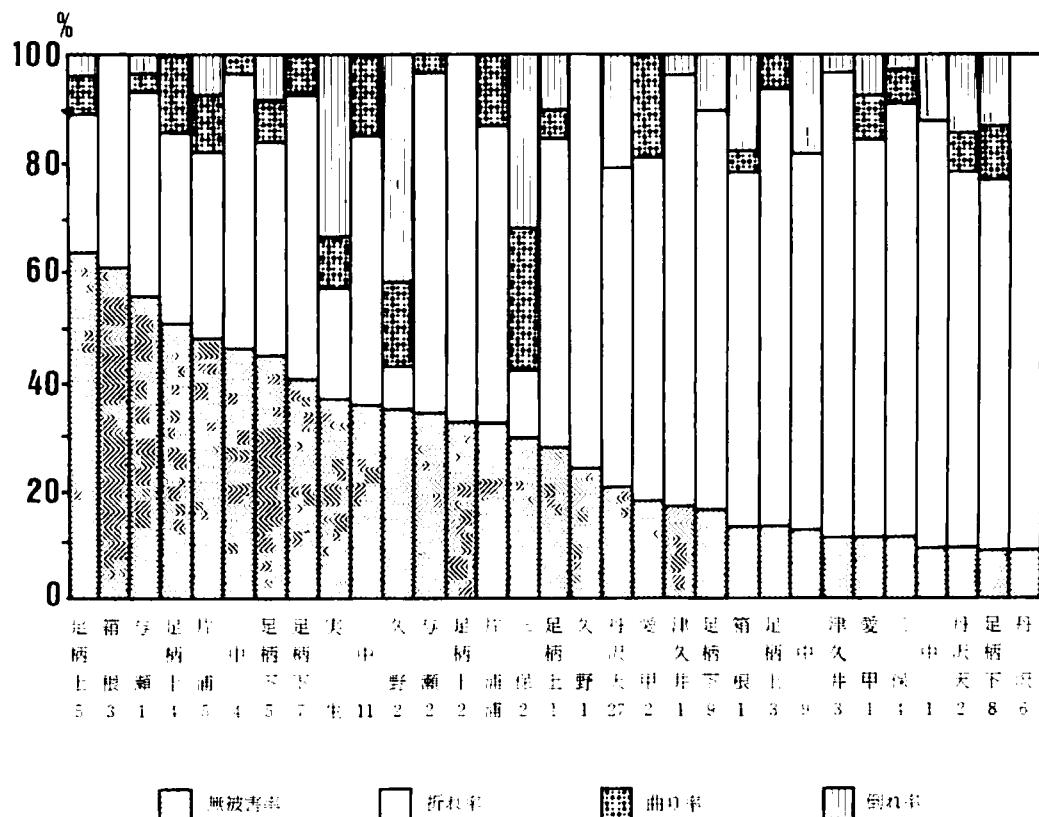


図3 系統別被害

IV 参考文献

2) 山口 清: 56豪雪によって冠雪害を受けた
スギ林の特徴、寒冷地域の林業技術9, 2-
5, 1982

1) 嘉戸昭夫 ほか2名: スギ3品種の冠雪害
の差異と立木強度、富山県林試研報11, 7-
17, 1986

3) 山根正伸: 昭和61年3月神奈川県で発生し
た冠雪害激害地域の要因解析、神奈川県林試
研報14, 61-75, 1986

(資料 被害数一覧)

クローン	無被害		折れ		曲り		倒れ		合計	
	1区	2区	1区	2区	1区	2区	1区	2区	1区	2区
愛甲1	0	3	12	7	1	1	0	2	13	13
愛甲2	4	1	13	4	0	3	0	0	17	8
足柄上1	4	2	7	5	0	1	0	2	11	10
足柄上2	4	8	15	10	0	0	0	0	19	18
足柄上3	2	2	12	12	0	2	0	0	14	16
足柄上4	11	6	5	7	0	5	0	0	16	18
足柄上5	11	8	3	3	0	2	0	1	14	14
足柄下5	10	5	9	4	0	2	0	2	19	13
足柄下7	9	0	2	6	0	1	0	0	11	7
足柄下8	0	1	7	4	2	0	1	1	10	6
足柄下9	2	2	13	6	0	0	0	2	15	10
片浦2	2	3	6	3	1	1	0	0	9	7
片浦5	12	3	3	7	0	3	1	1	16	14
久野1	5	1	8	9	0	0	0	0	13	10
久野2	5	4	1	1	2	2	3	9	11	16
丹沢6	2	0	10	12	0	0	0	0	12	12
丹沢天2	1	2	10	12	2	0	1	4	14	18
丹沢天27	3	2	5	10	0	0	3	2	11	14
津久井1	3	3	17	11	0	0	0	1	20	15
津久井3	0	3	14	10	0	0	1	0	15	13
中1	2	1	13	12	0	0	2	2	17	15
中4	6	8	8	7	0	1	0	0	14	16
中9	0	4	16	8	0	0	2	4	18	16
中11	7	2	6	5	1	2	0	0	14	9
箱根1	0	4	12	7	0	1	2	3	14	15
箱根3	6	12	8	3	0	0	0	0	14	15
実生	5	6	6	1	2	1	5	5	18	13
三保2	8	2	3	1	4	4	3	6	18	13
三保4	4	0	12	14	1	1	1	0	18	15
与瀬1	10	6	4	7	0	1	0	1	14	15
与瀬2	4	4	11	5	1	0	0	0	16	9

CONTENTS

Articles

Nobuyuki KIUCHI :	
Biochemical characteristic of some edible mushrooms	1
Kiyoshi SUZUKI and Ryouichi OGISHI :	
An experiment on sand fixation utilizing thinned woods (2)	13

Note

Shigetosi NAKAGAWA :	
Growth of Mizuki (<i>Cornus controversa</i>) forestation at Mt. Ohyama	25
Masanobu YAMANE :	
The hardwood resources in Kanagawa prefecture (1)	
On the estimation of the useful hardwood resources and its distribution	35
Masanobu YAMANE :	
Productiveness of planted forest in Kanagawa prefecture (1)	
Construction of the local stand forest density control diagram for Sugi (<i>Cryptomeria japonica</i>) and Hinoki (<i>Chamaecyparis obtusa</i>)	55
Masanobu YAMANE :	
Productiveness of planted forest in Kanagawa prefecture (2)	
Height curve (site index curve) for Sugi (<i>Cryptomeria japonica</i>) and Hinoki (<i>Chamaecyparis obtusa</i>)	65
Ryouichi OGISHI :	
Study on small model stand in close planting of Sugi (<i>Cryptomeria japonica</i>)	71
Toyofusa HOSHIYAMA and Hajime NITTA ;	
An investigation of snow damage in Sugi (<i>Cryptomeria japonica</i>) clonal test plantation	77

昭和 63 年 3 月 印刷

昭和 63 年 3 月 発行

編集・発行 神奈川県林業試験場

厚木市七沢 657

TEL.(0462)48-0321

〒243-01

印刷 (有)嵐コピーサービス

愛甲郡愛川町中津791-2

TEL.(0462)85-3174

〒243-03