

広葉樹用材林の育成技術

林業機械の振動・騒音防止——機械の改良

ページ	行	誤	正
45	上 2	山岳林には	山岳林では
45	" 1	小型可搬式機械が	小型可搬式機械の
48	下 1	付近では	付近で
49	下 9	騒音レベルは	騒音レベルを
53	下 2	鋸断時の最大	鋸断時の
62	上 6	燃料時間	燃焼時間
74	上 16	図-30	図-31
75	下 6	図-29	図-30
79	上 3	図-30	図-31
"	" 4	図-31	図-33
"	" 6	図-30	図-31
"	" 12	図-33	図-34
"	" 14	図-34	図-35
"	下 14	図-35	図-36
"	" 11	図-36	図-37
"	" 7	図-37	図-38
85	上 1	図-38	図-39
"	" 2	図-39	図-40
"	" 5	図-40、41	図-41、42
86	" 2	図-42	図-43
87	" 7	図-43	図-44
"	" 12	図-48	図-49
"	" 14	図-47	図-48
"	下 8	図-45	図-46
"	" 5	図-46	図-47
91	上 1	図-47	図-48
"	" 2	図-46	図-47
"	" 5	図-48	図-49
"	" 10	図-44	図-45
"	" 11	図-49	図-50
"	" 13	図-50	図-51
"	" 14	図-49	図-50
"	" 16	図-51	図-52
"	下 13	図-48	図-49
"	" 12	静バネ定数	硬さ
"	" 12	図-51	図-52
"	" 11	図-52	図-53
"	" 10	静バネ定数	ゴムの硬さ
"	" 9	図-53	図-54
95	上 7	Kojro	Kojiro
"	" 7	PRotary	Rotary

広葉樹用材林の育成技術

ページ	行	誤	正
99	上 10	試験担当者の項 林業試験場東北支 場 経営第1研究 室のあとに	造林第2研究室 桜井 尚武 大住 克博 を挿入

蓄積経理システムの開発

ページ	行	誤	正
153	上 1	地位級Ⅲ等地0,60 以上であった。	この前に「間伐施業後 の材積生長を考慮した 間伐残存林の適正収量 比数は地位級Ⅰ、Ⅱ等 地0,50以上」を挿入

簡易な小型電算機による林道設計システムの開発(Ⅱ)

ページ	行	誤	正
157	上 12	簡単	簡単
164	" 9	水平行	水平高
166	" 4	Ccostruct	Construct

広葉樹用材林の育成技術

I 試験担当者

林業試験場(本場)

造林部長 浅川 澄彦
造林部植生研究室 谷本 丈夫, 鈴木 和次郎
浅野 透
土壤部土壤第1研究室 大角 泰夫, 金子 真司

(協力研究者)

経営部長 粟屋 仁志

林業試験場東北支場

経営第1研究室 小坂 淳一

林業試験場九州支場

造林第2研究室 城田 宏

林業試験場木曾会場

造林研究室 荒井 国幸

II 試験目的

近年、生活様式の質的変化などにより、家具材、内装材などにおける広葉樹材の需要が増加しており、その結果、材価が上昇していることは周知の事実である。一方、伐採可能な天然林面積の減少に伴って、こんごの広葉樹用材の供給は減少が見通されており、試算によれば、昭和71年には昭和51年の供給量の半ばを割るものと予測されている。従って、現存する林分に改良を加え、伐期の短縮を図るとともに、保統的な広葉樹材生産技術を開発することが焦眉の急となっている。しかしながら、薪炭材生産についてはある程度まとまった研究蓄積があるが、用材生産を目的とした広葉樹林の育成については、ブナやカシバ類の天然更新技術を除けば研究蓄積はほとんどないに等しい。以上のような背景をふまえ、林業試験場では昭和57年度から特別研究「ミズナラ等主要広葉樹の用材林育成技術の開発」を開始し、これを補完する意味で技術開発課題「広葉樹用材林の育成技術」を併行して進めてきた。本研究は後者を延長継続したもので、1. ミズナラの天然更新、2. シイの天然更新、3. ミズナラの生育と立地条件、4. ミズナラの密度管理について研究を進めた。

III 試験の経過と得られた成果

1. ミズナラの天然更新試験

本研究においてはミズナラについて、すでに明らかにされているブナの更新法を援用しつつ、母樹保残法を中心に次代用材生産林分造成のための天然更新技術を開発する。そのために気候条件の異なった東北と関東地方に固定試験地を設定し、有用樹種の稚樹の消長、林床植生の変化を引き続き調査する。

1) 東北地方ミズナラ林

(1) 調査地および方法

調査地は、昭和57年～58年に設定された天然更新試験地、岩泉営林署管内25林班（南ノ沢試験地、約20齡級）、同94林班（中居村試験地、約29齡級）、安代営林署管内464林班（鍋越山試験地、約12齡級）の3地域である。

調査方法は、それぞれの試験地内において $2\text{m} \times 2\text{m}$ の方形区を各処理区ごとに9個づつ合計117個設定し、枠内のミズナラおよびその他の有用広葉樹稚樹の樹高、本数等を調べた。

(2) 調査結果

中居村試験地の各区における稚樹のうち稚樹樹冠層の上層に達していたものの平均樹高および生長経過を図-1に示した。図から明らかなように稚樹の生長と林冠木の伐採率は必ずしも比例しなかったが、これは調査枠が必ずしも、伐採率を十分に反映した所に設置されたわけではないこと、土壤条件が異なること等によるものと思われる。しかし、概して伐採率50%以上の、明るい区において稚樹は良い生長を示した。

南ノ沢・鍋越山では、全個体の平均樹高について昭和59、60年の2カ年の結果を図-2に示した。ここでも明るい所で稚樹は良く生長していた。また、大きい個体の多い1982年以前に発生した稚樹の方が、1984年の稚樹よりも生長が良かった。

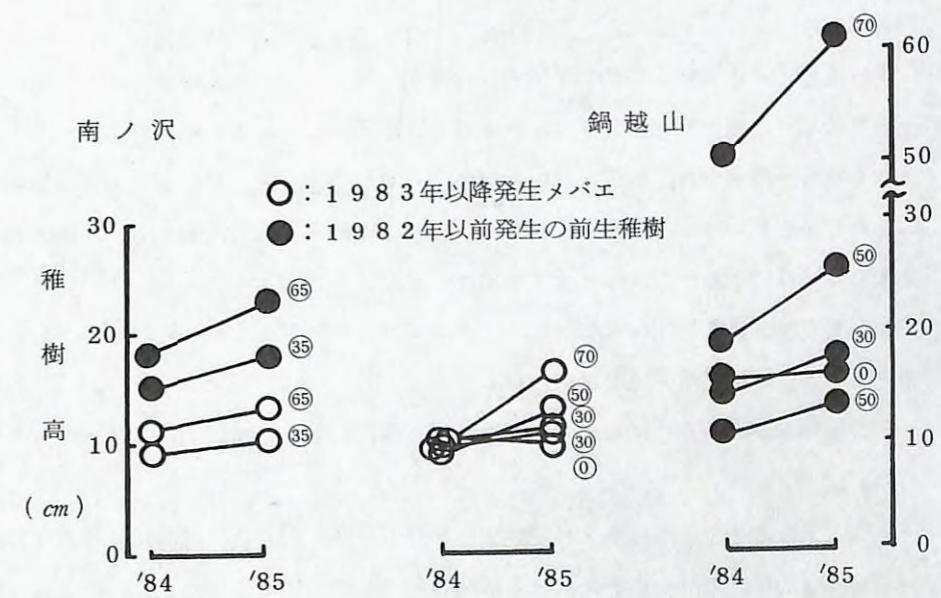
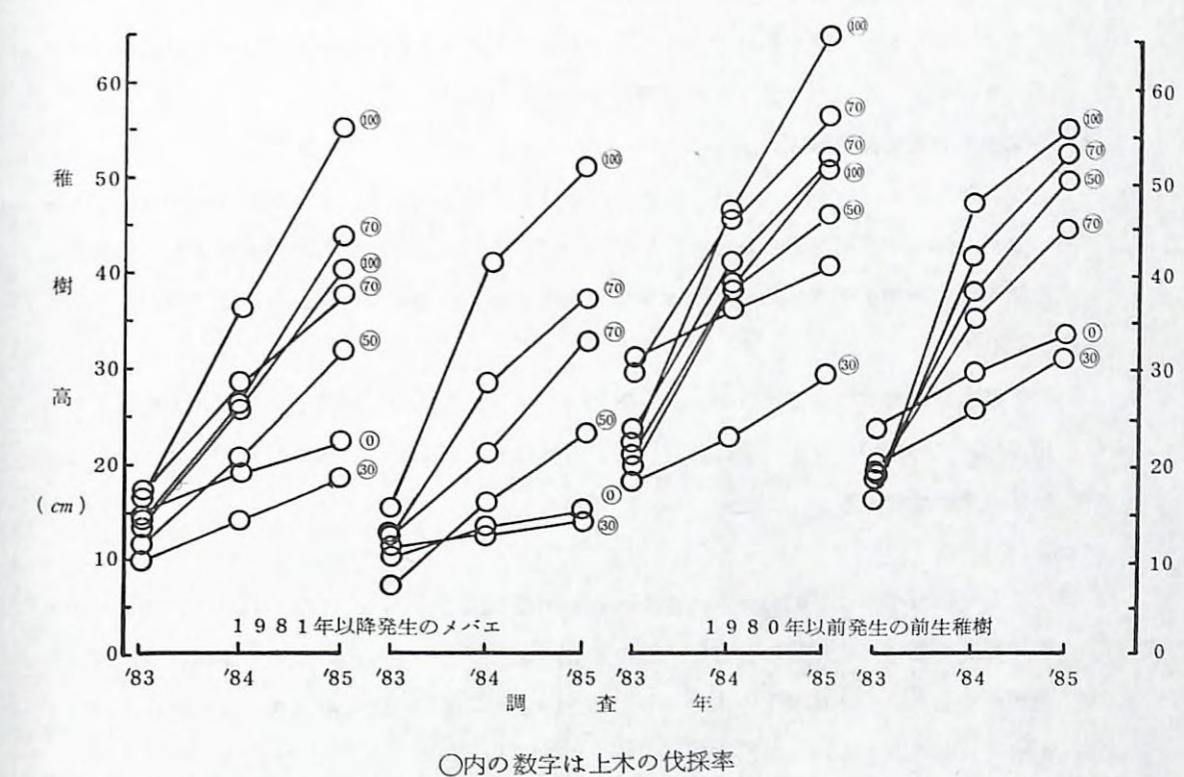
2) 関東地方のミズナラ林

(1) 調査地および方法

東北地方と同様に、本研究に先立って行われた昭和58年までの研究において設定された大間々営林署管内湖南国有林230林班の天然更新試験地における稚樹の消長を検討した。すなわち、試験地内に設定された $2\text{m} \times 2\text{m}$ の固定方形区200カ所において、ミズナラおよび有用稚樹の稚樹本数、樹高、実生、萌芽の別等を調べた。

(2) 調査結果

本研究の期間内では、ミズナラの結実がわずかしかなかったので、新たに発生した稚樹はなかった。



ミズナラ等の有用広葉樹の更新にとって、もっとも阻害要因になるスズタケの再生は、刈り払い後、2年間は著しくなかった。しかし、3年目からはかなり回復してきており、ミズナラの結実をまって刈り払いを行う必要がある。スズタケ以外の雑草木は、全刈区のクマイチゴを除いて、まだ刈り払う程に回復していなかった。

3) ミズナラの更新実態調査

固定試験地におけるミズナラ林の更新の結果は、試験地設定後、十分な結実年がないことから、まだ具体的な資料が得られない。そこで、既存更新地における実態調査により、更新に必要な諸条件の把握を図る目的で次のような調査地を選び、過去の施業との関連で検討した。

(1) 調査地

宇都宮営林署管内奥日光戦場ガ原（昭和58年度）、喜多方営林署（元猪苗代営林署）管内檜原地区（昭和59年度）、宇都宮営林署管内奥日光中禅寺湖畔周辺（昭和60年度）の3地区の既存更新地である。

(2) 調査方法

既存更新地における実態調査は3地区とも同じ方法で行った。すなわち、1辺10m～50mの方形区を用い、それぞれの方形区内の1.2m以上のすべての木について胸高直径、樹高を毎木調査した。1.2m以下の木については1辺2m、縦10～50mの長さを2m毎に区切ってそれぞれ毎木調査を行った。

方形区の1辺が50m×50m区では上記の調査の他に樹冠投影図を作成するために、樹冠の半径を八方位について測定した。

(3) 調査結果

① 奥日光のミズナラ林（昭和58年調査12林分）

日光戦場ガ原周辺のミズナラ林は、ミズナラにハルニレ、カラマツおよびハリギリの混生する林分が認められたが、それらの混生はわずかで、ほとんどがミズナラの純林と呼べるものであった。また、これらの林分は少数の老大径木、老大径木と中・小径木および小径木のみで構成された3つのタイプが認められた。（表-1）。

これらの林分は、林床にスズタケ、ミヤコザサ、チマキザサがそれぞれ密生し、更新に耐えるような稚樹はほとんどなかった（表-2）。

中、小径木が多く存在する林分は、森林調査簿でみると、樹齢100年前後のもののが多かった。

一方、大径木と中、小径木とが混生する林分における樹冠の位置関係を検討するために、50m×50m方形区の林分調査における樹冠投影図を図-3に示した。これによるとブナ天然林等で報告されているように、ミズナラ林でも大きな樹冠内には、稚樹はもちろん中、

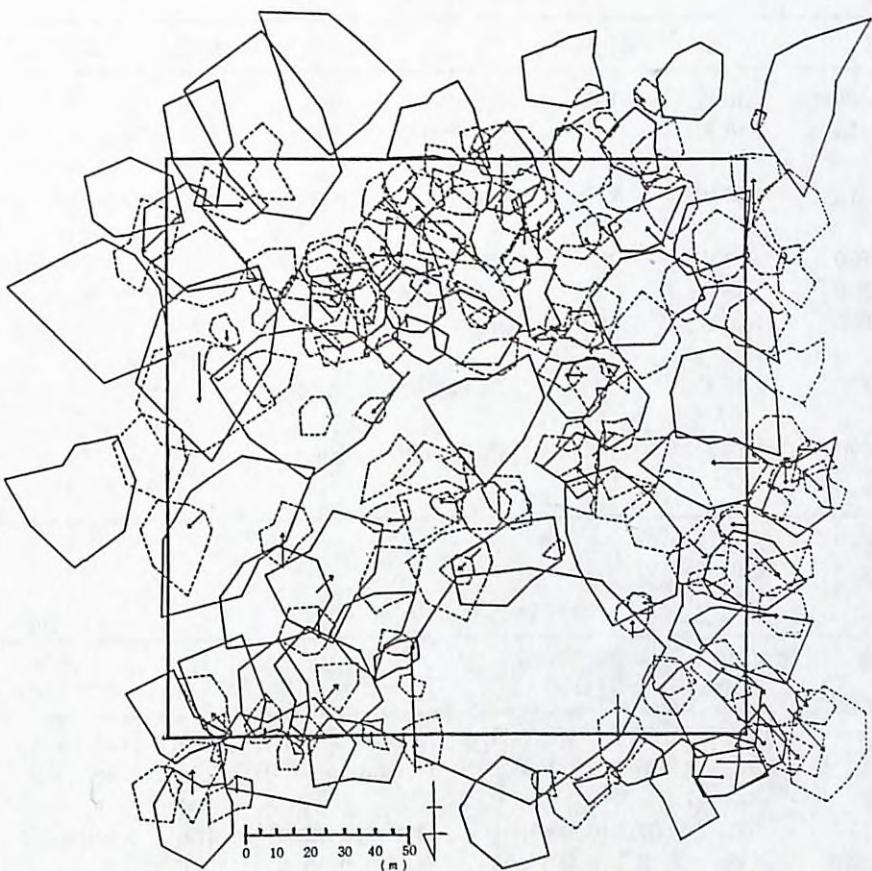


図-3 ミズナラ林樹冠投影図（日光 戦場ガ原）

実線：上層木、点線：下層木

矢印：樹幹の傾斜方向を示す

小径木も存在していない。

また、中、小径木が多く存在する場所は図からわかるように上層林冠と上層林冠の間、風倒、伐採等で生じたと思われる林冠疎開部に集中していた。このような林分に対して大径木だけで構成された林分では、中、小径木がまったくみられず、林冠疎開部ではササ類の繁茂が著しかった。

② 猪苗代檜原地区のミズナラ林

この地区的調査林分の概況を表-3、4に示した。これらの林分は、いずれも檜原湖に面し、調査区1～4では現在でも林内の落葉の採集が行われており、このため1～3の調査区では落葉層がほとんどなかった。林冠を形成する樹種はミズナラとコナラ、ミズナラとブナあるいはその他広葉樹が混生する林分の二つに分けられるが、コナラの多く混在する林分は、より標高の低い場所でみられた。

表-3 調査区の概況

調査区	標高	方位	傾斜	地形	土壤型	植生(優占度2以上)
1	835m	S30°W	15°	緩斜尾根	B ℓ D(d)	ヤマウルシ ワラビ ススキ
2	875	S10 E	5°	ゆるやかな 平尾根	B ℓ D(d)	チマキザサ
3	815	S30°W	25°	凹形斜面	B ℓ D(崩)	ヤマウルシ フタリシズカ トリアシショウマ
4	920	S10°W	33°	平衡斜面	B ℓ (d)	ハクウンボク
5	930	S55°W	5°	山頂緩斜面	B ℓ D(d)	チシマザサ チマキザサ
6	880	S20°W	35°	凹形斜面	B ℓ D(d)	タチツボスミレ ヨブスマソウ トリアシショウマ
7	770	S40°E	8°	山頂緩斜面	B ℓ D(d)	チシマザサ チマキザサ ムシカリ
8	770	S43°E	10°	凸形緩斜面	BB	チマキザサ チシマザサ ハイヌツゲ ヒメモチ

表-4 調査区の林況

区	樹種	立木本数 (本/ha)	胸高直径 (cm)	樹高 (m)	材積 (m ³)	枯立木 本数 (m ³)
1	ミズナラ	552	20.7(7.5-33.0)	13.6(5.5-18.5)	188.5	92 [6.4]
	コナラ	322	25.8(21.2-38.5)	17.6(16.5-21.0)	148.1	46 [6.9]
	Total	874			334.6	
2	ミズナラ	995	27.0(6.0-47.5)	17.0(6.0-23.0)	474.7	199 [6.6]
	その他広葉樹	133	6.3(6.0-6.5)	5.5(5.0-6.0)	1.3	
	Total	1128			476.0	
3	ミズナラ	308	29.1(11.0-52.5)	18.6(7.5-21.0)	278.1	38 [1.9]
	コナラ	154	33.3(31.0-35.5)	21.3(19.0-22.0)	130.5	
	その他広葉樹	39	6.0	8.0	0.8	
	Total	501			409.4	
4	ミズナラ	848	16.8(6.5-34.0)	12.1(5.0-18.5)	163.8	371 [10.3]
	コナラ	212	27.3(17.0-42.0)	17.3(14.0-20.0)	114.5	
	その他広葉樹	106	16.5(14.5-18.5)	11.5(10.0-13.0)	17.5	
	Total	1166			295.8	
5	ミズナラ	870	20.6(7.0-39.0)	14.3(6.0-19.0)	307.8	100 [4.7]
	その他広葉樹	33	48.5	18.0	46.5	
	Total	903			354.3	
6	ミズナラ	285	24.2(6.0-32.5)	14.1(6.0-19.0)	130.4	
	その他広葉樹	163	33.9(14.5-41.0)	17.6(10.5-21.0)	194.9	
	Total	448			325.3	
7	ミズナラ	628	24.8(20.0-37.0)	20.5(18.0-22.0)	318.6	90 [33.0]
	その他広葉樹	359	16.8(8.5-28.0)	16.9(7.5-21.5)	77.2	
	Total	985			395.8	
8	ミズナラ	248	47.6(22.0-81.0)	17.8(14.0-20.5)	411.5	
	ブナ	142	36.1(20.0-63.0)	17.1(13.5-21.5)	147.6	
	その他広葉樹	177	14.5(9.0-21.0)	10.6(9.0-13.5)	21.6	
	Total	567			580.7	

表-1 日光のミズナラ林林分構成

方形区番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
立木本数 (ha)	350	225	775	225	250	450	240	350	275	300	320	180
平均高 (m)	18.2	21.9	18.5	16.2	16.8	14.9	19.3	16.1	25.5	18.4	20.3	20.0
平均直径 (cm)	9.0-28.0	4.0-24.0	7.0-21.5	9.0-21.0	7.0-24.0	8.5-25.0	9.0-23.0	21.0-28.0	6.0-21.0	9.0-26.0	18.0-24.0	
平均断面積 (m ² /ha)	40.3	64.5	25.3	45.2	38.4	50.7	35.9	50.7	52.7	48.1	59.4	
平均面積 (m ² /ha)	32.0-50.0	35.8-102.7	10.0-42.0	14.0-74.0	8.0-88.0	14.0-86.0	10.0-74.0	36.0-72.0	28.0-74.0	26.0-68.0	34.0-76.0	
材積 (m ³ /ha)	45.5	80.6	43.9	44.9	45.2	75.3	59.5	44.7	58.5	70.0	62.4	53.2
立木本数 (ha)	365.0	763.3	414.8	352.0	349.0	597.3	523.8	360.0	611.5	555.0	561.2	430.6
平均高 (m)	23.3	20.5-26.0	27.4	15.0-79.8	23.5	21.2-55.0	25.0	18.0	25.0	15.0-21.0	30.0	
平均直径 (cm)	8.0	8.0	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	
平均断面積 (m ² /ha)	212.5	212.5	212.5	212.5	212.5	212.5	212.5	212.5	212.5	212.5	212.5	
立木本数 (ha)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
平均高 (m)	23.3	20.5-26.0	27.4	15.0-79.8	23.5	21.2-55.0	25.0	18.0	25.0	15.0-21.0	30.0	
平均直径 (cm)	8.0	8.0	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	
平均断面積 (m ² /ha)	212.5	212.5	212.5	212.5	212.5	212.5	212.5	212.5	212.5	212.5	212.5	
立木本数 (ha)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	
平均高 (m)	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	
平均直径 (cm)	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	38.0	
平均断面積 (m ² /ha)	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	
立木本数 (ha)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
平均高 (m)	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	
平均直径 (cm)	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	46.0	
平均断面積 (m ² /ha)	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	
立木本数 (ha)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	
平均高 (m)	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	
平均直径 (cm)	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	
平均断面積 (m ² /ha)	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	
立木本数 (ha)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
平均高 (m)	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	
平均直径 (cm)	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0	
平均断面積 (m ² /ha)	54.1	54.1	54.1	54.1	54.1	54.1	54.1	54.1	54.1	54.1	54.1	
立木本数 (ha)	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	220	
平均高 (m)	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	
平均直径 (cm)	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	
平均断面積 (m ² /ha)	54.1	54.1	54.1	54.1	54.1	54.1	54.1	54.1	54.1	54.1	54.1	
立木本数 (ha)	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	
平均高 (m)	48.1	48.1	48.1	48.1	48.1	48.1	48.1	48.1	48.1	48.1	48.1	
平均直径 (cm)	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	36.0	
平均断面積 (m ² /ha)	54.1	54.1	54.1	54.1	54.1	54.1	54.1	54.1	54.1	54.1	54.1	
立木本数 (ha)	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	
平均高 (m)	66.0	66.0	66.0	66.0	66.0	66.0	66.0	66.0	66.0	66.0	66.0	
平均直径 (cm)	30.0	30										

表-2 日光ミズナラ林の稚樹本数(ha当たり)

方形区番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計	林分平均
カ ラ マ シ	芽ベエ $\frac{25.0}{0 \sim 250}$	25.0	25.0	$\frac{75.0}{0 \sim 500}$	$\frac{6800}{0 \sim 16750}$	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	6900	$\frac{575.0}{0 \sim 16750}$
ハ ル ニ レ	芽ベエ $\frac{2575.0}{0 \sim 8000}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2575	$\frac{214.0}{0 \sim 8000}$
ミ ズ ナ ラ	芽ベエ $\frac{50.0}{0 \sim 250}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50	$\frac{4.2}{0 \sim 250}$
ハ リ ギ リ	芽ベエ $\frac{250.0}{0 \sim 1000}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	625	$\frac{52.1}{0 \sim 1000}$
ウ ラ シ モ シ	芽ベエ $\frac{50.0}{0 \sim 250}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	125	$\frac{10.4}{0 \sim 500}$
シ ラ ヒ カ イ ン バ ヤ	芽ベエ $\frac{25.0}{0 \sim 250}$	$\frac{50.0}{0 \sim 500}$	$\frac{25.0}{0 \sim 250}$	$\frac{25.0}{0 \sim 250}$	$\frac{25.0}{0 \sim 250}$	-	-	-	-	-	-	-	150	$\frac{12.5}{0 \sim 500}$
<u>平均</u> $\frac{\text{最少} \sim \text{最大}}{2 m \times 2 m \text{枠} 10\text{個} (1\text{方形区当たり})}$														

また、調査区1～7の林分は、表から明らかなように中、小径木で構成されており、調査区8ではミズナラの大径木が点生する林分で、いずれも二次林である。

ミズナラ等の更新稚樹の発生、消長に重大な影響をおよぼすササ類は、調査区2、5、7および8で良く繁茂し、その他の調査区ではササが見られなかった。このようなササ類の生育状態を反映して、各調査林分の有用稚樹の樹高別出現本数は表-5のとおりとなっていた。

表-5 有用樹稚樹の出現本数(ha当たり)

樹種 樹 齡	ミズナラ				計	コナラ				
	1～5	6～10	10～15	16～20		1～5	6～10	11～15	16～20	
調査区										
1	47188	12813	4063	5226	69690	35625	5313	1251	-	42189
2	1251	313	-	-	1564	313	-	-	-	313
3	31563	7813	-	1564	40940	5313	1876	1875	-	9064
4	18026	1563	625	-	20214	16563	313	313	-	17189
5	1875	-	-	-	1875	-	-	-	-	-
6	2188	625	313	-	3126	1250	-	-	-	1250
7	13125	-	-	-	13125	-	-	-	-	-
8	34376	313	-	-	34689	2188	4376	-	-	6564
樹種 樹 齡										
ブナ										
イタヤカエデ				イタヤカエデ				計		合計
調査区										
1	-	-	-	-	-	-	-	313	313	112192
2	-	-	-	-	313	-	-	313	313	2190
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50004
4	-	-	-	-	6938	-	-	6938	6938	44341
5	-	-	-	-	1875	-	-	1875	1875	3750
6	-	-	-	-	7501	2501	313	10315	10315	14691
7	-	-	-	-	6250	-	-	6250	6250	19375
8	2188	4376	-	6564	6563	625	-	7188	7188	48441

すなわち、ササが生育していない調査区1、3、4の残存稚樹は豊富で、樹齢も10年以上のもののが多かった。これに対し、林床にササが繁茂している調査区では2と5のように稚樹が少なかった。

調査区6では、ササが少ないにもかかわらずナラ類の稚樹が少なかった。これはこの調査区が凹地形に位置し、シダ類が良く繁茂していたことと、湿性土壤がミズナラ類の稚樹の生育に影響しているものと思われる。

以上の調査結果から、林内で刈り払いが行われていると、稚樹の残存率が著しく高まる

ことが明らかとなった。しかし、残存稚樹の樹高はせいぜい20~30cmまでで、樹齢も10年生前後のものが多く、それ以上の樹高や樹齢の、いわゆる若木は、やや細いが上層樹冠に達したものが、わずかに見られるだけで、林冠層以下にはまったく存在しない。

したがって、林内の刈り払いは稚樹群をある程度残存させるために効果があるが、その後の生長を期待するには、親木である上層林冠の疎開が必要である。

一方、現在の林分がどのようにして成立したかを、最寄りの村落の古老からの聞き込みと旧猪苗代営林署に保管されていた大正8年度の森林調査簿で検討した。聞き込みによると当該林分は明治前期まで薙場であって、年数回火入れが行われていた。前期の森林調査簿の記述も未立木地もしくは散生地となっている。

ミズナラ、コナラはブナよりも樹皮が厚く野火等に強いので、これらの林分は火入れ等の人为的行為が加わることによって、ブナ林→薙場→ナラ林と変化したものといえる。これを裏付けるように、この地域では村落に近い部分にナラ林、それを取巻くようにブナ林が明確に区分できる。

なお、現存の林分の立木密度は高く、幹の形質も優れているので、成立時の密度はかなり高かったと予想される。したがって、年数回の火入れによって成立した薙場にどの程度のナラ類の稚樹や母樹が存在していたのかについての疑問が残り、今後の重要な検討課題となろう。

③ 日光中禪寺周辺のミズナラ林

この林分は、中禪寺湖畔にある古くからのホテルの前庭にある。10年前までゴルフのショートコース、冬期はスケートリンクに利用され、林床はきれいに刈り払われていた。そして、それ以後は自然放置されて現在に至っている。

この林分では図-4に示したように、樹冠と樹冠の間に1m×1mの方形区を連続してならべ、その中の稚樹を齢ごとに調べた。ミズナラの稚樹はベルト1の30~40mの間、ベルト2の7~15mの間のように樹冠と樹冠の間が広く疎開していると、ほとんど存在していない。

ベルト3のように、まったくの樹冠の中では稚樹数はわずかで、樹高も小さい。これに対し、ベルト2の樹冠下では稚樹数はかなり多くなっている。同様な傾向はベルト1でも認められる。ことにハレニレ側からの側方光線と林冠の隙間から陽光の透過が期待できる10~30mの間では m^2 あたり20~40本もの稚樹が存在し、最大伸長量は10~30cmにもなっていた。

なお、ここで最大伸長量で比較したのは、稚樹本数が m^2 あたり20~40本と多く、稚樹同志の庇陰によって樹高が極端に小さいものが多くなっている。そのために平均樹高とする

とその差がなくなってしまい、上木の庇陰の影響を正しく反映しないためである。

稚樹の年齢は11, 9, 7, 5年生と推定され、ミズナラの種子の結実が隔年に見られることを確認できた。なお、11年生以上の稚樹がなかったのは、それ以前には庭の手入れ等の影響が強く、稚樹が定着できなかつたものであろう。

また、本数的には7年生と5年生とが圧倒的に多かったが、これは5年前のミズナラ種子の大豊作後、ほとんど結実がなかったことと、すでに前生の稚樹が大量に存在するために、発芽しても枯死しているものと思われる。このことは稚樹が雑草木におおわれている場合にもあてはまる。このような前生稚樹や雑草木が障害となって後継の稚樹が生育できない例は、ブナでも認められており、ミズナラも一斉林形で更新し、更新の機会はかなり断続的であるといえよう。

4) まとめと今後の問題点

これらの既存更新地の実態解析から、ミズナラの天然更新を成功させるために必要な要件について整理してみると、次のようになった。すなわち、図-4に要約されているように、種子の飛散は樹冠の縁から2~3m以内までといえる。既存更新地は、いずれも長い間林床植物の刈り払いが行われていた。また、これらの刈り払いは更新を目的としたものではないために、かなり極端なものである。

このため、ミズナラの更新のためにこれ程丁寧な刈り払いが必要であるかどうか疑問が残る。

一方、ミズナラの種子は重いので、林冠がある程度閉鎖している方が種子の落下量は多くなる。林内で発芽したメバエは、林床植物がなければ10年程度まで生存している。しかし、その後、上層の林冠に疎開穴ができる、林内に十分な陽光が透過できる条件がない限り、後継樹としての生長は期待できず枯死してしまう。

したがって、ミズナラの天然更新を成功させるためには、林床の刈り払いを行い、稚樹を定

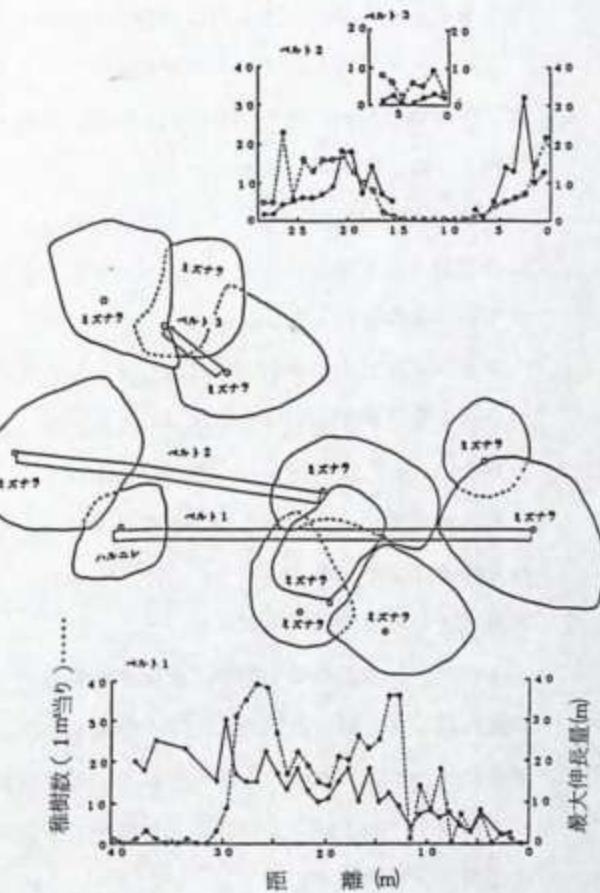


図-4 林分構造と稚樹数・最大伸長量
(ベルト1~ベルト3)

ことが明らかとなった。しかし、残存稚樹の樹高はせいぜい20~30cmまでで、樹齢も10年生前後のものが多く、それ以上の樹高や樹齢の、いわゆる若木は、やや細いが上層樹冠に達したものが、わずかに見られるだけで、林冠層以下にはまったく存在しない。

したがって、林内の刈り払いは稚樹群をある程度残存させるために効果があるが、その後の生長を期待するには、親木である上層林冠の疎開が必要である。

一方、現在の林分がどのようにして成立したかを、最寄りの村落の古老からの聞き込みと旧猪苗代営林署に保管されていた大正8年度の森林調査簿で検討した。聞き込みによると当該林分は明治前期まで萱場であって、年数回火入れが行われていた。前期の森林調査簿の記述も未立木地もしくは散生地となっている。

ミズナラ、コナラはブナよりも樹皮が厚く野火等に強いので、これらの林分は火入れ等の人為的行為が加わることによって、ブナ林→萱場→ナラ林と変化したものといえる。これを裏付けるように、この地域では村落に近い部分にナラ林、それを取巻くようにブナ林が明確に区分できる。

なお、現存の林分の立木密度は高く、幹の形質も優れているので、成立時の密度はかなり高かったと予想される。したがって、年数回の火入れによって成立した萱場にどの程度のナラ類の稚樹や母樹が存在していたのかについての疑問が残り、今後の重要な検討課題となろう。

③ 日光中禅寺周辺のミズナラ林

この林分は、中禅寺湖畔にある古くからのホテルの前庭にある。10年前までゴルフのショートコース、冬期はスケートリンクに利用され、林床はきれいに刈り払われていた。そして、それ以後は自然放置されて現在に至っている。

この林分では図-4に示したように、樹冠と樹冠の間に1m×1mの方形区を連続してならべ、その中の稚樹を齢ごとに調べた。ミズナラの稚樹はベルト1の30~40mの間、ベルト2の7~15mの間のように樹冠と樹冠の間が広く疎開していると、ほとんど存在していない。

ベルト3のように、まったくの樹冠の中では稚樹数はわずかで、樹高も小さい。これに対し、ベルト2の樹冠下では稚樹数はかなり多くなっている。同様な傾向はベルト1でも認められる。ことにハレニレ側からの側方光線と林冠の隙間から陽光の透過が期待できる10~30mの間では m^2 あたり20~40本もの稚樹が存在し、最大伸長量は10~30cmにもなっていた。

なお、ここで最大伸長量で比較したのは、稚樹本数が m^2 あたり20~40本と多く、稚樹同志の庇陰によって樹高が極端に小さいものが多くなっている。そのため平均樹高とする

とその差がなくなってしまい、上木の庇陰の影響を正しく反映しないためである。

稚樹の年齢は11, 9, 7, 5年生と推定され、ミズナラの種子の結実が隔年に見られることを確認できた。なお、11年生以上の稚樹がなかったのは、それ以前には庭の手入れ等の影響が強く、稚樹が定着できなかつたものであろう。

また、本数的には7年生と5年生とが圧倒的に多かったが、これは5年前のミズナラ種子の大豊作後、ほとんど結実がなかったことと、すでに前生の稚樹が大量に存在するために、発芽しても枯死しているものと思われる。このことは稚樹が雑草木におおわれている場合にもあてはまる。このような前生稚樹や雑草木が障害となって後継の稚樹が生育できない例は、ブナでも認められており、ミズナラも一斉林形で更新し、更新の機会はかなり断続的であるといえよう。

4) まとめと今後の問題点

これらの既存更新地の実態解析から、ミズナラの天然更新を成功させるために必要な要件について整理してみると、次のようにになった。すなわち、図-4に要約されているように、種子の飛散は樹冠の縁から2~3m以内までといえる。既存更新地は、いずれも長い間林床植物の刈り払いが行われていた。また、これらの刈り払いは更新を目的としたものではないために、かなり極端なものである。

このため、ミズナラの更新のためにこれ程丁寧な刈り払いが必要であるかどうか疑問が残る。

一方、ミズナラの種子は重いので、林冠がある程度閉鎖している方が種子の落下量は多くなる。林内で発芽したメバエは、林床植物がなければ10年程度まで生存している。しかし、その後、上層の林冠に疎開穴ができる、林内に十分な陽光が透過できる条件がない限り、後継樹としての生長は期待できず枯死してしまう。

したがって、ミズナラの天然更新を成功させるためには、林床の刈り払いを行い、稚樹を定

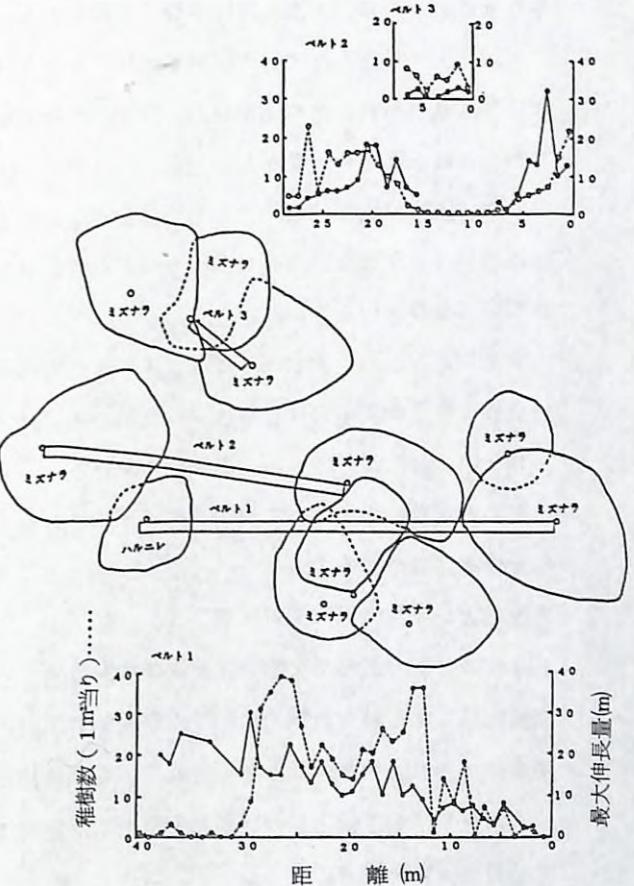


図-4 林分構造と稚樹数・最大伸長量
(ベルト1~ベルト3)

着させる。その後、上木を伐採収穫するのが、もっとも理想的な方法となる。

東北地方に設定したミズナラ試験地は、かつて林内放牧がなされていたために、林床植物が放牧牛に食べられ、その結果林内に理想的に稚樹が生存していた林分で、この刈り払いを人力で行うにはかなりの経費がかかる。

また、上木の伐採は雪上で、利用径級に達したものから適宜行われていた。このため林床には稚樹が良くなまり、それを傷めることなく、林冠が疎開されて理想的に陽光が林内に透過されていたものといえる。

しかし、これらの更新完了となっている既存の更新地からは、林床の処理を効率的に行うため必要な更新初期における林床の刈り払いと、結実量およびメバエの定着についての情報は得られない。したがって、固定試験地におけるミズナラ種子の結実をまって、更新初期におけるメバエの定着とその生長におよぼす雑草木の影響、すなわち効率的な林床処理を行うための情報を得る必要がある。

2. 九州地方シイ林の天然更新試験

シイ林は一部の天然林を除いて薪炭生産を目的として育成、管理されてきたものが多く、用材林施業に適した天然更新技術に関する基礎的資料は少ない。そこで昭和57～58年に、良質なシイ材生産のために必要な情報を得る目的で固定試験地が設定され、林分構造等の調査研究がなされた。本研究では引き続きこの試験地の維持と継続的調査を行い、シイ林の天然更新施業体系の確立に必要な資料を得る。

(1) 調査地および方法

熊本営林局大口営林署冷水国有林5林班た小班に設定された固定試験地において、伐採方法の違いと更新の関係について、各処理ごとに稚樹の発生、消長を調査した。

(2) 調査結果

これまでに設定された更新試験地における稚樹の発生状況は、設定後2年目の皆伐区で、コジイ稚樹は、萌芽、実生をあわせて19,200本/ha、母樹保残区で5,700本/haとなった。他の有用樹はツクバネガシ、ウラジロガシ、タブ、イスノキ等が見られたのみである。

コジイの更新を阻害する二次林性の樹種であるアカメガシワ、カラスザンショウ等の実生は多く、3～10万本/haも見られた。しかし、コジイの萌芽稚樹の生長は速く、これらの樹種に被圧される心配はないようである。

これまでに設定した更新試験地は、伐採時の林齢が若いため萌芽が旺盛であった。しかし、大径材を主体にした用材林では、萌芽力が弱まることが指摘されている。そこで58年生林分の伐採跡地で株径と萌芽力の関係を調べたところ、胸高直径12cm以上で萌芽が認められない個体が多数出現した。この傾向はコジイで顕著であつて、スタジイ、タブ、ウラジロガシ、イチイ

ガシでは認められない(図-5, 6)。

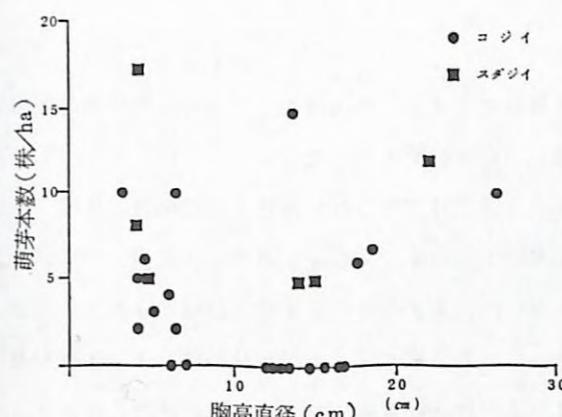


図-5 シイの胸高直径と萌芽本数

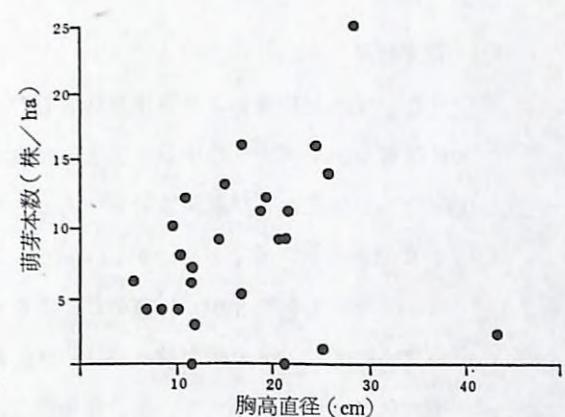


図-6 タブの胸高直径と萌芽本数

固定試験地以外の観察から、更新初期にコジイと競争関係にあるアカメガシワ、カラスザンショウ等の樹種は、上木伐採後4～5年位まで優勢である。しかし、その後7～8年以降はコジイが優勢となる。したがって、この時期になるとコジイの成立本数が正確に評価でき、その後の遷移過程が推察可能となる。

これらのことから、更新完了の時期は、上木伐採後7～10年時において判定するのが良い。また、萌芽を期待するコジイの天然更新では、ミズナラ等で大きな問題となる林床の刈り払い処理は、通常の場合必要ではない。

3. ミズナラ林の生育と立地条件

本技術開発課題と併行して検討が進められてきた特別研究「ミズナラ等主要広葉樹の用材林育成技術の開発」では、ある特定地域内のミズナラの生長と立地条件との関係の解析がなされており、精細なデータが得られている。この結果は、ミズナラ林の適地判定技術の確立のための手法の開発として、別途とりまとめられる予定であるが、適地判定技術の確立のためには、ミズナラ林生長が地域的に違っているのかどうかを確かめる必要がある。そこで、本技術開発課題では、ミズナラ林生長の地域的な相違の有無を確かめるために前橋営林局管内・各営林署の最近5カ年間の「主産物調査復命書」を用いて検討を進めた。なお、具体的には比較的雪が多く、分布域が高い草津営林署と、雪が少なく分布域が低い今市営林署および矢板営林署管内のミズナラ混生林分を対象とした。

(1) 調査方法

主産物調査復命書に基づき、ミズナラ1類木の出現するプロットを選出し、プロット面積、ミズナラ本数および材積を調べた。また、そのプロットの林齢および地形の特徴(標高、斜面方位方向、微地形、傾斜)を地域施業計画図から読みとった。次いで、林齢と1本あたりの材

積を用いて各プロットにおけるミズナラの生長量を表現し、地形の特徴等との関係について検討した。

(2) 調査結果

今市、矢板営林署および草津営林署管内においてミズナラの出現するプロットの特徴を総合的に比較し、ミズナラの生長と立地との関係について検討を行った。

① 今市、矢板および草津営林署管内のミズナラ混生林で得られた林分・立地条件の比較

2地域においてミズナラが haあたり3本以上出現するプロットのデータを表-6に示した。プロット数は今市、矢板が草津よりも多いが、1プロットの平均面積は草津の方が大きいためプロットの総面積の差は小さくなっている。プロットの平均林齢は今市、矢板が草津に比べて10年余り大きいが、平均標高は草津が約200m高くなっている。また、ミズナラの総数は草津が今市、矢板に比べて多いが、総材積は今市、矢板の方が大きいため、1本あたりの材積は今市、矢板が 1.20 m^3 と草津(0.73 m^3)に比べてかなり大きくなっている。この1本あたりの材積の相違の理由の1つとして林齢の違いが考えられる。標高の差も影響しているとみられるがそれについては後述する。

表-6 今市、矢板営林署および草津営林署管内のミズナラ林^{*1}

	矢板・今市	草津
プロット数	32	25
総面積(ha)	175(5.5)* ²	154(6.2)
平均林齢(年)	76.9	64.1
平均標高(m)	1014	1221
ミズナラ本数(本)	3141(98)	3855(154)
ミズナラ材積(m ³)	3758(117)	2798(112)
ミズナラ1本当りの材積(m ³ /本)	1.20	0.73

*¹ ; 1ha当たり3本以上のミズナラ1類木の存在するプロット

*² ; ()は1プロット当たりの値を表す

② ミズナラの生長にかかる立地要因

標高：図-7は横軸にプロットの林齢、縦軸に1本あたりのミズナラ材積をとり、標高100mごとのミズナラの生長を示している。今市、矢板では950-1,050mでミズナラの生

長が最も大きくなっている。950m以下はばらつきも大きいが全体としては1,050m以上よりもやや大きくなっている。次に、草津では1,250m以上での生長が1,250m以下に比べて低い傾向にある。総合すると950-1,050mあたりのミズナラの生長が最もよく、それよりも高い所では標高とともに低下する傾向にある。このことが草津に比べて平均標高が低い今市、矢板の方がミズナラの生長量が大きい理由の1つになっていると考えられる。

斜面方位：図-8は斜

面方位を4分割(NW, NE

はNに、SW, SEはSに

含め)して示したものである。今市、矢板ではSおよびWでミズナラの生長が大きく、Eは生長がやや低くなっている。Nは生長の大きい所と小さい所のばらつきが大きく、林齢の高いプロットの生長は低下している。草津ではSおよびEで生長が大きく次いでNであり、Wで最も低くなっている。今市、矢板および草津とも共通して南向き斜面の生長がよい。草津の西向き斜面でミズナラの生長の悪い原因是、寒風害の影響によるものと考えられる。今市、矢板では西側に標高の高い山があり西風をさえぎることや、標高が低いことから寒風害を受けにくくと推測される。北向き斜面は一部ミズナラの生長のよい所もあるが、一般的に生長は劣る傾向にある。

微地形：微地形は平坦、凸、平行、凹とそれらの内の2つ以上からなる複合の5つの型に分けて示した。今市、矢板では平行および凹型斜面でミズナラの生長が大きく、凸型斜面で小さい傾向にある。草津においては複合斜面での生長が大きく、次いで平行斜面で大きくなっている。そして、凸型斜面での生長はやや低くなっている。以上のデータから凸型斜面でのミズナラの生長はやや不良であり、凹型斜面および平行斜面で良いと考えられる。ところ

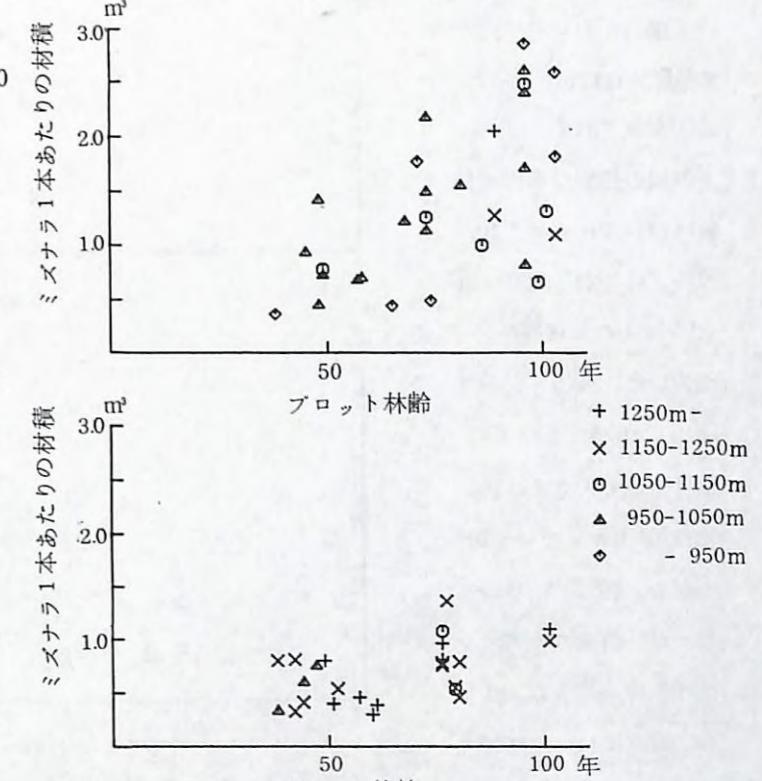


図-7 ミズナラ林の生長と標高との関係

で、草津の複合斜面において生長が良いのは、平均標高が1112mと低いためと推測される。

斜面の傾斜：斜面の傾斜は傾斜角によって10°以下、10~20°、20~30°、30°以上に分けた。今市、矢板では20~30°でミズナラの生長が最も大きく、次いで30°以上および10~20°である。10°以下の傾斜の少ない斜面のミズナラの生長は小さくなっている。草津においては10~20°の方が20~30°よりもやや生長が大きくなっている。

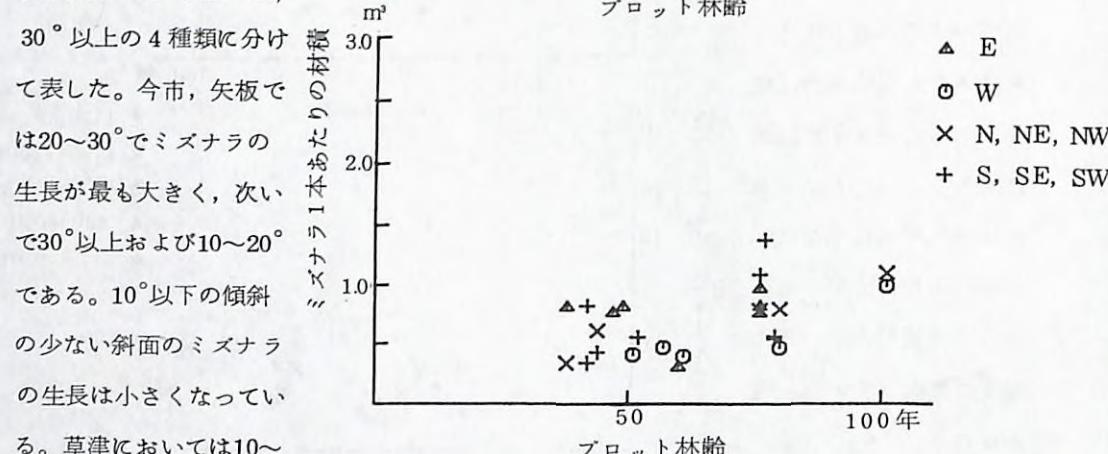


図-8 ミズナラ林の生長と斜面方位の関係

30°以上および10°以下のプロットは少ないがそれらの生長は小さい。以上より、斜面の傾斜10~30°でミズナラの生長が良く、今市、矢板ではそのうちの20~30°の急な斜面で、また草津では10~20°のゆるい斜面でミズナラの生長がよい。30°以上および10°以下の生長は低く、ミズナラの生育には適していないといえる。

③ 既存の好適立地判定法との比較

先に述べたように、ある特定地域内のミズナラの生長と立地との関係については、特別研究「ミズナラ等主要広葉樹の用材育成技術の開発」で解析されている。この研究に比べて本課題は1プロットの面積が5haを越えるマクロ的調査であり、対象地域も広域によんでいる。そのため、先の特別研究でミズナラの生長と関連が強いとされた微地形は今回の調査では関連が弱かった。これは微地形がマクロ的にうまく表すことができないためと考えられる。反対に、特別研究においては関連が見い出せなかった標高は、今回の調査ではミズナラの生長との関連が強かった。本調査では高低の範囲が広いためにミズナラの生長との対応が明らかになったと推測される。方位も生長との関連が明瞭であり、今市、矢板の北向き斜面以外では方位ごとの分散が小さくよくまとまっている。ただし、寒風害の強弱によって西向

き斜面での生長が落ちるので、寒風害の程度と組み合わせれば斜面の方位は優良な指標となるであろう。次に、傾斜に関しては今市、矢板で特別研究と同傾向であった。すなわち20~30°でミズナラの生長が最も良く10°以下では悪かった。しかし、草津では10~20°で生長が最も良くやや異なった傾向を示していた。

④ 要 約

ミズナラ林の生長と立地の関係について、主要産物調査復命書に基づき調査し検討を行なった結果、以下の特徴が明らかになった。

標高：950~1,050mでミズナラ林の生長が最も良く、標高が増すにつれて生長は低下していく。

ミズナラ林の成長：南向き斜面で良好であり、北向き斜面では生長が低い傾向にある。寒風害を受ける場合は西向き斜面での生長は低下する。

微地形：凸型斜面でミズナラ林の生長がやや小さく、凹型斜面および平行斜面ではやや大きい。

斜面の傾斜：10~30°でミズナラ林の生長が最も大きく、今市、矢板営林署管内では20~30°で、草津営林署管内では10~20°でミズナラ林の生長が大きい。

以上の結果は営林署の収穫調査復命書を用い、特にミズナラI類木に絞って調べたもので、林齢100年以上のいわゆる天然林が少なく、大部分が60年生程度の二次林であるため生長の比較的遅いミズナラはこの対象には入りにくい。また、広葉樹林の伐採がそれほど頻繁ではないので、今回使用できたデータ量もそれほど多くはなかった。したがって今後は資料収集を他営林局に範囲を拡大し、より詳細な解析を継続実行することになる。

4. 東北地方ミズナラ林分密度管理図の作成

ミズナラ二次林の育成指針を定めるには、密度管理方式による生長過程の違いを明らかにする必要がある。そのため、ミズナラ林が比較的多く存在している東北地方を対象として、針葉樹の同齢単純林について開発された手法に従って、昭和56年度より実施されている広葉樹賦存状況調査の資料を用いて林分密度管理図を作成して、生長過程を解析することとした。

なお、調査地に含まれるミズナラ林は天然林であり、多くの樹種が混交してミズナラのみで構成されている調査地は、極めて少数であった。したがって、調査地の直径および樹高分布から判断して一斉林とみなされ、かつミズナラの材積歩合が50%以上の調査地を対象とした。

また、この林分密度管理図を構成する各種の曲線は調査資料から導びいたもので、将来最多密度線が確定された時には、改訂の必要がある。

(1) 作成資料

東北地方の各県が実施した広葉樹賦存状況調査地の中から、前述したように、ミズナラの材

積歩合50%以上で、一齊林と見なされる317プロットを選出した。

選出したプロットの県別およびミズナラ材積歩合別のプロット数を表7、表8に示す。

表7 県別プロット数

県	プロット数
青森	67
秋田	78
山形	98
岩手	24
宮城	—
福島	50
合計	317

表8 混交率別プロット数

混交率	プロット数
80%以上	154
70~79	68
60~69	46
50~59	49
合計	317

各プロットごとに、林分密度管理図の作成に用いられる各種の関係式を求めるため、次の因子を求めた。

- ① 上層樹高(プロットの最高樹高の木から全立木数の50%までの平均樹高)
- ② ha当たり本数(プロット内の全立木)
- ③ ha当たり幹材積(同上)
- ④ ha当たり胸高断面積(同上)
- ⑤ 平均胸高直径(同上)
- ⑥ 平均樹高(同上)

これらの資料を用いて、最多密度線が $3/2$ 乗則に従うとして、真辺のプログラムを用いて林分密度管理図を構成する各種の曲線式を求め、ha当たり材積、胸高断面積、平均直径の推定値が実測値と著しく差のある48プロットおよび林分因子間の関係から異常に離れている6プロットを除いた。この結果、263プロットで林分密度管理図を作成することとした。

263プロットのha当たり本数階(200本間隔)、上層樹高階(2m間隔)別のプロット数を表9に示す。

(2) 林分密度管理図を構成する各種の曲線

- ① 等平均樹高曲線

263プロットを2mの上層樹高階に分け、各樹高階ごとに(1)式で示す競争密度効果の逆数式を当てはめ、係数A、Bを求めた。

表9 ha当たり本数と上層樹高階別プロット数

ha当たり上層樹高 り本数 (本)	(m) 4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	合計
400-600								1	1		2
600-800							1				1
800-1000						1	2				3
1000-1200					1	3	5	1		1	11
1200-1400				2	8	1	1				12
1400-1600			3	4	6	1	1				15
1600-1800	1		2	9	5	1			1		19
1800-2000		1	1	8	1	3					14
2000-2200			1	8	4	2	2	1			18
2200-2400			1	7	8	2	2	1			21
2400-2600	1	3	4	2		1					11
2600-2800		3	9	5	1						18
2800-3000		6	1	2	1						10
3000-3200			1	5		1					7
3200-3400			4	3	4						11
3400-3600			4	3	4		1				12
3600-3800		2	3	2							7
3800-4000	2	5	3	3							13
4000-4200	1	3	2		2						8
4200-4400				2	1						3
4400-4600	1	5									6
4600-4800		3			1						4
4800-5000	1	5	1	1							8
5000-6000		5	8	3							16
6000-7000		3	2	4							9
7000-8000		1	1								3
8000-9000		1									1
合計	2	19	57	64	69	24	20	5	1	2	263

$$1/v = A \cdot N + B \quad (1)$$

v = 平均単木材積 N : ha 当たり本数

(1)式で求められた樹高階別の係数 A , B と樹高階の中央値との関係を(2)式で表わし, 係数 b_1 ~ b_4 を求めた。

$$A = b_1 H^{b_2} \quad (2)$$

$$B = b_3 H^{b_4} \quad (2)$$

H : 上層樹高

b_1 ~ b_4 の値を表10に示す。

表10 (2)式の係数

b_1	b_2	b_3	b_4
0.3395182	-1.881861	240.1231	-1.641265

前述したように(3)式で示される最多密度曲線は $3/2$ 乗則に従うとしているので, (3)式の K_1 ($= -\frac{1}{2}$) と(2)の係数 b_2 , b_4 との関係を示す(4)式より b_2 の値は -0.547088 となる。

$$\log V = K - K_1 \log N \quad (3)$$

V : ha 当たり材積

$$K_1 = \frac{b_2}{b_2 - b_4} \quad (4)$$

このようにして求めた b_1 ~ b_4 の値を初期値として(5)式で示す収量密度効果の逆数式の係数を Marquardt の逐次近似法で求めた結果(6)式が得られた。

$$1/V = A + B/N = b_1 H^{b_2} + b_3 H^{b_4} / N \quad (5)$$

$$V = (0.0643880 H^{-1.164385} + 30047.2 H^{-3.493155} / N)^{-1} \quad (6)$$

(6)式で求められる上層樹高ごとの ha 当たり材積と本数の関係を示す曲線が等平均樹高線である。

② 最多密度曲線

ミズナラ林の最多密度曲線は未だ確定されていないので, 次の 3 通りの方法で求められた最大密度曲線のうち, プロットの収量比数の平均値が, 平均的な林分密度管理状態を示すといわれている 0.7 に近く, しかも収量比数の分布がこの値を中心として, もっとも集中するものを, この林分密度管理図の最多密度曲線として用いることとした。

最外端のプロット

(6)式で求められるプロットごとの推定材積と実測材積との差が比較的小さなプロットについて(3)式から導びかれる K の最大値を最多密度曲線式の定数項とした。この方法で求めた

最多密度曲線式を(7)式に示す。

$$\log V = 4.24059 - 0.5 \log N \quad (7)$$

(7)式による限界競争比数 (R_f) は(8)式を用いて逐次近似法で求めた結果 0.1944 となった。

$$K = \log \left[\frac{(1-R_f)}{b_1} \left\{ \frac{b_1}{b_3} \cdot \frac{R_f}{(1-R_f)} \right\}^{-0.5} \right] \quad (8)$$

各プロットの収量比数は(9)式によって求め, その分布および平均値を表11の 2 列目に示す。

$$R_y = \frac{(1-R_c)}{(1-R_f)} \quad (9)$$

R_c : 推定材積による競争比数

R_y : 収量比数

表11 3 種の最多密度曲線による収量比数の分布と平均

収量比較	最外端プロット	実測材積の最小 R_c	推定材積の最小 R_c
-0.42	7	7	7
0.43 - 0.47	4	6	4
0.48 - 0.52	10	13	12
0.53 - 0.57	16	21	17
0.58 - 0.62	30	36	36
0.63 - 0.67	41	49	44
0.68 - 0.72	41	39	37
0.73 - 0.77	43	30	40
0.78 - 0.82	20	21	18
0.83 - 0.87	22	24	23
0.88 - 0.92	22	13	19
0.93 - 0.97	4	3	3
0.98 -	3	1	3
0.53 ~ 0.82 のプロット割合	80.9	83.7	81.7
平均	0.70	0.69	0.69

実測材積による最小競争比数

各プロットの実測平均単木材積を用いて, (10)式で求められる競争比数の最小値 (0.1664) を限界競争比数として, (8)式で K_2 の値を求めた。この方法による最多密度曲線式を(11)式に示す, (9)式で求めたプロットごとの収量比数の分布と平均値を表5の 3 列目に示す。

$$R_c = v \cdot b_3 H^{b_4} \quad (10)$$

v : 実測平均単木材積

$$\log V = 4.29655 - 0.5 \log N \quad (11)$$

推定材積による最小競争比数

各プロットごとに(6)式で求められる推定 ha 当たり材積を本数で除した推定平均材積を(10)式に用いて求めた競争係数の最小値 (0.1835) を限界競争比数として、前項と同じ手順で求めた最大密度曲線式を(12)式に、収量比数の分布と平均値を表5の4列目に示す。

$$\log V = 4.26181 - 0.5 \log N \quad (12)$$

表5から、前述の条件に最も適合するのは(11)式を最大密度曲線式したものであることが分かる。したがって、(11)式で表わされる曲線を最大密度曲線として用いることにした。

③ 等平均直径曲線

ある平均直径 (\bar{d}) について、最大密度 ($R_y = 1.0$) から $R_y = 0.4$ まで 0.05 間隔の各収量比数ごとに、上層樹高の初期値を 4 m として(13)式で求められる ha 当たり本数を用いて、(6)式で ha 当たり材積を求める。

$$\log N_{R_y} = K_3 - 2.328771 \log H \quad (13)$$

N_{R_y} : 収量比数 R_y における ha 当たり本数

K_3 : 表12の3列目に示す値

表12 収量比数ごとの K_2 , K_3 の値

収量比数	K_2	K_3
最多密度曲線	4.29655	6.36880
0.95	4.21460	6.24945
0.90	4.13973	6.14667
0.85	4.06899	6.05483
0.80	4.00047	5.97045
0.75	3.93282	5.89122
0.70	3.86498	5.81546
0.65	3.79599	5.74185
0.60	3.72494	5.66928
0.55	3.65087	5.59671
0.50	3.57268	5.52311
0.45	3.48905	5.44737
0.40	3.39830	5.36818

この材積を(14)式で求められる林分形状高で除して得られる ha 当たり断面積から(15)式で断面積平均直径を求める。さらに、この断面積平均直径を用いて(16)式で平均直径 (\bar{d}) に換算する。与えられた \bar{d} と \hat{d} の差が $10^{-5} cm$ 以下で、ha 当たり本数の差が 0.5 本以下となるまで順次上層樹高を増してゆく。

前述の条件を満す上層樹高において(13)式、および(6)式で求められる ha 当たり本数と材積の示す点を結んだ線が等平均直径曲線である。

$$HF = 0.974731 + 0.367775 H \quad (14)$$

$$\bar{d}_g = 200 \sqrt{V / (HF \cdot N \cdot \pi)} \quad (15)$$

$$\hat{d} = 0.146085 + 0.895725 \bar{d}_g \quad (16)$$

HF : 林分形状高 \bar{d}_g : 断面積平均直径

\hat{d} : 推定平均直径

④ 等収量比数曲線

前節に示した各収量比数について上層樹高階ごとに(13)式および(17)式で求められる ha 当たり本数および材積の示す点を結んだ線が等収量比数曲線である。

$$\log V_{R_y} = K_2 - 0.5 \log N_{R_y} \quad (17)$$

V_{R_y} : 収量比数 R_y における ha 当たり本数

K_2 : 表6の2列目に示す値

(3) 推定精度

等平均樹高曲線および等平均直径曲線作成に用いられる各式に、プロットの上層樹高、ha 当たり本数を代入した求められる ha 当たり材積、平均直径の各種の精度の指標および誤差率の分布を表13、表14に示す。

表13 ha 当たり材積、平均直径の推定精度

	ha 当たり材積	平均直径
標準偏差	$44.92 m^3$	$1.76 cm$
許容誤差の最小値	$41.87 m^3$	$1.64 cm$
許容誤差率の最小値	23.15 %	12.74 %
百分率標準誤差	24.73 %	13.67 %
変動係数	29.77 %	16.01 %
平均値	$150.88 m^3$	$11.01 cm$

表14 ha当たり材積・平均直径の誤差率の分布

誤 差 率	ha 当たり材積		平均 直 径	
	プロット数	百分率	プロット数	百分率
~-50%	0	0.0	0	0.0
-49~-40	10	3.8	0	0.0
-39~-30	19	7.2	7	2.7
-29~-20	24	9.1	21	8.0
-19~-10	31	11.8	24	9.1
-9~ 0	30	11.4	57	21.7
1~ 10	36	13.7	85	32.3
11~ 20	42	16.0	57	21.7
21~ 30	31	11.8	11	4.2
31~ 40	23	8.7	1	0.4
41~ 50	17	6.5	0	0.0
51~	0	0.0	0	0.0
合 計	263		263	

(4) 林分密度管理図の作図

両対数方眼用紙上に 3, で求められた各曲線を図示して、ミズナラ分密度図を作成した。

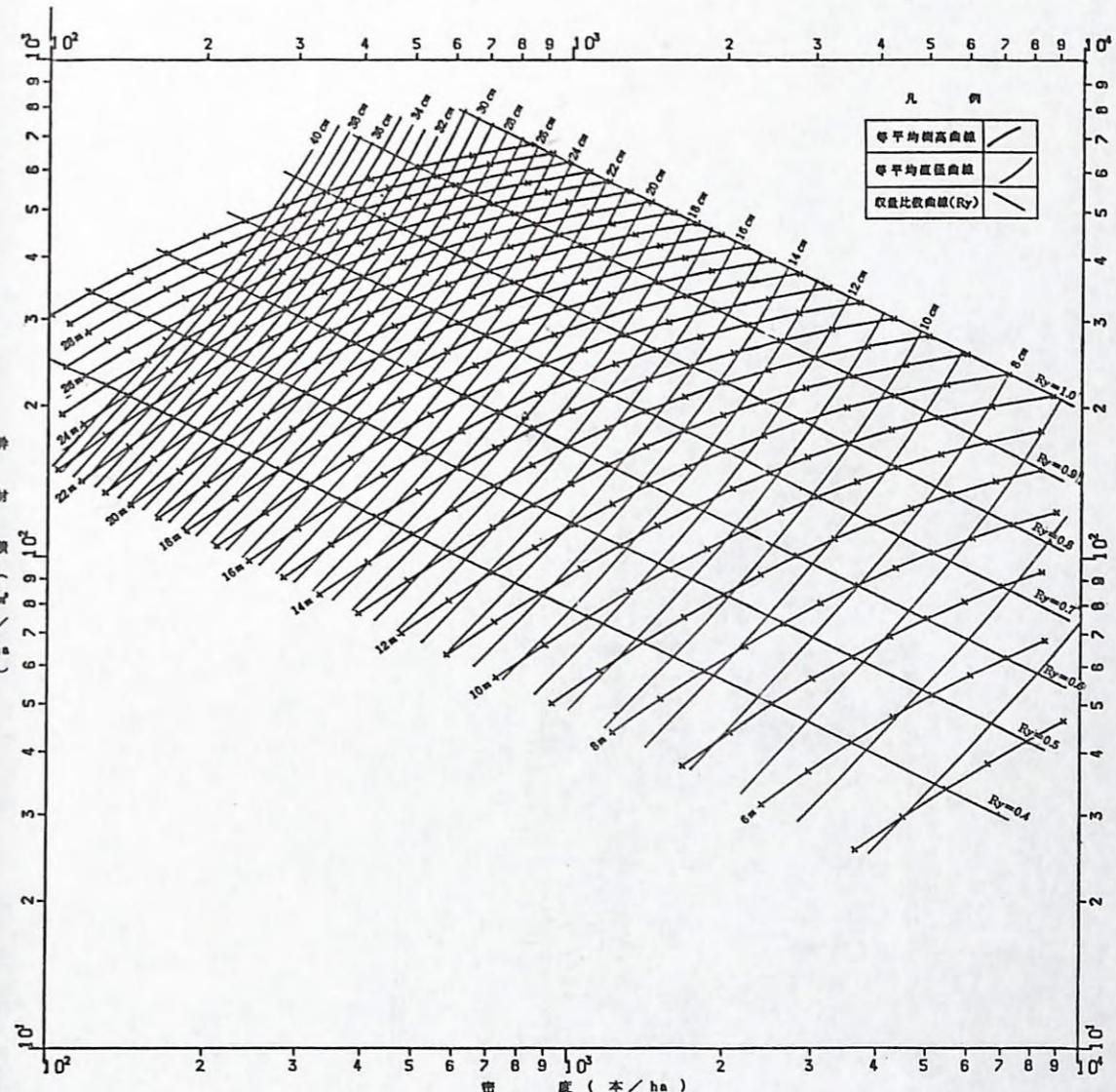


図9 東北地方ミズナラ林分密度管理図