

小雪地帯における階層混交した不成績 人工林の構造と取り扱い方について

赤井 龍男・古野 東洲・真鍋 逸平・上田 晋之助

Management and Structure of Poor Plantation Stratified-Mixed
with Native Trees in Light Snow Region

Tatsuo AKAI, Tooshu FURUNO, Ippei MANABE and Sinnosuke UEDA

要 旨

林種転換にもとづく多雪地帯の不成績造林地の調査に引き続き、本報告は1989年10月に調査した少雪地帯の新宮営林署管内大又、大越両国有林に存在する階層混交した不成績林分の構造を解析し、その取り扱い方について論議したものである。

両林分とも落葉広葉樹を主とする天然林を皆伐した後、大又調査地はスギ、ヒノキを約2:3の割合で3,000本/ha植栽し、下刈りを5回行なったほかは無手入れのまま56年を経過し、大越調査地はスギを3,000本/ha植栽した後下刈りを2回のみ行なって30年を経過した林分である。

大又調査地では造林木中の優勢木は集中的に分布するが、劣勢木や広葉樹はランダムに分布している。大越調査地ではいずれもランダムに分布する。両調査地とも広葉樹の樹高分布はL型であるが、造林木は樹高10m付近で分離する二山型の分布を示し、上層木と下層木をもつ複層構造となっている。

大又調査地における成林の見込みのある胸高直径8cm以上の造林木の幹材積は約144m³/haで、平均樹高も低いが、広葉樹と合せると330m³/haを超える。一方大越調査地の造林木の幹材積は175m³/haで、高林齢の前者より多いが、広葉樹の混交は比較的少なく、針広合せて230m³/ha程度である。

胸高直径の成長経過から判断すると、両調査地とも造林木中の優勢木は植栽直後から良好な成長を持続しているに対し、劣勢木は大又調査地では植栽後20年頃より、大越調査地では6年頃より成長を減退している。広葉樹はいずれも成長が旺盛である。

両調査地とも土壌層は深く、団粒構造は発達し、B₀型土壌と判断されるので、スギやヒノキの不適地ではない。以上のことから、造林の不成績の原因は、自生樹種の旺盛な成長に対抗した十分な下刈り、除伐をしなかったことにあると判断された。即ち、自然の再生力が勝っていたといえよう。しかしこのままの状態で推移させても、大又調査地では造林木が約40%、大越調査地では70%以上の材積率を持つ混交複層林に育つ可能性は高い。また有用木以外の広葉樹を適宜除伐することも林業上有効な方法と思われた。

は じ め に

1958年に発足した国有林生産力増強計画いわゆる拡大造林は、林分生産力の低い天然林を人工造林によってより生産力の高い針葉樹林に転換しようとする施策であり、当時その典型であった大面積皆伐一斉造林が全国にわたって強力に推し進められた。しかしその直後から天然林の老齡過熟による低位生産性とか低質広葉樹林の取り扱い方に対する考え方のほか、大面積皆伐のもたらず環境保全上の問題点等について多くの論議がなされた^{1, 2)}。

ここ十数年来の自然保護運動の高まりと、林業不況の波に押されて新たな拡大造林面積は急減したが、それでもわが国の人工林面積は現在すでに1,000万haを超え、全森林面積の40%に達した。近年の林業白書等ではこの実績を評価し、国産材時代への期待を抱いているようであるが、拡大造林の推進にともなう不成績造林地の発生、増加についてはほとんど問題にされていないようである。

一般に拡大造林は天然林から人工林へと林種を転換することであるが、その多くは広葉樹林を針葉樹林にと樹種の更改を行なう。したがって目的樹種の不適地であったり、前生木の復元力に抗しきれなかった場合はいわゆる不成績造林地となる^{3, 4)}。このような不成績造林地の多くは成長の不良な針葉樹の造林地に、自生の他樹種が再生あるいは侵入し、混交林状態になっていると思われるが、各成長段階における不成績林分の構造や成長等の実態については、スギとかヒノキの人工林に天然生のアカマツが混交した事例^{5, 6, 7)}を除きほとんど解析されていない。

国有林では育林事業の基準となる造林方針書等で「植栽木のhaあたりの現有本数あるいは樹高が、同齡林の平均的な林分の2分の1程度以下であって、かつ現在の植栽木の生育状況、立地条件等から判断して、新植後に発生した優良天然幼稚樹を含めても成林が期待できないと見込まれる造林地」を不成績造林地と規定している。そしてこのような林分のうち、「改植により成林が期待できる林分」を改植対象地としているが、不成績になった原因を明らかにし、その対策が十分練られないと再度誤りを繰り返すことになる。さらに「天然木の生育が良好で造林木と天然木を合せて成林の見込のある林分で、今後天然生林として取り扱うことが適当な林分」は天然生林へ誘導するとしている。いずれにしてもこのような不成績林分は造林の失敗地であり、事後の保育投資の有効性に問題があるとして多くは天然林に編入換えしているようである。

しかし天然林特に広葉樹の混交した不成績林分の取り扱いについての技術的問題は、現在ほとんど解明されていない。最近、広葉樹の侵入したスギ、ヒノキの不成績造林地を針広混交林として施業の見直しをしようとの提言が報告⁸⁾されたが、施業の失敗の後始末としては一つの考え方といえよう。ただこの場合、自然の運動法則すなわち森林遷移の方向にそった森林施業であれば比較的容易であろうが、自生種以外の樹種との混交林に誘導するとすれば多くの困難があろう。

本研究は上述のような不成績造林地の構造や成長状態を解析することによって、成長不良の原因を究明し、今後の取り扱い方について適切な指針をえる一方、混交複層林の造成技術の開発に有力な情報を提供しようとするものである。これに関連し、土壌条件を主にした適地判断の誤りによって発生した多雪地帯の不成績造林地の事例についてはすでに報告⁹⁾したので、これに引き続き、本報告は小雪地帯にみられる不成績造林地の林分構造や成長状態を調査し、その適切な取り扱いについて論じたものである。

なお、本報告は平成元年度文部省科学研究費一般(B)の助成により行なわれた。また現地調査にあたっては和歌山県新宮市、新宮営林署の肥後幸男署長はじめ署員の方々の全面的な協力を戴いた。本報告をとりまとめるにあたり関係各位に深く感謝の意を表したい。本報告が今後の拡大造林や混交複層林の造成に対する一つの技術情報として役立てば幸いである。

1. 調査地の概況と林分の成立経過

調査は新宮営林署管内の2箇所の国有林で行なった。それぞれの調査地の地況および施業の経過は以下のようである。

1) 大又国有林

本調査地は熊野市の北方、奈良県境に接する36林班ろ小班で、その全面積は11.5ha、標高は600～800m、方位はほぼ西向き、40°前後の急斜地である。気候は多雨地帯として有名な尾鷲市に近いことから表日本型で比較的温暖であり、年降水量は3,000～4,000mmを超えるものの、積雪は少なく30cm以下と推定される。土壌の性質については後述するが、土壌は花崗岩を母材とし、比較的肥沃であると思われた。

本調査地はその標高からも暖温帯上部、冷温帯下部に位置するので、前生林は落葉広葉樹を主体に常緑広葉樹とスギ、ヒノキ、モミ等の針葉樹が混交した天然林であったようである。皆伐、地ごしらえ後、1933年、スギ2、ヒノキ3の割合でhaあたり2,200本植栽し、下刈りは5回実施したが、除伐等保育の詳細は不明である。

1986年当時の主要樹種のhaあたり林分材積(本数)は、大阪営林局の地域計画において人工林から天然林に編入する林分の調書によると、植栽木のスギ33m³(190本)、ヒノキ17m³(140本)、天然木のモミ17m³(50本)、ツガ16m³(70本)、ウラジログシ等有用広葉樹57m³(710本)、その他広葉樹25m³(500本)の計165m³(1,660本)となっている。したがって現実林分収穫予想表の値に比較し¹⁰⁾、造林木の材積及び成立本数は著しく少ないことが理解される。このように本林分は造林木の成長が不良のため、1987年の地域施業計画において人工補整林に編入され、育成天然林施業として取り扱われることになった。

2) 大越国有林

本調査地は那智山の北方に位置する1035林班ろ小班で、全面積は7.1ha、標高は500～700m、ほぼ東向き37°前後の急斜地である。気候についてはあまり明らかなでないが大又国有林よりは降水量、積雪量ともやや少ないものと思われる。

落葉広葉樹を主体にした二次林を伐採した後、1959年スギをhaあたり約3,000本植栽し、その当年と翌年の2回下刈りを行なった記録のほかは、民有林買い入れ林地のため詳細は不明である。

大又国有林の調査地と同様、1986年当時のhaあたりの林分材積(本数)は、スギ17m³(210本)、一部に植栽されたヒノキ4m³(80本)、モミ、ツガそれぞれ4m³(35本)、有用広葉樹43m³(1,220本)、その他広葉樹13m³(430本)の計85m³(2,010本)で、やはり収穫予想表の値より造林木の林分量は著しく少ないことがわかる。それ故本調査地も大又国有林の場合と同様、現在人工補整林に編入され、今後育成天然林施業の対象として取り扱われるようである。

2. 調査方法

調査は大又、大越両国有林の調査林分とも水平8m幅、斜面長40mのベルトを設け、スギ、ヒノキの造林木及び天然生の針葉樹は全成立木、広葉樹は樹高2m以上の全樹種について、樹高と胸高直径ならびにその成立位置を測定して行なった。それぞれのベルトトランセクトの位置は、大又国有林については36林班ろ小班の斜面下部、標高約600mの地点、大越国有林については1035林班ろ小班の斜面中腹、標高約700mの地点であった。

なお大又国有林の調査地では造林木4本、広葉樹3本、大越国有林では造林木3本、広葉樹3本の資料木を伐倒し、根元の年齢と胸高における直径の成長経過を測定した。一方、それぞれの

調査ベルト内に土壌調査孔を掘り、A₀層の堆積状態や土壌断面の構造等を調べた。

以上の調査は1989年10月初旬に行なった。

3. 調査林分の平面的、垂直的構造

大又国有林及び大越国有林の調査ベルト内に成立するスギ、ヒノキ造林木と天然生針葉樹の全成立木及び樹高2 m以上の広葉樹の平面分布と垂直構造（模式図）は Fig.1, 2 のようであった。

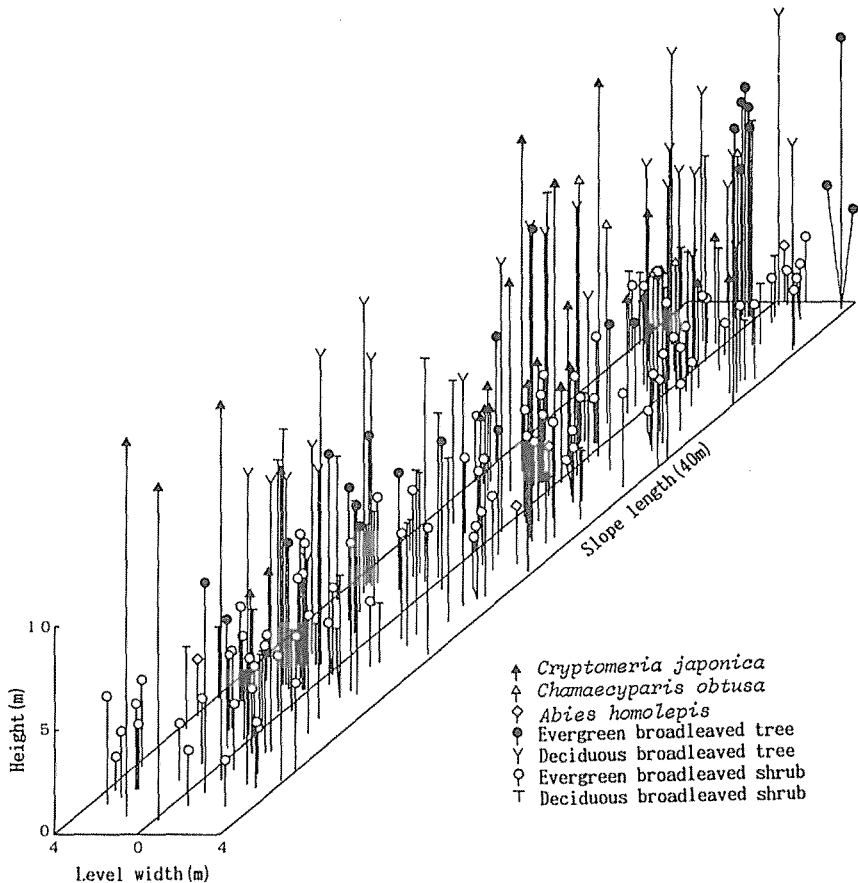


Fig.1 Stratification of stand and distributional structure of each tree at Oomata Research Stand. The marks are applied in Fig.2

両調査地とも図から認められるように広葉樹が階層的に混生し、複層構造を形成しているが、優勢木の成立状態には明らかな違いがみられる。

大又国有林の調査地（以下大又調査地と呼ぶ）では、樹高10m以上の造林木のスギ、ヒノキ優勢木は明らかに集中的に分布し、またその本数も少ないが、多数を占める劣勢木や広葉樹はほぼランダムに分布する傾向がみられる。上層林冠を占める広葉樹の多くは高木性の落葉広葉樹で、その主な樹種はアカシデ、クマシデ、ミズメ、ヤマザクラ、コナラ、ヒメシャラ、ホオノキ、リョ

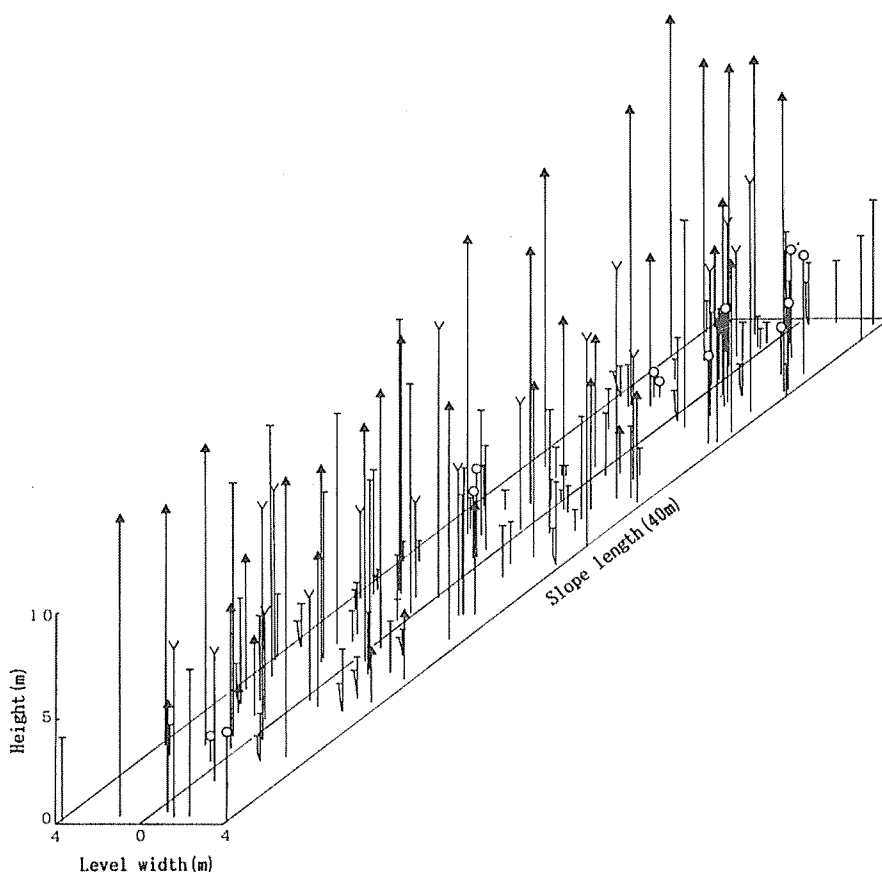


Fig.2 Stratification of stand and distributional structure of each tree at Ookoshi Research Stand

ウブ、エゴノキ、シラキ、カマツカ等である。また一部上層を構成する高木性の常緑広葉樹はウラジロガシとシラカシのみである。なお本数は僅かであるが天然生の針葉樹としてウラジロモミが成立している。

一方、低木類としては常緑広葉樹の種類と本数が多く、アセビ、ヒサカキ、シキミ、ソヨゴ、サカキ、イヌツゲ等が成立しているが、落葉広葉樹はミツバツツジとウメモドキのみであり、その本数も少ない。

大越国有林の調査地（大越調査地）では、Fig.2 で認められるように、樹高8m以上の上層木の3分の2ほどはスギ造林木で、しかもほぼランダムに分布している。またその劣勢木や中、下層に多い広葉樹もランダムに成立しているといえる。高木性の広葉樹は落葉広葉樹のみで、その主な樹種はクマシデ、クマノミズキ、ヤマザクラ、ヒメシャラ、ホオノキ、イイギリ、オオモミジ、アカメガシワ、カナクギノキ等である。

一方低木性の広葉樹については、常緑広葉樹はシキミ、ヤブツバキのみで本数も少ないに反し、落葉広葉樹はヤマグワ、ズイナ、ムラサキシキブ、シロダモ、ヤブニッケイ、コンテリギ、ノリウツギ、ヤハズアジサイ等その種類も本数も多く、大又調査地とは著しい違いを示している。これは林齢や造林、保育の差より、大越調査地の方が大又調査地より100mほど高いという標高の

違いが影響したものであると思われる。

本調査林分は調査時点において30年生の林分であり、後述のようにスギの成長も比較的良好であるが、高木性広葉樹の旺盛な成長にともなう、大又調査地のように造林木の一部は被圧される可能性がある。

なお、大又、大越両調査地とも、前述のように積雪量が少ないため、多雪地帯における不成績造林地の事例⁹⁾のような雪圧による根曲がり木は全くみられない。

4. 直径と樹高の本数分布

大又調査地のベルト内における胸高直径と樹高の本数分布はFig.3, 4に示したようであった。スギ、ヒノキ造林木は胸高直径の散らばりが大きく、数cmから30cmを超えるものまで生存して

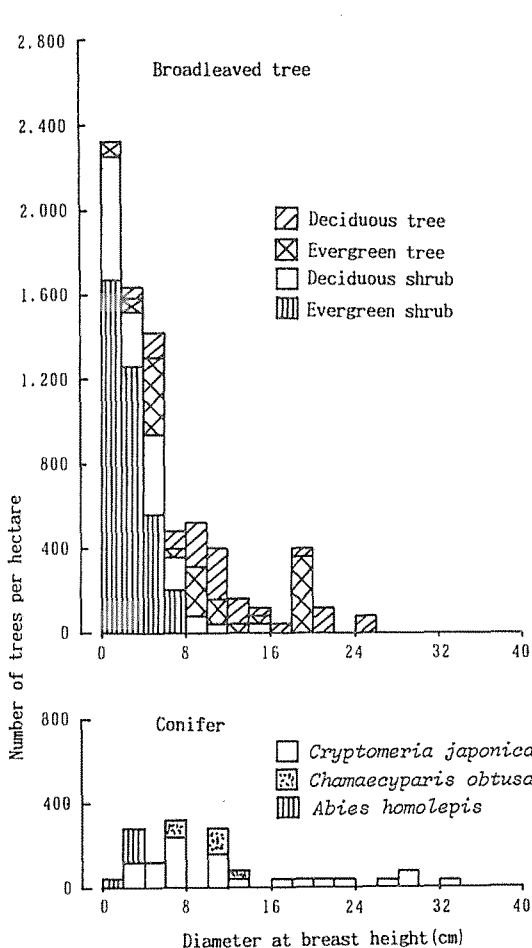


Fig.3 Distribution of diameter at breast height of each species at Oomata Research Stand.
The marks are applied in Fig.4, 5, 6

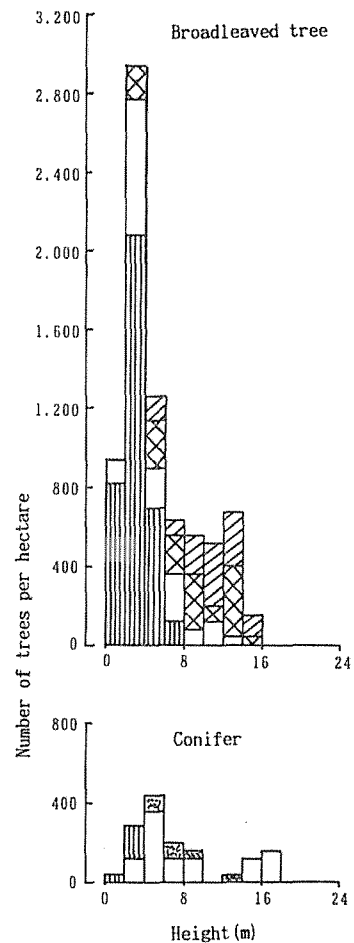


Fig.4 Distribution of height of each species at Oomata Research Stand.

いるが、本数では12cm以下のものが多い。樹高はFig.4から認められるように、10mの高さを境に明らかに分離し、二山型の分布を示している。また最高の樹高階は16~18mで、スギで占められている。この分離は前述のように高木性の広葉樹の成長の悪い箇所に集中的に生存し成長した優勢木以外の造林木は、成長の速い広葉樹によって被圧され、成長を減退させた結果であると思われる。またヒノキは直径も樹高も小さく、ほとんど下層に成立する傾向がある。いずれにしても、造林木の階層構造は樹高分布で見る限り複層林型を示しているが、優勢木の平面的な分散構造は集中分布的で、上層における広葉樹との関係ではむしろ群状混交といえよう。

一方、大又調査地における広葉樹の直径分布はFig.3のようにL型で、8cm以下の小径木の大部分は低木性の常緑広葉樹である。また20cmを超えるものは少ない。樹高分布については2m以上のものを測定し、丁度2mのものは作図上0~2mの樹高階に入れているので、これを上位階に入れば直径分布と同様明らかなL型分布となる。広葉樹の樹高分布は造林木のように明らかな二山型にならないが、10~14mの樹高階に高木性の広葉樹の本数が多い。

大越調査地の胸高直径と樹高の本数分布はFig.5, 6のようであった。スギ造林木の直径分布

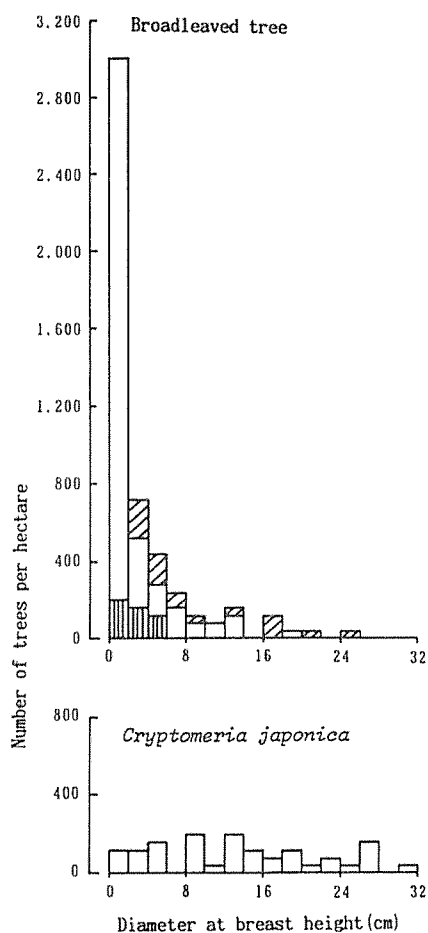


Fig.5 Distribution of diameter at breast height of each species at Ookoshi Research Stand

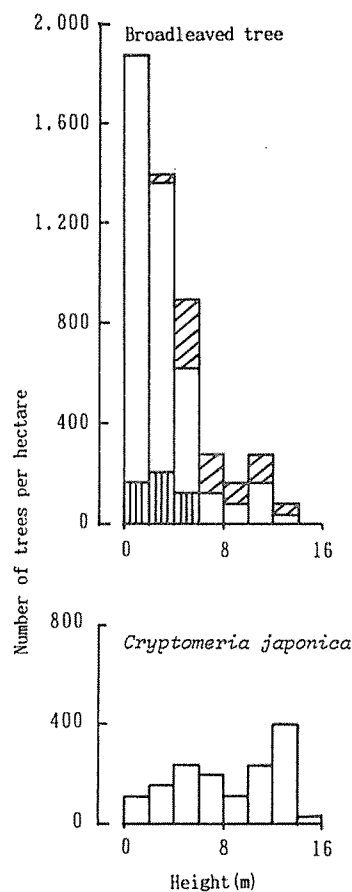


Fig.6 Distribution of height of each species at Ookoshi Research Stand

はその散らばりは大きいもののほぼ正規型を示している。しかし樹高分布は大又調査地と同様樹高10m付近を境に分離する二山型の傾向がみられる。現在、最多本数の樹高階は12~14mで8m以下の下層の造林木は比較的少ないが、今後広葉樹の旺盛な成長にともなって被圧木が増加し、優勢木、劣勢木の分離がよりすすむ可能性がある。

一方、広葉樹の直径、樹高の本数分布はいずれもL型で、大又調査地とは異なり、小さい階級のほとんどは低木性の落葉広葉樹である。また本調査地には高木性の常緑広葉樹がみられない。

以上のように、大又、大越両調査地とも樹種構成には特徴がみられるものの、広葉樹の直径、樹高の分布はいずれもL型であり、造林木は分散の幅が広い上、特に樹高分布に関しては二山型に分離する傾向が強い。また階級の大きい優勢木の分散構造は集中的で、広葉樹と群状に混交した複層林型を示している。このような平面的な分布構造や階層構造は、多雪地の事例⁹⁾とも類似していることから不成績林分の大きな構造上の特長であるといえよう。

5. 各樹種の平均的大きさと林分量

大又、大越両調査地における造林木と主な樹種群ごとの平均胸高直径、平均樹高ならびにhaあたりの立木本数、胸高断面積及び幹材積をTable 1, 2に示した。なお前述のように両調査地は

Table 1 Composition of dominant ($8\text{cm} < D$) and oppressed ($8\text{cm} > D$) trees at Oomata Research Stand

Species	<i>Cryptomeria japonica</i>	<i>Chamaecyparis obtusa</i>	<i>Abies homolepis</i>	Deciduous broadleaved		Evergreen broadleaved	
				tree	shrub	tree	shrub
Mean diameter							
8 > D cm	5.6	7.3	2.7	4.75	2.44	4.29	2.76
(cm) 8 < D cm	19.8	11.8	—	13.7	—	14.0	—
Mean height							
8 > D cm	4.8	6.0	2.4	6.47	3.76	5.51	3.39
(m) 8 < D cm	12.8	9.4	—	12.0	—	11.4	—
Number of trees							
8 > D cm	490	82	204	816	775	571	3,710
(no / ha) 8 < D cm	530	163	—	1,060	—	816	—
Basal area							
8 > D cm	1.31	0.34	0.12	2.57	0.36	0.93	2.22
(m ² / ha) 8 < D cm	18.8	1.80	—	18.5	—	13.6	—
Stem volume							
8 > D cm	3.75	1.22	0.24	8.03	—	3.10	—
(m ³ / ha) 8 < D cm	134	10.2	—	109	—	77.5	—

ともに複層林型を示しているので、胸高直径8cmを基準に上層木と下層木を区分して各数値を表示した。

大又調査地における造林木の現存本数はスギ 1,020本/ha、ヒノキ 245本/ha、合計約 1,270本/ha で、当初の植栽本数の約40%が生存していることになる。このうち今後も成長の見込みのある上層木はスギで約50%、ヒノキで約16%程度である。またそれぞれの平均直径と平均樹高はスギ約20cm、約13m、ヒノキ約12cm、約9mで、同じ林齢の紀州地方のスギ林(収穫表)に比較し、スギ、ヒノキとも地位下以下である。しかしFig. 3, 4から最も大きい直径と樹高の階級の優勢木でみると、スギに関してはほぼ地位下にあたる成長をしている。ただ全造林木の幹材積合計は、約 150m³/ha で、これを収穫表と比較すると地位下の半分にも達しない。これらのことから本調査地は造林目的からすると56年生林分としては前述の大阪営林局と同様、不成績造林

Table 2 Composition of dominant ($8\text{cm} < D$) and oppressed ($8\text{cm} > D$) trees at Ookoshi Research Stand

Species		<i>Cryptomeria japonica</i>	Deciduous broadleaved		Evergreen broadleaved
			tree	shrub	shrub
Mean diameter (cm)	$8 > D$ cm	3.3	5.16	1.62	2.58
	$8 < D$ cm	17.4	14.7	—	—
Mean height (m)	$8 > D$ cm	3.30	6.02	2.65	3.15
	$8 < D$ cm	10.8	10.3	—	—
Number of trees (no/ha)	$8 > D$ cm	392	548	3,370	470
	$8 < D$ cm	1,100	587	—	—
Basal area (m^2/ha)	$8 > D$ cm	0.43	0.90	0.43	0.25
	$8 < D$ cm	29.9	11.0	—	—
Stem volume (m^3/ha)	$8 > D$ cm	1.21	4.62	—	—
	$8 < D$ cm	175	52.5	—	—

地と判断せざるをえないであろう。

一方、胸高直径 8 cm 以上の上層を占める高木性の広葉樹は、落葉、常緑を合せて立木本数は約 1,900 本/ha、幹材積は約 187 m^3/ha で、造林木よりかなり多い。また上層を占める造林木とこの高木性広葉樹の合計幹材積は約 330 m^3/ha で、紀州地方のスギ人工林の収穫表の地位下に匹敵する。したがって本林分は生物量としては決して少ない幹量ではなく、今後ウラジロガシ、アカシデ、ミズメ、コナラ、ヤマザクラ、ホオノキ等の有用広葉樹に、材積率で 40% 程度のスギ、ヒノキを混交した林業的に価値の高い混交複層林に育つ可能性があると思われる。

大越調査地におけるスギ造林木の現存本数は約 1,500 本/ha で、植栽木の 50% が生存し、その中の約 70%, 1,100 本/ha が胸高直径 8 cm 以上の上層木である。この上層木の平均直径約 17 cm や平均樹高約 11 m の値は林齢 30 年の紀州地方スギ林収穫表の地位下の値である平均直径 18.3 cm、平均樹高 12.5 m に対比し、それほど劣っていない。また上層木のための幹材積は 175 m^3/ha で林齢の高い大又調査地よりむしろ多く、収穫表地位下の幹材積の約 80% である。

したがって“はじめに”のところで記したように、国有林の造林方針書による不成績造林地の基準である現有本数あるいは樹高が同齢の平均的（地位中として）な林分の 2 分の 1 以下にはならず、むしろ地位下の人工造林地に該当するのではないかと判断される。ただ下層木も含めて平均すると樹高は約 8 m となり、平均的な林分の 2 分の 1 程度となる。なお調査地の概況のところで紹介したように、大阪営林局の地域計画に関する調書の資料では、1986 年当時の造林木の幹材積や立木本数は著しく少なく、Table 2 の数値とは大きな差がある。これは調査対象の 1035 林班は小班の中でも場所により林分の構造にかなりの違いがあるためである。したがって本調査におけるベルトランセクトは対象林小班を代表するということではなく、その中の一つの林分の実態であると解釈しておきたい。

一方、大越調査地の高木性広葉樹は落葉樹のみで、成立本数の合計は約 1,100 本/ha であるが、胸高直径 8 cm 以上の上層を占める高木性の落葉広葉樹はその約半分の 590 本/ha であり、大又調査地に比較し著しく少ない。また幹材積も少なく 50 m^3/ha を少し超えた程度である。しかしこれとスギの幹材積を合せると約 230 m^3/ha となり、スギ林分収穫表の地位下に相当する値となる。この落葉広葉樹にはヤマザクラ、ヒメシャラ、ホオノキ、イイギリ等の有用広葉樹も含まれているので、地位下として人工林の取り扱いをするより、スギ林に 20% あまり広葉樹の混

交した複層林として施業するほうが適切であるように思われる。

6. 直径生長の経過

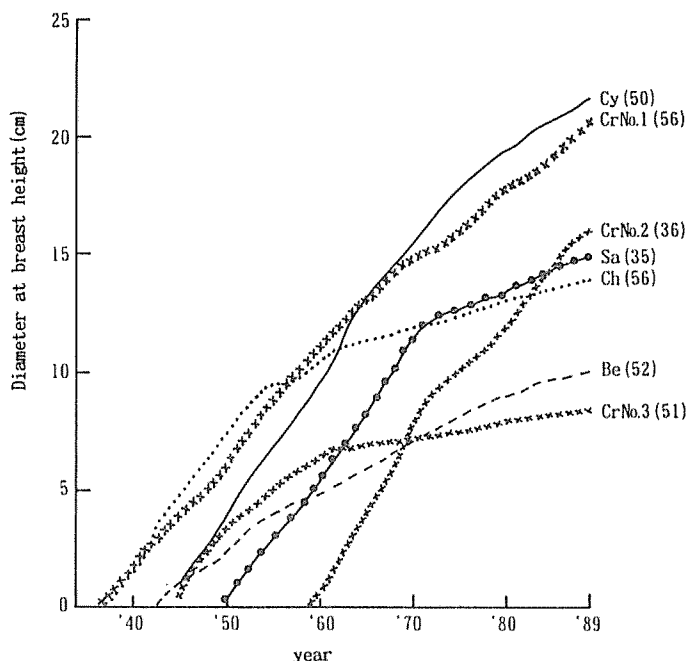


Fig.7 Annual diameter growth of sample trees at Oomata Research Stand. (): Tree age
 Cr : *Cryptomeria japonica*
 Ch : *Chamaecyparis obtusa*
 Cy : *Cyclobalanopsis salicina*
 Be : *Betula grossa*
 Sa : *Sapium japonica*

大又調査地の upper, middle, lower 層に成立する標準的な資料木 7 本と、同じく大越調査地の 6 本を伐倒し調査した結果、それぞれ胸高における直径の成長経過は Fig. 7, 8 のようであった。なお、図中の記号で示した樹種名のあとの () 内の数字は、根元における年齢である。

大又調査地においては、調査時点で造林木中比較的大いグループのスギ No. 1 の優勢木は植栽直後から良好な成長を継続し、現在もあまり成長は衰えていないに反し、中層に成立するヒノキや下層のスギ No. 3 は植栽後 20 年目頃より著しく成長が低下している。なおスギ No. 3 の年齢が少し若いのは急斜面のため伐根高が高くなったためである。しかしスギ No. 2 は植栽後造林木の種子から天然更新したもので、Fig. 7 から認められるように比較的成長も良い。

広葉樹の多くは下刈り終了後に再生したものである。上層のウラジロガシは更新初期から直径成長が良く、現在も比較的高い成長率を継続している。これに反しシラキ、ミズメの落葉広葉樹の最近の成長は減退の傾向にある。しかしその成長率は中、下層のヒノキやスギより大きい。また樹高と直径の相対成長関係と比較すると、広葉樹の H/D はスギ、ヒノキより大きく¹¹⁾、同じ直径でも樹高はかなり高いので、中、下層の造林木はますます被圧されることになる。

大越調査地においては、Fig. 8 から認められるように、スギ No. 4, 5 の優勢木は植栽後から良好な成長を継続しているが、スギ No. 6 は植栽後 6 年頃、すなわち下刈り終了後間もなく成長を減退し、現在は劣勢木となっている。なお、スギの年齢は資料木 3 本とも 36 年生であり、植栽年から調査時点までの期間と一致しない。これは民有林の買入れ当時、多分植栽年度に数年の誤りがあったものと思われるが、本報告では営林署の資料に準拠しておくことにする。

一方広葉樹はいずれも 32 年生で、下刈り終了後間もなく再生、成長したものであり、一般に生

長は良好である。このような傾向から現在上層にあるスギの一部は成長の早い広葉樹に被圧される可能性もあると思われる。

以上のことから上層にある造林木は、これからも優勢木として成長を続ける一方、上層ばかりか中層に成立する広葉樹の成長は著しく良好であるので、中層以下の造林木はますます成長を減退すると思われる。したがって造林木の成長が比較的遅く、広葉樹の再生が旺盛で成長の早い林地において、十分な除伐を行なわなかった場合は、大又調査地のように優勢な造林木が群状に成立し、広葉樹と混交する複層構造になるようである。これは多雪地帯の事例⁹⁾と同様、不成績林地の特長であるといえそうである。

このように大又、大越両調査地においては、下刈り終了後再生した広葉樹の成長が造林木をしのぐほど大きかったので、現状のような針葉樹造林木より広葉樹が多く混交した不成績造林地になったものと思われる。

これを林業技術的にみれば不十分な下刈り、除伐の省略が不成績の大きな原因であるといえよう。

7. 土 壌 の 諸 性 質

土壤断面によって調査した大又、大越両調査地のA₀層、各土壤層の厚さ、土性、構造、堅密度等の土壤の諸性質はTable.3のようであった。両調査地とも土壤の母材は花崗岩である。

大又調査地における土壤の諸性質は以下のものであった。A₀層は比較的厚いが、L、F、H層の分化はあまり明瞭でない。土壤層は深く80cmに達するが全体にわたって風化の進んだやや角ばった花崗岩の中礫や大礫が30%以上混在している。土性はすべて壤土で、このうち腐植に富んだA層は30cmほどでかなり厚く、団粒構造がよく発達している。またA層中の層位の境は漸変しあまり明瞭でない。B層、C層はやや赤味をおびた暗褐色で腐植を含んでいる結果、層位は漸変し、A、B、C層の境はそれほど明瞭でない。またB、C層の構造はごく弱い塊状となっている。

一方、表層土の堅密度は“しろう”で、下層土も軟であることから、土壤層全体として通気、透水性は良好であると思われる。以上の諸性質から本調査地の土壤型はB_D型と判断される。したがってこのような土壤条件からみる限り本調査地はスギの不適地とは思われない。

大越調査地における土壤の諸性質も大又調査地に類似し、土壤層は深く、土壤型はB_D型とい

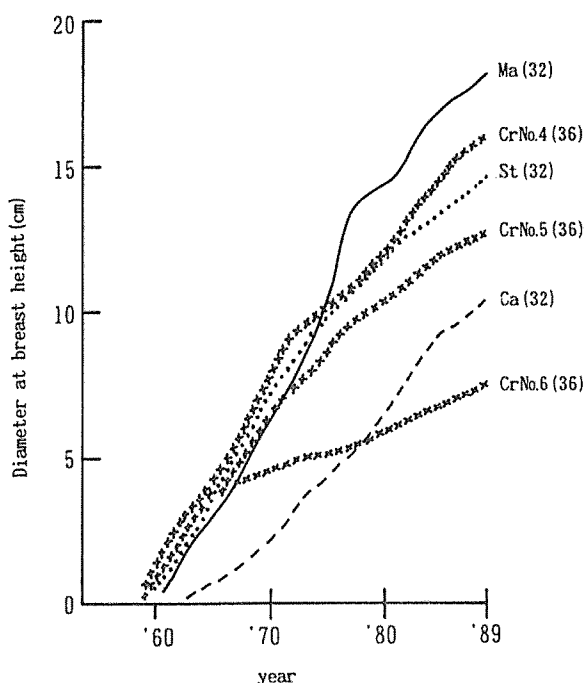


Fig.8 Annual diameter growth of sample trees at Ookoshi Research Stand. () : Tree age
Cr : *Cryptomeria japonica*
Ma : *Mallotus japonicus*
St : *Styrax japonicus*
Ca : *Carpinus japonica*

Table 3 Discription of soil profile in research stand

Stand	Horizon	Depth (cm)	Texture	Humus	Structure	Hardness	Definition of boundary
Oomata	A 0	6 ~ 10	—	—	—	—	—
	A 1	0 ~ 10	Loam	Abundant	Strong grumb	Very soft	Indistinct Indistinct Indistinct
	A 2	10 ~ 30	Loam	Abundant	Weakly grumb	Very soft	
	B	30 ~ 62	Loam	Holded	Weakly clod	Soft	
	C	62 ~ 82	Loam	Holded	Weakly clod	Soft	
Ookoshi	A 0	1	—	—	—	—	—
	A 1	0 ~ 9	Clay loam	Abundant	Strong grumb	Very soft	Indistinct Indistinct Indistinct Distinct
	A 2	9 ~ 23	Clay loam	Abundant	Weakly grumb	Very soft	
	B	23 ~ 41	Clay loam	Holded	Weakly clod	Soft	
	C	41 ~ 85	Clay loam	Scanty	Weakly clod	Soft	

える。ただA₀層は著しく薄く、また土壌層全体にわたり土性は植質壤土で、大又調査地に比較し粘性がやや高いようである。またA層はやや薄いものの団粒構造はよく発達し、堅密度は“しよう”である。さらにC層は腐植に乏しく、B、C層はともに弱度の塊状構造であるが、その層位の境は比較的明瞭である。しかし下層土の堅密度は軟で通気、透水性は大又調査地と同様良好であると思われる。したがって本調査地の土壌はスギの造林不適地ではなく、むしろ適地であるといえよう。

以上の調査結果から判断して、大又、大越両国有林の今回調査した不成績造林地については、多雪地帯における不成績造林地の事例⁹⁾とは異なり、土壌条件からの適地判断の誤りによって生じたものでなく、造林失敗の主な原因は前述のように除伐等の手入れ不足にあると思われた。

8. 林種転換と不成績造林地の取り扱い方

わが国のような温暖で湿潤な地域では、森が自然力や伐採等何等かの原因で破壊され放置されると、普通はそこに新林を再生する。この自然の運動法則に従った森林の復元力はきわめて大きい。この場合、森林に加えられる破壊の程度に応じ、多様な2次遷移があらわれるが、ある自然環境のもとでは新たな生態系が連続的に形成されながら、定まった極相に向けて遷移していくといわれる¹²⁾。

“はじめに”のところでも述べたように、林種転換によって樹種の更改を行なう人工造林あるいはかつて行なった人工林における再造林では、地ごしらえ、下刈り、除伐等の作業によってこの自然の復元力を押えこもうとする。これには多くの労力を投入する必要があるが、これを怠ると造林木の成育はおぼつかなくなる場合が多い。整地、植え付け、除草等の育林作業は田畑における一般農業と同様であり、したがって集約にならざるをえない。

この場合、造林樹種の適地であれば、標準的な保育作業で普通は成林するが、土壌や気候等目的樹種の成育に不適な環境の場合は、その成長が悪くなるため自生種との競争に負け、いわゆる不成績造林地となる。拡大造林にともなう不成績造林地の多くは、多雪地帯における事例⁹⁾と同様、このような適地判断の誤りによるものと思われる。

しかし大又、大越両調査地における不成績造林の主因は前記したように土壌条件ではない。大阪営林局の地域計画にかかわる調書では、不成績の原因を大又調査地は寒風害と野兎の食害、大

越調査地は野兎被害としている。寒風害の発生は地形条件や土壌凍結の程度に強く関係するが、大又調査地は障害の多発する環境とは考えにくい。さらに調査ベルト内における現存の成立木の分散構造がランダム分布であることから、寒風害による集団的な枯死はおきていないのではないかと推定される。

一方、野兎による食害は造林直後に発生するが、Fig.7, 8の劣勢木の成長をみると、大又調査地では植栽後20年前後、大越調査地では6年頃から成長が低下しているものの、それまでの成長は良好であることから、初期成長を阻害する野兎害とは考えにくい。

これらのことに加え、直径成長の経過で論じたように、特に劣勢木の成長経過とその分散構造および再生した広葉樹の成長の速さから判断すると、不成績造林の大きな要因は不十分な除伐等保育に問題があったものと思われる。特に大越調査地では2回の下刈りだけで放置された可能性が高く、手入れ不足という要因は濃厚である。すなわちこのような保育だけでは自然の復元力に抗しきれなかったということである。

したがって標準的な保育作業を行なうことさえ困難な地利条件の低い奥地で、造林木を成林させるための手入れをどれだけ行なえるか育林投資の限界があろう。このことは林種転換、林種更改の一つの判断基準になろう。もし目的の造林樹種より自生種の再生力や成長が旺盛と判断される場合は、経営的視点から育林コストの限界を見定め、林種転換より他の方法例えば天然林施業を取り入れるとか、あるいは林業の対象外とする等の配慮が必要であらう。

今回調査した大又、大越両国有林の不成績造林地においては、幸いスギやヒノキの優勢木および広葉樹の成長は良好である。すなわち大又調査地では、Fig.4, Table1のように、造林木本数の約1/4は優勢木としてFig.1に示したように群状に成立し、今後の成長は十分に期待できる上、有用広葉樹も多い。また大越調査地でも、Fig.2, 6, Table2のように、造林本数の約1/3は若干の広葉樹とともに上層木として今後も成長を続けるであろう。したがって人為を加えずこのまま推移させても、大又調査地ではスギ、ヒノキが約40%、大越調査地では少なくともスギが70%程度の材積率をもつ混交林に育つ可能性が高い。また、一般の天然林施業と同様に長伐期にすれば年輪密度の高い優良大径材が得られる可能性もある。さらに有用広葉樹の収穫も期待できよう。

反面、形質の良い有用広葉樹と有望なスギの成長に支障となるような他の広葉樹を適宜除伐することも考えられよう。これは林野庁の施策の一つである育成天然林施業の技術的方法^{13, 14)}に通ずるものであろう。しかしその実施にあたっては、除伐の程度等作業基準を労働投資の効率面から判断しておく必要がある。

以上のように、今回調査の対象とした不成績造林地はいずれも造林木に再生した広葉樹が混交した複層林として成林し、長伐期にすることによって収穫も期待できそうであるが、不十分な保育にもとづく造林失敗地であることにはかわりはない。したがって土壌条件がよくて自生種の再生力の大きい地域では、むしろ疎植、少保育で育林コストの少ない針広混交型の複層林を造成するか、自然力を満度に生かした天然更新による施業を取り入れることがより適切^{15, 16)}であると思われる。

お わ り に

経済大国といわれる日本の現状の中で、国民経済に占める林業の地位は低く、ながく不況のトンネルから抜け出せずにいる一方、地球環境の保全面からは森林の重要性が強く叫ばれるようになってきた。これらに対応するため、ここ数年来、林野庁は複層林施業や育成天然林施業等の施

策を強力に推進しようとしているが、技術革新の時代にあっても現場技術としてはまだ未熟な部分が多い。その理由の一つは目標とする林分の階層構造が多様で、各層の林木、各樹種の成長予測が著しく困難であるため、皆伐一斉造林のような単純な施業体系を導き出せないほか、更新、保育、収穫にわたる施業モデルとしての指標林が設けられていないからである^{13, 14)}。このような現状での複層林施業や育成天然林施業の遂行は、かつての拡大造林における不成績造林地と同様、問題を顕在化させるおそれもある。

情報化の時代といわれるが、複層林や育成天然林施業等の新たな技術開発のためには、本報告のように自然の復元力、森林の再生力とその成長過程における階層構造の解析を行ない、できるだけ多くの情報を収集することが大切であろう。そしてとりあえずは全国的に存在すると思われる林種転換にともなう不成績造林地や、手入れ不足の結果生じた混交林、複層林等をよき手本として、合自然的な新しい育林技術特に混交複層林施業の技術体系が確立されるよう期待したい。

引用文献

- 1) 四手井綱英：日本の森林。中公新書。362。184pp, 1974
- 2) 中村賢太郎：随想造林学。中村先生喜寿記念会。295pp, 1971
- 3) 佐藤敬二教授退官記念事業会編：新造林学。造林の理論と実際。地球出版。466pp, 1971
- 4) 佐藤大七郎：育林。文永堂。288pp, 1983
- 5) 日本林業技術協会：複層林の施業技術。164pp, 1982
- 6) 河原輝彦・山本久仁雄：ヒノキ、アカマツ混交林に関する研究（1）物質生産と分解速度について。日林誌。64（9）。331～339, 1982
- 7) 赤井龍男・吉村健次郎・真鍋逸平・上田晋之助・本城尚正：混交複層林の構造と造成法（1）ヒノキ、アカマツ、広葉樹の階層混交について。京大演報。55。63～79, 1983
- 8) 今田盛生：戦後林業技術の反省。林業経済。474。9～14, 1988
- 9) 赤井龍男・古野東洲・真鍋逸平・上田晋之助：階層混交したスギ不成績人工林の構造と取り扱い方について。京大演報。61。71～84, 1989
- 10) 阪口勝美監修：スギのすべて。全国林業改良普及協会。629pp, 1983
- 11) 橋爪隼人：広葉樹の育成特性に関する研究（1）樹種及び立地条件による育成特性の違い。広葉樹研究。鳥取大学農学部。3。15～32, 1985
- 12) 沼田真編：群落の遷移とその機構。植物生態学講座4。朝倉書店。306pp, 1977
- 13) 赤井龍男：複層林の技術開発の方向を考える。林業技術。528。2～6, 1986
- 14) 赤井龍男：森林施業のこれからの課題－山が森が教えているものに学ぶ。林業技術。546。2～6, 1987
- 15) 赤井龍男・吉村健次郎・真鍋逸平・上田晋之助・本城尚正：混交複層林の構造と造成法（2）植栽スギと天然生スギ、ヒノキ、アカマツ、広葉樹の階層混交について。京大演報。58。105～124, 1986
- 16) 赤井龍男・吉村健次郎・古野東洲・上田晋之助：クロマツ人工林に天然生ヒノキ、アカマツ、広葉樹の階層混交した複層林の構造。京大演報。60。77～90, 1988

Résumé

This paper is part of a series on the poor plantation coming from conversion of forest type in a snowy region and discusses the growing structure and the management of the unproductive stand stratified-mixed with native trees in the Oomata and Ookoshi National Forest of Shingu District Forest Office located in the eastern part of Wakayama Prefecture, investigated in October 1989.

The Oomata Research Stand was cultivated by ordinary weeding and less improvement cutting since the Sugi (*Cryptomeria japonica*) and the Hinoki (*Chamaecyparis obtusa*) seedlings were planted at a density of about 3,000 per hectare 56 years ago. The Ookoshi Research Stand was cultivated by weeding only twice after the Sugi seedlings were planted

at a density of about 3,000 per hectare 30 years ago, after the natural forest of most deciduous broadleaved tree was clear cut.

Both research stands are multi-storied forests of stratified mixture type with broadleaved tree of native species (Fig.1, 2). However, the dominant trees of Sugi and Hinoki at Oomata Research Stand are established aggregately, even though the oppressed tree and broadleaved tree naturally regenerated after planting are distributed at random. On the other hand, all trees at the Ookoshi Research Stand are in random distribution. The distribution of the tree height of the broadleaved tree in both research stands resembles that of the L type. However, the distribution of the planted tree is clearly separated at about a 10 m height as a two peak type, and that stratification forms a two-storied structure with upper and lower stratum trees (Fig.4, 6).

The existing stem volume of the planted tree over 8 cm in diameter at the Oomata Research Stand is about 144 m³/ha, and the mean height is remarkably low, but the total volume of the planted tree and broadleaved tree so far is estimated to be about 330 m³/ha (Table 1). On the other hand, the volume of the planted tree at Ookoshi Research Stand is about 175 m³/ha more than that of the older Oomata stand. However, as the mixture ratio of broad leaved tree is small, the total volume of all trees is small being about 230 m³/ha (Table 2).

Judging from the process of diameter growth of sample trees (Fig.7, 8), the growth of the dominant planted trees in both research stands is continuously vigorous after planting, but the growth of the inferior planted trees has been suppressed from about the 20th year after at Oomata and about 6th year at Ookoshi. However, the growth of the broadleaved tree is generally vigorous. Judging from the character of the soil profile such as deep soil layer and developed grumb structure (Table 3), the soil of both research stands is fertile. Therefore, the stand soil can not be said to be unfit for planting of Sugi and Hinoki.

As mentioned above, the poor growth of the planted trees may be caused by insufficient weeding and improvement cutting which act against the vigorous growth of native trees. Namely, it seems that the natural reproductivity was greater than the establishment of plantation. However, if the existing stand is succeeded on the natural status, a multi-storied forest consisting of native trees mixed with about 40% volume rate of planted trees at Oomata Research Stand and over 70% volume rate at Ookoshi should be formed. Furthermore, adequate improvement cutting of some broadleaved trees excluding useful trees may be an effective means of forest management.