

受入ID-1519990825D00064



昭和 60 年度

国有林野事業特別会計 技術開発試験成績報告書

(完了分)

昭和 62 年 3 月



02000-00043110-4

林業試験場

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

昭和 60 年度国有林野事業特別会計
技 術 開 発 試 験 成 績 報 告 書

目 次

1. カラマツ生立木の材質腐朽被害実態と防除対策の確立	1
2. 林業機械の振動・騒音の防止に関する研究－機械の改良－	43
3. 広葉樹用材林の育成技術	97
4. 蓄積経理システムの開発	125
5. 簡易な小型電算機による林道設計システムの開発（Ⅱ）	155

カラマツ生立木の材質腐朽 被害実態と防除対策の確立

カラマツ生立木の材質腐朽被害実態と防除対策の確立

I 試験担当者

林業試験場北海道支場

保護部長

林 康 夫

樹病研究室

佐々木 克 彦・田 中 潔

松 崎 清 一

土壌研究室

真 田 勝

II 試験目的

現在、北海道のカラマツ人工林は、全人工林面積の34%（約50万ha）を占め、郷土樹種のトドマツ（約75万ha）につぐ面積を有している。その構成割合をみると、6割強がⅢ～V齢級の間伐対象林分である。

このカラマツは、当初短伐期樹種として導入・植栽されたが、最近の木材需用の停滞と良質大径材生産のため、長伐期施業へと移行している。ところが、すでに第1次間伐の段階で、相当数の腐朽害が認められる場合があり、長伐期施業とも関連して、主伐時の腐朽害が懸念されるようになった。生立木の腐朽害、とりわけ根株腐朽は、立地環境とのかかわりが深く、その土地の宿命的な病害とさえいわれている。しかしながら、腐朽害に関するこれまでの知見や報告は風倒時の天然林に関するものばかりで、人工林に関する資料は皆無に等しい。このため、本試験は北海道各地域の被害実態を把握すると同時に、被害と立地環境との関係を明らかにし、防除対策を講ずる上での指針を得ることを目的に行った。

本調査に多大の御協力をいただいた国有林、道有林、民有林の関係各位に対し、厚く御礼申し上げる。また、腐朽菌の同定に関して御教示をいただいた前林業試験場青島清雄樹病科長に感謝する。

III 試験経過

長伐期施業とともにカラマツ人工林の材質腐朽問題は、最初1979年度の北海道ブロック協議会でとりあげられた。そこで、3年間にわたり列状間伐実行林分を対象として、各小班ごとに付表-1に掲げた調査票によるアンケート調査を実施した。1982年度以降は技術開発試験として認められ、付表-2の調査票を用い、前回調査を引き継ぐ形で4年間実施された。本報では、前後2回にわたるアンケート調査ならびに現地調査の結果について報告する。

調査票の回収状況は、国有林216件、道有林25件、民有林15件の合計256件、腐朽菌の鑑定に供した腐朽材（円板）は合計209点である（表-1）。また、調査対象となった林分の林齢は14～31年、

平均林齢は22年であった(図-1)。

なお、調査票に掲げた調査内訳の詳細については、一覧できるよう付表-3に示した。

表-1 調査票の集計結果(小班単位)

	1979.10 -1982.3	1983.4 -1986.3 (技開)	合 計
国有林	134	82	216
道有林	21	4	25
民有林	15		15
合 計	170	86	256

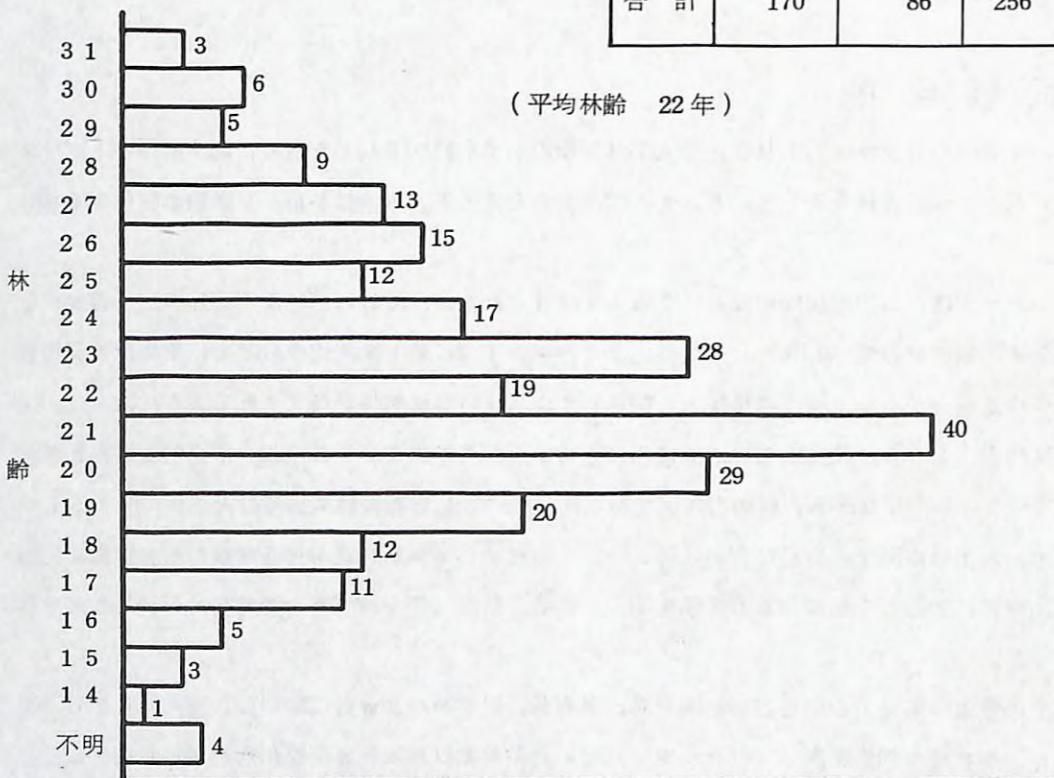


図-1 調査カラマツ林の林齢分布

IV 試験結果

1. 被害現況

調査票に記入された被害状況を所管別および支庁別に集計し、それぞれ表-2、表-3に示した。また、調査件数ごとの本数被害率の頻度分布を図-2に示した。

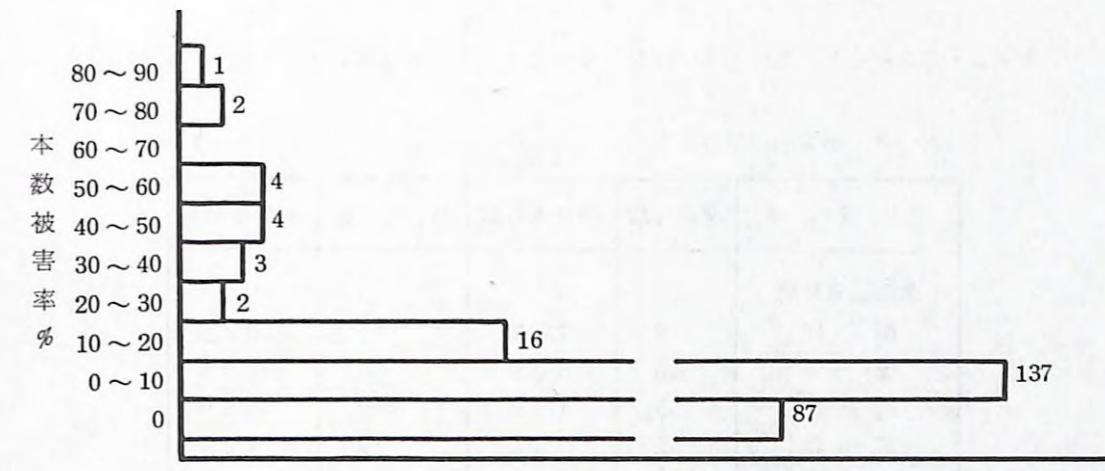


図-2 本数被害率の頻度分布

調査総件数256件中、被害率10%以下が137件(54%)、0%が87件(34%)であった。また、被害率が50%を越える激害林分が7件認められた。この結果、調査対象となった林分の約9割は、被害率0~10%の林分で占められた。本数被害率が10%を越えるところは、国有林では浦河、中標津、阿寒、上川、留辺蘂の5営林署、道有林では北見、浦幌の2林務署であった。とくに、中標津と留辺蘂営林署では、本数被害率50%以上の林分が集中して認められた。

表-2 支庁別の被害状況

支 庁	調査件数	調査木本数	腐朽木本数(%)
上 川	11	2,040	142(7.0 %)
網 走	53	10,731	915(8.5 %)
根 室	18	2,145	632(29.5 %)
釧 路	17	3,407	215(6.3 %)
十 勝	29	6,320	125(2.0 %)
日 高	40	7,930	288(3.6 %)
空 知	46	9,010	169(1.9 %)
石 狩	13	2,550	56(2.2 %)
胆 振	11	2,250	113(5.0 %)
後 志	7	1,800	54(3.0 %)
檜 山	7	1,360	15(1.0 %)
渡 島	4	726	35(4.8 %)
計	256	50,269	2,759(5.5 %)

表-2・3をみると、支庁あるいは局・支局によって、被害率に大きな違いがみられる。

表-3 所管別の被害状況

所管名	調査件数	調査木本数	腐朽木本数	本数被害率
(北海道営林局)				
振内	9	1,600	57	3.6%
厚賀	26	5,330	160	3.0%
岩見沢	5	1,000	32	3.2%
苫小牧	2	450	19	4.2%
定山溪	5	950	0	0
札幌	4	800	0	0
余市	6	1,200	54	4.5%
浦河	1	200	33	16.5%
静内	2	400	38	9.5%
鵡川	9	1,800	94	5.2%
夕張	13	3,100	87	2.8%
恵庭	4	800	56	7.0%
芦別	19	3,110	11	0.4%
上芦別	1	200	1	0.5%
(帯広営林支局)				
標茶	11	2,200	112	5.1%
新得	2	400	20	5.0%
清水	11	2,200	28	1.3%
中標津	10	1,800	632	35.1%
弟子屈	1	200	17	8.5%
広尾	1	200	8	4.0%
帯広	1	200	6	3.0%
上士幌	3	600	23	3.8%
阿寒	1	200	30	15.0%
(旭川営林支局)				
神楽	1	200	10	5.0%
上川	4	800	107	13.4%
下川	2	475	1	0.2%
幾寅	1	196	0	0
旭川	2	182	8	4.4%
(北見営林支局)				
置戸	4	939	27	2.9%
留辺蘂	11	2,200	682	31.0%
清里	7	1,400	22	1.6%
遠軽	7	1,450	48	3.3%

所管名	調査件数	調査木本数	腐朽木本数	本数被害率
佐呂間	12	2,400	43	1.8%
北雄	1	200	1	0.5%
津別	1	200	13	6.5%
丸瀬布	3	600	0	0
白滝	1	200	0	0
(函館営林支局)				
黒松内	1	600	0	0
江差	4	760	8	1.1%
森	4	726	35	4.8%
乙部	3	600	7	1.2%
(道有林)				
旭川	1	187	16	8.5%
池田	10	2,520	15	0.6%
岩見沢	2	400	8	2.0%
滝川	6	1,200	30	2.5%
北見	4	659	69	10.5%
雄武	1	273	10	3.7%
浦幌	1	200	25	12.5%
(民有林)				
釧路支庁	4	807	56	7.0%
日高支庁	2	400	0	0
網走支庁	1	210	0	0
根室支庁	8	345	0	0
合計	256	50,269	2,759	5.5%

しかし、各地域の調査件数にバラツキがあるため、これらの結果がその地域の腐朽の被害状況を反映しているとは単純に断定できない。すなわち、網走支庁(北見営林支局)全体では8.5%の被害率で、各支庁に比べ高いが、これは留辺蘂の管内に激害林分が集中して認められたためであり(現地調査では確認出来なかった)、留辺蘂を除く他の地域では全体的に被害が少ない。

調査票の報告をもとに同じ林分で現地調査を行った結果、報告を受けた被害率より数多くは10%近く高くなることが多かった。これは、主としてごく初期の腐朽を見逃していることに原因があるようと思われる。

したがって、北海道全域における平均被害率は、調査票による5.5%を多少上まわり、この数値は間伐段階におけるIII~V齢級のカラマツ人工林の腐朽の被害状況をほぼ示しているものと思われる。

2. 加害腐朽菌

1) 種類

明らかにされた腐朽菌の種類とその出現頻度を図-3に示した。本調査は、根株および樹幹腐

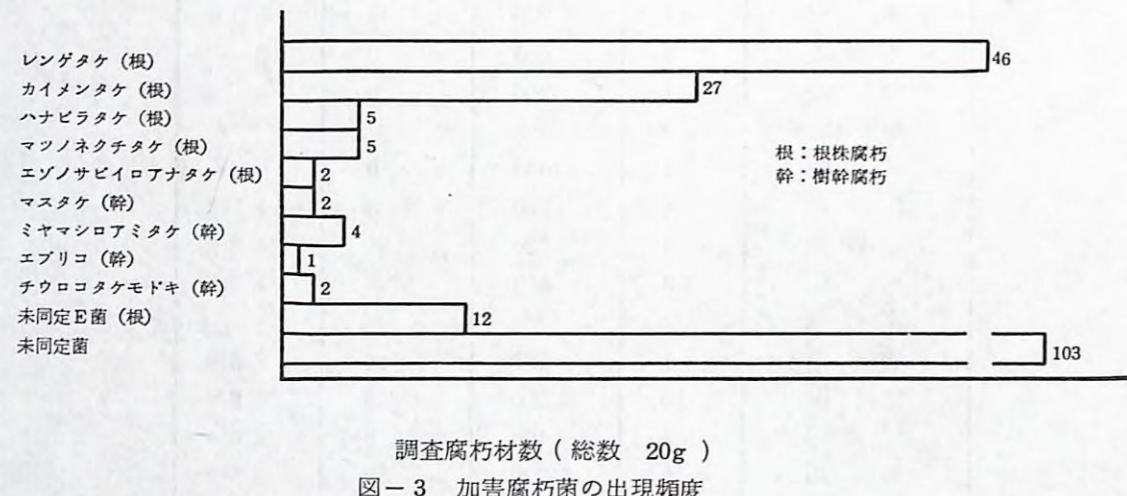


図-3 加害腐朽菌の出現頻度
調査腐朽材数（総数 20g）

朽の両被害を対象にしている。しかし、樹幹腐朽に関する情報はほとんど得られなかつた。したがつて、全体として樹幹腐朽菌の出現頻度は低くなつてゐる。根株腐朽菌ではレンゲタケ (*Tyromyces balsameus*)・カイメンタケ (*Phaeolus schweinitzii*)・ハナビラタケ (*Sparassis crispa*)・マツノネクチタケ (*Heterobasidion annosum*)・エゾノサビイロアナタケ (*Fuscoporia weiri*)、樹幹腐朽菌ではチウロコタケモドキ (*Stereum sanguinolentum*)・ミヤマシロアミタケ (*Coriolellus heteromorphus*)・マスタケ (*Laetiporus sulphureus*)・エブリコ (*Laricifomes officinalis*)で計9種類の腐朽菌が明らかとなつた。この他未同定のなかで、常に同一の腐朽型（褐色立方状腐朽を示し、腐朽材の色調はレンゲタケ・カイメンタケより淡く、腐朽部には常に乳白色をした暖皮様菌糸膜が認められる）を示し、かつ同一の菌そう（P S A 培地上における菌糸の伸びは非常に遅く、はじめ菌糸は白色のち濃褐色で培地を濃染、エステル臭のような芳香を放つ。未同定E菌と仮称）が得られる腐朽材の一群があつた。

本州で確認されたカラマツ生立木の腐朽菌としては、これまで9種類が知られている。このうち、カラマツアナタケ (*Coriolellus laricinus*)を除けば、他の8種類はいずれも共通してゐる。また、マツノネクチタケとエゾノサビイロアナタケは、カラマツでは今回はじめて認められたものである。

以上の腐朽菌のうち、レンゲタケとカイメンタケの出現頻度がとくに高く、これは本州における調査結果とまったく同様の傾向を示している。従来から、マツノネクチタケとエゾノサビイロアナタケは林業上最も警戒すべき腐朽菌として指摘されてきた。しかし、今のところ特に問題と

なるようなマツノネクチタケによる被害は見出されていない。また、エゾノサビイロアナタケは、我が国では本州の一部と北海道では層雲峠ならびに留辺蘂で見つかっているだけで、きわめて特異な分布をする生態的に興味深い菌として知られている。今回の調査でも層雲峠と隣り合わせの置戸営林署の管内で認められただけであった。

同定に供した腐朽材のなかには、腐朽が初期のため腐朽型がまだはつきりしないものや、昆虫や雑菌による汚染がひどく分離に供しえないものが多数あつた。これら腐朽材による菌の同定は、明らかに腐朽材の特徴のみから菌を特定できる場合を除き、誤同定を避けるため原則として分離結果を優先させた。したがつて、未同定が多数を占めることになったが、大部分は褐色立方状腐朽を示しており、特徴が近似しているレンゲタケ・カイメンタケ・ハナビラタケのいずれかに所属するものと思われる。

2) 分布

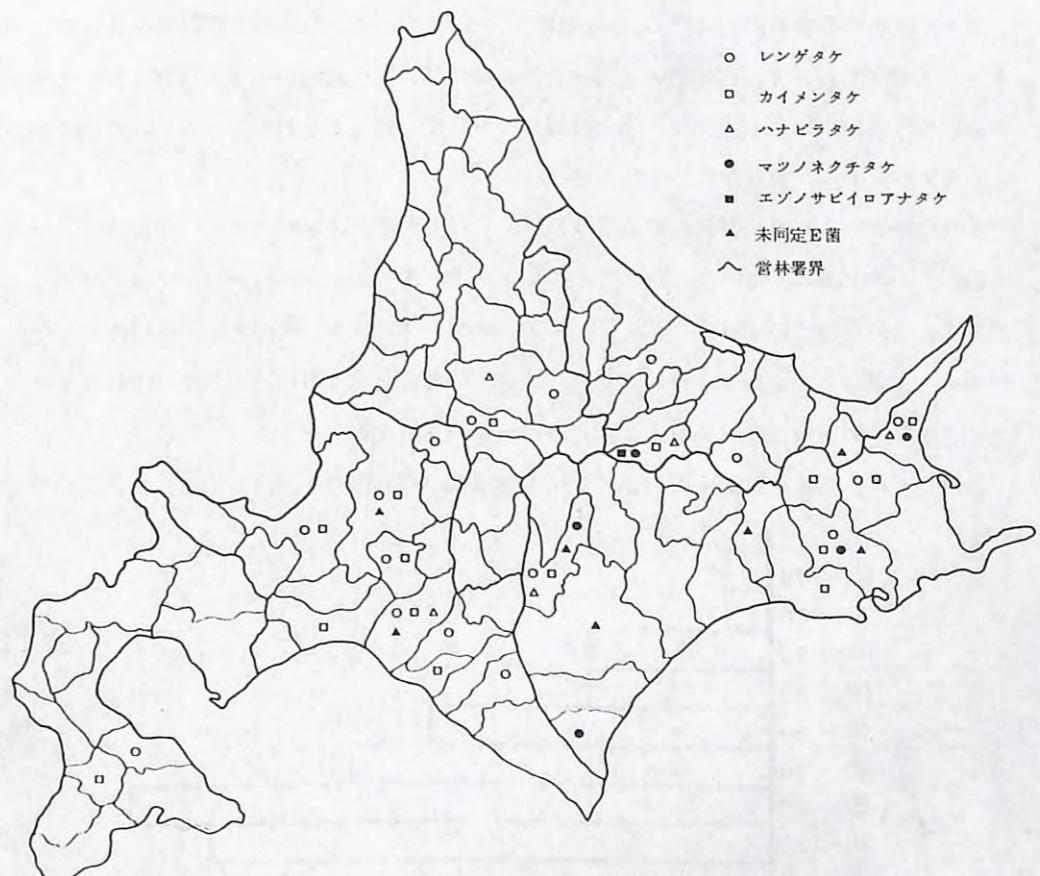


図-4 被害材（円板）による根株腐朽菌6種の発生分布

腐朽材(円板)によって知ることのできた根株腐朽菌5種と未同定E菌の発生分布を図-4に示した。この図からもわかるように、最も広い分布を示しているのはレンゲタケとカイメンタケで、これにハナビラタケ・未同定E菌・マツノネクチタケがつづいている。過去の報告でも未同定E菌を除く前記4種は、北海道のほぼ全域に分布していることが知られている。

エゾノサビイロアナタケは、今回の調査では置戸営林署管内で認められただけであった。通常の根株腐朽菌は、一時停滞水や不透水層の存在する過湿な土壤条件下で発生するがエゾノサビイロアナタケはむしろ乾燥土壤に発生する特徴をもっている。本菌が特異な分布形態をとっているのは、この発生環境の違いが一部関係していると考えられる。

樹幹腐朽菌は、調査点数が少なく分布状況の詳説はできないが、従来の知見によれば、チウロコタケモドキは全道的な分布を示している。また、マスタケの分布も比較的広い範囲に及んでいる。

3) 腐朽力

個々の腐朽菌の腐朽力(腐朽の進行速度)を知ることは、将来の被害程度を具体的に予測する上で重要である。また、年間の進行速度がわかれば、逆に腐朽菌の侵入時期を推定できる。この点に関する調査はこれまでほとんど行われておらず、報告もきわめて少ない。今回の調査でもこの点については、明らかにできなかった。

既往の報告によれば、腐朽の地上高のおおよその上限は、レンゲタケ5-6m、カイメンタケ4-5m、ハナビラタケ2-3m、エゾノサビイロアナタケ2-3m、マツノネクチタケ3-10mである。これらは、いずれもトドマツ・エゾマツのものである。腐朽力は、当然のことながら樹種によって異なるであろうから、カラマツ独自の調査が必要である。カラマツでは、ミヤマシロアミタケの年間進行速度はおおよそ30~40cmという調査例がある。

参考までに、各被害材面(円板)における腐朽部の占有程度を図-5に示した。腐朽の占有程

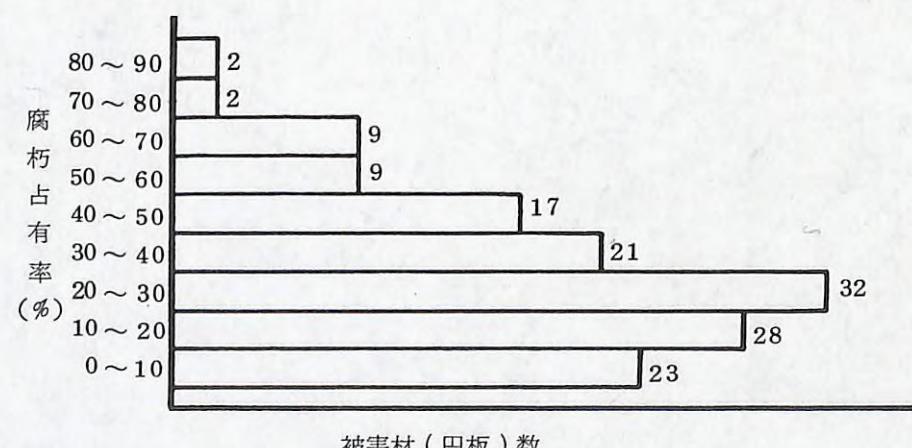


図-5 各被害材面(円板)における腐朽程度

度は、被害材(円板)をだ円形とみなし長径と短径によりそれぞれ面積を計算し、占有率を算出した。この図は、菌の種類ごとに示していないが、腐朽の占有率から見るとエゾノサビイロアナタケと未同定E菌は、形成層付近まで腐朽が及んでいる場合がしばしば観察され、両菌の腐朽力はかなり強いものと思われた。とくに、エゾノサビイロアナタケの場合は、被害伐根の周囲に枯死木が観察され、この枯死は被害状況から判断して本菌が原因しているのではないかと考えられた。

一方、諸外国の文献によれば、マツノネクチタケは腐朽力が強く、林業上最も警戒すべき腐朽菌の一つにあげられている。しかし、我が国では過去にそのような被害例は報告されていらず、本調査でも明らかにされなかつた。マツノネクチタケは、間伐直後の新鮮な伐根面がまず侵され、これが根の末端に及んで、根系接触によって隣接木に伝染していく。したがって、間伐により伐根が増加していくと、被害が急速に増加する懸念がある。外国では伐根面からの感染を防ぐ手段として、間伐直後に切り株面をベンキでコーティングする方策が実行されている。

3. 被害の発生要因

生立木の腐朽は、腐朽菌の侵入部位によって根株腐朽と樹幹腐朽の2つのタイプに分けられる。すなわち、根株腐朽は根の傷害部から腐朽が進行するもので、根が傷害を受ける原因として過湿による根腐れ、強風や地すべりなどによる根の切断があげられる。樹幹腐朽は、枯死枝や樹幹部に生じた傷口から腐朽が進行する。枯死枝が発生する原因としては間伐遅れがあり、傷が生ずる原因には強風、湿雪、ひょうなどの気象害があげられる。本調査ではこの点を明らかにするため調査票にいくつかの項目を掲げた(付表-2を参照のこと)。

カラマツ腐朽菌害調査

本調査は、林業試験場北海道支場が道内国有林及び道、民有林を対象とし、調査を行なうものである。従って調査にあたっては別紙調査要領によるほか、下記により実施して下さい。

記

1. 調査対象林分は立木処分及び直営生産の別なく、間伐実行の1箇林班を単位とし、間伐実行の全林班について調査する。
(列状間伐以外の間伐は調査対象としない)
2. 調査の結果、腐朽菌のない林班については、「腐朽現況調査票」に必要事項のみを記入のうえ、林業試験場北海道支場樹病研究室あて送付する。
3. 調査記録は適宜行なったものを取りまとめて添付の「腐朽現況調査票」を使用し整理する。

調査要領

I 調査林分および期間

調査対象分はカラマツ人工林で、間伐実行箇所のうち、昭和54年10月から昭和57年3月末までの間に列状間伐をおこなう林分について実行の都度実施する。

II 調査地の設定および調査方法

調査地は対象箇所のなかで比較的腐朽または変色の多い地区を選定し、列状間伐を実行した各林班ごとに伐根200本を目標に腐朽または変色の有無について列状に調査する。調査時期は伐採直後が最も望ましく出来るだけ早い時期(おそらくとも3ヶ月以内)に実施する。

調査対象の主体は根株腐朽および変色とするが、間伐木を玉切している場合は、樹幹の腐朽および変色についても可能な範囲で調査する。

III 調査票および標本の採取

調査票(別紙)は記入要領および腐朽被害木の区分図を参照のうえ記入する
各調査地ごとに、腐朽または変色根株の中で特に腐朽の甚だしいものと中程度のものの円板(厚さ5~10cm程度)2個を採取し調査票とともに、林業試験場、北海道支場、樹病研究室あて送付する。

なお、標本の送付にあたっては採取後出来るだけ早く新聞紙、または段ボール箱などでこん包し(標本を直接ビニール袋などに入れないこと)送付する。

以上

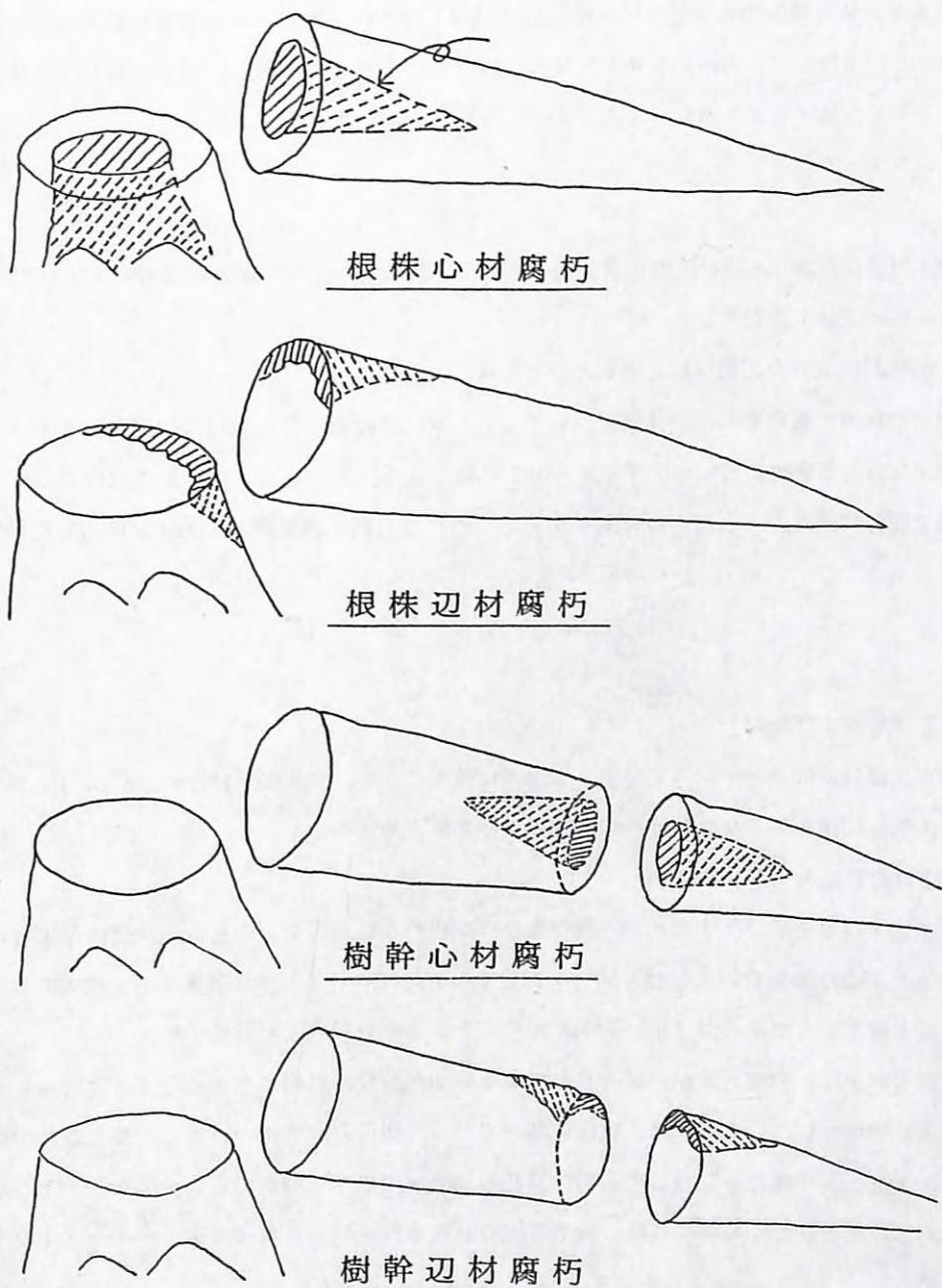
カラマツ腐朽現況調査票

調査地	署 林班 町、村			小班 森林組合
植栽年年	春秋	面積	ha	ha当植栽本数
調査本数	本			
調査本数のうち腐朽および変色本数	根株腐朽	心材腐朽	本	
		心材変色	本	
		辺材腐朽	本	
		辺材変色	本	
	樹幹腐朽	心材腐朽	本	
		心材変色	本	
		辺材腐朽	本	
		辺材変色	本	
間伐の種類				
造林木の生育状況				
造林地の概況				
被害の発生状況				
その他の				

(注) 記入要領

- 1) 腐朽状況：別図参照（くされ・変色の判断は適宜区分する）
- 2) 間伐の種類：1伐、2伐など
- 3) 造林木の生育状況：良、不良、先枯病が多い。枯枝が多いなど
- 4) 造林地の概況：湿性土壤、風衝地、霧の発生多いなど
- 5) 被害の発生状況：野ネズミの食害あとに多い。斜面の上部（尾根筋）下部（沢筋）に多い。
針面の北西面（南東面）に多いなど、わかる範囲で気の付いた事項を記入する。
- 6) 1本の木で根株腐朽と樹幹腐朽の両方にまたがるものは樹幹腐朽本数を（ ）で表示する。
- 7) 心材および辺材の両方にまたがる腐朽、変色については主な方を記入する。
- 8) 野帳は適宜印刷して使用する。

腐朽菌害木の区分



カラマツ腐朽菌害調査

本調査は、林業試験場北海道支場が技術開発試験（カラマツ生立木の材質腐朽被害実態と防除対策の確立）の一環として、道内国有林を対象に、調査を行なうものである。調査にあたっては下記調査要領に従って実施するようお願いする。

記

1. 調査対象林分は立木処分及び直営生産の別なく、間伐実行の1箇林小班を単位とし、間伐実行の全林小班について調査する。
(列状間伐以外の間伐は調査対象としない)
2. 調査の結果、腐朽菌のない林班についても、「腐朽調査票」に必要事項のみを記入のうえ、林業試験場北海道支場樹病研究室(〒061-01:札幌市豊平区羊ヶ丘1番地)にて送付する。
3. 調査記録は適宜行なったものを取りまとめて添付の「腐朽調査票(1)・(2)」を使用し整理する。

調査要領

I 調査林分および期間

調査対象林分はカラマツ人工林で、間伐実行箇所のうち、昭和57年10月から昭和60年3月末までの間に列状間伐をおこなう林分について実行の都度実施する。

II 調査地の設定および調査方法

調査地は対象箇所のなかで比較的腐朽または変色の多い地区を選定し、列状間伐を実行した各林小班ごとに200本を目標に腐朽(変色を含む)の有無について列状に調査する。調査時期は伐採直後が最も望ましく出来るだけ早い時期(おそらく3ヶ月以内)に実施する。

調査対象は、調査方法が比較的容易である理由から根株腐朽が主体になると思われるが、間伐木を玉切りしている場合は、根株腐朽と平行して樹幹の腐朽についても可能な範囲で調査する。また、根株腐朽と平行して、樹幹腐朽の調査ができない場合でも、土場などでその被害量をある程度推定できる場合には、調査票(1)のメモ欄に大体の本数被害率($\frac{\text{被害木}}{\text{調査木}} \times 100$)を記入する。

III 調査票および標本の採取

調査票(別紙)は記入要領および腐朽菌害木の区分図を参照のうえ記入する。

各調査地ごとに、腐朽または変色しているものの中で特に腐朽のはなはだしいものと中程度のものを根株腐朽と樹幹腐朽別に、円板(厚さ5~10cm程度)2個ずつを採取し調査票とともに、林業試験場北海道支場樹病研究室にて送付する。

また、根株・樹幹および枯枝などに腐朽菌のものと思われる子实体(キノコ)が形成されている場合には、同時に送付する(キノコの形成は夏~秋が多い)。

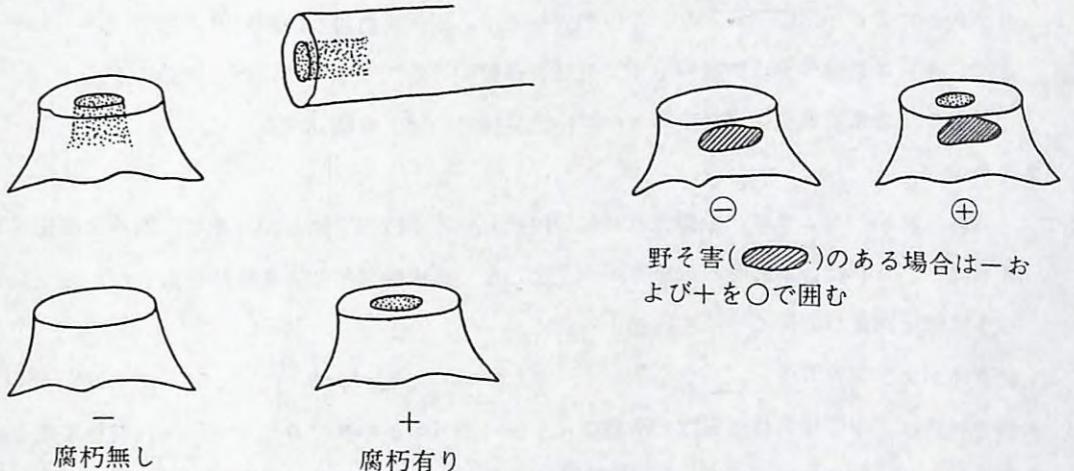
なお、標本の送付にあたっては採取後出来るだけ早く新聞紙、または段ボール箱などでこん包し(標本を直接ビニール袋などに入れないこと)送付する。

以上

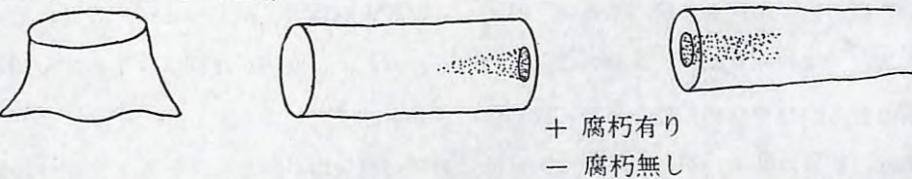
※ 調査票(2)の記入方法は、下記の腐朽菌害木の区分を参照のこと。

腐朽菌害木の区分

○根株腐朽(伐根による調査)



○樹幹腐朽(玉切り時に調査)



アンケート調査あるいは腐朽という病害の性格上、調査票のみから被害と環境要因との関係を解析することは困難であるが、以下に、現地調査の結果を加えて解説する。

1) 土壤条件

根株腐朽の発生に、最も大きな影響を与えるのは土壤環境である。なかでも、土壤中の水分状態は、土壤の理化学性に影響を与え、根系の生育に直接かかわりっている。このことは、一時停滞水が生ずるような中だらみ地形に、根株腐朽が集団的に発生している事例が多いことからも明らかである。

このため、調査票には被害と密接な関係を持つと思われる環境因子を調査項目として掲げた。しかしながら、調査票でみる限り、被害と立地環境との関係については、ほとんど見出せなかつた。しいてあげるならば、土壤の有効深度が浅い場合にやや被害が多くなる傾向がみられた。

なお、本州の富士山麓にあるアカマツ・カラマツ混交林での、根株腐朽の興味深い調査事例を以下簡単に紹介する。

ここではカラマツに比べてアカマツの根株腐朽害が、圧倒的に多かった。そこで、両樹種の耐湿性を水耕栽培によって調べたところ、アカマツの根はきわめて短時間で根腐れを起こしやすいうことが明らかとなった。すなわち、同一林分における両樹種の被害の差は、アカマツの根株腐朽に対する耐性がカラマツに比べて弱いのではなく、アカマツの過湿に対する抵抗力がカラマツよりも弱かったことが原因であった。この調査結果は、根株腐朽害の防除対策（被害回避）を考える上で、非常に意義深く、樹種転換による被害回避の可能性を示す具体例といえよう。

地形や土壤条件と根株腐朽被害との具体的な関係については後述する。

2) 気象害

表-3に示したように、中標津営林署管内における本数被害率は35.1%で、他の署に比べても高い。これは、幼齢時の気象害が引き金となった樹幹腐朽の多発林分があったためである。以下に現地調査の結果について詳述する。

(1) 調査地および調査方法

調査林分は、中標津営林署管内 219 林班に小班、1957年秋植栽のカラマツ防風保安林である。調査票によると、219 林班での 6 か所における本数被害率は平均54%，最高72%である。本林分では、樹幹の一部が膨らんだいわゆるがんしゅ症状をした個体が多数観察された。そこで、がんしゅの形成原因ならびに腐朽との関連性を調べるために、がんしゅ形成木を15本、がんしゅが形成されていない個体を29本選び、腐朽の有無を生長錐によって調べた。さらに、腐朽が確認された個体を10本伐倒し、腐朽菌の侵入門戸や腐朽程度ならびに腐朽菌の種類を調査した。

調査と被害材の解析の結果、がんしゅの成因には幼齢時の気象害が関与していると推定されたので当時の気象データを検討した。気象データは、調査地から東へ約10km離れた中標津観測所のも

カラマツ腐朽調査票 (1)

間伐実施年月		昭和年月		調査年月日		昭和年月日		
調査地		署		担当区		林班		
植栽年		昭和年春・秋		小班面積	ha	間伐木本数	本	
土壤環境		石礫		有(角礫・円礫)・無				
地下水位		高・低・不明		不透水層		有・無・不明		
有効深度		深・浅・cm・不明		春先の冠水		有・無・不明		
林床植生								
気象環境		常風	強・弱	霧		多・少・無		
積雪		多・少・無	降雨	多・中・少				
造林木の生育状況		生育	優・良・不良	(不良原因:)				
		樹幹部の異常(傷など)	多	(成因:)				
植林地の前状況	優占樹種						樹種	
	針葉樹林()						人工林()	
	広葉樹林()						針広混交林()	
稚草地・農耕地・その他()								
前生林の腐朽菌害状況		激	中	微	無	・	不明	
地形	傾斜	平坦・緩急	方位	N S SW E W NW	SE NE W NW	標高	m	
	A	B	C	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3
気象害歴	被害の分布		集中(1・2・3)・散発				注:該当の数字を○で囲む	
	無・不明	有	雪害・凍霜害・強風害・ヒヨウ害 その他()				[程度:激・中・微, 時期:幼齢時・最近]	
ネズミ害		程度:激・中・微・無,				時期:幼齢時・最近		
調査者メモ								調査員()

送付先:〒061-01 札幌市豊平区羊ヶ丘1番地

林業試験場北海道支場 樹病研究室

カラマツ腐朽調査票(2)

調査木No.	根株腐朽	樹幹腐朽												
1			41			81			121			161		
2			42			82			122			162		
3			43			83			123			163		
4			44			84			124			164		
5			45			85			125			165		
6			46			86			126			166		
7			47			87			127			167		
8			48			88			128			168		
9			49			89			129			169		
10			50			90			130			170		
11			51			91			131			171		
12			52			92			132			172		
13			53			93			133			173		
14			54			94			134			174		
15			55			95			135			175		
16			56			96			136			176		
17			57			97			137			177		
18			58			98			138			178		
19			59			99			139			179		
20			60			100			140			180		
21			61			101			141			181		
22			62			102			142			182		
23			63			103			143			183		
24			64			104			144			184		
25			65			105			145			185		
26			66			106			146			186		
27			67			107			147			187		
28			68			108			148			188		
29			69			109			149			189		
30			70			110			150			190		
31			71			111			151			191		
32			72			112			152			192		
33			73			113			153			193		
34			74			114			154			194		
35			75			115			155			195		
36			76			116			156			196		
37			77			117			157			197		
38			78			118			158			198		
39			79			119			159			199		
40			80			120			160			200		

のである。

(2) 調査結果

生長錐による調査の結果、がんしゅ形成木15本のうち11本に腐朽が認められ、がんしゅが形成されていない個体では、明らかに腐朽が確認されたのは29本中9本であった(表-4)。この結果から、がんしゅ形成木に腐朽が集中していることは明確である。

表-4 がんしゅと腐朽被害との関係

がんしゅ	腐朽
有 15本	有 11本 (73%) 無 4本 (27%)
無 29本	有 9本 (31%) 無 20本 (69%)

表-5 がんしゅ形成木の調査結果

調査木	樹高	胸高直径	がんしゅの形成位置	腐朽部位の上限	腐朽菌の侵入部位	腐朽菌(腐朽型)
1	13.5 m	14.6 cm	54 cm	210 cm	枯枝	褐色立方状
2	12.4	13.4	55	90	枯枝	マスタケ
3	—	12.7	92	260	枯枝	白色孔状
4	—	13.1	30	90	枯枝	ミヤマシロアミタケ
5	—	12.7	30	270	枯枝	マスタケ
6	13.9	14.0	55	180	枯枝	マスタケ
7	14.0	18.8	55	280	根	カイメンタケ
8	13.9	14.6	60	400	枯枝	褐色立方状
9	14.0	18.2	45	320	根	褐色立方状
10	12.7	13.9	30	200	枯枝	マスタケ

上から1.5m以下の中さに形成されている。その上、がんしゅの中央部には枯死枝が観察され、これを取り囲むようにがんしゅが形成されていた。一方、被害材のがんしゅ部を縦割りにしてみると、幼齢時に主幹の上部が枯死し、その基部から新しく主幹を生じていることが判った。この主幹部の枯死年度は、被害材の年輪解析から1961年であった。しかも、1961年の生長開始期に、傷害細胞間道が二度にわたり形成されているのが確認された。同様に、がんしゅ部に見られる多数の枯死枝は、1965年に発生したものであることが判明した。

以上のように、がんしゅが一定の高さと方向性をもって形成されていることから、がんしゅの形成には幼齢時の気象害、とりわけ晩霜害と雪害が関与していると思われた。そこで、過去の気象データを調べてみた。

ここでは、各被害が発生したと思われた前後5年間の6月と3月の観測記録を示した(図-6・7)。1961年6月上旬は平年より暖かい日が続き6月の最高極値である33℃が3日に記録され、そ

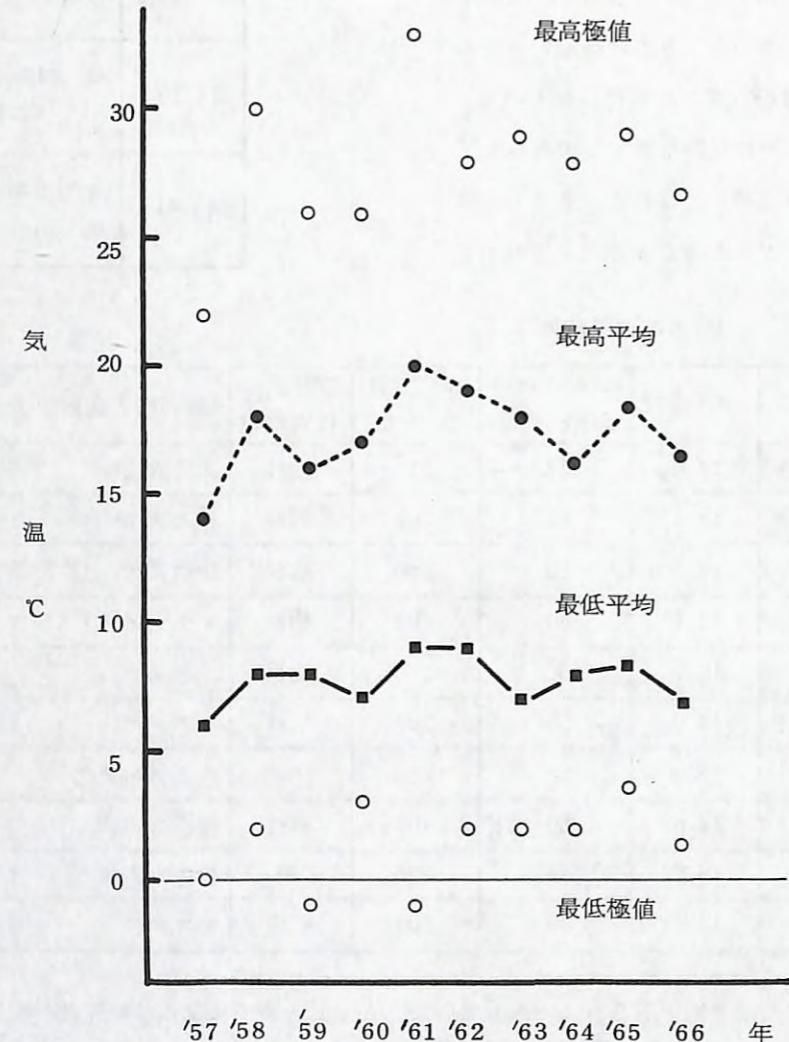


図-6 6月の気象観測記録

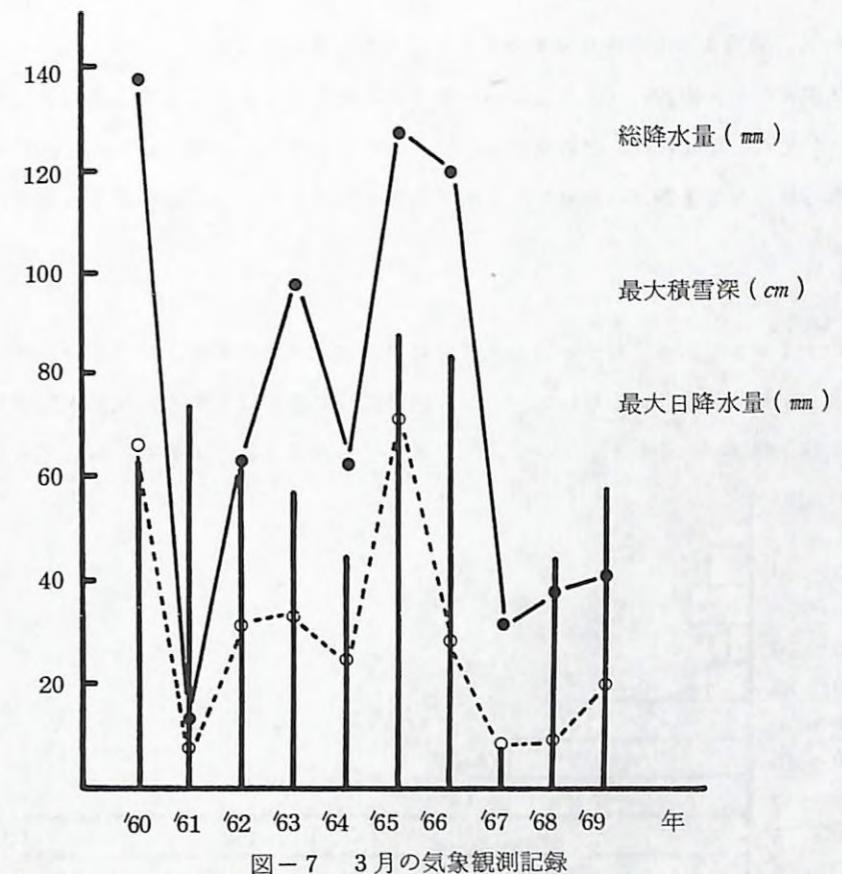


図-7 3月の気象観測記録

の5日後の8日は最低極値-2℃が記録された。一方、1965年3月は、平年に比べて降水量(すべて雪)が多く、3日に最大日降水量71mmを記録している。3月3日の降水量は単純計算をすると3月の総降水量の約2/3を占めることになり、記録的な日降水量であった。加えて、冬期の中標津地方は吹雪日数が多く、流雪によるカラマツ防風保安林の雪害例が報告されている。そのため、がんしゅの形成されている方向が、南東側に集中しているのは、冬期の主風の方向が北西であることと、流雪が密接に関係していると思われる。すなわち、若齢のカラマツでは幹や枝が北西方向から運ばれてくる大量の流雪によって、南東の方向に押し曲げられる結果、樹幹の南東側に傷害が起こるものと考えられた。

以上の結果から、がんしゅの形成過程を推察すると、以下のように要約される。①1961年6月上旬、晩霜害によって主幹先端部の枯死被害が発生した。②その結果、枯死した主幹先端部の基部で短枝の長枝化が起り、多数の枝を生じた。③続いて、1965年3月に前述した枝が雪害を受け枯死した。④これらの枯死枝を多数巻き込んで生長した結果、周囲が膨らんで、いわゆるがんしゅ状を呈するに至った。

そして、これら大量の枯死枝が樹幹腐朽を誘発したものと断定した。加えて、本林分の土壌は透水不良であったことから、根株腐朽の被害もかなり発生していたのではないかと推察され、樹幹お

より根株腐朽被害が相まって激害を呈するようになったと思われる。

前述した気象害の他、樹幹の一部あるいは樹幹全体に枯死枝が多数着生する原因としては、先枯病や間伐遅れがある。枯死枝は、樹幹腐朽菌の侵入門戸になるといわれている。したがって、先枯病の病歴のある林分や間伐遅れの林分では、樹幹腐朽に侵されている可能性があるので、今後十分な注意が必要である。

3) ノネズミ害

北海道のカラマツ林の多くは、少なからずノネズミによる食害歴をもっており、場所によっては成林が危ぶまれる林分さえみられる。しかも、最近は幼齢木はもちろん壮齢木にまで被害が及び、齢級を越えた被害形態をとっている。図-8に示したように、本調査においても間伐実行林

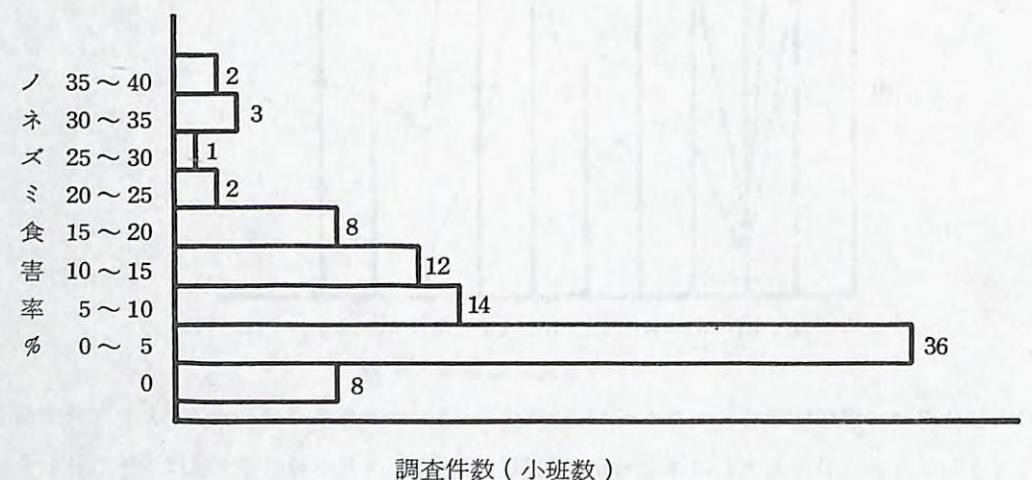


図-8 ノネズミ食害率の頻度分布

分の多くが被害を受けていることが示された。一般に、この食害跡は腐朽菌の侵入門戸として、大きな役割を果たしているとされている。

したがって、食害跡が高い頻度で腐朽菌の侵入門戸になっているとすれば、主伐時の腐朽害は、かなり深刻と考えねばならない。しかしながら、調査票でみるとかぎりノネズミ害の多発林分が多いという傾向は必ずしも認められていない（図-9）。

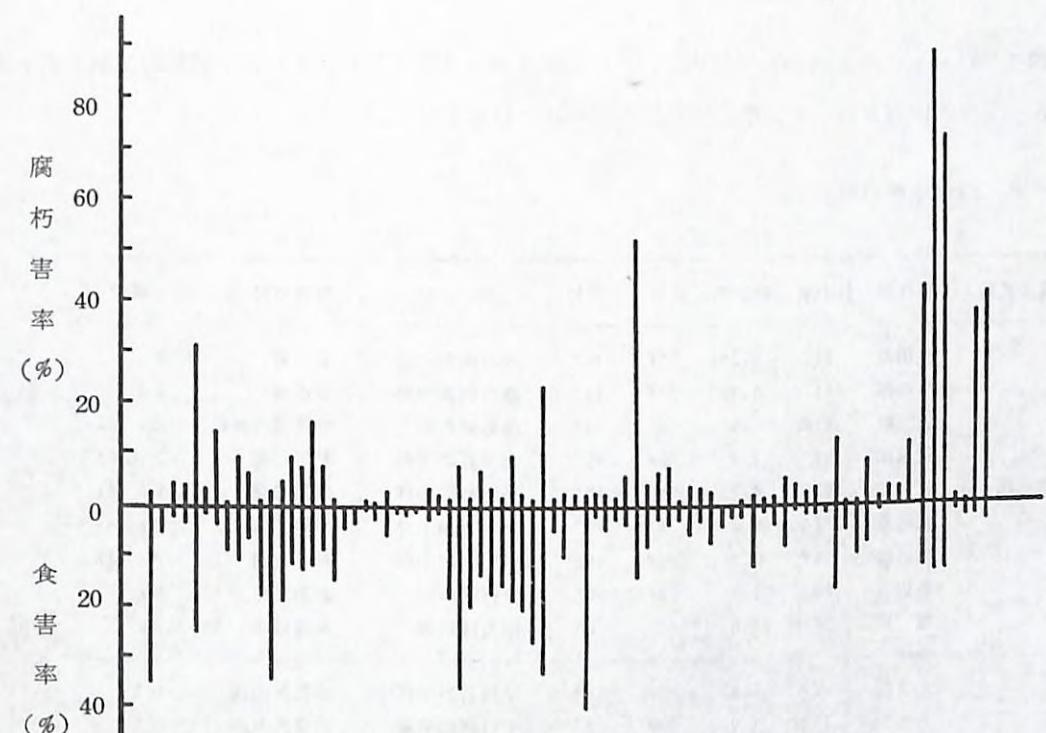


図-9 各被害林分におけるノネズミ食害率と腐朽害率との対比

さらに、数箇所で行った現地調査の結果、食害跡から腐朽が進行している例は、それほど多くはなかった。食害跡から腐朽が進行している場合は、いずれも被害を受けてから10年以上を経過したもので、比較的最近のものでは見られなかった。また、腐朽が認められる場合であっても、腐朽部は食害部のごく狭い範囲に限られ、図-3に示した生立木の腐朽菌はほとんど検出されなかつた。

カラマツ生立木に認められる腐朽菌はすべて心材腐朽菌といわれるもので、トドマツ溝腐病菌モミサルノコシカケ (*Phellinus hartigii*) に代表される辺材腐朽菌とは異なり、生きた形成層を直接殺傷し腐朽させる能力はない。また、辺材部は心材部に比べると、侵入微生物に対してはるかに複雑な化学的防御反応を示すといわれる。

これらのことから総合的に判断すると、現時点においてノネズミ食害跡からの腐朽は、考えられている以上に深刻ではないと推察される。しかしながら、調査木の大部分は食害歴が10年以下であったため、食害を受けてから長年経過した場合に、どうなるかは資料も少なく明確な結論をだせない。このため、ノネズミ食害跡と腐朽の関係については、今後の経過を監視していく必要がある。

しかし、食害跡は変色を伴っており、材質的に問題があり、また激害木は根元折れの原因になるので、長伐期施業林では間伐の対象にすることが望ましい。

4. 土壌の現地調査結果

調査地は北見、帯広管林支局管内である。その概況を表-6に示した。また、土壤断面記載を表-7

・8、理学的性質を表-9、断面模式図を図-10・11に示した。

表-6 調査地の概況

局(支局)	管林署	林小班	被害率	方位	傾斜	地 形	地質母材	土壌型
北見	生田原	14-1	9.2%	SSE	18°	複合斜面上部	安山岩	B _d
	生田原	14-2	6.3	NHE	10°	複合斜面中部	安山岩	B _d
	遠軽	87ぬ	0	S	3°	凸形緩斜面	中生層白亜紀	B _d (d)
	佐呂間	39	7.3	SSW	35°	上昇斜面下部	新第三紀	B _d (d)
	佐呂間	63	4.3	SW	15°	平行斜面中部	新第三紀	B _d (d)
	留辺蘂	2り	0.8	E	25°	上昇斜面上部	新第三紀	B _d (d)
	留辺蘂	4た	1.9	NNW	15°	平行斜面中部	新第三紀	B _d (d)
	留辺蘂	20よ	1.7	E	3°	平行緩斜面	新第三紀	B _d (d)
	置戸	38に	26.5	S	3°	山麓緩斜面	洪積段丘	B _d
	上士幌	7ろ	1.8	SSW	8°	平行斜面中部	洪積火山灰	B _{1d}
帯広	上士幌	10ろ	1.5	SSW	8°	平行斜面中部	洪積火山灰	B _{1c}
	標茶	29は1	6.9	NNW	5°	複合斜面中部	沖積火山灰	B _{1c}
	標茶	29は2	3.1	NNW	17°	複合斜面上部	沖積火山灰	B _{1d}
	中標津	25い	33.3	NHE	12°	平行斜面中部	摩周火山灰 (I m)	B _{1d}
	中標津	216い	23.0	-	0°	平坦地	沖積火山灰	B _{1c}
	中標津	219に	72.0	-	0°	平坦地	沖積火山灰	B _{1c}
	中標津	226そ	28.9	-	0°	平坦地	沖積火山灰	B _{1c}

表-7 土壤断面記載

支局	管林署	林小班	No.	土壤型	方位	層位	層厚 cm	固体 状態	土 色	項目	土性	情 味	腐泥度	石けき	水温	組 系
北見	生田原	14	1	B _d	SSE	A _a B _a C	5 38 33 32 20t	固 液	7.5YR 2/3 " 3/4 " 4/4 乏し	高む 青む 少む 少む	L _c L _c —	位状 —	軟 " " " "	角質石 " " " "	潤 " " " "	高む 多50cm 含む 深120cm
	生田原	14	2	B _d	NHE	A _a B _a C	3 5 30 45 50t	固 液	7.5YR 2/2 " 4/6 " 5/6	高む 青む 少む	L _c L _c —	位状 —	軟 " " " "	角質石 " " " "	潤 " " " "	高む 多20cm 有り 深70cm
	遠軽	87ぬ		B _d (d)	S	A _a A ₁ B ₁	4 7 27 30	固 液	7.5YR 3/2 " 5/6 " 6/6	高む 青む 少む	S _c S _c —	團塊状 —	軟 やや堅	角質石 " " " "	潤 " " " "	高む多10cm 有り 深35cm
	佐呂間	39		B _d (d)	SSV	A _a B _a C	4 3 25 70t	固 液	10YR 4/3 " 5/6 " 5.5/6	高む 青む 少む	S _c S _c —	團塊状 —	稍 —	火山鉆 角礫土	潤 " " " "	高む多30cm まれ深90cm
	佐呂間	63		B _d (d)	SV	A _a A ₁ A ₂ B ₂ C	3 6 8 20 10t	固 液	10YR 4/2 " 4/4 " 4/0 " 5/6	高む 青む 少む	S _c S _c —	團塊状 —	稍 —	火山鉆 角合む	潤 " " " "	高む 多15cm 合む まれ深37cm
	留辺蘂	2り		B _d (d)	E	A _a A ₁ B ₁ B ₂	5 0 4 30 40	固 液	7.5YR 2/1 " 4/3 " 5/0 " 5/8	高む 青む 少む	L _c L _c —	團塊状 —	稍 —	火山鉆 角合む	潤 " " " "	高む多10cm 有り 深90cm
	留辺蘂	4た		B _d (d)	NNW	A _a A ₁ A ₂ B B-C	4 4 8 10 25t	固 液	10YR 3/3 " 5/8 " 5/0 " 5/8	高む 青む 少む	S _c S _c —	團塊状 —	稍 —	火山鉆 角合む	潤 " " " "	高む多20cm 有り 深70cm
	留辺蘂	20よ		B _d (d)	E	A _a A ₁ B ₁ B ₂ C	3 8 17 30 25t	固 液	10YR 2/2 " 3/4 " 4/0 " 5/0	高む 青む 少む	S _c S _c —	團塊状 —	稍 —	火山鉆 角合む	潤 " " " "	高む 多25cm 合む C 深90cm
	置戸	38に		B _d	S	A _a I A ₁ II B ₁ II B ₂	6 0 20 20t	固 液	7.5YR 3/3 " 3/4 " 4/0	高む 青む 少む	S _c S _c —	團塊状 —	稍 —	火山鉆 角合む	潤 " " " "	高む 多20cm 合む 深40cm

表-8 土壌断面記載

支局	管轄	林小班	No.	土壤剖面	方位	層位	層厚 cm	根株 状態	土 色	調査 土性	供 給 量	耕作度	石れき	水深	相 名
福井	上土根	75	B1e	SSV	Ao	4	断	10YR 2/1	根る高 L	团粒	しょう	-	澱	高む 多20cm	
		8*			A1	15	断	"	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む 多20cm	
					A2	15	断	"	根る高 C	团粒	根	-	澱	高む 多20cm	
					B1	20+	断	"	根る高 C	团粒	根	-	澱	高む 多50cm	
	105	B1e	SSV	Ao	8	断	10YR 1/1	根る高 L	团粒	しょう	-	澱	高む		
					A1	15	断	"	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む	
					8*	15	断	"	根る高 C	团粒	根	-	澱	高む 多20cm	
					A2	15	断	"	根る高 C	团粒	根	-	澱	高む 多20cm	
					B1	15	断	"	根る高 C	团粒	根	-	澱	高む 多40cm	
					C	10+	断	"	根る高 C	团粒	根	-	澱	高む 多40cm	
保石	20は	1	B1e	HNV	Ao	4	断	10YR 1/1	根る高 L	团粒	しょう	-	澱	高む	
					I A	3	断	"	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む 多30cm	
					II A-B	7	断	"	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む 多30cm	
					II A-B	25	断	"	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む 多30cm	
					II B	13+	断	"	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む 多50cm	
	20は	2	B1e	HNV	Ao	4	断	7.5YR 2/1	根る高 L	团粒	しょう	-	澱	高む	
					I A-B	5	断	"	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む 多30cm	
					17*	7	断	10YR 2/2	根る高 L	团粒	しょう	-	澱	高む 有り	
					II A-B	24	断	"	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む 有り	
					II A-B	18	断	"	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む 有り	
					III B	10	断	"	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む 有り	
					III B	5+	断	"	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む 有り	
中津津	25い	(1a)	B1e	HNE	Ao	8	断	7.5YR 2/1	根る高 L	团粒	しょう	-	澱	高む	
					I A-C	9	断	"	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む 多20cm	
					II A-C	5	断	"	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む 多20cm	
					III A	5	断	"	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む 多20cm	
					III B	10	断	"	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む 多20cm	
					IV C	14	断	10YR 3/3	根る高 L	团粒	やや粗	-	浮石層	浮石層	
					V A	10	断	"	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む 多60cm	
					V B-C	13	断	7.5YR 2/1	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む 多60cm	
					VI A	8	断	10YR 4/2	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む 多60cm	
					VI A	11+	断	7.5YR 1.7/2	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む 多60cm	
	216い	B1e	-	-	Ao	6	断	7.5YR 2/1	根る高 L	团粒	しょう	-	澱	高む	
					I A-C	17	断	"	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む 多25cm	
					II B-C	10	断	10YR 4/3	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む 多25cm	
					III A	9	断	10YR 2/1	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む 多25cm	
					III A	13	断	"	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む 多25cm	
					IV C	18	断	"	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む 多25cm	
					V C	11	断	"	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む 多25cm	
					VI A	10+	断	7.5YR 2/1	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む 多25cm	
	219い	B1e	-	-	Ao	4	断	7.5YR 2/1	根る高 L	团粒	しょう	-	澱	高む	
					I B-C	20	断	10YR 4/4	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む 多20cm	
					III A	12	断	7.5YR 2/1	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む 多20cm	
					III A	10	断	"	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む 多70cm	
					IV B-C	18	断	"	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む 多70cm	
					V B-C	10	断	10YR 4/3	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む 多70cm	
					VI A	20+	断	7.5YR 3/2	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む 多70cm	
	226そ	B1e	-	-	Ao	4	断	7.5YR 2/1	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む 多10cm	
					I A-C	10	断	10YR 6/4	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む 多50cm	
					III A	13	断	7.5YR 1.7/2	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む 多50cm	
					IV B-C	17	断	10YR 4/2	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む 多50cm	
					V A	30+	断	7.5YR 2/1	根る高 L	团粒	根	-	澱	高む 多50cm	

表-9 土壌の理学性

其林管・林小班	層位	物理的成績 (%)				化學的成績 (%)				孔隙区分 (%)			三相成績 (%)			透水量 (cc/min)	
		粗上	粗下	採取時水分	最大容水量	最小容氣量	透湿度 (%)	容積率 (%)	全孔隙	粗孔隙	細孔隙	固	液	氣			
達林	67ぬ	A	25.5	0.8	2.4	20.4	45.8	25.5	44.5	58.5	71.3	45.6	25.7	29	20	51	340
		B	47.2	1.1	0.9	31.9	46.9	4.0	68.0	125.1	50.9	17.2	33.7	49	32	19	25
佐呂間	63	A	23.5	4.4	2.2	31.0	53.6	16.4	57.8	58.6	70.0	44.3	25.7	30	31	39	200
		B	33.8	19.5	0.1	27.2	42.6	3.9	63.6	110.4	46.7	19.4	27.3	53	27	20	65
留辺薬	2り	A, A*	15.0	5.7	0.5	32.9	51.9	26.3	63.4	45.5	78.2	52.9	25.3	22	33	45	425
		B	27.6	16.6	0.2	24.4	36.7	16.8	66.5	59.8	35.3	35.2	18.3	47	24	29	183
	4た	A, A*	19.6	0.4	6.6	21.9	57.3	16.0	38.2	49.9	73.3	47.8	25.5	27	22	51	175
		B	21.2	17.0	0.4	12.6	43.1	23.4	29.7	65.5	61.5	49.7	11.8	39	13	46	95
上土根	75	A	19.3	-	0.8	39.8	62.2	17.8	64.0	43.9	80.0	47.0	32.7	20	39	41	250
		A*	23.0	-	0.5	49.9	74.3	2.3	67.2	53.1	76.6	39.0	37.6	24	50	40	25
	105	A	16.8	-	0.2	38.7	62.1	20.9	62.3	38.6	52.0	31.0	17	39	44	450	
		A*	21.2	-	0.1	59.0	76.4	2.3	77.2	48.7</							

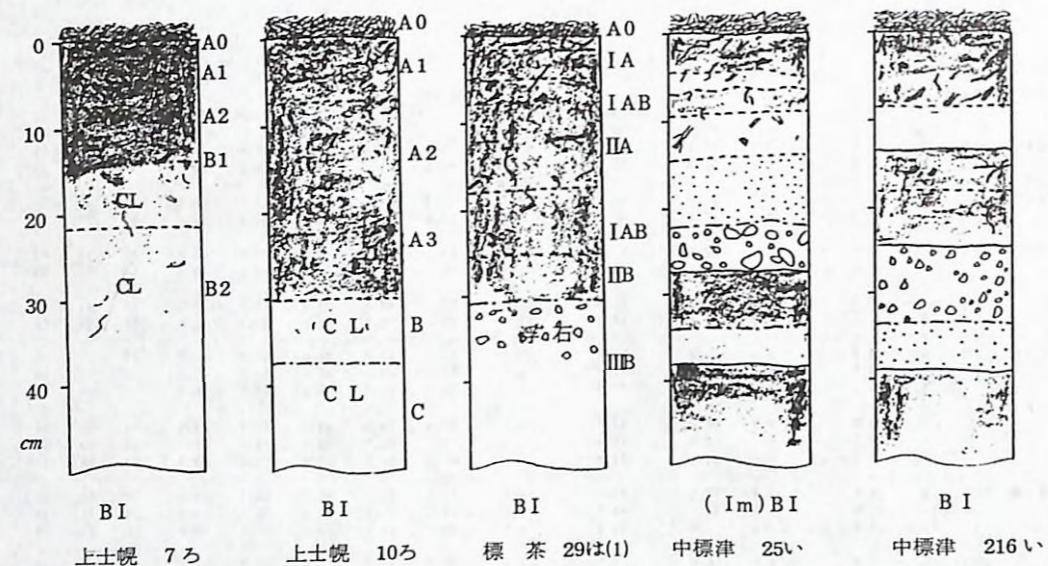


図-11 土壌断面模式図（帯広支局）

各調査地の土壤の特徴を概観すると次のようになる。

1) 生田原 (14林班)

安山岩地域で表層から大小の角礫を含み、腐植の浸透も良いが、B層はかなり植質な土壤である。しかし、石礫を含むため根系は比較的深くまで発達している。

下層土が植質なため、集水地形などでは理学性が不良な部分もみられる。

2) 遠軽 (87林班)

中生代白亜紀層の土壤で、A層は腐植に富むが薄く、B層以下は腐植に乏しい。

土層は石礫を含まず堅密でやや乾性の土壤である。カラマツの生育は良好で腐朽木は見当たらぬ。

3) 佐呂間 (39.63 林班)

新第三紀砂岩、頁岩地域で石礫に富み、全体に腐植に乏しい土壤である。B層には堅果状構造もみられ、やや乾性の土壤で、両林班とも40~50cm以下は礫土である。腐朽木はほとんど見当たらない。

4) 留辺蘿 (2, 4, 20林班)

新第三紀、砂岩、頁岩の地域で、B層以下は角礫に富み、排水良好な土壤である。3か所ともA層は腐植に富むが、B層ではやや乏しい土壤である。カラマツの生育は良好で、腐朽木はまれに見られる程度である。

5) 置戸 (38林班)

洪積の段丘堆積地で表層より大小の円礫を含む。A層は薄く褐色のB層に移行する。平坦地で

はやや排水不良である。調査地は長い山麓緩斜面の最下部あたり、ほぼ平坦であるが上部からの水の移動も考えられる地形である。腐朽木は全面に分布し、その中に、エゾノサビイロアナタケの集団枯損がある。

6) 上士幌 (7, 10林班)

火山灰が厚く堆積するいわゆる黒ボク地帯で、腐植に富んだA層が厚く、軽鬆で水分を良く含み過湿気味である。B層はやや粘質で透水は不良である。10林班は7林班に比べA層が厚く、過湿な土壤となっている。同じ黒色土壤の中標準に比べ今とろ腐朽木は少ないが、軽微な被害が散見され、今後増加する可能性の高い林分である。

7) 標茶 (29林班)

この付近一帯は軽鬆な火山灰からなる黒色土壤で、数回の火山灰放出物が堆積している。丘陵性地形で傾斜は比較的緩やか、BID型土壤が大部分を占めるが、平坦地や凹地、斜面下部にはBIE~BIF型がみられる。また、斜面の中だるみには谷地がみられ、G型土壤も分布する。

No.2は、複合斜面の上部にあり、土壤は適潤性で、腐朽木は微害木がわずかにみられる。No.1は、複合斜面の中だるみにあり、谷地に隣接する湿性の土壤でNo.2に比べ下層に水分が多く透水性も不良である。ここには集中的に激害木がみられ、水分環境の違いが大きく影響しているものと考えられる。

8) 中標準 (216, 219, 226林班)

219, 226および216林班は、いずれも平坦地にある耕地防風林である。土壤は数種の火山放出物が厚く堆積する黒色土壤からなり、透水不良なシルト層や保水力の大きい浮石礫、さらに埋没黒土層を有し、降雨時には表面に滞留水もみられる。平坦地のため、流出することがほとんど無く浸透するのみで、常時湿潤度の高い土壤となっている。

25林班は摩周岳に近く、大小の火山砂、シルト層などが互層し、30cm以下はきわめて堅くしまっている。埋没黒土層はやや還元的であり、透水不良な土壤である。

これらの林分では、腐朽木がきわめて多くみられ、土壤の水分過多が一つの要因と考えられる。これら土壤調査の結果から、腐朽被害率と土壤型の関係を図-12に示した。

調査点数が少ないが、腐朽被害は乾性型土壤よりも湿性型土壤に多く発生している傾向がみられた。すなわち、褐色森林土壤群では、BD (d) 型土壤で健全林分が多く、被害があつてもきわめて少ない。これに対して、BD 型土壤では B D (d) 型土壤よりも多くの腐朽木がみられた。また、黒色土壤群でも、BID 型土壤では腐朽木は少ないが、弱湿性の B IE 型土壤ではきわめて腐朽被害が多かった。

これらの被害の多い林分の地形は、いずれも平坦ないし山麓緩斜面あるいは局部的な凹地形に属している。また、傾斜地の場合でも保水力の大きい浮石礫や透水不良なシルトをもつ土壤では被害が多くみられる。一方、被害の少ない林分の土壤は、傾斜地でかつ石礫を含み、排水良好の乾性の土壤が多い。

以上の調査結果を要約すれば以下のようになる。

- (1) 被害は地形的に集水地形あるいは平坦地に集中している。
- (2) 被害は地質母材的にみると火山灰土壤や洪積土壤に多い傾向がみられる。
- (3) 被害は腐植に富む A 層が厚く保水量の多い土壤に多い。
- (4) 被害は不透水層、粘土層など理学性の不良要因をもつている土壤に多い。

根株腐朽の発生には、これらの要因が複雑にからみあい、土壤中の水分環境が大きく影響を与えているものと考えられる。アンケート調査の結果、北見管内で被害が少なく、帶広管内で多い結果を得ているが、これら両地域の地質母材に起因する土壤の理学性の違いが大きく影響しているものと考察される。

5. 腐朽木の林内分布

1) 調査目的

腐朽被害木の特徴と林内分布を調べ、腐朽の発生に及ぼす地形・土壤等の諸条件を明らかに

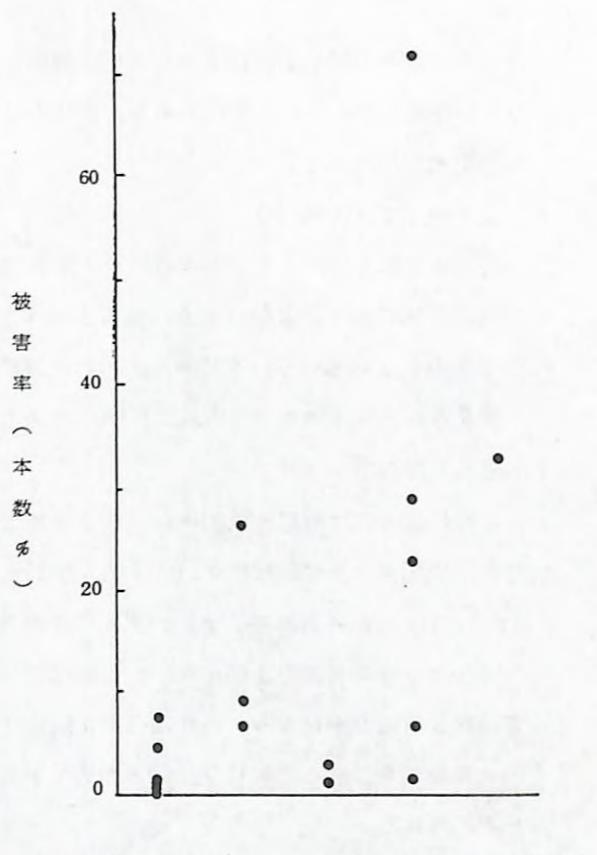


図-12 土壤型別被害率

する。

2) 調査方法

間伐後まもない林分を選び、伐根の腐朽の有無を調べた。腐朽木が集中しているところでは周辺の残存木の腐朽の有無を生長錐により調査した。調査にあたっては、腐朽型から、カイメンタケ・レンゲタケ・マツノネクチタケ・エゾノサビヨロアナタケ等同定できるものについてできるだけ腐朽菌を記録した。伐根面の直径比 2/3 以上 (面積比 4/9 以上) に腐朽が認められるものを激害木とし、それ以下のものを微害木とした。

皆伐林では、新しい伐根とともに、3年前に行われた列状間伐時の伐根も、ナタで伐根面を切なおし腐朽の有無を調べた。

3) 結果の概要

調査結果を表-10に掲げた。

林齢や地形により腐朽被害の発生が異なるので、平均被害率から局(支局)ごとの傾向を比較することはやや乱暴であるが、前章すでに述べたように、置戸署38林班を除き、北見支局管内は腐朽被害が少ないといえる。

聞き取り調査では、被害の少ない林分は火入れ地ごしらえを行ったところが多い。

4) 分布図の解説と施業指針

図-13, エゾノサビヨロアナタケによる群状腐朽 (置戸署38林班に小班)

今まで層雲峠と留辺蘂の2箇所でのみ発生が認められていたエゾノサビヨロアナタケが、新たに置戸署内においても発見された。この菌は生立木を枯らす強い腐朽力を持っているため、欧米各地で古くから研究が進められ、とくに米国西海岸のダグラスファー林では最も警戒すべき腐朽菌とされている。図-13で明らかのように、この林分にはエゾノサビヨロアナタケによる枯死木と腐朽伐根が8個(5.2%)あり、そのうちの6個は1箇所にかたまっていた。この腐朽菌はトウヒなどの前生樹の根株から広がり、その周辺の生立木を枯らすとされているので、この林分では本菌の今後の広がりに十分注意する必要がある。また、この林分は、本菌が天然生林で多くみづかる層雲峠に近いので、置戸署およびその周辺地域にも本菌が発見される可能性が高い。本菌が発見された林分は長伐期施業へ転換することは不適当と思われる。

図-14, 谷地周辺の集団腐朽 (標茶署29林班は小班)

標茶署のパイロットフォレスト内の林分で激害木が集中しているところがあった。この林分の激害木は、調査木535本中の11本(2.1%)で、そのうちの10本は、図-14の右側の谷地から水が流出する方向にかたまっていた。水のたまるところに腐朽被害が多いことは従来からいわれていたが、このことを端的に示す例である。

谷地および雪解け水の停滞する場所は充分注意する必要がある。

表-10 根株腐朽現地調査結果

局(支局)	管林署	林班名	林齡	調査本数	被害率		方位	斜度	間伐形式	分布図	
					全体	微害木					
北見	生田原 同	14 20	2.0	381	9.2	2	SSE	1.8	列状間伐1回目	図-13	
	遠佐 轆	87ぬ 20	160	6.3	1	9	NNE	1.0	列状間伐1回目	図-13	
	留辺薬 同	39 18	251	0	0	S	SSE	3	列状間伐1回目	図-13	
	4た 同	63 24	18	87	7	3	SSW	3.5	列状間伐1回目	図-13	
	20よ 同	4た 20	164	4	3	1	SW	1.5	列状間伐1回目	図-13	
	置戸 同	38に 22	155	105	1	9	E	2.5	列状間伐2回目	図-13	
帯広	上士幌 同	73 103	22	112	1	8	SSW	8	列状間伐1回目	図-13	
	標茶 中標津	29は 18い	34 23	535	6	9	NNW	5	列状間伐2回目	図-14	
	25い 同	25い 34	451 143	741	11	0	4	平地	0	列状間伐1回目	図-15
	49 同	49 216い	25 25	451 143	33 32	3	NNE	1.2	列状間伐1回目	図-15	
	226そ 同	216い 226そ	25 25	287 141	23 28	2	17	5	定性間伐2回目	図-16	
	鶴川 同	56 20	20	231	16	9	10	5	列状間伐2回目	図-16	
北海道	内賀 振厚	108 108	23 23	674 315	9	3	NNE	1.0	皆伐(風倒跡地)	図-17	
	同 同	108 108	23 23	305 305	13 16	0	8	W	皆伐(風倒跡地)	図-18	
				平均被害率	14.7	1	8	5	皆伐(風倒跡地)	図-19	
				総平均被害率	12.3	4	3				



図-13 根株腐朽木の林内分布(置戸署)

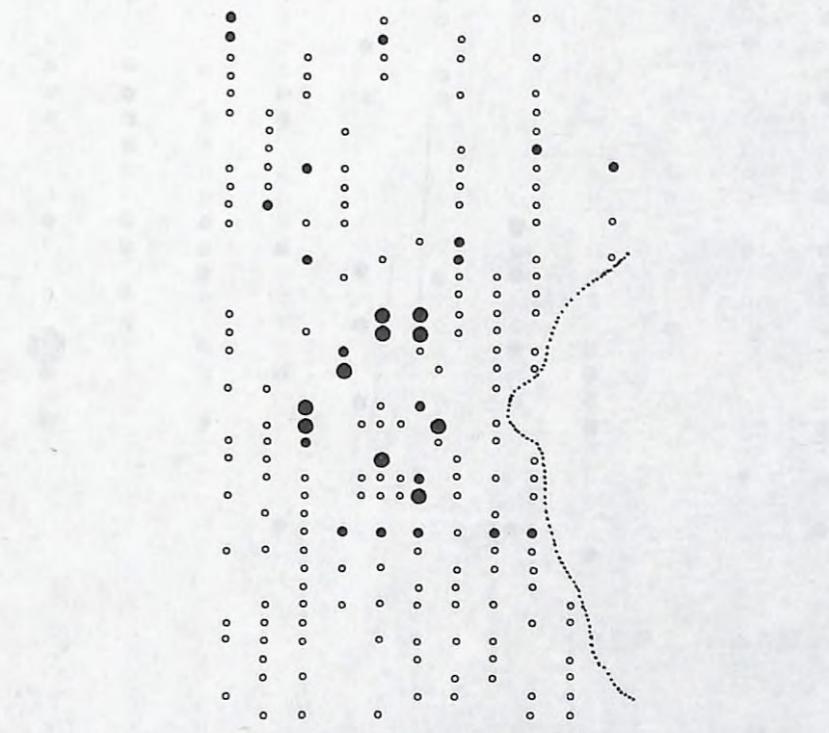


図-14 腐朽木の林内分布(標茶署)

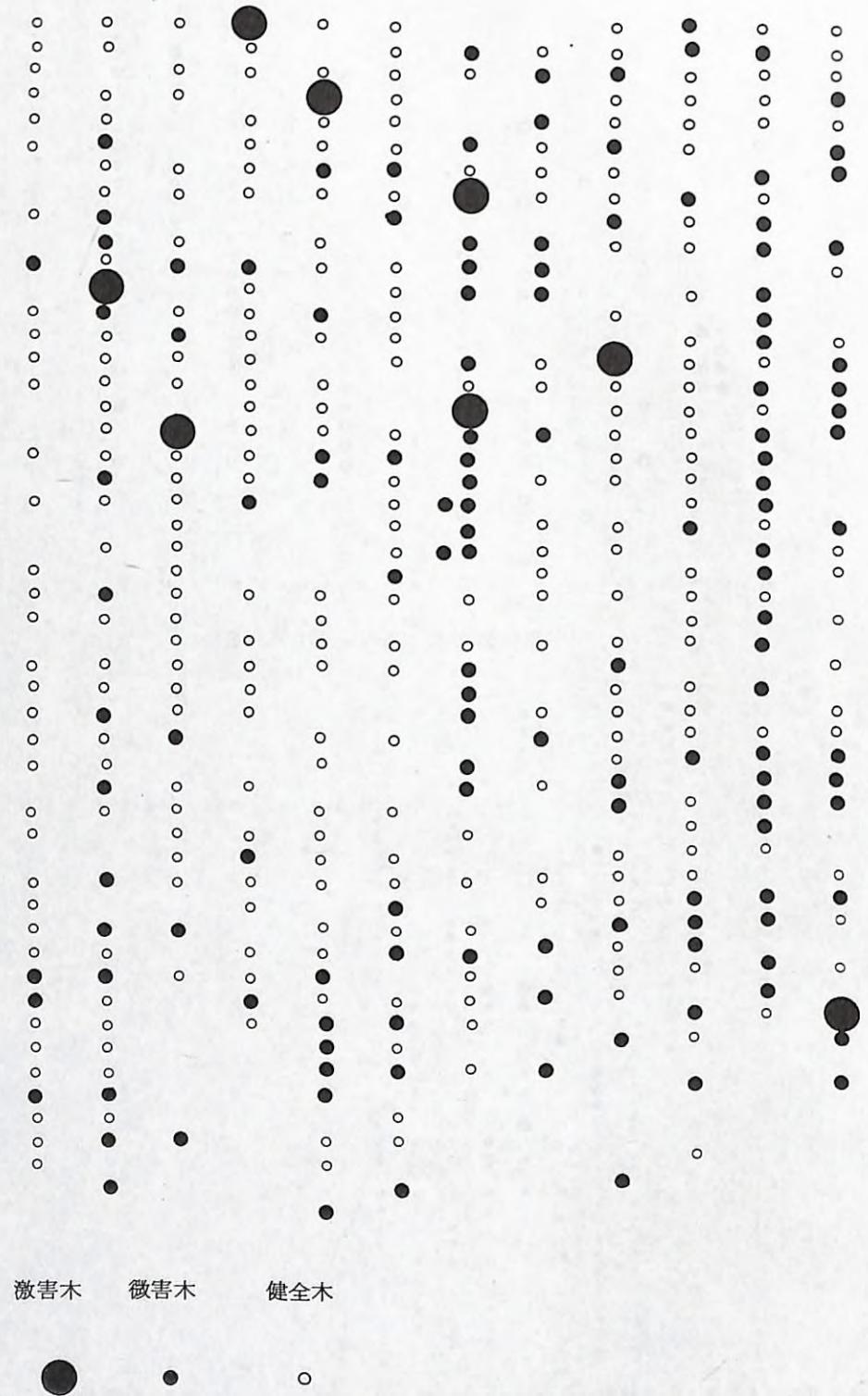


図-15 腐朽木の林内分布（中標準署）

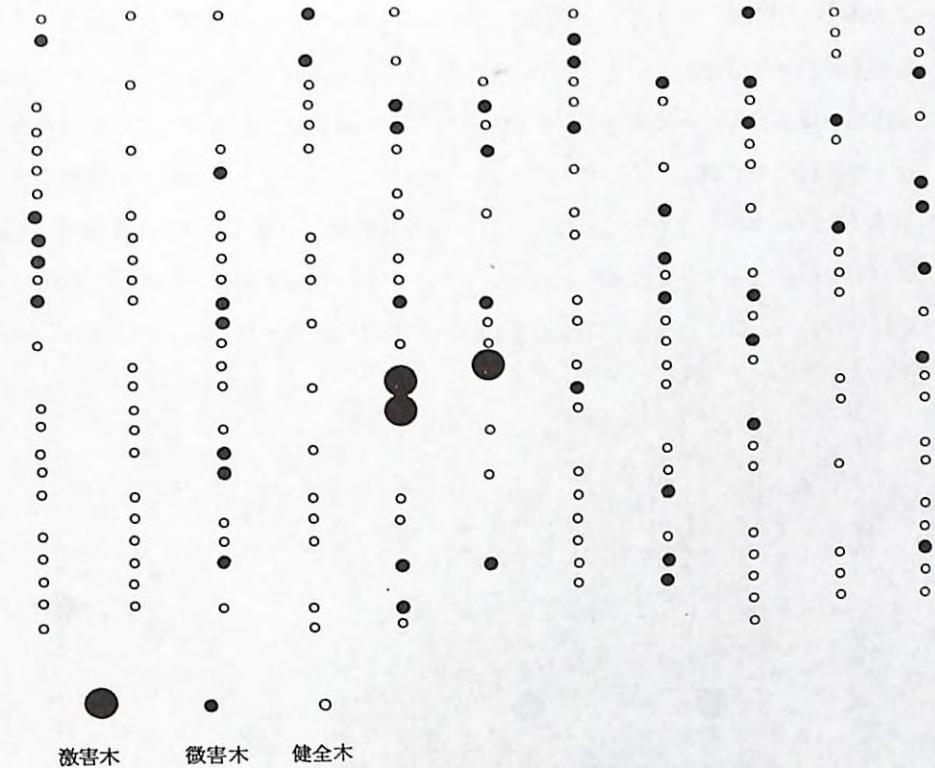


図-16 腐朽木の林内分布（中標準署）

図-15 星形（ボタン）の変色（中標準署25林班い小班）

帶広支局管内は全体的に腐朽が多いが、調査した林分のなかで、最も高い被害率を示したのは中標準署25林班い小班であった。

わずか25年の林齢で約1/3の伐根に腐朽が認められ、そのほとんどは中～激害木に近いものが多かったので、今後急速に腐朽が進行するものと思われる。とくにこの林分で注目されたことは、通称ボタンと呼ばれる星形の変色が腐朽部から辺材部へと広がっているものが多いことである。このような第1次間伐の時から腐朽被害木の多い林分およびその周辺では伐期を長くすることはできない。

図-16、平地林における腐朽木の散在（中標準署 216 林班い小班）

根釧地方には広大なカラマツの平地林が広がっている。図-16は、この平地での腐朽の典型的な分布図の一つで、被害木が全面に散在している。10年以上前のノネズミの食害跡から腐朽菌が侵入したものも多い。第2次・第3次の間伐は定性間伐とし、10年以上前の古いノネズミの食害跡が地際にあるものを選んで間伐することが望ましい。

図-17～19、皆伐林における被害木の分布（厚賀署 108 林班）

間伐した林分の腐朽根株の分布を調査していると、場所によっては被害木がかたまって発見

されることがある。しかし、1伐3残から1伐5残といった間伐形式をとっている林分では、調査列の間にに入る残存木が多いため、被害木の分布を正確につかむことができない。より正確な情報を得るため、小面積でも、実験的に皆伐して腐朽実態を調査してみたいと考えていた。たまたま1981年には二つの台風が北海道に上陸し、各地のカラマツ林に風倒木が発生した。厚賀署では3林班で皆伐を行ったので、この皆伐林における被害木の分布を調査した。図-17および18では、被害木が全体に分布しているが、細かくみると数本かたまって発生している傾向が認められる。斜面の上部と下部の差は認められない。図-19では、中央部の中だるみ地形に激害木が多い。

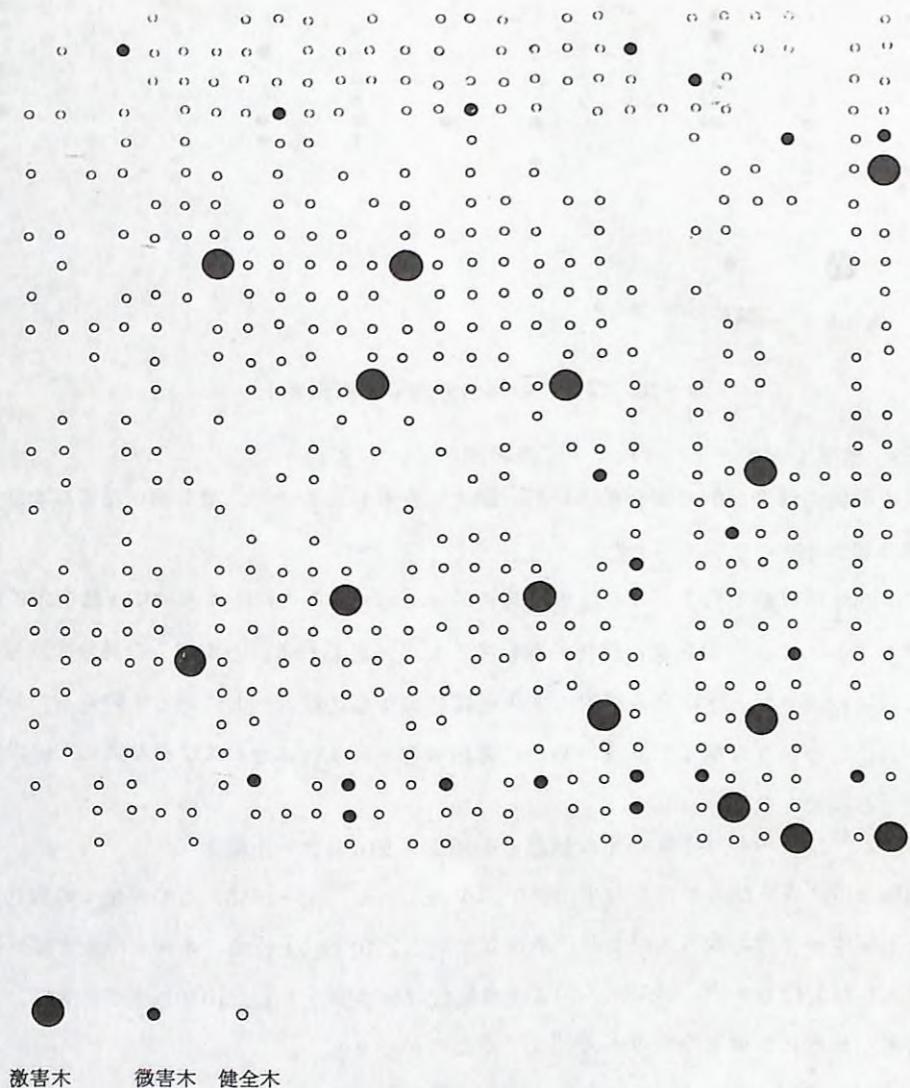


図-17 腐朽木の林内分布（厚賀署・皆伐）

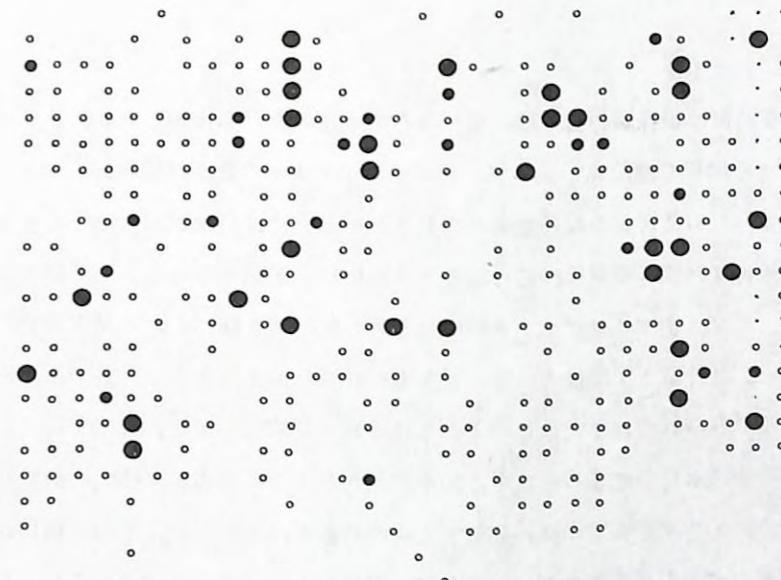


図-18 腐朽木の林内分布
(厚賀署・皆伐)

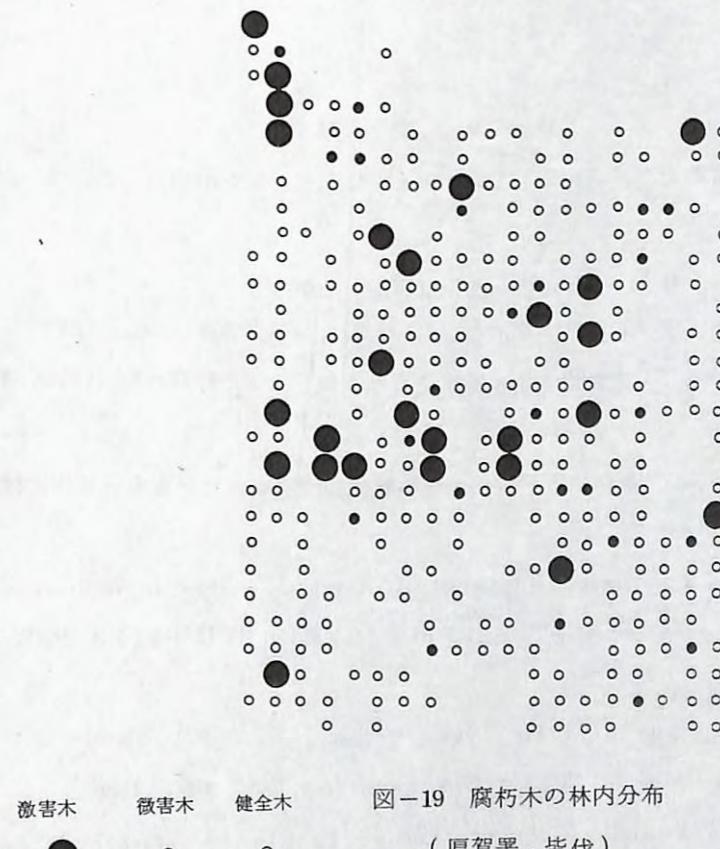


図-19 腐朽木の林内分布
 (厚賀署・皆伐)
 激害木 微害木 健全木

V ま と め

1) 確認された腐朽菌は根株腐朽菌5種、樹幹腐朽菌4種の合計9種類である。とくに、レンゲタケとカイメンタケの出現頻度が高い。エゾノサビイロアナタケの分布は限られているが、腐朽力がきわめて強いので、この菌による腐朽被害が発見された林分では長伐期へ転換することは不適当と思われる。2) 被害は針広混交林伐採跡の植栽林に多い傾向が認められる。現地調査の結果から、局(支局)別では、エゾノサビイロアナタケが発見された置戸署を除くと、北見支局管内は全体的に腐朽被害が少ない。3) 第1次間伐の段階で被害率が10%を越えるような林分では、明らかに土壤の理化学性に問題がみられる。また、このような林分および周辺部では、伐期を長くすることはできない。4) 一時停滞水が発生する中だるみ地や沢筋などでは、被害が集団的に発生しやすい。5) 第1次間伐の段階で、ノネズミ食害多発林分にとくに腐朽被害が多いという傾向は得られなかった。6) 雪折れや凍傷害などの気象害歴を持つ林分には、樹幹腐朽が発生していた。このような林分では、樹幹に枯死枝や傷害をもつ個体が多いので、外部診断による被害予測が可能である。第2次間伐以降を定性間伐とし、樹幹腐朽が発生していると診断されるものを間伐する。

参 考 文 献

- 1) 赤井重恭：生立木材質の変色と腐朽(I)－「ボタン材」の研究を始めるに当って－森林防疫27, 4-9, 1978
- 2) ——：同 (II). 森林防疫 28, 21~28, 1978
- 3) 青島清雄・林康夫：カラマツ心腐れ病菌について. 72回日林講, 308~309, 1966
- 4) —— . —— . 遠藤昭：雨氷害にともなうカラマツの幹腐れ病. 日林誌 45, 125~126, 1963
- 5) —— . —— . 魚住正：石狩川源流森林総合調査報告 VI. 菌害. 旭川営林局, 141~147, 1977
- 6) Childs, T. W. : Laminated Root Rot of Douglas-fir in Western Oregon and Washington. USDA FOREST SERVICE RESEARCH PAPER PNW-102, 27 pp, 1970
- 7) CMI Distribution Maps of Plant Diseases map. No. 271, 1980
- 8) CMI Distribution Maps of Plant Diseases map. No. 490, 1980
- 9) Igarashi, T. & Takeuchi, K.: Decay damage to planted forest of Japanese larch by wood-destroying fungi in the Tomakomai experiment forest of Hokkaido

- University. Res. Bull. College Exp. For., Hokkaido Univ. 42(4), 837~847, 1985
- 10) 今関六也・青島清雄：風害を誘発する立木の根株腐朽. 日林誌 37, 413~416, 1955
 - 11) —— : 北海道林業と菌害対策. 北方林業 10(11), 2~7, 1958
 - 12) —— : 林木の材質腐朽病. 日植病報 31, 248~253, 1965
 - 13) 亀井専次：トドマツオオウズラタケに由るトドマツ及びアカマツの心材腐朽. 北大農演報15(1), 151~166, 1951
 - 14) —— : とどまつの樹病と木材腐朽. 北方林業叢書 12, 71~160, 1959
 - 15) —— . 五十嵐恒夫：カラマツ, トドマツその他針葉樹心材のハナビラタケによる腐朽について. 北大農演報 20(1), 77~92, 1959
 - 16) Nobles, M. K. : Studies in forest pathology. VI. Identification of cultures of wood-rotting fungi. Can. J. Res. C, 26, 281~431, 1948
 - 17) —— : Identification of cultures of wood-inhabiting Hymenomycetes. Can. J. Bot. 43, 1097~1139, 1965
 - 18) 小口健夫：カラマツ腐朽菌害調査について. 山づくり 245, 6~8, 1976
 - 19) 佐々木克彦：カラマツ間伐木の腐朽調査. 北方林業35, 108~114, 1983
 - 20) —— . 松崎清一・田中潔：気象害に起因するカラマツ造林木の樹幹腐朽. 日林北支講32, 83~86, 1983
 - 21) —— . 田中潔・松崎清一：エゾノサビイロアナタケとマツノネクチタケによるカラマツ生立木の根株心腐れ病. 96回日林講要, 96, 1985
 - 22) 陳野好之・林康夫・小池永司：採種園におけるカラマツの幹腐れ病. 94回日林論, 541~542, 1983

林業機械の振動
騒音の防止に関する研究
—機械の改良—

林業機械の振動・騒音の防止に関する研究 —機械の改良—

I 試験担当者

機械化部機械第2研究室	平 松 修
"	鈴 木 昭 史
"	佐々木 尚 三
"	三 村 和 男
前機械化部長	山 勝 三 平

II 試験目的

戦後、林業労働の軽減と、労働生産性の向上を目的として機械化が推進されてきた。なかでも、わが国のような急峻な山岳林には、チェーンソー、刈払機、植穴堀機など、林業用小形可搬式機械がかなりの導入普及をみた。現在特にチェーンソー、刈払機はわが国の林業にとって不可欠な機械となっている。

しかし、一方では昭和29年頃に導入が始ったチェーンソーの使用によって、昭和38年頃より特に伐木造材作業に携わる林業労働者の間に振動障害の発生がみられ、これに対する対策が求められた。

本研究は、このような背景のもとに国有林野事業の要請により、チェーンソーを中心とした林業機械の振動騒音の防止を目的として、機械の改良を進めるための基礎的研究とともに、新たな低振動チェーンソーの開発を行ったものである。

III 試験の経過と得られた成果

1. ロータリーチェーンソーの振動・騒音及び作業性能

1) 第2次試作機の振動・騒音

2サイクル空冷単気筒レシプロエンジンを原動機とするチェーンソーの防振防音対策と並行して、小形ロータリエンジンを原動機に採用したロータリーチェーンソーの試作を行い、この種のチェーンソーの防振防音効果及びその作業性能について実用化に必要な知見を得た。

(1) 試作機の仕様概要

第1次として試作した排気量90ccの汎用ロータリエンジンを採用したロータリーチェーンソー（装備重量26kg）（図-1）の振動周波数分析結果からロータリーチェーンソーは防振上かなり効果のあることが確かめられたので、第2次として、チェーンソー専用のロータリエンジンを

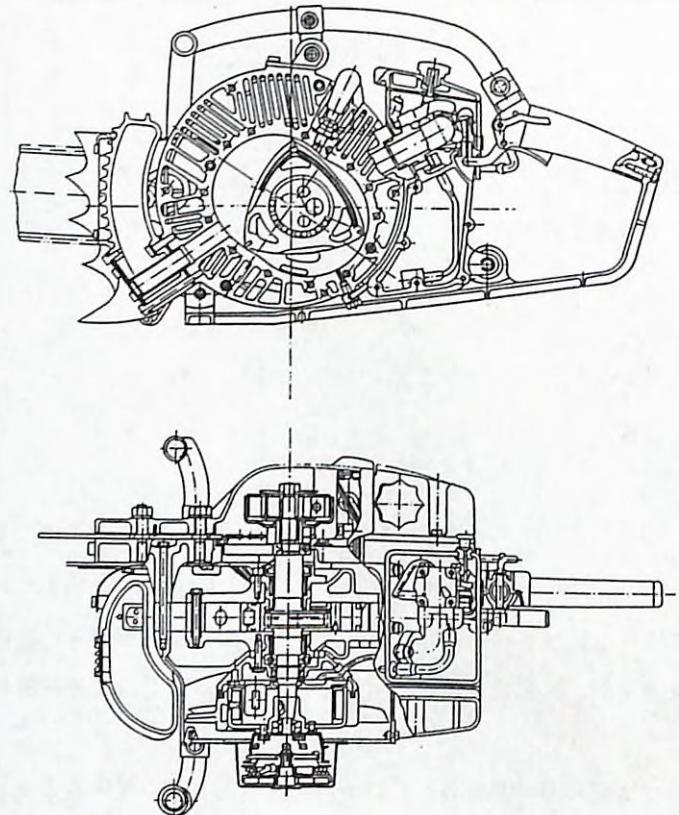


図-1 第1次試作機

搭載した。ワンマンロータリーチェンソー(砂形鉄物)(図-2)の試作を行った。第2次試作機の諸元を表-1に示した。

(2) 試作機の振動

前・後ハンドル把持部にB社製3方向加速度ピックアップを小鋼片を介して一定圧でクランプし、1/3オクターブバンド周波数分析を行った結果の概要はつぎのとおりである。

無負荷時の各回転数別の振動周波数分析結果(図-3,4)は、前・後ハンドルともに上下、左右、前後の三方向成分のそれぞれの最大値は3Gをこえることはなく、大半は2G以下、とくに後ハンドルでは周波数500Hz以下の範囲で1G以下となっている。

ブナ気幹材(含水率13~14%，断面20cm×20cm角材)を常用回転速度で鋸断中の前・後ハンドル把持部I, II, III 3ヶ所の振動加速度は図-5のとおりである。この場合、上下、左右、前後いづれの方向でも最大値3Gを越えることはないが、大半は周波数500Hz以下の

表-1

表-1 第2次試作機仕様諸元

名 称	単 位	
エンジン形式		空冷ワンケルロータリエンジン
エンジン行程容積	cc	57cc
出 力	ps/rpm	3/7000
ロータ数		1
ロータ巾	mm	38
トロコイド・長径/短径	mm	101/75
創成半径	mm	4.2
偏心量	mm	6.5
乾燥重量	kg	
全装備重量	kg	11.2
外形寸法	mm	418L×305W×248H
回転方向		右
点火方式		フライホイールマグネット
始動方式		リコイルスタータ
防振方式		防振ゴム4点支持
ソーチェーン潤滑方式		プランジャー式自動給油
燃料タンク	l	0.7
潤滑油タンク	l	0.3
燃料・オイル混合比		20:1
クラッチ		遠心クラッチ
スプロケット		リム式7枚歯
ソーチェーンピッチ		3/8 in
マフラー容積	cc	112

範囲で1~2G以下となっている。

このロータリーチェーンソーは、丸形防振ゴム(硬度50°)4個を装着しているが、上述の実験結果から、これはレシプロチェーンソーで防振ゴムを10数個装着させた場合(例えばK営林局改造グリップカット形-排気量70cc)とは同程度の振動となった。ロータリエンジンの採用

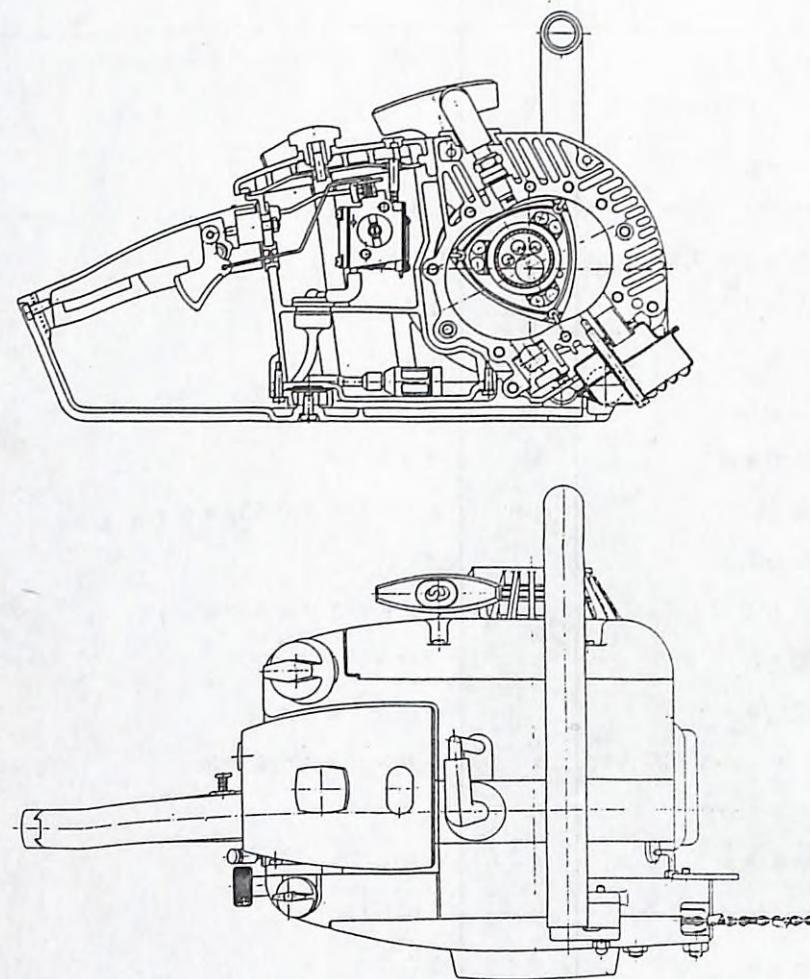


図-2 第2次試作機(56.5cc)

によって、相当程度振動の低下に寄与することが判った。

(3) 試作機の騒音

オペレータの右耳元付近のヘルメットのリムに斜め下向きてとりつけたコンデンサマイクロホンによって、玉切姿勢で保持したロータリーチェーンソーの騒音を無負荷空転時の各回転数及び常用回転速度で木材鋸断中の周波数分析を行なった結果は図-6のとおりである。8000 rpm以上の高速回転時に周波数8 k~10 k Hz付近では100 dB以上の騒音レベルを発生

する傾向がみられるが、可聴音域の5 kHz以下では、高速回転時でも95 dB以下、回転数7000 rpm以下では90dB以下の騒音レベルにとどまっている。この騒音の著しい低下の原因を正確に指摘することはできないが、この試作機のマフラ容積は小さくロータリエンジンの燃焼、排気機構などのメカニズムに排気騒音低減の要因がありそうである。

この第2次試作機(砂形铸造機)の振動騒音についてまとめるところ、次のとおりである。

(1) ロータリエンジンの採用はシプロエンジンに比べて、相当程度の振動低下が期待できる。しかし、この実用機としては、ハンドル部をエンジン部から防振ゴムで振動絶縁する設計も必要で、これによって大巾な防振効果が期待できる。

(2) このような考え方で試作したロータリーチェーンソー・ハンドル部の振動レベルは、高速回転時の最大値は3 G以下、大半は1~2 G以下の振動加速度の伝播にとどめることができた。

(3) 騒音レベルは、可聴音のうち5 kHz以下の帯域についてみると、回転数70000 rpm以下の低速域では90dB以下、それ以上の高速回転時でも95dB以下と相当低い値を示しており、ロータリエンジン特有の特性が表れている。

2) 第3次試作機の実用試験

第2次試作機をベースにさらに実用機としての改良を行い、図-7に示した第3次試作機(実用機)を製作した。本機の振動・騒音の特性はほぼ第2次試作機と同様であるが、砂形铸造物からダイカスト铸造としたため、全体重量も軽量化された。表-2に本機の仕様諸元を示した。

第3次試作機は実用機として設計製作され、本機の実際性能の把握と、ロータリエンジン特有の問題点が作業性に及ぼす影響などの検討を行い、改良に資する目的から実際の伐木造材現場での

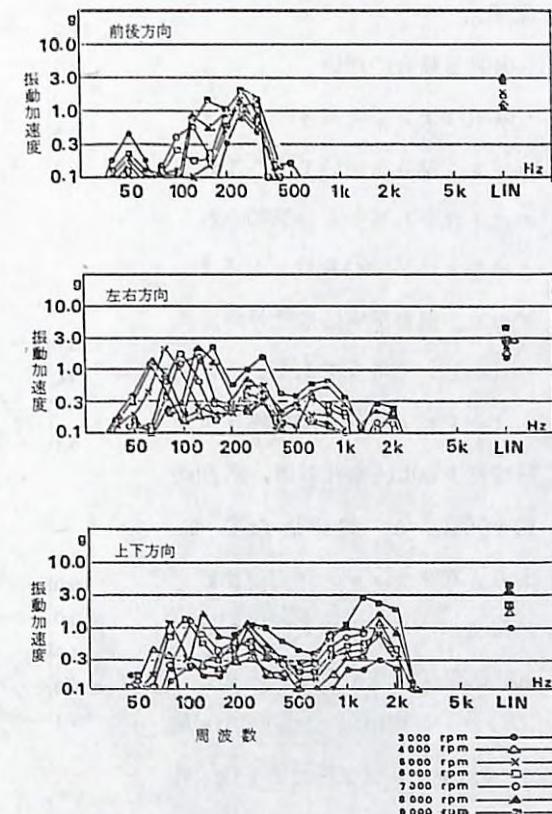


図-3 前ハンドルの振動レベル(無負荷時)

使用試験を行った。その結果を下記に記す。

(1) 振動と騒音の評価

本機はエンジン本体のロータハウジング部分を除いてすべてダイカスト化されている。振動の大きさは最大値が1.5G程度におさまっており、振動障害の危険が非常に少ないといえそうである。

オペレータの耳元騒音無負荷空転時約100dB(A)前後の値、鋸断時約108dB(A)前後となつており、在来チェーンソーの比較的騒音の小さいものより10~15dB(A)低く、実際のロータリーチェーンソー使用現場では50~70m離れるとチェーンソーによる伐木作業が行われているかどうかわからぬ程度低騒音であることが今回の現地試験でわかった。

(2) 伐木造材作業試験

本機による現地試験を昭和50年2月12日~15日(奥多摩)及び昭和50年3月23日~26日(沼田)の2ヶ所で行った。この現地試験は伐採現場において本機を使った場合①機械のトラブルをできるだけ見い出して長期使用に十分耐えうる構造に改良するための資料をうる、②作業に携わる者から作業性の良否について意見を聞く。③在来チェーンソーと比較して伐木造材の作業性能に問題がないことを確かめることに目的があった。この現地試験結果を表-3に示す。

ただし試験日数が少く、現地の地形、採材方法、作業手順などには差があるので、単純に作業性能を比較することは妥当でない。また、この現地試験では作業員にロータリーチェーンソーということを明示せず使用してもらい感想を聞いた。その主なものは①重量が重い、②振動が小さい、③騒音が小さく静かである。④アイドリング時にチェーンソーを傾けるとエンストしやすい、⑤在来のチェーンソーに比べエンジンにネカリがない等が挙げられた。

以上の現地試験の結果から、本機は実際の伐木造材作業に供しうるものであるが、必ずしも

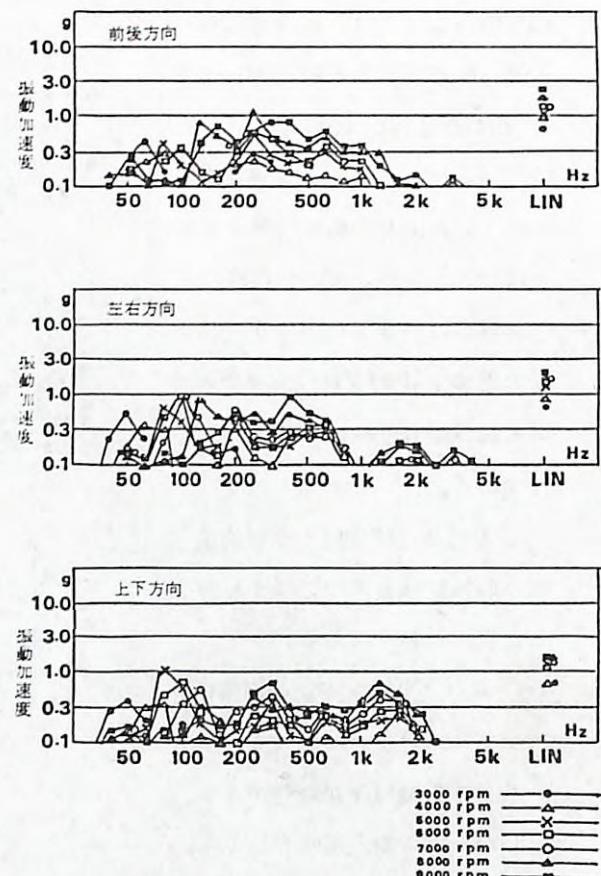


図-4 後ハンドルの振動レベル(無負荷時)

性能が十分でない点も指摘されており、より一層性能向上のための研究が必要であることが判った。

3) 第4次試作機の実用試験

さきに試作実用化した排気量57ccのロータリーチェーンソーも度び重なる改良手直しを加えて、完成をみたものである。この標準サイズに加えて、軽量小形で、間伐、枝払い、シイタケ樹材処理などを考えたミニロータリーチェーンソーの試作も行った。本機の場合57ccの設計製作上のノウハウやロータリーチェーンソー独特の問題などを考慮して設計を行っており、軽量化には特に配慮した。図-8に本機の三面図を、表-4に仕様諸元を示す。

本機にはチェーンブレーキ、及びクラッチ作動時チェンオイル補給方式などの機構を取り入れた。このほか防振ゴムの耐久性の向上をはかる材質改変も行った。

(1) 動力性能

動力鋸試験装置によりブナ角材(20×20cm)の玉切り鋸断試験を行い、エンジントルク、ならびにエンジン回転数を測定し本機の動力性能を求めた(図-9)比較のため同一排気量(33cc)のレシプロチェーンソーについても同様のテストを行った。その結果本機では最大トルク約0.14kg m/8000 rpm、最大出力約1.6ps/9000 rpmを得た、一方レシプロチェーンソーでは最大トルク0.14kg m/8000 rpm、最大出力約1.6 ps/8500 rpmが得られ、本機はレシプロチェーンソーと同等の性能を有することがわかった。なお本機メーカー側のテスト結果を図-10に示す。

(2) 振動特性

本機は第3次試作機と同様防振ゴム4個でエンジン部分を懸架する、いわゆるフローティン

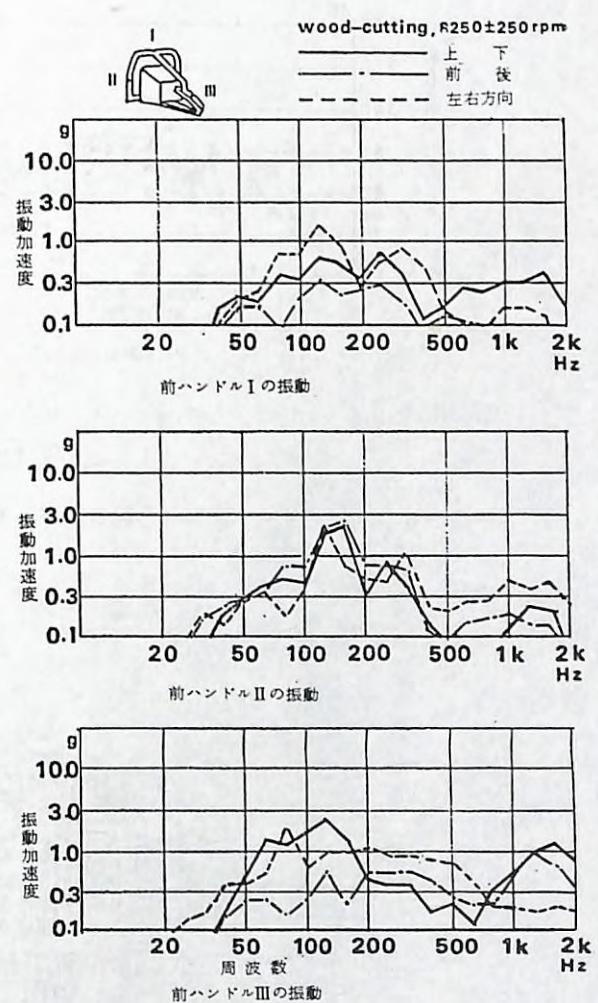


図-5 前・後ハンドルの振動レベル(木材鋸断時)

表-2 第3次試作機諸元

名 称	単位	
エンジン形式		空冷ワンケルロータリエンジン
エンジン行程容積	cc	56.5
ロータ数		1
ロータ巾	mm	38.0
トロコイド長経／短経		101mm / 75mm
創成半経	mm	42.0
偏心量	mm	6.5
乾燥重量	kg	8.7
全装備重量	kg	10.7
外形寸法	mm	440L × 288W × 253.5H
回転方向		右(クラッチ側より見て)
点火方式		C.D.I方式
始動方式		リコイルスタータ
防振装置		4点防振ゴム支持
ソーチェーン潤滑方式		自動給油
燃料タンク容量	ℓ	0.7
チェーンオイルタンク容量	ℓ	0.3
燃料・オイル混合比		40:1
クラッチ		遠心クラッチ
ソーチェーンピッチ	in	3/8
ガイドバー長さ	in	16" または 20"

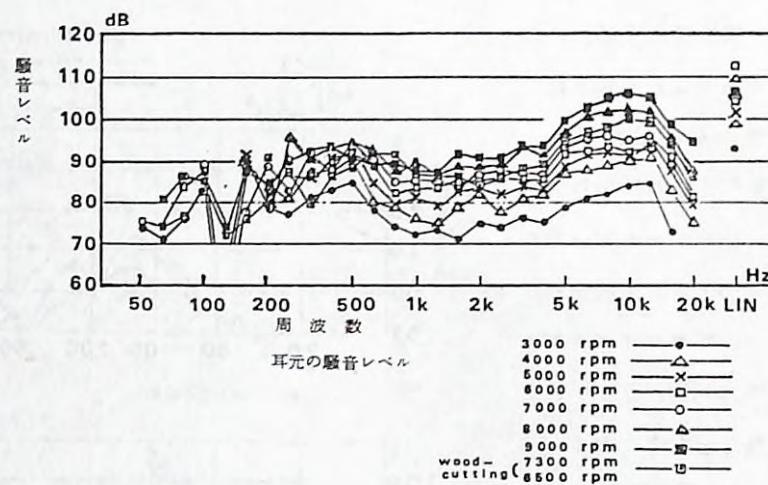


図-6 ロータリチェンソーの騒音レベル(無負荷時および木材鋸断時)

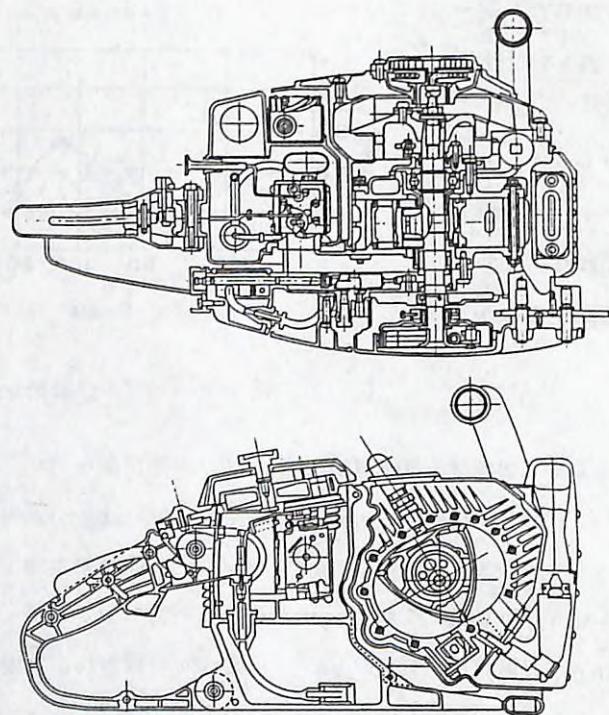


図-7 第3次試作機(実用機)

グ方式である。本機の無負荷空転時の振動測定試験を1/3オクタープ周波数分析器によって行った結果を図-11, 12に示す。これによると、最大振動レベルは前ハンドル、後ハンドルともに前後方向で2G/100Hz/6000rpmを示し3Gをこえることなく大半は2G以下に、とくに後ハンドルでは1G以下におさまって低い振動値を得ている。また鋸断時の最大振動加速度レベルは後ハンドル上下方向で1.6G/50Hz/8000rpmを示し2G以下におさまっている。

表-3 ロータリーチェーンソー第3次試作機による伐木作業事例

試験個所	奥多摩	奥多摩	沼田
試験年月日		S 5 0.2 12~15	S 5 0.3 23~26
樹種	スギ	モミ, ツガ	広葉樹
林人工林	人工林	天然林	天然林 (二次材)
林令	50	70~200	60
斜面勾配	30~40°	35~45°	10~20°
胸高直径	18~40cm	50~90cm	5~40cm
作業手順	全幹材 伐採→枝払 →玉切	伐採→枝払 →玉切	伐採→枝払 →玉切
切程 m^3 /人日	30.1	11.6	
燃料 ℓ /日	4.9 / 4.1hr	3.5 / 3.9hr	
消費量 ℓ/m^3	0.16	0.3	
チェーンオイル ℓ /日	2.1	1.5	
消費量 ℓ/m^3	0.033	0.13	

(3) 驚音特性

騒音を無負荷空転時の各回転数および常用回転数で木材鋸断時について1/3オクターブ周波数分析した結果を図-13に示す。この図から本機は500Hz~1KHzの音域にピーク値が集中し、その値は100dBを下回っている。またオーバオール値は102dB(A)を示している。

(4) 作業性能

第3次試作機同様奥多摩(東京)の民有林において試作機の現地試験を行った。現地試験は本機使用時の作動状況、操作上の問題点、不具合箇所などを見出すとともに、オペレータによる使用感触、改良要望などの聞きとり調査及び作業時間分析、燃料消費量、チェーンオイル消費量、出来高量の調査を行った。テスト現場の林況、作業実績等を表-5に示す。現場は斜面勾配が平均40度と急峻で、足場が悪く、雨天などは滑落の危険がある。林相は60年生、スギ、ヒノキの人工林である。伐倒木の胸高直径は5~36cm、平均15.2cmであった。試験は実質4日間と短期間であったが、通常の作業手順で作業を行ってもらい、作業のありのままを調査した。結果は表-5の通りである。ここでの作業手順は伐倒(一度に約10本程度伐倒)→枝払い→玉切り→木寄せの順で行われ、伐木造材は枝払いを含めて全てチェーンソー作業である。平均作業功程は伐木造材量で約10 m^3 /人日、伐倒本数で約76本/人日、である。なおこの伐木作業に要した燃料は3.1 ℓ /日、チェーンオイル消費量は0.86 ℓ /日であった。この試験結果か

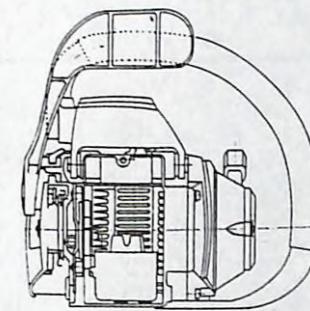
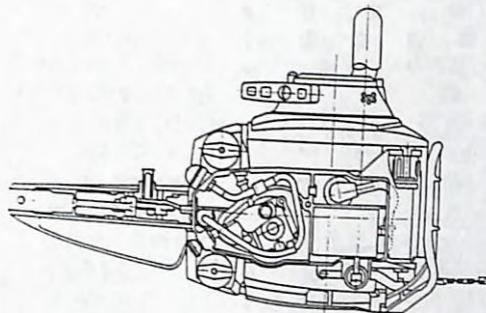
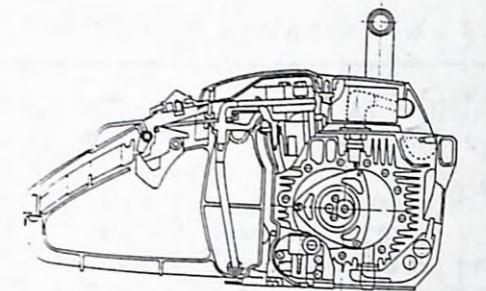


図-8 第4次試作機(ミニロータリーチェーンソー)

ら本機は第3次試作機とほぼ同程度の能力が期待できそうである。

なお本機を使用したオペレータの使用所見は①振動と騒音が小さく疲れない、②重量が軽く扱いやすい、③スタータが軽くエンジンがかかりやすい。④チェーンスピードが速く切れ味がスムーズである。⑤燃料タンク容量が小さく燃料補給頻度が多い(燃料タンク容量が小さく、同時に燃料消費量が多いことに起因している。)⑥チェーンブレーキの調整と改良が必要、⑦ときおりマフラーから小さな着火カーボンが出て気になる、⑧手動のチェーンオイル給油機構、⑨クラッチ係合回転数が高く、低速回転域でクラッチが滑り、在来機に馴れているオペレータにはパワー不足に感じられた。⑩排気ガスの匂いがきつく臭い。等々が挙げられた。

表-4 第4次試作機（ミニロータリーチェーンソー）諸元表

名 称 単 位	
エンジン形式	空冷ワンケルロータリエンジン
エンジン行程容積 cc	32.7
気化器	ティロットソン
ロータ数	1
ロータ幅 mm	30
トロコイド長径／短径 mm/mm	86.2/63.8
創成半径 mm	35.5
偏心量 mm	5.6
乾燥重量 kg	5.8
全装備重量 kg	6.5
外形寸法(長×巾×高) mm	352×250×230
回転方向	右(クラッチ側より見て)
点火方式	C.D.I方式
点火ブランク	NGK C-6H
始動方式	リコイルスター
防振装置	4点防振ゴム支持
チェーンオイル給油方式	自動給油
燃料タンク容量 ℥	0.28
オイルタンク容量 ℥	0.15
燃料・オイル混合比	40:1
クラッチ	自動遠心式
ソーチェーン in	ピッチ: 1/4
案内板 in	14

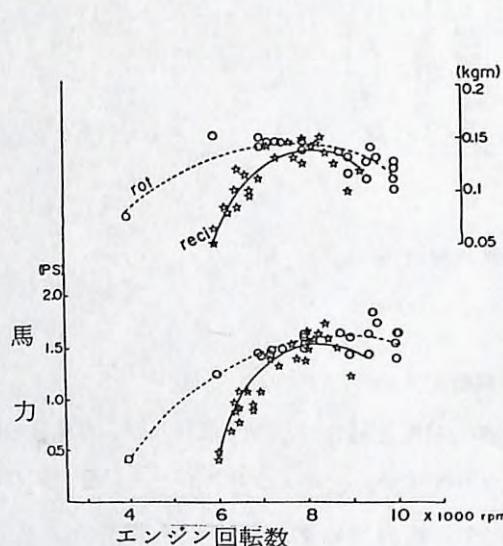


図-9 ミニロータリーチェーンソーおよび
ピレシプロチエーンソーの鋸断動力

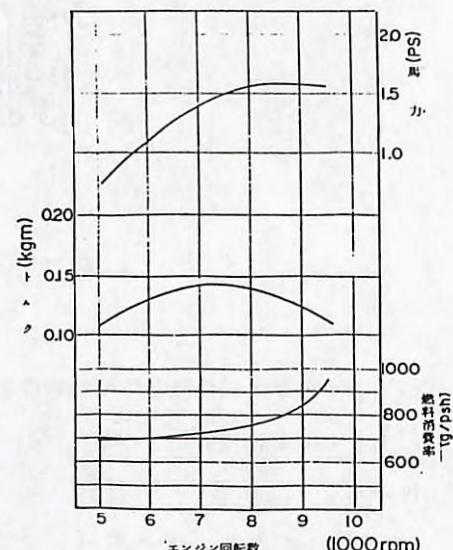


図-10 ミニロータリーチェーンソー
エンジンの性能曲線

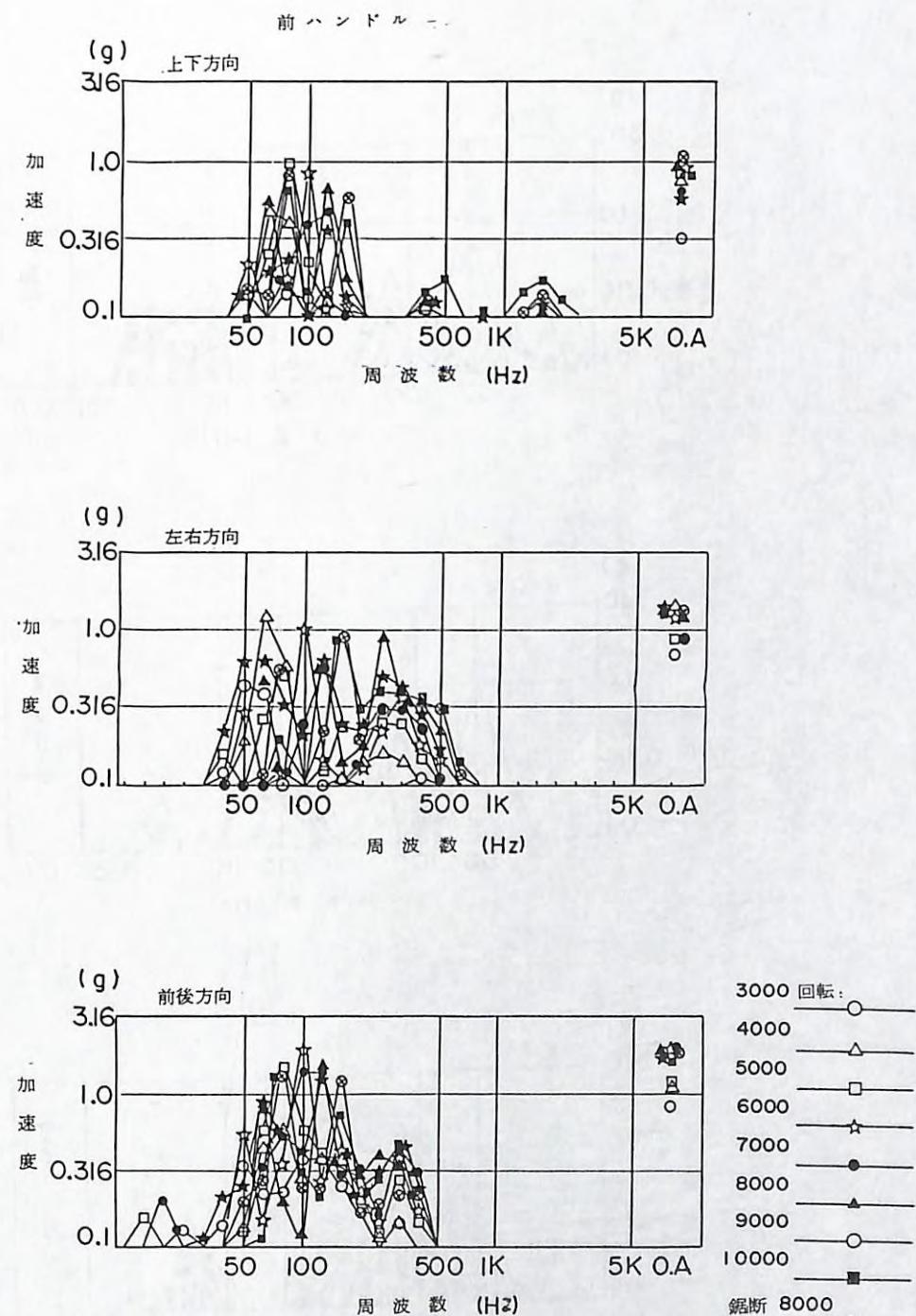


図-11 前ハンドルの振動加速度(実効値)

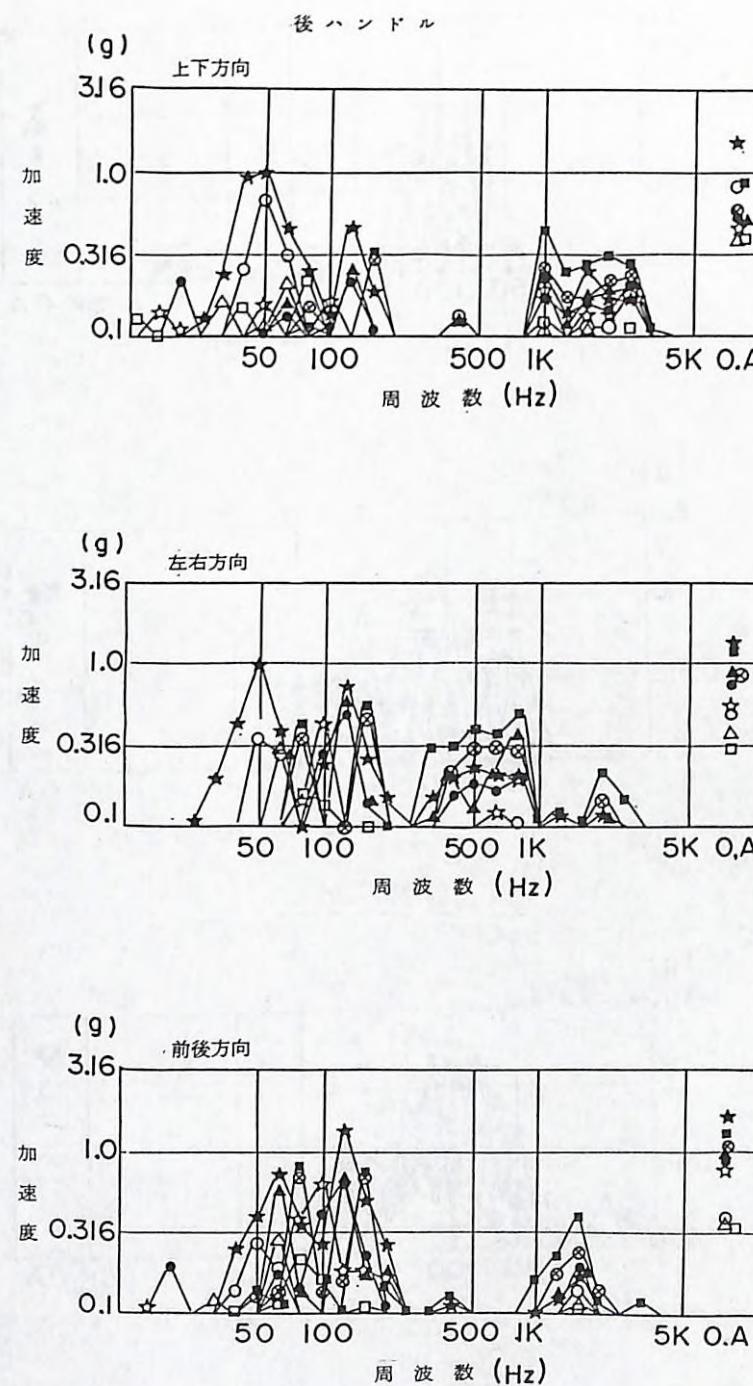


図-12 後ハンドルの振動加速度(実効値)

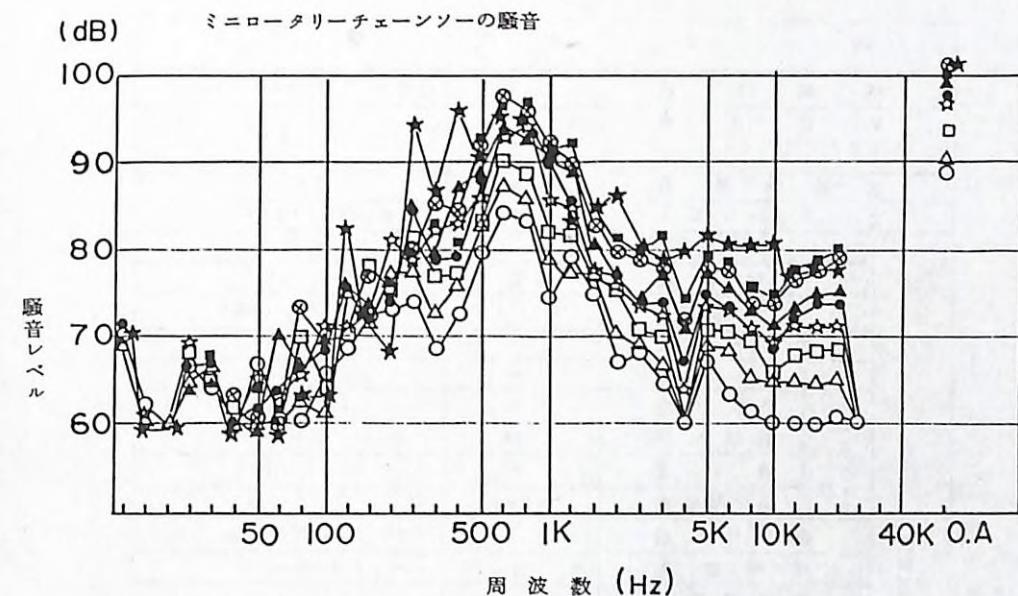


図-13 ミニロータリーチェーンソーの騒音レベル

表-5 第4次試作機(ミニロータリーチェーンソー)による作業性能

	第1日	第2日	第3日	第4日
樹種	スギ,ヒノキ	同	同	同
林相	人工林	同	同	同
林齡(年生)	60	60	60	60
斜面勾配(度)	35-45	35-45	35-45	35-45
胸高直徑(cm)	22.1 6-27.8	18.9 7.5-28	20.6 6-28	19.5 5-30
作業性能(m ³ /台/人日)	10.233	8.853	9.798	12.808
燃料消費量(l/台日)	3.36	3.08	2.80	3.36
オイル消費量(l/台日)	0.9	0.9	0.75	0.9
正味作業時間(h:m:s)	5h34'	4h27'	5h06'	5h02'
(正味チェーンソー運転時間)(h:m:s)	4h09'	3h28'	3h59'	4h24'
労働時間(h:m:s)	0.519	0.433	0.498	0.550
作業手順	伐枝 ↓ 玉木 ↓ 倒木 ↓ 払切 ↓ 寄	同	同	同

表-6 第5次試作機(大形ロータリーチェーンソー)仕様諸元表

項目	単位	要目
機関形式		空冷 NSU-ワンケルロータリエンジン
乾燥重量 (ガイドバー、 チーン除く)	Kg	約 8.4
全装備重量	Kg	約 11.0
寸法(長×幅×高)	mm	421×287×259
機関		
ロータ数		1
行程容積	cc	77.7
最大出力/ 回転速度	ps/rpm	42/7500
圧縮比		8.0
ロータ巾	mm	46
寸法	長径/短径	105.3/76.7
コイド法	創成半径	43.5
偏心量	mm	7.15
最大振動角	deg	29°33'
燃料系統		
気化器		ダイヤフラム式(浮子無し)
使用燃料		レギュラガソリン
使用混合比		40:1
燃料タンク容量	l	約0.7
給油系統		
給油方式		プランジャー自動式
潤滑油タンク容量	l	約0.3
使用潤滑油		ソーチェーン専用オイル
点火方式		C. D. I
点火プラグ		NGKC-6H
始動方式		リコイルスタート
クラッチ		遠心クラッチ
スプロケット形式(歯数)		リム形(7枚)
標準ガイドバー長さ	cm(in)	63(25)
ソーチェーンピッチ	in	3/8
防振装置		防振ゴム付き(4箇)

以上第4次試作機ミニロータリーチェーンソーの各種性能の概要を述べた。また改良すべき点もみられるが、一応実用に十分供しうる見通しが得られた。特に①急斜面での使用には手頃な重さである。②振動が小さく手指にシビレが残らない、③動力性能、作業性能共に他の同等機種と差は認められない、④燃費性能向上の検討が必要であり、同時に燃料タンク容量の増加改良が必要である。等の諸点が明らかになった。

4) 第5次試作機の実用試験

排気量57cc, 33cc, のロータリーチェーンソーに加えて天然林の大径木の伐木造材、輸入外材の荷役土場、製材工場での造材作業用として大形防振ロータリーチェーンソー(排気量78cc)の試作をすすめてきた。本試作機の性能試験結果を報告する。

(1) 構造の特徴

本機は既報告の2機種に加えてロータリーチェーンソーのシリーズ化を図ったもので、試作2機

種の性能実績とともに設計を行ったものである。仕様諸元を表-6に示す。本機の構造上の特徴は排気量を78ccにアップしているが、チェーン一本体サイズは57ccのロータリーチェーンソーと全く同一寸法に抑えていることである。特にエンジンを覆うエンジンケーシングは排気量57ccのケーシングと共に共通とし、部品の互換性を図り、部品点数を減らしコストの低減化を図った点が特徴である。しかし排気量の増量でロータ及びロータハウジングの寸法増による重量増加が約0.3kgとなっている。(注57cc: 10.7kg 78cc: 11.0kg である。)また、エンジンケーシングを共通化したため、燃料タンク、オイルタンク容量も57ccのものと全く同じで、エンジン排気量に比べて相対的に小さく運転継続時間が制約されることになった。同様に防振機構も57cc機と全く同じで防振ゴムをせん断方向で使用し、エンジンの前方下部に左右1個、後方上部に左右各2個の4点懸架のフローティング方式を採用している。

(2) 動力、振動騒音等の性能

第5次試作機のエンジンの動力性能を図-14に示す。図で見る通り最大出力は4.5ps/8000 rpm最大トルク0.46kgm/6000 rpmで十分な性能を有している。さきの試作2機種と同じく本機も遠心クラッチ係合回転数がほぼ5000 rpm程度に設計されているため、在来機のクラッチ係合回転数が3500~4000 rpmと比べると高回転数域にあり、6000 rpm位からクラッチのスリップが大きく、エンジンにねばりがないという印象を与える要因になっている。図-14のトルク曲線でもみると6000 rpm域がトルク最大域であるにもかかわらず、遠心クラッチのスリップで動力が十分伝えられていないという点は検討が必要と思われる。

次に本機の振動レベルを検討する。図-15, 16に無負荷空転時の前・後ハンドルの振動測定結果を図示した。前ハンドルでは上下、前後方向で約3G/160Hz/10000 rpm後ハンドルでは左右方向で3.2G/160Hz/10000 rpmが最大で、防振が良くない。一方鋸断時の最大値は1.3G 125Hz/8000 rpm(前ハンドル上下方向)となっている。本機は前、後ハンドル共に9000~10,000 rpmで振動加速度が増加する傾向がある。防振機構の再チェックが必要である。

次に騒音についてみると図-17に示したように、無負荷空転時、鋸断時ともに400Hz~1kHzの音域にピーク値が集中しており、特に7000~10,000 rpmではピーク値が100dBを僅かに越えており、オーバオール(A)値は無負荷時106dB/9000 rpm、鋸断時103dB/8000 rpmとなっている。これは排気量の増量による排出ガスの排気エネルギーの増加が要因ではないかと考えられるが、今後改良すべき点である。

ロータリーチェーンソー(57cc, 78cc)の排気ガス成分を2サイクルレシプロチェーンソーと対比して表-7に示した。ロータリーチェーンソーは2サイクルレシプロチェーンソーに比べ低速回転域(3000 rpm)ではNO, HC, CO, CO₂成分ともに1/2, 高速回転数域(8000 rpm)

ではHC成分が極度に減って1/8程度、他の成分についても30~50%減となっているのが特徴である。つまり在来の2サイクルレシプロエンジンでは機構上、掃気を行う時の生ガス流出、燃料時間が短かいということから、燃焼温度も低くなる。つまり混合気が十分燃焼し切らないうちに排出されるためHC成分が多くなる。一方、ロータリエンジンでは機構上ロータは軸回転数の1/3の回転速度で回っており、燃焼室内での燃焼時間は2サイクルエンジンに比べ長く、良く燃焼して排出されるということから排気温度も高く、排気ガス成分も異ってくるものと考えられる。

(3) 作業性能

第5次試作機の現地試験を笠間官林署筑波国有林18班に小班の立木販売個所(現林試笠間実験林)で行った。ロータリチェーンソーによる伐採作業は伐木に長い経験をもった伐採手によって行った。

この作業現場の地形は皺曲が多く、平均斜面勾配は10~25度程度であった。作業手順は伐倒→枝払い→玉切→木寄せ、枝條整理と伐倒木毎に処理してゆく方式であった。

この結果を表-8に示す。これによると1人1日当たりの出来高はほぼ10m³/人日、伐倒本数は平均30本/人日であった。この伐木造材に要した燃費4.4ℓ/日、チェーンオイル消費量は1.7ℓ/日であった。作業能率は在来のチェーンソーと全くかわらない。むしろ試験現場の材がチェーンソーの能力に比べ小径で、大径材用としての性能をもちながら十分な性能を発揮しえなかつともいえる。

この作業に従事した伐採手の使用所見は①振動がほとんど感じられないで楽である。②騒音の音色がやわらかで耳障りにならない、③重量が大きく、長時間の継続使用は困難、④燃料切れが早く、ほぼ30分の継続作業しかできない、など既開発の2機種のテストの場合と同様の問題点が挙げられた。

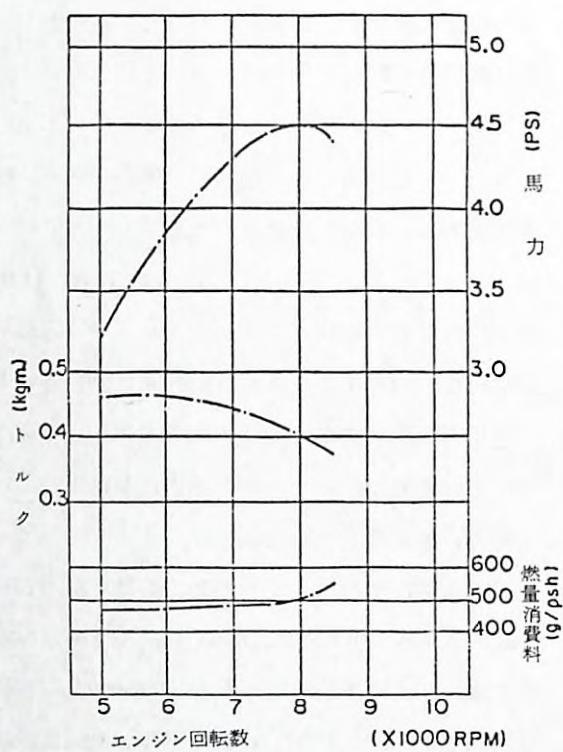


図-14 動力性能

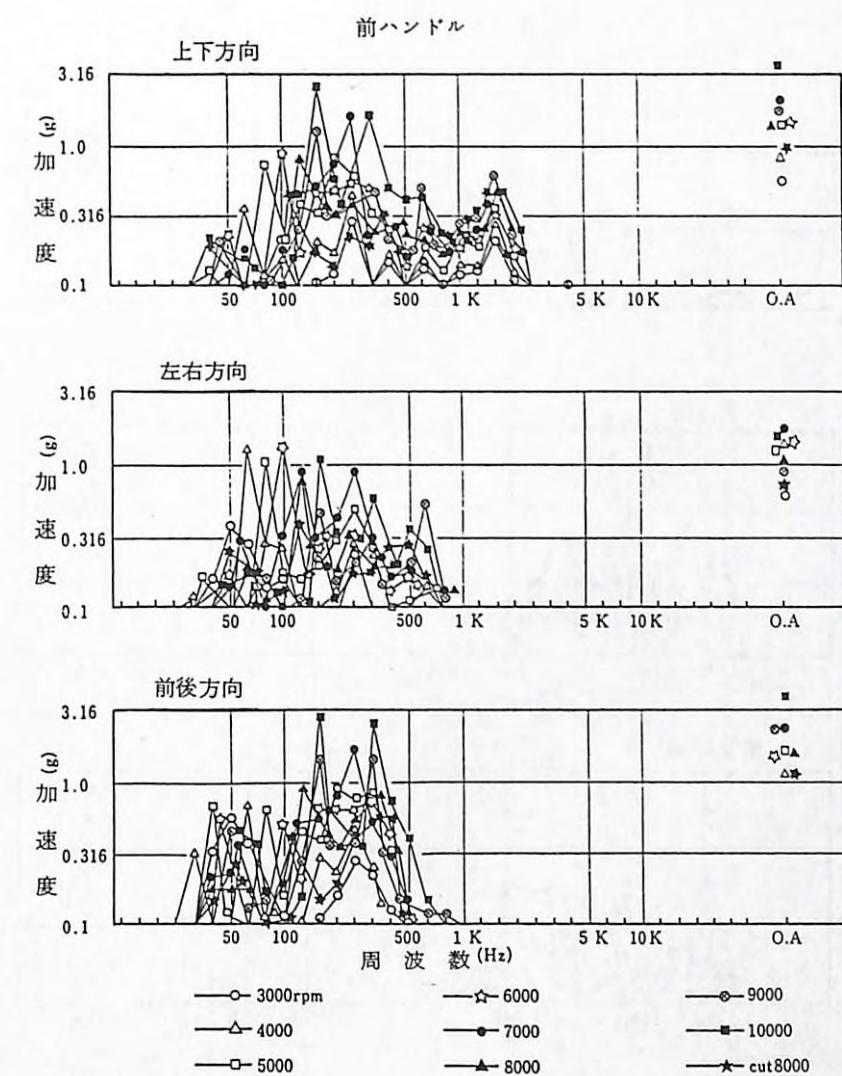


図-15 前ハンドルの振動加速度

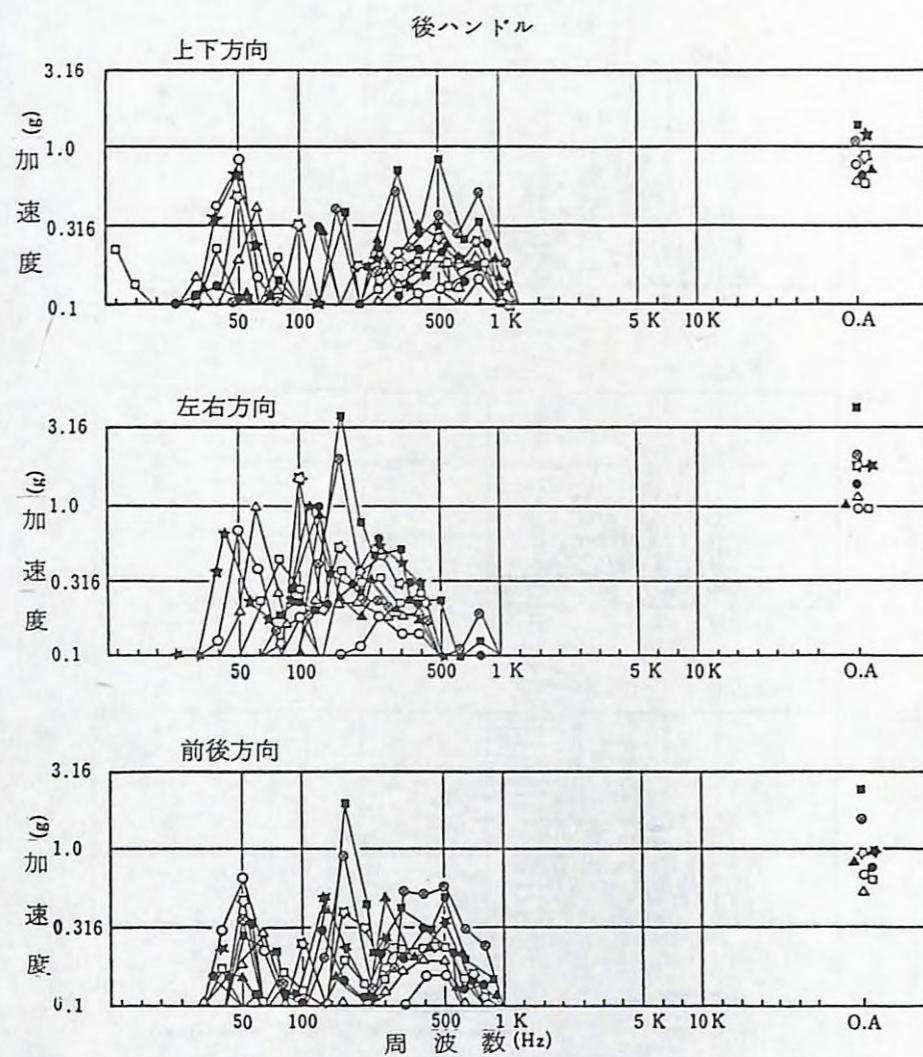


図-16 後ハンドルの振動加速度

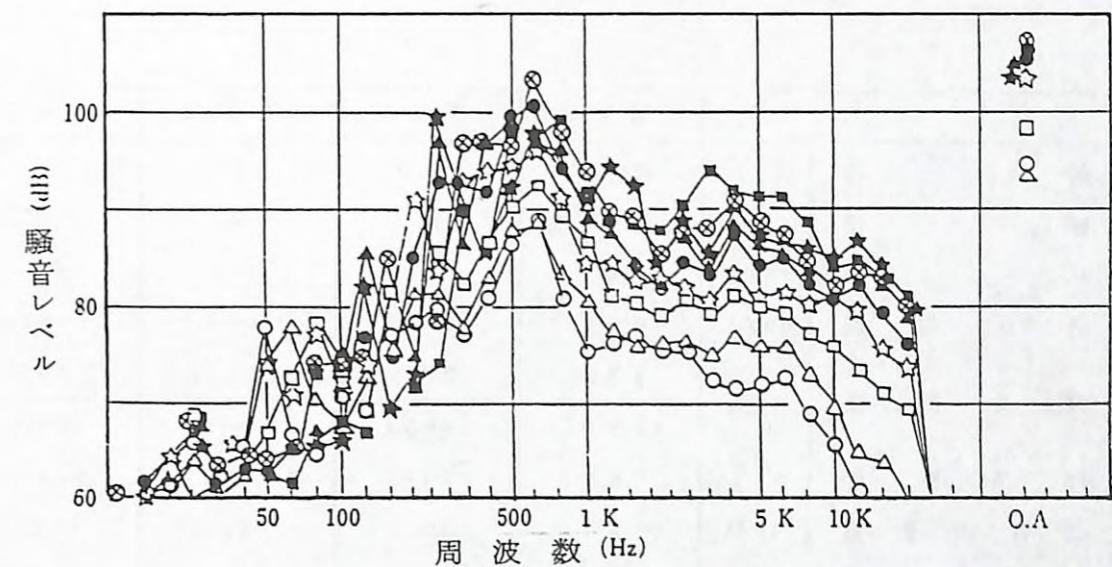


図-17 大形防振ロータリチェーンソーの騒音

表-7 チェーンソーの排ガス成分

	低速回転 300 rpm		高速回転 8000 rpm	
	往復動式	ロータリ式	往復動式	ロータリ式
No (ppm)	30~60	24~27	50~70	40~50
HC (ppm)	3000~4000	2000	4000 over	400~750
CO ₂ (%)	2~3	1~1.5	2.5~7	4~5
CO (%)	2~4	1.3~1.5	3.5~6	1~2

表-8 大形防振ロータリチェーンソーの作業性能

			第 1 日	第 2 日	第 3 日	第 4 日
樹 林	種 相		スギ、ヒノキ 人 工 林	同	同	同
林 令	year		6 0	6 0	6 0	6 0
斜 面 勾 配	deg		1 0 ~ 2 5 2 0 . 3	1 0 ~ 2 5 2 2 . 7	1 0 ~ 2 5 2 2 . 7	1 0 ~ 2 5 2 5 . 2
胸 高 直 径	cm		1 2 ~ 3 1	1 6 ~ 3 3	1 4 ~ 3 6	1 5 ~ 3 2
作 業 性 能	m ³ /人日		7.8 1 8	7.1 8 8	9.5 8 8	1.4 5 4 5
燃 料 消 費 量	l/日		3.9	3.0	5.0	5.7
チ ェ ン オ イ ル 消 費 量	l/日		1.7	1.3	1.9	2.2
正 味 作 業 時 間	hour		4 ^h 1 3 ' 1 5 "	4 ^h 1 4 ' 4 0 "	4 ^h 5 2 ' 1 5 "	6 ^h 2 5 ' 5 2 "
正味チ ェ ン ソ ー 運 転 時 間	hour		3 ^h 0 0 ' 0 1 "	2 ^h 5 9 ' 2 8 "	2 ^h 4 8 ' 0 9 "	3 ^h 5 2 ' 1 1 "

今後の改良の方向としては重量の軽減及びクラッチ係合回転数の検討などのほか、高温排気ガスの処理の問題が挙げられる。

2. 林業用手持機械のハンドルに伝播する振動の分析値に関する一考察

国立林試では15年間に亘って、チェーンソー、刈払機など林業用手持機械の振動・騒音の測定を継続しており、これらの測定値を、林業機械メーカーには機械の改良のため、同ユーザには機種選択のためのデータとして提供するべく、主として $1/3$ オクターブバンド周波数分析を行なってきた。今回はチェーンソーハンドルの振動の $1/3$ オクターブ周波数分析結果から、その内容を一つの代表値で示す防振性能の表し方について考察を試みた。

1) 総合評価値の合成方法

一台のチェーンソーの振動測定で得られるデータ数は前・後両ハンドルにつき上下・左右、前後方向の3成分、計6成分(1)、無負荷空転時の3000～10,000 rpm の8段階と鋸断切削時を加えて9段階であり、これらのそれぞれについて1／3オクターブ分析した周波数成分のうち12.5～500 Hz の17データを採用すると、全部で918データとなる。この918データを順次合成処理して最終的に一つの数値、総合振動評価値を求めた。合成計算処理方法は以下のとおりである。

相互に関連性の高いデータ	周波数分析結果	2乗法則,	$O A \text{ 値} = \left(\frac{\sum_{125}^{500}}{} (af)^2 \right)^{\frac{1}{2}}$	(1)
	振動方向別データ	3軸合成,	$\alpha, \beta = (x^2 + y^2 + z^2)^{\frac{1}{2}}$	(2)
	ハンドル別データ	ベクトル和	$T = (M_\alpha^2 + M_\beta^2)^{\frac{1}{2}}$	(3)
相互に関連性の低いデータ	エンジン回転数別データ	相加平均,	$S_\alpha = \frac{1}{8} \sum_{\frac{10}{3}} d_r$	(4)
	空転時・鋸断時別データ	相加平均,	$M_\alpha = \frac{1}{2} (S_\alpha + C_\alpha)$	(5)

2) 計算結果

図-18～21に合成計算の手順に従って得た結果を示した。表-9, 10, 11, 12の最下欄は式(1), (2), (4), および(5), (3)によるものである。また図-18, 19, 20には振動方向別のエンジン回転数とオーバオールの値の関係およびエンジン回転数と3軸合成値の関係を示す。図-21に現用チェーンソー-25機種について求めた総合評価値をエンジン排気量を横軸にとって示した。比較のため空転時（多くは10,000rpm時、まれに3,000rpm時）における最大値、および常用回転鋸断時における最大値を併記して示す。

3) 考察

図-21から、エンジン排気量と評価値の関係は空転時および鋸断時の最大値のそれと傾向が類似しており、特に鋸断時の最大値について一層明らかである。このことから林野庁及び労働省において採用されている鋸断時の最大値も、防振性能を表す一つの代表値として大筋で妥当な値であるといえよう。

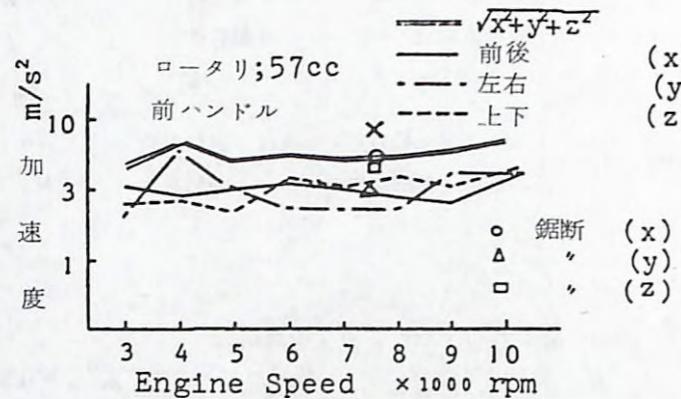


図-18

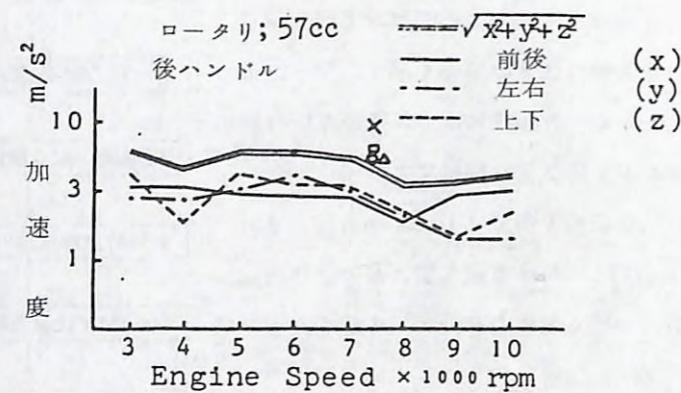


図-19

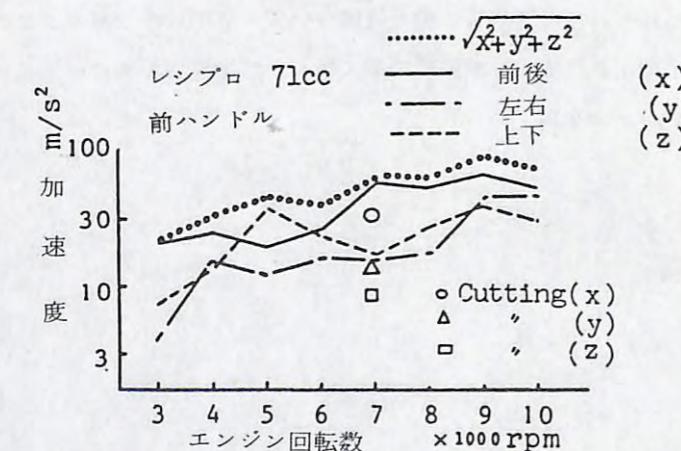


図-20 方向別エンジン回転数とオーバオール値

表-9 振動加速度周波数分析例
(1/3オクターブバンド)

周波数 Hz	加速度 $m/s^2 rms$								
	エンジン回転数 $\times 1000 \text{ rpm}$								
	無負荷空転								鋸断
20									
25									
32		1.3							0.3
40	0.8	0.3	1.8						0.4
50	0.9		0.3	1.4	0.7				0.6
63	1.4	5.6		0.5	1.5	1.3	0.4	0.4	1.4
80	0.5	1.4	2.5	0.5	0.4	0.6	0.6	0.9	1.1
100	0.4	0.4	0.4	1.5	0.5	0.3	0.4	0.4	1.1
125		0.3	0.5		0.9	0.5	0.6	0.4	1.3
160	0.4		0.7		0.3	0.3	2.4	3.5	0.5
200				0.6	0.4	0.4		0.6	0.7
250				0.5	0.8	1.6	0.5	0.5	1.4
315	0.4	0.3	0.4	0.4	0.6	0.6	1.5	1.2	0.4
400				0.4	0.3	0.4	0.3	0.5	0.6
500				0.3	0.3	0.4	0.6	0.4	0.7
O.A.	2.1	6.0	3.3	2.4	2.4	2.5	4.1	4.1	3.3

表-10 振動加速度125～500HzのO. A. 値

表-11 ハンドル別三軸合成値

周波数 Hz	合成加速度		
	$\times 1000 \text{ rpm}$	前ハンドル	後ハンドル
無負荷空転	3	4.6	6.1
	4	7.1	4.8
	5	5.1	6.2
	6	5.8	6.3
	7	5.2	5.7
	8	5.4	3.6
	9	5.9	3.7
	10	7.2	4.2
	S	5.8	5.1
	M	7.9	9.5
鋸断	7	6.9	7.3

表-12 総合振動評価値

エンジン 回転数	12.5～500Hzのオーバーオール値 m/s^2								
	前ハンドル			後ハンドル					
	X	Y	Z	α	X	Y	Z	β	
無負荷空転	3	3.3	2.1	2.5	4.6	3.4	2.9	4.1	6.1
	4	2.8	6.0	2.6	7.1	3.4	2.8	1.9	4.8
	5	3.2	3.3	2.2	5.1	3.1	3.3	4.2	6.2
	6	3.6	2.4	3.8	5.8	2.9	4.3	3.6	6.3
	7	3.2	2.4	3.3	5.2	2.9	3.3	3.7	5.7
	8	2.8	2.5	3.9	5.4	1.9	2.2	2.2	3.6
	9	2.6	4.1	3.3	5.9	3.0	1.5	1.5	3.7
	10	4.2	4.1	4.2	7.2	3.2	1.5	2.2	4.2
	鋸断	7	5.4	3.3	4.8	7.9	5.2	5.2	9.5

総合評価値		
前ハンドル	後ハンドル	全体
6.9	7.3	10.0

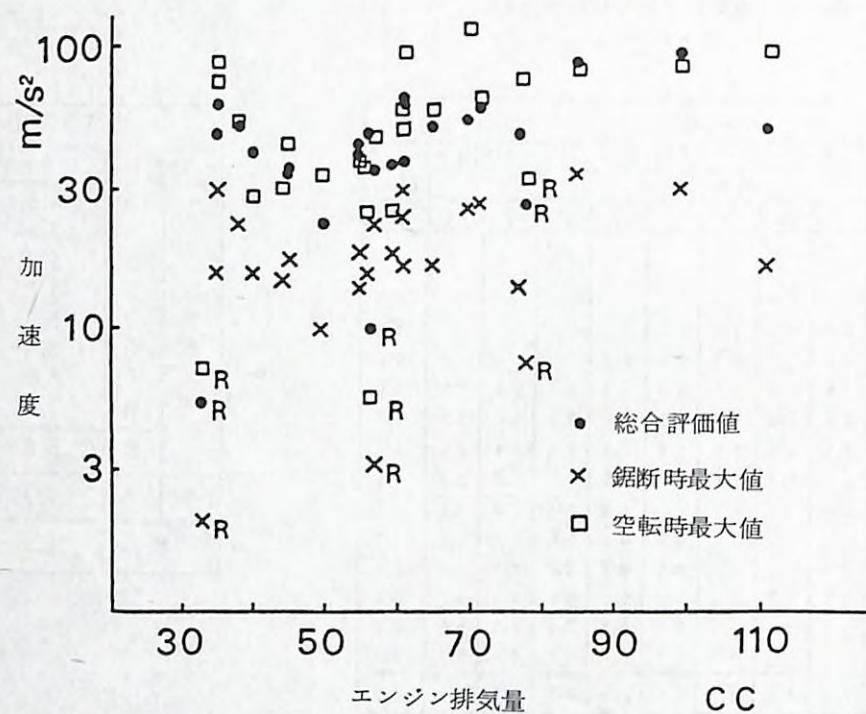


図 21 排気量別総合評価値と空転時および鋸断時最大値

3. 対向ピストンエンジンチェーンソーの振動騒音

対向ピストンエンジンチェーンソーは在来チェーンソーの低振動、低騒音化を目標として開発されたものである。本機の振動・騒音についての試験結果を報告する。

1) 構造と特徴

- (1) 本機はシリンダを対向配置した2サイクルエンジンをベースに構成され、対向ピストンの往復運動で生ずる方向反対の慣性力を干渉させることにより、エンジン自体の起振力を減少させ、さらに前・後ハンドル、および燃料タンクなどを一体に構組みとし、把持部との間に防振ゴムを挿入した防振内蔵形、つまりフローティング方式の防振構造となっている。
- (2) エンジンの吸気系は、空気取り入れ部の配置およびリードバルブ方式の採用などにより、吸入音と機械音の放射を防ぐ構造となっている。
- (3) エンジンの排気系統は、エンジン本体の底部に大容積(約350 cc)のマフラを設置して、対向するシリンダから排出される排ガス流を上記マフラ内で干渉させ、ガス排出音の消音を行う機構となっている。
- (4) また、上記防振内蔵形の採用に伴い、燃料タンクなどを一体化してエンジン部の密閉化をはかり、機械音の吸収、遮断をはかる構造となっている。

(5) エンジンの点火方式は電子点火装置の採用で、対向シリンダ双方で正確な同時着火を行い、起振力の減少と、トルクの増加を図っている。表-13に仕様諸元を、図-22に本機の側面図を示す。

本機の設計では上記の特徴を生かすため、2つのクランク間隔をできるだけ詰めて、つまりシリンダ中心線間隔を近づけて、対向するピストンの運動方向の慣性力を相殺させることをねらっている。しかしそれでもなお2個のピストンの中心線に僅かにずれがあるためチェーンソーの上面からみて、このピストンの慣性力によってクランク軸上の2つのクランクの中点を軸にしてピストン作動時にモーメントが生ずる。つまり見掛け上左右振動が表れるという特性がある。

表-13 対向ピストンエンジンチェーンソー仕様諸元

全長	400 mm
全高	270 mm
全幅	255 mm
本体乾燥重量	7.8 kg
形式	空冷二サイクル2シリンダ
排気量	55.0 cc
内径	36 mm
行程	27 mm
シリンダ数	2
最大出力	3PS/7500 rpm
燃料消費率	420g/psh
圧縮比	6.8
使用燃料	調滑油混合ガソリン(混合比50:1)
点火装置	C D I マグネット同時点火
燃料タンク容量	0.5 l
チューンオイル	0.25 l
始動方式	リコイル式
案内板長	40~50 cm
チメーク	3/8 ピッチ 0.050 ゲージ

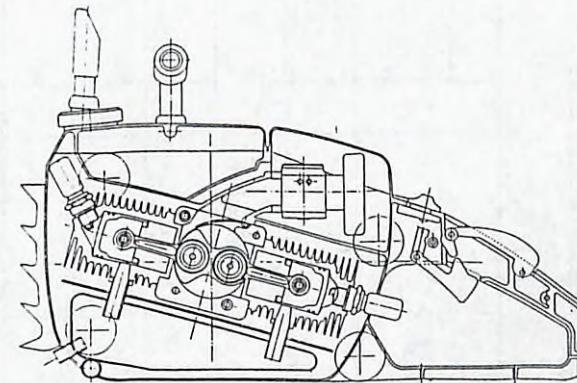


図-22 対向2ピストンエンジンチェーンソー本体側面図

2) 試験結果と考察

本機の試験結果を図-23に示す。この図でみると、防振内蔵形の振動絶縁効果と、対向ピスト

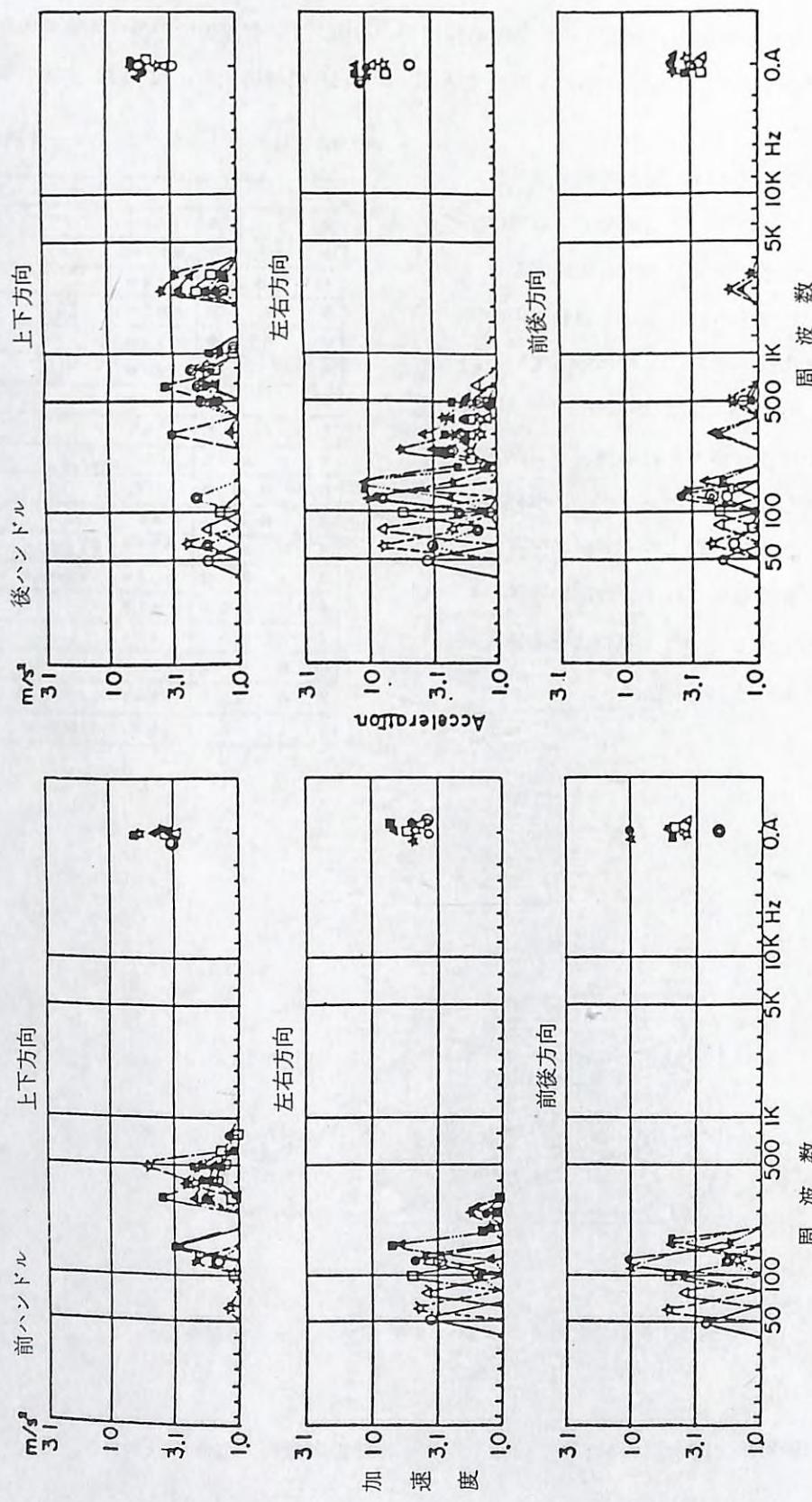


図-23 対向ピストンチェーンソーの振動

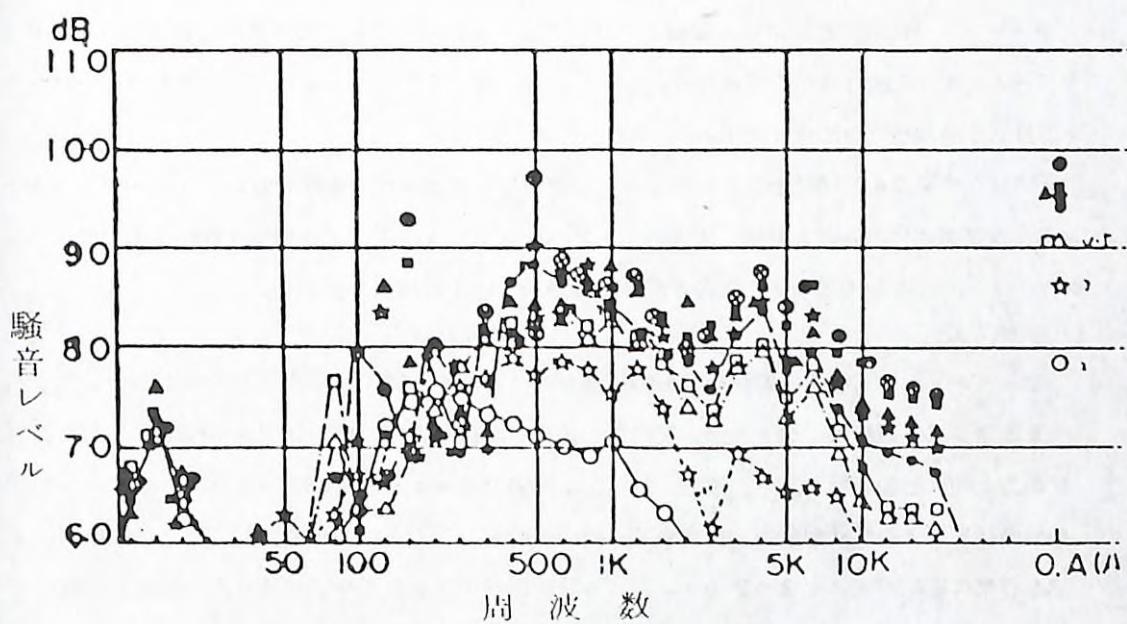


図-24 対向ピストンチェーンソーの騒音

ン機構によるエンジンの起振力の低減が相まって最大値で1G程度に抑えられ、良い防振効果がえられているとみてよい。ただ、特徴的なことは構造上から前ハンドル前後方向、後ハンドル左右方向が相対的に大きくなっている。これはピストンの往復運動による前後方向の慣性力が対向ピストンで相殺されるとはいえ完全に消滅するものではなく、とくに回転数が高く7000rpm以上になると、慣性力のアンバランス分だけ振動加速度を生じているものと考える。

また、後ハンドルでは上述のように、対向するピストン運動によりモーメントが生じ、後ハンドルが片持ハリとして励振され左右振動が生ずるものと思われる。しかし、全体としては低い振動レベルにおさまっている。

図-24は対向ピストンチェーンソーの騒音の周波数分析結果を示したものである。本機の排気マフラーはシリンダ容積に比べ大きく、さらにシリンダから排出される排気ガスの流れを干渉させエネルギーの減少による騒音の低減化をはかっている。図から判るように高域(1K~3KHZ)の周波数成分が低く、耳障りのない和らかい音色として感じられる。オーバオール値も略90~100dB(A)におさまっている。

このほか、メーカーの出力テストでは最大トルクを回転数6000rpm付近にもうけ、ネバリのある出力特性をもたせている。

4. ソーチェーンの目立ての違いがチェーンソーハンドルの振動に及ぼす影響

チェーンソーは適正なエンジン整備と、ソーチェーンの丹念な目立て調整が確保されることによってスムーズな鋸断作業が可能になる。しかし、やゝもするとエンジンのパワーに頼りソーチェーンの目立てがおろそかになりやすい。

今回目立てを違えた10種類のソーチェーンを使用してブナ角材の鋸断を行い、チェーンソー前ハンドル及び案内板の振動を計測しソーチェーンの目立ての違い、つまり切削性能の良否でチェーンソーハンドルの振動にどのような影響があるのかについて、検討を加えた。

1) 試験方法

チェーンソーによる木材鋸断時の振動把握を行うため図-25に示したように市販のチェーンソーを改造して、鋸断時の軸トルク、案内板の前後方向振動変位、前ハンドルに作用する前後方向振動力、同振動加速度（上下、左右、前後）を測定できるようにした。つまりソーチェーンの切削鋸断時にひき起す切削反力をとして前後方向の振動をとらえることが有効と考え、計測要素は上述6要素に回転パルスを含め7チャンネルの計測信号データをデータレコーダに記録、記録信号の波形解析と1/3オクターブ周波数分析を行った。

供試チェーンソーはエンジンの起振力が小さい排気量33ccのロータリエンジンチェーンソーに長さ350mmの案内板及び図-30に示した10種類の目立てを違えたピッチ1/4インチのマイクロチゼル形とロープロファイル形ソーチェーンを装着し、エンジン回転数を8000rpmで保ち、平行玉切試験を行なった。なお、鋸断材は含水率13~15%，断面寸法20×15cmのブナ角材を使用した。玉切鋸断は力を入れることなくチェーンソーの自重で切り下げる方法をとった。

計測センサの変位ピックアップ、振動力ピックアップ、及び振動加速度ピックアップは圧電式を用いた。また駆動軸端にストレーンゲージを貼付した延長軸をとりつけ、スリップリングを介してトルク歪も測定した。また、回転数の測定には非接触形の回転ピックアップを使用した。

データ解析のやり方として1)特徴ある3種類の刃形をもつソーチェーンを装着した時のチェーンソーハンドル上の振動加速度レベルの現れ方を調べた。2)ソーチェーンの切削性能に影響する因子としてデブスゲージクリアランスと上刃切削角を指標として振動レベルとの関係を解析した。

2) 試験結果

(1) 周波数分析データに現れる切削性能の差

上記第1の解析方法による切削性能の異なるソーチェーンを装着した場合、チェーンソーハンドルに表れる振動測定データにどのような差を生ずるかを検討した。

図-26に示したA) カッター長さを非常に短くした使い込んだ刃と同等のもの、B) 標準的に目立てしたもの、C) フック状に目立てしたもの、の3種類を装着しそれぞれ木材鋸断時の

前ハンドル前後方向の振動加速度の周波数分析を行った。その結果を図-27に示した。切削性能の劣るカッターの短くなったAタイプのソーチェーンでは10~50Hz間でおよそ $0.1\text{m}/\text{s}^2$ の振動加速度であるのに対して、B, Cタイプの良く切れるソーチェーンでは $0.3\sim1.0\text{m}/\text{s}^2$ と振動加速度レベルが大きい。同様に駆動トルク、案内板振動変位、前ハンドル振動力について周波数分析を行った結果を図-28に示す。これらも上記振動加速度の周波数分析データと同様、ほぼ10~50Hzの周波数帯域で切削性能の良いソーチェーンにレベルが高く表れている。なかでも案内板の前後方向振動変位に差が大きく表われている。このことは図-29に示す案内板前後方向振動変位のパワースペクトルにも表れている。この案内板前後方向振動変位の大小はソーチェーンの切削反力の差と解してもよいと考える。つまり案内板前後方向振動変位が前ハンドルの振動にかなり影響をもっており、とくに10~50Hzの低周波数の振動は変位量も大きくあまり減衰することなくハンドルに伝達しているものと考えられる。図-29は切削性能が極端に劣る使用限度にきたAタイプのソーチェーンと、カッターのくい込みの大きいCタイプのソーチェーンを重ねて示したものである。これによると10~50Hz域で切削性能の違いが振動変位量に大きな差となって表れていることが見られる。このことはくい込み量の大きいソーチェーンを使用した時のハンドルから受ける手応えと、切削性能の良くないソーチェーンを使用した

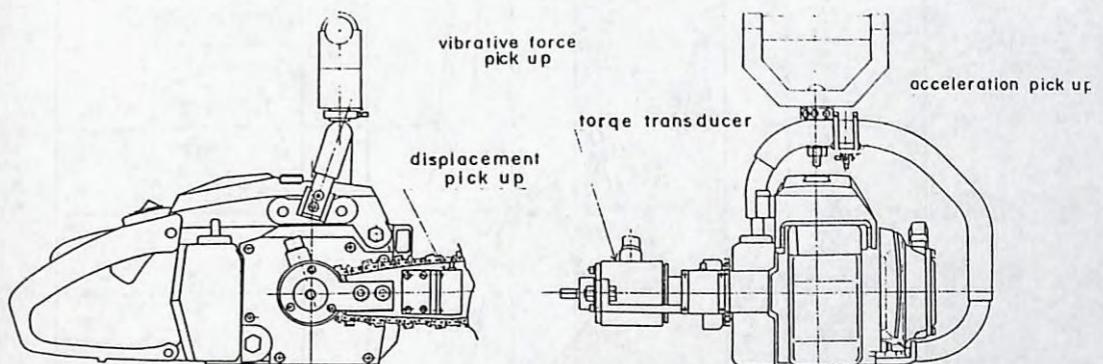


図-25 実験装置

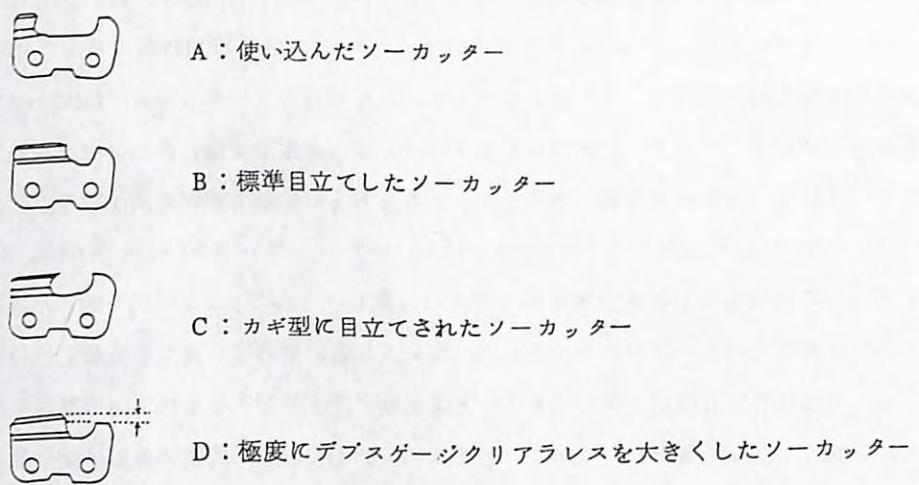


図-26 供試ソーチェーン

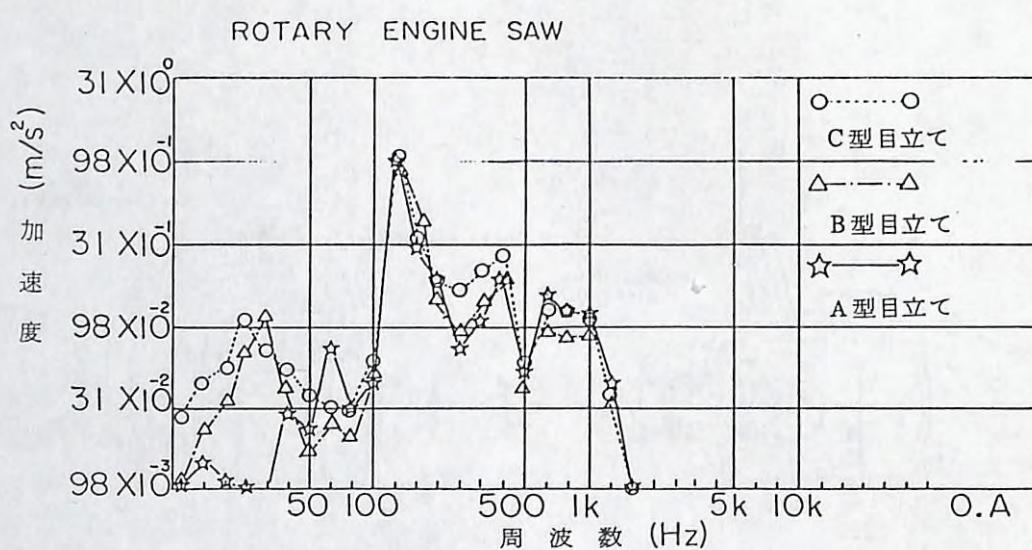


図-27 目立の違いと振動加速度

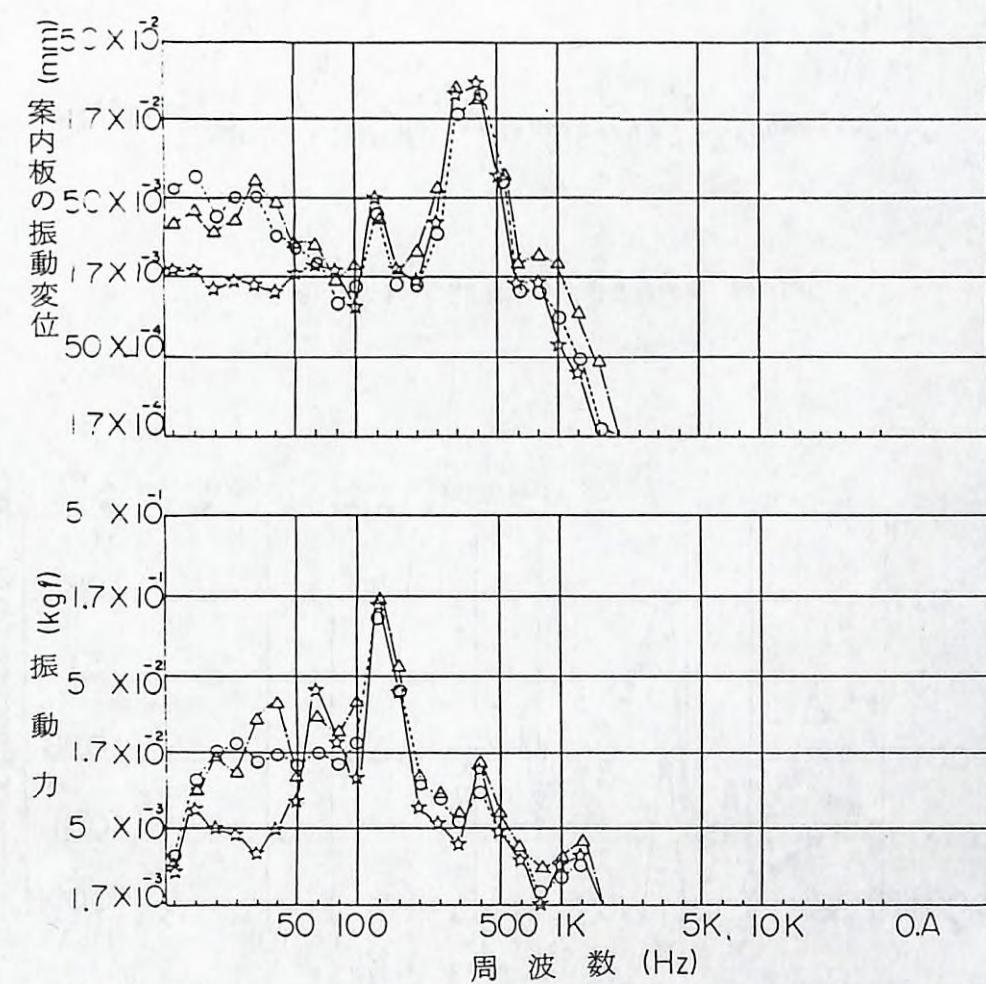
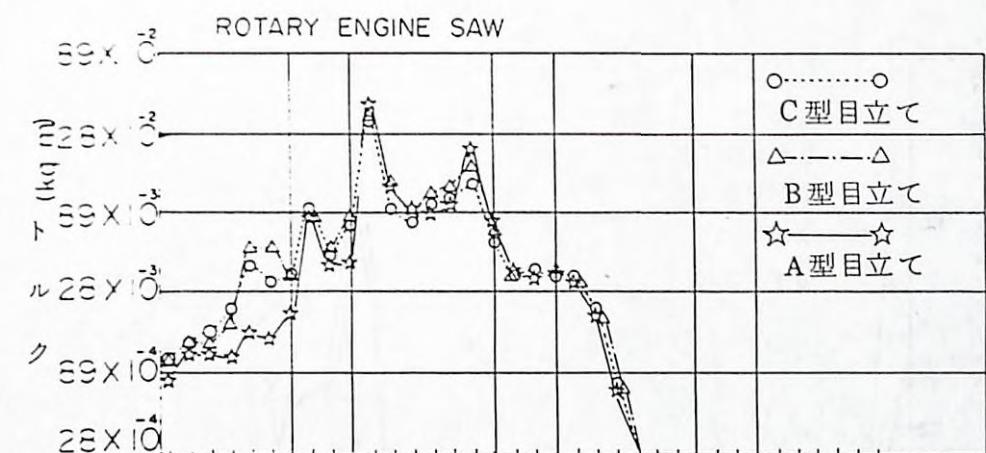


図-28 駆動トルク, 案内板前後方向振動変位, 前ハンドル前後方向振動力の周波数分析結果

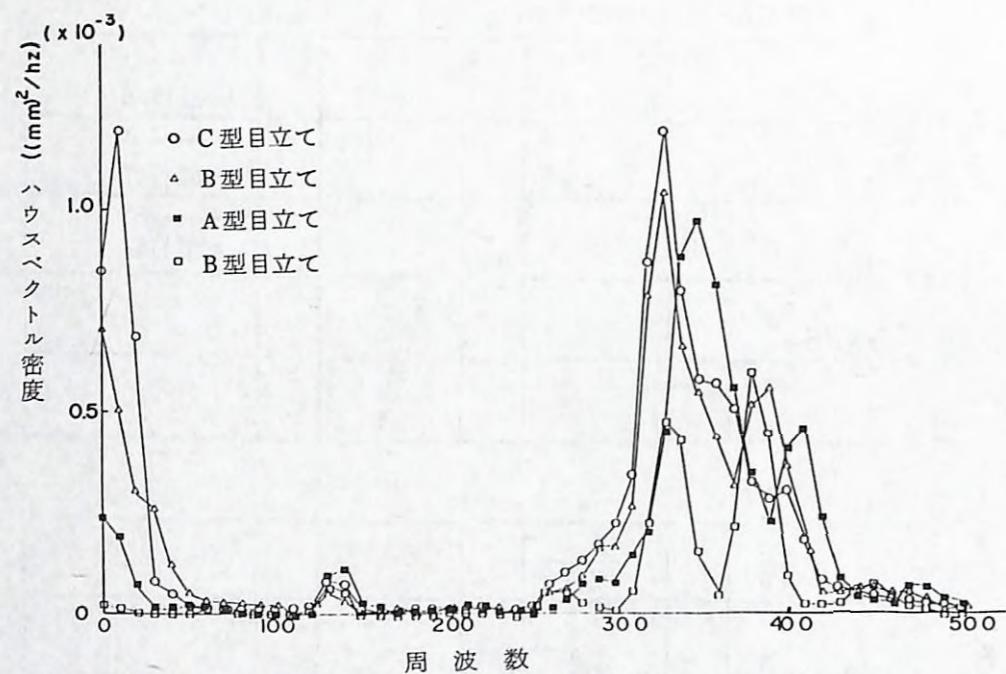


図-29 案内板前後方向振動変位のパワースペクトル

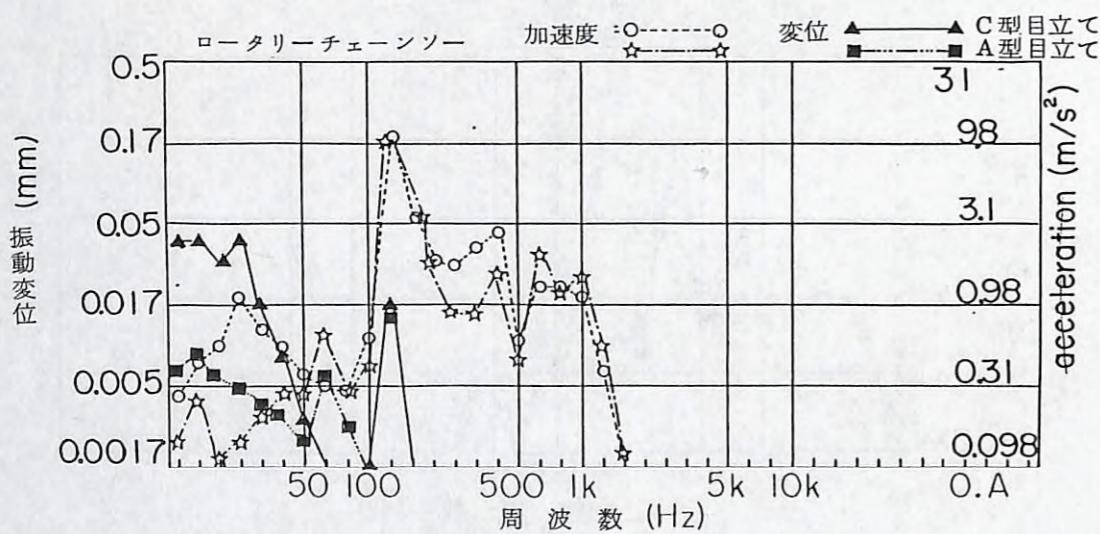


図-30 目立ての違いと鋸断時の前ハンドル前後方向振動変位

時ソーチェーンが鋸断材を上すべりして切削の手応えのない場合の実感と良く一致する。

(2) ソーチェーンカッタの目立ての違いと鋸断性能

図-30に示す目立てを変えたソーチェーンを装着した時の切削性能を調べた。この供試ソーチェーンの刃角、デブスゲージクリアランス等の実測値の平均を図-31に示す。この供試ソーチェーン毎の鋸断速度を遅いものから速いものへと順次並べて示したのが図-32で、これは図-30にみるJで示したデブスゲージクリアランスが50/1000in のソーチェーンと上刃切削角の鋭いEで示すソーチェーンが最も鋸断速度が早く良好な切削を行っていること及び、Aで示す使用限度に来たソーチェーンが最も切削速度が遅く、切れないと示している。このようにソカッタの目立ての違いによって鋸断性能に優劣差が認められた。

一方ソーチェーンカッタの目立て形状と切削性能の関係を検討したところ、ソーカッタのデブスゲージクリアランスと上刃切削角の二つの刃形因子が切削性能に大きな影響をもっているようである。図-33にデブスゲージクリアランスと平均鋸断速度との関係を示す。デブスゲージクリアランスを大きくとった場合、ソーカッタの木材へのくい込み量が増えて、鋸断性能が良くなるものと思われる。同様に上刃切削角と平均鋸断速度の関係は図-34に示すように鋸断性能は上刃切削角が小さく鋭利なほど木材への喰い込みが大きく、鋸断性能が良いことを示している。

(3) 切削性能と振動

切削性能の良好なソーチェーンを装着した時にはチェーンソーハンドルの振動変位が大きく手に伝わる手応えも大きく感じられる。図-35は平均鋸断速度（図-32に示した目立ての違い別の鋸断速度の平均値）と案内板の前後方向の振動変位の最大値の関係を示した。かなりバラツキはあるが、平均鋸断速度に比例して案内板の前後方向振動変位も増加する傾向がみられる。図-36は同じく平均鋸断速度とチェーンソー前ハンドル前後方向の振動変位（周波数分析した加速度レベルから求めた値）の関係を示したもので、鋸断性能に比例して増加する傾向がある。

(4) 案内板の振動と前ハンドルの振動の関係

上記のように案内板と前ハンドルの双方の振動（変位量）は鋸断性能に比例して増加する傾向があり、当然両者間には相関が認められる。（図-37）。ソーチェーンのタイプでいくらか異った傾向があるようである。案内板の振動変位量に比例して前ハンドルの振動変位の振れも大きくなることを示している。したがってソーチェーンの良く切れるものほど、案内板の低い周波数帯域の振動の振巾が大きく、あまり減衰することなくハンドルに伝達していると考えられる。

(5) ソーチェーンの目立ての違いがチェンソーハンドルの振動に及ぼす影響

目立ての違いを表す因子の一つとして、デブスゲージクリアランスと上刃切削角をとり上げ

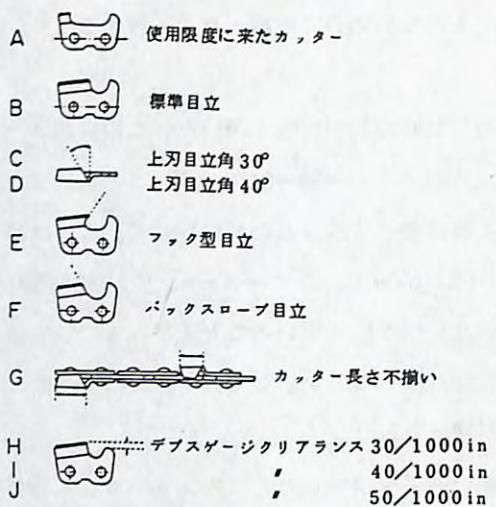


図-31 供試ソーチェーンの特徴

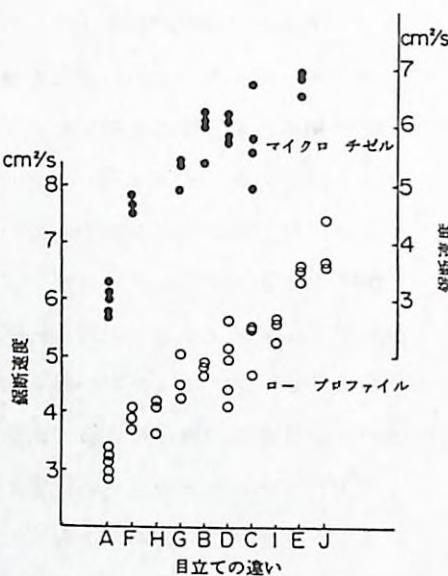


図-32 供試ソーチェーンの鋸断性能

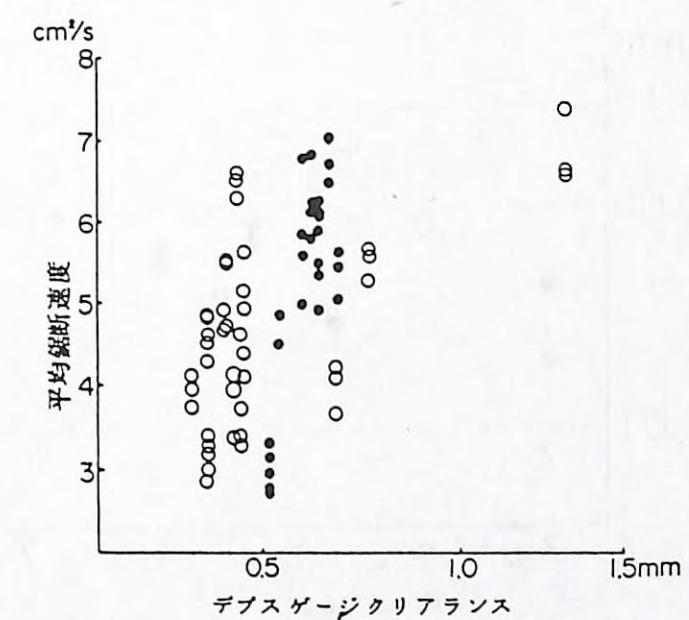


図-34 デブスゲージクリアランスと鋸断性能

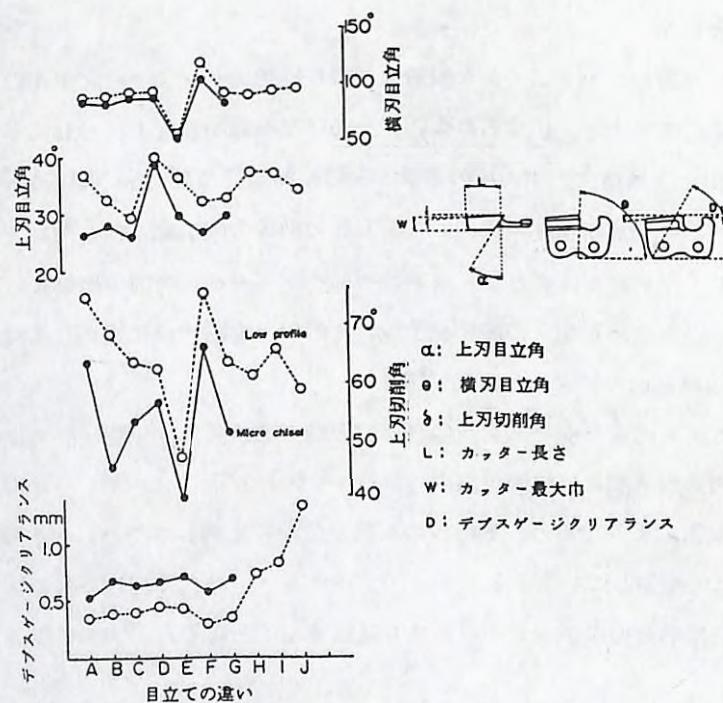


図-33 供試ソーチェーンの刃形諸元

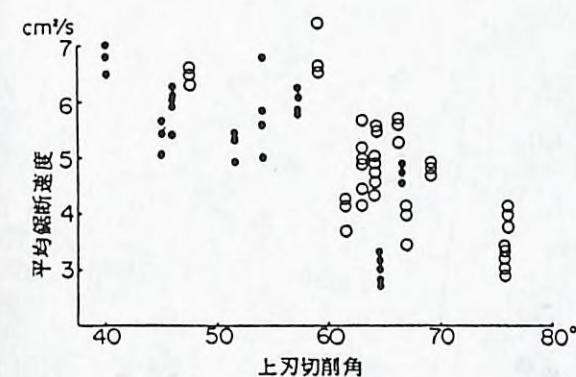


図-35 上刃切削角と鋸断性能

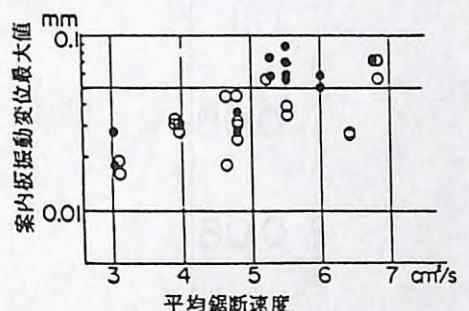


図-36 鋸断性能と案内板振動変位(最大値)

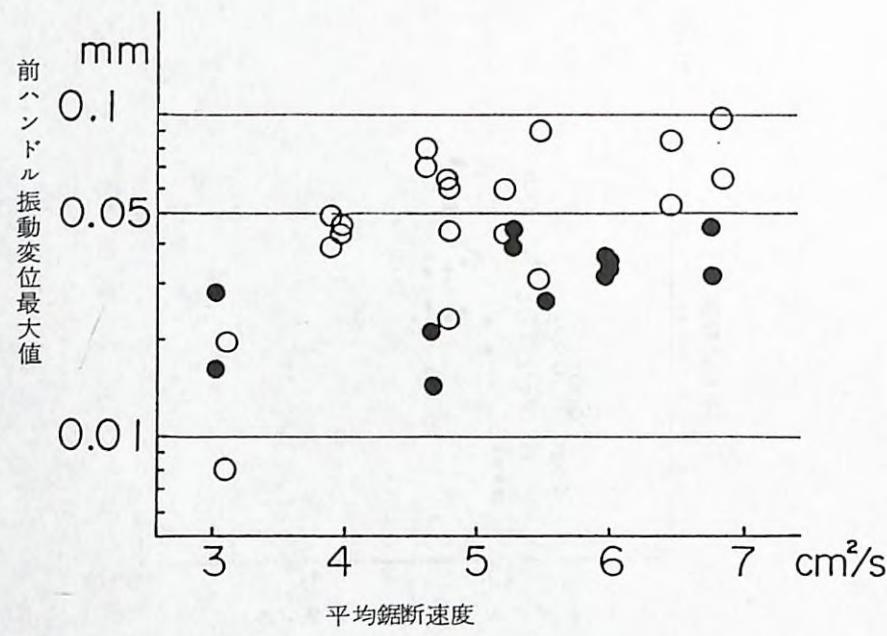


図-37 鋸断性能と前ハンドル振動変位

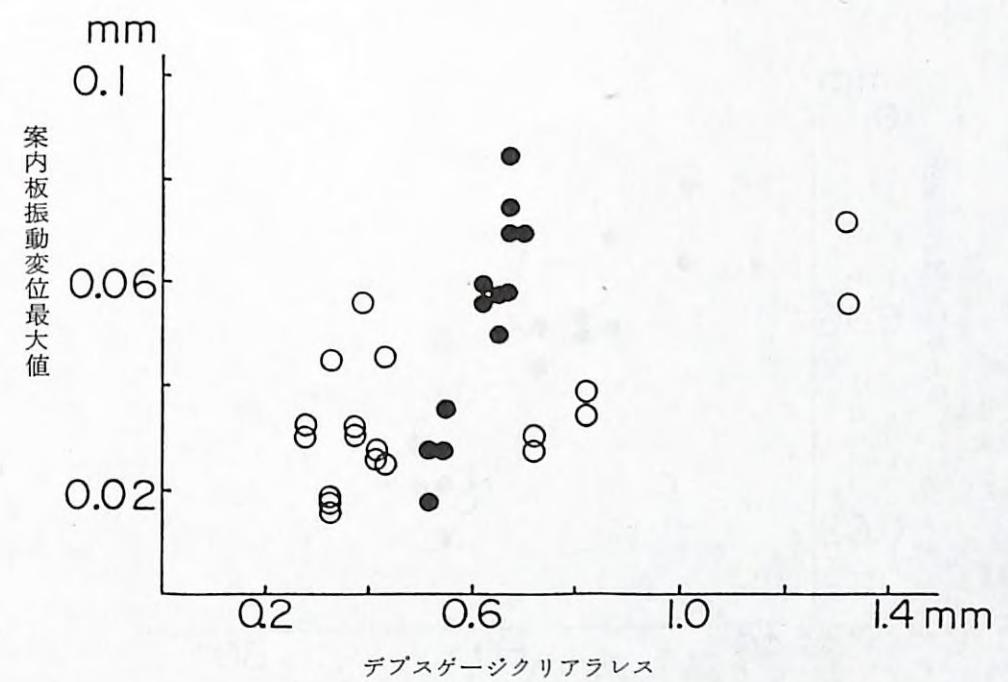


図-39 デプスゲージクリアランスと案内板振動変位（最大値）

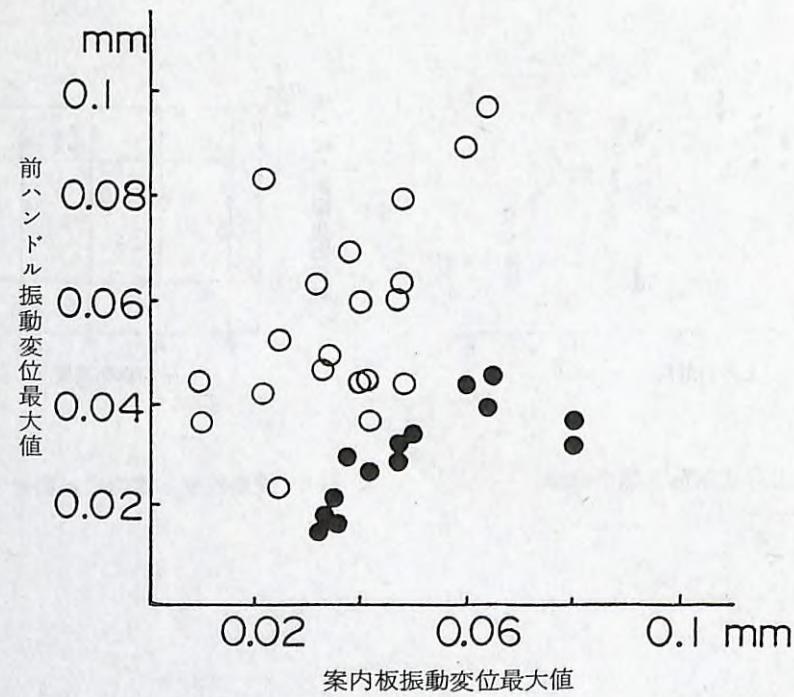


図-38 案内板の振動変位と前ハンドル振動変位の相関

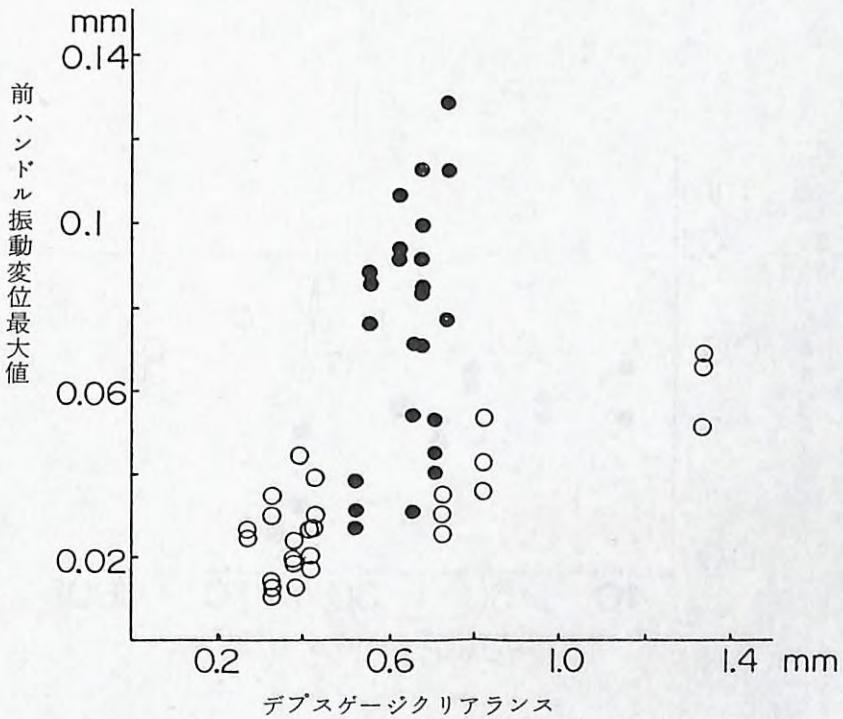


図-40 デプスゲージクリアランスと前ハンドル振動変位（最大値）

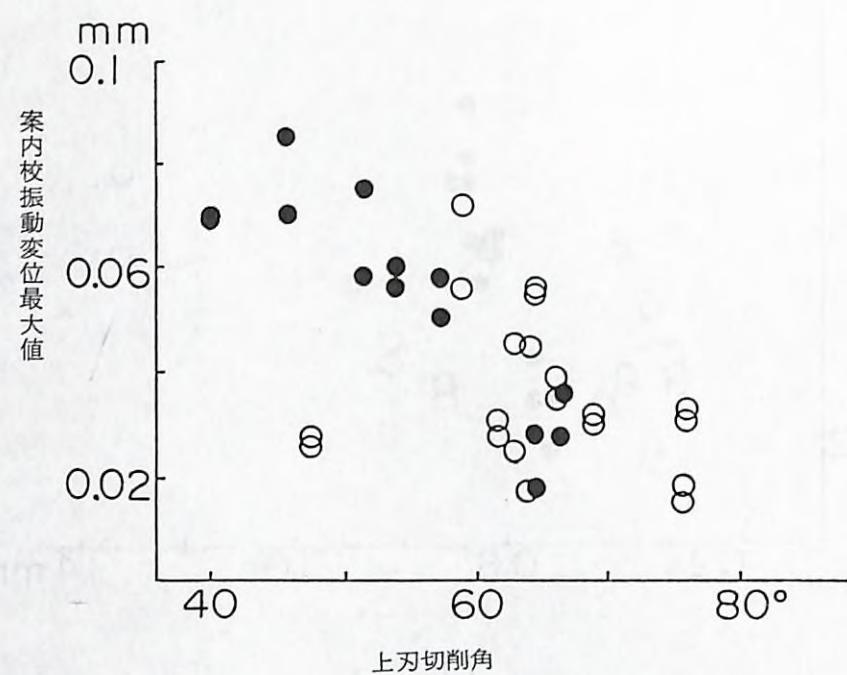


図-41 上刃切削角と案内板振動変位（最大値）

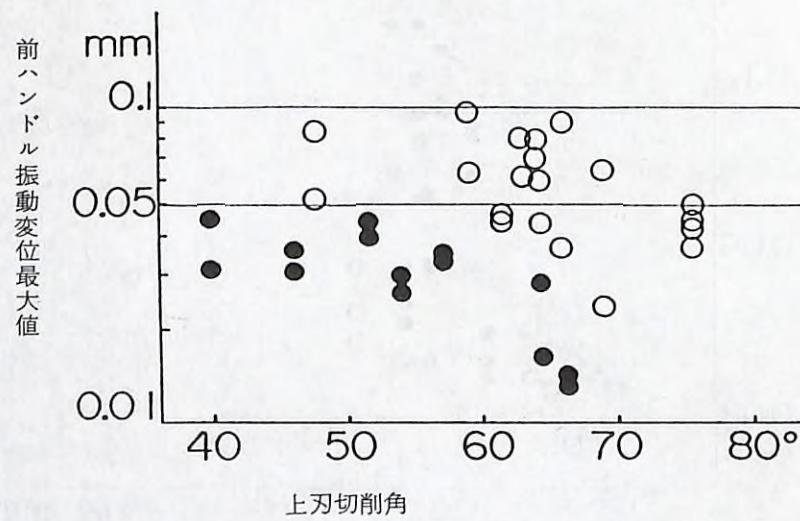


図-42 上刃切削角と前ハンドル振動変位（最大値）

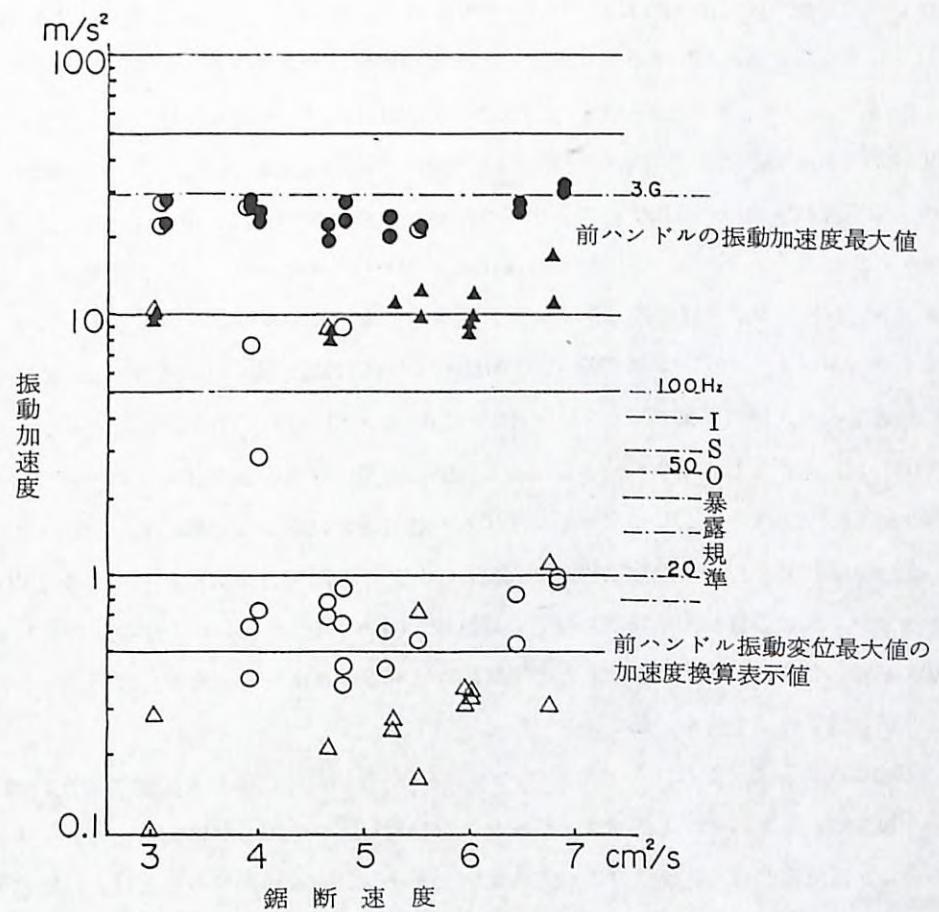


図-43 平均鋸断速度と前ハンドル振動加速度（前後方向）の最大値及び前ハンドル振動変位最大値と当価な振動加速度

た。デプゲージクリアランスの大きさと案内板振動変位（前後方向）の関係を図-38に、またデブスゲージクリアランスと前ハンドル振動変位（前後方向）の関係を図-39に示す。この両図からデブスゲージクリアランスを大きくするほど、ハンドルに伝わる振動変位も大きくなることがわかる。次に上刃切削角と案内板の振動変位、及び前ハンドルの振動変位（前後方向）の関係を図-40, 41に示す。この双方の図に見られるように、案内板の振動変位、前ハンドルの振動変位（前後方向）ともに上刃切削角が鈍角になる程振動変位が減少することがわかる。つまり上刃切削角が小さく鋭利なほど木材へのくい込みが大きく、その反力が振動となってハンドルに伝達され振動変位も大きくなることを示している。

(6) 木材鋸断による振動とエンジン等駆動源からの振動の比較

チェーンソー作業時のハンドルに伝わる振動を周波数分析で調べると、エンジンやモータなど動力源の回転で生ずる慣性力のアンバランスによって生ずる振動のピーク値と、鋸断によって表

れる低周波数帯域(10~80 Hz)のピークがある。この二つのピーク値を加速度の大きさで対比してみると図-42のようになる。この図は横軸に平均鋸断速度、縦軸に加速度レベルをとて、前ハンドルの振動加速度(前後方向)について100 Hz以上の周波数域の最大値と、100 Hz以下の周波数域の最大値について平均鋸断速度との関係で図示したものである。この図では、100 Hz以上の周波数域で現れる動力源から生ずる振動加速度の最大値は、電動チェーンソーで $20 \sim 30 m/S^2$ 、ロータリチェーンソーでは $10 m/S^2$ に分布する一方、(○印:電動チェーンソー、 $3/8"$ ロープロファイル形ソーチェーン装着時、△印:ロータリエンジンチェーンソー、 $1/4"$ セミチゼル形ソーチェーン装着時)、100 Hz以下の周波数域で現れている切削によって生ずる振動の加速度の最大値は電動チェーンソーで $0.5 \sim 1.0 m/S^2$ (○印)、ロータリチェーンソーで $0.2 \sim 1.0 m/S^2$ (△印)に分布している。駆動源で生ずる振動加速度と切削鋸断で生ずる振動加速度を対比してみると、切削鋸断で生ずる振動加速度は駆動源の値の約 $1/20 \sim 1/50$ と低い。この鋸断で生ずる低周波数域の振動加速度の最大値(振動変位最大値に担当)をISOのガイドライン(振動曝露基準は16 Hz以下の周波数で $0.8 m/S^2$ 、16 Hzより高い周波数域は $A = 0.05 F m/S^2$ (F=周波数)の割合で周波数に比例して基準レベルも変化する)と比較してもより低い値となっている。

このようにみると、ソーチェーンの目立てが悪いため、著しく振動加速度が増大するという現象は、通常の鋸断方法でチェーンソーを使用している限りでは起りえないと考えられる。しかし、目立てが悪く、切削性能の良くないソーチェーンを使用することは、鋸断能率の低下のために運転時間を長びかせ、ひいてはチェーンソーの振動の主たる要因であるエンジン等動力源から生ずる大きな振動レベル($10 \sim 30 m/S^2$ 程度)にさらされる時間が長くなり、同時に燃料経済の点からも好ましくないと云える。要するに良く切れるソーチェーンを使用して能率よく作業を推めることが肝要である。

5. 防振チェーンソーの振動低減に及ぼす防振ゴム硬度の影響

防振チェーンソーが普及定着してきているが、防振チェーンソーは一般にエンジンとハンドル間に防振ゴムを装着して振動絶縁をはかっているものである。防振ゴムの選定に当ってはエンジン等振動源の重量、作業時に作用する力などを考慮して防振ゴムの配置、個数が、取付けスペースなどから防振ゴムの寸法が決められ、さらに過去の実績データを参考に静バネ定数が決定される。しかし、実際には異ったバネ定数をもつ防振ゴム数種類を実機にとりつけてテストを行い最適な防振ゴムを選定するやり方がとられているようである。一方、生産される防振ゴムは生産ロット毎に防振ゴムの特性が異り、全く同一の特性をもつ防振ゴムの生産は難しいともいわれ、チェーンソーの防振性能もその影響をうける。防振ゴムの性能は使われるゴムの弾性率によって影響をうけ、さらにつこの弾性率はゴムの硬度と相関関係をもつ。これらのことから、ゴム硬度は防振性能の指標とし

てとらえることが有効ではないかと考え、検討を試みたものである。

1) 試験方法

供試チェーンソーは排気量61 cc、装備量8.4 kg、案内板長17 in、ソーチェンピッチ $3/8$ inの防振チェーンソーである。防振方式はエンジン、鋸部等の振動源部と、燃料タンク、オイルタンクおよび後ハンドルが一体铸造された一つのブロックに前ハンドルが装着されたハンドル部分に分割され、間に防振ゴムを装着し防振を行っている; いわゆるフローティング形である。使用されている防振ゴムの形状は"つまみ形"(図-43)で、エンジンのファンホイール側に前後2ヶ所、クラッチ側に前後3ヶ所に配置されている。また防振ゴムの取付けは防振ゴムの軸心をエンジンのクラランク軸と平行におき、振動源の上下、前後方向の振動には防振ゴムのせん断ばね力が左右方向には圧縮・引張ばね力が作用するように取り付けられている。本供試機に3種類のゴム硬度の異なる防振ゴムを取り付けて振動計測を行うとともに、防振チェーンソーのエンジン部分を加振器によって周波数10~500 Hzについて一定振動加速度(0.5 G)で加振(図-48参照)し、その時のチェーンソーハンドル上での応答加速度を計測した。さらに、エンジン等振動源部分を取り除いたハンドル部分の防振ゴム装着点を上記同様加振し(図-47参照)、防振ゴム除去時及び防振ゴム装着時(3種類の防振ゴムを変えて)の振動特性を計測、防振ゴムの違いによる影響を調べた。なお、この加振試験の加振方向はエンジンが立て形であることから、上下方向の加振を行った。

2) 試験結果と考察

- (1) 供試した3種類の防振ゴムの硬度をスプリング式かたさ試験器(JIS6301)によって計測を行った。その結果を図-43に示す。ゴムのかたさは手の感触でも判別できた。かたさの平均値は、軟:50.3°、中:59.5°、硬:69.6°であった。
- (2) 静バネ定数は一定荷重負荷時の変位量を計測し求めた。その結果を図-44に示す。防振ゴムのかたさに比例して静バネ定数(せん断、圧縮方向とも)が大きくなることを示している。また、供試防振ゴムの寸法と硬度から静バネ定数を計算から求め実測値と対比して示す(図-45)。これは比較的良く適合していたが、かたさ70°程度では計算値が大きな値となった。
- (3) ハンドル部分の振動特性、つまり共振点の検索を行うため、ハンドル部分の防振ゴム装着点(防振ゴムを除去して)を周波数10~500 Hz 振動加速度0.5 G一定で加振した時のハンドル上下方向の応答加速度を計測した結果が図-46である。この図では加振点を変えると応答加速度レベル及び共振周波数が変化している。これは加振点の取り付け及びハンドル支持を同一状態に保てなかつたためと思われる。しかし本図は80~100 Hz及び200 Hz付近が共振域で振動しやすいことを表わしている。
- (4) 防振ゴム装着点に3種類の防振ゴムを取付けた上記ハンドル部分を、同様に加振器による加

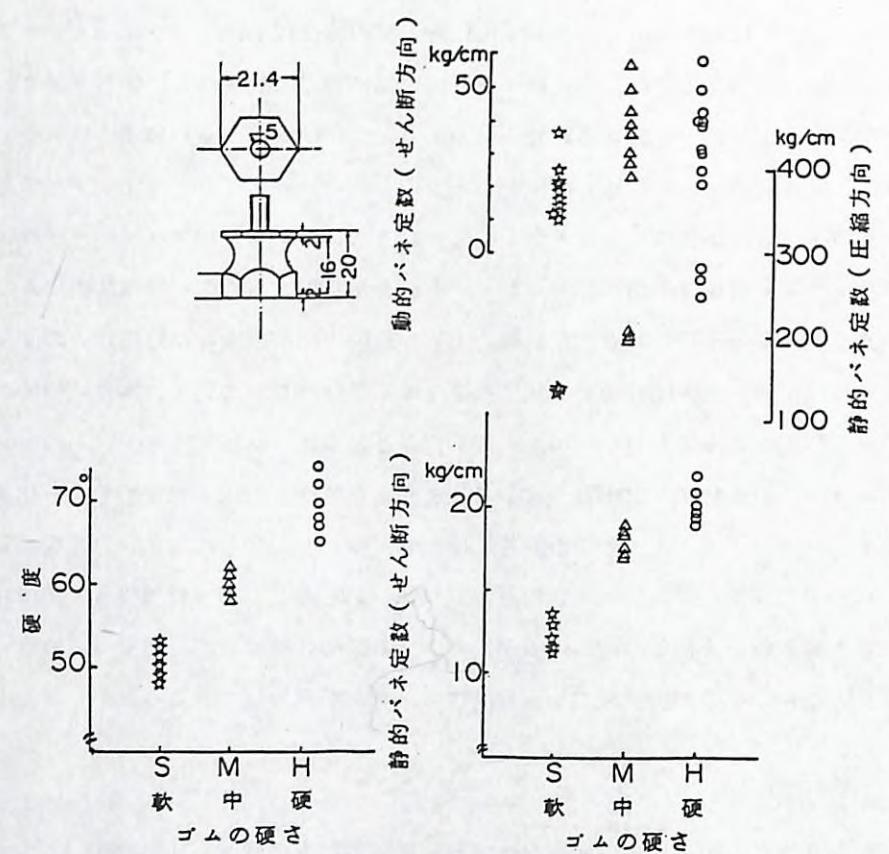


図-44 供試防振ゴムのゴム硬度

図-45 供試防振ゴムのバネ定数(1)

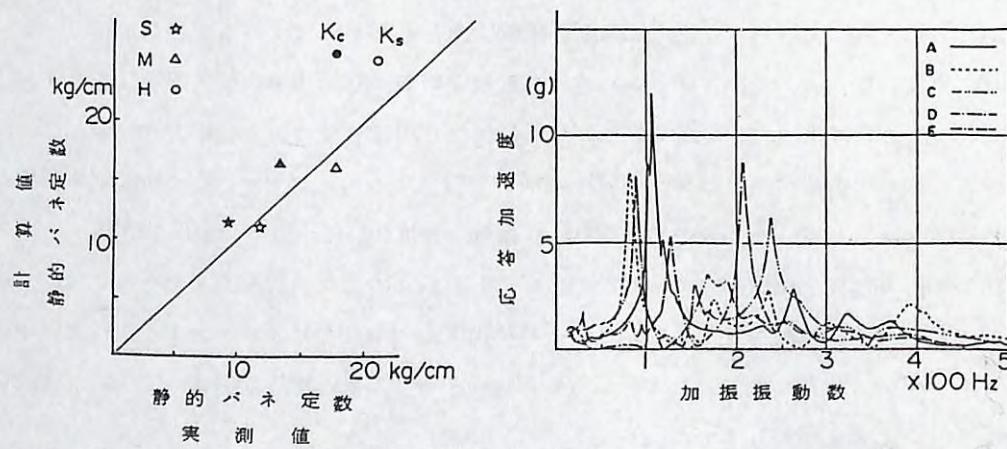


図-46 供試防振ゴムのバネ定数(2)

図-47 ハンドル部分の振動特性 (防振ゴム除去)

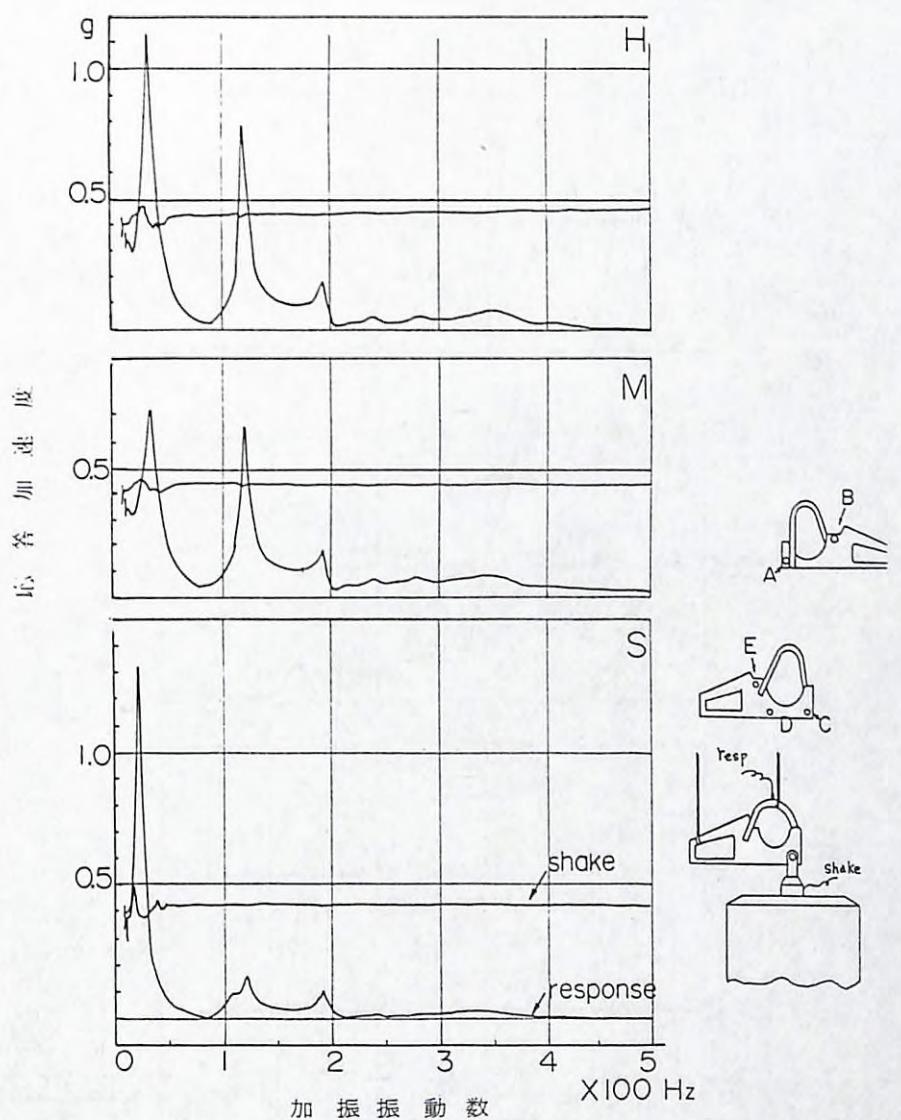


図-48 防振ゴム装着時のハンドル部分の振動特性

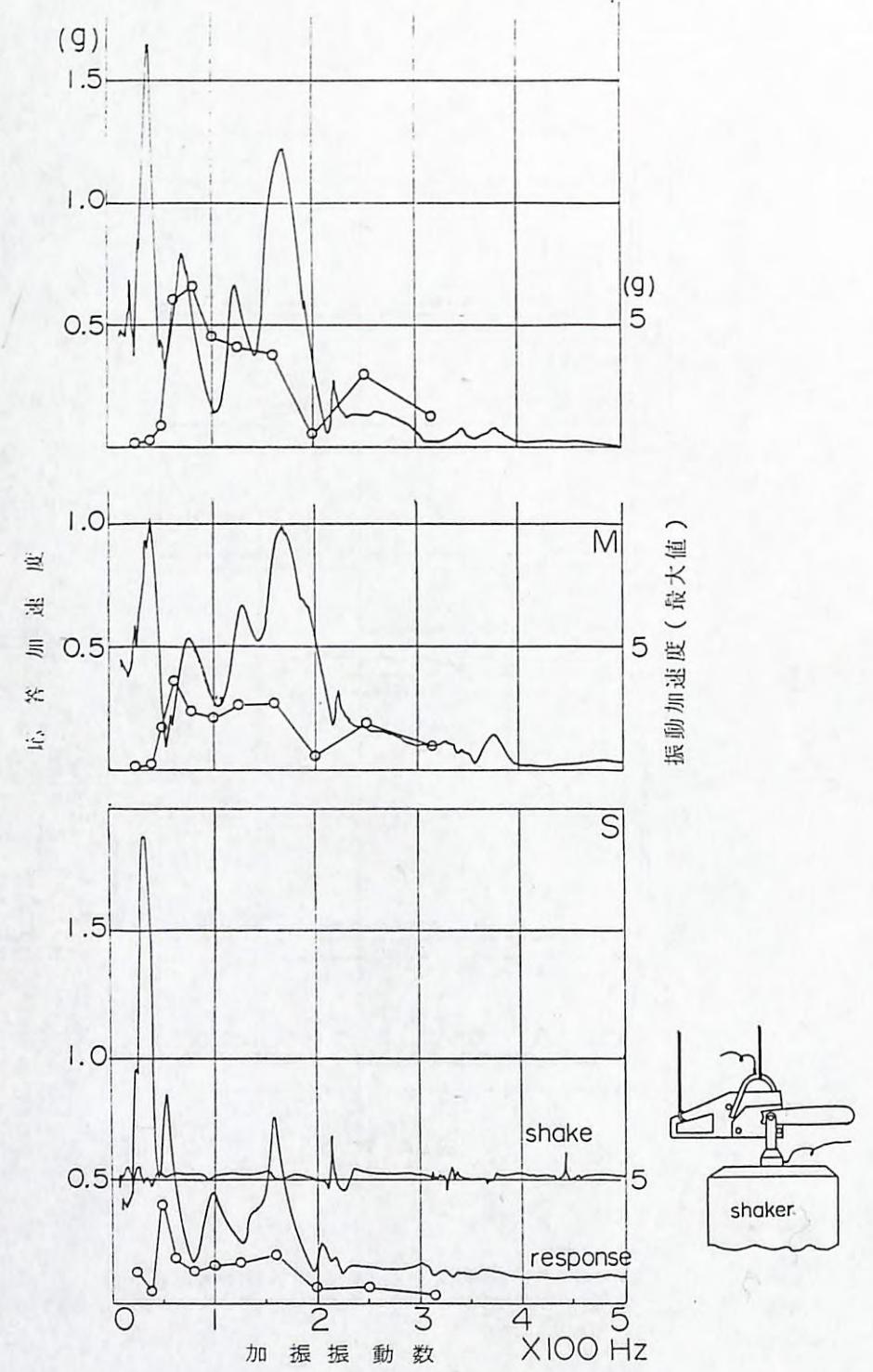


図-49 防振ゴム装着エンジン部分加振時のハンドルの振動特性

振試験を行って前ハンドル上下方向の応答の加速度を計測した結果の一例が図-47である。図-46と共振域が異って、30~50 Hz 及び 120 Hz にピークが生じている。これは防振ゴムの装着により加振点のバネ定数が変ってきていているためと思われる。

- (5) 3種類の防振ゴムをとりかえ装着したチェーンソーのエンジン部分（案内板取付ボルト）を加振し、上記同様前ハンドル上下方向の応答加速度を計測した例を図-48に示す。これは防振ゴムを装着しないで加振したハンドル部分の振動特性（図-46）と、防振ゴム装着時の振動特性に相似しており、とくに防振ゴムのかたさが硬くなるほど、ハンドル部分の共振域の振動数に近い周波数成分で応答振動加速度レベルが高くなっている。
- (6) 上記の4), 5), の加振試験で得られた応答曲線の一次の共振域のデータから防振ゴムの動バネ定数、減衰比、及び共振倍率を求めた。動バネ定数は図-44に静バネ定数とともに並記し、防振ゴムのかたさ“中”，“硬”が同程度の値であった。減衰比は図-49に示すように防振ゴムのかたさ“軟”，“硬”が同程度で、“中”的減衰比が大きく、これは防振ゴムの材質が異なるためと思われる。また、応答曲線（一次のピーク値）から得た共振倍率（図-50）を防振ゴムのかたさで比較すると、図-49の減衰比と逆の傾向を示し、減衰比の大きい“中”的防振ゴムでは共振倍率が低く、減衰効果があることを示していると思われる。
- (7) かたさの異なる種類の防振ゴムを取替えて振動試験を行った結果を図-51に示す。これは3,000~10,000 rpm の無負荷空転時及び7,000 rpm 鋸断時の振動測定を行い、前ハンドル、後ハンドル双方の振動加速度最大値を示したもので、防振ゴムのかたさに比例して振動レベルも増えていることを示している。なお、前ハンドル上下方向の無負荷空転時のデータを、前述のチェーンソーエンジン部分を加振して得られた応答曲線に重ねて描くと相似した（特に低周波数域で）カーブが得られる（図-48）。
- (8) 横軸に防振ゴムの静バネ定数（平均値）、縦軸に振動加速度レベルをとり、上記図-51で示した無負荷空転時の前ハンドル上下方向の振動加速度の最大値をプロットすると、図-52のように静バネ定数の増加に伴い振動値が増加することが認められる。同様に横軸に減衰比（平均値）をとって振動加速度との関係をみると、図-53に示すように減衰比の小さい防振ゴム装着時にはチェーンソーハンドルの振動が大きくなっている。
- (9) 形状と寸法が同一で、ゴムのかたさの異なる防振ゴムを装着した時の防振性能への影響について振動試験及び加振試験を行って検討した。その結果、防振ゴムのかたさが硬くなるとゴムの弾性率が増し、従ってバネ定数も高くなっている。一方防振ゴムの振動の減衰率はゴムのかたさとの関係は認められず、ゴムの材質によって影響をうけるようで、外見からは判別がつけられない、減衰率の実測によって確認することが適当と思われる。上記のことから簡易に防振チェーンソー用の防振ゴムの品質を判別する一つの指標として、防振ゴムの硬度を測定することが有効と思われる。また、防振チェーンソーの防振性能を良好に保つため防振ゴムの品質、特性

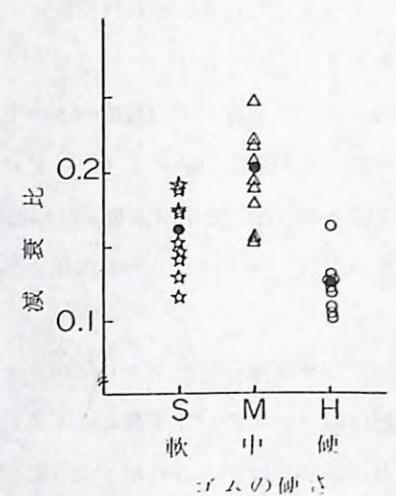


図-50 防振ゴムのかたさと減衰比

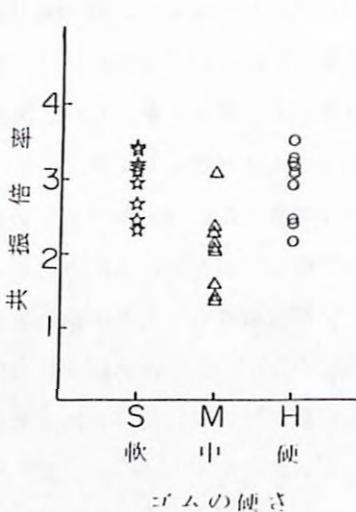


図-51 防振ゴムのかたさと共振倍率

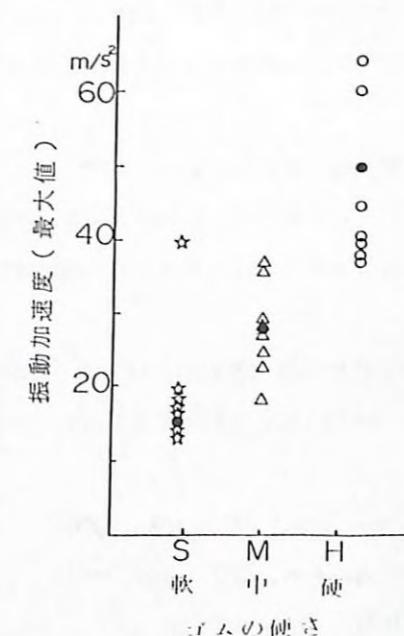


図-53 静ばね定数と振動加速度（最大値）

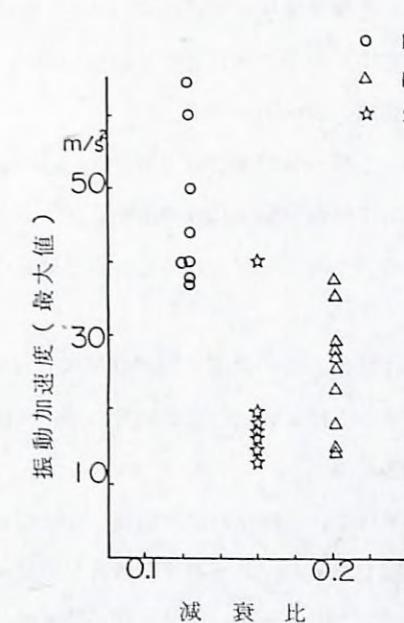


図-54 防振ゴムの減衰比と振動加速度（最大値）

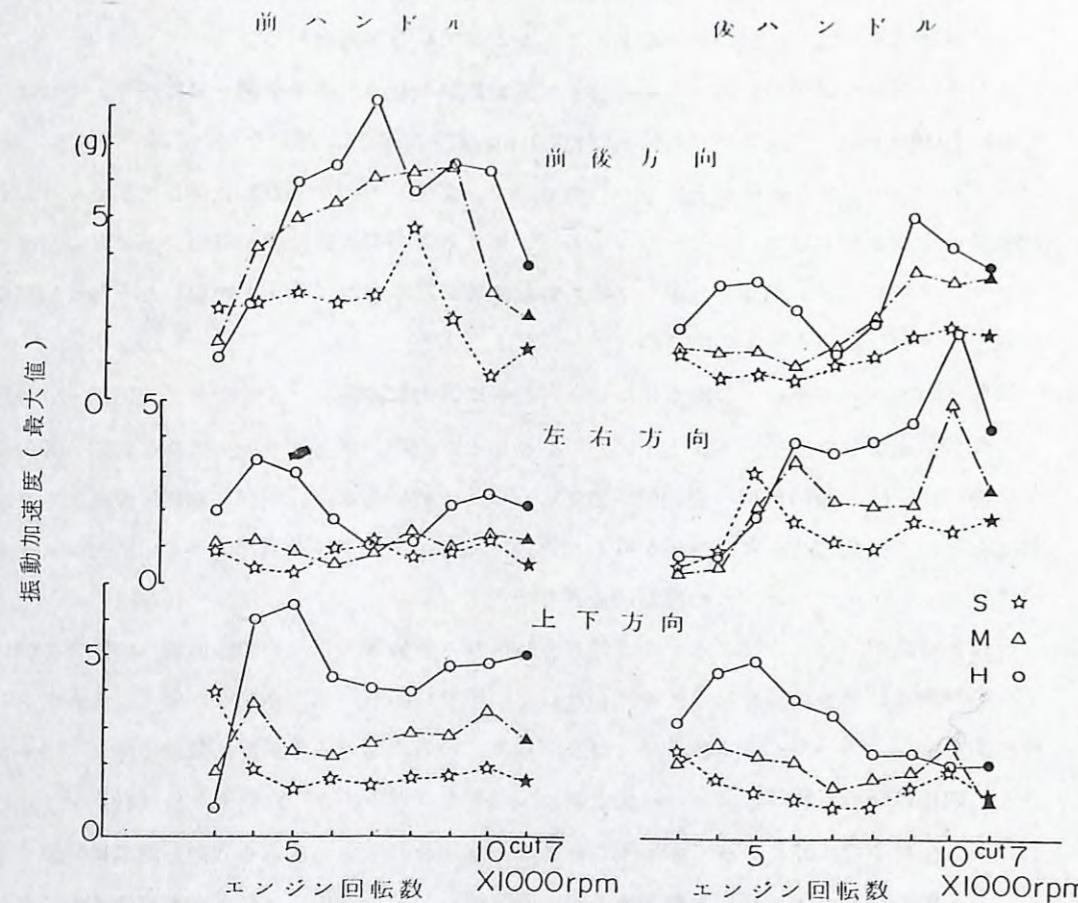


図-52 かたさの異なる防振ゴム装着時の振動加速度（最大値）

の管理という面からも防振ゴム硬度のチェックが望まれるところである。

参考文献

- 1) 平松修ら：ロータリーチェーンソーの実用試験，49年度林試機化業報集，21～22，1975，5
- 2) 平松修ら：チェーンソー，刈払機の振動騒音試験結果，50年度林試機化業報集，23～24，1976，5
- 3) 平松修ら：ミニロータリーチェーンソーの動力性能および作業性能，51年度林試機化業報集，23～26，1977，5
- 4) 鈴木皓史ら：チェーンソーハンドルの振動力測定，51年度林試機化業報集，27～28，1977，5
- 5) 平松修ら：大形防振ロータリーチェーンソーの性能，52年度林試機化業報集，17～25，1978，6
- 6) 平松修ら：対向ピストンチェーンソーの振動騒音およびロータリーチェーンソーの振動騒音の経時変化，53年度林試機化業報集，34～42，1979，6
- 7) 鈴木皓史：チェーンソーの振動分析値に関する一考察，53年度林試機化業報集，43～47，1979，6

- 8) 平松修ら：林業機械の振動騒音の防止(機械の改良), 54年度林試機化業報集, 19~21, 1980, 6
- 9) 平松修ら：ソーチェーン目立ての違いがチェーンソーハンドルの振動に及ぼす影響, 55年度林試機化業報集, 24~30, 1981, 5
- 10) 平松修ら：盤台移動玉切機リモコンチェンソー, 56年度林試機化業報集, 19~21, 1982
- 11) 平松修ら：盤台移動玉切機の振動, チェーンソーの防振性能の経時変化に関する試験, 異経丸鋸装着時の刈払機ハンドルの振動, 振動騒音の測定法, 57年度林試機化業報集, 29~35, 1983, 6
- 12) 平松修：防振ゴムの硬度が防振性能に及ぼす影響, 58年度林試機化業報集, 44~55, 1984, 6
- 13) 山脇三平ら：林業機械の振動騒音の防止に関する研究, 昭和43年度特別研究成果の概要, 88~92, 1969, 8
- 14) 山脇三平ら：林業機械の振動騒音(機械の改良), 44年度林試年報, 107~108, 1970,
- 15) 鈴木皓史：チェーンソーの波音器とその効果(II), 82回目林講, 287~289, 1971
- 16) 山脇三平ら：防振チェーンソー類の防振性能, 82回目林講, 283~287, 1971
- 17) 山脇三平ら：林業機械の振動騒音の防止に関する研究—機械の改良一, 45年度林試年報, 92~95, 1971
- 18) 平松修ら：チェーンソーの振動機構, 83回目林講, 387~394, 1972
- 19) 平松修ら：林業機械の振動騒音の防止に関する研究—機械の改良一, 46年度林試年報, 36~38, 1972
- 20) 鈴木皓史ら：チェーンソーの振動, 騒音の相関, 85回目林講, 320~324, 1974
- 21) 平松修ら：チェーンソーの振動機構(II), 85回目林講, 324~329, 1974
- 22) 山脇三平ら：ロータリチェーンソーの振動と騒音, 85回目林講, 329~331, 1974
- 23) 機械科：林業機械の振動騒音の防止(機械の改良), 48年度林試年報, 52~54, 1973
- 24) 平松修ら：ロータリチェーンソーの作業性能, 27回目林関東支講, 59~60, 1975, 10
- 25) 機械科：林業機械の振動騒音の防止(機械の改良), 49年度林試年報, 34~36, 1975
- 26) 平松修ら：最近のチェーンソー, 刈払機の振動, 騒音, 87回目林論, 415~418, 1976
- 27) 平松修ら：ミニロータリチェーンソーの動力性能および作業性能, 88回目林論, 441~443, 1977
- 28) 鈴木皓史ら：林業用手持機械のハンドルに伝播する振動の分析値に関する一考察, 90回目林論, 487~488, 1979
- 29) 機械第2研究室：林業機械の振動騒音の防止(機械の改良), 52年度林試年報, 28~32, 1978
- 30) 平松修ら：ソーチェーンの目立ての違いによるチェーンソーハンドルの振動に及ぼす影響, 91回目林論, 477~478, 1980
- 31) 平松修ら：ソーチェーンの目立ての違いがチェーンソーハンドルの振動に及ぼす影響(II), 92回目林論, 455~458, 1981
- 32) 平松修：防振チェーンソーの防振性能に及ぼす防振ゴム硬度の影響, 95回目林論, 639~642, 1984
- 33) 山脇三平：林業機械の振動障害をめぐって, 情報ひろば4-3, 1~15, 1980, 5
- 34) 北川健一ら：ロータリ機関と農林業への応用, 農機学会誌3-2, 590~592, 1978, 3
- 35) Kojro YAMAOKA, et al: Yanmar diesel's PRotary engine chain saw, SAE paper 760642, 1~13, 1976

広葉樹用材林の育成技術

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 堀田 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る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。

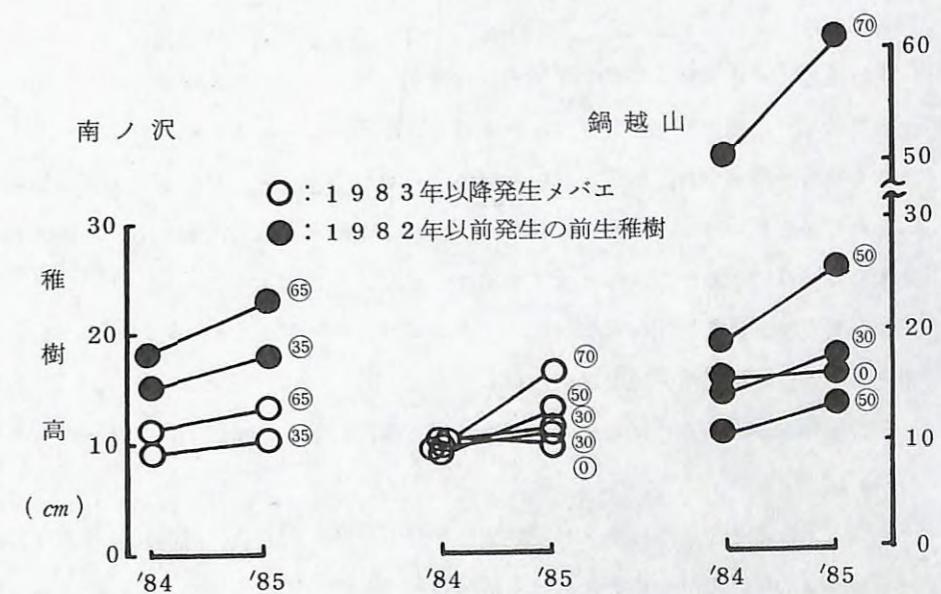
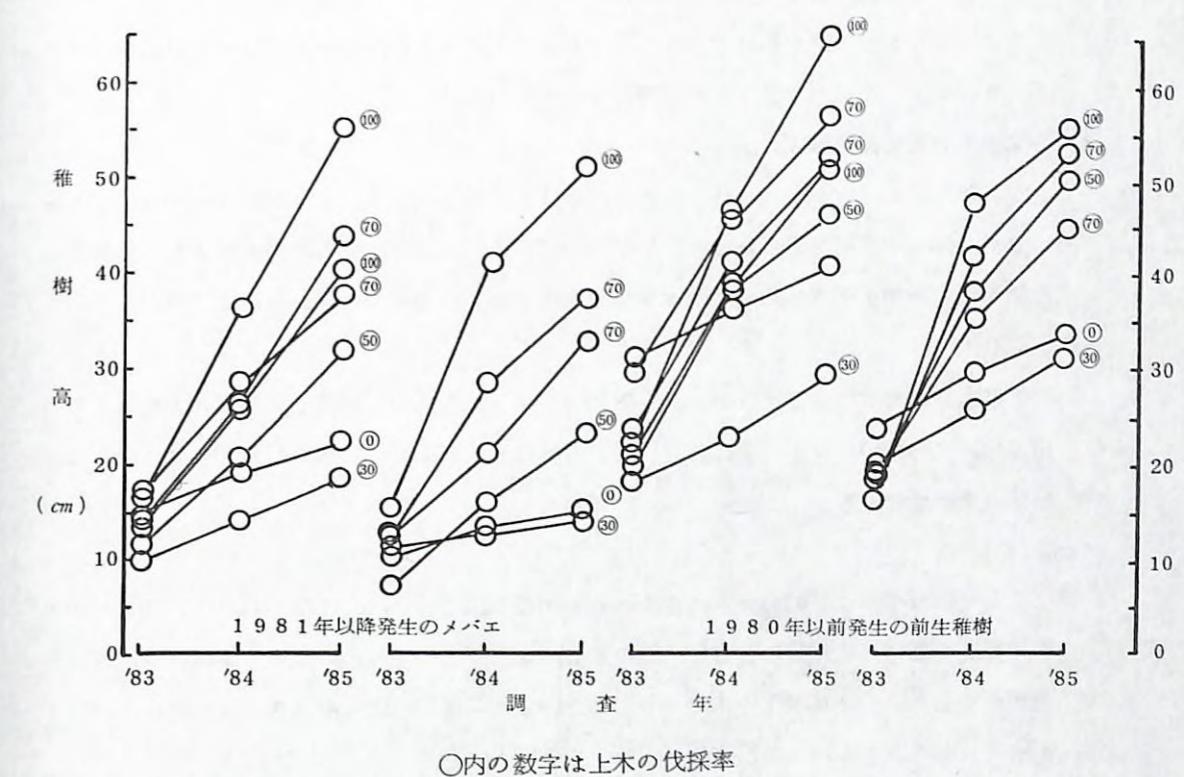
2) 関東地方のミズナラ林

(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、

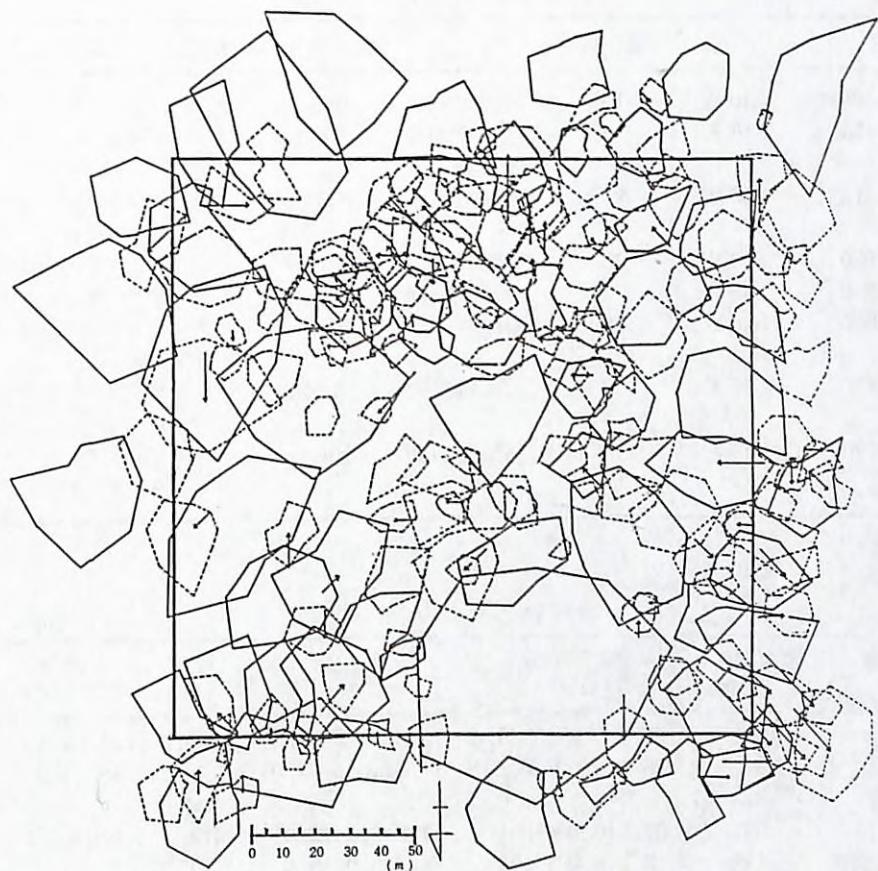


図-3 ミズナラ林樹冠投影図（日光 戦場ガ原）

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	21.5	25.5	25.5	25.5	18.0	15.0~21.0	
平均直径 (cm)	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
平均断面積 (m ² /ha)	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5
材積 (m ³ /ha)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
立木本数 (ha)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
平均高 (m)	17.0	14.0~20.0	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5
平均直径 (cm)	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
平均断面積 (m ² /ha)	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7
材積 (m ³ /ha)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
立木本数 (ha)	58.0	40.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0	34.0
平均高 (m)	17.0	14.0~20.0	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5
平均直径 (cm)	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
平均断面積 (m ² /ha)	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7
材積 (m ³ /ha)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
立木本数 (ha)	350	300	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275
平均高 (m)	18.2	21.0	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3	16.3
平均直径 (cm)	9.0~22.0	8.0~28.0	4.0~24.0	7.0~21.5	9.0~22.5	7.0~24.0	8.5~25.0	9.0~23.0	21.0~28.0	6.0~21.0	18.4	19.6
平均断面積 (m ² /ha)	40.3	52.3	25.3	45.1	45.3	38.4	50.3	50.3	50.7	52.7	48.1	59.4
平均面積 (m ² /ha)	45.5	104.5	43.9	52.5	49.3	75.3	62.8	47.5	58.5	70.0	62.4	54.6
材積 (m ³ /ha)	976.0	414.8	410.0	389.0	597.3	557.8	371.0	611.0	555.0	561.2	442.0	442.0

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										
調査区	ブナ				イタヤカエデ				合計	
	1～5	6～10	11～15	計	1～5	6～10	11～15	計	合計	
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た、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

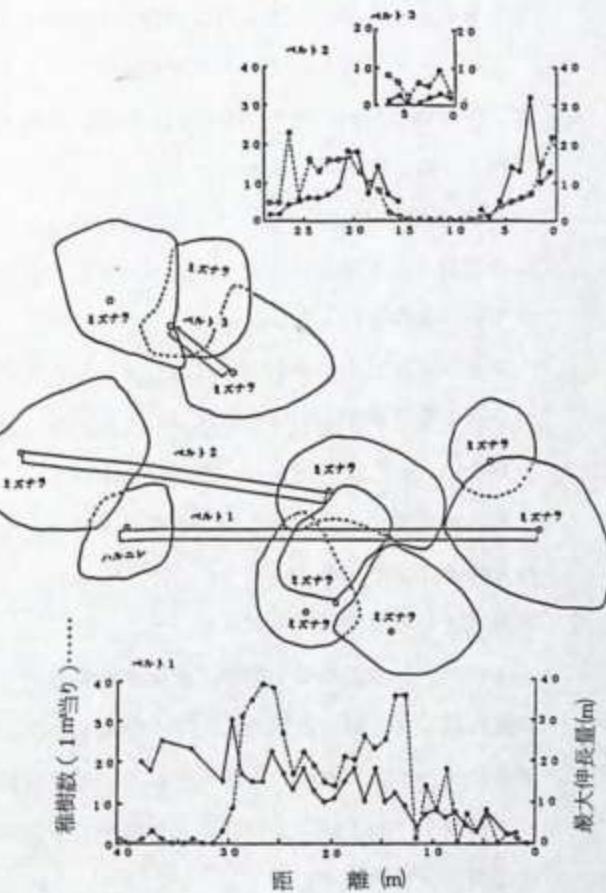


図-4 林分構造と稚樹数・最大伸長量
(ベルト1~ベルト3)

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

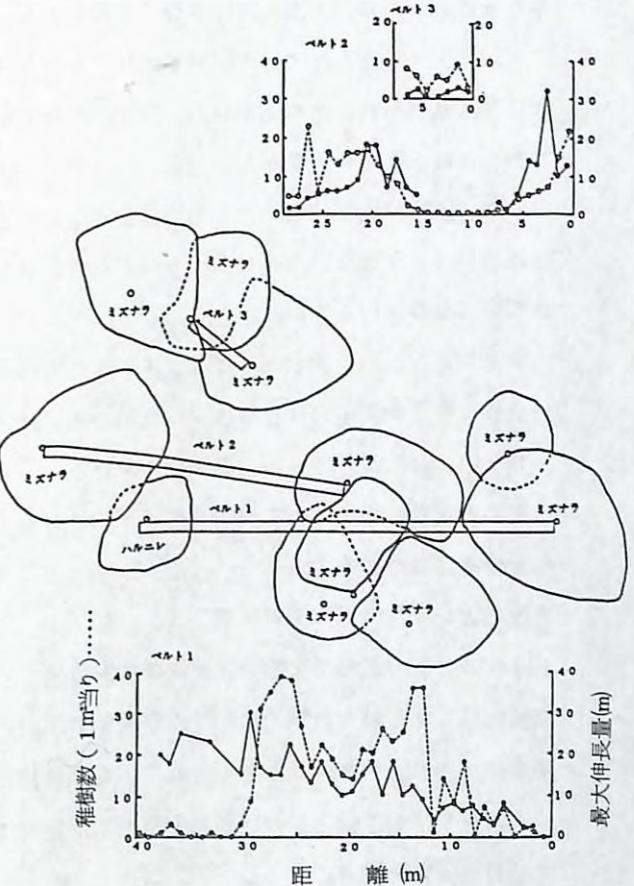


図-4 林分構造と稚樹数・最大伸長量
(ベルト1~ベルト3)

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)。

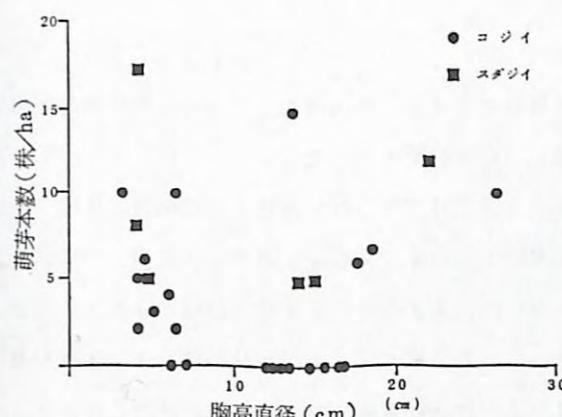


図-5 シイの胸高直径と萌芽本数

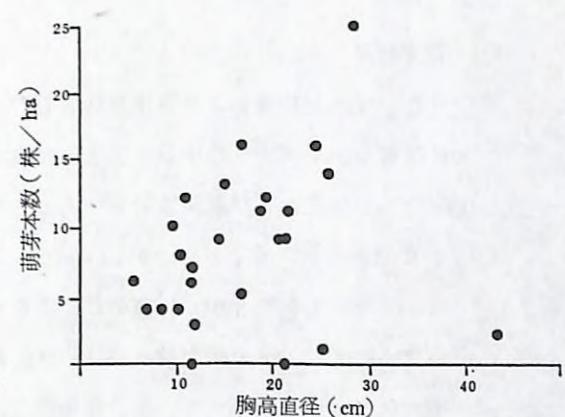


図-6 タブの胸高直径と萌芽本数

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

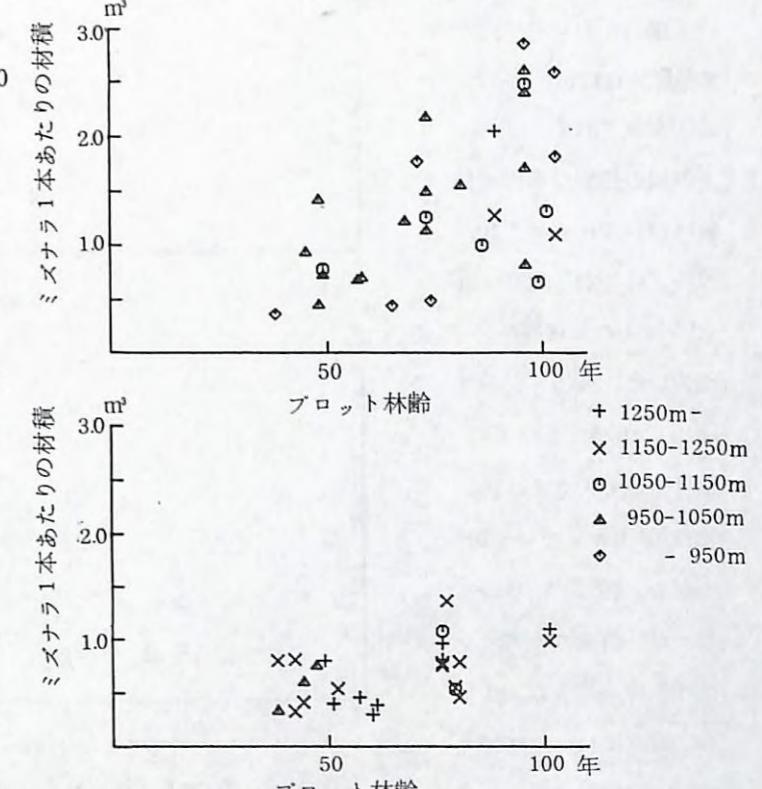


図-7 ミズナラ林の生長と標高との関係

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。

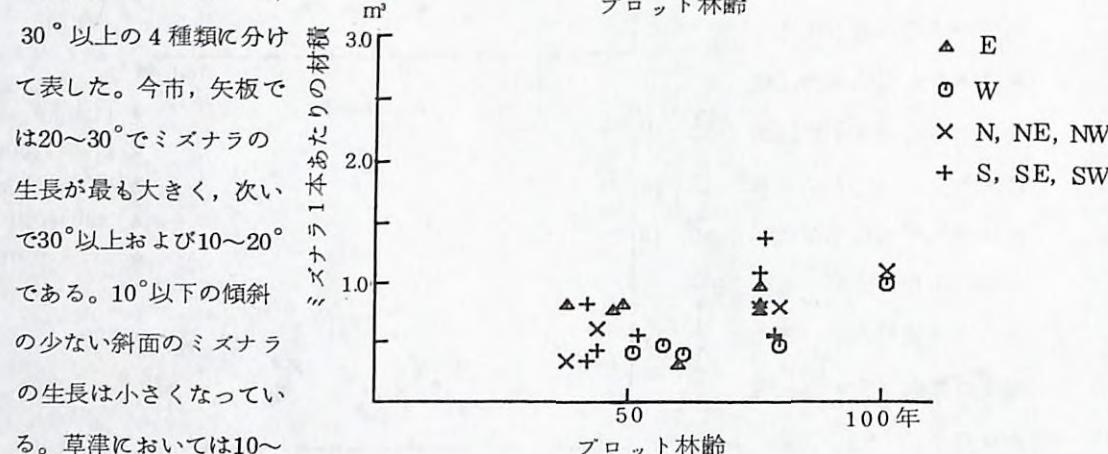


図-8 ミズナラ林の生長と斜面方位の関係

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 $b_1 \sim b_4$ 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

$b_1 \sim b_4$ 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 $b_1 \sim b_4$ 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。

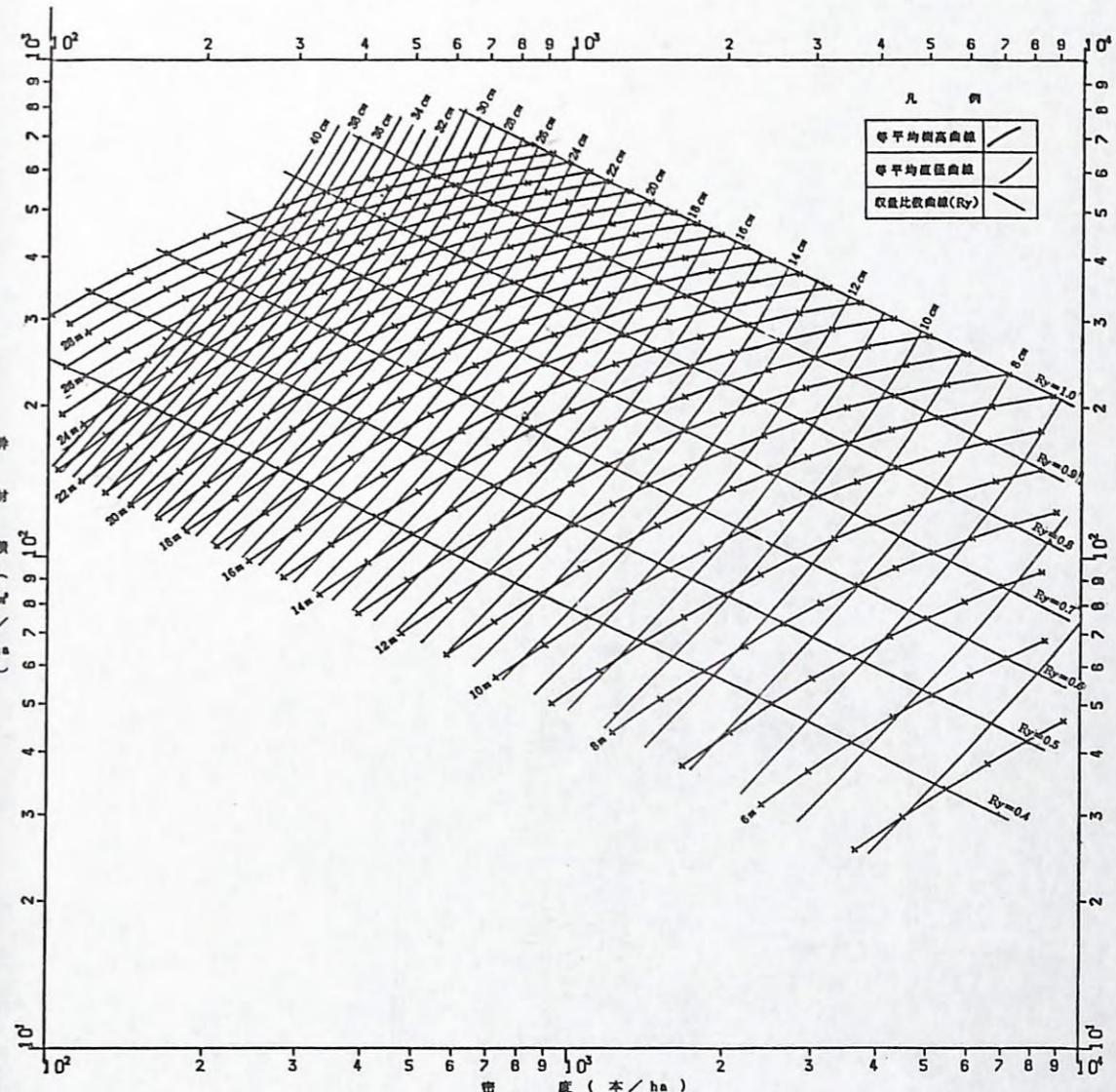


図9 東北地方ミズナラ林分密度管理図

蓄積経理システムの開発

蓄積経理システムの開発

I 試験担当者

経営部経営第2科長	栗屋仁志
" 測定研究室	樋渡ミヨ子
北海道支場経営研究室	眞辺昭
" "	篠原久夫
	(昭和60年3月まで)
"	猪瀬光雄
"	小木和彦
東北支場経営第1研究室	小坂淳一
" "	金豊太郎
関西支場経営研究室	長谷川敬一
四国支場経営研究室	都築和夫
" "	佐竹和夫
" "	吉田実
九州支場経営研究室	本田健二郎
" "	森田栄一
" "	黒木重郎
木曾分場造林研究室	上野賢爾
	(昭和60年3月まで)
"	原光好

II 試験目的

多様化する森林施業に対応して、蓄積経理の基となる収穫予想表を、施業別に早急に整備する必要がある。このため、従来の単一施業法に基づく収穫予想表の作成方法に代って、各種の本数密度管理方式による収穫予想が可能である林分密度管理図による方法の採用が考えられ、各営林局ごとに主要造林樹種について林分密度管理図が作成されている。しかし、林分密度管理図を構成している等平均樹高曲線、等平均直径曲線などによって求められる林分構成因子の値は、作成に用いた資料の平均的状態を示すもので、個々の林分については、かなりの差のみられるものもある。

また、林分密度管理図は、閉鎖林分を対象として作成されているので、間伐直後の林分因子の推定

には、さらに誤差が累積する恐れがある。

このため、林分密度管理図を用いて本数管理を主体とする施業体系別の収穫予想表の作成手法の基礎として、収穫試験地の継続調査結果を用いて、より精度の高い林分構成因子の値および間伐材積の推定手法の検討を行うこととした。

さらに、施業体系の組立方法として、標準的な密度管理方式を示している林分収穫表値を収穫試験地の調査結果で補強して、各営林局での間伐指針の作成手法の検討も併せて行なうこととした。

この報告は、林分密度管理図を用いて蓄積経理に必要な施業体系別の収穫予想方式の開発のため、各支分場で進めてきた研究成果の代表的なものを掲載したものであり、これら的方法を組合せることにより、より合理的な収穫予想表の作成ができると考えられる。

III 試験の経過と得られた成果

1. 林分密度管理図による蓄積、間伐量の予測方法 一 北海道地方カラマツ

1) まえがき

昭和36年に開始された北海道の収穫試験では、これまでにトドマツ33、カラマツ34、エゾマツ2の試験地を道内各地の国有林内に設定し、ほぼ5年ごとの測定を繰返してきている。この結果、現在までの延測定回数はトドマツで159、カラマツでは144に達している。

各試験地の成績は過去2回にわたり中間報告として公表し、また、トドマツでは林分密度管理図の適合度吟味と生長予測式の改良のために活用してきた。ここでは引続いて、カラマツに対する同様な分析の結果を述べる。

2) 等平均樹高曲線の適合度とその改良

北海道地方のカラマツ林林分密度管理図の等平均樹高曲線は、逆数式

$$V = (0.0651368 H^{-1.230184} + 9492.9 H^{-2.948559}) / N^{-1} \quad (1)$$

で与えられる。ここでHは上層木平均樹高、VとNはそれぞれha当たり材積と本数である。

(1)式のあてはめにおける重相関係数は0.9517であるが、個々の林分についてみると(1)式による推定材積はかなりの誤差をともなう。異常値を棄却する前の管理図作成データ936プロットで計算した推定誤差の標準偏差は $42.0 m^3/ha$ であった。この値はトドマツの林分密度管理図で得られた $49.7 m^3/ha$ よりは低いが、それでもデータの中には推定材積が実材積の $\frac{1}{2}$ となるプロットや $220 m^3/ha$ 以上の誤差を示すプロットがある。

こうした誤差の原因は、トドマツについて示したように、林分構造、特に樹高分布が等平均樹高曲線で代表される平均的林分と著しく相違することにある。樹高分布の幅が小さく、典型的な单層林になると推定は過少となり、逆に樹高の変動が大きくて、構造の不揃いな林分では過大推定の傾向が生れる。

林分密度の影響は、直接的には直径生長の上に明瞭に現れる。密度条件が改善されたときの直

径肥大の仕組みは、樹冠の拡張によって葉量が増し、同化生産が促進されることによって増加した材積生長量が胸高位置に配分・加算されるというプロセスである。単位葉量当たりの同化生産量は無制限に大きくなることはないから、密度を疎な状態に落したとしても、当初から疎立して生育してきた林の直径を追い越すことは難しい。このように、過去の密度管理の履歴に強く影響される直径を無視して、上層木樹高と本数だけで林分材積を推定するところに林分密度管理図の不適合原因がある。

逆に、現実林分の平均直径を補助情報として利用できれば、(1)式の推定材積の精度をあげることができる。

林分密度管理図上で、特定の樹高と本数に対応する材積と平均直径を理論材積と理論直径、また理論直径の計算過程で出てくるha当たり断面積を理論断面積とよぶ。そうして、これらの理論値に対する現実林分の材積、平均直径、断面積の比を、それぞれ R_V 、 R_D 、 R_G とおく。さきの936プロットのデータで R_D と R_V の関係をみると、図1のように直線傾向が認められる。これは

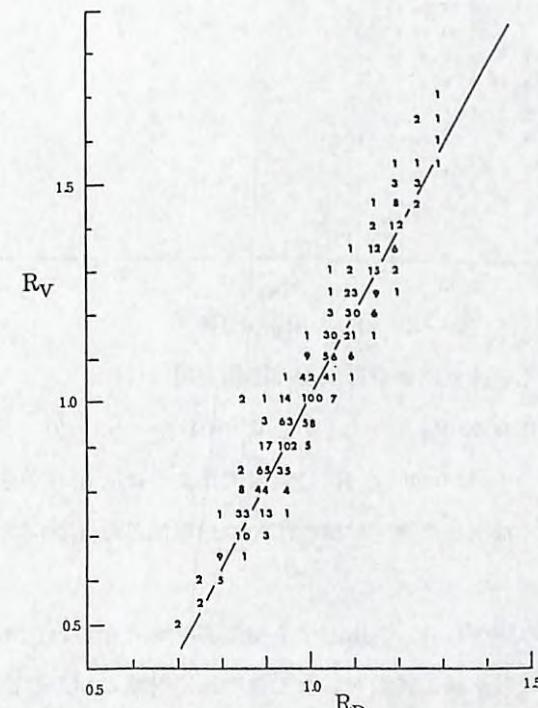


図-1 R_D と R_V の関係

$$R_V = -0.8713 + 1.8786 R_D \quad (r = 0.9710) \quad (2)$$

と表わせる。相対直径 R_D の小さいところと大きいところで僅かに曲線性が認められるが、それでも相関係数の大きさから、相対材積 R_V の変動の94%までが、相対直径 R_D の変動に連動していることが判る。

(2)式から得られる相対材積を補正係数として、上記の936プロットのデータで補正材積を計算

すると、誤差の標準偏差は補正前の $42.0 \text{ m}^3/\text{ha}$ から $8.5 \text{ m}^3/\text{ha}$ (約 $\frac{1}{5}$)に減少する。

R_V と R_D の関係が、僅かながら曲線性を示すことから、次元をあげて相対断面 R_G と R_V の関係をみると、図2のようになる。

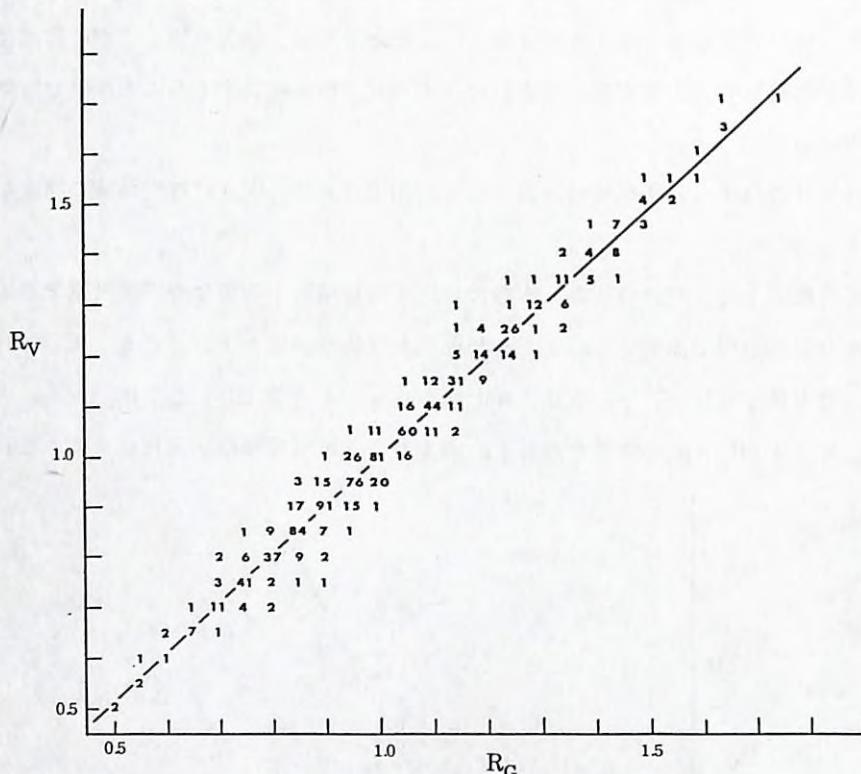


図-2 R_G と R_V の関係

この場合は、原点のすぐ近くを通り傾きがほぼ1の直線回帰

$$R_V = 0.0344 + 0.9640 R_G \quad (r = 0.9904) \quad (3)$$

が得られる。 R_G の寄与率($= r^2$)は0.98で、 R_V の実質的な変動は全体の2%であることがわかる。

(3)式から計算される立木度で補正した推定材積の誤差の標準偏差は $4.9 \text{ m}^3/\text{ha}$ で、無補正のときの $\frac{1}{9}$ である。

(3)式の定数項と R_G の係数の値から、 $R_V = R_G$ とする補正方法も考えられ、またその近似として、 $(R_D)^2$ も使用できる。これらを補正係数としたときの推定材積の誤差の標準偏差は $5.2 \text{ m}^3/\text{ha}$ と $8.3 \text{ m}^3/\text{ha}$ で、(3)式には及ばないが、いずれも著しい精度の向上を示した。このような補正方法の妥当性を検討するため、収穫試験の117注)回の調査結果に対し、前記の4種の補正を行ったときの誤差の減少の状態を表1に示す。

林分構造の整った収穫試験地では、表の左側に示した密度管理図作成資料の場合よりも、

注) 高齢林分のデータが少ないので、民有林の間伐試験地の8回の調査結果を加えた。この試験地では5回の間伐が行われており、最終測定時の林齢は38年である。

表-1 材積補正の方法と誤差の標準偏差

材積補正の方法	誤差の標準偏差 m^3/ha	
	密度管理図作成データ	収穫試験データ
無補正(逆数式)	42.0	23.2
$-0.8713 + 1.8786 R_D$	8.5	9.3
$0.0344 + 0.9640 R_G$	4.9	9.2
R_G	5.2	9.2
$(R_D)^2$	8.3	9.5

逆数式の適合度は良好で、誤差は約 $\frac{1}{2}$ になる。しかし補正材積の誤差はやや大きく、どの方法でも $9 \text{ m}^3/\text{ha}$ 程度である。しかし使いやすさの点では、 R_G または $(R_D)^2$ による補正が適当と思われ、そのときの誤差は、表-1から平均して $10 \text{ m}^3/\text{ha}$ 以下になることが期待される。

3) 立木度の時間的変化

密度管理図の推定材積を前述した方法で補正することによって推定精度は大幅に向上するが、 R_V は時間の経過によって変化する。収穫試験成績の期首と期末(5年期間)の R_V を対比すると図3のようになる。

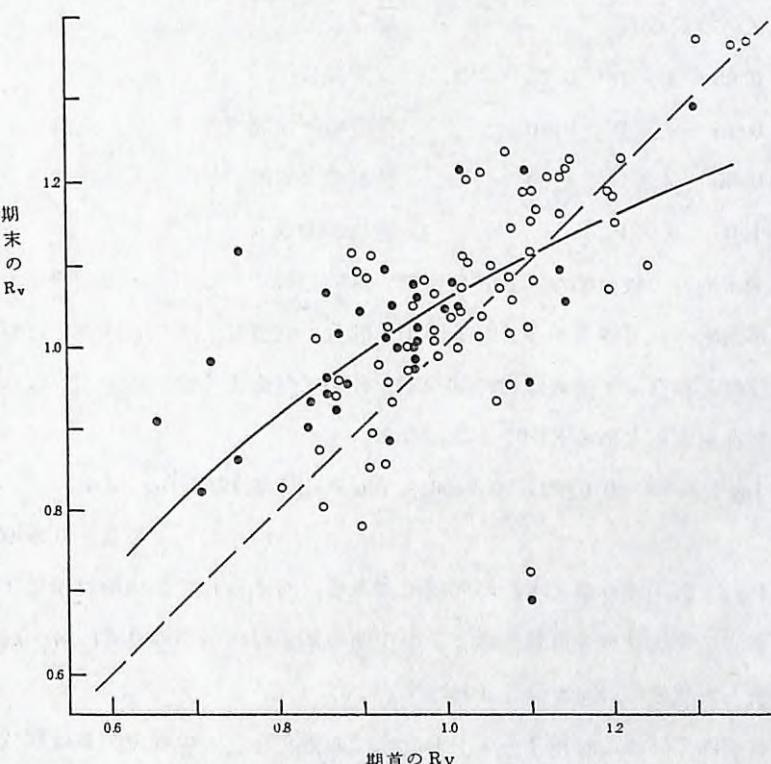


図-3 R_V の時間的変化

期末の R_V が大きくなっている例が圧倒的であるが、減少しているデータもかなりある。(2)式の示すように、 R_V の増減は、生育段階の進行にともなう直径生長が密度管理図の標準より大きいか小さいかできまる。したがって、期首の年齢や林分構造、間伐実行の有無、間伐内容等が複雑に影響するものと思われる。しかし、収穫試験では30年生以上のデータが少ないので、ここでは期首と期末 R_V の関係を次のような簡単な回帰式で与えた。

$$R_{VY} = 1.8460 e^{-0.5620/R_{VX}} \quad (r = 0.6959) \quad (4)$$

ここで R_{VY} は期末、 R_{VX} は期首の相対材積である。

期首の R_V が知られていて、(4)式で期末の値を推定し、補正材積を計算したときの誤差は、標準偏差で $18.0 m^3/ha$ となり、無補正の $23.2 m^3/ha$ より22%ほど低くなった。

4) 間伐および残存材積の推定

間伐の実行は、弱度の下層間伐でない限り R_V を低下させる。ただし、この場合には間伐方法と関連づけて間伐材積と残存木材積を直接求める方が容易である。

間伐の内容は、林冠層のどの部分を主体に伐採するかという間伐種と、伐採の強さを表わす本数間伐率で特徴づけられる。

JØRGENSEN と Warrack は、間伐の種類が間伐前の平均直径 D に対する間伐木の平均直径 d の比で表せるとして、次のような区分を示した。

$d/D < 0.65$	除伐
$0.65 < d/D < 0.75$	下層間伐
$0.75 < d/D < 0.90$	強度の下層間伐
$0.90 < d/D < 1.00$	強度の上層間伐
$1.00 < d/D$	択伐的間伐

これは選木内容の数量的な完義として使い易い指標であるが、下層間伐でも伐採率が高くなれば上層木が選木される機会が多くなるので、間伐の強さと必ずしも独立ではない。しかし、これを本数間伐率と組合せて使えば材積間伐率を極めて精度よく推定できる。収穫試験の58回の間伐データから推定式を求めるところとなる。

$$\log P_{TV} = -0.0282 + 0.9696 + \log P_{TN} + 2.1755 \log(d/D) \quad (R = 0.9898) \quad (5)$$

ここで、 P_{TV} と P_{TN} は材積と本数の間伐率である。与えられた間伐前材積に上式で得られる材積間伐率を乗じて間伐材積を計算すると、推定値の誤差標準偏差は $2.64 m^3/ha$ となった。間伐材積の推定値と実測値の対比を図-4に示す。

残存木材積は(間伐前材積) $(1 - P_{TV})$ であるから、その推定誤差は間伐木のものと同じである。

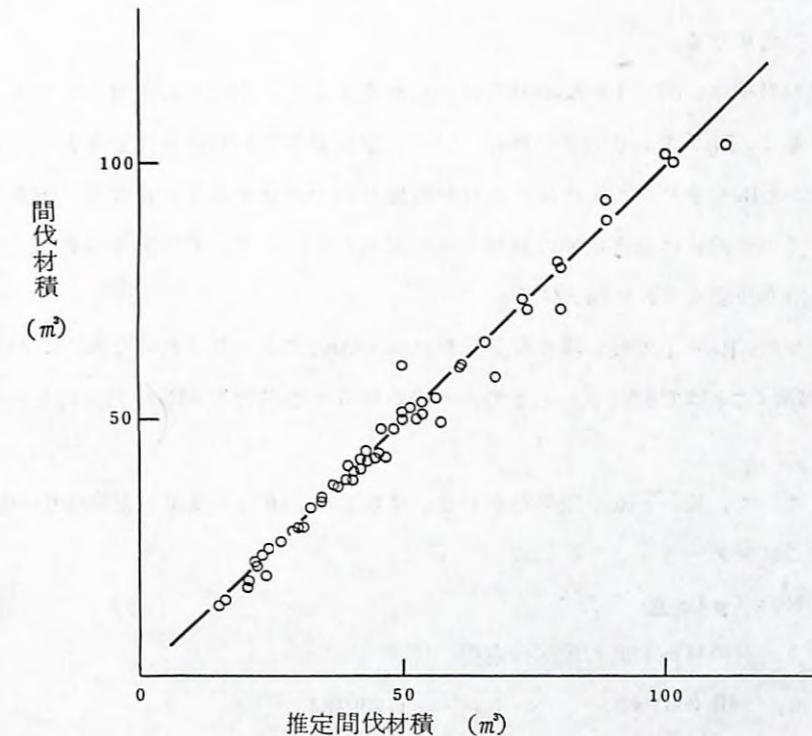


図-4 本数間伐率と $\frac{d}{D}$ 比による間伐材積の推定

5) 現実林分の収量比数

林分密度管理図では管理の基準を収量比数 R_y で示し、 R_y が1に近いほど密な林分ということになっている。

収量比数が与えられたときの林分材積と本数の関係は

$$V = K_2' N^{1+K_1} \quad (6)$$

$$K_1 = b_4 / (b_2 - b_4) \quad (7)$$

$$K_2' = \frac{(1-R_f)R_y}{b_1} \left[\frac{b_1}{b_3} \cdot \frac{1-(1-R_f)R_y}{(1-R_f)R_y} \right]^{\frac{b_2-b_4}{b_2-b_4}} \quad (8)$$

ここで $b_1 \sim b_4$ は(1)式の定数で、 R_f は限界競争比数である。

上層木平均樹高が H で本数 N の林分があり、その材積 V が逆数式(1)の理論材積と一致しているとすれば、(6)～(8)より、

$$N = \frac{(1-R_f)R_y}{1-(1-R_f)R_y} \cdot \frac{b_3}{b_1} H^{b_4-b_2} \quad (9)$$

が得られ、収量比数 R_y が H と N から

$$R_y = \frac{N}{\left(\frac{b_3}{(1-R_f)H^{b_4-b_2}} + N \right)} \quad (10)$$

として計算できることになる。

しかし、現実林の材積は、図-1の R_V の分布にみられるように、(1)式の理論材積の0.5～1.7倍の範囲にある。もし、 R_V が1より大きい林について、密度管理図から収量比数を判定したとすると、それは(10)式から R_y を求めることになり、林分密度を過少評価することになる。密度管理図の現地適用において、実際には過密状態の林相であるにもかかわらず、管理図では収量比数の適応値が示されるという矛盾もこれに帰因する。

このようなことから、 $R_V = 1$ でない限り収量比数は(6)～(8)式で求めなければならないが、(6)式を直接 R_y について解くことはできない。そこで、一般の場合に適用できる R_y の近似式を次のようにして求める。

まず(8)式をもとにして、 K'_2 と R_y の関係を求める。すなわち、0.5～1.0、間隔0.01の R_y について K'_2 を求め、これをデータとして近似式

$$R_y = (p + q K'_2)^{-1} \quad (11)$$

をあてはめる。カラマツの林分密度管理図の定数

$$b_1 = 0.0651368 \quad b_2 = -1.230184$$

$$b_3 = 9492.9 \quad b_4 = -2.948559$$

$$R_f = 0.347963$$

によると、(11)式の定数は

$$p = 0.4828 \quad q = 777.9 \quad r = -0.649624$$

となる。

これに対し、本数N、材積Vが与えられているとき、 K'_2 の値は(6)式によって

$$K'_2 = V/N^{1+K_1} \quad (12)$$

となるから、(11)式の K'_2 を(12)式の右辺でおきかえて

$$R_y = (0.4828 + 777 V^{-0.649624} N^{-0.465066})^{-1} \quad (13)$$

を得る。この精度は、 $R_y < 0.515$ のとき-0.001、 $R_y > 0.975$ のとき+0.001の誤差を生ずるほかは、小数点以下3桁まで正確な値が得られる。

6) 地位指数曲線

林分密度管理図による生長予測で、林分の動きを与えるのは、地位および年齢に応ずる樹高生長である。これまで、北海道のカラマツ林では、高齢林分のデータの入手が難しいため、データに裏づけられた地位曲線を導くことが難しかった。現在でもこの事情は大きく変わっていないが、収穫試験地の中にも林齢30年を越すものが始めているので、それらを用いて若干の検討を行うこととする。

始めに、林分密度管理図の齢階別平均樹高をもとにして、次のような上層木平均樹高の平均生

長傾向を求めた。

$$\log h_1(t) = 1.334436 - 1.151112 (0.918075)^t \quad (14)$$

また、この中心線のまわりの樹高変動は

$$h_2(t) = 3.3361 - 4.01777 (0.942651)^t \quad (15)$$

となった。ここで t は林齢である。

地位指数曲線は、地位指数をS、基準年齢を40年とすると、

$$H_t = h_1(t) + (S - h_1(40)) h_2(t) / h_2(40) \quad (16)$$

また林齢 t 、上層木平均樹高 H_t の林の地位指数は

$$S = h_1(t) + (H_t - h_1(t)) h_2(40) / h_2(t) \quad (17)$$

で推定できる。

この地位指数曲線が適用地域内の色々な地位の樹高生長の傾向を正しく表わしているとすれば、固定試験地の調査ごとの林齢と樹高から(17)式で推定される地位指数の系列は、平行な直線群になる筈である。34箇所の収穫試験地データについてこの吟味を行ったところ、林齢15年以下で地位指数の変動が大きく現れた。

このため、収穫試験地の資料だけを使ってBaurの帯線法で地位指数曲線式を再調製した。

すなわち、グラフ上におとした各試験地の樹高生長傾向の、上限と下限を通る滑らかな曲線を描き、この二つの曲線間の差と平均をそれぞれ $h_2(t), h_1(t)$ のデータとして、次式を求めた。

$$h_1(t) = 31.895 - 34.4866 (0.966433)^t \quad (18)$$

$$\log h_2(t) = 0.921217 - 0.679095 (0.896529)^t \quad (19)$$

(18)、(19)、および(17)式によって推定した収穫試験地の地位指数の推移を表2に示す。この場合にも、15年生以下ではやはり地位指数が上下に変動しているが特定の傾向はなく、全体として密度管理図資料による(14)、(15)式のものより安定した傾向を示す。

このようにして、利用できる範囲のデータでは、現実林の動きを代表する地位曲線群が得られたが、使用したデータの最高林齢が30年前後ということから、今後高齢木の樹幹解析資料などを加えて、改良していく必要があると考える。(18)、(19)および(16)式で計算される地位指数ごとの推定樹高を表3に示す。

(小木和彦、眞辺昭)

表-2 収穫試験地の地位指數の推移

表-3 カラマツの暫定地位指數曲線

		地位指數・齡階別推定樹高(m)								
林齡 年	1 6	1 7	1 8	1 9	2 0	2 1	2 2	2 3	2 4	2 5
5	-	0.31	0.72	1.13	1.54	1.96	2.37	2.78	3.19	3.61
10	3.10	3.70	4.31	4.91	5.52	6.12	6.72	7.33	7.93	8.53
15	5.89	6.64	7.40	8.15	8.90	9.65	10.41	11.16	11.91	12.66
20	8.40	9.26	10.12	10.97	11.83	12.68	13.54	14.39	15.25	16.10
25	10.67	11.59	12.51	13.44	14.36	15.28	16.20	17.12	18.04	18.96
30	12.69	13.65	14.61	15.58	16.54	17.50	18.46	19.42	20.38	21.35
35	14.46	15.45	16.43	17.42	18.41	19.39	20.38	21.36	22.35	23.33
40	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	25.00
45	17.32	18.33	19.34	20.35	21.36	22.36	23.37	24.38	25.39	26.40
50	18.45	19.46	20.48	21.49	22.50	23.52	24.53	25.54	26.56	27.57
55	19.41	20.43	21.45	22.46	23.48	24.49	25.51	26.53	27.54	28.56
60	20.23	21.25	22.26	23.28	24.30	25.32	26.34	27.35	28.37	29.39
65	20.92	21.94	22.96	23.98	24.99	26.01	27.03	28.05	29.07	30.09
70	21.50	22.52	23.54	24.56	25.58	26.60	27.62	28.64	29.66	30.68

2. 林分密度管理図による蓄積、間伐量の予測方法 一 四国地方スギ、ヒノキ

1) まえがき

林分密度管理図を用いて蓄積経理のための基となる施業別の収穫予測を行なう場合、施業による林分構造の相違に対応して林分密度管理図による推定材積を補正する必要がある。

そのため、高知営林局管内の収穫試験地の調査資料を用いて、収穫予測に必要な補正方法の検討を行なった。

2) 林分材積の補正方法

高知営林局管内にある収穫試験地の調査資料スギ74点、ヒノキ57点を用い、四国地方国有林林分密度管理図から各資料の平均直径と材積の推定値を求め実測値との差や誤差率 $(\hat{V} - V)/V \times 100$ 、但し \hat{V} は管理図による推定材積、 V は実測材積) を求めて推定精度を検討した。また推定材積 (\hat{V}) を次に示す式によって補正した場合についても検討した。

$$\text{補正式 スギ: } \hat{V}_c = \hat{V} \times D^2 / \hat{D}^2 \quad (20)$$

$$\therefore \hat{V}_c = \hat{V} (1.57563 D / \hat{D} - 0.57628) \cdots (R = 0.91) \quad (21)$$

ヒノキ: スギと同じ

$$\therefore \hat{V}_c = \hat{V} (1.6098 D / \hat{D} - 0.6081) \quad (21)'$$

但し \hat{V}_c は補正材積、 \hat{D} は管理図による推定直径、 D は実測直径で、またスギの(2)式は管理図作成に用いた資料から作成したものである。

収穫試験地資料の推定材積の誤差率と補正後の誤差率について示すと図5のとおりである。

スギは資料数74点のうち、推定材積の誤差率が $\pm 10\%$ 以下のもの33点 (45%)、 $\pm 20\%$ 以下のもの68点 (93%)、平均誤差率 (絶対値の平均) 12%であり、ほとんどのものは20%以下の誤差範囲の中に入っている。またスギの図の左寄りのA・B・C試験地は推定材積のほとんどが、正の誤差率 ($\hat{V} > V$) であるが、それより右側のものは、負の誤差率 ($\hat{V} < V$) である。A・B・C試験地は過去に間伐が行なわれた林分であるが、右側のものは未間伐の資料が大部分で、試験地のようによくまとまった林分 (樹木の配置が均一) で、しかも未間伐の場合は、推定材積より実材積の方が大きい場合が多いと思われる。ヒノキは57点の資料中推定材積の誤差率が $\pm 10\%$ 以下は30点 (53%)、 $\pm 20\%$ 以下は40点 (70%)、平均誤差率はスギと同じく12%であった。

各補正式による補正後の誤差率はスギでは $\pm 10\%$ 以下のものが(20)式で補正すると64点 (86%)、(21)式では67点 (91%)、平均誤差率は(20)式で5.2%、(21)式で4.2%となった。ヒノキは $\pm 10\%$ 以下は(20)式で48点 (84%)、(21)'式で50点 (88%)、平均誤差率は(20)式で6.3%、(21)'式で5.2%となり両樹種とも補正前に比べて誤差が著しく減少した。しかし、補正前後の誤差を個々の資料についてみると、補正前に比べて誤差率の正負の符号が変わるものや、補正によってかえって誤差が大きくなるものがある。このようなことがおこる場合を1式で補正する場合につい

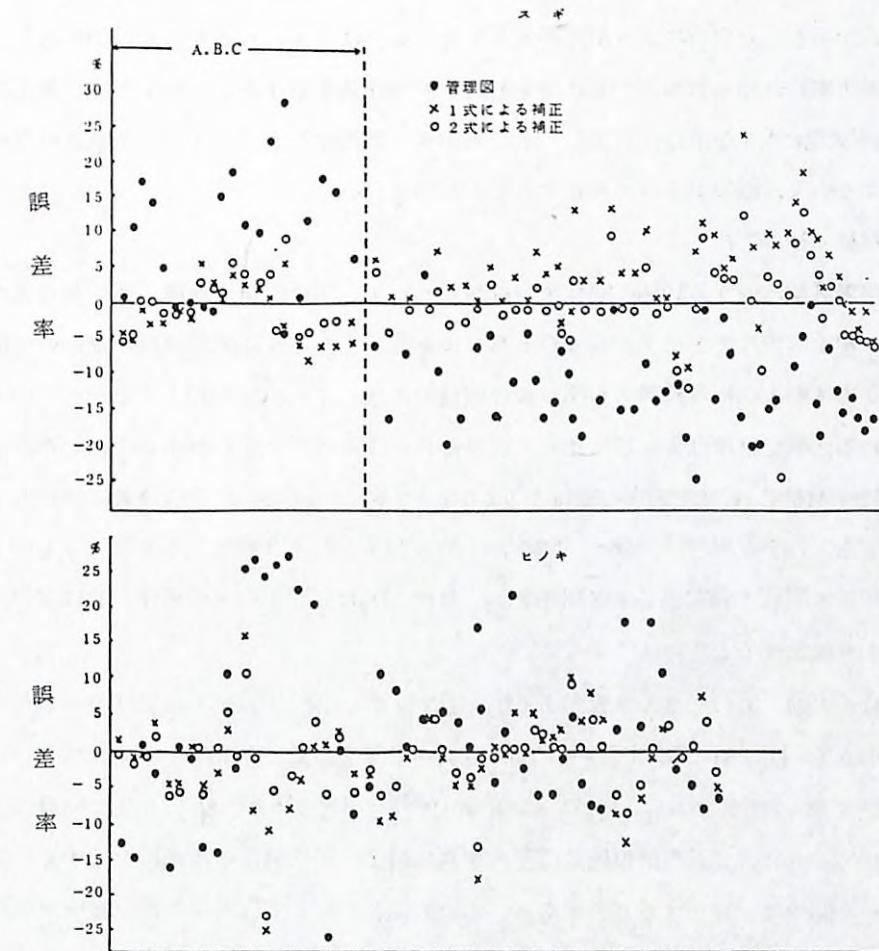


図-5 各々の資料の管理図による推定材積と補正後の材積の誤差率
てみるとつぎのようになる。

- ① 補正前の \hat{V} と V の関係が $\hat{V} < V$ 、 $\hat{V} > V$ 、 $\hat{V} = V$ のいずれの場合でも $D^2 / \hat{D}^2 > V / \hat{V}$ であれば補正後の材積が実材積より大きく、 $D^2 / \hat{D}^2 < V / \hat{V}$ であれば補正後の材積が実材積より小さい。
- ② 補正前に $D / \hat{D} < 1$ のとき $D / \hat{D} > \sqrt{\frac{2V - \hat{V}}{\hat{V}}}$ か、 $D / \hat{D} > 1$ のとき $D / \hat{D} < \sqrt{\frac{2V - \hat{V}}{\hat{V}}}$ であれば補正によって誤差が小さくなる。
- ③ 補正前に $D / \hat{D} < 1$ のとき $D / \hat{D} < \sqrt{\frac{2V - \hat{V}}{\hat{V}}}$ か、 $D / \hat{D} > 1$ のとき $D / \hat{D} > \sqrt{\frac{2V - \hat{V}}{\hat{V}}}$ であれば補正によって誤差が大きくなる。

収穫試験地資料で補正前に比べて補正後正負の符号が変わったものはスギでは(20)式で55点 (74%) (21)式で33点 (45%)、ヒノキは(20)式で35点 (61%)、(21)'式で32点 (56%) であった。また補正により誤差が大きくなったものはスギでは(20)式で18点 (24%)、(21)式で13点 (18%)、ヒ

ノキは(20式で14点(25%)、(2式で10点(18%)であった。管理図作成資料(スギ370, ヒノキ340点)でも1式で補正した場合により誤差が大きくなるものはスギ、ヒノキとも約20%あり、このような林分が実際には相当数あることが考えられるので注意を要する。このように、補正効果は(20)と(21)又は(21)'式間に大きな差はないとしても、補正後の誤差率や上記のような問題点の出現度からみて(20式より(21)又は(21)'式によって補正することが望ましい。

3) 間伐材積の補正方法

スギ収穫試験地のうち10個の間伐実行資料について、間伐前後の材積、間伐量などの実測値と推定値、補正結果などを示すと表4のとおりである。(ヒノキは間伐資料がないので検討しなかった。)表4のように各資料とも間伐後は間伐前に比べて V/V' の値が小さくなっている。

すなわち、推定材積は実材積に比べて間伐前に対する減少の度合が小さく、したがって間伐量(間伐前後の材積差)は推定値が実測値より小さな値となる。すなわち、推定値は実測値より1ha当たり4~66m³小さく、誤差率では-18~-52%, 平均-34%となり3割以上も実測よりも小さい。このような誤差と間伐木の大きさとの関係を D_T/\bar{D} 比(D_T は間伐木の平均直径、 \bar{D} は間伐前の平均直径)により検討すると次のようになる。

D_T/\bar{D} が0.74と0.77で他の8資料より D_T/\bar{D} が小さいH・I試験地は間伐量の誤差も-4, -7m³と小さく、 D_T/\bar{D} の比が0.79~0.85の8資料は誤差量が、-30~-66m³と大きい。しかし、この8資料の個々の比較では D_T/\bar{D} が大きいものが必ず負の誤差も大きいという関係はみられなかった。

このため、林分密度管理図の同じ等平均樹高曲線上で間伐前後の本数に対応する材積差として求められる間伐量を補正する必要がある。その方法として、間伐前後の推定材積を前述の1式又は2式でそれぞれ補正してその差を間伐量とする方法と3式に示す材積間伐率(P_{TV})と本数間伐率(P_{TN})および間伐木と全林木の平均直径の比(D_T/\bar{D})との関係を利用する方法について検討した。

$$\log P_{TV} = 0.012462 + 1.007668 \log P_{TN} + 2.471703 \log \left(\frac{D_T}{\bar{D}} \right) (R=0.99) \quad (22)$$

$$\text{又は } P_{TV} = -44.956 + 0.6213 P_{TN} + 56.4016 \left(\frac{D_T}{\bar{D}} \right) \quad (R=0.99) \quad (22)'$$

(22), (22)'式によって材積間伐率を算出し、これを間伐前の材積にかけると間伐量が精度よく推定でき、表4のように推定間伐量の誤差率の平均は2%に低下した。また(20式), (21)式によって間伐前後の材積を補正して求めた間伐量の推定誤差率も平均して(20式で9.6%, (21)式で4.4%)となり補正前の34%に比べて誤差率が大幅に低下した。

このような方法によって間伐量の推定精度の向上が期待できるが、このためには上層木平均樹高、間伐前後のha当たり本数とともに間伐前後の直径を知る必要がある。収穫試験地の資料で検討した結果、間伐前に対する間伐後の直径比率(間伐後の平均直径/間伐前の平均直径)と本数間伐率(P_T)の関係はつぎのようになる。

表-4 間伐前・後の材積と間伐量の推定誤差と補正後の誤差

試験地	上層木平均樹高(m)	胸高直径(cm)	D/\bar{D}	HA当り本数(本)	HA当り材積(m ³)	誤差率(%)	1式による補正		2式による補正		3式による補正	
							実測(V)	管理図(V')	材積(m ³)	誤差率(%)	材積(m ³)	誤差率(%)
A	17.9	21.2	2.116	0.98	1,477	497	501	0.99	483	-3.2	477	-4.0
B	13.0	13.7	1.333	1.03	826	353	393	0.90	11.3	-5.1	337	-4.5
1回目間伐	17.0	15.2	1.622	0.92	651	144	108	1.08	-2.50	148	140	-2.8
C	13.9	18.4	1.911	0.96	3266	355	348	1.02	-2.00	369	364	2.6
2回目間伐	18.1	20.2	2.244	0.90	1,926	254	293	0.86	1.55	258	265	4.3
D	17.9	16.7	1.74	0.96	1,340	101	55	0.91	-4.55	111	99	-2.0
E	17.9	20.0	1.92	1.04	1,926	449	494	0.91	10.0	459	2.2	3.0
F	16.4	21.6	2.19	1.10	1,232	340	421	0.81	2.38	343	0.9	4.1
G	10.5	12.3	1.09	1.08	2,000	529	467	1.13	-1.17	546	53	-0.6
H	7.9	9.3	1.09	1.03	1,236	411	391	1.05	-4.93	158	144	-4.0
I	7.2	8.2	1.12	1.12	3,438	1,12	1,12	1.05	-2.26	134	127	-3.2
間伐量の推定誤差の平均										34.0	9.6	4.4

$$\hat{D}_{\text{後}} / \hat{D}_{\text{前}} = 0.0027369 (P_T) + 1.012818 \quad (R = 0.86) \quad (23)$$

このような関係式から間伐前の全林の平均直径と本数間伐率がわかれば、間伐後の平均直径 ($= \text{間伐前の直径} \times \text{間伐前後の直径比率}$) や間伐木の平均直径 ($= \frac{\text{間伐前の直径} - \text{間伐後の直径}}{\text{本数間伐率}}$) が推定できる。

4) 林分の各構成要素と \hat{V}/V の関係

林分密度管理図による推定材積と実材積との差が生ずる原因の一つとしては、管理図を構成する各曲線が示す平均的な林分と現実林の林分構造の相違が考えられる。したがって、推定材積と実材積の比に対する林分の構成要素との関係を解析した。

(1) 直径分布および樹高分布と \hat{V}/V の関係

直径および樹高について、変動の尺度となる変動係数 (C_V) と \hat{V}/V の関係を収穫試験地の各資料について示すと、図 6, 図 7 のとおりである。

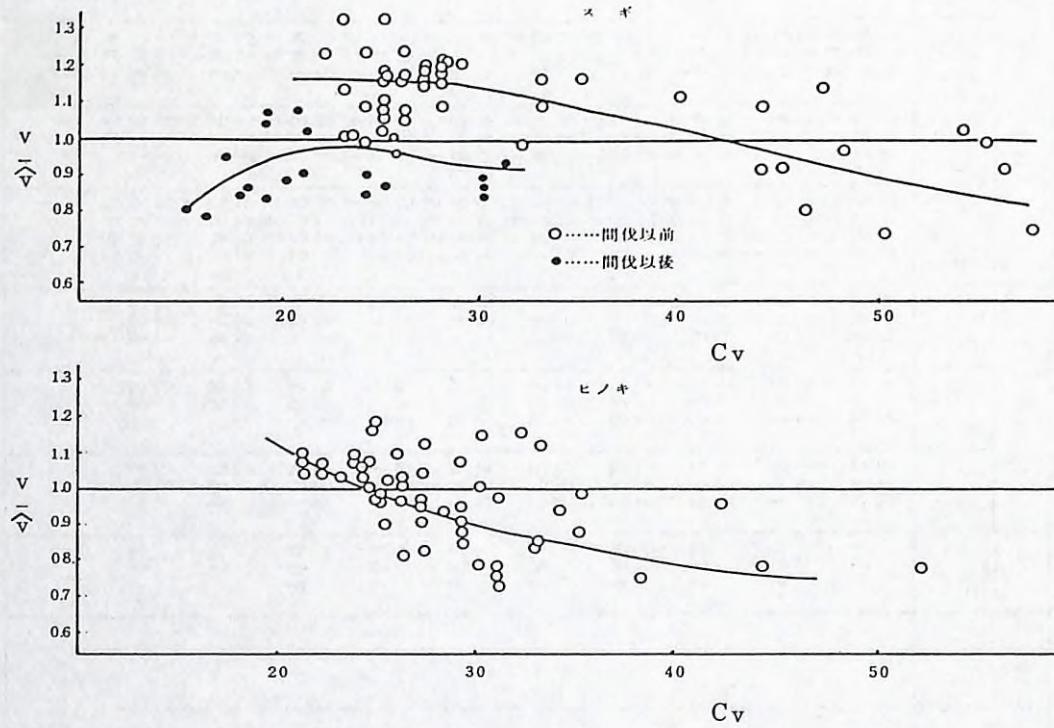


図 - 6 直径の変動係数と \hat{V}/V

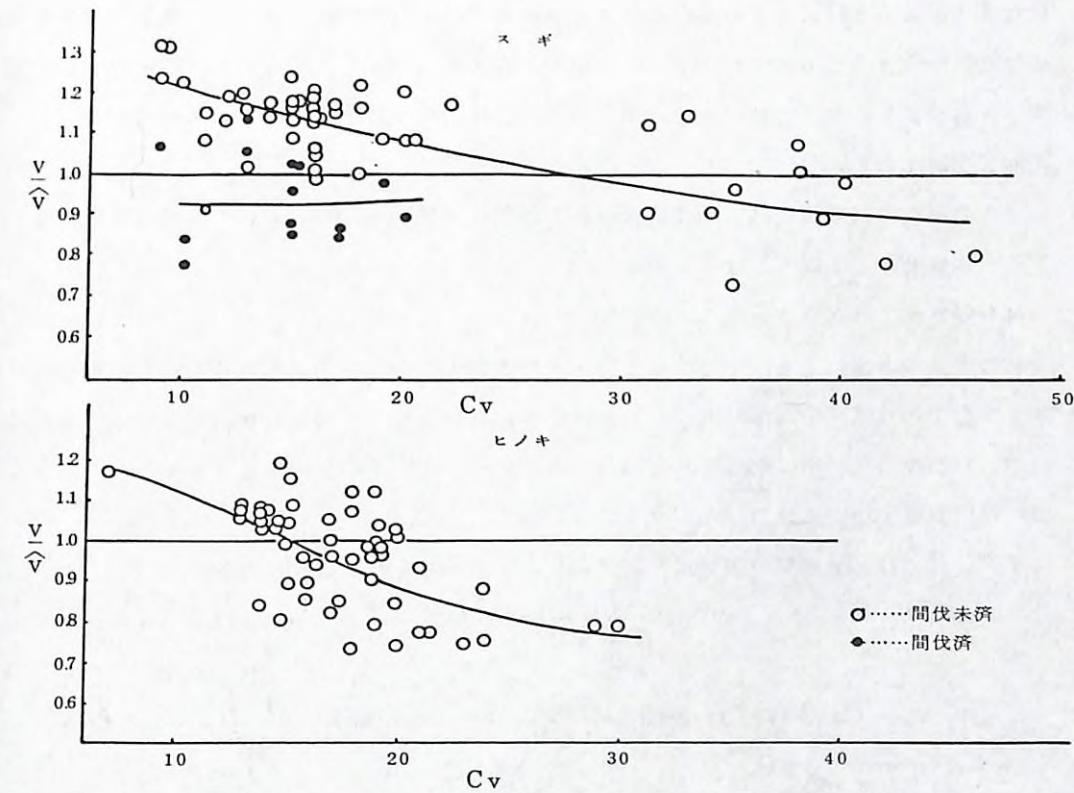


図 - 7 樹高の変動係数と \hat{V}/V

スギについては間伐実行以前と間伐実行以後について示した。ヒノキはすべて間伐実行以前である。スギおよびヒノキの間伐実行以前では、直径、樹高の C_V 対する \hat{V}/V のチラバリの幅はいづれも大きいが、分布の中心線を 3 次式によって示すと次のようになる。

間伐実行以前

直径の C_V と \hat{V}/V の関係

$$\text{スギ: } \hat{V}/V = 0.19544 + 0.081237 C_V - 0.0021358 C_V^2 + 0.0000159 C_V^3 \quad R = 0.72$$

$$\text{ヒノキ: } \hat{V}/V = 2.63871 - 0.12238 C_V + 0.0027812 C_V^2 - 0.00002074 C_V^3 \quad R = 0.53$$

樹高の C_V と \hat{V}/V の関係

$$\text{スギ: } \hat{V}/V = 1.3338 - 0.020899 C_V + 0.0006497 C_V^2 - 0.0000101 C_V^3 \quad R = 0.73$$

$$\text{ヒノキ: } \hat{V}/V = 1.14991 + 0.011625 C_V - 0.0019986 C_V^2 + 0.0000396 C_V^3 \quad R = 0.59$$

間伐実行以後

直径の C_V と \hat{V}/V の関係

$$\text{スギ} : \hat{V/V} = -2.303 + 0.3962 C_V - 0.0157 C_V^2$$

$R = 0.428$

このように収穫試験地の資料では間伐実行以前では直径、樹高の C_V と $\hat{V/V}$ にはいづれも密接な関係があるとは言えず、またヒノキはスギに比べて R の値が小さい。いずれの場合も中心線は C_V が大きくなるにつれて V/V の値が小さくなっている。すなわち、 C_V の大きい林分では実材積より管理図材積が大きい場合が多く、中心線では直径の C_V がスギで42%，ヒノキで24%を越えると V/V が1より小さくなることを示している。

スギの間伐実行以後では、間伐実行以前とは異なる傾向を示し、 C_V の大きさに関係なく、 $\hat{V/V}$ はほとんど1以下となっている。

(2) 林分形状比(\bar{H}/\bar{D})と $\hat{V/V}$ の関係

林分密度管理図による推定材積は上層木平均樹高と本数から求められるが、この場合同じ樹高と本数であれば平均直径の大きい林分は小さい林分より多くの場合材積が多いことが想像される。したがって材積に関係のある樹高と直径について、その比率($\frac{\bar{H}}{\bar{D}}$)と $\hat{V/V}$ の関係を管理図作成資料を用いて検討した。

まず、 \bar{H}/\bar{D} と $\hat{V/V}$ の関係式を3次式により求めると次のようになる。

$$\text{スギ} : \hat{V/V} = 2.0284 - 1.4008 \left(\frac{\bar{H}}{\bar{D} \times 100} \right) - 0.3933 \left(\frac{\bar{H}}{\bar{D}} \right)^2 + 0.5232 \left(\frac{\bar{H}}{\bar{D} \times 100} \right)^3$$

$R = 0.67$

$$\text{ヒノキ} : \hat{V/V} = 4.2851 - 11.9859 \left(\frac{\bar{H}}{\bar{D} \times 100} \right) + 15.3698 \left(\frac{\bar{H}}{\bar{D} \times 100} \right)^2 - 7.1315 \left(\frac{\bar{H}}{\bar{D} \times 100} \right)^3$$

$R = 0.67$

このように \bar{H}/\bar{D} と $\hat{V/V}$ の関係はあまり高いとはいえない。

5) $\hat{V/V}$ の経時的変化

$\hat{V/V}$ の経時的変化や間伐前後の変化をみると、収穫試験地の調査間隔である5年間、および間伐前後の $\hat{V/V}$ の変化を示すと図8のとおりである。まず $\hat{V/V}$ の5年間における変化では期首の値がスギ1.15、ヒノキ1.05まではほとんどの場合期首より期末(5年後)の方が大きく、期首の値がそれより大きいと逆に期末の方が期首より小さくなるものがみられた。またスギでは期首の値が1.00~1.05の間が期末の増え方が最大で、それより期首の値が小さくなるにつれて期末の増え方も次第に小さくなっているが、ヒノキではこのような傾向がみられない。間伐実行以後では間伐直後は間伐前に比べて、 $\hat{V/V}$ の値が小さくなり、さらに次回調査時(間伐後3~5年目)も間伐直後より $\hat{V/V}$ の値がわずかながらでも小さくなるものが多いが、それ以後は調査回数の増すごとに期末の値が大きくなっている。

間伐実行以前および間伐後5年経過後における場合の $\hat{V/V}$ の経時的(5年間)変化は次式で示される。

$$\text{スギ} : R_{VY} + 2.797 (R_{VX})^2 + 6.651 (R_{VX}) - 2.768$$

$$\text{ヒノキ} : R_{VY} = -0.760 (R_{VX})^2 + 2.239 (R_{VX}) - 0.426$$

R_{VY}, R_{VX} は期末期首の各 $\hat{V/V}$ で、このような変化から現在の $\hat{V/V}$ の値がわかれば将来の $\hat{V/V}$ の値が推定できる。管理図によって林分材積の動きを予測するには $\hat{V/V}$ の時間的変化を加える必要があり、将来の年数に応じた上層木平均樹高の伸長に対応させて求めた管理図材積にその経過年数に応じた $\hat{V/V}$ の値を乗することによってその時点の材積を、より精度よく推定できると考えられる。

(佐竹和夫)

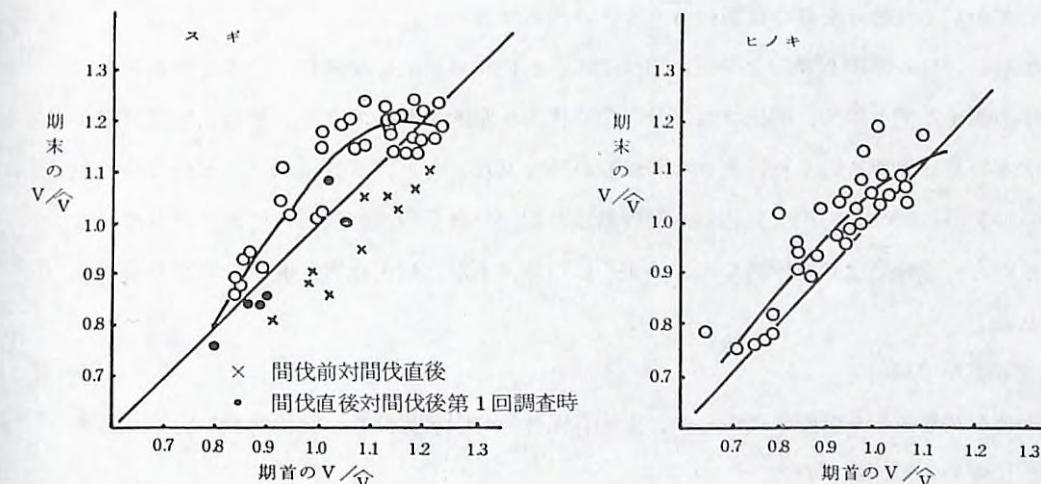


図-8 $\hat{V/V}$ の時間的変化

3. 林分密度管理図による間伐指針の検討

1) まえがき

主伐林の生産目標等の林分構成推定や、現実林を目標林に誘導する密度管理指針として、地域・樹種ごとに林分密度管理図が作成された。

東北地方国有林を対象にした林分密度管理図はスギ（秋田地方、山形地方、青森・岩手・宮城地方）、アカマツ（東北全域）、カラマツ（東北全域）が作成されている。

林分密度管理図の活用により、特定の地域、樹種について林分の構造、生長予測ができる。植栽から主伐期にいたる各過程の林分生長予測を簡便に把握できる。これによって、主伐期の生産目標の設定と、目標実現の具体的な林分管理法の検討が容易である。

従来の間伐指針は平均直径及び樹型級区分を基にした、定量的間伐法がとられてきた。これら間伐法は、林地生産力の基礎になる地位ごとの収穫量や、生産目標にそった密度管理基準の設定がむずかしく、林分を期待径級に導くことが困難であった。

これに対し、林分密度管理図を用いた間伐法は、地位を直接的に反映している上層樹高を間伐量決定の因子とするので、間伐該当林分の生育状況を量的に把握できる。また、生産目標の設定や個々の林分実態に応じた、適切な間伐設計の容易なことと、保育経過に応じた将来の林分状況の予測が可能で、将来を見通した間伐計画の樹立、林分の連続的経営管理が容易になる。

間伐指針として林分密度管理図を、どのように活用するか、秋田地方国有林のスギ林を対象に検討した。

2) 密度管理基準の検討

収量比数を基準にした密度管理のとき、主伐目標林分の収量比数や、間伐前後の収量比数をどのように定めるか問題になる。

間伐後林分の適正な密度指標である収量比数解明のため、正常林分収穫表調製資料を用いて、主林木の収量比数実態、固定試験地資料を用いて、収量比数と材積生長量の関係、現実林の間伐実態から、適正な間伐基準の収量比数の大きさ等を検討した。

(1) 正常林分収穫表調製資料による適正収量比数の検討

正常林分収穫表調製のため収集された標準地は、樹冠の粗密度及び立木本数が適正で、健全な生育林を対象に、林齢、地位に相応した寺崎型式B種間伐を施行した場合、残存される林木を主林木として選定している。

このように標準地資料は正常な生育林を対象に、林分の生育・構成状態に応じた間伐施業後の残存木の配置と、適正な間伐量を検討・査定しているので、適正間伐による残存木密度の収量比数推定に適している。

秋田地方スギ林収穫表調製標準地より、間伐が可能と思われる主林木平均樹高10m以上の

林分を研究資料に用いた。

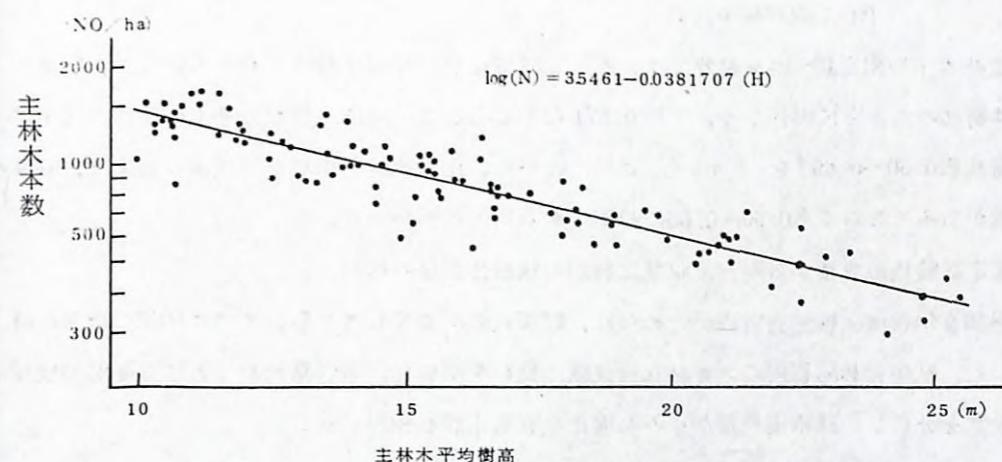


図-9 主林木平均樹高と本数の関係(秋田地方スギ)

主林木平均樹高の生長につれ、どのような本数管理が行われているか図-9に示した。ha当たり本数は樹高生長につれ、一定の減少傾向を示し、主林木平均樹高(H)と間伐後の残存本数(N)は相関が高く、(24)式の関係がみられる。

$$\log(N) = 3.56461 + 0.0381707(H) \quad (24)$$

相関係数=-0.925

この関係を収量比数上から考察するため、秋田地方スギ林分密度管理図を構成する各式の係数を用いて、標準地の間伐後の収量比数を算出し、主林木平均樹高との関係を分析した(図-10)。

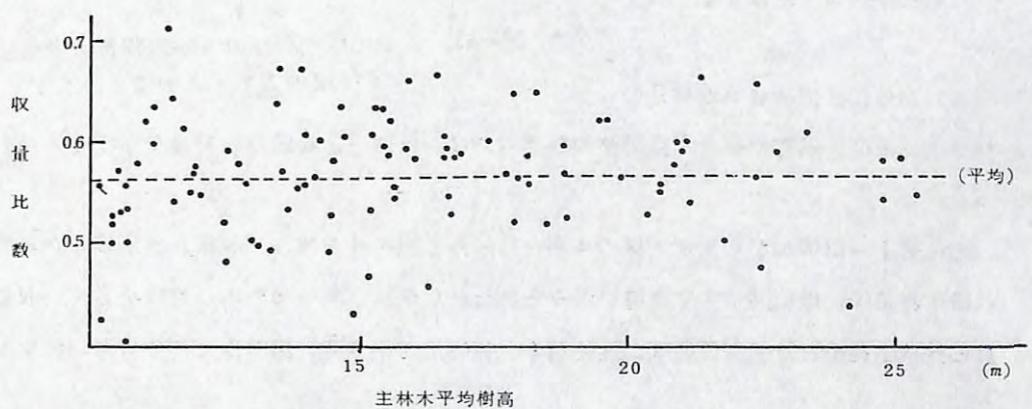


図-10 主林木平均樹高と収量比数の関係(秋田地方スギ)

$$V = (b_1 H^{b_2} + b_3 H^{b_4} / N)^{-1}$$

(25)

$$Ry = (1 - V / N \times b_3 H^{b_4}) / (1 - R_f)$$

(26)

V ; ha当たり材積, Ry ; 収量比数

Rf ; 限界競争比数

主林木平均樹高10~25m林分では、樹高と収量比数の相関係数は0.022の低位で、収量比数は樹高の大きさに関係なく、平均0.571を中心として、ほぼ一様な分布（標準地の大半は収量比数0.50~0.65）を示している。このことから、生育状況に応じた間伐後の密度は、収量比数からみておおよそ0.50~0.65の範囲であることがわかった。

(2) 固定試験地の成績からみた、収量比数別の材積生長量の検討

昭和9年収穫試験施行方法が定められ、収穫試験に着手してから、すでに50年の歳月が経過した。秋田営林局管内のスギ林収穫試験地資料を用いて、各収量比数ごとに5年間の材積生長量を分析し、材積生長量からみた適正な収量比数を検討した。

収穫試験地の調査記録から、地位II等地、林齢20~70年生林分を対象に、収量比数の大きさと5か年間の定期材積生長量を図-11に示した。

期首林分の収量比数と定期材積生長量の相関係数は0.232と低かった。収量比数0.50~0.90の密度範囲の材積生長量は90~170m³/haで、密度の大きさと関係なくほぼ一定範囲の材積生長量を示している。

これから、地位II等地林分の材積生長量は、通常取扱う密度調整の範囲内では、ほぼ一定範囲の生長量を示すことがわかった。

地位級I~III等地を対象に同様の考察を行った（表-5参照）。収量比数別の5か年間の材積生長量は、地位間で大きな違いがみられた。しかし、同一地位内の差は小さく、収量比数と材積生長量との相関係数は、地位級I、II等地で小さく、III等地でやや大きい値を示した。

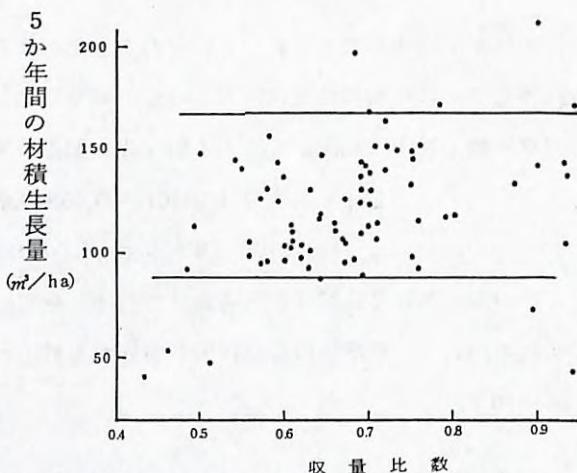


図-11 収量比数別林分の5か年間材積生長量
(秋田地方スギ・地位2等地)

表-5 収量比数の大きさと5か年間の材積成長量の関係秋田営林局管内
スギ収穫試験地成績記録から

	収量比数	地位級		
		I	II	III
収量比数	0.40			31.8
	0.50	124.1	118.7	54.2
	0.60	130.9	113.4	88.2
	0.70	139.1	129.5	81.5
	0.80		124.3	100.9
	0.90		132.1	
相関係数		0.268	0.232	0.673

（地位級分類は秋田地方スギ林収穫表による）

各地位級ごとに、各収量比数間の材積生長量の差について検討を行った。収量比数ごとに標本数、標本平均、標本標準偏差を用いて、Welchによるt-検定を行なった。

この結果、地位級I、II等地は、各収量比数間の材積生長量は、有意な差が認められなかった。

地位級III等地は、収量比数0.4と0.5間の材積生長量に5%の有意差があり、収量比数0.4、0.5と0.6以上間の材積生長量に1%の有意差が認められた。また、収量比数0.6、0.7、0.8間の材積生長量には有意な差が認められなかった。

以上のことから、材積生長量を考慮した間伐後残存木の適正収量比数は、地位級I、II等地で0.5以上、III等地で0.6以上あることが判明した。

(3) 現実林の間伐実態からみた適正収量比数の検討

間伐基準の収量比数を明らかにするため、秋田営林局管内スギ施業地の比較的多い計画区を対象に、間伐指定林より表6に示す69林分を選び毎木調査による林分型態、間伐木の選定、間伐前・後林分の収量比数などを調べた。

これらの林分について、現実の間伐該当林分は、間伐後どの程度の収量比数まで密度を下げているか、これらのうつ閉度は適正か、林木の健全度を示す林分形状比(H/D)は収量比数の大きさによってどう変化するかなど検討した。

① 間伐前林分の密度構成

間伐対象林の本数密度は、収量比数からみると0.40~0.90の広範囲にわたり、低密度~

表-6 間伐実態調査林分数

計画区	事業区	計
米代川	十和田・大館・鷹ノ巣・阿仁	25
八郎潟	合川・二ツ井・能代・秋田	20
秋田南部	大曲・湯沢・本荘・矢島	24
	計	69

(秋田管林局管内スギ林)

高密度からなっている。

間伐収穫量を、間伐によって減少した収量比数差からみると、表7に示すように大部分は整理伐程度の弱度から収量比数差0.15の範囲までに及び、0.16以上の強度間伐例は少なかった。

表-7 間伐の実態

間伐前の 収量比数	間伐によって減少した収量比数				
	~0.05	0.06~0.10	0.11~0.15	0.16~	計
~0.59	13	10	4	-	27
0.60~0.69	5	5	5	-	15
0.70~0.79	3	5	8	3	19
0.80~	-	1	4	3	8
計	21	21	21	6	69

② 間伐前後の収量比数差と材積間伐率、および林分形状比の関係

適正な間伐量を求めるため、間伐前後の収量比数の差と材積間伐率との関係、林木の健全度を表す林分形状比との関係を検討した。

ある程度の間伐収穫量を期待して、間伐前後の収量比数の差を0.15減少させた間伐の場合の材積間伐率および林分形状比の変化を表8に示した。

この結果、間伐前林分の収量比数が0.65~0.80のとき、収量比数差0.15減少する間伐では材積間伐率は約20~25%にあたり、密な林分ほど材積間伐率の小さい適正な間伐量であった。また、収量比数差0.15以内の間伐では林分形状比の減少は小さく、林分構造を急激

表-8 収量比数基準の間伐と材積間伐率、林分形状比の変化

間伐前の収量比数	間伐後の収量比数	材積間伐率	林分形状比の減少値
0.65	0.50	23%	6
0.70	0.55	21	7
0.75	0.60	20	8
0.80	0.70	19	10

に変化させていないことが判明した。

③ 間伐後林分の密度構成

間伐林分の残存木収量比数の実態、間伐木平均直径(d)と間伐前平均直径(D)比で定義した、間伐種別の実態を表9に示した。

表-9 間伐後林分の収量比数、間伐種別林分数

間伐後の収量比数	林分数	%	間伐種及び間伐尺度	林分数	%	
~0.49	15	21.7	除伐的間伐	~0.65	13	18.8
0.50~0.59	25	36.3	弱度下層間伐	0.66~0.75	14	20.3
0.60~0.69	22	31.9	強度下層間伐	0.76~0.90	28	40.7
0.70~0.79	7	10.1	上層間伐	0.91~1.00	7	10.1
			折伐的間伐	1.00~	7	10.1
計	69		計		69	

(間伐尺度は間伐木平均直径(d)／間伐前平均直径(D)による)

間伐後林分の残存木密度は、収量比数0.50~0.70の範囲に多くの林分(約70%)が含まれ、0.50以下の低密度の林分は少なかった。

間伐実行林を(d/D)の尺度で分類した間伐種でみると、上層間伐、折伐的間伐林分は少く、下層木主体の保育間伐林が大勢を占めている。

間伐後林分の妥当な収量比数を求めるため、間伐後林分の収量比数(0.50~0.65対象)と樹冠疎密度(樹冠面積／林地面積)の関係を図12に示す。この図から、収量比数0.60~0.65林分は樹冠疎密度で約70%以上に該当し、さらに間伐すべき林木や、数年後新たな間伐対象木の発生が予想される林分構成を呈している。これに対し、収量比数0.50~0.55林

分は樹冠疎密度60~65%に相当し、次回間伐の発生は7~10年後と予想される適正な間伐実行直後林分の構成・林木配置を示していた。

④ 主伐目標林分の検討

主伐収穫材の生産目標検討として、高齢級（林齢56~85年）の171林分を対象に、表10に示す上層木平均樹高に対する平均直径の大きさを検討した。

上層木平均樹高を基準にした平均直径は、種々の密度林のため広範囲に出現している。今後、計画的な間伐導入によって収穫目標を、各上層樹高毎の平均直径分布の上位グループ林（ほぼ上位から1/2までの林分を対象）として、その収量比数を求めた。

この結果から、上層平均樹高20m以上の林分は、伐期収穫林の密度を収量比数0.70に誘導することが望ましいと考えられる。

3) 間伐指針作成方針

秋田営林局管内スギ人工林を対象にした各種の考察から次のことが判明した。

林齢・地位など生育実態に応じた適正林分の間伐残存木の収量比数は0.50~0.60であった。

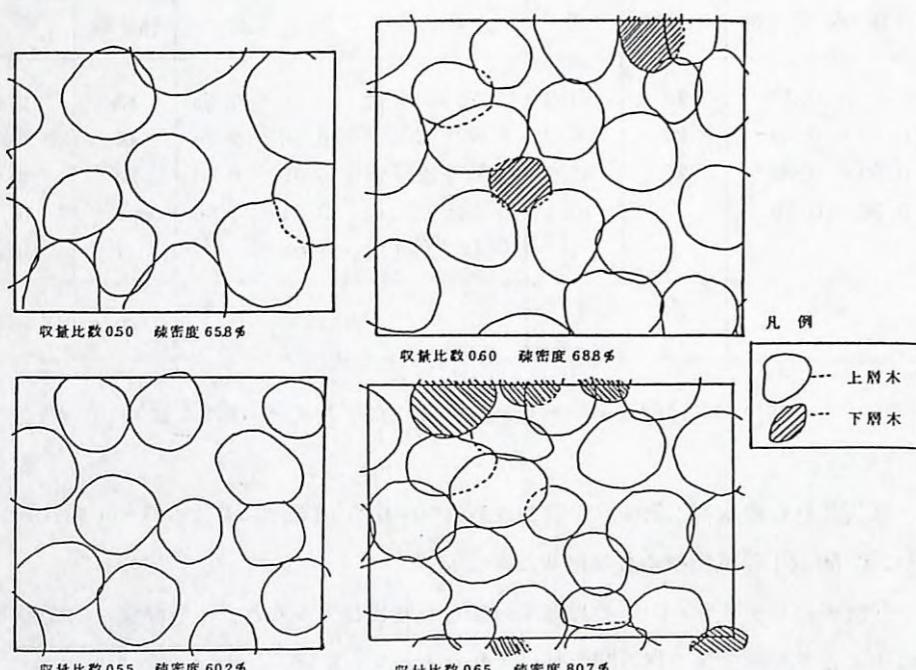


図-12 収量比数別の樹冠疎密状況

表-10 主伐林分の形態と収量比数の実態

上層木平均樹高	平均直径の範囲	上位グループ 林分の平均直径	上位グループ 林分の収量比数
15m	17~26cm	24cm	0.45
20	21~32	28	0.67
25	27~37	34	0.69
30	32~42	40	0.71

（秋田営林局スギ主伐林分資料から）

地位級III等地0.60以上であった。

現実の間伐指定林の収量比数は0.40~0.90の広範囲にわたり、1回の間伐では収量比数の差0.15以下の密度管理がほとんどである。

間伐前後の収量比数差0.15の密度管理は、材積間伐率25%以下に相当し、林分の健全度を示す林分形状比の減少は10以下で林分構造の急激な変化はみられない。

間伐施行林の収量比数は0.50~0.70林分が多く、間伐種は保育を主目的とした下層弱度から強度に及んでいる。

主伐時の目標を伐期における各上層平均樹高に対応した、適正な平均直径を目標にすると、伐期の収量比数が0.70になるよう誘導する必要がある。

したがって林分密度管理図を用いた、秋田地方国有林スギの間伐指針は、下記の事項を骨格として組み立てることが望ましいと考える。

- ① 間伐実施林分の収量比数は、地位級I・II等地0.60以上、地位級III等地0.70以上を目安にする。
- ② 間伐率は、間伐による収量比数の差は0.15を目安にする。（材積間伐率25%以内）
- ③ 間伐後の収量比数は、地位級I・II等地0.50以上、地位級III等地0.60以上を保つようにする。
- ④ 間伐繰返し期間は、間伐後7~10年経過し、うっ閉状況により次回間伐を計画する。
- ⑤ 最終間伐は、主伐時期のおおよそ10年前とする。
- ⑥ 主伐材の生産目標は、主伐期の収量比数が0.70になるよう、間伐時期、間伐の程度をコントロールする。

（小坂淳一）

簡易な小型電算機による林
道設計システムの開発(Ⅱ)

簡易な小型電算機による林道設計システムの開発(II)

I 試験担当者

機械化部林道研究室

福田 章史

"

市原 恒一

II 試験目的

この研究の目的は、パーソナルコンピュータを用いて林道の自動設計を行うものであり、昭和58年度特別会計試験成績報告書「簡易な小型電算機を用いた林道設計システムの開発」に引き続き横断図の設計のプログラムの開発を行おうとするものである。

近年パーソナルコンピュータが著しく進歩し、かつ林道関係の事業体にも多く導入されてきているため、その有効な利用をはかり効率的に林道設計が行えるシステムを開発することが望まれている。林道設計においては自然環境を考慮してきめの細かい設計を行わなければならない。そのためには設計と修正を繰り返し多くの図面を描く必要がある。それがコンピュータの画面上で簡単に行えるようにすることが必要である。

大型コンピュータを用いた林道の自動設計はすでに実用化されているが、作設現場の実状に合わせて設計するためには、林道設計を行う技術者が自らコンピュータを使って設計を行うことが望ましい。最近のパーソナルコンピュータの普及によりその条件が整ってきているといえるが、コンピュータの専門家ではない林道技術者でも容易に使える林道設計のためのプログラムが必要である。そのプログラムは、コンピュータについての専門的知識は最小限であっても十分使えるものであると共に、林道技術者の林道設計に対する専門的知識や経験が生かせるものでなくてはならない。そのためパーソナルコンピュータの特質を生かし、設計の途中経過をその都度コンピュータの画面に表示し、設計者の意図に応じてコンピュータに指示を与えていく対話方式が望ましいと言えよう。このことは同時にプログラム化しにくい人間的要素を設計に反映しやすくし、プログラム容量の減少にもつながり、パーソナルコンピュータを用いる上で好都合である。しかし、そのために設計の自動化がある程度犠牲になり、設計者の判断にまかされる部分が多くなる。例えばよう壁の設計において、どの種類のよう壁を選ぶかはコンピュータが決定するのではなく、設計者がその都度選択することが必要となる。

このような点を考慮し、林道技術者が容易に使え、設計の自由度も大きいプログラムの開発を行った。

III 試験の経過と得られた成果

1. 試験概要

本研究以前の既往の研究成果は前報で述べた。また前報では平面測量と縦断測量の図化について研究を行ない、特に縦断線形の決定について、パソコン用コンピュータでも行なえる方法について述べた。しかし横断設計の図化についてはまだプログラムが完成していなかった。さらに前報ではパソコン用コンピュータにSORD M 23 mark IVを用いていたが、本報のプログラムの開発には多くの事業所に導入されている機種であるNEC PC-9800シリーズを用い、前報の平面図、縦断面図のプログラムもPC-9801に移植した。

しかしプログラム開発にあたっての考え方は前報と同様で以下に述べるところである。

- (1) 現場の林道技術者がコンピュータの知識があまりなくても容易に利用できるものであること。
- (2) 重要な判断は、主として設計者が行ない、コンピュータの負担を軽くするとともに、設計者の意図、知識、経験が十分設計に生かせるものとする。
- (3) 単純な計算、図化はコンピュータに行なわせ、グラフィックディスプレイ等を用いて、条件を変えても何回でも修正が簡単に行なえること。
- (4) 設計された図面は、できうるかぎり「林道規程」やその他の基準・要領に準ずるものであること。

1) コンピュータの機種および言語

本研究で用いたパソコン用コンピュータを中心とする機器の構成を図1に示す。またその仕様を表1に示す。

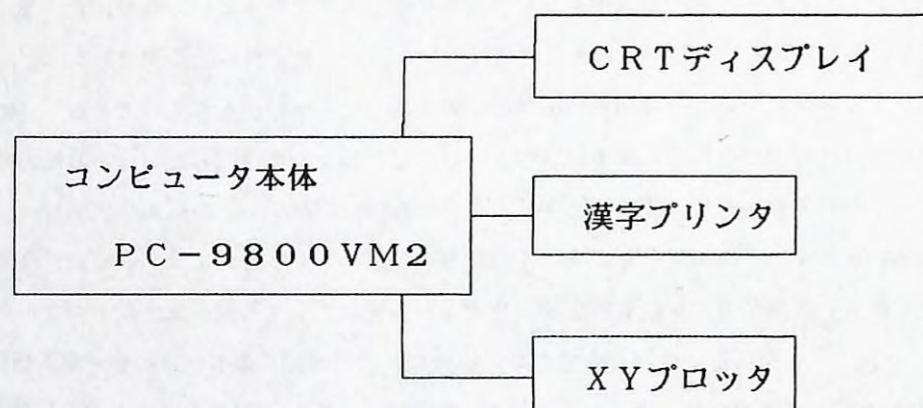


図1. 林道設計システムの構成

表1. 林道設計システムの仕様

本体	NEC PC-9801 VM2
CPU	μ PD70116-10L
ユーザメモリ	384KB
増設メモリ	256KB
CRTディスプレイ	NEC PC-KD851
テキスト	80×25字
グラフ	640×400ドット
プリンタ	NEC PC-PR101L
XYプロッタ	Roland DG DXY-980
X軸	380mm
Y軸	270mm

XYプロッタを除く他の機器は通常のパソコン用コンピュータのシステムである。プリンタは、漢字プリンタの80桁以上のものであれば、どの機種でもよい。

使用言語はBASICである。この言語はパソコン用コンピュータではごく一般的で他の機種にも移植が容易であり、理解しやすいと考える。ただし、使用したBASIC言語はMS-DOS版のN88-BASIC(86) ver 2.00である。

2) 平面、縦断面の設計

これらについては、前報で開発したプログラムをPC-9801に移植した。その使用方法等は前報と同様である。その概略を述べると、平面の設計は平面測量の結果をキーボードから入力しIPの位置や図化する範囲をグラフィック画面で確認した後XYプロッタで図化を行う。同時に曲線表がプリンタに出力される。測量データ等は縦断、横断の設計の際に利用するため、データファイルとしてフロッピィディスクに記憶される。

縦断面図はやはりキーボードより測量結果を入力しグラフィック画面に地形線を表示して、それを見ながら簡単な指示を与えて、計画勾配線を決定していく。一応の計画勾配線が決定したところで、XYプロッタに縦断図を出力し、横断面の設計に進む。横断面の設計で問題があれば、

縦断面図の設計に戻りこれらを繰り返す。計画線の決定は設計者が行なうことを原則とし、補助的に用いる最適計画線決定のためプログラムも開発した。

3) 横断面の設計

横断面の設計が本研究の中心である。このプログラムは、横断測量の結果を入力し、その後、路面、法面、よう壁、よう壁の基礎等を設計する。これらの構造物はあらかじめデータファイルを作成しておき、必要な構造物の種類を選ぶ方式で設計していく。これらはすべてグラフィック画面上で行なうことができ、最終的には各測点の横断図をXYプロッタに出力する。

2. 試験経過

1) 昭和59年度

横断図の設計にあたり、県や国有林の林道で用いられている各種構造物の仕様を検討し、横断面設計の資料を得た、それにもとづき各種構造物のデータファイルを作成した。

2) 昭和60年度

新たにPC-9801コンピュータを購入し、今までのプログラムをこれに移植するとともに、横断図設計のプログラムの開発を行った。また実際の林道測量のデータを用い横断面の設計を行いプログラムの適否の検討を行った。

3. 試験結果

開発した横断図設計プログラムは、図-2に示す構成となっておりメインプログラムと4つのサブプログラムからなっている。各プログラムはひとつひとつ独立した役割を持っているが、全体としてメインプログラムのメニューから各プログラムが呼び出して実行する。その実行の順序はどのようにでも選べるが、あるプログラムで作成されたデータが他のプログラムで使用されることもあるので、一般的には図-3に示す手順で実行される。すなわち、まず初めにこの設計で使用される構造物のファイルを作成する。ついで、横断測量データの入力を行う。各測点ごとにグラフィック表示される地形線と、縦断図の設計で決定された路盤高を見ながら構造物の設計を行う。最後に設計された横断図をXYプロッタに出力する。これらを各測点ごとに繰り返していく。

これらのプログラムについて、以下順に説明する。

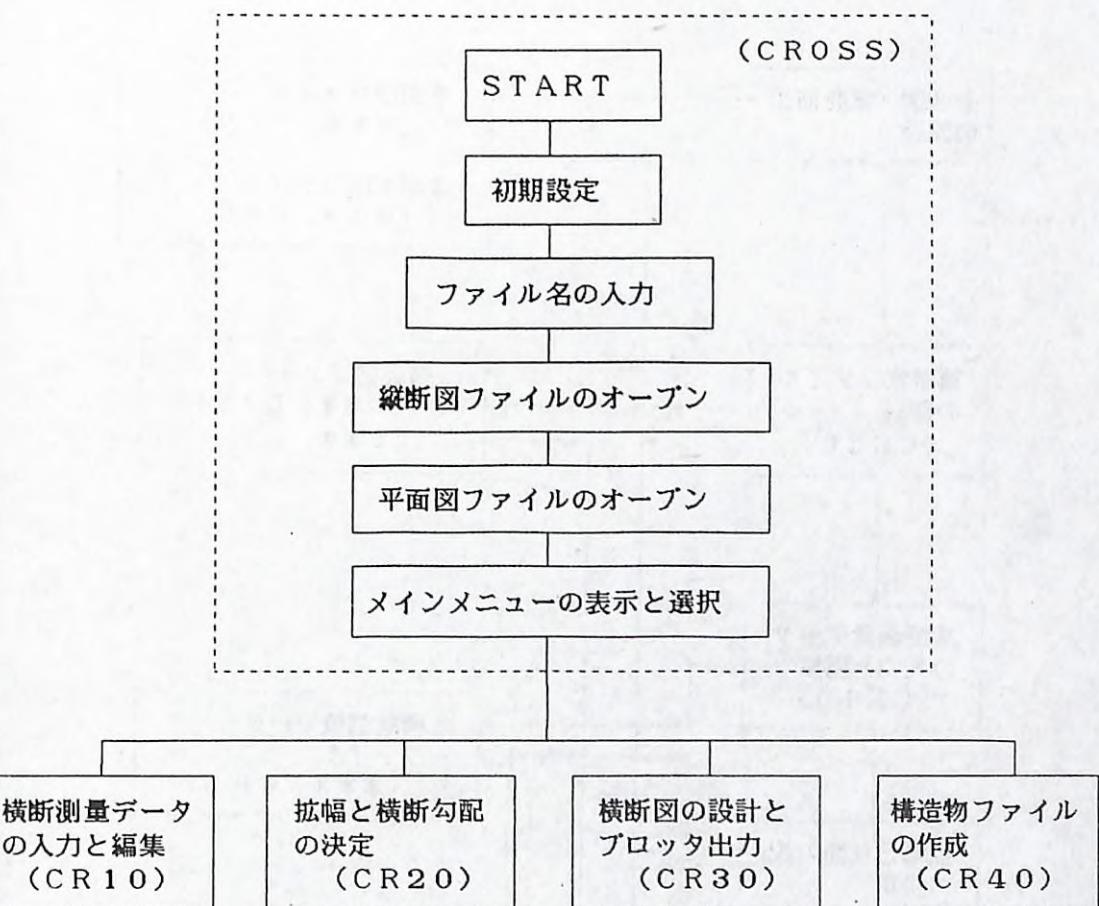


図-2 プログラムの構成

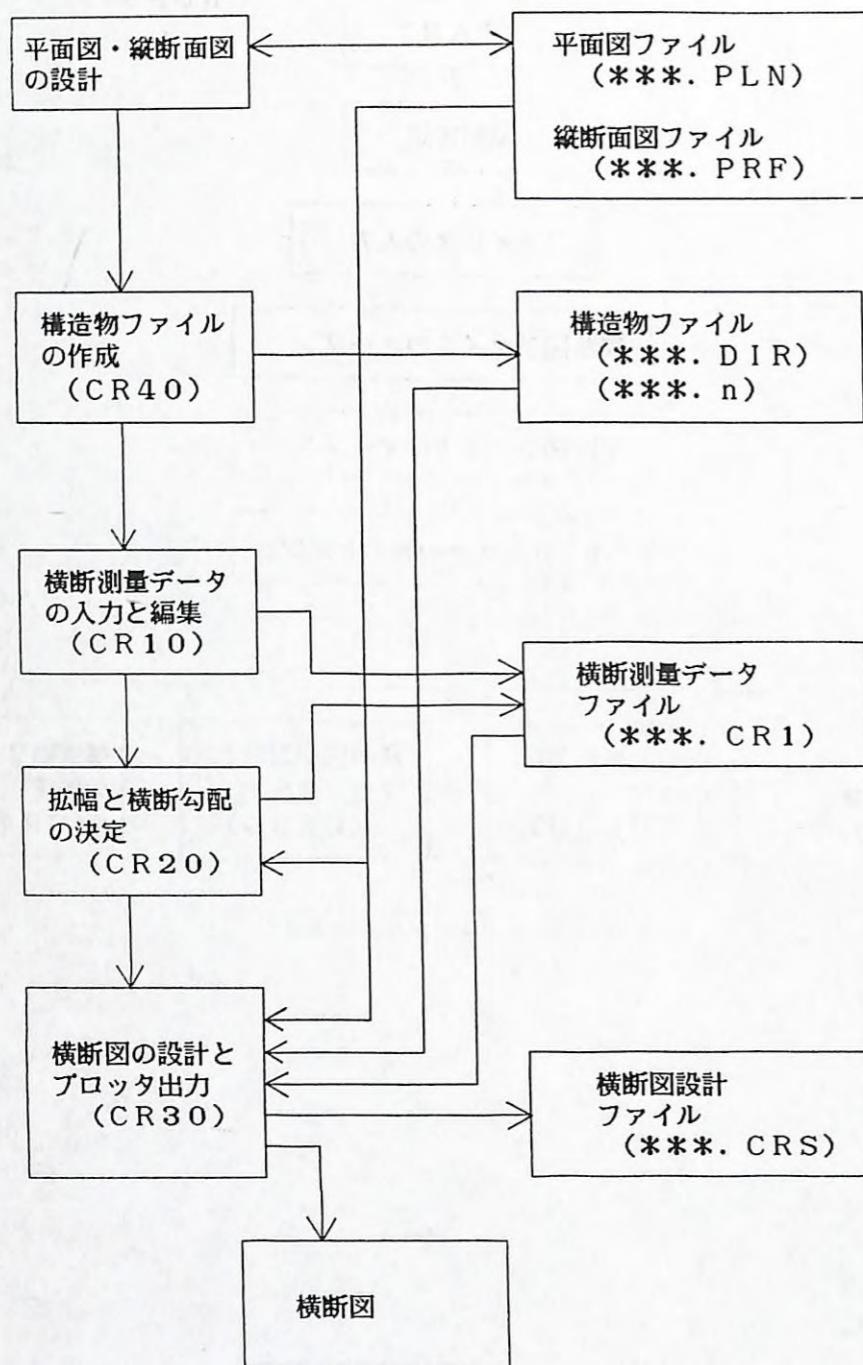


図-3 作業の手順と作成・使用されるファイル

1) 横断図設計のメインプログラム

図-2で"CROSS"と名付けられたプログラムは、横断図設計のメインプログラムで、初期条件の設定、各サブプログラムへの分岐を行なう。横断図の設計を行うときはまず初めにこのプログラムを起動する。起動にあたっては、MS-DOSからN₈₈-BASIC(86)を"/S:60/F6"のパラメータ(バッファサイズ60バイト、ファイル数6)をつけて立上げる必要がある。また設計路線の平面測量と縦断測量のデータファイルがいずれかのディスクドライブになければならぬ。プログラムはまずこれらのファイルをオープンして、各サブプログラムに分岐するためのメニューを表示するので、これらを任意に選択する。横断測量データの入力と編集(CR10)以外のプログラムは、CHAIN命令でメインプログラムとおきかわる。その際、総ての変数とオープンしたファイルはそのまま新しいプログラムに引き継がれる。

2) 横断測量データの入力と編集

このサブプログラム(CR10)は、通常まず初めに実行される。しかしすでにデータが入力済みの場合はその必要はない。このプログラムは横断測量のデータファイルを作成したり、修正を行なったりするもので、最終的にその路線に共通したファイル名に".CRI"の拡張子のついたファイルが生成され、それが後に述べる他のプログラムで使用される。

Command Input, Change, Before, Next, Print, Quit

タイトル:有馬線林道 N₀.2
レコード N_o. 26 全レコード数 30

測点 IP 76									
左側					右側				
-0.4	-1.4	-0.5	-1.4	-1.5	1.7	1.6	0.6	1.5	1.3
-0.3	1.8	0.0	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	0.3	2.0
-1.4	-1.4	-1.4	-0.2	-0.1	1.4	0.4	0.4	0.6	3.2
2.0	2.0	2.0	0.0	0.4	1.4	0.0	0.4	0.0	5.3
			-1.4	-1.4	1.0	1.6	1.8	2.0	1.0
			2.0	2.0	0.0	2.0	2.0	1.0	1.0
					2.0	2.5			
					0.4	1.0			

図-4 横断測量データの入力

メインメニューでこのプログラムが選択されると画面に初めの測点あるいは、今までに入力した最後の測点のデータがポール横断の野帳と同じ形式で表示される（図-4）最上段にはその時点でも選べるコマンドが表示される（コマンドラインという）。そのコマンドラインの英字の頭文字を入力して、各コマンドを実行する。

コマンドの Input はデータの入力、 Change はデータの修正、 Before と Next は表示されている測点を前あるいは次の測点に変更する。 Print は入力されたすべてのデータをプリンタに印刷する。 Quit はデータ編集モードから抜けだし、メインプログラムに戻る。

Input を選んでデータ入力モードとした場合は、先に述べた野帳と同じ形式の表に右側から垂直高、水平行を順次入力していく。このモードで入力できるコマンドは、数字あるいはカーソル移動キーと次に述べるコマンドの頭文字である。 Insert は現在カーソルのあるところに新しいデータを挿入し、 Delete はカーソルの箇所のデータを消去し残りのデータを詰める。 Same は一つ前の測点と全部同じデータを用いる時に入力する。一つの測点のデータの入力が終わったら End を入力し、元のデータ編集メニューに戻る。

カーソル移動キーは画面のカーソルを任意に移動しデータの入力位置を決めるために用いるが、連続してデータを入力する場合はカーソルは自動的に次の入力位置に移動する。

入力したデータはランダムアクセスファイルとして、一測点の入力ごとにフロッピィディスクに記録される。データの入力はどの時点でも中止、再開ができる。

3) 拡幅と横断勾配の決定

このサブプログラム（ CR 20 ）は各測点の拡幅量と横断勾配の計算と待避所の設計を行うもので、次節の構造物の設計を行う前に必ず実行しなければならない。

このプログラムは「林道規程」にもとづいた拡幅量と横断勾配の設定を行なうが、プログラム中の設定値を変えて必要に応じた設定とすることも可能であるが、次のような制約がある。

- (1) 緩和区間長は全線で一定で、その値はあらかじめ入力する。緩和区間の一部を曲線内に設定してもよいが、その距離が円曲線の MC を越してはならない。
- (2) 拡幅の位置は各 IP ごとに、内側、外側、両側のいずれかに設定できる。拡幅量は「林道規程」の値を用いるか、各曲線ごとに入力するかのいずれかを選択することができる。
- (3) 直線区間の横断勾配は、レベルとするか片勾配とするかを始めに選択できる。ただし屋根形はない。屋根形とする場合は土工定規にその勾配を定めておいて、横断図にはレベルで現わすことにする。曲線区間の横断勾配は設計速度に応じた値とするか（「林道規程」解説とその運用、 P . 84 ），各 IP ごとに入力する。
- (4) 緩和線形は、緩和区間の始点と終点を直線で結んだ緩和接線である。
- (5) 横断勾配のすりつけは、拡幅の緩和区間内で行なう。ただし複合曲線のときには、所定のすり

つけ率（「林道規程」解説とその運用、 P . 99 ）より小さくなる場合にはすりつけ率より計算した区間長とする。

- (6) 合成勾配のチェックはプログラム中ではしていない。
- (7) 視距については考慮していない。

このプログラムの実行は、画面に表示される入力要求に従って、始めに設計速度・林道の等級などの設定を行い、引き続いて各 IP ごとに必要な値を入力していく。

拡幅と横断勾配の設定を終えると、待避所の設計を行なう。待避所は設計する個数を入力した後、入力要求に従いそれぞれの待避所についてその位置を累計距離で、また有効長、すりつけ区間長、拡幅量を順に入力する。

以上の設計が終わると各測点のデータが印刷され、メインメニューに戻る。

4) 構造物と法面の設計

このサブプログラム（ CR 30 ）はグラフィック画面上で構造物と法面の設計を行なう。メインメニューからこのプログラムにはいると画面に地形線と路面が表示され、コマンドラインには Construct , Plotta , Zoom , Scroll , Before , Next , Quit と表示される（図-5）。 Construct で構造物の設計モードになり、 Plotta は設計された図面を

Command Construct , Plotta , Zoom , Scroll , Initial , Before , Next , Quit N

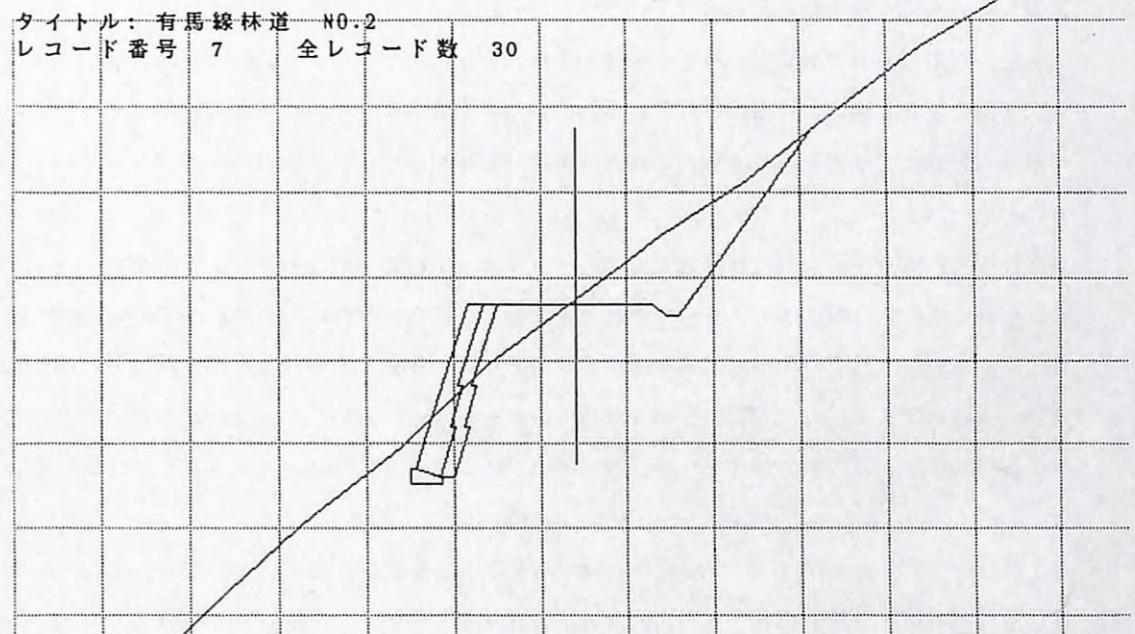


図-5 横断図設計中の画面

ブロックに出力する。Zoom, Scroll, Initialは画面の表示を拡大・縮少, 移動, 初期状態への復帰を行なう。この場合画面に表示されているメッセージは拡大・縮小をしても常に2m間隔である。その他のコマンドは3-2節と同様である。

Cconstructで構造物の設計モードを選んだ場合は、画面最上段に表示される入力要求に従つて必要な入力をしながら設計を進めていく。左側の構造物から設計を始め、もよりの構造物の端点に次の構造物をつなげていく方式で設計を行う。始めて路面の端に側溝を設計し次いで法面、よう壁、基礎、第2の法面、よう壁、基礎の順に設計をしていく。

これらの法面や構造物を設計の要素という。これらの要素は片側について側溝が1箇所、法面、よう壁、基礎については各々2箇所が設計できる。これらの要素の設計の順番も定められており、必ず中心線側から側溝—法面—よう壁—基礎—法面—よう壁—基礎の順で行う。しかしこれらの内、必要でない要素は設計をしないで次につなげてもよく、この方法ではほとんどの林道の設計が可能である。

具体的な設計の方法は、法面については、もよりの構造物の終点を法面の始点(法肩、法尻)として最大14までの折線で設計する。犬走りなども法面の設計に含めて行う。各々の法面は始めて法勾配を割の単位で入力し(レベルの場合はL), 次いで法高(Height), 法の水平距離(Xlength), 地表からの垂直距離(Remain height)の何れかを選び数値を入力すると、画面に設計した法面が表示されるのでそれでよければ次の法面の設計に移る。Exitで法面の設計を終わり次の構造物の設計に移る。

以上の設計のなかで地表面からある距離まで法面を設計するコマンドRemain heightは0を入力すると地表と接した法面が設計され、他の数値を入力すると地表から垂直距離でその数値だけ離れた位置まで法面を設計する。これは例えば岩石線を想定して法面の勾配を変化させたいときなどに用いる。

法面以外の構造物の設計には構造物のデータファイルがなければならない。このデータファイルについては次節の構造物ファイルの作成で述べる。構造物の設計の場合は、画面に構造物の種類の名前が表示されその中から適当な構造物を選択する。選択した構造物の断面が画面に描かれそれでよければ次に進み、不適当な場合は再度設計を行なう。選択した構造物が最適であるかどうかの判断は設計者にまかされており、例えばよう壁の安定計算等はプログラム内で行なっていない。

これらの作業を各測点について左側と右側で行ない設計を完成させる。ここで設計された結果は、その路線の各設計データファイルに共通したファイル名に".CRS"の拡張子をつけたファイルとして記録される。

コマンドでPlottoを選ぶとその測点の設計結果がプロッタに描かれる。縮尺は1:100に

固定されており、XYプロッタの作図範囲はA3判であるので、一つの図面に平均して4~6個の測点の横断図が描ける。各測点の作図位置は、グラフィック画面に表示されるXYプロッタの表示範囲を示す枠を移動させて決定する。

最後にQuitを入力すれば、メインメニューに戻る。

5) 構造物ファイルの作成

その路線で用いる構造物はあらかじめこの構造物ファイルに登録しておく必要がある。構造物ファイルは図-6に示す構造となっている。側溝とよう壁と基礎の三個のファイルに分けられ、各々は"WALL.DIR"のように".DIR"拡張子のつけられたディレクトリファイルで管理

ディレクトリファイル データファイル

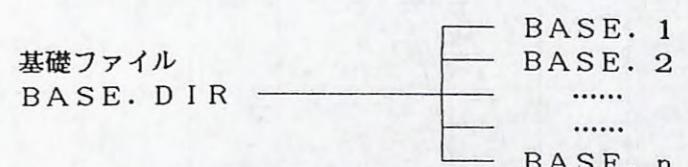
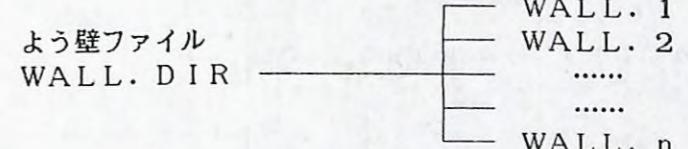
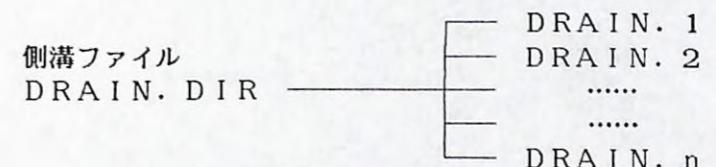


図-6 構造物ファイル

されている。このディレクトリファイルは構造物のタイプの個数と、その個数分のタイプ番号、名前が入力されている。このタイプ番号と名前が先の構造物の設計時に画面に表示され選択される。

またタイプ番号を拡張子とした、例えば"WALL.12"といったファイルに各構造物のデータが入力されている。その内容は、表-2に例を示すようにその構造物の横断図をXY座標で現

わす。座標の原点は他の構造物あるいは法面に接する点にとり、そこから順次点を結んで構造物の断面を描く。前の点との間を直線で結ぶ点には、継点コードとして1をおき、結ばない場合は断点コードに0おく。表-2のデータファイルの例では図-7に示す断面が描かれる。

レコード	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Xデータ	12*	0.9	1.26	1.57	0.96	1.12	0.78	0.5	0.0	0.5	0.85	0.7	1.2
Yデータ	3**	3.0	3.0	3.0	1.0	1.0	-0.15	-0.15	0.0	-0.15	1.0	1.0	3.0
継点	-	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1

*全レコード数、 **終点コードNo.

表-2 構造物データファイルのデータ構造の一例

Command Zoom, Scroll, Initial, Exit ?

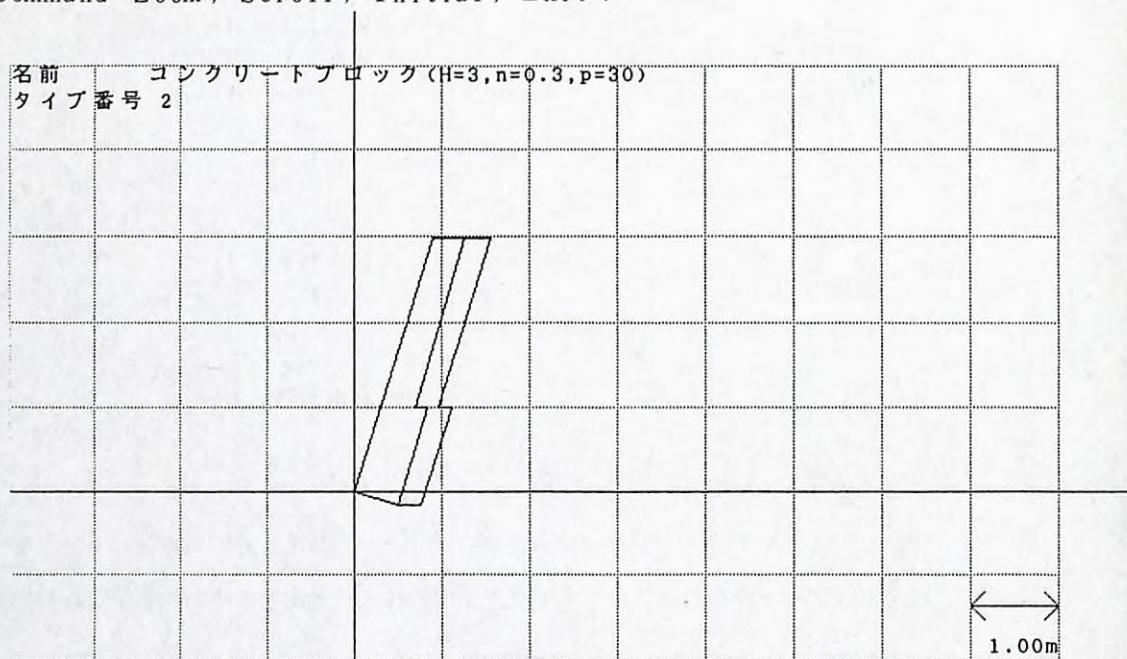


図-7 構造物設計中の画面

各構造物ファイルのデータには前の構造物と接する始点と次の構造物と接する終点が定義されている。始点は常に構造物ファイルの原点 ($X=0, Y=0$) の点であり、終点は各データファイルの2番目のレコードにそのレコード番号が入れられる。なお1番目のレコードには全レコード数が入れられている(表-2)。

このサブプログラム(CR40)を起動すると、コマンドラインに設計する構造物の種類を選ぶコマンドが表示され、そのいずれかを選択する。いずれの場合も画面にメッシュが表示され、データ入力モードとなる。横断設計のプログラムと同様にZoom, Scroll, Initialのコマンドで画面の表示を変えることができる。構造物の各点のX座標、Y座標を入力し、その点を前の点と結ぶか否かを入力すれば構造物の断面が描かれる。最後に次の構造物との接点になる点の番号を入力すると構造物ファイルが完成する。前出の図-7はその一例である。

構造物は路線の右側にあるものとして図を描く。そのため、構造物によっては始点と終点が設計により入れ変わることもあり、それは横断図の設計の時点での決定する。またよう壁の場合に例えば路側よう壁の天端が幅員に含まれるか否かにより始点の位置を変えなければならない。

横断図の設計の時には、この構造物ファイルのデータがそのまま表示されるので、適当な省略を行うことによって作業の能率があげられる。またよう壁は高さの違うすべてのよう壁の種類をファイルに作成しておかなくてはならない。しかしこの構造物ファイルは一つの路線だけに用いるのでなく、一度作成すれば、他の路線の設計にもそのまま用いることができる。始めの入力には労力を要するが、一度入力すれば後は何度でも用いることができる。

構造物ファイルは、シーケンシャルファイルでありMS-DOSのTYPEコマンドでその内容を見ることができ、EDLIN等のエディタによってその内容が修正できる。あらかじめ一般に用いられる構造物のファイルを作成しておく、これらのエディタにより必要なファイルを編集すると能率的である。

6) 試験結果

以上のプログラムを用いて、いくつかの実際に測量された路線のデータを入力し設計を行なった。XYプロッタに出力した結果の例を図-8に示す。設計に要した時間は測点数が50点で、約200mの路線でデータの入力と点検・修正に約2時間、横断面の設計に約3時間、プロッタの作図に約1時間を要した。

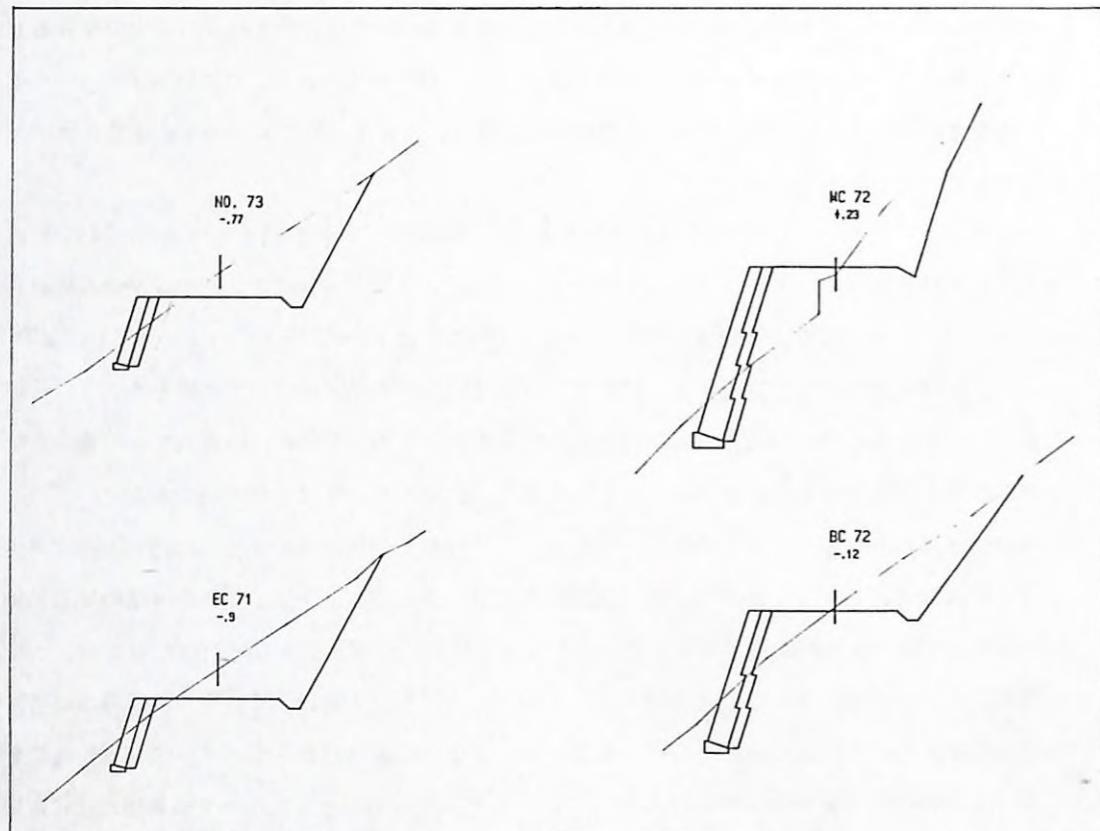


図-8 XYプロッタにより図化した横断面図（原寸はA3判）

4. 今後の課題

以上述べたように、前報とあわせて林道の設計をパソコン用いて行なうプログラムは完成したが、現在のところ図化を行なうだけの段階である。今後に残された課題としてはつきのような点があげられる。

- (1) 土工量の計算と、各種数量計算の自動化。
- (2) 数値地形データと結び付けてさらに設計の自動化をはかる。
- (3) 完成したプログラムの改良。

引用文献

- (1) 福田章史・井上源基・市原恒一：簡易な小型電算機による林道システムの開発、昭和58年度国有林野事業特別会計技術開発試験成績報告書、林業試験場、1984。
- (2) 林道技術問題検討委員会：林道規程一解説とその運用、日本林道協会、1983。

付録 横断設計プログラムリスト

付 錄 横断設計プログラムリスト

```

10 *****
20      ( FOREST ROAD DRAWING SYSTEM )
30      FILE NAME="CROSS"
40      CROSS PROFILE DRAWING MAIN-PROGRAM
50      CREATED BY A.FUKUDA
60 *****
70 ON ERROR GOTO 0
80 CONSOLE 0,24,0,0 : SCREEN 3 : CLS 3
90 LOCATE 15,10 : PRINT "***** F O R D S Y S T E M *****"
100 LOCATE 8,12 : PRINT "このプログラムは横断図の設計をおこないます。"
110 LOCATE 0,0 : PRINT "Push any key !"
120 WHILE INKEY$="" : WEND :CLS
130 DEFINT I, J, P, R
140 DIM C(1,45), CS(14), HS(12), H(12)
150 DIM ES(3), E(3), DS(12), D(12)
160 DIM WIDEN(1,1), TWIDEN(2,20), CRSA(1), CURV(2)
170 DIM TURN(3,5), ECC(2), ETT(2), BTT(2), BCC(2), MC(2), RAD!(2)
180 DIM CONWIDA(1,1), CONWIDB(1,1), CONCRSA(1), CONCRSB(1)
190 DIM DT$(50), WT$(50), BT$(50), KX(50), KY(50), KC(50), X(46), Y(46)
200 DIM KS(14), GX(3), GY(3), DX(2,2), DY(2,2)
210 DIM WLX1(2,2), WLY1(2,2), WLX2(2,2), WLY2(2,2)
220 DIM BX1(2,2), BY1(2,2), BX2(2,2), BY2(2,2)
230 DIM SLX1(2,14), SLY1(2,14), SLX2(2,14), SLY2(2,14)
240 *****
250 'ファイル名の入力
260 *****
270 *FILENAME
280 INPUT "ファイル名 ";FILE$
290 F1$ = FILE$+".CRS"
300 F2$ = FILE$+".CR1"
310 F3$ = FILE$+".PRF"
320 F4$ = FILE$+".NUM"
330 F5$ = FILE$+".PLN"
340 *****
350 'タイトルの入力
360 *****
370 ON ERROR GOTO *ERORUTIN
380 OPEN F4$ FOR INPUT AS #1
390 ON ERROR GOTO 0
400 INPUT #1, TS, DEND%, DUMY1%, PEND, DUMY2%, WIDE2
410 CLOSE #1
420 *****
430 'PRF ファイルのオープン
440 *****
450 OPEN F3$ AS #3
460 *****
470 'PLN ファイルのオープン
480 *****
490 OPEN F5$ AS #6
500 *****
510 '          メインプログラム
520 *****
1000 *MAIN : ***** サブプログラムからのエントリーポイント
1010 DEFINT I,J,P,R
1020 CLS
1030 PRINT " <<< メインメニュー >>>":PRINT
1040 PRINT " 1) 横断測量データの入力と編集"
1050 PRINT " 2) 拡幅と横断勾配の決定"
1060 PRINT " 3) 構造物と法面の設計"
1070 PRINT " 4) 構造物ファイルの作成"
1080 PRINT " 5) 終了"
1090 PRINT
1100 INPUT " 選んでください "; Q

```

```

1110 IF Q < 1 OR Q > 5 THEN GOTO 1030
1120 ON Q GOTO 2030, 1130, 1140, 1150, 1160
1130 CHAIN "CR20", 1000, ALL
1140 CHAIN "CR30", 1000, ALL
1150 CHAIN "CR40", 1000, ALL
1160 END
2000 ****
2010 ' サブプログラム NO.1 "CR10"
2020 ****
2030 CLS
2040 PRINT "
2050 PRINT : PRINT
2060 ****
2070 ' C R 1 ファイルのオープン
2080 ****
2090 FIELD #2, 4 AS C$(0), 4 AS C$(1), 4 AS C$(2), 4 AS C$(3), 4 AS C$(4),
        4 AS C$(5), 4 AS C$(6), 4 AS C$(7), 4 AS C$(8), 4 AS C$(9),
        4 AS C$(10), 4 AS C$(11), 4 AS C$(12), 4 AS C$(13), 4 AS C$(14)
2100 OPEN F2$ AS #2
2110 PRINT "横断測量ファイル (";F2$;"") の入力は初めてか (Y/N) ";
2120 QS = INKEY$ : IF QS = "" THEN GOTO 2120
2130 PRINT QS
2140 IF QS = "N" OR QS = "n" THEN GOTO 2210
2150 IF QS = "Y" OR QS = "y" THEN GOTO 2170
2160 GOTO 2110
2170 REND = 1 : RNO = REND : PNO = 0
2180 C(0,0) = REND
2190 REC = 1 : GOSUB *PUTFILE1
2200 GOTO *PRFOPEN
2210 REC = 1 : GOSUB *GETFILE1
2220 REND = C(0,0)
2230 RNO = REND
2240 REC = REND : GOSUB *GETFILE1
2250 PNO = C(0,44)
2260 ****
2270 ' PRF ファイルのフィールド
2280 ****
2290 *PRFOPEN
2300 FIELD #3, 8 AS HH$, 4 AS H$(0), 4 AS H$(1), 4 AS H$(2), 4 AS H$(3),
        4 AS H$(4), 4 AS H$(5), 4 AS H$(6), 4 AS H$(7), 4 AS H$(8),
        4 AS H$(9), 4 AS H$(10), 4 AS H$(11), 4 AS H$(12)
2310 IF PNO > 1 THEN REC = PNO : GOSUB *GETFILE2 : GOTO 2350
2320 REC = 1
2330 GOSUB *GETFILE2 : IF H(9) >= 6 THEN REC = REC+1 : GOTO 2330
2340 PNO = REC
2350 ****
2360 ' データ編集メニュー
2370 ****
2380 CLS 3 : CONSOLE 0,2 : SCREEN 2,0,0,1
2390 GOSUB *WAKU
2400 GOSUB *DISPDATA
2410 GOSUB *DISPNUM
2420 LOCATE 0,3 : PRINT "タイトル:" ; TS
2430 *MENU
2440 CLS : PRINT "Command I(nput, C(hange, B(efore, N(ext, Print, Q(uit ";
2450 A1$ = INKEY$ : IF A1$="" THEN GOTO 2450
2460 PRINT A1$
2470 IF A1$ = "I" OR A1$ = "i" THEN GOTO *INPDATA
2480 IF A1$ = "C" OR A1$ = "c" THEN GOTO *CHANGE
2490 IF A1$ = "B" OR A1$ = "b" THEN GOTO *BEFORE
2500 IF A1$ = "N" OR A1$ = "n" THEN GOTO *NEXT.DATA
2510 IF A1$ = "P" OR A1$ = "p" THEN GOTO *INSATU
2520 IF A1$ = "Q" OR A1$ = "q" THEN GOTO *QUIT
2530 GOTO *MENU
2540 ****
2550 ' データの入力
2560 ****
2570 *INPDATA
2580 REC = REND : GOSUB *GETFILE1
2590 PNO = C(0,44)
2600 *INPDATA1
2610 PNO = PNO+1
2620 IF PNO > PEND THEN CLS : PRINT "全部のデータの入力は終わりました。" : GOSUB
        *SLEEP : GOTO *QUIT
2630 REC = PNO : GOSUB *GETFILE2
2640 IF H(9) >= 6 THEN GOTO *INPDATA1
2650 REND = REND+1
2660 RNO = REND
2670 C(0,0) = 0
2680 C(1,0) = 0
2690 GOSUB *DISPNUM
2700 GOSUB *INPT
2710 IF C(0,0) <> 0 AND C(1,0) <> 0 THEN GOTO 2790
2720 CLS : PRINT "データが全部(または片側)が入力されていません。" : GOSUB *
        LEEP
2730 REND = REND-1 : RNO = REND
2740 REC = RNO : GOSUB *GETFILE1
2750 PNO = C(0,44)
2760 IF PNO > 1 THEN REC = PNO : GOSUB *GETFILE2 : GOTO *MENU
2770 PNO = 0 : REC = 1 : GOSUB *GETFILE2
2780 GOTO *MENU
2790 C(0,44) = PNO
2800 REC = RNO : GOSUB *PUTFILE1
2810 GOTO *MENU
2820 ****
2830 ' データの変更
2840 ****
2850 *CHANGE
2860 IF C(0,0) = 0 OR C(1,0) = 0 THEN CLS : PRINT "データが入力されていません。" :
        GOSUB *SLEEP : GOTO *MENU
2870 GOSUB *DISPNUM
2880 GOSUB *INPT
2890 REC = RNO : GOSUB *PUTFILE1
2900 GOTO *MENU
2910 ****
2920 ' 次のデータ表示
2930 ****
2940 *NEXT.DATA
2950 RNO = RNO+1
2960 IF RNO > REND THEN RNO = REND
2970 REC = RNO : GOSUB *GETFILE1
2980 PNO = C(0,44) : IF PNO < 1 THEN PNO = 1
2990 REC = PNO : GOSUB *GETFILE2
3000 GOSUB *CLRDATA
3010 GOSUB *DISPNUM
3020 GOSUB *DISPDATA
3030 GOTO *MENU
3040 ****
3050 ' ひとつ前のデータ表示
3060 ****
3070 *BEFORE
3080 RNO = RNO-1
3090 IF RNO <= 1 THEN RNO = 2
3100 GOTO 2970
3110 ****
3120 ' プリンタに印刷

```

```

3130 ****
3140 *INSATU
3150 IF REND = 0 THEN
    CLS : PRINT "データがありません。" : GOSUB *SLEEP : GOTO *MENU
3160 CLS : PRINT "プリンタの準備はよいか (OK=Push any key) "
3170 WHILE INKEY$="" : WEND
3180 LPRINT
3190 LPRINT T$
3200 LPRINT : LPRINT
3210 FOR J = 2 TO REND
3220   REC = J : GOSUB *GETFILE1
3230   REC = C(0,44) : GOSUB *GETFILE2
3240   LPRINT "測点 "; H1$
3250   FOR I = 1 TO 22 STEP 20
3260     IF I = 1 THEN
        I2 = C(0,0) : LPRINT "右側";
      ELSE I2 = C(1,0)+20 : LPRINT "左側";
3270     I1 = I
3280     LPRINT TAB(10);
3290     I3 = I1 : K = 0
3300     WHILE K < 10 AND I1 <= I2
3310       LPRINT USING "###.#"; C(0,I1);
            K = K+1 : I1 = I1+1
3320     WEND
3340     LPRINT : LPRINT TAB(10);
3350     K1 = K-1
3360     FOR K = 0 TO K1
        LPRINT STRING$(6,"-"); SPC(1);
3380     NEXT K
3390     LPRINT : LPRINT TAB(10);
3400     I1 = I3
3410     FOR K = 0 TO K1
        LPRINT USING "###.#"; C(1,I1);
            I1 = I1+1
3430     NEXT K
3450     LPRINT:LPRINT
3460     IF I1 > I2 THEN GOTO 3480
3470     GOTO 3280
3480   NEXT I
3490 NEXT J
3500 GOTO *MENU
3510 ****
3520 ' 終了
3530 ****
3540 *QUIT
3550 C(0,0) = REND
3560 REC = 1 : GOSUB *PUTFILE1
3570 SCREEN 3 : CONSOLE 0,25 : CLS 3
3580 CLOSE #2
3590 GOTO *MAIN
10000 ****
10010 ' エラー処理ルーチン
10020 ****
10030 *ERORUTIN
10040 IF ERL = 380 THEN PRINT "ファイル";FILE$;"はありません。" : RESUME *FILENAM
E
10050 IF ERL = 13260 THEN PRINT "縦断面図のデータファイルがありません。" : END
10060 PRINT "ERR="; ERR, "ERL="; ERL
10070 PRINT "マニュアルを見てください"
10080 END
10090 ****
10100 ' SUB-ROUTINE
10110 ****

```

```

10120 '
10130 **** SUB データ入力
10140 '
10150 *INPT
10160 GOSUB *CLRDATA
10170 GOSUB *DISPDATA
10180 N = 0
10190 I = C(0,0)+1
10200 IF I = 21 THEN I = 20
10210 GOSUB *SETXY
10220 *INPT1
10230 IF (I = C(0,0)+1 AND C(0,0) <> 20) OR I = C(1,0)+21 THEN GOTO 10440
10240 '...CHANGE DATA
10250 CLS
10260 PRINT "CHANGE MODE: 矢印(Cursor移動, I(insert, D(delete, 123(Data入力, E():
d"
10270 *INPT2
10280 GOSUB *DISPXY
10290 LOCATE X,Y+N*2
10300 PRINT USING "###.#"; C(N,I);
10310 LOCATE X,Y+N*2
10320 A1$ = INPUT$(1)
10330 IF ASC(A1$) = &H1C THEN GOSUB *RIGHT.ARROW : GOTO *INPT1
10340 IF ASC(A1$) = &H1E THEN GOSUB *UPPER.ARROW : GOTO *INPT1
10350 IF ASC(A1$) = &H1F THEN GOSUB *LOWER.ARROW : GOTO *INPT1
10360 IF ASC(A1$) = &H1D THEN GOSUB *LEFT.ARROW : GOTO *INPT1
10370 IF A1$ = "I" OR A1$ = "i" THEN GOSUB *INSERT : GOTO *INPT1
10380 IF A1$ = "E" OR A1$ = "e" THEN GOTO *INPFIN
10390 IF A1$ = "D" OR A1$ = "d" THEN GOSUB *DEL : GOTO *INPT1
10400 GOSUB *INPSUB
10410 IF ER% THEN GOTO *INPT2
10420 C(N,I) = CO
10430 GOTO *INPT2
10440 '...INSERT DATA LAST
10450 CLS
10460 PRINT "INPUT MODE: 矢印(Cursor移動, 123(Data入力, Same, End "
10470 LOCATE X,Y : PRINT SPC(5) : LOCATE X,Y
10480 A1$ = INPUT$(1)
10490 IF ASC(A1$) = &H1C THEN GOSUB *RIGHT.ARROW : GOTO *INPT1
10500 IF ASC(A1$) = &H1E THEN GOSUB *UPPER.ARROW : GOTO *INPT1
10510 IF ASC(A1$) = &H1F THEN GOSUB *LOWER.ARROW : GOTO *INPT1
10520 IF ASC(A1$) = &H1D THEN GOSUB *LEFT.ARROW : GOTO *INPT1
10530 IF A1$ = "S" OR A1$ = "s" THEN GOSUB *SAME : GOTO *INPT1
10540 IF A1$ = "E" OR A1$ = "e" THEN GOTO *INPFIN
10550 GOSUB *INPSUB
10560 IF ER% THEN GOTO 10470
10570 C(0,I) = CO
10580 CLS : PRINT "INPUT MODE: D(delete, 123(Data入力 "
10590 LOCATE X,Y : PRINT USING "###.#"; C(0,I); : LOCATE X,Y
10600 LOCATE X,Y+2
10610 A1$ = INPUT$(1)
10620 IF A1$ = "D" OR A1$ = "d" THEN LOCATE X,Y+2 : PRINT SPC(7); : GOTO *INPT1
10630 N = 1
10640 GOSUB *INPSUB
10650 IF ER% THEN GOTO 10590
10660 C(1,I) = CO
10670 IF I > 20 THEN C(1,0) = C(1,0)+1 ELSE C(0,0) = C(0,0)+1
10680 GOSUB *DISPXY
10690 IF I = 20 AND C(0,0) = 20 THEN CLS : PRINT "右側のデータ領域はいっぱいです。
。" : GOSUB *SLEEP : I = C(1,0)+20
10700 N = 0
10710 I = I+1
10720 IF I > 40 THEN CLS : PRINT "左側のデータ領域はいっぱいです。" : I = 40 : G

```

```

OSUB *SLEEP : GOTO *INPT1
10730 GOSUB *SETXY
10740 GOTO *INPT1
10750 *INPPIN
10760 LOCATE X,Y+N*2
10770 IF I = C(0,0)+1 OR I = C(1,0)+21 THEN PRINT SPC(7); ELSE PRINT USING "###"
#"; C(N,I);
10780 RETURN
10790 '
10800 *** SUB データ表示位置のクリヤー
10810 '
10820 *CLRDATA
10830 RESTORE *RDATA
10840 FOR I = 1 TO 40
10850 READ X, Y
10860 LOCATE X,Y : PRINT SPACES(7);
10870 LOCATE X,Y+2 : PRINT SPACES(7);
10880 NEXT I
10890 RETURN
10900 '
10910 *** SUB 枠の表示
10920 '
10930 *WAKU
10940 LOCATE 15,7 : PRINT "左側"
10950 LOCATE 55,7 : PRINT "右側"
10960 LINE (316,128)-(316,368)
10970 FOR Y = 152 TO 352 STEP 64
10980 FOR X = 0 TO 256 STEP 64
10990 LINE (X,Y)-(X+40,Y)
11000 NEXT X
11010 FOR X = 328 TO 584 STEP 64
11020 LINE (X,Y)-(X+40,Y)
11030 NEXT X
11040 NEXT Y
11050 RETURN
11060 '
11070 *** SUB データの表示
11080 '
11090 *DISPDATA
11100 RESTORE *RDATA
11110 FOR I = 1 TO C(0,0)
11120 READ X, Y
11130 LOCATE X,Y : PRINT USING "###.#" ; C(0,I)
11140 LOCATE X,Y+2 : PRINT USING "###.#" ; C(1,I)
11150 NEXT I
11160 RESTORE *LDATA
11170 FOR I = 21 TO C(1,0)+20
11180 READ X, Y
11190 LOCATE X,Y : PRINT USING "###.#" ; C(0,I)
11200 LOCATE X,Y+2 : PRINT USING "###.#" ; C(1,I)
11210 NEXT I
11220 RETURN
11230 '
11240 *** SUB 表示位置の設定
11250 '
11260 *SETXY
11270 RESTORE *RDATA
11280 FOR J = 1 TO I
11290 READ X, Y
11300 NEXT J
11310 LOCATE X,Y
11320 RETURN
11330 '

```

```

11340 **** SUB カーソルの移動
11350 '
11360 *RIGHT.ARROW
11370 GOSUB *DISPXY
11380 IF I > 20 THEN GOTO 11430
11390 I = I+1
11400 IF I = C(0,0)+1 THEN N = 0 : GOTO 11450
11410 IF I > C(0,0)+1 THEN I = 21
11420 GOTO 11450
11430 I = I-1
11440 IF I = 20 THEN I = 1
11450 GOSUB *SETXY
11460 RETURN
11470 '
11480 *UPPER.ARROW
11490 GOSUB *DISPXY
11500 IF N = 1 THEN N = 0 : RETURN
11510 IF I > 20 THEN GOTO 11540
11520 IF (I-5) > 0 THEN GOTO 11560
11530 RETURN
11540 IF (I-5) > 20 THEN GOTO 11560
11550 RETURN
11560 I = I-5
11570 N = 1
11580 GOSUB *SETXY
11590 RETURN
11600 '
11610 *LOWER.ARROW
11620 GOSUB *DISPXY
11630 IF N = 1 THEN GOTO 11680
11640 IF I = C(0,0)+1 AND C(0,0) <> 20 THEN RETURN
11650 IF I = C(1,0)+21 THEN RETURN
11660 N = 1
11670 RETURN
11680 IF I > 20 THEN GOTO 11710
11690 IF (I+5) > C(0,0)+1 THEN RETURN
11700 GOTO 11720
11710 IF (I+5) > 40 OR (I+5) > C(1,0)+21 THEN RETURN
11720 I = I+5
11730 N = 0
11740 GOSUB *SETXY
11750 RETURN
11760 '
11770 *LEFT.ARROW
11780 GOSUB *DISPXY
11790 IF I > 20 THEN GOTO 11830
11800 I = I-1
11810 IF I = 0 THEN I = 21
11820 GOTO 11870
11830 I = I+1
11840 IF I = 41 THEN I = 1 : GOTO 11870
11850 IF I = C(1,0)+21 THEN N = 0 : GOTO 11870
11860 IF I > C(1,0)+21 THEN I = 1
11870 GOSUB *SETXY
11880 RETURN
11890 '
11900 ***SUB データの挿入
11910 '
11920 *INSERT
11930 IF C(0,0) >= 20 OR C(1,0) >= 20 THEN
CLS : PRINT "データ領域はいっぱいです。" :
RETURN
11940 I1 = I

```

```

11950 IF I > 20 THEN
    I2 = C(1,0)+20 : C(1,0) = C(1,0)+1
  ELSE I2 = C(0,0) : C(0,0) = C(0,0)+1
11960 FOR I = I2 TO I1 STEP -1
11970   C(0,I+1) = C(0,I)
11980   C(1,I+1) = C(1,I)
11990 NEXT I
12000 LOCATE X,Y : PRINT SPC(7);
12010 LOCATE X,Y+2 : PRINT SPC(7);
12020 FOR I = I1+1 TO I2+1
12030   READ X, Y
12040   LOCATE X,Y : PRINT USING "###.#" ; C(0,I);
12050   LOCATE X,Y+2 : PRINT USING "###.#" ; C(1,I);
12060 NEXT I
12070 I = I1
12080 GOSUB *SETXY
12090 CLS : PRINT "Insert Mode D(elete, 123(Data ニュウリョク ";
12100 FOR N = 0 TO 1
12110   LOCATE X,Y+N*2 : PRINT SPC(7);
12120   A1$ = INPUT$(1)
12130   IF A1$ = "D" THEN GOSUB *DEL : GOTO 12200
12140   GOSUB *INPSUB
12150   IF ER% THEN GOTO 12110
12160   C(N,I) = C0
12170   GOSUB *DISPXY
12180 NEXT N
12190 N = 0
12200 RETURN
12210 '
12220 **** SUB ひとつ前のレコードを入力
12230 '
12240 *SAME
12250 REC = RNO-1 : GOSUB *GETFILE1
12260 GOSUB *CLRDAT
12270 GOSUB *DISPDATA
12280 N = 0
12290 I = C(0,0)+1
12300 IF I = 21 THEN I = 20
12310 GOSUB *SETXY
12320 RETURN
12330 '
12340 **** SUB カーソル位置にデータ入力
12350 '
12360 *INPSUB
12370 ER% = 0
12380 A$ = A1$
12390 IF ASC(A1$) = &HD THEN C0 = 2 : RETURN
12400 LOCATE X,Y+N*2
12410 PRINT A1$;
12420 C0 = VAL(A1$)
12430 IF C0 = 0 AND A1$<>"0" AND A1$ <> "." AND A1$ <> "-" THEN ER% = -1 : RETURN
12440 CC = 1
12450 A1$ = INPUT$(1) : PRINT A1$;
12460 WHILE ASC(A1$) <> &HD AND CC < 6
12470   IF ASC(A1$) <> 8 AND ASC(A1$) <> &H7F THEN GOTO 12500
12480   PRINT CHR$(8);CHR$(8);" ";CHR$(8);
12490   A$ = LEFT$(A$,LEN(A$)-1) : GOTO 12520
12500   A$ = A$+A1$
12510   CC = CC+1
12520   A1$ = INPUT$(1) : PRINT A1$;
12530 WEND
12540 C0 = VAL(A$)

12550 IF C0 = 0 AND A$ <> "0" THEN ER% = -1
12560 RETURN
12570 '
12580 *** SUB 削除
12590 '
12600 *DEL
12610 IF I = C(0,0)+1 OR I = C(0,0)+21 THEN RETURN
12620 CLS: PRINT "カーソル位置のデータを削除してよい (Y/N) ";
12630 INPUT A1$
12640 IF A1$ <> "Y" AND A1$ <> "y" THEN RETURN
12650 I1 = I
12660 IF I > 20 THEN
    C(1,0) = C(1,0)-1 : I2 = C(1,0)+20
  ELSE C(0,0) = C(0,0)-1 : I2 = C(0,0)
12670 FOR I = I1 TO I2
12680   C(0,I) = C(0,I+1)
12690   C(1,I) = C(1,I+1)
12700 NEXT I
12710 FOR I = I1 TO I2
12720   LOCATE X,Y : PRINT USING "###.#" ; C(0,I);
12730   LOCATE X,Y+2 : PRINT USING "###.#" ; C(1,I);
12740   READ X, Y
12750 NEXT I
12760 LOCATE X,Y : PRINT SPC(7)
12770 LOCATE X,Y+2 : PRINT SPC(7)
12780 I = I1
12790 GOSUB *SETXY
12800 RETURN
12810 '
12820 ***SUB C(N,I) を X,Y に表示
12830 '
12840 *DISPXY
12850 LOCATE X,Y+N*2 : PRINT SPC(7);
12860 IF C(0,0) <> 20 AND I = C(0,0)+1 THEN GOTO 12890
12870   IF I = C(1,0)+21 THEN GOTO 12890
12880   LOCATE X,Y+N*2 : PRINT USING "###.#" ; C(N,I);
12890 RETURN
12900 '
12910 *** SUB 測点名他の表示
12920 '
12930 *DISPNUM
12940 LOCATE 34,6 : PRINT "測点"; H1$
12950 LOCATE 0,4 : PRINT "レコード No. "; RNO-1; " 全レコード数 "; REND-1;
12960 RETURN
12970 '
12980   データファイルの読み込みと書き込み
12990 '
13000 *GETFILE1
13010 I1 = 0
13020 J1 = 0
13030 FOR RR = 0 TO 5
13040   GET #2,(REC-1)*6+RR+1
13050   IF RR = 3 THEN I1 = 1 : J1 = 0
13060   FOR JJ = 0 TO 14
13070     C(I1,J1+JJ) = CVS(C$(JJ))
13080   NEXT JJ
13090   J1 = J1+15
13100 NEXT RR
13110 RETURN
13120 *PUTFILE1
13130 I1 = 0
13140 J1 = 0
13150 FOR RR = 0 TO 5

```

```

13160 IF RR = 3 THEN I1 = 1 : J1 = 0
13170 FOR JJ = 0 TO 14
13180   LSET C$(JJ) = MKS$(C(I1,J1+JJ))
13190 NEXT JJ
13200 J1 = J1+15
13210 PUT #2,(REC-1)*6+RR+1
13220 NEXT RR
13230 RETURN
13240 *GETFILE2
13250 ON ERROR GOTO *ERORUTIN
13260 GET #3, REC
13270 H1$ = HH$
13280 FOR II = 0 TO 12
13290   H(II) = CVS(H$(II))
13300 NEXT II
13310 ON ERROR GOTO 0
13320 RETURN
13330 '
13340 ' 表示の休止
13350 '
13360 *SLEEP
13370 FOR IS = 0 TO 5000 : NEXT IS
13380 RETURN
13390 *****
13400 ' DATA CRT の表示位置
13410 *****
13420 *RDATA
13430 DATA 41, 8, 49, 8, 57, 8, 65, 8, 73, 8, 41, 12, 49, 12, 57, 12, 65, 12, 75,
, 12, 41, 16, 49, 16, 57, 16, 65, 16, 73, 16, 41, 20, 49, 20, 57, 20, 65, 20, 75,
, 20
13440 *LDATA
13450 DATA 32, 8, 24, 8, 16, 8, 8, 0, 8, 32, 12, 24, 12, 16, 12, 8, 12, 0, 12,
, 32, 16, 24, 16, 16, 8, 16, 0, 16, 32, 20, 24, 20, 16, 20, 8, 20, 0, 20

```

```

10  *****
20  ' ( FOREST ROAD DRAWING SYSTEM )
30  '   FILE NAME="CR20"
40  '   CROSS PROFILE DRAWING SUB-PROGRAM NO.2
50  '   CREATED BY A.FUKUDA
60  *****
1000 *SUB2 : 'サブプログラムのエントリーポイント
1010 CLS
1020 PRINT " <<< 拡幅量と横断勾配の設定 >>>" : PRINT
1030 PRINT " 1:緩和区間は全線で一定です。"
1040 PRINT " 2:拡幅の位置は,(1)内側,(2)外側,(3)両側に設定できます。"
1050 PRINT " 3:横断勾配は右上がりをプラスとします。"
1060 *****
1070 ' C R 1 ファイルのオープン
1080 *****
1090 FIELD #2, 44 AS DUMY$, 4 AS E$(1), 4 AS E$(2), 4 AS E$(3), 4 AS E$(0)
1100 OPEN F2$ AS #2
1110 *****
1120 ' P R F ファイルのフィールド
1130 *****
1140 FIELD #3, 8 AS HH$, 4 AS H$(0), 4 AS H$(1), 4 AS H$(2), 4 AS H$(3),
4 AS H$(4), 4 AS H$(5), 4 AS H$(6), 4 AS H$(7), 4 AS H$(8),
4 AS H$(9), 4 AS H$(10), 4 AS H$(11), 4 AS H$(12)
1150 *****
1160 ' P L N ファイルのフィールド
1170 *****
1180 FIELD #6, 4 AS D1$(1), 4 AS D1$(2), 4 AS D1$(3), 4 AS D1$(4),
4 AS D1$(5), 4 AS D1$(6), 4 AS D1$(7), 4 AS D1$(8),
4 AS D1$(9), 4 AS D1$(10), 4 AS D1$(11), 4 AS D1$(12)
1190 *****
1200 ' 初期設定
1210 *****
1220 DEFINT I,J,P,R
1230 GOSUB *CONST.ALL: '全体の定数
1240 GOSUB *CONST.BP: 'BPの定数
1250 RNO = 2
1260 PNO = 1
1270 REC = PNO : GOSUB *GETFILE2 : PNO = REC
1280 NWDIST = H(3)
1290 *****
1300 ' 拡幅量と横断勾配の設定
1310 *****
1320 FOR DNO% = 2 TO DEND%
1330   GOSUB *SET.BCC: 'BCC,ECC等の設定
1340   '...各IPでの基準量
1350   IF DNO% <> DEND% THEN GOSUB *CONST.CURVE ELSE GOSUB *CONST.EP
1360   GOSUB *KANWA.SESSEN: '緩和接線係数
1370   '...各測点のデータ計算
1380   WHILE NWDIST <= MC(1)
1390     ON TYPE4 GOSUB *SOKUTEN, *FUKUGO, *FUKUGO
1400     E(0) = PNO
1410     REC = RNO : GOSUB *PUTFILE1
1420     LPRINT H1$, NWDIST, E(0), E(1), E(2), E(3)
1430     RNO = RNO+1
1440     PNO = PNO+1
1450     REC = PNO : GOSUB *GETFILE2 : PNO = REC
1460     IF PFLG = 1 THEN GOTO 1490
1470     NWDIST = H(3)
1480 WEND
1490 NEXT DNO%
1500 REND = RNO-1
1510 E(0) = REND
1520 FOR I = 1 TO 3

```

```

1530 E(I) = 0
1540 NEXT I
1550 REC = 1 : GOSUB *PUTFILE1
1560 'LPRINT E(0)
1570 ****
1580 ' 退避所,特別な拡幅
1590 ****
1600 ITURN = 0
1610 INPUT "退避所(車廻し)の設計をしますか。(Y/N) "; NS
1620 IF NS <> "Y" AND NS <> "y" THEN GOTO *INSATU
1630 INPUT "退避所の数 = "; ITURN
1640 IF ITURN <= 0 THEN GOTO *INSATU
1650 FOR I = 1 TO ITURN
1660 PRINT "退避所 No."; I
1670 INPUT " 始点(累計距離) = "; TURN(1,I)
1680 REC = DEND% : GOSUB *GETFILE3
1690 IF TURN(1,I) > D1(9) THEN PRINT "データの範囲外です。": GOTO 1670
1700 INPUT " 有効長 = "; LTURN1
1710 INPUT " 取付長 = "; LTURN0
1720 INPUT " 拡幅量(左) = "; TWIDEN(1,I)
1730 INPUT " 拡幅量(右) = "; TWIDEN(2,I)
1740 TURN(0,I) = TURN(1,I)-LTURN0
1750 TURN(2,I) = TURN(1,I)+LTURN1
1760 TURN(3,I) = TURN(2,I)+LTURN0
1770 NEXT I
1780 OPEN FILE$+".TRN" FOR OUTPUT AS #4
1790 WRITE #4, ITURN
1800 FOR I = 1 TO ITURN
1810 WRITE #4, TWIDEN(1,I), TWIDEN(2,I),
          TURN(0,I), TURN(1,I), TURN(2,I), TUEN(3,I)
1820 NEXT I
1830 CLOSE #4
1840 PNO = 1
1850 RNO = 1
1860 I = 1
1870 REC = RNO : GOSUB *GETFILE1
1880 REC = E(0) : GOSUB *GETFILE2
1890 WHILE I <= ITURN
1900 LTERNO = TURN(1,I)-TURN(0,I)
1910 WHILE H(3) <= TURN(0,I)
1920 RNO = RNO+1 : IF RNO > REND THEN GOTO *INSATU
1930 REC = RNO : GOSUB *GETFILE1
1940 REC = E(0) : GOSUB *GETFILE2
1950 WEND
1960 WHILE H(3) < TURN(1,I)
1970 LTERN2 = (H(3)-TURN(0,I))/LTURNO
1980 FOR J = 1 TO 2
1990 M1 = E(J)
2000 M2 = TWIDEN(J,I)*LTURN2
2010 GOSUB *MAXDATA
2020 E(J) = MAXD
2030 NEXT J
2040 REC = RNO : GOSUB *PUTFILE1
2050 RNO = RNO+1 : IF RNO > REND THEN GOTO *INSATU
2060 REC = RNO : GOSUB *GETFILE1
2070 REC = E(0) : GOSUB *GETFILE2
2080 WEND
2090 WHILE H(3) <= TURN(2,I)
2100 FOR J = 1 TO 2
2110 M1 = E(J)
2120 M2 = TWIDEN(J,I)
2130 GOSUB *MAXDATA
2140 E(J) = MAXD

```

```

2150 NEXT J
2160 REC = RNO : GOSUB *PUTFILE1
2170 RNO = RNO+1 : IF RNO > REND THEN GOTO *INSATU
2180 REC = RNO : GOSUB *GETFILE1
2190 REC = E(0) : GOSUB *GETFILE2
2200 WEND
2210 WHILE H(3) < TURN(3,I)
2220 LTURN2 = (TURN(3,I)-H(3))/LTURNO
2230 FOR J = 1 TO 2
2240 M1 = E(J)
2250 M2 = TWIDEN(J,I)*LTURN2
2260 GOSUB *MAXDATA
2270 E(J) = MAXD
2280 NEXT J
2290 REC = RNO : GOSUB *PUTFILE1
2300 RNO = RNO+1 : IF RNO > REND THEN GOTO *INSATU
2310 REC = RNO : GOSUB *GETFILE1
2320 REC = E(0) : GOSUB *GETFILE2
2330 WEND
2340 I = I+1
2350 WEND
2360 ****
2370 ' 印刷
2380 ****
2390 *INSATU
2400 INPUT "拡幅と横断勾配のデータを印刷しますか(Y/N) "; NS
2410 IF NS <> "Y" AND NS <> "y" THEN GOTO *QUIT
2420 LPRINT
2430 LPRINT "タイトル", T$,
        "設計速度 = ,,: IF SPEED = 1 THEN LPRINT "規格外"
        ELSE LPRINT SPEED*10; "km/h"
2450 LPRINT "幅員 = ,,: WIDE; "m"
2460 LPRINT "緩和区間長 = ,,: LSECT2; "m"
2470 LPRINT "曲線内の緩和区間長 = ,,: LSECT1; "m"
2480 LPRINT "拡幅基準量 = ,,: IF TYPE1 = 1 THEN LPRINT "1,2級の標準"
        ELSE IF TYPE1 = 2 THEN LPRINT "3級の標準"
        ELSE LPRINT "各曲線ごとに設定"
2490 LPRINT "曲線区間の横断勾配 = ,,: IF TYPE3 = 1 THEN LPRINT "標準値"
        ELSE LPRINT "各曲線ごとに設定"
2500 LPRINT "直線区間の横断勾配 = ,,: IF TYPE2 = 1 THEN LPRINT "レベル"
        ELSE LPRINT CRSA; "度"
2510 LPRINT:LPRINT
2520 LPRINT " 测点 累計距離 左拡幅 右拡幅 勾配"
2530 REC = 1 : GOSUB *GETFILE1
2540 REND = E(0)
2550 FOR RNO = 2 TO REND
2560 REC = RNO : GOSUB *GETFILE1
2570 REC = E(0) : GOSUB *GETFILE2
2580 LPRINT USING "& #####.## ##.## ##.## ##.##"; H1$, H(3), E(1)
          E(2), E(3)
2590 NEXT RNO
2600 ****待避所
2610 LPRINT:LPRINT:LPRINT
2620 LPRINT "待避所等の拡幅"
2630 IF ITURN = 0 THEN LPRINT "待避所 なし": GOTO *QUIT
2640 LPRINT "待避所 BCC BTT ETT ECC 左拡幅 右拡幅"
2650 FOR I = 1 TO ITURN
2660 LPRINT USING "#.#####.## ##.## ##.## ##.## ##.##";
          I, TURN(0,I), TURN(1,I), TURN(2,I), TURN(3,I), TWIDEN(1,I), TWIDEN(2,I)
2670 NEXT I
2680 ****
2690 ' 終了
2700 ****

```

```

2710 *QUIT
2720 CLOSE #2
2730 OPEN F4$ FOR OUTPUT AS #2
2740 WRITE #2, T$, DEND%, DUMY1%, PEND, DUMY2%, WIDE2
2750 CLOSE #2
2760 CHAIN "CROSS", 1000, ALL
10000 ****
10010 ' エラー処理
10020 ****
10030 *ERORUTIN
10040 PRINT "ERR = "; ERR, "ERL = "; ERL
10050 PRINT "マニュアルを見て下さい."
10060 END
10070 **** SUB 全線の定数
10080 ' SUB-ROUTIN
10090 ****
10100 '
10110 **** SUB 全線の定数
10120 '
10130 *CONST.ALL
10140 '...設計速度
10150 PRINT
10160 INPUT "設計速度 [1=規格外, 2=20km/h, 3=30km/h, 4=40km/h] = "; SPEED
10170 IF SPEED < 1 OR SPEED > 4 THEN GOTO 10160
10180 '...すりつけ率
10190 RESIO = 100*SPEED/4
10200 '...幅員
10210 PRINT
10220 INPUT "車道幅員(m) = "; WIDE
10230 WIDE2 = WIDE/2
10240 '...緩和区間
10250 PRINT
10260 INPUT "緩和区間長(m) = "; LSECT2
10270 INPUT "曲線内の緩和区間長(m) = "; LSECT1
10280 LSECTO = LSECT2-LSECT1
10290 '...拡幅量
10300 PRINT
10310 PRINT "拡幅基準量"
10320 PRINT " 1)1,2級の標準"
10330 PRINT " 2)3級の標準"
10340 PRINT " 3)各曲線ごとに入力 ";
10350 INPUT TYPE1
10360 IF TYPE1 < 1 OR TYPE1 > 3 THEN GOTO 10300
10370 '...横断勾配
10380 PRINT
10390 PRINT "直線区間の横断勾配のタイプ"
10400 PRINT " 1)レベル"
10410 PRINT " 2)片勾配 ";
10420 INPUT TYPE2
10430 IF TYPE2 < 1 OR TYPE2 > 2 THEN GOTO 10380
10440 IF TYPE2 = 1 THEN CRSA = 0 : GOTO 10470
10450 PRINT
10460 INPUT "直線区間の横断勾配(%) = "; CRS
10470 PRINT
10480 PRINT "曲線区間の横断勾配"
10490 PRINT " 1)標準"
10500 PRINT " 2)各曲線ごとに入力 ";
10510 INPUT TYPE3
10520 IF TYPE3 < 1 OR TYPE3 > 2 THEN GOTO 10470
10530 PRINT : INPUT "以上の設定でよいか (Y/N) "; NS
10540 IF NS <> "Y" AND NS <> "y" THEN GOTO *CONST.ALL
10550 RETURN
10560 '

```

```

10570 '**** SUB 入力用画面
10580 '
10590 *PITEM
10600 CLS
10610 ' ##### & & #####.## #####.## ##### & & ####.##
10620 PRINT "<< 拡幅量と横断勾配の基準量の入力>>"
10630 LOCATE 0,5
10640 PRINT " IP R 方向 左拡幅 右拡幅 横断(%) タイプ ECC-BCC"
10650 RETURN
10660 '
10670 '**** SUB BPの定数
10680 '
10690 *CONST.BP
10700 GOSUB *PITEM
10710 LOCATE 2,8 : PRINT "BP";
10720 REC = 2 : GOSUB *GETFILE3
10730 IF D1(4) <= 0 THEN CURV(2) = 1 : A1$ = "左" ELSE CURV(2) = 2 : A1$ = "右"
10740 PRAD! = D1(5)
10750 Y = 10
10760 GOSUB *PRINT.DATA
10770 CURV(1) = 1
10780 LOCATE 0,14
10790 INPUT " BPでの拡幅量(m) = "; WIDEN(0,1)
10800 IF WIDEN(0,1) <> 0 THEN GOTO 10880
10810 WIDEN(1,1) = 0
10820 CRS(1) = CRS
10830 TYPEO = 0
10840 RORL = 1
10850 Y = 8
10860 GOSUB *PRINT.DATA1
10870 GOTO 11040
10880 LOCATE 0,15
10890 INPUT " BPからの緩和区間長(m) = "; BPL
10900 WIDEN(0,1) = WIDEN(0,1)*LSECT2/BPL
10910 LOCATE 0,16
10920 INPUT " BPの拡幅のタイプ [ 1)左側 2)右側 3)両側 ] = "; TYPEO
10930 IF TYPEO < 1 OR TYPEO > 3 THEN GOTO 10910
10940 WIDEN = WIDEN(0,1)
10950 GOSUB *KAKUFUKU
10960 WIDEN(0,1) = SWIDO
10970 WIDEN(1,1) = SWID1
10980 LOCATE 0,17
10990 INPUT " BPでの横断勾配 (+n or -n or 0 %) = "; CRS(1)
11000 CRS(1) = CRS(1)*LSECT2/BPL
11010 Y = 8
11020 RORL = 1
11030 GOSUB *PRINT.DATA1
11040 REC = 1 : GOSUB *GETFILE3
11050 IF WIDEN(0,1) <> 0 OR WIDEN(1,1) <> 0 THEN GOTO 11090
11060 ECC = D1(11)
11070 ETT = ECC
11080 GOTO 11110
11090 ECC = D1(11)-LSECT1
11100 ETT = ECC+LSECT2
11110 MC(0) = ECC-4
11120 RAD!(1) = D1(5)
11130 REC = 2 : GOSUB *GETFILE3
11140 IF D1(5) = 0 THEN
    BTT = D1(9) : BCC = BTT
    ELSE BTT = D1(9)-LSECTO : BCC = BTT+LSECT2
11150 MC(1) = D1(10)
11160 ECC(2) = ECC
11170 ETT(2) = ETT

```

```

11180 BTT(2) = BTT
11190 BCC(2) = BCC
11200 MC(2) = MC(1)
11210 MC(1) = MC(0)
11220 RAD!(2) = D1(5)
11230 LOCATE 51,9 : PRINT USING "###.##"; BTT-ETT;
11240 LOCATE 0,18
11250 INPUT "設定はこれでよいか (Y/N) "; NS
11260 IF NS <> "Y" AND NS <> "y" THEN GOSUB *INP.GAMEN : GOTO *CONST.BP
11270 RETURN
11280 '
11290 ****SUB BCC,ECCほかの設定
11300 '
11310 *SET.BCC
11320 GOSUB *PITEM
11330 CURV(0) = CURV(1)
11340 CURV(1) = CURV(2)
11350 WIDEN(0,0) = WIDEN(0,1)
11360 WIDEN(1,0) = WIDEN(1,1)
11370 CRSA(0) = CRSA(1)
11380 RAD!(0) = RAD!(1)
11390 '...一つ前のIP表示
11400 IF DNO% <> 2 THEN GOTO 11480
11410 LOCATE 2,8
11420 PRINT "BP"
11430 D1(1) = D1(1)-1
11440 RORL = 0
11450 Y = 8
11460 GOSUB *PRINT.DATA1
11470 GOTO 11550
11480 D1(1) = D1(1)-1
11490 IF CURV(0) = 1 THEN A1$ = "左" ELSE A1$ = "右"
11500 PRADI! = RAD!(0)
11510 RORL = 0
11520 Y = 8
11530 GOSUB *PRINT.DATA
11540 GOSUB *PRINT.DATA1
11550 '...前のIPと現在のIPの間を表示
11560 ECC = ECC(2)
11570 ETT = ETT(2)
11580 BTT = BTT(2)
11590 BCC = BCC(2)
11600 MC(0) = MC(1)
11610 MC(1) = MC(2)
11620 BTET = BTT-ETT
11630 ECC(1) = ECC
11640 ETT(1) = ETT
11650 BTT(1) = BTT
11660 BCC(1) = BCC
11670 IF BTET > 0 THEN TYPE4 = 1 : A2$ = "直線" : GOTO 11690
11680 IF CURV(0) = CURV(1)
    THEN TYPE4 = 2 : A2$ = "複合" ELSE TYPE4 = 3 : A2$ = "S"
11690 IF DNO% = 1 THEN GOTO 11720
11700 Y = 9
11710 GOSUB *PRINT.DATA2
11720 '...現在のIP表示
11730 IF DNO% = DEND% THEN LOCATE 2,10 : PRINT " EP"; : RETURN
11740 D1(1) = D1(1)+1
11750 RAD!(1) = RAD!(2)
11760 PRADI! = RAD!(1)
11770 IF CURV(1) = 1 THEN A1$ = "左" ELSE A1$ = "右"
11780 RORL = 1
11790 Y = 10

```

```

11800 GOSUB *PRINT.DATA
11810 '...次のIPとの間表示
11820 IF D1(5) <> 0 THEN GOTO 11860
11830 ECC(2) = D1(11)
11840 ETT(2) = ECC(2)
11850 GOTO 11880
11860 ECC(2) = D1(11)-LSECT1
11870 ETT(2) = ECC(2)+LSECT2
11880 REC = DNO%+1 : GOSUB *GETFILE3
11890 IF D1(5) <> 0 THEN GOTO 11930
11900 BTT(2) = D1(9)
11910 BCC(2) = BTT(2)
11920 GOTO 11950
11930 BTT(2) = D1(9)-LSECT0
11940 BCC(2) = BTT(2)+LSECT2
11950 MC(2) = D1(10)
11960 IF DNO% = DEND%-1 THEN GOTO 12030
11970 IF D1(4) <= 0
    THEN CURV(2) = 1 : A1$ = "左" ELSE CURV(2) = 2 : A1$ = "右"
11980 IF CURV(1) = CURV(2) THEN A2$ = "複合" ELSE A2$ = "S"
11990 BTET = BTT(2)-ETT(2)
12000 IF BTET > 0 THEN A2$ = "直線"
12010 Y = 11
12020 GOSUB *PRINT.DATA2
12030 '...次のIP表示
12040 IF DNO% = DEND%-1 THEN LOCATE 2,12 : PRINT "EP" : RETURN
12050 RAD!(2) = D1(5)
12060 PRADI! = RAD!(2)
12070 Y = 12
12080 GOSUB *PRINT.DATA
12090 RETURN
12100 '
12110 **** SUB 各曲線の定数
12120 '
12130 *CONST.CURVE
12140 IF RAD!(1) <> 0 THEN GOTO 12200
12150 WIDEN(0,1) = 0
12160 WIDEN(1,1) = 0
12170 TYPE0 = 0
12180 CRSA(1) = CRSA
12190 GOTO 12360
12200 IF TYPE1 <> 3 THEN GOTO 12240
12210 LOCATE 0,14
12220 INPUT "拡幅基準量 = "; WIDEN(0,1)
12230 IF WIDEN(0,1) = 0 THEN WIDEN(1,1) = 0 : TYPE0 = 0 : GOTO 12310
12240 LOCATE 0,15
12250 INPUT "拡幅のタイプ [ 1)内側 2)外側 3)両側 ] = "; TYPE0
12260 IF TYPE0 < 1 OR TYPE0 > 3 THEN GOTO 12240
12270 GOSUB *KIKAKU
12280 GOSUB *KAKUFUKU
12290 WIDEN(0,1) = SWIDO
12300 WIDEN(1,1) = SWID1
12310 IF TYPE3 <> 2 THEN GOSUB *STD.OUDAN : GOTO 12350
12320 LOCATE 0,16
12330 INPUT "横断勾配 (%) = "; CRSA(1)
12340 IF CRSA(1) = 0 THEN CRSA(1) = CRSA : GOTO 12360
12350 IF CURV(1) = 1 THEN CRSA(1) = ABS(CRSA(1)) ELSE CRSA(1) = -ABS(CRSA(1))
12360 RORL = 1
12370 Y = 10
12380 GOSUB *PRINT.DATA1
12390 IF BTT > ETT AND ((WIDEN(0,0) > 0 AND WIDEN(0,1) > 0) OR (WIDEN(1,0) > 0
    AND WIDEN(1,1) > 0)) THEN GOSUB *CHOKUSEN
12400 LOCATE 0,20

```

```

12410 PRINT "IP "; D1(1)-1; "の設定はこれでよいか (Y/N) ";
12420 INPUT NS
12430 IF NS <> "Y" AND NS <> "y" THEN GOTO *CONST.CURVE
12440 RETURN
12450 '
12460 ' **** SUB EPの定数
12470 '
12480 *CONST.EP
12490 LOCATE 0,14
12500 INPUT "EPの拡幅量 = "; WIDEN(0,1)
12510 IF WIDEN(0,1) = 0 THEN WIDEN(1,1) = WIDEN(0,1) : TYPE0 = 0 : GOTO 12650
12520 LOCATE 0,15
12530 INPUT "EPまでの緩和区間長 (m) = "; EPL
12540 LOCATE 0,16
12550 INPUT "EPの後の拡幅のタイプ [1]左側 2)右側 3)両側 ] = "; TYPE0
12560 IF TYPE0 < 1 OR TYPE0 > 3 THEN GOTO 12540
12570 CURV(1) = 1
12580 WIDEN = WIDEN(0,1)*LSECT2/EPL
12590 GOSUB *KAKUFUKU
12600 WIDEN(0,1) = SWIDO
12610 WIDEN(1,1) = SWID1
12620 LOCATE 0,17
12630 INPUT "EPの横断勾配 (+n% or -n%) = "; CRSA(1)
12640 CRSA(1) = CRSA(1)*LSECT2/EPL
12650 RORL = 1
12660 Y = 10
12670 GOSUB *PRINT.DATA1
12680 IF BTT > ETT AND ((WIDEN(0,0) > 0 AND WIDEN(0,1) > 0) OR (WIDEN(1,0) > 0 AND WIDEN(1,1) > 0)) THEN GOSUB *CHOKUSEN
12690 LOCATE 0,20
12700 INPUT "EPの設定はこれでよいか (Y/N) "; NS
12710 IF NS <> "Y" THEN GOTO *CONST.EP
12720 RETURN
12730 '
12740 ' **** SUB 拡幅基準量
12750 '
12760 *KAKUFUKU
12770 ON CURV(1)*TYPE0+1 GOTO 12780, 12810, 12840, 12870, 12810, 12890, 12870
12780 SWIDO = 0
12790 SWID1 = 0
12800 RETURN
12810 SWIDO = WIDEN
12820 SWID1 = 0
12830 RETURN
12840 SWIDO = 0
12850 SWID1 = WIDEN
12860 RETURN
12870 SWIDO = WIDEN/2
12880 SWID1 = SWIDO
12890 RETURN
12900 '
12910 ' **** SUB 「林道規準」拡幅量
12920 '
12930 *KIKAKU
12940 IF TYPE1 = 2 THEN GOTO 13070
12950 '... 1,2級林道
12960 IF RAD!(1) >= 45 THEN WIDEN = 0 : RETURN
12970 IF RAD!(1) >= 40 THEN WIDEN = .25 : RETURN
12980 IF RAD!(1) >= 30 THEN WIDEN = .5 : RETURN
12990 IF RAD!(1) >= 25 THEN WIDEN = .75 : RETURN
13000 IF RAD!(1) >= 20 THEN WIDEN = 1 : RETURN
13010 IF RAD!(1) >= 18 THEN WIDEN = 1.25 : RETURN
13020 IF RAD!(1) >= 15 THEN WIDEN = 1.5 : RETURN

```

```

13030 IF RAD!(1) >= 14 THEN WIDEN = 1.75 : RETURN
13040 IF RAD!(1) >= 13 THEN WIDEN = 2 : RETURN
13050 WIDEN = 2.25
13060 RETURN
13070 '...3級林道
13080 IF RAD!(1) >= 60 THEN WIDEN = 0 : RETURN
13090 IF RAD!(1) >= 36 THEN WIDEN = .25 : RETURN
13100 IF RAD!(1) >= 19 THEN WIDEN = .5 : RETURN
13110 IF RAD!(1) >= 13 THEN WIDEN = .75 : RETURN
13120 IF RAD!(1) >= 10 THEN WIDEN = 1 : RETURN
13130 WIDEN = 1.25
13140 RETURN
13150 '
13160 ' **** SUB 横断勾配の標準
13170 '
13180 *STD.OUDAN
13190 ON SPEED GOTO 13290, 13290, 13240, 13200
13200 '...40km/h
13210 IF RAD!(1) > 45 THEN CRSA(1) = CRSA : RETURN
13220 CRSA(1) = 8
13230 RETURN
13240 '...30km/h
13250 IF RAD!(1) >= 35 THEN CRSA(1) = 3 :
IF CRSA(1) < CRSA THEN : CRSA(1) = CRSA : RETURN ELSE RETURN
13260 IF RAD!(1) >= 30 THEN CRSA(1) = 6 : RETURN
13270 CRSA(1) = 8
13280 RETURN
13290 '...20km/h
13300 IF RAD!(1) > 15 THEN CRSA(1) = CRSA : RETURN
13310 IF RAD!(1) > 12 THEN CRSA(1) = 3 :
IF CRSA(1) < CRSA THEN CRSA(1) = CRSA : RETURN ELSE RETURN
13320 CRSA(1) = 8
13330 RETURN
13340 '...規格外
13350 INPUT "横断勾配 (%)" ; CRSA(1)
13360 RETURN
13370 '
13380 ' **** SUB 緩和接線の係数
13390 '
13400 *KANWA.SESSEN
13410 ECC1 = ECC
13420 BCC1 = BCC
13430 '...重なりがない時の拡幅
13440 FOR I = 0 TO 1
13450 CONWIDA(I,0) = -WIDEN(I,0)/LSECT2
13460 CONWIDB(I,0) = WIDEN(I,0)
13470 CONWIDA(I,1) = WIDEN(I,1)/LSECT2
13480 CONWIDB(I,1) = WIDEN(I,1)-CONWIDA(I,1)*(BCC-ECC)
13490 NEXT I
13500 IF TYPE4 = 1 THEN GOTO 13640
13510 '...重なりのある時の拡幅
13520 FOR I = 0 TO 1
13530 IF WIDEN(I,0) = 0 AND WIDEN(I,1) = 0 THEN GOTO 13630
13540 IF WIDEN(I,0) >= CONWIDB(I,1) THEN GOTO 13590
13550 ECC = (WIDEN(I,0)-CONWIDB(I,1))/CONWIDA(I,1)+ECC
13560 CONWIDA(I,0) = CONWIDA(I,1)
13570 CONWIDB(I,0) = WIDEN(I,0)
13580 GOTO 13630
13590 IF WIDEN(I,1) >= (CONWIDA(I,0)*(ECC-BCC)+CONWIDA(I,1)) THEN GOTO 13620
13600 BCC = (WIDEN(I,1)-CONWIDB(I,0))/CONWIDA(I,0)+ECC
13610 GOTO 13630
13620 CONWIDA(I,0) = (WIDEN(I,1)-WIDEN(I,0))/(BCC-ECC)
13630 NEXT I

```

```

13640 '....重なりが無いときの勾配
13650 CONCRSA(0) = (CRSA-CRSA(0))/LSECT2
13660 CONCRSB(0) = CRSA(0)
13670 CONCRSA(1) = (CRSA(1)-CRSA)/LSECT2
13680 CONCRSB(1) = CRSA(1)-CONCRSA(1)*(BCC1-ECC1)
13690 '....重なりがあるときの勾配
13700 IF SPEED = 1 THEN INPUT "横断勾配の設計区間長は "; L4 : GOTO 13720
13710 L4 = WIDE2*RESIO*ABS(CRSA(1)-CRSA(0))/100
13720 IF L4 = 0 THEN RETURN
13730 ON TYPE4 GOTO 13920, 13740, 13830
13740 '.....複合カーブ
13750 IF (BCC1-ECC1) < L4 THEN GOTO 13780
13760 CONCRSA(0) = (CRSA(1)-CRSA(0))/(BCC1-ECC1)
13770 RETURN
13780 CONCRSA(0) = (CRSA(1)-CRSA(0))/L4
13790 MCC1 = (BCC1-ECC1)/2+ECC1
13800 ECC1 = MCC1-L4/2
13810 BCC1 = MCC1+L4/2
13820 RETURN
13830 '.....S字カーブ
13840 CONCRSA(0) = (CRSA(1)-CRSA(0))/L4
13850 MCC1 = (BCC1-ECC1)/2+ECC1
13860 ECC1 = MCC1-L4/2
13870 BCC1 = MCC1+L4/2
13880 IF ECC1 < MC(0) AND BCC1 > MC(1)
    THEN ECC1 = MC(0) : BCC1 = MC(1) : GOTO 13910
13890 IF ECC1 < MC(0) THEN ECC1 = MC(0) : BCC1 = ECC1+L4 : GOTO 13910
13900 IF BCC1 > MC(1) THEN BCC1 = MC(1) : ECC1 = BCC1-L4
13910 CONCRSA(0) = (CRSA(1)-CRSA(0))/(BCC1-ECC1)
13920 RETURN
13930 '
13940 ****SUB 重なりのない測点
13950 '
13960 *SOKUTEN
13970 FOR I = 0 TO 1
13980 M1 = CONWIDA(I,0)*(NWDIST-ECC)+CONWIDB(I,0)
13990 M2 = CONWIDA(I,1)*(NWDIST-ECC)+CONWIDB(I,1)
14000 GOSUB *MAXDATA
14010 E(I+1) = WIDEN(I,0)*ABS(NWDIST < ECC)+MAXD*ABS(NWDIST >= ECC AND NWDIST
< BCC)+WIDEN(I,1)*ABS(NWDIST >= BCC)
14020 NEXT I
14030 E(3) = CRSA(0)*ABS(NWDIST < ECC)+(CONCRSA(0)*(NWDIST-ECC)+CONCRSB(0))*ABS(
NWDIST >= ECC AND NWDIST < ETT)+CRSA*ABS(NWDIST >= ETT AND NWDIST <= BTT)+(CONC-
SA(1)*(NWDIST-ECC)+CONCRSB(1))*ABS(NWDIST > BTT AND NWDIST < BCC)+CRSA(1)*ABS(N-
WDIST >= BCC)
14040 RETURN
14050 '
14060 **** SUB 複合曲線，S字曲線の測点
14070 '
14080 *FUKUGO
14090 '....拡幅量
14100 FOR I = 0 TO 1
14110 E(I+1) = WIDEN(I,0)*ABS(NWDIST < ECC)+(CONWIDA(I,0)*(NWDIST-ECC)+CONWID-
(I,0))*ABS(NWDIST >= ECC AND NWDIST < BCC)+WIDEN(I,1)*ABS(NWDIST >= BCC)
14120 NEXT I
14130 '....勾配
14140 E(3) = CRSA(0)*ABS(NWDIST < ECC1)+(CONCRSA(0)*(NWDIST-ECC1)+CONCRSB(0))*AF-
S(NWDIST >= ECC1 AND NWDIST < BCC1) +CRSA(1)*ABS(NWDIST >= BCC1)
14150 RETURN
14160 '
14170 **** SUB 直線区間の勾配
14180 '
14190 *CHOKUSEN

```

```

14200 LOCATE 0,18
14210 INPUT "直線区間を緩和区間としますか (Y/N) "; NS
14220 IF NS = "Y" THEN TYPE4 = 2 : RETURN
14230 TYPE4 = 1
14240 IF TYPE2 <> 2 THEN RETURN
14250 LOCATE 0,19
14260 INPUT "直線区間の横断勾配は [1]右上がり [2]左上がり [3] "; TYPE5
14270 IF TYPE5 < 1 OR TYPE5 > 2 THEN GOTO 14250
14280 IF TYPE5 = 1 THEN CRSA = ABS(CRSA) ELSE CRSA = -ABS(CRSA)
14290 RETURN
14300 '
14310 **** SUB データのプリント
14320 '
14330 *PRINT.DATA
14340 LOCATE 2,Y : PRINT USING "####"; D1(1);
14350 *PRINT.DATA0
14360 LOCATE 7,Y : PRINT USING "####"; PRADI!;
14370 LOCATE 12,Y : PRINT A1$;
14380 RETURN
14390 *PRINT.DATA1
14400 LOCATE 18,Y : PRINT USING "##.##"; WIDEN(0,RORL);
14410 LOCATE 26,Y : PRINT USING "##.##"; WIDEN(1,RORL);
14420 LOCATE 34,Y : PRINT USING "##.##"; CRSA(RORL);
14430 RETURN
14440 *PRINT.DATA2
14450 LOCATE 44,Y : PRINT A2$;
14460 LOCATE 51,Y : PRINT USING "##.##"; BTET;
14470 RETURN
14480 '
14490 **** SUB 最大データ
14500 '
14510 *MAXDATA
14520 MAXD = M1
14530 IF MAXD < M2 THEN MAXD = M2
14540 RETURN
14550 '
14560 **** SUB ファイルの入力
14570 '
14580 *GETFILE1
14590 GET #2, REC*6-3
14600 FOR II = 0 TO 3
14610 E(II) = CVS(E$(II))
14620 NEXT II
14630 RETURN
14640 *PUTFILE1
14650 FOR II = 0 TO 3
14660 LSET E$(II) = MKS$(E(II))
14670 NEXT II
14680 PUT #2, REC*6-3
14690 RETURN
14700 *GETFILE2
14710 PFLG = 0
14720 GET #3, REC
14730 H1$ = HH$
14740 FOR II = 0 TO 12
14750 H(II) = CVS(H$(II))
14760 NEXT II
14770 IF H(9) < 6 THEN RETURN
14780 REC = REC +1
14790 IF REC > PEND THEN PFLG = 1 : RETURN
14800 GOTO *GETFILE2
14810 *GETFILE3
14820 GET #6, REC

```

```
14830 FOR II =1 TO 12
14840   D1(II) = CVS(D1$(II))
14850 NEXT II
14860 RETURN
```

```
10 ' ****
20 '          ( FOREST ROAD DRAWING SYSTEM )
30 '          FILE NAME = "CR30"
40 '          CROSS PROFILE DRAWING SUB-PROGRAM NO.3
50 '          CREATED BY A.FUKUDA
60 ' ****
1000 *SUB3: 'サブプログラム NO. 3 のエントリーポイント
1010 CLS
1020 PRINT "             <<< 構造物と法面の設計 >>>" : PRINT
1030 INPUT "構造物ファイルのパス名"; PASS$
1040 ' ****
1050 '    初期値
1060 ' ****
1070 DEF FNPX9(X) = (AX+X)*100
1080 DEF FNPY9(Y) = (AY+Y)*100
1090 WX1 = -64
1100 WX2 = 64
1110 WY1 = -40
1120 WY2 = 40
1130 AX = 11
1140 AY = 9
1150 BLK% = 0
1160 BLUE% = 1
1170 GRN% = 4
1180 SKY% = 5
1190 YELLOW% = 6
1200 WHITE% = 7
1210 ' ****
1220 '    構造物ファイルの入力
1230 ' ****
1240 *PASS
1250 ON ERROR GOTO *ERDRAIN
1260 OPEN PASS$+"$DRAIN.DIR" FOR INPUT AS #4
1270 GOTO 1310
1280 *ERDRAIN
1290 IF ERR = 53 THEN DN% = 0 : RESUME *WALL
1300 PRINT "ERR="ERR,"ERL="; ERL : END
1310 INPUT #4, DN%
1320 FOR I = 1 TO DN%
1330 INPUT #4, DT$(I)
1340 NEXT I
1350 CLOSE #4
1360 *WALL
1370 ON ERROR GOTO *ERWALL
1380 OPEN PASS$+"$WALL.DIR" FOR INPUT AS #4
1390 GOTO 1430
1400 *ERWALL
1410 IF ERR = 53 THEN WN% = 0 : RESUME *BASE
1420 PRINT "ERR="ERR,"ERL="; ERL : END
1430 INPUT #4, WN%
1440 FOR I = 1 TO WN%
1450 INPUT #4, WT$(I)
1460 NEXT I
1470 CLOSE #4
1480 *BASE
1490 ON ERROR GOTO *ERBASE
1500 OPEN PASS$+"$BASE.DIR" FOR INPUT AS #4
1510 GOTO 1550
1520 *ERBASE
1530 IF ERR = 53 THEN BN% = 0 : RESUME *CRSOPEN
1540 PRINT "ERR="ERR,"ERL="; ERL : END
1550 INPUT #4, BN%
1560 FOR I = 1 TO BN%
```

```

1570 INPUT #4, BT$(I)
1580 NEXT I
1590 CLOSE #4
1600 ON ERROR GOTO 0
1610 ****
1620 ' C R S ファイルのオープン
1630 ****
1640 *CRSOPEN
1650 ON ERROR GOTO 0
1660 FIELD #1, 4 AS K$(0), 4 AS K$(1), 4 AS K$(2), 4 AS K$(3), 4 AS K$(4),
        4 AS K$(5), 4 AS K$(6), 4 AS K$(7), 4 AS K$(8), 4 AS K$(9),
        4 AS K$(10), 4 AS K$(11), 4 AS K$(12), 4 AS K$(13), 4 AS K$(14)
1670 OPEN F1$ AS #1
1680 PRINT "横断図設計ファイル("; F1$; ")の使用ははじめてか (Y/N) ";
1690 INPUT N$
1700 IF N$ = "N" OR N$ = "n" THEN CRNO = 1 : GOTO 1770
1710 IF N$ = "Y" OR N$ = "y" THEN GOTO 1730
1720 GOTO 1680
1730 INPUT "このファイルを初期化してよいか (Y/N) "; N$
1740 IF N$ = "N" OR N$ = "n" THEN CRNO = 1 : GOTO 1770
1750 IF N$ = "Y" OR N$ = "y" THEN CRNO = 0 : GOTO 1770
1760 GOTO 1730
1770 ****
1780 ' C R 1 ファイルのオープン
1790 ****
1800 FIELD #2, 4 AS C$(0), 4 AS C$(1), 4 AS C$(2), 4 AS C$(3), 4 AS C$(4),
        4 AS C$(5), 4 AS C$(6), 4 AS C$(7), 4 AS C$(8), 4 AS C$(9),
        4 AS C$(10), 4 AS C$(11), 4 AS C$(12), 4 AS C$(13), 4 AS C$(14)
1810 OPEN F2$ AS #2
1820 REC = 1 : GOSUB *GETFILE2 : CREND = C(0,0)-1
1830 IF CRNO = 1 THEN GOTO 1900
1840 PRINT "ファイルを初期化します。しばらくお待ちください。"
1850 GOSUB *CON.INIT
1860 FOR REC = 1 TO CREND
1870   GOSUB *PUTFILE1
1880 NEXT REC
1890 CRNO = 1
1900 REC = 1 : GOSUB *GETFILE1
1910 REC = 2 : GOSUB *GETFILE2 : PNO = C(0,44)
1920 ****
1930 ' P R F ファイルのフィールド
1940 ****
1950 FIELD #3, 8 AS HH$, 4 AS H$(0), 4 AS H$(1), 4 AS H$(2), 4 AS H$(3),
        4 AS H$(4), 4 AS H$(5), 4 AS H$(6), 4 AS H$(7), 4 AS H$(8),
        4 AS H$(9), 4 AS H$(10), 4 AS H$(11), 4 AS H$(12)
1960 REC = PNO : GOSUB *GETFILE3
1970 ****
1980 ' プロッタのオープン
1990 ****
2000 REC = 1 : GOSUB *GETFILE1
2010 PRINT "プロッタをオープンします。準備はよいですか (OK=Push any key)";
2020 WHILE INKEY$="" : WEND
2030 OPEN "COM:N82N" AS #5
2040 ****
2050 ' データ編集メニュー
2060 ****
2070 CLS : CONSOLE 1,24
2080 GOSUB *GRAPHIC
2090 ON KEY GOSUB *ZOOM, *SCROLL, *INIT
2100 FOR K = 1 TO 3 : KEY (K) ON : NEXT K
2110 *MENU
2120 COMM$ = "Command C(construct, P(lotta, Zoom, Scroll, I(nitial, B(efore, N
(ext, Q(uiit " : GOSUB *COMM

```

```

2130 A1$ = INKEY$ : IF A1$ = "" THEN GOTO 2130
2140 PRINT A1$
2150 IF A1$ = "C" OR A1$ = "c" THEN GOSUB *CONST : GOTO *MENU
2160 IF A1$ = "P" OR A1$ = "p" THEN GOSUB *PLOTTER : GOTO *MENU
2170 IF A1$ = "B" OR A1$ = "b" THEN GOSUB *BEFORE : GOTO *MENU
2180 IF A1$ = "N" OR A1$ = "n" THEN GOSUB *NEXT.DATA : GOTO *MENU
2190 IF A1$ = "Z" OR A1$ = "z" THEN GOSUB *ZOOM : GOTO *MENU
2200 IF A1$ = "S" OR A1$ = "s" THEN GOSUB *SCROLL : GOTO *MENU
2210 IF A1$ = "I" OR A1$ = "i" THEN GOSUB *INIT : GOTO *MENU
2220 IF A1$ = "Q" OR A1$ = "q" THEN GOSUB *QUIT
2230 GOTO *MENU
2240 ****
2250 ' 構造物の設計
2260 ****
2270 *CONST
2280 IF CRNO < 2 THEN GOTO 2470
2290 COMM$ = "ひとつ前の測点と同じ設計とするか (Y/N) ? " : GOSUB *COMM
2300 N$ = INKEY$ : IF N$ = "" THEN GOTO 2300
2310 PRINT N$
2320 IF N$ <> "Y" AND N$ <> "y" THEN GOTO 2470
2330 GOSUB *ERASE.CONST
2340 REC = CRNO-1 : GOSUB *GETFILE1
2350 COL% = WHITE% : GOSUB *GRAPHIC1
2360 COMM$ = "これでよいですか。(Y/N) ? " : GOSUB *COMM
2370 N$ = INKEY$ : IF N$ = "" THEN GOTO 2370
2380 PRINT N$
2390 IF N$ = "Y" OR N$ = "y" THEN GOTO 2440
2400 GOSUB *ERASE.CONST
2410 REC = CRNO : GOSUB *GETFILE1
2420 GOSUB *GRAPHIC
2430 GOTO 2470
2440 CRFLG = 1 : CRSAME = CRNO-1
2450 REC = CRNO : GOSUB *PUTFILE1
2460 RETURN
2470 IF CRFLG = 0 THEN GOTO 2530
2480 COMM$ = "現在の設計を変更しますか (Y/N) ? " : GOSUB *COMM
2490 N$ = INKEY$ : IF N$ = "" THEN GOTO 2490
2500 PRINT N$
2510 IF N$ <> "Y" AND N$ <> "y" THEN RETURN
2520 COL% = BLK% : FOR RL = 1 TO 2 : GOSUB *DISP.CONST : NEXT RL
2530 GOSUB *CON.INIT
2540 ' 路面
2550 GOSUB *DISP.ROMEN
2560 FOR RL = 1 TO 2
2570 *CONST1
2580 IF RL = 1 THEN RL$="左側" : SG = -1 ELSE RL$ = "右側" : SG = 1
2590 ' 排水溝
2600 GOSUB *CONST.DRAIN
2610 ' 法面1
2620 SLX2(RL,1) = DX(RL,2)
2630 SLY2(RL,1) = DY(RL,2)
2640 GOSUB *CONST.SLOPE
2650 IF SLX2(RL,0) <> 0 THEN GOTO 2720
2660 SLX1(RL,0) = 0
2670 FOR I1 = 0 TO 2
2680   SLX1(RL,I1) = SLX2(RL,I1)
2690   SLY1(RL,I1) = SLY2(RL,I1)
2700 NEXT I1
2710 GOTO 2760
2720 FOR I1 = 0 TO SLX2(RL,0)
2730   SLX1(RL,I1) = SLX2(RL,I1)
2740   SLY1(RL,I1) = SLY2(RL,I1)
2750 NEXT I1

```

```

2760 IF ENDFLG <> 1 THEN GOTO 2830
2770   WLX1(RL,0) = 0
2780   BX1(RL,0) = 0
2790   SLX2(RL,0) = 0
2800   WLX2(RL,0) = 0
2810   BX2(RL,0) = 0
2820   GOTO *CONFIN
2830   よう壁1
2840   WLX2(RL,1) = SLX1(RL,SLY1(RL,0))
2850   WLY2(RL,1) = SLY1(RL,SLY1(RL,0))
2860   GOSUB *CONST.WALL
2870   FOR I1 = 0 TO 2
2880     WLX1(RL,I1) = WLX2(RL,I1)
2890     WLY1(RL,I1) = WLY2(RL,I1)
2900   NEXT I1
2910   WLX1(0,RL) = WLX2(0,RL)
2920   WLX2(RL,0) = 0
2930   IF WLX1(RL,0) = 0 THEN BX1(RL,0) = 0 : GOTO 3070
2940   基礎1
2950   BX2(RL,1) = WLX1(RL,2)
2960   BY2(RL,1) = WLY1(RL,2)
2970   GOSUB *CONST.BASE
2980   FOR I1 = 0 TO 2
2990     BX1(RL,I1) = BX2(RL,I1)
3000     BY1(RL,I1) = BY2(RL,I1)
3010   NEXT I1
3020   IF ENDFLG <> 1 THEN GOTO 3070
3030     SLX2(RL,0) = 0
3040     WLX2(RL,0) = 0
3050     BX2(RL,0) = 0
3060     GOTO *CONFIN
3070   法面2
3080   SLX2(RL,1) = WLX1(RL,2)
3090   SLY2(RL,1) = WLY1(RL,2)
3100   GOSUB *CONST.SLOPE
3110   IF ENDFLG <> 1 THEN GOTO 3150
3120   WLX2(RL,0) = 0
3130   BX2(RL,0) = 0
3140   GOTO *CONFIN
3150   よう壁2
3160   WLX2(RL,1) = SLX2(RL,SLY2(RL,0))
3170   WLY2(RL,1) = SLY2(RL,SLY2(RL,0))
3180   GOSUB *CONST.WALL
3190   IF WLX2(RL,0) = 0 THEN BX2(RL,0) = 0 : GOTO 3240
3200   基礎2
3210   BX2(RL,1) = WLX2(RL,2)
3220   BY2(RL,1) = WLY2(RL,2)
3230   GOSUB *CONST.BASE
3240   *CONFIN
3250   LOCATE 0,0 : PRINT RL;" の設計が終わりました。これでよいか (Y/N) ? ";
3260   N1$ = INKEY$ : IF N1$ = "" THEN GOTO 3260
3270   PRINT N1$
3280   IF N1$ = "Y" OR N1$ = "y" THEN GOTO 3320
3290   COL% = BLK% : GOSUB *DISP.CONST
3300   DX(RL,0) = 0 : SLX1(RL,0) = 0 : SLX2(RL,0) = 0 : WLX1(RL,0) = 0 :
            WLX2(RL,0) = 0 : BX1(RL,0) = 0 : BX2(RL,0) = 0
3310   GOTO *CONST1
3320   NEXT RL
3330   CRFLG = 1
3340   CRSAME = 0
3350   REC = CRNO : GOSUB *PUTFILE1
3360   RETURN
3370   ****

```

```

3380   側溝の設計
3390   ****
3400   *CONST.DRAIN
3410   DX(RL,1) = GX(RL)
3420   DY(RL,1) = GY(RL)
3430   COMM$ = RL$+" の側溝を設計しますか (Y/N) ? " : GOSUB *COMM
3440   N1$ = INKEY$ : IF N1$ = "" THEN GOTO 3440
3450   IF N1$ = "Y" OR N1$ = "y" THEN GOTO *DLIST
3460   IF N1$ = "N" OR N1$ = "n" THEN GOTO 3480
3470   GOTO *CONST.DRAIN
3480   DX(RL,0) = 0
3490   DX(RL,2) = DX(RL,1)
3500   DY(RL,2) = DY(RL,1)
3510   RETURN
3520   *DLIST
3530   IN = 1
3540   *DLIST1
3550   IE = IN + 20 : IF IE > DN% THEN IE = DN%
3560   CLS
3570   LOCATE 0,3
3580   FOR IL = 1 TO IE
3590     PRINT IL; " : "; DT$(IL)
3600   NEXT IL
3610   COMM$ = " 側溝のタイプを選んでください。 (次のリスト=RETURN) " : GOSUB *COMM
3620   INPUT N1$
3630   IF N1$ = "" THEN IN = IE+1 :
            IF IN > DN% THEN GOTO *DLIST ELSE GOTO *DLIST1
3640   DX(RL,0) = VAL(N1$)
3650   IF DX(RL,0) = 0 THEN CLS : GOTO *CONST.DRAIN
3660   COL% = WHITE%
3670   CLS : GOSUB *DISP.DRAIN
3680   COMM$ = " これでよいか (Y/N) ? " : GOSUB *COMM
3690   N1$ = INKEY$ : IF N1$ = "" THEN GOTO 3690
3700   PRINT N1$
3710   IF N1$ = "Y" OR N1$ = "y" THEN GOTO 3730
3720   COL% = BLK% : GOSUB *DISP.DRAIN : GOTO *DLIST
3730   CLS
3740   GOSUB *TITLE
3750   GOSUB *SOKUTEN
3760   DX(RL,2) = DX(RL,1)+SG*KX1
3770   DY(RL,2) = DY(RL,1)+KY1
3780   RETURN
3790   ****
3800   法面の設計
3810   ****
3820   *CONST.SLOPE
3830   COMM$ = RL$+" の法面の設計をしますか (Y/N) ? " : GOSUB *COMM
3840   N$ = INKEY$ : IF N$ = "" THEN GOTO 3840
3850   PRINT N$
3860   IF N$ = "Y" OR N$ = "y" THEN GOTO 3940
3870   IF N$ = "N" OR N$ = "n" THEN GOTO 3890
3880   GOTO *CONST.SLOPE
3890   SLX2(RL,0) = 0
3900   SLY2(RL,0) = 2
3910   SLX2(RL,2) = SLX2(RL,1)
3920   SLY2(RL,2) = SLY2(RL,1)
3930   RETURN
3940   N$ = ""
3950   IS = 1
3960   WHILE N$ <> "E" AND N$ <> "e" :
3970     *CS1
3980   COMM$ = " Command 1.2(法面の勾配, L(ebel, E(xit) " : GOSUB *COMM

```

```

3990 INPUT NS
4000 IF NS = "E" OR NS = "e" THEN GOTO *CSEND
4010 IF NS = "L" OR NS = "l" THEN GOSUB *XLENGTH : GOTO 4160
4020 IF NS <> "0" AND VAL(NS) = 0 THEN CLS : GOTO *CSEND
4030 SANGLE = VAL(NS)
4040 *COMCS
4050 COMM$ = "Command H(ight, R(emain hight, X( length " : GOSUB *COMM
4060 N1$ = INKEY$ : IF N1$ = "" THEN GOTO 4060
4070 PRINT N1$
4080 IF N1$ = "H" OR N1$ = "h" THEN GOSUB *HIGHT : GOTO 4160
4090 IF N1$ = "R" OR N1$ = "r" THEN GOSUB *REMAIN : GOTO 4120
4100 IF (N1$ = "X" OR N1$ = "x") AND SANGLE <> 0
    THEN GOSUB *XLENGTH : GOTO 4160
4110 GOTO *COMCS
4120 IS = IS+1
4130 SLX2(RL,IS) = KX1
4140 SLY2(RL,IS) = KY1
4150 GOTO 4190
4160 IS = IS+1
4170 SLX2(RL,IS) = KX+SLX2(RL,IS-1)
4180 SLY2(RL,IS) = KY+SLY2(RL,IS-1)
4190 LINE (SLX2(RL,IS-1),-SLY2(RL,IS-1))-(SLX2(RL,IS),-SLY2(RL,IS)),WHITE%
4200 COMM$ = "これでよいですか (Y/N) ? " : GOSUB *COMM
4210 N2$ = INKEY$ : IF N2$ = "" THEN GOTO 4210
    PRINT N2$
    IF N2$ = "Y" OR N2$ = "y" THEN GOTO 4270
4220 LINE (SLX2(RL,IS-1),-SLY2(RL,IS-1))-(SLX2(RL,IS),-SLY2(RL,IS)),BLK%
4230 IS = IS-1
4240 GOTO *CS1
4250 SLX = SLX2(RL,IS-1) : SLY = SLY2(RL,IS-1) : HLEN = 0 : GOSUB *CROSS.SLOPE
4260 IF ENDFLG = 0 THEN GOTO *CSEND
    COMM$ = "法面は地面と交差しました。終了しますか (Y/N) ? "
    : GOSUB *COMM
4270 N1$ = INKEY$ : IF N1$ = "" THEN GOTO 4300
    PRINT N1$
    IF N1$ = "N" OR N1$ = "n" THEN ENDFLG = 0 : GOTO *CSEND
4280 IF N1$ = "Y" OR N1$ = "y" THEN GOTO 4350
4290 GOTO 4290
4300 LINE (SLX2(RL,IS-1),-SLY2(RL,IS-1))-(SLX2(RL,IS),-SLY2(RL,IS)),BLK%
4310 SLX2(RL,IS) = KX1 : SLY2(RL,IS) = KY1
4320 LINE (SLX2(RL,IS-1),-SLY2(RL,IS-1))-(SLX2(RL,IS),-SLY2(RL,IS)),WHITE%
4330 N$ = "E"
4340 *CSEND
4350 WEND
4360 COMM$ = RL$+"の法面の設計はこれでよいですか (Y/N) ? " : GOSUB *COMM
4370 N1$ = INKEY$ : IF N1$ = "" THEN GOTO 4420
4380 PRINT N1$
4390 IF N1$ = "N" OR N1$ = "n" THEN GOTO 4470
4400 IF N1$ = "Y" OR N1$ = "y" THEN GOTO 4520
4410 GOTO 4410
4420 PSET (SLX2(RL,1),-SLY2(RL,1))
4430 FOR II = 2 TO IS
4440 LINE -(SLX2(RL,II),-SLY2(RL,II)),BLK%
4450 NEXT II
4460 GOTO *CONST.SLOPE
4470 SLX2(RL,0) = IS
4480 SLY2(RL,0) = IS
4490 RETURN
4500 *****
4510 ' 法高より横距の計算
4520 *****
4530 *****
4540 *****
4550 *****
4560 *****
4570 *****
4580 *HIGHT

```

```

4590 COMM$ = "法高 = " : GOSUB *COMM : INPUT KY
4600 KX = KY*SANGLE
4610 RETURN
4620 *****
4630 ' 地表よりの距離から横距、縦距の計算
4640 *****
4650 *REMAIN
4660 COMM$ = "法肩の地表よりの距離 = " : GOSUB *COMM : INPUT HLEN
4670 SLX = SLX2(RL,IS) : SLY = SLY2(RL,IS)
4680 GOSUB *CROSS.TEST
4690 RETURN
4700 *****
4710 ' 横距より法高の計算
4720 *****
4730 *XLENGTH
4740 COMM$ = "法の横距 = " : GOSUB *COMM : INPUT KX
4750 IF NS = "L" THEN KY = 0 : RETURN
4760 KY = KX/SANGLE
4770 RETURN
4780 *****
4790 ' 地表と法面の交差
4800 *****
4810 *CROSS.TEST
4820 II = 1
4830 WHILE X(II) <= SLX : II = II+1 : WEND
4840 IF RL = 2 THEN II = II-1
4850 SG1 = 0 : SG2 = 0
4860 WHILE SG1 = SG2 AND II < IEND AND II > 1
4870     IF NS = "L" OR NS = "1" THEN SG1 = SGN((Y(II)+HLEN)-SLY) : GOTO 4890
4880     SG1 = SGN((Y(II)+HLEN)-(X(II)-SLX)/SANGLE-SLY)
4890     IF RL = 1 THEN II = II-1
4900     IF RL = 2 THEN II = II+1
4910     IF NS = "L" OR NS = "1" THEN SG2 = SGN((Y(II)+HLEN)-SLY) : GOTO 4930
4920     SG2 = SGN((Y(II)+HLEN)-(X(II)-SLX)/SANGLE-SLY)
4930     IF RL = 1 THEN II = II-1
4940     IF RL = 2 THEN II = II+1
4950 WEND
4960 IF SG1 = SG2 THEN GOTO 5050
4970 IF RL = 1 THEN II = II+1 ELSE II = II-1
4980 C1 = (Y(II)-Y(II))/(X(II)-X(II))
4990 D1 = Y(II)+HLEN-C1*X(II)
5000 IF NS = "L" OR NS = "1" THEN GOTO 5060
5010 B1 = SLY-SLY/SANGLE
5020 A1 = 1/SANGLE-C1
5030 KX1 = (D1-B1)/A1
5040 KY1 = (D1/SANGLE-B1*C1)/A1
5050 RETURN
5060 KX1 = (SLY-D1)/C1
5070 KY1 = SLY
5080 RETURN
5090 *****
5100 ' 線分と地表の交差
5110 *****
5120 *CROSS.SLOPE
5130 GOSUB *CROSS.TEST
5140 ENDFLG = 0
5150 IF SG1 = SG2 THEN RETURN
5160 IF RL = 2 THEN GOTO 5190
5170     IF KX1 >= SLX2(RL,IS) AND KX1 <= SLX THEN ENDFLG = 1
5180     RETURN
5190 IF KX1 <= SLX2(RL,IS) AND KX1 >= SLX THEN ENDFLG = 1
5200 RETURN
5210 *****

```

```

5220 ' よう壁の設計
5230 ****
5240 *CONST.WALL
5250 COMM$ = RL$+"のよう壁の設計をしますか (Y/N) ? " : GOSUB *COMM
5260 N$ = INKEY$ : IF N$ = "" THEN GOTO 5260
5270 PRINT N$
5280 IF N$ = "Y" OR N$ = "y" THEN GOTO 5350
5290 IF N$ = "N" OR N$ = "n" THEN GOTO 5310
5300 GOTO *CONST.WALL
5310 WLX2(RL,0) = 0
5320 WLX2(RL,2) = WLX2(RL,1)
5330 WLY2(RL,2) = WLY2(RL,1)
5340 RETURN
5350 *WLIST
5360 IN = 1
5370 *WLIST1
5380 IE = IN + 20 : IF IE > WN% THEN IE = WN%
5390 CLS
5400 LOCATE 0,3
5410 FOR IL = 1 TO IE
5420 PRINT IL; " : ";WT$(IL)
5430 NEXT IL
5440 COMM$ = "よう壁のタイプを選んでください。 (次のリスト=RETURN) " : GOSUB *COMM
5450 INPUT N1$
5460 IF N1$ = "" THEN IN = IE+1 :
   IF IN > WN% THEN GOTO *WLIST ELSE GOTO *WLIST1
5470 WLX2(RL,0) = VAL(N1$)
5480 IF WLX2(RL,0) = 0 THEN CLS : GOTO *CONST.WALL
5490 CLS
5500 COMM$ = "前の構造物との接点は 1(始点, 2(終点 " : GOSUB *COMM : INPUT WTYP
E
5510 IF WTYP <> 1 AND WTYP <> 2 THEN GOTO 5500
5520 WLX2(0,RL) = WTYP
5530 WLX0% = INT(WLX2(RL,0))
5540 FM$ = RIGHT$(STR$(WLX0%),LEN(STR$(WLX0%))-1)
5550 SHIFTX = WLX2(RL,1) : SHIFTY = WLY2(RL,1)
5560 COL% = WHITE%
5570 ' 線分と地表の交差
5580 GOSUB *DISP.WALL
5590 COMM$ = "これでよいか (Y/N) ? " : GOSUB *COMM
5600 N1$ = INKEY$ : IF N1$ = "" THEN GOTO 5600
5610 PRINT N1$
5620 IF N1$ = "Y" OR N1$ = "y" THEN GOTO 5640
5630 COL% = BLK% : GOSUB *DISP.WALL : GOTO *WLIST
5640 CLS
5650 GOSUB *TITLE
5660 GOSUB *SOKUTEN
5670 WLX2(RL,2) = WLX2(RL,1)+SG*KX(ENO)
5680 IF WTYP = 2 THEN GOTO 5710
5690 WLY2(RL,2) = WLY2(RL,1)+KY(ENO)
5700 GOTO 5720
5710 WLY2(RL,2) = WLY2(RL,1)-KY(ENO)
5720 RETURN
5730 ****
5740 ' 基礎の設計
5750 ****
5760 *CONST.BASE
5770 COMM$ = RL$+"の基礎の設計をしますか (Y/N) ? " : GOSUB *COMM
5780 N$ = INKEY$ : IF N$ = "" THEN GOTO 5780
5790 PRINT N$
5800 IF N$ = "Y" OR N$ = "y" THEN GOTO 5870
5810 IF N$ = "N" OR N$ = "n" THEN GOTO 5830

```

```

5820 GOTO *CONST.BASE
5830 BX2(RL,0) = 0
5840 BX2(RL,2) = BX2(RL,1)
5850 BY2(RL,2) = BY2(RL,1)
5860 RETURN
5870 *BLIST
5880 IN = 1
5890 *BLIST1
5900 IE = IN + 20 : IF IE > BN% THEN IE = BN%
5910 CLS
5920 LOCATE 0,3
5930 FOR IL = 1 TO IE
5940 PRINT IL; " : ";BT$(IL)
5950 NEXT IL
5960 COMM$ = "基礎のタイプを選んでください。 (次のリスト=RETURN) " : GOSUB *COMM
5970 INPUT N1$
5980 IF N1$ = "" THEN IN = IE+1 :
   IF IN > BN% THEN GOTO *WLIST ELSE GOTO *BLIST1
5990 BX2(RL,0) = VAL(N1$)
6000 IF BX2(RL,0) = 0 THEN CLS : GOTO *CONST.BASE
6010 BX0% = INT(BX2(RL,0))
6020 FM$ = RIGHT$(STR$(BX0%),LEN(STR$(BX0%))-1)
6030 SHIFTX = BX2(RL,1) : SHIFTY = BY2(RL,1)
6040 CLS
6050 COL% = WHITE% : GOSUB *DISP.BASE
6060 COMM$ = "これでよいか (Y/N) ? " : GOSUB *COMM
6070 N1$ = INKEY$ : IF N1$ = "" THEN GOTO 6070
6080 PRINT N1$
6090 IF N1$ = "Y" OR N1$ = "y" THEN GOTO 6110
6100 COL% = BLK% : GOSUB *DISP.BASE : GOTO *BLIST
6110 CLS
6120 GOSUB *TITLE
6130 GOSUB *SOKUTEN
6140 BX2(RL,2) = BX2(RL,1)+SG*KX(ENO)
6150 BY2(RL,2) = BY2(RL,1)+KY(ENO)
6160 RETURN
6170 ****
6180 ' X Y プロットに出力
6190 ****
6200 *PLOTTER
6210 COMM$ = "Command P(lotter, F(rame, E(xit" : GOSUB *COMM
6220 N$ = INKEY$ : IF N$ = "" THEN GOTO 6220
6230 IF N$ = "P" OR N$ = "p" THEN GOSUB *PLOT : GOTO *PLOTTER
6240 IF N$ = "F" OR N$ = "f" THEN GOSUB *FRAME : GOTO *PLOTTER
6250 IF N$ = "E" OR N$ = "e" THEN GOSUB *PLFIN : RETURN
6260 GOTO *PLOTTER
6270 ****
6280 ' 地形、構造物のプロット
6290 ****
6300 *PLOT
6310 IF CRSAME = 0 THEN GOTO 6440
6320 COMM$ = "前の測点と同じ設計です。全データをプロットしますか (Y/N) "
6330 GOSUB *COMM
6340 N$ = INKEY$ : IF N$ = "" THEN GOTO 6340
6350 IF N$ = "Y" OR N$ = "y" THEN GOTO *DISP.WAKU
6360 IF N$ = "N" OR N$ = "n" THEN GOTO 6380
6370 GOTO *PLOT
6380 X = XA
6390 IF H(11) > 0 THEN Y = AY+2.5 ELSE Y = AY-H(11)+2.5
6400 GOSUB *PLOT.SOKUTEN
6410 RETURN
6420 ****表示位置 (デフォルト値)

```

```

6430 GOSUB *PMOVE
6440 IF AX > 1 THEN GOTO 6450 ELSE GOTO 6470
6450 IF AY > 19 THEN AX = 11 : AY = 9 : GOTO *DISP.WAKU
6460 AY = 18 : GOTO *DISP.WAKU
6470 IF AX < 12 THEN GOTO *DISP.WAKU
6480 IF AY > 19 THEN AX = 17 : AY = 9 : GOTO *DISP.WAKU
6490 AY = 18
6500 ***枠の表示
6510 *DISP.WAKU
6520 COL% = YELLOW% : GOSUB *SUB.WAKU
6530 ****表示位置の移動
6540 *WAKU.IDOU
6550 COMM$ = "表示位置はこれでよいですか (Y/N) ? " : GOSUB *COMM
6560 NS = INKEY$ : IF NS = "" THEN GOTO 6560
6570 IF NS = "Y" OR NS = "y" THEN GOTO *SISSER
6580 IF NS = "N" OR NS = "n" THEN GOTO 6600
6590 GOTO *DISP.WAKU
6600 COMM$ = "移動距離 (X,Ym) " : GOSUB *COMM$
6610 INPUT SHIFTX,SHIFTY
6620 COL% = BLK% : GOSUB *SUB.WAKU
6630 AX = AX+SHIFTX
6640 AY = AY+SHIFTY
6650 COL% = YELLOW% : GOSUB *SUB.WAKU
6660 GOTO *WAKU.IDOU
6670 ****シザリングの範囲
6680 *SISSER
6690 COMM$ = "表示する範囲を入力してください (左下 Xmin,Ymin) " : GOSUB *COMM
6700 INPUT AX1, AY1
6710 COMM$ = "表示する範囲を入力してください (右上 Xmax,Ymax) " : GOSUB *COMM
6720 INPUT AX2,AY2
6730 IF AX1 > AX2 OR AY1 > AY2
    THEN PRINT "入力誤り" : GOSUB *SLEEP : GOTO *SISSER
6740 LINE (AX1,-AY1)-(AX2,-AY2),SKY%,B
6750 COMM$ = "これでよいですか (Y/N) ? " : GOSUB *COMM
6760 NS = INKEY$ : IF NS = "" THEN GOTO 6760
6770 IF NS = "Y" OR NS = "y" THEN GOTO *XYPLOT
6780 IF NS = "N" OR NS = "n" THEN GOTO 6800
6790 GOTO *SISSER
6800 LINE (AX1,-AY1)-(AX2,-AY2),BLK%,B
6810 GOTO *SISSER
6820 ****プロッタ出力
6830 *XYPLOT
6840 PEN = 1 : GOSUB *PPEN
6850 ****測点名
6860 X = 0
6870 IF H(11) > 0 THEN Y = 2 ELSE Y = -H(11)+2
6880 GOSUB *PLOT.SOKUTEN
6890 ****切盛高
6900 X = 0
6910 Y = Y-.5
6920 CP% = 1.5
6930 CP$ = STR$(-INT(H(11)*100+.5)/100)
6940 IF H(11) < 0 THEN CP$=+"+"+RIGHT$(CP$,LEN(CP$)-1)
6950 PX = FNPX9(X)-LEN(CP$)*(CP%+1)*.4
6960 PY = FNPY9(Y)
6970 QP% = 0
6980 GOSUB *PALPHA.ROTATE
6990 GOSUB *PALPHA.SCALE
7000 GOSUB *PMOVE
7010 GOSUB *PPRINT
7020 ****地形
7030 X1 = 0 : Y1 = .5
7040 X2 = 0 : Y2 = -.5

```

```

7050 GOSUB *PLINE
7060 PEN = 2 : GOSUB *PPEN
7070 FOR I = 2 TO Y(0)
7080 X1 = X(I-1) : Y1 = Y(I-1)
7090 X2 = X(I) : Y2 = Y(I)
7100 GOSUB *SUB.SISSE
7110 IF CCODE% = -999 THEN GOTO 7130
7120 GOSUB *PLINE
7130 NEXT I
7140 PEN = 1 : GOSUB *PPEN
7150 *****構造物
7160 GOSUB *DISP.ROMEN
7170 FOR RL = 1 TO 2
7180 IF RL = 1 THEN SG = -1 ELSE SG = 1
7190 GOSUB *DISP.CONST
7200 NEXT RL
7210 ****プロッタ出力終わり
7220 GOSUB *PHOME
7230 RETURN
7240 ****
7250 'プロッタに枠をかく
7260 ****
7270 *FRAME
7280 PEN = 2 : GOSUB *PPEN
7290 PX1 = 100 : PY1 = 100
7300 PX2 = 3800 : PY2 = 100
7310 GOSUB *PLINE1
7320 PX1 = 3800 : PY1 = 100
7330 PX2 = 3800 : PY2 = 2600
7340 GOSUB *PLINE1
7350 PX1 = 3800 : PY1 = 2600
7360 PX2 = 100 : PY2 = 2600
7370 GOSUB *PLINE1
7380 PX1 = 100 : PY1 = 2600
7390 PX2 = 100 : PY2 = 100
7400 GOSUB *PLINE1
7410 PEN = 1 : GOSUB *PPEN
7420 GOSUB *PHOME
7430 RETURN
7440 ****
7450 '測点のプロット
7460 ****
7470 *PLOT.SOKUTEN
7480 CP% = 3
7490 CP$ = H1$
7500 PX = FNPX9(X)-LEN(CP$)*(CP%+1)*.4
7510 PY = FNPY9(Y)
7520 GOSUB *PMOVE1
7530 QP% = 0
7540 GOSUB *PALPHA.SCALE
7550 GOSUB *PALPHA.ROTATE
7560 GOSUB *PPRINT
7570 RETURN
7580 ****
7590 'シザリング処理
7600 ****
7610 *SUB.SISSE
7620 X = X1 : Y = Y1
7630 GOSUB *CRIP.CODE
7640 CC1% = CCODE%
7650 X = X2 : Y = Y2
7660 GOSUB *CRIP.CODE
7670 CC2% = CCODE%

```

```

7680 *SIS1
7690 IF CC1% = 0 AND CC2% = 0 THEN RETURN
7700 IF ( CC1% AND CC2% ) <> 0 THEN CCODE% = -999 : RETURN
7710 IF CC1% = 0 THEN SWAP X1,X2 : SWAP Y1,Y2 : SWAP CC1%,CC2%
7720 IF ( CC1% AND 1 ) = 0 THEN GOTO *SIS2
7730 IF X1 = X2 THEN X1 = AX1 : GOTO *SIS5
7740 Y1 = Y1+(Y2-Y1)*(AX1-X1)/(X2-X1)
7750 X1 = AX1
7760 GOTO *SIS5
7770 *SIS2
7780 IF ( CC1% AND 2 ) = 0 THEN GOTO *SIS3
7790 IF X1 = X2 THEN X1 = AX2 : GOTO *SIS5
7800 Y1 = Y1+(Y2-Y1)*(AX2-X1)/(X2-X1)
7810 X1 = AX2
7820 GOTO *SIS5
7830 *SIS3
7840 IF ( CC1% AND 4 ) = 0 THEN GOTO *SIS4
7850 IF Y1 = Y2 THEN Y1 = AY1 : GOTO *SIS5
7860 X1 = X1+(X2-X1)*(AY1-Y1)/(Y2-Y1)
7870 Y1 = AY1
7880 GOTO *SIS5
7890 *SIS4
7900 IF Y1 = Y2 THEN Y1 = AY2 : GOTO *SIS5
7910 X1 = X1 +(X2-X1)*(AY2-Y1)/(Y2-Y1)
7920 Y1 = AY2
7930 *SIS5
7940 X = X1 : Y = Y1
7950 GOSUB *CRIP.CODE
7960 CC1% = CCODE%
7970 GOTO *SIS1
7980 ****
7990 ' SUB クリッピングコード
8000 ****
8010 *CRIP.CODE
8020 IF X >= AX1 AND X <= AX2 THEN CCODE% = 0 : GOTO *CC1
8030 IF X < AX1 THEN CCODE% = 1 : GOTO *CC1
8040 IF X > AX2 THEN CCODE% = 2
8050 *CC1
8060 IF Y >= AY1 AND Y <= AY2 THEN RETURN
8070 IF Y < AY1 THEN CCODE% = CCODE%+4 : RETURN
8080 IF Y > AY2 THEN CCODE% = CCODE%+8
8090 RETURN
8100 ****
8110 ' プロツタ終了
8120 ****
8130 *PLFIN
8140 COL% = BLK% : GOSUB *SUB.WAKU
8150 LINE (AX1,-AY1)-(AX2,-AY2),BLK%,B
8160 RETURN
8170 ****
8180 ' 地形線と構造物の表示
8190 ****
8200 *GRAPHIC
8210 CLS 3
8220 GOSUB *KEIKYO.IKYO
8230 GOSUB *WINDOW.SET
8240 GOSUB *WAKU
8250 GOSUB *TITLE
8260 GOSUB *CHIKEI
8270 GOSUB *DISP.ROMEN
8280 *GRAPHIC1
8290 COL% = WHITE%
8300 RLSTACK = RL

```

```

8310 FOR RL = 1 TO 2
8320 IF RL = 1 THEN SG = -1 ELSE SG = 1
8330 GOSUB *DISP.CONST
8340 NEXT RL
8350 RL = RLSTACK
8360 IF RL = 1 THEN SG = -1 ELSE SG = 1
8370 RETURN
8380 **** 次のデータ表示
8390 **** 次のデータ表示
8400 ****
8410 *NEXT.DATA
8420 CRNO = CRNO+1
8430 IF CRNO > CREND THEN CRNO = CREND
8440 *NEXT1
8450 REC = CRNO : GOSUB *GETFILE1
8460 REC = CRNO+1 : GOSUB *GETFILE2
8470 PNO = C(0,44)
8480 REC = PNO : GOSUB *GETFILE3
8490 GOTO *GRAPHIC
8500 **** 前のデータ表示
8510 **** 前のデータ表示
8520 ****
8530 *BEFORE
8540 CRNO = CRNO-1
8550 IF CRNO < 1 THEN CRNO = 1
8560 GOTO *NEXT1
8570 **** 表示の拡大
8580 ' 表示の拡大
8590 ****
8600 *ZOOM
8610 POSX = POS(0) : POSY = CSRLIN
8620 CLS : LOCATE 0,24
8630 INPUT "拡大、縮小率" ; SCALE
8640 IF SCALE = 0 THEN GOTO 8620
8650 IF SCALE > 1 THEN SCALE = INT(SCALE)
8660 IF SCALE <= 1 THEN SCALE = 1/INT(1/SCALE)
8670 WX1 = WX1/SCALE
8680 WY1 = WY1/SCALE
8690 WX2 = WX2/SCALE
8700 WY2 = WY2/SCALE
8710 COL% = WHITE%
8720 GOSUB *GRAPHIC
8730 LOCATE POSX,POSY
8740 RETURN
8750 **** 表示のスクロール
8760 ' 表示のスクロール
8770 ****
8780 *SCROLL
8790 POSX = POS(0) : POSY = CSRLIN
8800 CLS : LOCATE 0,24
8810 INPUT "スクロールする長さ X,Y" ; SCRX, SCRY
8820 WX1 = WX1-SCRX
8830 WX2 = WX2-SCRX
8840 WY1 = WY1-SCRY
8850 WY2 = WY2-SCRY
8860 GOTO 8710
8870 **** 表示の初期化
8880 ' 表示の初期化
8890 ****
8900 *INIT
8910 POSX = POS(0) : POSY = CSRLIN
8920 SCALE% = 1
8930 WX1 = - 64

```

```

8940 WX2 = 64
8950 WY1 = -40
8960 WY2 = 40
8970 GOTO 8710
8980 ****
8990 ' 岩石線の表示
9000 ****
9010 *SOIL
9020 PRINT "no program"
9030 RETURN
9040 ****
9050 ' 終了
9060 ****
9070 *QUIT
9080 CLOSE #1
9090 CLOSE #2
9100 CLOSE #5
9110 SCREEN 3 : CONSOLE 0,24 : CLS 3
9120 FOR I = 1 TO 3 : KEY(I) OFF : NEXT I
9130 CHAIN "CROSS", 1000, ALL
10000 ****
10010 ' エラー処理ルーチン
10020 ****
10030 *ERORUTIN
10040 IF ERL = 13220 THEN PRINT "横断測量のデータがありません。" : END
10050 IF ERL = 13370 THEN PRINT "縦断図のデータがありません。" : END
10060 PRINT "ERR="; ERR, "ERL="; ERL
10070 PRINT "マニュアルを見て下さい。"
10080 END
10090 ****
10100 ' SUB-ROUTIN
10110 ****
10120 '
10130 **** SUB コマンドラインの表示
10140 '
10150 *COMM
10160 LOCATE 0,0
10170 PRINT "
"; : LOCATE 0,0 : PRINT COMM$;
10180 RETURN
10190 '
10200 **** SUB 構造物変数の初期化
10210 '
10220 *CON.INIT
10230 ENDFLG = 0
10240 FOR RL = 1 TO 2
10250 DX(RL,0) = 0 : SLX1(RL,0) = 0 : SLX2(RL,0) = 0
10260 WLX1(RL,0) = 0 : WLX2(RL,0) = 0 : BX1(RL,0) = 0 : BX2(RL,0) = 0
10270 NEXT RL
10280 RETURN
10290 '
10300 ***SUB ウィンドウの設定
10310 '
10320 *WINDOW.SET
10330 WINDOW (WX1,WY1)-(WX2,WY2)
10340 RETURN
10350 '
10360 ***SUB 枠の表示
10370 '
10380 *WAKU
10390 WY = MAP(16,3)-MAP(0,3)
10400 IY1 = INT((WY1+WY)*2)/2+1
10410 FOR IY = IY1 TO WY2 STEP 2

```

```

10420 LINE (WX1,IY)-(WX2,IY),BLUE%,,&HAAAAA
10430 NEXT IY
10440 FOR IX = WX1 TO WX2 STEP 2
10450 LINE (IX,IY1)-(IX,WY2),BLUE%,,&HAAAAA
10460 NEXT IX
10470 RETURN
10480 '
10490 **** SUB タイトルの表示
10500 '
10510 *TITLE
10520 LOCATE 0,2 : PRINT "タイトル: "; TS
10530 LOCATE 0,3 : PRINT "レコード番号"; CRNO; SPC(20)
10540 LOCATE 20,3 : PRINT "全レコード数"; CREND; SPC(20)
10550 RETURN
10560 '
10570 **** SUB 縦距、緯距の計算
10580 '
10590 *KEIKYO.IKYO
10600 X1 = 0
10610 Y1 = 0
10620 I1 = C(1,0)+2
10630 FOR I = 1 TO C(0,0)
10640 X1 = X1+C(1,1)
10650 Y1 = Y1+C(0,1)
10660 X(I1) = X1
10670 Y(I1) = Y1
10680 I1 = I1+1
10690 NEXT I
10700 X(C(1,0)+1) = 0
10710 Y(C(1,0)+1) = 0
10720 X1 = 0
10730 Y1 = 0
10740 I1 = C(1,0)
10750 FOR I = 21 TO C(1,0)+20
10760 X1 = X1-C(1,1)
10770 Y1 = Y1+C(0,1)
10780 X(I1) = X1
10790 Y(I1) = Y1
10800 I1 = I1-1
10810 NEXT I
10820 X(0) = C(1,0)+1
10830 Y(0) = C(0,0)+C(1,0)+1
10840 IEND = C(0,0)+C(1,0)+1
10850 LOCATE 0,15 : PRINT;
10860 ' FOR I = 0 TO IEND
10870 ' PRINT I; " "; X(I); Y(I),
10880 ' NEXT I
10890 RETURN
10900 '
10910 **** SUB 地形線の表示
10920 '
10930 *CHIKEI
10940 GOSUB *SOKUTEN
10950 LINE (0,4)-(0,-4),WHITE%
10960 FOR I = 2 TO Y(0)
10970 LINE (X(I-1),-Y(I-1))-(X(I),-Y(I)),GRN%
10980 NEXT I
10990 RETURN
11000 '
11010 **** SUB 測点
11020 '
11030 *SOKUTEN
11040 LX% = MAP(0,0)/8 : LY% = MAP(-8,1)/16

```

```

11050 LX% = LX%-LEN(H1$)/2
11060 IF LX% < 0 OR LX% > 80 OR LY% < 0 OR LY% > 25 THEN GOTO 11080
11070 LOCATE LX%,LY% : PRINT H1$;
11080 RETURN
11090 '
11100 **** SUB 構造物の表示
11110 '
11120 *DISP.CONST
11130 IF DX(RL,0) = 0 THEN GOTO *SLOPE1
11140 GOSUB *DISP.DRAIN
11150 *SLOPE1
11160 IF SLX1(RL,0) = 0 THEN GOTO *WALL1
11170 X = SLX1(RL,1) : Y = SLY1(RL,1)
11180 IF A1$ = "P" OR A1$ = "p" THEN GOSUB *PMOVE : GOTO 11190
11190 PSET (X,-Y),COL%
11200 FOR I1 = 2 TO SLX1(RL,0)
11210 X = SLX1(RL,I1) : Y = SLY1(RL,I1)
11220 IF A1$ = "P" OR A1$ = "p" THEN GOSUB *PDROW : GOTO 11240
11230 LINE -(X,-Y),COL%
11240 NEXT I1
11250 *WALL1
11260 IF WLX1(RL,0) = 0 THEN GOTO *SLOPE2
11270 FM% = INT(WLX1(RL,0))
11280 FM$ = RIGHT$(STR$(FM%),LEN(STR$(FM%))-1)
11290 SHIFTX = WLX1(RL,1) : SHIFTY = WLY1(RL,1)
11300 WTYPE = WLX1(0,RL)
11310 GOSUB *DISP.WALL
11320 IF BX1(RL,0) = 0 THEN GOTO *SLOPE2
11330 FM% = INT(BX1(RL,0))
11340 FM$ = RIGHT$(STR$(FM%),LEN(STR$(FM%))-1)
11350 SHIFTX = BX1(RL,1) : SHIFTY = BY1(RL,1)
11360 GOSUB *DISP.BASE
11370 *SLOPE2
11380 IF SLX2(RL,0) = 0 THEN GOTO *WALL2
11390 X = SLX2(RL,1) : Y = SLY2(RL,1)
11400 IF A1$ = "P" OR A1$ = "p" THEN GOSUB *PMOVE : GOTO 11420
11410 PSET (X,-Y),COL%
11420 FOR I1 = 2 TO SLX2(RL,0)
11430 X = SLX2(RL,I1) : Y = SLY2(RL,I1)
11440 IF A1$ = "P" OR A1$ = "p" THEN GOSUB *PDROW : GOTO 11460
11450 LINE -(X,-Y),COL%
11460 NEXT I1
11470 *WALL2
11480 IF WLX2(RL,0) = 0 THEN GOTO *DCFIN
11490 FL$ = PASS$+"$WALL."+STR$(WLX2(RL,0))
11500 SHIFTX = WLX2(RL,1) : SHIFTY = WLY2(RL,1)
11510 WTYPE = WLX2(0,RL)
11520 GOSUB *DISP.WALL
11530 IF BX2(RL,0) = 0 THEN GOTO *SLOPE2
11540 FL$ = PASS$+"$BASE."+STR$(BX2(RL,0))
11550 SHIFTX = WLX2(RL,1) : SHIFTY = WLY2(RL,1)
11560 GOSUB *DISP.BASE
11570 *DCFIN
11580 RETURN
11590 '
11600 **** SUB 構造物の消去
11610 '
11620 *ERASE.CONST
11630 COL% = BLK%
11640 RLSTACK = RL
11650 FOR RL = 1 TO 2
11660 IF RL = 1 THEN SG = -1 ELSE SG = 1
11670 GOSUB *DISP.CONST

```

```

11680 NEXT RL
11690 RL = RLSTACK : IF RL = 1 THEN SG = -1 ELSE SG = 1
11700 RETURN
11710 '
11720 ***** SUB 路面の表示
11730 '
11740 *DISP.ROMEN
11750 GX(0) = 0
11760 GY(0) = -H(11)
11770 FOR I1 = 1 TO 2
11780 IF I1 = 1 THEN SG1 = -1 ELSE SG1 = 1
11790 GX(I1) = GX(0)+SG1*(WIDE2+E(I1))
11800 GY(I1) = GY(0)+SG1*E(3)*WIDE2/100
11810 IF A1$ = "P" OR A1$ = "p"
    THEN X1 = GX(0) : Y1 = GY(0) : X2 = GX(I1) : Y2 = GY(I1) : GOSUB *PLINE
    : GOTO 11830
11820 LINE (GX(0),-GY(0))-(GX(I1),-GY(I1))
11830 NEXT I1
11840 RETURN
11850 '
11860 **** SUB 排水溝の表示
11870 '
11880 *DISP.DRAIN
11890 DX0% = INT(DX(RL,0))
11900 FL$ = PASS$+"$DRAIN."+RIGHT$(STR$(DX0%),LEN(STR$(DX0%))-1)
11910 SHIFTX = DX(RL,1) : SHIFTY = DY(RL,1)
11920 IF A1$ = "P" OR A1$ = "p"
    THEN X = SHIFTX : Y = SHIFTY : GOSUB *PMOVE : GOTO 11940
11930 PSET (SHIFTX,-SHIFTY),COL%
11940 OPEN FL$ FOR INPUT AS #4
11950 INPUT #4, NO, ENO, CC
11960 FOR I1 = 1 TO NO
11970 INPUT #4, KX, KY, KC
11980 IF I1 = ENO THEN KX1 = KX : KY1 = KY
11990 X = SG*KX+SHIFTX : Y = KY+SHIFTY
12000 IF KC = 1 THEN GOTO 12030
12010 IF A1$ = "P" OR A1$ = "p" THEN GOSUB *PMOVE : GOTO 12050
12020 PSET (X,-Y),COL% : GOTO 12050
12030 IF A1$ = "P" OR A1$ = "p" THEN GOSUB *PDROW : GOTO 12050
12040 LINE -(X,-Y),COL% : GOTO 12050
12050 NEXT I1
12060 CLOSE #4
12070 RETURN
12080 '
12090 **** SUB よう壁の表示
12100 '
12110 *DISP.WALL
12120 SFTX = SHIFTX : SFTY = SHIFTY
12130 FL$ = PASS$+"$WALL."+FM$
12140 OPEN FL$ FOR INPUT AS #4
12150 INPUT #4, NO, ENO, CC
12160 FOR I1 = 1 TO NO
12170 INPUT #4, KX(I1), KY(I1), KC(I1)
12180 NEXT I1
12190 IF WTYPE = 2 THEN SFTX = SHIFTX+SG*KX(ENO) : SFTY = SHIFTY-KY(ENO)
12200 X = SFTX : Y = SFTY
12210 IF A1$ = "P" OR A1$ = "p" THEN GOSUB *PMOVE : GOTO 12230
12220 PSET (X,-Y),COL%
12230 FOR I1 = 1 TO NO
12240 IF WTYPE = 2 THEN KX1 = -SG*KX(I1)+SFTX
    ELSE KX1 = SG*KX(I1)+SFTX
12250 KY1 = KY(I1)+SFTY
12260 X = KX1 : Y = KY1

```

```

12270 IF KC(I1) = 1 THEN GOTO 12300
12280 IF A1$ = "P" OR A1$ = "p" THEN GOSUB *PMOVE : GOTO 12320
12290 PSET (X,-Y),COL% : GOTO 12320
12300 IF A1$ = "P" OR A1$ = "p" THEN GOSUB *PDROW : GOTO 12320
12310 LINE -(X,-Y),COL% : GOTO 12320
12320 NEXT I1
12330 CLOSE #4
12340 RETURN
12350 '
12360 **** SUB 基礎の表示
12370 '
12380 *DISP.BASE
12390 IF A1$ = "P" OR A1$ = "p"
    THEN X = SHIFTX : Y = SHIFTY : GOSUB *PMOVE : GOTO 12410
12400 PSET (SHIFTX,-SHIFTY),COL%
12410 FL$ = PASS$+"$BASE."+FMS
12420 OPEN FL$ FOR INPUT AS #4
12430 INPUT #4, NO, ENO, CC
12440 FOR II = 1 TO NO
12450 INPUT #4, KX, KY, KC
12460 IF WTYPE = 2 THEN KX = -SG*KX+SHIFTX ELSE KX = SG*KX+SHIFTX
12470 KY = KY+SHIFTY
12480 X = KX : Y = KY
12490 IF KC = 1 THEN GOTO 12520
12500 IF A1$ = "P" OR A1$ = "p" THEN GOSUB *PMOVE : GOTO 12540
12510 PSET (X, -Y),COL% : GOTO 12540
12520 IF A1$ = "P" OR A1$ = "p" THEN GOSUB *PDROW : GOTO 12540
12530 LINE -(X, -Y),COL% : GOTO 12540
12540 NEXT II
12550 CLOSE #4
12560 RETURN
12570 '
12580 ****SUB 表示の中止
12590 '
12600 *SLEEP
12610 FOR SLP = 0 TO 5000 : NEXT SLP
12620 RETURN
12630 '
12640 **** SUB プロッタの表示位置を C R T にかく
12650 '
12660 *SUB.WAKU
12670 X1 = -AX+1
12680 Y1 = -AY+1
12690 X2 = X1+38
12700 Y2 = Y1+26
12710 LINE (X1,-Y1)-(X2,-Y2),COL%,B
12720 RETURN
12730 ****
12740 ' プロッタ サブルーチン (ROLAND DXY-980)
12750 ****
12760 *PMOVE
12770 PX = FNPX9(X)
12780 PY = FNPY9(Y)
12790 *PMOVE1
12800 PRINT #5, "M"; PX, PY
12810 RETURN
12820 *PDROW
12830 PX = FNFX9(X)
12840 PY = FNPY9(Y)
12850 *PDROW1
12860 PRINT #5, "D"; PX, PY
12870 RETURN
12880 *PLINE

```

```

12890 PX1 = FNFX9(X1)
12900 PY1 = FNPY9(Y1)
12910 PX2 = FNFX9(X2)
12920 PY2 = FNPY9(Y2)
12930 *PLINE1
12940 PX = PX1 : PY = PY1 : GOSUB *PMOVE1
12950 PX = PX2 : PY = PY2 : GOSUB *PDROW1
12960 RETURN
12970 *PALPHA.SCALE
12980 PRINT #5, "S"; CP%
12990 RETURN
13000 *PALPHA.ROTATE
13010 PRINT #5, "Q"; QP%
13020 RETURN
13030 *PPRINT
13040 PRINT #5, "U 1"
13050 PRINT #5, "P"; CP$
13060 RETURN
13070 *PPEN
13080 PRINT #5, "J", PEN
13090 RETURN
13100 *PHOME
13110 PRINT #5, "H"
13120 RETURN
13130 ****
13140 ' SUB データファイルの読み込みと書き込み
13150 ****
13160 ****横断地形ファイル
13170 *GETFILE2
13180 ON ERROR GOTO *ERORUTIN
13190 I1 = 0
13200 J1 = 0
13210 FOR RR = 0 TO 5
13220 GET #2, (REC-1)*6+RR+1
13230 IF RR = 3 THEN I1 = 1 : J1 = 0
13240 FOR JJ = 0 TO 14
13250 C(I1,J1+JJ) = CVS(C$(JJ))
13260 NEXT JJ
13270 J1 = J1+15
13280 NEXT RR
13290 ON ERROR GOTO 0
13300 E(1) = C(0,41)
13310 E(2) = C(0,42)
13320 E(3) = C(0,43)
13330 RETURN
13340 ****縦断図ファイル
13350 *GETFILE3
13360 ON ERROR GOTO *ERORUTIN
13370 GET #3, REC
13380 H1$ = HH$
13390 FOR II = 0 TO 12
13400 H(II) = CVS(H$(II))
13410 NEXT II
13420 ON ERROR GOTO 0
13430 RETURN
13440 ****横断図ファイル
13450 *PUTFILE1
13460 'offset = 1
13470 LSET K$(0) = MKS$(CRFLG)
13480 LSET K$(1) = MKS$(CRSAME)
13490 LSET K$(2) = MKS$(0)
13500 I2 = 0
13510 FOR II = 3 TO 5

```

```

13520 LSET K$(I1) = MKS$(GX(I2))
13530 I2 = I2+1
13540 NEXT I1
13550 I2 = 0
13560 FOR I1 = 6 TO 8
13570 LSET K$(I1) = MKS$(GY(I2))
13580 I2 = I2+1
13590 NEXT I1
13600 I2 = 1 : J2 = 0
13610 FOR I1 = 9 TO 14
13620 LSET K$(I1) = MKS$(DX(I2,J2))
13630 J2 = J2+1
13640 IF J2 = 3 THEN I2 = 2 : J2 = 0
13650 NEXT I1
13660 PUT #1, (REC-1)*13+1
13670 'offset = 2
13680 I2 = 1 : J2 = 0
13690 FOR I1 = 0 TO 5
13700 LSET K$(I1) = MKS$(DY(I2,J2))
13710 J2 = J2+1
13720 IF J2 = 3 THEN I2 = 2 : J2 = 0
13730 NEXT I1
13740 J2 = 0
13750 FOR I1 = 6 TO 8
13760 LSET K$(I1) = MKS$(WLX1(0,J2))
13770 J2 = J2+1
13780 NEXT I1
13790 I2 = 1 : J2 = 0
13800 FOR I1 = 9 TO 14
13810 LSET K$(I1) = MKS$(WLX1(I2,J2))
13820 J2 = J2+1
13830 IF J2 = 3 THEN I2 = 2 : J2 = 0
13840 NEXT I1
13850 PUT #1, (REC-1)*13 +2
13860 'offset = 3
13870 I2 = 1 : J2 = 0
13880 FOR I1 = 0 TO 5
13890 LSET K$(I1) = MKS$(WLY1(I2,J2))
13900 J2 = J2+1
13910 IF J2 = 3 THEN I2 = 2: J2 = 0
13920 NEXT I1
13930 J2 = 0
13940 FOR I1 = 6 TO 8
13950 LSET K$(I1) = MKS$(WLX2(0,J2))
13960 J2 = J2+1
13970 NEXT I1
13980 I2 = 1 : J2 = 0
13990 FOR I1 = 9 TO 14
14000 LSET K$(I1) = MKS$(WLX2(I2,J2))
14010 J2 = J2+1
14020 IF J2 = 3 THEN I2 = 2: J2 = 0
14030 NEXT I1
14040 PUT #1, (REC-1)*13+3
14050 'offset = 4
14060 I2 = 1 : J2 = 0
14070 FOR I1 = 0 TO 5
14080 LSET K$(I1) = MKS$(WLY2(I2,J2))
14090 J2 = J2+1
14100 IF J2 = 3 THEN I2 = 2: J2 = 0
14110 NEXT I1
14120 I2 = 1 : J2 = 0
14130 FOR I1 = 6 TO 11
14140 LSET K$(I1) = MKS$(BX1(I2,J2))

```

```

14150 J2 = J2+1
14160 IF J2 = 3 THEN I2 = 2: J2 = 0
14170 NEXT I1
14180 J2 = 0
14190 FOR I1 = 12 TO 14
14200 LSET K$(I1) = MKS$(BY1(1,J2))
14210 J2 = J2+1
14220 NEXT I1
14230 PUT #1, (REC-1)*13+4
14240 'offset = 5
14250 J2 = 0
14260 FOR I1 = 0 TO 2
14270 LSET K$(I1) = MKS$(BY1(2,J2))
14280 J2 = J2+1
14290 NEXT I1
14300 I2 = 1 : J2 = 0
14310 FOR I1 = 3 TO 8
14320 LSET K$(I1) = MKS$(BX2(I2,J2))
14330 J2 = J2+1
14340 IF J2 = 3 THEN I2 = 2: J2 = 0
14350 NEXT I1
14360 I2 = 1 : J2 = 0
14370 FOR I1 = 9 TO 4
14380 LSET K$(I1) = MKS$(BY2(I2,J2))
14390 J2 = J2+1
14400 IF J2 = 3 THEN I2 = 2: J2 = 0
14410 NEXT I1
14420 PUT #1, (REC-1)*13+5
14430 'offset = 6
14440 FOR I1 = 0 TO 14
14450 LSET K$(I1) = MKS$(SLX1(1,I1))
14460 NEXT I1
14470 PUT #1, (REC-1)*13+6
14480 'offset = 7
14490 FOR I1 = 0 TO 14
14500 LSET K$(I1) = MKS$(SLX1(2,I1))
14510 NEXT I1
14520 PUT #1, (REC-1)*13+7
14530 'offset = 8
14540 FOR I1 = 0 TO 14
14550 LSET K$(I1) = MKS$(SLY1(1,I1))
14560 NEXT I1
14570 PUT #1, (REC-1)*13+8
14580 'offset = 9
14590 FOR I1 = 0 TO 14
14600 LSET K$(I1) = MKS$(SLY1(2,I1))
14610 NEXT I1
14620 PUT #1, (REC-1)*13+9
14630 'offset = 10
14640 FOR I1 = 0 TO 14
14650 LSET K$(I1) = MKS$(SLX2(1,I1))
14660 NEXT I1
14670 PUT #1, (REC-1)*13+10
14680 'offset = 11
14690 FOR I1 = 0 TO 14
14700 LSET K$(I1) = MKS$(SLX2(2,I1))
14710 NEXT I1
14720 PUT #1, (REC-1)*13+11
14730 'offset = 12
14740 FOR I1 = 0 TO 14
14750 LSET K$(I1) = MKS$(SLY2(1,I1))
14760 NEXT I1
14770 PUT #1, (REC-1)*13+12

```

```

14780 'offset = 13
14790 FOR I1 = 0 TO 14
14800 LSET K$(I1) = MKS$(SLY2(2,I1))
14810 NEXT I1
14820 PUT #1, (REC-1)*13+13
14830 RETURN
14840 '
14850 *GETFILE1
14860 'offset = 1
14870 GET #1, (REC-1)*13+1
14880 CRFLG = CVS(K$(0))
14890 CRSAME = CVS(K$(1))
14900 I2 = 0
14910 FOR I1 = 3 TO 5
14920 GX(I2) = CVS(K$(I1))
14930 I2 = I2+1
14940 NEXT I1
14950 I2 = 0
14960 FOR I1 = 6 TO 8
14970 GY(I2) = CVS(K$(I1))
14980 I2 = I2+1
14990 NEXT I1
15000 I2 = 1 : J2 = 0
15010 FOR I1 = 9 TO 14
15020 DX(I2,J2) = CVS(K$(I1))
15030 J2 = J2+1
15040 IF J2 = 3 THEN I2 = 2 : J2 = 0
15050 NEXT I1
15060 'offset = 2
15070 GET #1, (REC-1)*13+2
15080 I2 = 1 : J2 = 0
15090 FOR I1 = 0 TO 5
15100 DY(I2,J2) = CVS(K$(I1))
15110 J2 = J2+1
15120 IF J2 = 3 THEN I2 = 2 : J2 = 0
15130 NEXT I1
15140 J2 = 0
15150 FOR I1 = 6 TO 8
15160 WLX1(0,J2) = CVS(K$(I1))
15170 J2 = J2+1
15180 NEXT I1
15190 I2 = 1 : J2 = 0
15200 FOR I1 = 9 TO 14
15210 WLX1(I2,J2) = CVS(K$(I1))
15220 J2 = J2+1
15230 IF J2 = 3 THEN I2 = 2 : J2 = 0
15240 NEXT I1
15250 'offset = 3
15260 GET #1, (REC-1)*13+3
15270 I2 = 1 : J2 = 0
15280 FOR I1 = 0 TO 5
15290 WLY1(I2,J2) = CVS(K$(I1))
15300 J2 = J2+1
15310 IF J2 = 3 THEN I2 = 2 : J2 = 0
15320 NEXT I1
15330 J2 = 0
15340 FOR I1 = 6 TO 8
15350 WLX2(0,J2) = CVS(K$(I1))
15360 J2 = J2+1
15370 NEXT I1
15380 I2 = 1 : J2 = 0
15390 FOR I1 = 9 TO 14
15400 WLX2(I2,J2) = CVS(K$(I1))

15410 J2 = J2+1
15420 IF J2 = 3 THEN I2 = 2 : J2 = 0
15430 NEXT I1
15440 'offset = 4
15450 GET #1, (REC-1)*13+4
15460 I2 = 1 : J2 = 0
15470 FOR I1 = 0 TO 5
15480 WLY2(I2,J2) = CVS(K$(I1))
15490 J2 = J2+1
15500 IF J2 = 3 THEN I2 = 2 : J2 = 0
15510 NEXT I1
15520 I2 = 1 : J2 = 0
15530 FOR I1 = 6 TO 11
15540 BX1(I2,J2) = CVS(K$(I1))
15550 J2 = J2+1
15560 IF J2 = 3 THEN I2 = 2 : J2 = 0
15570 NEXT I1
15580 J2 = 0
15590 FOR I1 = 12 TO 14
15600 BY1(1,J2) = CVS(K$(I1))
15610 J2 = J2+1
15620 NEXT I1
15630 'offset = 5
15640 GET #1, (REC-1)*13+5
15650 J2 = 0
15660 FOR I1 = 0 TO 2
15670 BY1(2,J2) = CVS(K$(I1))
15680 J2 = J2+1
15690 NEXT I1
15700 I2 = 1 : J2 = 0
15710 FOR I1 = 3 TO 8
15720 BX2(I2,J2) = CVS(K$(I1))
15730 J2 = J2+1
15740 IF J2 = 3 THEN I2 = 2 : J2 = 0
15750 NEXT I1
15760 I2 = 1 : J2 = 0
15770 FOR I1 = 9 TO 14
15780 BY2(I2,J2) = CVS(K$(I1))
15790 J2 = J2+1
15800 IF J2 = 3 THEN I2 = 2 : J2 = 0
15810 NEXT I1
15820 'offset = 6
15830 GET #1, (REC-1)*13+6
15840 FOR I1 = 0 TO 14
15850 SLX1(1,I1) = CVS(K$(I1))
15860 NEXT I1
15870 'offset = 7
15880 GET #1, (REC-1)*13+7
15890 FOR I1 = 0 TO 14
15900 SLX1(2,I1) = CVS(K$(I1))
15910 NEXT I1
15920 'offset = 8
15930 GET #1, (REC-1)*13+8
15940 FOR I1 = 0 TO 14
15950 SLY1(1,I1) = CVS(K$(I1))
15960 NEXT I1
15970 'offset = 9
15980 GET #1, (REC-1)*13+9
15990 FOR I1 = 0 TO 14
16000 SLY1(2,I1) = CVS(K$(I1))
16010 NEXT I1
16020 'offset = 10
16030 GET #1, (REC-1)*13+10

```

```

16040 FOR I1 = 0 TO 14
16050   SLX2(1,I1) = CVS(K$(I1))
16060 NEXT I1
16070 'offset = 11
16080 GET #1, (REC-1)*13+11
16090 FOR I1 = 0 TO 14
16100   SLX2(2,I1) = CVS(K$(I1))
16110 NEXT I1
16120 'offset = 12
16130 GET #1, (REC-1)*13+12
16140 FOR I1 = 0 TO 14
16150   SLY2(1,I1) = CVS(K$(I1))
16160 NEXT I1
16170 'offset = 13
16180 GET #1, (REC-1)*13+13
16190 FOR I1 = 0 TO 14
16200   SLY2(2,I1) = CVS(K$(I1))
16210 NEXT I1
16220 RETURN

```

```

10 '***** ( FOREST ROAD DROWING SYSTEM )
20 '           FILE NAME = "CR40"
30 '           CROSS PROFILE DROWING SUB-PROGRAM NO.4
40 '           CREATED BY A.FUKUDA
50 '***** 1000 *SUB4 : 'サブプログラムNO. 4のエントリーポイント
1010 CLS
1020 PRINT "<<< 構造物ファイルの作成 >>>" : PRINT
1030 DEFINT I,J,P,R
1040 WX1 = -2
1050 WX2 = 4.4
1060 WY1 = -3
1070 WY2 = 1
1080 BLK% = 0
1090 BLUE% = 1
1100 RED% = 2
1110 '*****
1120 ' バス名の入力
1130 '*****
1140 *PASSNAME
1150 ON ERROR GOTO 0
1160 INPUT "構造物ファイルのバス名 "; PASS$
1170 '*****
1180 ' 構造物ファイルのオープンとデータの読み込み
1190 '*****
1200 ON ERROR GOTO *ERDRAIN
1210 OPEN PASS$+"$DRAIN.DIR" FOR INPUT AS #4
1220 GOTO 1260
1230 *ERDRAIN
1240 IF ERR = 53 THEN DN% = 0 : RESUME *WALL
1250 PRINT "ERR=";ERR,"ERL=";ERL : RESUME *PASSNAME
1260 INPUT #4, DN%
1270 FOR I = 1 TO DN%
1280   INPUT #4, DT$(I)
1290 NEXT I
1300 CLOSE #4
1310 *WALL
1320 ON ERROR GOTO *ERWALL
1330 OPEN PASS$+"$WALL.DIR" FOR INPUT AS #4
1340 GOTO 1380
1350 *ERWALL
1360 IF ERR = 53 THEN WN% = 0 : RESUME *BASE
1370 PRINT "ERR=";ERR,"ERL=";ERL : RESUME *PASSNAME
1380 INPUT #4, WN%
1390 FOR I = 1 TO WN%
1400   INPUT #4, WT$(I)
1410 NEXT I
1420 CLOSE #4
1430 *BASE
1440 ON ERROR GOTO *ERBASE
1450 OPEN PASS$+"$BASE.DIR" FOR INPUT AS #4
1460 GOTO 1500
1470 *ERBASE
1480 IF ERR = 53 THEN BN% = 0 : RESUME *MENU
1490 PRINT "ERR=";ERR,"ERL=";ERL : RESUME *PASSNAME
1500 INPUT #4, BN%
1510 FOR I = 1 TO BN%
1520   INPUT #4, BT$(I)
1530 NEXT I
1540 CLOSE #4
1550 '*****
1560 ' 構造物データファイル作成 メイン

```

```

1570 ****
1580 *MENU
1590 ON ERROR GOTO 0
1600 GOSUB *SCRN.SET
1610 GOSUB *MESH
1620 GOSUB *WINDOW.SET
1630 *MENU1
1640 CLS : LOCATE 0,0
1650 PRINT "Command I(input data, D(display data, Q(uit ";
1660 NS$ = INKEY$ : IF NS$="" THEN GOTO 1660
1670 IF NS$ = "I" OR NS$ = "i" THEN GOTO *INPDATA
1680 IF NS$ = "D" OR NS$ = "d" THEN GOTO *DISPLAY
1690 IF NS$ = "Q" OR NS$ = "q" THEN GOTO *QUIT
1700 GOTO *MENU1
1710 ****
1720 ' データの入力
1730 ****
1740 *INPDATA
1750 IP = 1 : 'データのポインタ
1760 KX(0) = 0
1770 KY(0) = 0
1780 CLS : INPUT "構造物の種類: 1)側溝 2)よう壁 3)基礎 "; CTYPE%
1790 IF CTYPE% < 1 OR CTYPE% > 3 THEN GOTO *INPDATA
1800 ON CTYPE% GOTO 1810, 1850, 1890
1810 FC1$ = PASS$+"$DRAIN."
1820 FC2$ = PASS$+"$DRAIN.DIR"
1830 NS% = DN%
1840 GOTO 1920
1850 FC1$ = PASS$+"$WALL."
1860 FC2$ = PASS$+"$WALL.DIR"
1870 NS% = WN%
1880 GOTO 1920
1890 FC1$ = PASS$+"$BASE."
1900 FC2$ = PASS$+"$BASE.DIR"
1910 NS% = BN%
1920 LINE INPUT "構造物の名前 "; T$
1930 PRINT "タイプ番号 (現在の最大タイプ番号 =";NS%;" ) " ;
1940 INPUT NS1%
1950 IF NS1% >= NS%+1 THEN NS1% = NS%+1 : NS% = NS%+1 : GOTO 2000
1960 IF NS1% < 1 THEN GOTO 1930
1970 PRINT NS1%;"と置き換えてよいか (Y/N) ?";
1980 NS$ = INKEY$ : IF NS$ = "" THEN GOTO 1980
1990 IF NS$ <> "Y" AND NS$ <> "y" THEN GOTO 1940
2000 LOCATE 0,3 : PRINT "名前 "; T$
2010 LOCATE 0,4 : PRINT "タイプ番号"; NS1%
2020 *INPDATA1
2030 CLS
2040 LOCATE 0,0 : PRINT "Command 123(X data, Zoom, Scroll, Initial, Exit ";
2050 INPUT NS$
2060 IF NS$ = "Z" OR NS$ = "z" THEN GOSUB *ZOOM : GOTO *INPDATA1
2070 IF NS$ = "S" OR NS$ = "s" THEN GOSUB *SCROLL : GOTO *INPDATA1
2080 IF NS$ = "I" OR NS$ = "i" THEN GOSUB *INIT : GOTO *INPDATA1
2090 IF NS$ = "E" OR NS$ = "e" THEN GOTO 2130
2100 X = VAL(NS$)
2110 IF X = 0 AND NS$ <> "0" THEN GOTO *INPDATA1
2120 GOSUB *XYDATA : GOTO *INPDATA1
2130 GOSUB *INPFIN
2140 IF ER% = 1 THEN
    GOSUB *SCRN.SET : GOSUB *MESH : GOSUB *WINDOW.SET : GOTO *INPDATA
2150 IF ER% = 2 THEN GOTO *INPDATA1
2160 GOTO *MENU
2170 ****

```

```

2180 ' 画面のズーム表示
2190 ****
2200 *ZOOM
2210 CLS : LOCATE 0,0
2220 INPUT "ズーム率 (1 = 等倍) "; ZM
2230 IF ZM < 0 THEN GOTO *ZOOM
2240 IF ZM > 1 THEN ZM = INT(ZM)
    ELSE ZM = 1/INT(1/ZM)
2250 WX1 = WX1/ZM
2260 WX2 = WX2/ZM
2270 WY1 = WY1/ZM
2280 WY2 = WY2/ZM
2290 CLS 3
2300 GOSUB *MESH
2310 GOSUB *WINDOW.SET
2320 GOSUB *GRAPHIC
2330 RETURN
2340 ****
2350 ' 画面のスクロール
2360 ****
2370 *SCROLL
2380 CLS : LOCATE 0,0
2390 INPUT "スクロールする長さ X = "; SCRX
2400 INPUT "スクロールする長さ Y = "; SCRY
2410 WX1 = WX1-SCRX
2420 WX2 = WX2-SCRX
2430 WY1 = WY1+SCRY
2440 WY2 = WY2+SCRY
2450 GOTO 2290
2460 ****
2470 ' 画面設定の初期化
2480 ****
2490 *INIT
2500 WX1 = -2
2510 WX2 = 4.4
2520 WY1 = -3
2530 WY2 = 1
2540 GOTO 2290
2550 ****
2560 ' データ入力
2570 ****
2580 *XYDATA
2590 CLS : LOCATE 0,0
2600 INPUT "Y座標 = "; Y
2610 ON ERROR GOTO 2650
2620 RAD! = MAP(3,2)-MAP(0,2) : CIRCLE (X,-Y),RAD!,RED%
2630 ON ERROR GOTO 0
2640 GOTO 2680
2650 IF ERR= 6 THEN PRINT "データが不適当です。" : GOSUB *SLEEP : RESUME 2670
2660 PRINT"ERR=";ERR,"ERL=";ERL : END
2670 RETURN
2680 CLS : PRINT "X = "; X ; " Y= "; Y ; " これでよいか (Y/N) ?";
2690 NS$ = INKEY$ : IF NS$ = "" THEN GOTO 2690
2700 PRINT NS$
2710 IF NS$ <> "Y" AND NS$ <> "y" THEN CIRCLE (X,-Y),RAD!,BLK% : RETURN
2720 KX(IP) = X : KY(IP) = Y
2730 PRINT "前の点と接続しますか (Y/N) ";
2740 NS$ = INKEY$ : IF NS$ = "" THEN GOTO 2740
2750 PRINT NS$
2760 CIRCLE (X,-Y),RAD!,BLK%
2770 IF NS$ = "N" OR NS$ = "n" THEN PSET (X,-Y) : KC(IP) = 0 : IP = IP +1 : RETURN
2780 IF NS$ = "Y" OR NS$ = "y" THEN LINE (KX(IP-1),-KY(IP-1))-(KX(IP),-KY(IP)) : K

```

```

C(IP) = 1 : IP = IP+1 : RETURN
2790 GOTO 2730
2800 ****
2810 ' データ入力終了
2820 ****
2830 *INPFIN
2840 ER% = 0
2850 IF IP = 0 THEN PRINT "データが入力されていません。" : GOTO 2900
2860 CLS : PRINT "この構造物のデータの入力を終わります。よろしいですか (Y/N) ?";
2870 NS$ = INKEY$ : IF NS$ = "" THEN GOTO 2870
2880 PRINT NS$
2890 IF NS$ = "Y" OR NS$ = "y" THEN GOTO 2940
2900 CLS : PRINT "Command S(このデータを取り消して初めから, K(データの入力を
継続 ";
2910 NS$ = INKEY$ : IF NS$ = "" THEN GOTO 2910
2920 IF NS$ = "S" OR NS$ = "s" THEN ER% = 1 : RETURN
2930 IF NS$ = "K" OR NS$ = "k" THEN ER% = 2 : RETURN
2940 INPUT "次の構造物(または法面)との接続点番号は "; IS
2950 IF IS > IP-1 OR IS < 0 THEN GOTO 2940
2960 RAD! = MAP(5,2)-MAP(0,2) : CIRCLE (KX(IS),-KY(IS)),RAD!,RED%
2970 PRINT "この点でよいか (Y/N) ";
2980 NS$ = INKEY$ : IF NS$ = "" THEN GOTO 2980
2990 PRINT NS$
3000 IF NS$ = "Y" OR NS$ = "y" THEN GOTO 3010
    ELSE GOTO 2940
3010 KX(0) = IP-1 : KY(0) = IS
3020 FCONS$ = FC1$+RIGHT$(STR$(NS%),LEN(STR$(NS%))-1)
3030 OPEN FCONS$ FOR OUTPUT AS #4
3040 FOR I = 0 TO KX(0)
3050   WRITE #4, KX(I), KY(I), KC(I)
3060 NEXT I
3070 CLOSE #4
3080 OPEN FC2$ FOR OUTPUT AS #4
3090 ON CTYPE% GOTO 3100, 3180, 3260
3100 DN% = NS%
3110 DT$(NS1%) = T$
3120 WRITE #4, DN%
3130 FOR I = 1 TO DN%
3140   WRITE #4, DT$(I)
3150 NEXT I
3160 CLOSE #4
3170 RETURN
3180 WN% = NS%
3190 WT$(NS1%) = T$
3200 WRITE #4, WN%
3210 FOR I = 1 TO WN%
3220   WRITE #4, WT$(I)
3230 NEXT I
3240 CLOSE #4
3250 RETURN
3260 BN% = NS%
3270 BT$(NS1%) = T$
3280 WRITE #4, BN%
3290 FOR I = 1 TO BN%
3300   WRITE #4, BT$(I)
3310 NEXT I
3320 CLOSE #4
3330 RETURN
3340 ****
3350 ' 構造物ファイルの表示
3360 ****
3370 *DISPLAY

```

```

3380 CLS : INPUT "表示する構造物の種類: 1)側溝 2)よう壁 3)基礎 "; CTYPE%
3390 IF CTYPE% < 1 OR CTYPE% > 3 THEN GOTO *DISPLAY
3400 ON CTYPE% GOTO 3420,3470,3520
3410 *** 側溝
3420 IF DN% = 0 THEN PRINT "データがありません。" : GOSUB *SLEEP : GOTO *MENU
3430 FC1$ = PASS$+"$DRAIN."
3440 NS% = DN%
3450 GOTO 3550
3460 *** よう壁
3470 IF WN% = 0 THEN PRINT "データがありません。" : GOSUB *SLEEP : GOTO *MENU
3480 FC1$ = PASS$+"$WALL."
3490 NS% = WN%
3500 GOTO 3550
3510 *** 基礎
3520 IF BN% = 0 THEN PRINT "データがありません。" : GOSUB *SLEEP : GOTO *MENU
3530 FC1$ = PASS$+"$BASE."
3540 NS% = BN%
3550 PRINT "タイプ番号 ( 1 -";NS%;") = ";
3560 INPUT NS1%
3570 IF NS1% > NS% THEN GOTO 3550
3580 IF CTYPE% = 1 THEN T$ = DT$(NS1%)
    ELSE IF CTYPE% = 2 THEN T$ = WT$(NS1%)
    ELSE T$ = BT$(NS1%)
3590 FCONS$ = FC1$+RIGHT$(STR$(NS1%),LEN(STR$(NS%))-1)
3600 OPEN FCONS$ FOR INPUT AS #4
3610 I = 0
3620 WHILE NOT.EOF(4)
3630   INPUT #4, KX(I), KY(I), KC(I)
3640   I = I+1
3650 WEND
3660 CLOSE #4
3670 IP = KX(0)
3680 GOSUB *GRAPHIC
3690 CLS : LOCATE 0,0 : PRINT "Command Z(oom, Scroll, I(nitial, E(xit ";
3700 INPUT NS%
3710 IF NS$ = "Z" OR NS$ = "z" THEN GOSUB *ZOOM : GOTO 3690
3720 IF NS$ = "S" OR NS$ = "s" THEN GOSUB *SCROLL : GOTO 3690
3730 IF NS$ = "I" OR NS$ = "i" THEN GOSUB *INIT : GOTO 3690
3740 IF NS$ = "E" OR NS$ = "e" THEN GOSUB *MENU
3750 GOTO 3690
3760 ****
3770 ' 終了
3780 ****
3790 *QUIT
3800 CLOSE #4
3810 CONSOLE 0,25 : CLS 3 : CONSOLE 0,24
3820 CHAIN "CROSS", 1000, ALL
10000 ****
10010 ' SUB-ROUTIN
10020 ****
10030 '
10040 ***SUB ウィンドウの設定
10050 '
10060 *WINDOW.SET
10070 WINDOW (WX1,WY1)-(WX2,WY2)
10080 RETURN
10090 '
10100 ***SUB メッシュの表示
10110 '
10120 *MESH
10130 WINDOW (0,0)-(639,399)
10140 SX1% = 0
10150 SX2% = 600

```

```
10160 FOR SY% = 49 TO 399 STEP 50
10170 LINE (SX1%,SY%)-(SX2%,SY%),BLUE%,,&HAAAAA
10180 NEXT SY%
10190 SY1% = 49
10200 SY2% = 399
10210 FOR SX% = 0 TO 600 STEP 50
10220 LINE (SX%,SY1%)-(SX%,SY2%),BLUE%,,&HAAAAA
10230 NEXT SX%
10240 LINE (550,367)-(600,367)
10250 LINE (550,367)-(558,359)
10260 LINE (550,367)-(558,375)
10270 LINE (600,367)-(592,359)
10280 LINE (600,367)-(592,375)
10290 LOCATE 69,24 : PRINT USING"##.##m"; (WY2-WY1)/8
10300 GOSUB *WINDOW.SET
10310 LINE (0,WY1)-(0,WY2),BLUE%
10320 LINE (WX1,0)-(WX2,0),BLUE%
10330 RETURN
10340 '
10350 *** SUB 構造物の表示
10360 '
10370 *GRAPHIC
10380 LOCATE 0,3 : PRINT "名前      "; TS
10390 LOCATE 0,4 : PRINT "タイプ番号"; NS1%
10400 PSET (0,0)
10410 FOR II = 1 TO IP
10420 IF KC(II) = 1 THEN LINE -(KX(II),-KY(II))
10430 IF KC(II) = 0 THEN PSET (KX(II),-KY(II))
10440 NEXT II
10450 RETURN
10460 '
10470 **** SUB スクリーンのクリヤーと設定
10480 '
10490 *SCRN.SET
10500 CONSOLE 0,25 : CLS 3
10510 CONSOLE 0,2 : SCREEN 3,0,0,1
10520 RETURN
10530 '
10540 **** SUB 表示の停止
10550 '
10560 *SLEEP
10570 FOR II = 0 TO 5000 : NEXT II
10580 RETURN
```