

受入ID-1519990825D00063



昭和 59 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 61 年 2 月



02000-00043111-2

林業試験場

昭和59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

電算機による保続計算用プログラムの開発(I) .....	1
地域性を考慮した集材方法の最適化(I) .....	49
下刈, 地拵作業における安全作業の確立 .....	103
林業労働における災害の分析(I) .....	117
風倒地における生立木虫害防止のためのフェロモンによる誘殺試験 .....	177
林業薬剤の環境に及ぼす影響と合理的使用法 .....	211

電算機による保続計算用  
プログラムの開発

# 電算機による保続計算用プログラムの開発

## I 試験担当者

経営部 経営第2科測定研究室 天野正博

## II 試験目的

国有林の地域施業計画編成にあたって、そこでの重要な部分をなす保続計算のシステム化を図ってきた。すでにシステムの内容自体については「昭和57年度国有林野事業特別会計技術開発試験成績報告書」に中間報告の形で説明をしている。その後、一部営林局で林業試験場のNEAC・MS-50とFACOM・M-140Fの2つのシステムを用いて業務レベルでの本システムの利用を図ることにより、実務担当者が利用する上で生じる問題点もほぼ解決でき、本システムの研究段階から実務段階への技術移転も円滑に進めることができた。ただし、森林計画編成担当者にとってコンピュータの利用はそれほどなじみの深いものではないので、データカードの作成やそのセッティングの場面でしばしば混乱がみられた。こうしたことから、本報告では本システムを利用する上で必要なデータカードの様式や、その並べ方に重点を置いた説明を行う。

## III 試験経過と得られた成果

### 1. データカードの作成について

データカードの様式についてはカードイメージで図示するとともに、FORTRAN言語での入力フォーマットを付記した。ここでフォーマット記号の「A」は文字データを表わし、英数字や記号、ブランクが使われる。「I」は整数データであり全て右詰めで記入せねばならない。「F」は実数データを意味し、小数点以下がないときは右詰めで入力すれば小数点を省略できるが、左詰めの場合は必ず小数点を付ける。「A」、「I」、「F」の後にある数字は、そのデータ入力に使用できる最大桁数を表わしている。またデータを記入しない欄についてはnX (nは整数)として表現される。たとえば(A8, I7, 5X, F10.0)ならば、文字データとしてカードの先頭から8文字、整数デー

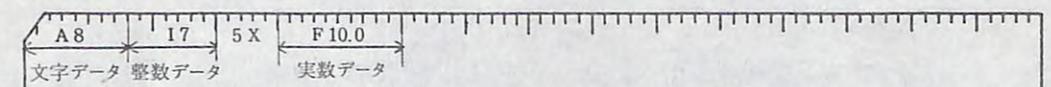


図1-1 入力フォーマットが(A8, I7, 5X, F10.0)の場合のデータの順序



表2-2 原収穫予想表出力例

\*\*\*\*\*YIELD TABLE \*\*\*\*\*  
( 入キ 2 )

レイキ1ク	シリンホク	フクリンホク	シ17クケイ	ソウシ1ウカク	セイチヨウリヨウ	*
0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	*
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	*
2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	*
3	48.00	5.00	53.00	53.00	12.80	*
4	96.00	16.00	112.00	117.00	14.40	*
5	144.00	24.00	168.00	189.00	14.00	*
6	187.00	27.00	214.00	259.00	13.40	*
7	227.00	27.00	254.00	326.00	17.20	*
8	263.00	25.00	288.00	387.00	11.20	*
9	297.00	22.00	319.00	443.00	10.40	*
10	329.00	20.00	349.00	495.00	9.60	*
11	359.00	18.00	377.00	543.00	8.80	*
12	387.00	16.00	403.00	587.00	8.20	*
13	413.00	15.00	428.00	628.00	7.20	*
14	435.00	14.00	449.00	664.00	4.00	*
15	455.00	0.0	455.00	684.00	0.0	*
16	455.00	0.0	455.00	684.00	0.0	*
17	455.00	0.0	455.00	684.00	0.0	*
18	455.00	0.0	455.00	684.00	0.0	*
19	455.00	0.0	455.00	684.00	0.0	*
20	455.00	0.0	455.00	684.00	0.0	*
21	455.00	0.0	455.00	684.00	0.0	*
22	455.00	0.0	455.00	684.00	0.0	*
23	455.00	0.0	455.00	684.00	0.0	*
24	455.00	0.0	455.00	684.00	0.0	*
25	455.00	0.0	455.00	684.00	0.0	*
26	455.00	0.0	455.00	684.00	0.0	*
27	455.00	0.0	455.00	684.00	0.0	*
28	455.00	0.0	455.00	684.00	0.0	*
29	455.00	0.0	455.00	684.00	0.0	*
30	455.00	0.0	455.00	684.00	0.0	*

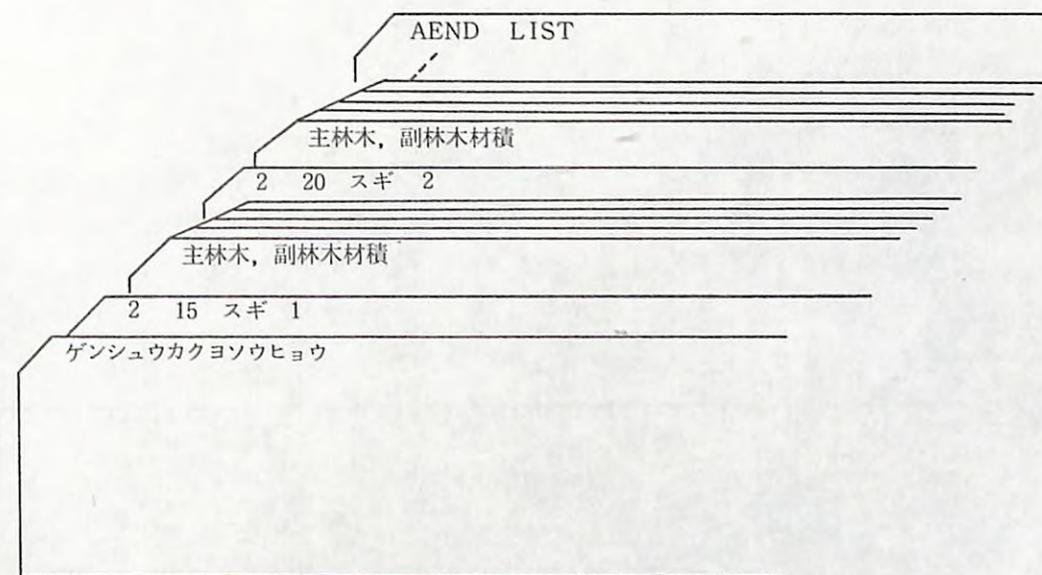
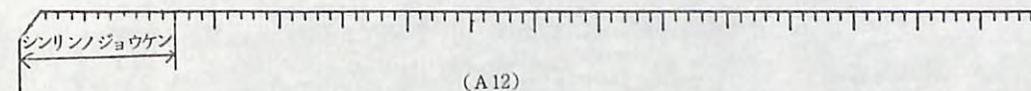


図2-1 原収穫予想表データのセット例

2.3 管理ファイルデータの入力

管理ファイルデータの始まりを示すカードである。

⑥ 管理ファイルデータの始まりを示す



各小グループの施業方法に関連する情報は、管理ファイルと呼ばれるところに保持され、分期毎に適切な施業をシミュレートさせながら森林を推移させていく。管理ファイルの作成にあたっては各小グループ毎に約80項目の施業情報を入力する。また同一中グループに属する小グループについては、連続して入力していくようにする。

2.3.1 グループ名称カード

(1) 小グループ名

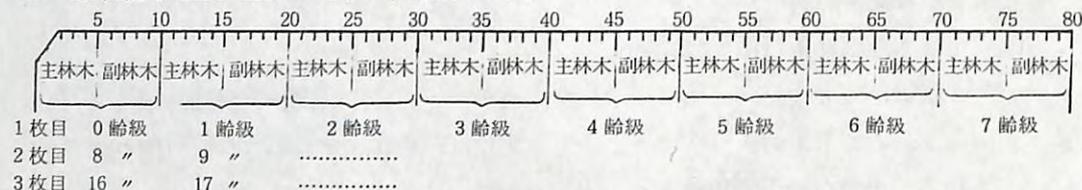
英数字、カナ文字またはブランクからなる8文字以内の名前で、必ず左詰めで記入する。システム内ではここで入力される小グループの順に全ての処理が行われる。

グループ名の例

A 1

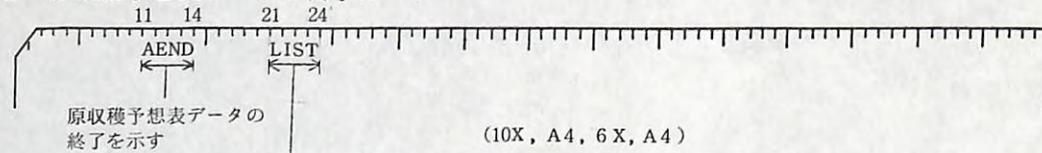
2 3

④ 原収穫予想表 主林木 副林木材積の入力



(16F 5, 2)

⑤ 原収穫予想表データの終了カード



原収穫予想表の出力の有無を指示するコード

以上から原収穫予想表に関するデータカードのセット方法は図2-1に示すような順序になる。

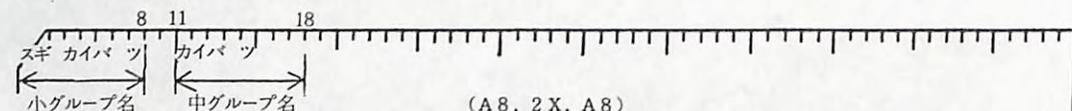
スキ 1 1

ヒノキ A 3 B

(2) 中グループ名

小グループと同様、英数、カナ文字、ブランクからなる8文字以内の名称を与える。グループ名はブランクでも1文字とみなされるので注意すること、例えば、A 3 とA 3 というグループ名では、2つの異ったグループが存在することになる。

⑦ グループ名を示すカード



なお複数の中グループにまたがる幾つかの小グループをまとめた形での計算結果の出力は簡単な指示で可能なので、小グループを中グループにまとめるときには、伐採指示を行うのに都合がよくなるように考慮することが望ましい。

2.3.2 伐採関係パラメータのカード

(1) 伐期齢級

30 齢級以下の数値で指定する。伐期齢以上の林分が伐採可能量として計上される。

(2) 最高齢級

伐期齢以上、30 齢級以下の数値で指定する。最高齢級に達した林分は、時間が経過してもそのまま最高齢級に留まる。択伐林では最高齢級は伐期齢級と同じ値をとる。

(3) 人天, NL区分

各小グループの人工林, 天然林, 針葉樹 (N), 広葉樹 (L) の区分を行なうのに用いるコードである。

人工林N= 0

人工林L= 1

天然林N= 1 0

天然林L= 1 1

(4) 伐採の区分

小グループの伐採方法を指示する。

伐採方法コード  
(前橋方式)

1	皆伐無条件
2	皆伐区分散
3	皆伐母樹保残
4	択伐天然林
5	択伐人工林
6	禁伐林

伐採方法コード  
(名古屋方式)

1	皆伐無条件
2	皆伐区分散
3	皆伐母樹保残
4	択伐天然木
5	択伐人工林
6	禁伐林
7	皆伐保残帯方式
8	皆伐保残木方式

(5) 主伐定数

%単位で指示する。100%ならば計算された伐採量すべてが主伐可能材積として計上されるが、80%ならば計算された伐採量の80%が主伐可能材積として計上される。名古屋方式で7と8を選択したときは、このパラメータは入力しない。択伐施業の場合は択伐率を記入する。

(6) 現実林分収穫表数

各小グループに適用される収穫予想表は幾つかの原収穫予想表を合成して作る。ここでは現実林分の収穫予想表作成に必要な原収穫予想表の数を入力する。現実林分がない場合は0又はブランクとする。前橋方式では最大3つ、名古屋方式では最大5つまでの予想表を指定できる。

(7) 新生林分収穫予想表

各小グループの新生林分に適用される収穫予想表を合成するのに必要な原収穫予想表の数を入力する。新生林分が発生しない小グループでは0またはブランクとする。

(8) 回帰年

択伐林における択伐後の林分の移動先齢級を計算するのに回帰年を使うのでその値を指示する。齢級ではなく林齢の値を用いる。

択伐以外の伐採方法をとる小グループでは、ここは0かブランクにしておく。

(9) 伐期ダウンコード

コード= 1 : 伐期ダウン可能

コード= 0 : 伐期ダウン不可能

計画期間中に通常の伐期齢では伐採可能林分が過小なため、指示された総伐採量を確保することが難しくなる場合が生じる。そのとき伐期ダウンコード= 1の小グループ

プについては、伐期齢級を1 齢級引き下げて再計算を行う。ただし伐期齢を引き下げることができる期間は2 分期間までで、それ以上続けて伐期齢を引き下げることができない。

(10) 伐期ダウンの指定分期

伐期ダウンコードが0 であっても、ある特定の分期だけ伐期ダウンさせたい小グループでは、その分期を記入する。最大、2つの分期まで指示できる。

(11) 総括表コード

最終的には保続総括表(図-2)を出力するが、そのとき小グループがどの欄に該当するかを図-2で示した番号で指示する。保続総括表を出力しない場合は、このコードは0かblankにしておく。

(12) 間伐コード

間伐コード=1 : 間伐を実行する。

間伐コード=0 : 間伐を実行しない。

間伐コードが0の場合は、後に示す間伐に関するデータカードは省く。

(13) 皆伐率(名古屋方式のみ)

名古屋方式で7 : 皆伐保残帯方式 8 : 皆伐保残木方式を選択したとき、(13)、(14)、(15)のパラメータを追加する。この皆伐率は伐採対象林分のうち、皆伐に回される森林面積の割合であり、%単位で指定する。

(14) 主伐定数B(名古屋方式のみ)

名古屋方式で伐採の区分7、8を選択したときの皆伐林分の主伐定数を記入する。

(15) 主伐定数C(名古屋方式のみ)

名古屋方式で伐採の区分7、8を選択したときの保残帯の択伐率を記入する。

2.3.3 収穫予想表関係のパラメータのカード

前橋方式と名古屋方式では⑨-1と⑨-2のように入力様式が少し異っているが、それは小グループ用収穫予想表を合成するのに指定できる原収穫予想表の数が違うだけで、入力順序は同じである。前橋方式では最大3、名古屋方式では最大5つまでの原収穫予想表を指示できる。

(1) 原収穫予想表番号

小グループ用収穫予想表を合成するのに必要な原収穫予想表番号を記入する。

(2) 合成割合

小グループ用の収穫予想表は幾つかの原収穫予想表を加重平均して合成されるが、そのための合成割合を%単位で記入する。

昭和 年 月 日 第 分期 (昭和 年)

山形県 林業関係	林業関係	伐採の区分	種 別										計												
			1-1 皆伐		1-2 皆伐		1-3 皆伐		1-4 皆伐		1-5 皆伐														
			1	2	1	2	1	2	1	2	1	2													
			計		計		計		計		計														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	計	
皆伐		皆伐		皆伐		皆伐		皆伐		皆伐		皆伐		皆伐		皆伐		皆伐		皆伐		皆伐		計	
計		計		計		計		計		計		計		計		計		計		計		計		計	
計		計		計		計		計		計		計		計		計		計		計		計		計	

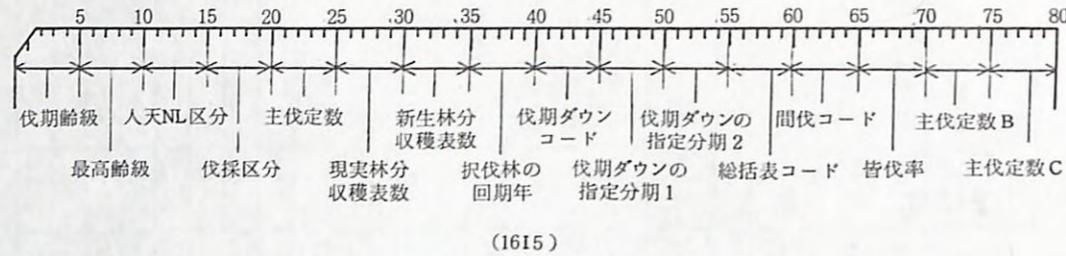
(甲)

保続総括表

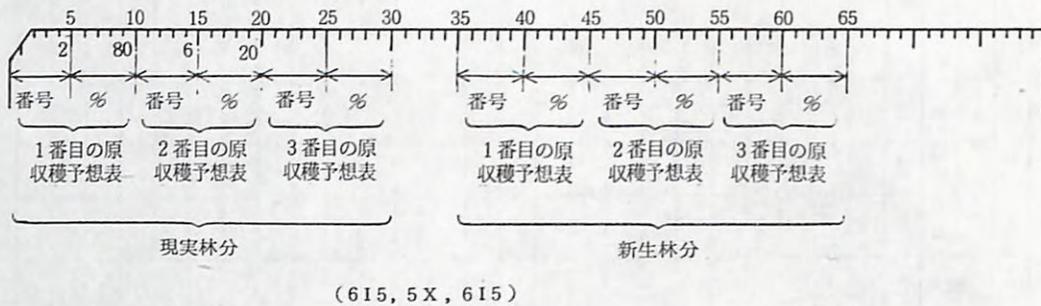
図2-2 総括表コード

総括表コード

⑧ 伐採関係カード



⑨-1 収穫予想表関係カード (前橋方式)



⑨-2 収穫予想表関係カード (名古屋方式)



2.3.4 間伐関係のパラメータのカード

このデータは間伐コード=1と指示したグループにのみ必要であり、0と指示したグループではこのカードを省く。

(1) 間伐基準回数

植栽されてから主伐されるまでに何回間伐を行うかを記入する。最高3回まで記入できる。

(2) 間伐齢級

指定した間伐基準回数に応じて間伐する齢級を若い齢級より順に入力する。なお間

伐齢級は伐期齢未満とする。

(3) まとめ間伐齢級

収穫予想表の副林木が間伐材積となるが、そのとき指定した間伐齢級を含めてそれ以下の幾つかの齢級の副林木を加算して、間伐可能材積とする。たとえば5齢級を間伐齢級とし、まとめ齢級を2とすれば、4齢級と5齢級の副林木を加算したものが、5齢級での間伐可能材積となる。

(4) 間伐率

このシステムでは間伐は林道から離れたところでは経済的に不可能と考えているので、図2-3のように最初のうちは小グループの林分面積のうち60%しか間伐できないが、林道開設が進むにつれ間伐率が90%に増加していくように考える。それを間伐率と呼んでいるが、性格的には主伐定数と似ている。ただし、間伐率は主

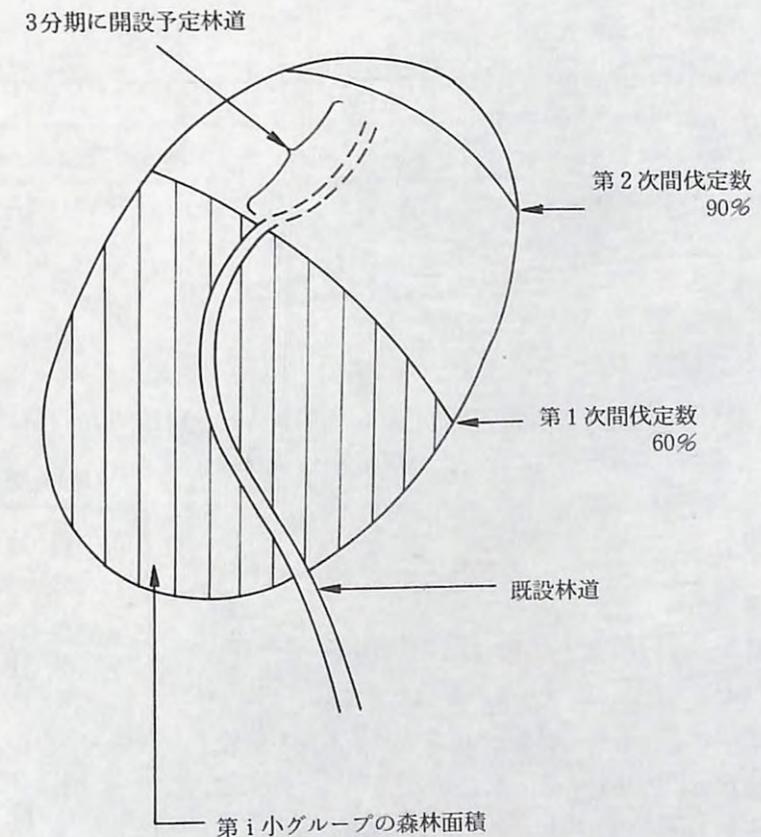


図2-3 間伐率の考え方

伐定数と違い計画期間中に3回まで変更可能である。1次間伐率は1分期から2次間伐率を適用する分期までの間伐率であり、%単位で記入する。間伐率が途中で変化しない場合は2次間伐率以降は記入しない。

(5) 開始分期

第2次および第3次間伐率の適用を開始する分期を記入する。図2-3の例では第1次間伐率が60%で第2次間伐率が90%、開始分期が3分期である。

(6) まとめ間伐齢級数(上)(名古屋方式のみ)

名古屋方式においては間伐可能材積を算出するにあたって、間伐齢級の下側の副林木を加算するだけでなく、上側の副林木もたしあげることができる。ただし下側の場合のまとめ数は間伐齢級そのものも含んでいたが、上側のまとめ数では間伐齢級を含まない。したがって、5齢級が間伐齢級で下側のまとめ数が2、上側のまとめ数が1の場合は4、5、6齢級の副林木が間伐可能材積として加算される。

⑩ 間伐関係データの入力



(14 15, 313)

2.3.5 更新関係のパラメータのカード

更新が発生しない小グループでは、空白カードをダミーとして挿入しておく。なお、伐採によりグループ間で移動がある場合は、伐採されるまでは前のグループでの伐採方法によって管理され、その後の更新方法、更新期間等については移動先グループで指定された方法に従って更新される。

(1) 更新期間

伐採後その跡地に造林され1齢級となるまでの期間(年数)であり、実際の更新期間を10倍した数値で記入する。更新期間が2.2年なら22と記入する。

(2) 固有更新方法

小グループで実行される更新方法を記入する。コードは右のようである。

(固有更新コード)

- |    |          |
|----|----------|
| 0. | 再造林(皆伐)  |
| 1. | 拡大造林(皆伐) |
| 3. | 天下1類アカマツ |
| 4. | 天下1類N    |
| 5. | 天下1類ブナ   |
| 6. | 天下2類皆伐   |
| 7. | ぼうが皆伐    |
| 8. | 天下2類択伐   |
| 9. | ぼうが択伐    |

(3) 改植率

各小グループでの改植率を%単位で指示する。

(4) 不成績林発生率

更新された林分のうち、広葉樹の侵入などによって不成績林とされる割合を%で指示する。

(5) 不成績林発生齢級

不成績林として判断し、人工林の小グループから天然林の小グループへ移動させる齢級を指示する。不成績林発生齢級が5齢級ならば、4齢級まではもとの人工林グループで生育していくが、5齢級になるところで不成績林発生率で指示した割合の林分が天然林グループに移動する。

(6) 不成績林行先グループ名

不成績林として発生させた面積の移動先小グループ名。

(7) 更新先グループ数

各小グループで伐採された跡地は、そのまま同じ小グループ内の0齢級や1齢級に戻るものもあれば、植栽樹種、作業種の変更等で他の小グループに移動するものもある。ここでは伐採跡地が幾つ的小グループに配分されるかを記入する。最大4つまでのグループに配分が可能である。なお伐採が生じないグループでは更新先は不要なので0と記入する。

(8) 点生木収穫開始分期(名古屋方式のみ)

伐採の区分3, 8において主伐が終了した後、点生木の伐採を開始できるまでの分期数を記入する。もしこの記入がなければ3が自動的に与えられる。これは1分期の主伐により発生した点生木は4分期に収穫可能となることを意味している。

(9) 点生木収穫率(名古屋方式のみ)

点生木のうち何%が収穫されるかを記入する。100ならばすべての点生木が、30ならば発生した点生木のうち30%が収穫される。残された点生木は各分期5%ずつ消滅していく。

(10) 点生木計算開始分期(名古屋方式のみ)

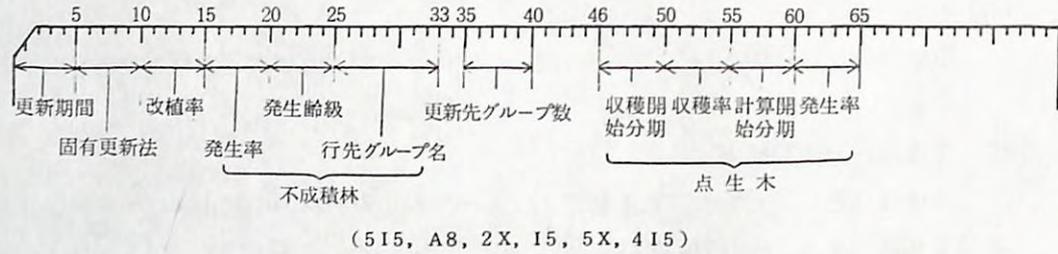
点生木の発生計算を開始する分期を記入する。

(11) 点生木発生率(名古屋方式のみ)

点生木の発生率を%単位で記入する。30%ならば蓄積の30%が点生木にまわる。もしこの欄が0か空白ならば、皆伐母樹保残の場合は100から主伐定数を引いたものが、皆伐保残木方式の場合は100から主伐定数Bを差し引いた値が点生木の

発生率となる。

⑪ 更新関係データの入力



2.3.6 更新先グループ名カード

更新先グループ数を0とした場合はこのカードを省く。

(1) 更新先グループ名

更新先の小グループ名を記入する。

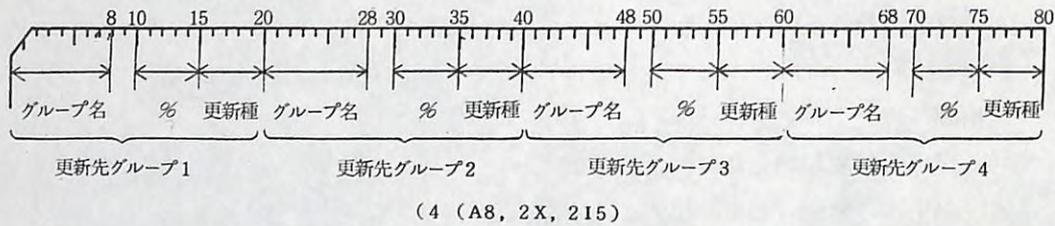
(2) 更新割合

更新先グループ名に記入した小グループへ配分する更新面積の割合を%単位で指示する。各小グループへの配分割合は、その合計が必ず100%となるようにする。

(3) 更新種

更新先グループでの更新方法を固有更新法のコードを用いて記入する。このとき再造林と拡大造林を除いて、ここでの更新種と更新先の固有更新法は必ず一致していなければならない。更新種が拡大造林で更新先グループの固有更新法が天下1類ブナであるような場合は、2つのグループ間での更新面積の受け渡しがうまくいなくなる。

⑫ 更新先グループ名の入力



2.3.7 伐区分散関係のパラメータのカード

伐採の区分が2(皆伐伐区分散), 7(皆伐保残帯方式), 8(皆伐保残木方式)の場合は、伐区分散方式をこのカードで指示する。それ以外の伐採方式ではこのカードは省く。

(1) 伐区分散定数 I

最初の主伐時に皆伐される面積割合を%単位で指示する。

(2) 伐区分散定数 II

最初の主伐の1分期後に皆伐する面積割合を%単位で指示する。

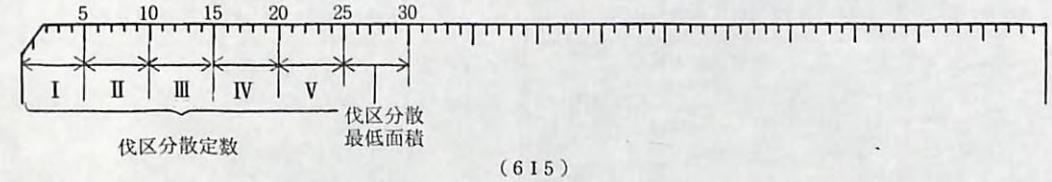
(3) 伐区分散定数 III

最初の主伐の2分期後に皆伐する面積割合を%単位で指示する。伐区分散定数IV, Vについても同様である。伐区分散定数に0が入ってもかまわないが、I~Vの総和は100とならなければならない。

(4) 伐区分散最低面積(名古屋方式のみ)

伐区分散の対象となる最低の面積を記入する。たとえばこの値が5haのとき、皆伐伐区分散を行う小グループの伐採対象となる齢級の面積が3haしかなければ、通常の皆伐と同じように処理される。これは伐採対象面積が小さければ、全部を伐採しても伐区分散と同様の効果は得られるとみなせるためである。

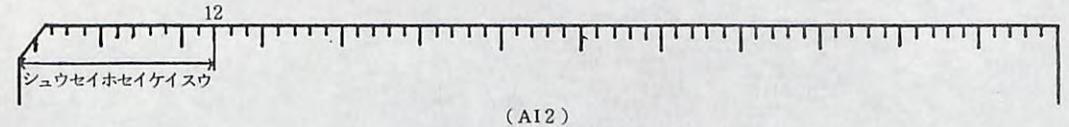
⑬ 伐区分散データの入力



2.3.8 修正補正係数データの先頭を示すカード

修正補正係数は補正係数を分期毎に変更したいときに用いる。ただし変更可能なのは1~5分期だけで、それ以降は補正係数で指示した値がそのまま用いられる。修正補正係数が必要ないときはこのデータカードは省略する。

⑭ 修正補正係数の先頭のカード



2.3.9 修正補正係数のデータカード

(1) グループ名

修正補正係数を適用する小グループ名を記入する。2枚目以降のカードについては同じ小グループ名なら省略してblankのままとすることができる。

(2) 期首年齢

修正補正係数を適用する林分の計画期首における年齢を記入する。

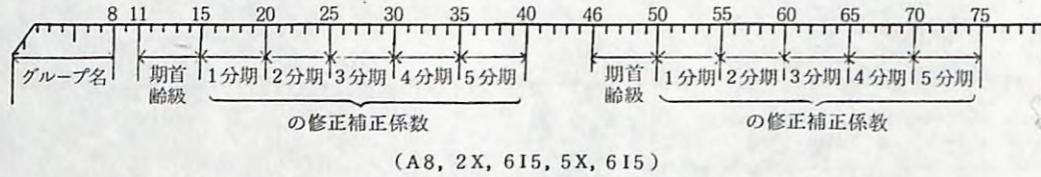
(3) 1分期の修正補正係数

第1分期に適用する修正補正係数を記入する。blankならば補正係数が適用される。

(4) 2分期の修正補正係数

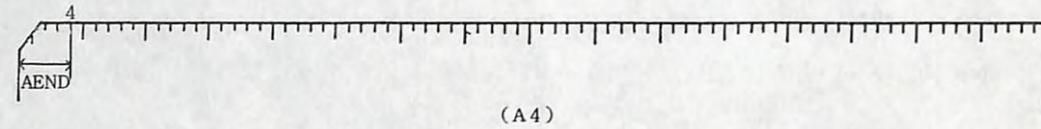
第2分期に適用する修正補正係数である。3～5分期の修正補正係数も同様に記入する。blankならば補正係数が適用される。

⑮ 修正補正係数のデータカード

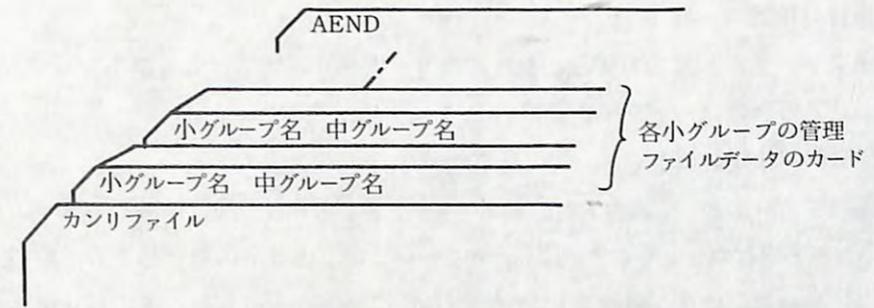


2.3.10 管理ファイルデータの終了カード

⑯ 管理ファイルの終了を示すカード



修正補正係数がない場合



修正補正係数がある場合

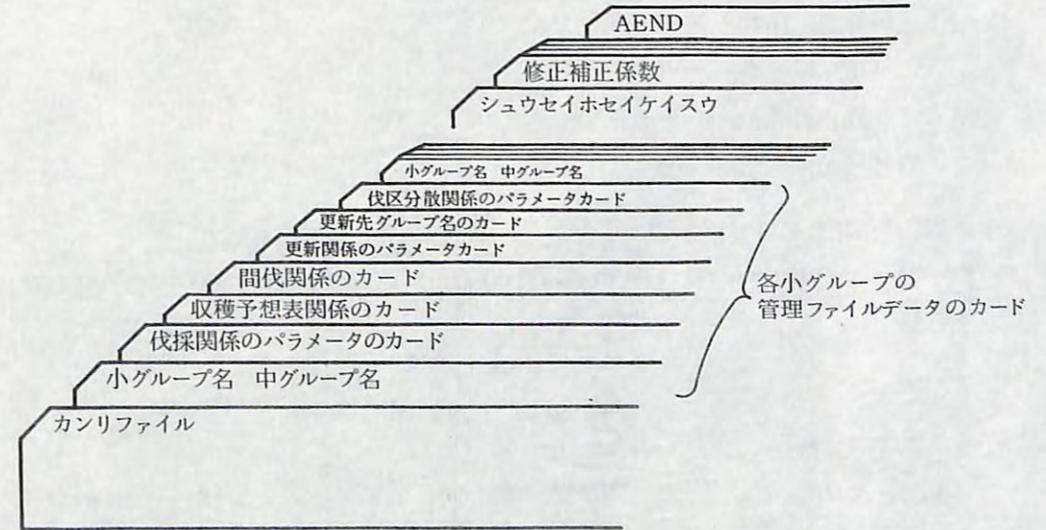


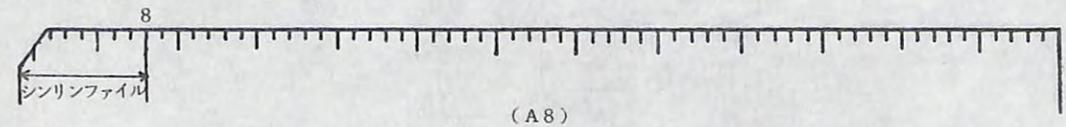
図2-4 管理ファイルデータのセット例

2.4 森林ファイル

森林計画期首の年齢別面積を小グループ単位で入力する。どの年齢にも森林がなく、かつ伐採跡地も存在しない小グループについては、森林ファイルデータを入力する必要はない。

2.4.1 森林ファイルデータの先頭を示すカード

⑰ 森林ファイルの先頭を示すカード



### 2.4.2 生長量、補正係数の計算指示カード

#### (1) 生長量計算指示コード

生長量をデータとして入力するときはこのコードを0とする。生長量をシステム内で計算させるときはコードを1とする。

#### (2) 補正係数計算指示コード

補正係数をデータとして入力するときは、コードを0とする。補正係数をシステム内で計算させるときはコードを1または2とする。いま現況のh a 当り蓄積をW, 収穫予想表の主林木および副林木材積をV, v とすれば、コードを1にしたときの補正係数は

$$\text{補正係数} = W / (V + \frac{1}{2}v)$$

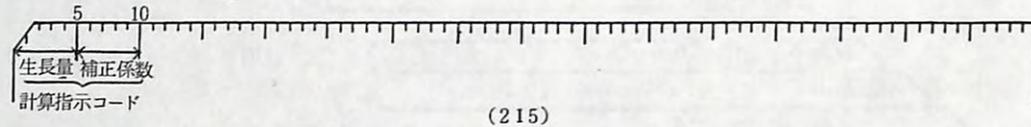
として計算され、コードを2とすれば

$$\text{補正係数} = W / (V + v)$$

として計算される。

### 2.4.3 森林現況データの入力

#### ⑯ 生長量、補正係数の計算区指示



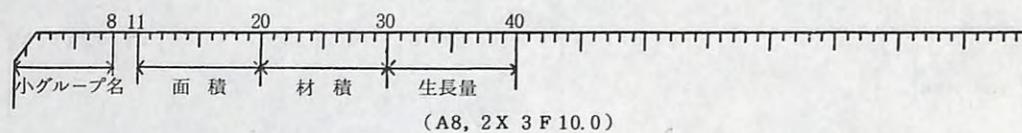
#### (1) 小グループ名

現況を入力する小グループ名を記入する。同じ小グループの現況が続くときは、2枚目以降には小グループ名を記入する必要はない。逆に同じ小グループ名が別の箇所に2度以上現れてもいけない。またデータの識別を容易にするため、小グループ名のみカードを現況データの先頭においてもよい。

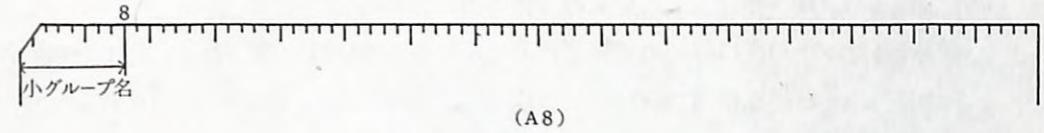
#### (2) 齢級、面積、材積、生長量

1 齢級から最高齢級までの間で森林面積が存在する齢級と、そこでの面積、材積、生長量を記入する。ただし生長量計算指示コードが1のときは、生長量の欄は空白にしておく。0 齢級については、別のカードに記入する。

#### ⑰-1 森林現況の入力



#### ⑰-2 森林現況の入力 (小グループ名だけのとき)



### 2.4.4 伐採跡地 (択伐を除く) 面積のデータカード

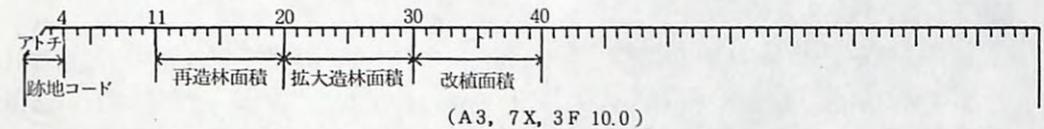
#### (1) 跡地コード

カードの小グループ名欄にアトチと記入する。0 齢級の面積となる。

#### (2) 再造林, 拡大造林, 改植面積

跡地面積は再造林, 拡大造林, 改植面積に区分して入力する。天然林施業での跡地は再造林の欄に記入する。

#### ⑳ 伐採跡地 (択伐を除く) 面積の入力



### 2.4.5 択伐跡地面積のデータカード

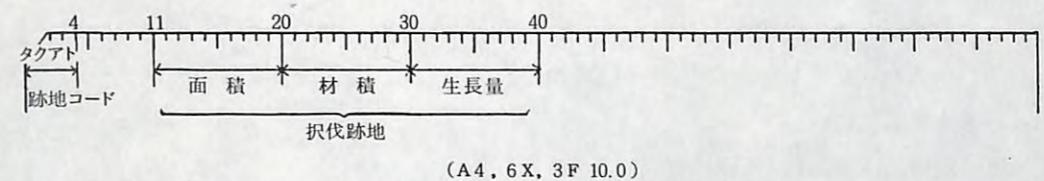
#### (1) 跡地コード

タクアトと記入する。

#### (2) 面積, 材積, 生長量

択伐跡地の面積, 材積, 生長量を記入する。これらの値は択伐後に伐採齢級から回復年分だけ戻した齢級の面積, 材積, 生長量に加算され, 補正係数も再計算される。

#### ㉑ 択伐跡地面積の入力



### 2.4.6 天下1類ブナの伐採跡地 (名古屋方式のみ)

#### (1) 跡地コード

アトチとする。

(2) 前期繰越、前々期繰越、当期施行（名古屋方式のみ）

天下1類ブナの伐採跡地の更新には10年かかるという前提のもとに、1分前期からの繰り越し跡地面積（前期繰越）、2分前期からの繰り越し跡地面積（前々期繰越）、3分前期からの繰り越し跡地面積（当期施行）に区分して入力する。これは名古屋方式での天下1類ブナでは伐採後2分間は0歳級にとどめ、3分目に初めて更新完了として1歳級に計上するためである。

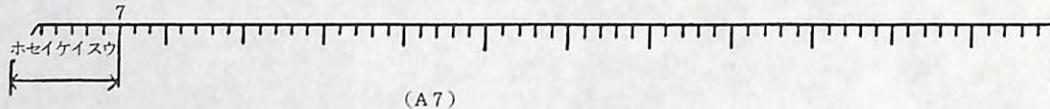
㉓ 天下1類ブナの伐採跡地



2.4.7 補正係数の先頭を示すカード

補正係数データの先頭を示すカードをおく。ただし補正係数をシステム内で自動計算させた場合でも、その一部を修正したいときは該当する小グループの必要な歳級につき、修正した補正係数を入力する。

㉔ 補正係数の先頭を示すカード



2.4.8 補正係数データカード

(1) 小グループ名

歳級別の補正係数を入力するグループ名を記入する。小グループの順序は任意でよい。また同じ小グループのカードが連続するときは、小グループ名の欄は空白のままでもよい。

(2) 歳級、補正係数

歳級は人工林では4歳級以上、天然林では5歳級以上について記入する。これらの歳級未満の補正係数はすべて1.0となる。補正係数の入力は%単位で行う。

㉕ 補正係数データの入力



2.4.9 森林ファイルデータの終了を示すカード

(1) AEND

森林ファイルのデータが終了することを示すコードである。

(2) LIST

現況表（図2-5）の出力を示すコードである。この部分をblankとすれば、現況表は出力されない。

森林ファイル入力データ

小グループ名	歳級	補正係数	歳級	補正係数	歳級	補正係数	歳級	補正係数	歳級	補正係数	歳級	補正係数
A4	?	0.0	0.	0.0								
	1	5.34	0.	0.0								
	2	28.18	0.	0.0								
	3	48.23	1045.	339.0								
	4	55.66	4012.	524.7								
	5	183.32	19304.	1415.2								
	6	283.74	39540.	2164.9								
	7	23.03	3977.	177.6								
	8	0.53	120.	4.5								
	9	0.53	2012.	59.9								
	10	13.22	2300.	55.4								
	11	59.05	12058.	171.5								
アトチ	?	0.0	0.	0.0								

森林現況の出力リスト

***** GROUP=A4 *****							
残存	メンバー	シリンバク	フクリンバク	ソクサイバク	ヒメユクリヨウ	トクイバク	
0	7.02	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
1	5.34	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
2	28.18	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00
3	48.23	977.58	67.42	1045.00	339.00	0.70	1.00
4	55.66	3677.67	374.33	4012.00	524.70	1.00	1.00
5	183.32	17373.00	1930.40	19304.00	1415.20	0.96	1.00
6	283.74	34093.07	3692.33	39540.00	2164.90	0.98	1.00
7	23.03	3674.16	372.64	3977.00	177.60	1.03	1.23
8	0.53	115.98	10.02	126.00	4.50	1.32	1.32
9	0.53	1074.34	137.06	2012.00	59.90	0.36	1.00
10	13.22	2160.20	147.80	2300.00	55.40	1.00	1.00
11	59.05	11887.05	760.94	12058.00	171.50	1.00	1.00
合計	715.48	75330.19	7651.75	83987.37	4912.09		

図2-5 現況表の出力指示をしたときの例

②⑤ 森林ファイルデータの終了を示すカード

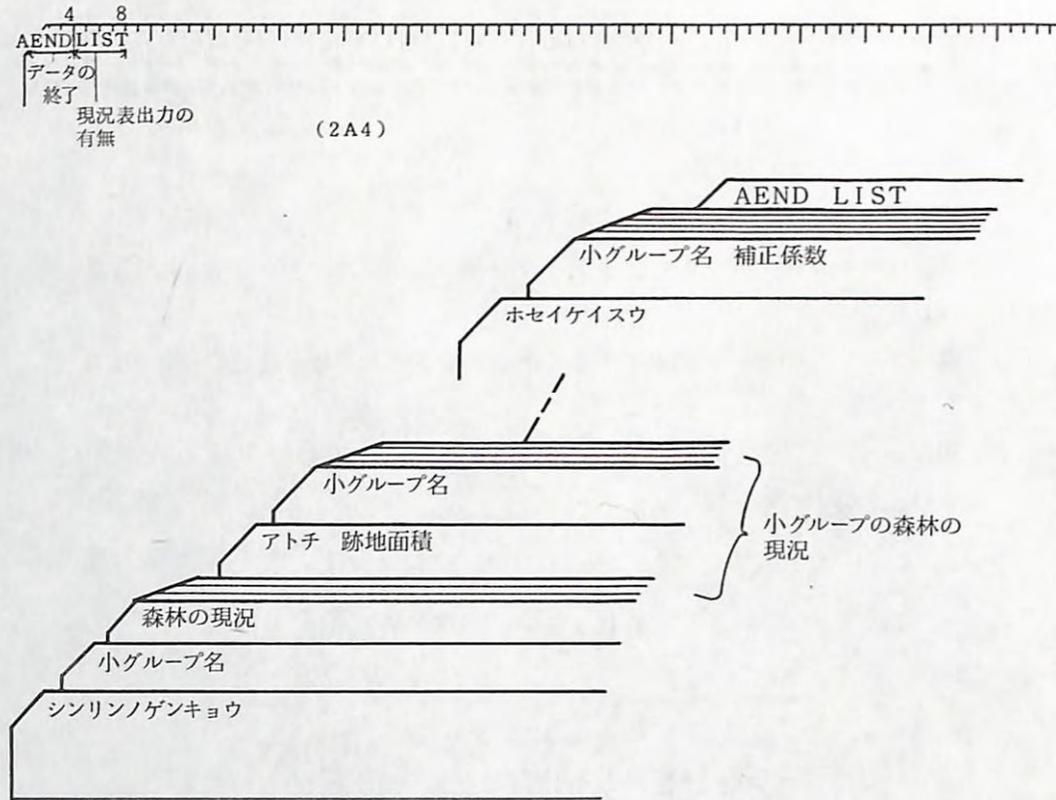


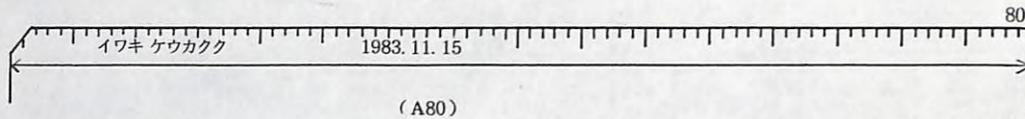
図2-6 森林ファイルデータのカードセット例

2.5 伐採指示データの入力

2.5.1 計画区識別カード

データセットの識別をするため、計画区名、計算年月日を記入したカードを先頭におく。

②⑥ 計算区識別カード



2.5.2 保続計算分期の指定カード

(1) 保続計算開始分期

保続計算を開始する分期を指定する。後で述べるように、このシステムでは計算途

中の結果をシステム内に記憶しておき、その後の計算がうまくいかなかったとき、第1分期に戻ることなく、システムに記憶させておいた分期の次分期から計算可能である。また最終の計算結果は常にシステム内に記憶されているので、続けて先の分期の計算を進めたいときは、前回の計算終了分期の次分期を計算開始分期として指定する。例えば、6分期まで保続計算が進み、3分期の計算結果がシステム内に記憶されるよう指示されていた場合は、4分期か7分期から保続計算を開始させることができる。

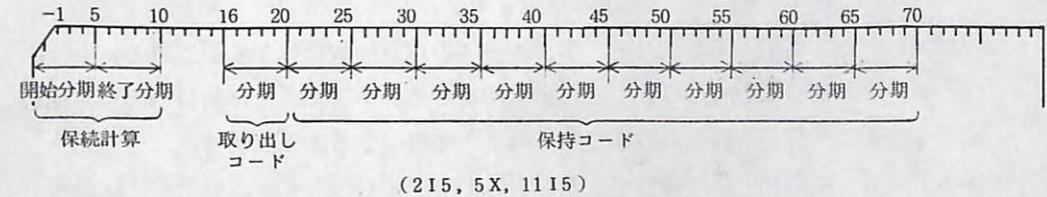
(2) 計算終了分期

計算終了分期を記入する。当然のことながら終了分期は開始分期と同じか、それより大きな数値でなければならない。計算可能な分期数については、使用できるディスク容量さえ十分にあれば、保続計算がどれだけ長期にわたって行われても問題ない。林業試験場のFACOM・M-140Fでは20分期間の保続計算が可能のように設計してある。

(3) 途中結果の保続、取り出しコード

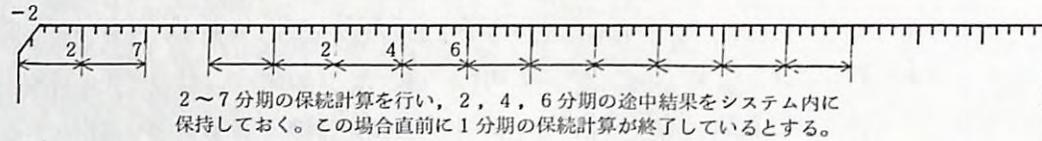
再計算のため保続計算の途中結果をシステム内に保持したいときは、その分期を記入する。最大10個まで記入できる。たとえば3分期から8分期までの保続計算をする際に、各分期の途中結果をシステム内に保持し、どの分期からでも再計算可能にしたい場合は、3, 4, 5, 6, 7の5つの分期を保持コードとして指定する。取り出しコードは計算を途中からやり直す場合に、途中の計算結果をシステム内に再現させるためのコードである。たとえば8分期まで計算が進んでいて、一部のパラメータを変えて6分期から再計算を行いたいときは、-5と入力する。そうすると5分期の最終的な状態がシステム内に再現でき、6分期からの再計算が可能となる。ただし、この場合は5分期の計算結果がすでに保持コードでシステム内に保持されていることが前提となる。なお、ここでシステム内に保持させる途中結果とは保続計算に必要なパラメータ等であり、各分期での伐採量や森林現況は後で出力するため全ての分期が無条件にシステム内に貯えられていく。

②⑦-1 保続計算分期の指定コード

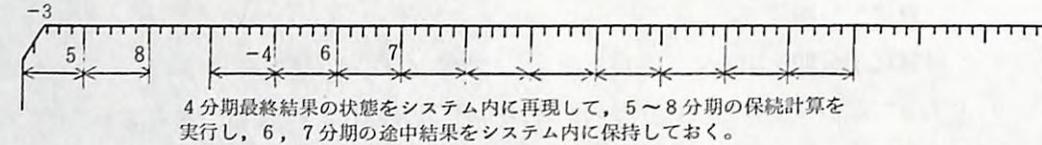


(215, 5X, 1115)

㉗-2 計算分期指定の例1



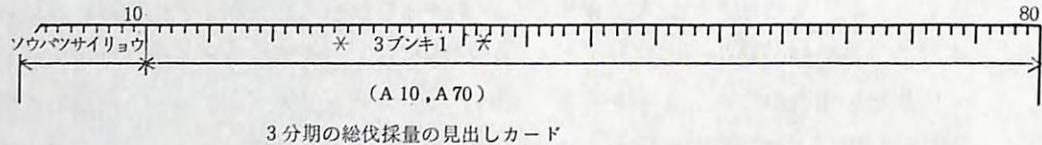
㉗-3 計算分期指定の例2



2.5.3 総伐採量識別カード

総伐採量指示の見出しとする。

㉘ 総伐採量の見出しカード



2.5.4 総伐採量の指示カード

(1) 総伐採量の指定コード

総伐採量の指定コードは3桁からなっており、各桁はそれぞれ別の意味をもっている。

(1)-1 重み付け指定コード

重み付けをするか否かの指示をする。

コード=0：重み付けをしない。なお0としても後で「オモミケイスウ」の見出しのもとに必要な中グループ、小グループに重み係数を付与することができる。

コード=1：新しい重み係数を使用する。このコードを指定すればシステムではいったんすべての中、小グループの重み係数を100%とし、その後「オモミケイスウ」の見出しとともに入力された中、小グループの重み係数だけが変更される。

コード=2：前分期の重み係数をそのまま使用する。システムでは前分期の重み係数をそのまま保持し、新しい分期でもそのまま使用できるようにする。

コード=3：前分期の重み係数を一部変更して使用する。システムでは一応前分期の

重み係数を保持し、後で入力される中、小グループについてのみ重み係数が変更される。

(2) 総伐採量の主間伐別指示コード

各分期の総伐採量を指示する方法としては主間伐込みにして行う方法と、主間伐別に行う方法がある。

コード=1：主間伐込みで指示する。この場合、システムではまず間伐量を優先して計算し、主間伐合計値から間伐量を差し引いたものを主伐の伐採指示量と解釈して、各小グループへの主伐量の割り振りを行う。

コード=2：主間伐別に指示する。システムでは両者の間の調整をするようなことはせず、主伐、間伐はそれぞれ独立に計算される。

(3) 伐採量の上下限指示コード

伐採量の指示には以下の4通りがあり、これは中グループ、小グループ、年齢別のどの段階での伐採量指示においても共通である。

コード=1：絶対量指示

絶対量の指示を行う。もともと可能量が少なくて、指示された総伐採量が達成できないときは、システムはその旨メッセージを出力して保続計算を中止する。

コード=2：上限指示

総伐採量の上限を指示する。システムでは総伐採量ができるだけ多くなるような伐採方法をとるので、もし総伐採可能量が上限指示値を上回るときは、上限指定値が総伐採量となり、逆に総伐採可能量が上限指示値を下回るときは、総伐採可能量がそのまま総伐採量となる。したがって事前に総伐採可能量がどの程度あるのか把握できないときは、この上限指示によって総伐採量を指示することが望ましい。

コード=3：下限指示

総伐採量の下限を指示する。ただし、システムでは総伐採量はできるだけ高くしようとするので、総伐採量で下限指示をする場合は、毎分期の伐採可能量すべてを伐採していったときの資源推移を調べるときに限られる。

コード=4：上下限指示

総伐採可能量が上限、下限指示値の間に入ったときは総伐採可能量が総伐採量となる。また総伐採可能量が下限値を下回ったときも、システムからその旨のメッセージが出力されて、総伐採可能量が総伐採量となる。総伐採可能量が上限値を上回ったときは上限値が総伐採量となる。

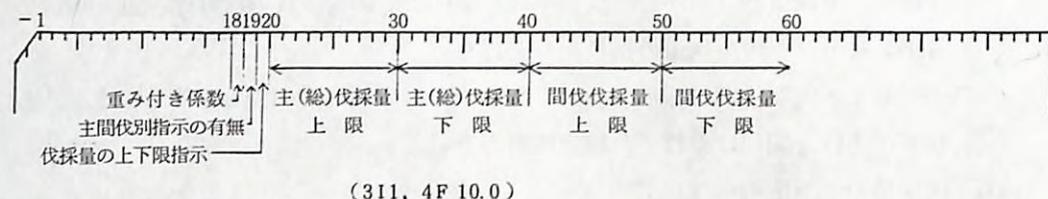
伐採量の上下限指示方法については、中、小グループの場合は様々な使い方ができ

るが、総伐採量については絶対量指示か上限指示が主として用いられる。

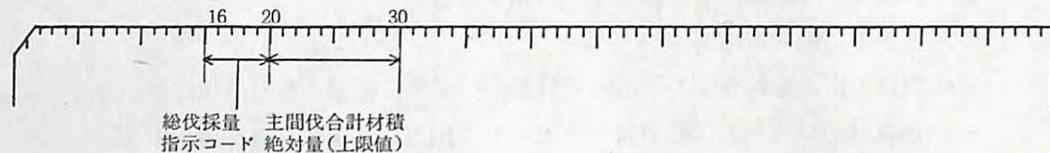
(4) 主間伐の総伐採量の指示

主間伐の総伐採量は(2)~(3)の総伐採量指示の違いによって異なる様式をとる。基本的には主伐(総)伐採量の上限値, 主伐(総)伐採量の下限値, 間伐伐採量の上限値, 下限値の順に記入する。

㊹-1 総伐採量指示カード



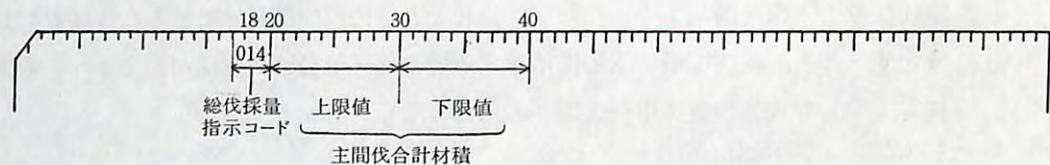
㊹-2 主間伐合計での絶対指示および上限指示



㊹-3 主間伐合計での下限指示



㊹-4 主間伐合計での上限, 下限



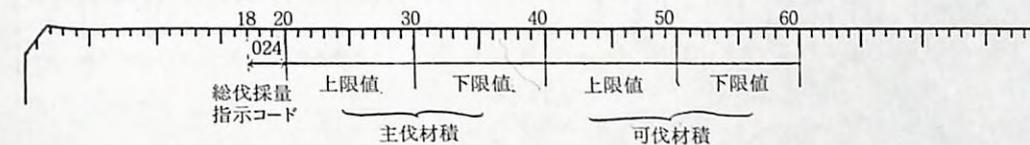
㊹-5 主間伐別での絶対量指示および上限指示



㊹-6 主間伐別での下限指示



㊹-7 主間伐別での上限, 下限指示

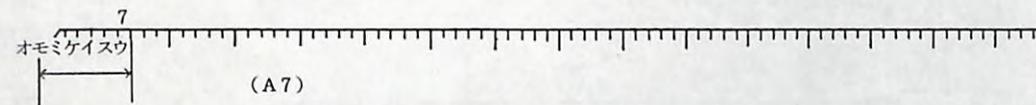


2.6 重み係数関係の指示

2.6.1 重み係数の見出しカード

この見出しカードがあるとシステムは重み係数の入力作業を始める。

㊺ 重み係数の見出しカード



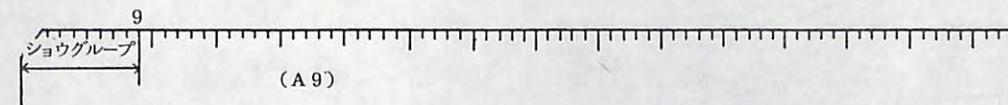
2.6.2 グループレベルの指示

中グループの重み係数か, 小グループの重み係数かを区別するためのカードであり, 中グループ, 小グループの順序で重み係数を入力する。

㊻-1 中グループの見出しカード



㊻-2 小グループの見出しカード



2.6.3 重み係数データのカード

グループ名, 重み係数の順で入力していく。重み係数は%単位で入力する。重み係数

をまったく作用させない場合は100%のときであるが、重み付け指定コードを2または3で、重み係数を100に戻したい場合以外では、100%の重み係数については入力する必要はない。

㉓ 重み係数データの入力

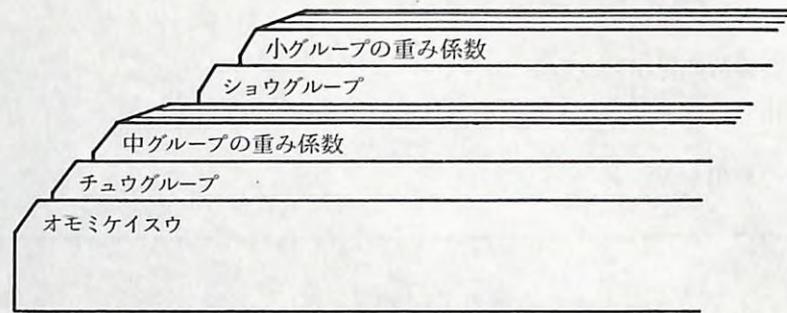
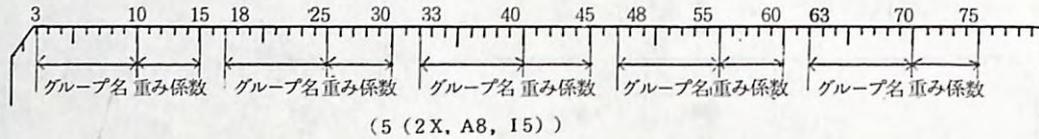


図2-7 重み係数データのセット例

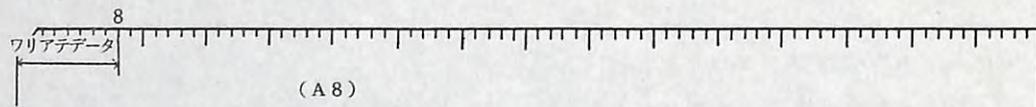
2.7 伐採割当データの入力

伐採割当がされていない中グループ、小グループ、齢級については、中、小グループはより上位の伐採割当指示量の範囲内でそこの伐採可能量に応じて、齢級については高齢級から順に伐採量が割り振られていく。

2.7.1 伐採割当データの見出しカード

このカードにより、グループ別の伐採割当データの入力が始まることを、システムに知らせる。重み係数のデータがなければ、総伐採量指示カードのすぐ後にこのカードがくる。

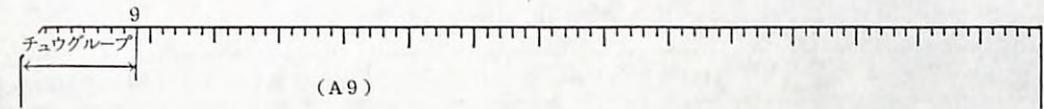
㉔ 伐採割当データの見出しカード



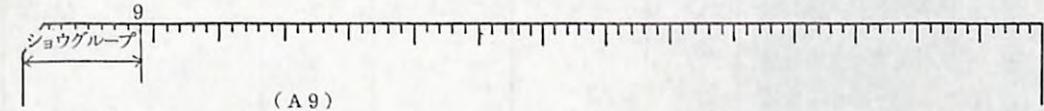
2.7.2 グループレベルの指示カード

伐採割当は中グループ、小グループの順に行う。このカードは、データがどのレベルでの伐採割当データであるかを示す見出しカードである。

㉔-1 中グループの見出しカード



㉔-2 小グループの見出しカード



2.7.3 伐採割当データの入力

(1) グループ名

中グループ名または小グループ名を入力する。

(2) 伐採割当単位コード

伐採割当の単位がグループ単位か、齢級単位かを記入する。齢級単位での伐採割当は小グループについてしかできない。

コード=1：グループ単位での指示

コード=0：齢級単位での指示

(3) 伐採割当方法コード

伐採割当の方法については、つぎのコードに基づいて主伐、間伐別に面積、材積単位で指示する。

「1」……主伐材積

「2」……主伐面積

「3」……齢級付主伐面積及び主伐材積

「4」……主伐可能量を主伐材積とする。

「5」……指示された齢級付主伐面積及び主伐材積を主伐可能量とし、かつ主伐量とする。

「6」……間伐量指示

「7」……主間伐材積を込で指示

「8」……指示された齢級付間伐割当量を間伐可能量とし、かつ間伐量とする。

注 齢級付指示の「3」「5」「8」コードは小グループのみに用いる。

また伐採割当の方法の一部は、伐採割当を行う階層によっては実行不可能なので、その一覧表を表2-3にあげておく。

表2-3 階層別に可能な伐採指示方式

区分	割当て単位	齢級別	小グループ	中グループ	総伐採量	※上, 下限, 絶対指示
(イ) 主伐材積	○	○	○	○	○	1, 2, 3, 4,
(ロ) 主伐面積	○	○	○	×	×	1, 2, 3, 4,
(ハ) 主伐面積及び主伐材積	○	×	×	×	×	4,
(ニ) 主伐可能量=主伐材積	○	○	○	○	×	4,
(ホ) 指定された主伐面、材積 =主伐可能量=主伐量	○	×	×	×	×	4,
(ヘ) 間伐量	○	○	○	○	○	1, 2, 3, 4,
(ト) 主間伐材積	○	○	○	○	○	1, 2, 3, 4,
(チ) 指定された間伐量=可能量=間伐量	○	○	○	×	×	4,
重み係数	×	○	○	○	×	

○ 可能な組合せ      × 不可能な組合せ

※ 番号があるのが、可能な組合せ

- 1 = 上限指示
- 2 = 下限指示
- 3 = 上・下限指示
- 4 = 絶対値指示

(4) 伐採上下限指示

伐採量の割当を絶対量, 上限, 下限, 上下限のどれかを用いて行う。総伐採量指示の場合と異なり、この指示は伐採量を各中、小グループに割り当てる際に大きな影響を与える。詳細については昭和57年度の「国有林野事業特別会計技術開発試験成績報告書」を参照されたい。用いるコードはつぎのとおりである。

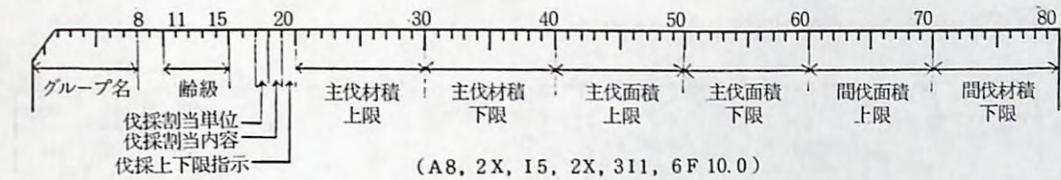
- 〔1〕……絶対量指示
- 〔2〕……上限指示
- 〔3〕……下限指示

〔4〕……上下限指示

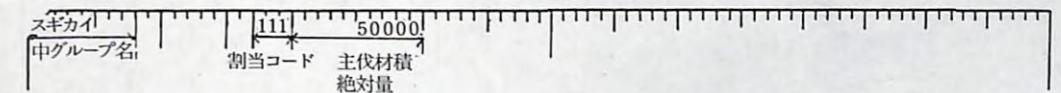
(5) 主伐材積, 主伐面積, 間伐材積

材積についてはm単位, 面積についてはha単位で、それぞれの伐採指示に従って必要な欄に値を記入する。たとえば伐採を禁止したいグループでは絶対量あるいは上限指示で材積を0とする。また主間伐込みで指示したときは、先に間伐量を計算し、その残りが主伐量に回される。

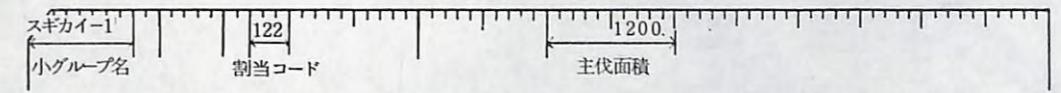
㊦-1 伐採割当データの入力



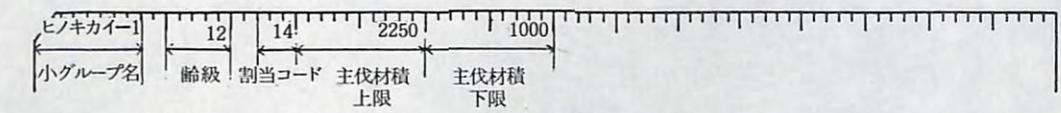
㊦-2 主伐材積を中グループ単位で絶対量指示



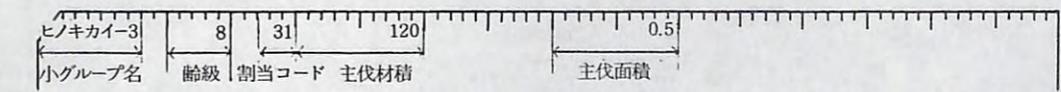
㊦-3 主伐面積を小グループ単位で上限指示



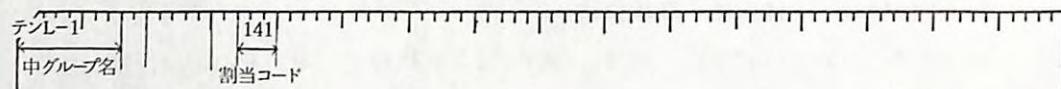
㊦-3 主伐材積を齢級単位で上下限指示



㊦-4 齢級付主伐面積および主伐材積



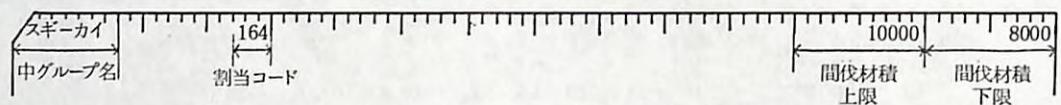
㉔-5 中グループの主伐可能量をすべて伐採



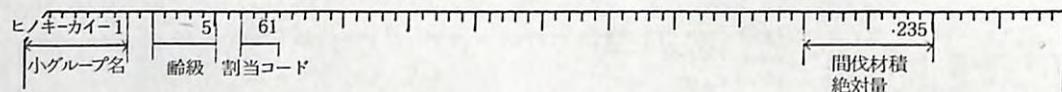
㉔-6 齢級付主伐面積および主伐材積を主伐可能量とし、かつ主伐量とする



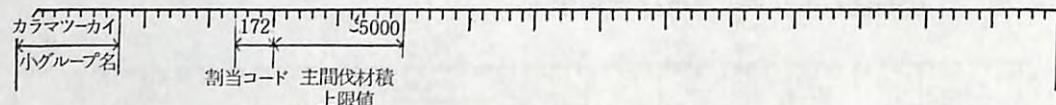
㉔-7 中グループでの間伐量上, 下限指示



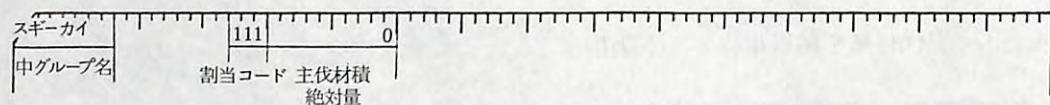
㉔-8 齢級単位での間伐量の絶対指示



㉔-9 小グループ単位での主間伐積込みでの上限指示



㉔-10 中グループ単位での主伐禁止の指示



2.7.4 伐採割当の終了を示すカード

㉔ 伐採割当データの終了カード

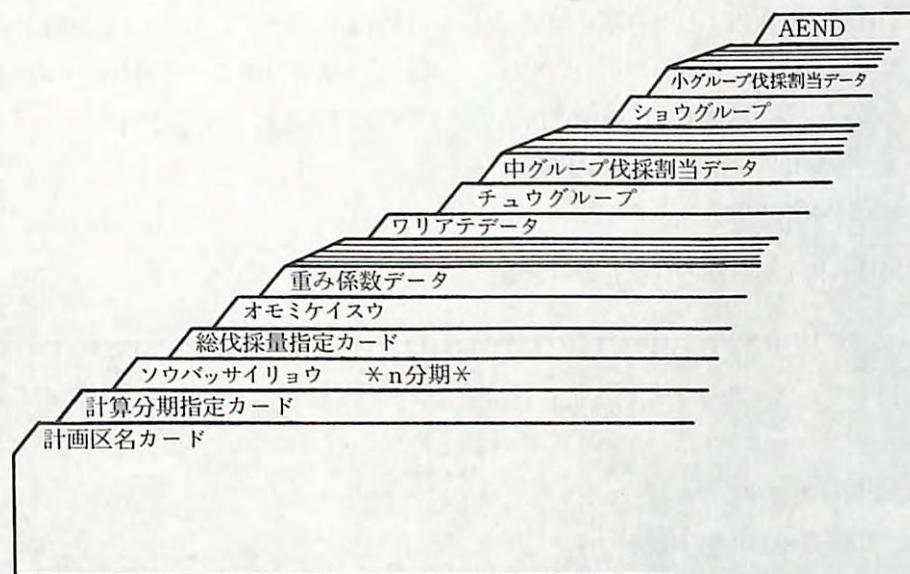
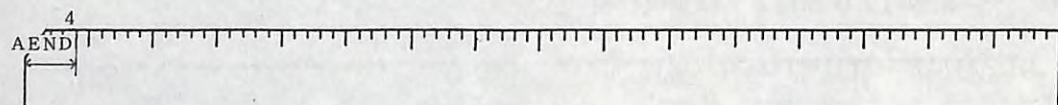


図2-8 伐採割当データセット例

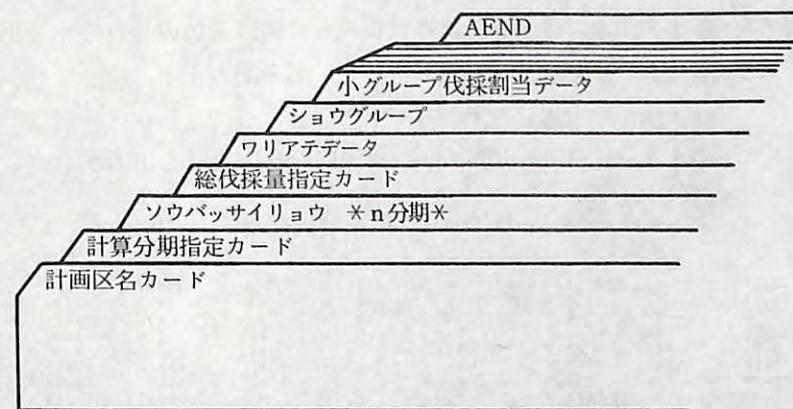


図2-9 重み係数がないときで小グループだけの伐採指示をするデータのセット例

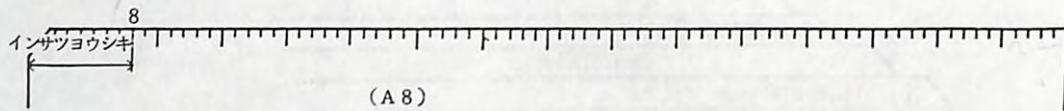
2.8 保続計算結果の出力

保続計算が終了した分期については、計算結果はすべてシステム内に保持される。ただし再計算された分期については、それ以前の結果は消され、最新のものが貯えられる。この計算結果は印刷様式指示データを与えることによって取り出すことができる。

2.8.1 印刷様式指示データの見出しカード

2.8.2 印刷様式指示パラメータ

㊸ 印刷様式指示データの見出しカード



(1) 印刷開始分期

印刷開始分期を記入する。

(2) 印刷終了分期

印刷終了分期を記入する。

(3) 印刷様式の全体指定

全グループに共通な印刷様式を指定する。

出力様式としては以下の様なものがある。

コード=1 : 各小グループの齢級別森林現況と計画区全体の集計を出力する。

コード=2 : 各小グループの集計した森林現況と計画区全体の集計結果を出力する。

コード=3 : 幾つかの小グループを足し合わせた形で出力する。

コード=4 : 計画区全体の集計結果のみを出力

コード=5 : 中グループの集計結果および計画区全体の合計を出力する。

表 2-4 小グループ齢級別森林現況

Table 2-4: Small Group Age-class Forest Status. This is a detailed data table with multiple columns for different categories (A1, etc.) and rows representing different groups. It includes a sub-table at the bottom right with columns like 'タイゾウリン', 'カクマイツウ', etc.

表 2-5 小グループの齢級別集計

Table 2-5: Summary of Small Groups by Age Class. A table with 10 columns and 5 rows of data. Headers include 'A1', 'タイゾウリン', 'カクマイツウ', 'カイショク', 'シヨウケイ', and 'ハナヅクファンヤンガイ'.

表 2-6 計画区全体の集計結果

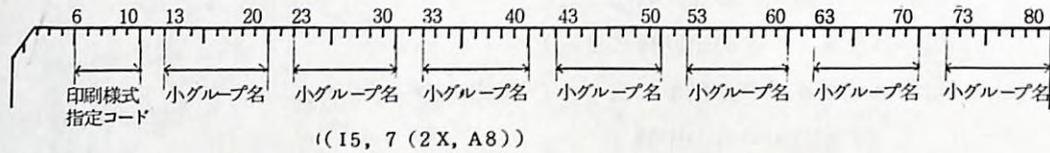
Table 2-6: Summary of the Entire Planning Area. A large data table with 10 columns and many rows, categorized by 'ハイハツ' (High Month), 'ワタハツ' (Middle Month), 'ソツ' (End), and 'ヨウケイ' (Summary). It contains numerical values for various metrics across different age classes.



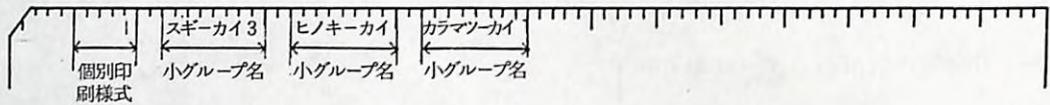
(2) 小グループ名

該当する小グループ名を記入する。1枚のカードに最大7つの小グループ名が記入できるが、連続した小グループの場合は先頭の小グループ名のつぎに8個の\*を記入し、そのつぎに最後尾の小グループ名を記入すれば、間に挟まれるグループ名は省略できる。なお小グループの順序とは管理ファイルでの小グループの入力順序である。

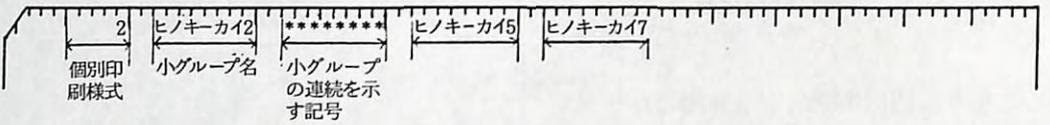
④0-1 個別印刷指定データ



④0-2 個別印刷指定データの例



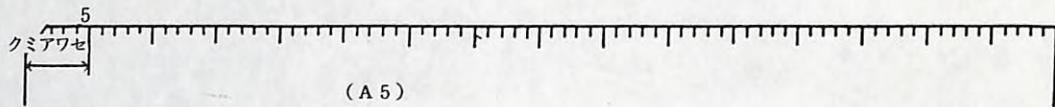
④0-3 個別印刷指定データの例 (小グループが連続する場合)



2.8.5 組み合わせグループの指定の見出しカード

組み合わせグループのためのデータが始まることを示すカード。

④1 組み合わせグループ指定の見出しカード



2.8.6 組み合わせグループの指定データ

(1) 組み合わせグループ名

幾つかの小グループを組み合わせた形で出力したときの、タイトルを8文字以内で記述する。なお出力結果の中には、どの小グループが組み合わせられているかを示すリストも含まれる。

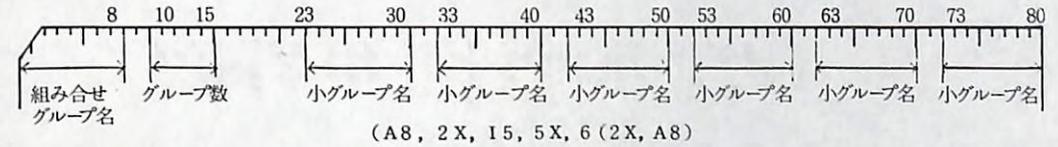
(2) グループ数

組み合わせる小グループのグループ数を記入する。

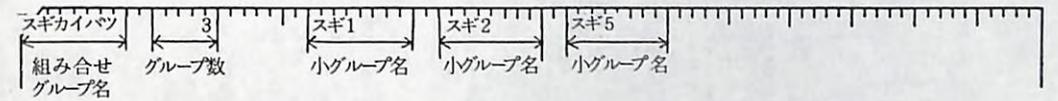
(3) 小グループ名

組み合わせを行う小グループ名を記入する。組み合わせを行うグループ数が多く、2枚以上のカードに小グループ名が続くときは、個別印刷と同様に先頭と最後の小グループ名の間を8つの\*でつなぐ。なお一つの小グループが同時に2つの組み合わせグループに入ることはできない。したがって、ある小グループを2つの組み合わせグループに入れて合計したいときは、印刷するためのプログラムを2度実行する必要がある。

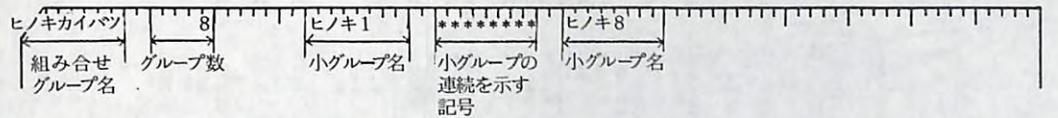
④2-1 組み合わせグループのデータカード



④2-2 組み合わせグループのデータ例

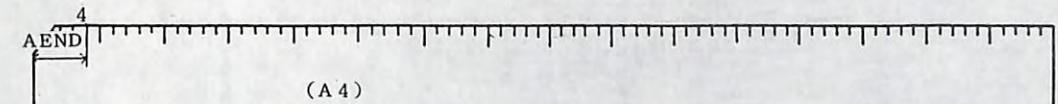


④2-3 連続した小グループの組み合わせ例



2.8.7 印刷様式、組み合わせなどのデータ終了を示すカード

④3 印刷様式、組み合わせなどの終了を示すカード



2.8.8 保続計算結果出力の終了を示すカード

④4 保続計算結果の出力データの終了を示すカード

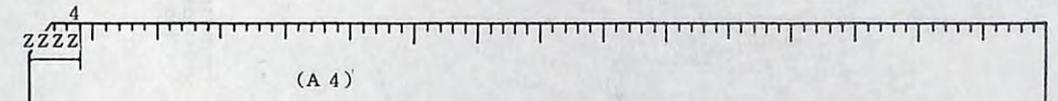


表3-8 組み合わせグループの印刷

\*\*\*\*\* 2桁7桁 2桁1桁 / 1桁7桁 \*\*\*\*\*

*** **	A1	A2	A3	A4	A5	A6	+	
0	171.50	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	315.
1	612.82	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	171.
2	690.81	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	386.
3	624.50	30957.	6824.2	0.0	0.0	0.0	119.	6281.
4	967.13	116692.	15254.8	0.0	0.0	0.0	13966.	17805.
5	1002.99	171668.	15111.1	0.0	0.0	0.0	20470.	780.
6	1126.27	236218.	15586.3	0.0	0.0	0.0	261.	730.
7	955.28	261257.	14008.4	2801.	8.68	2801.	5936.	0.
8	103.07	30727.	1376.6	9042.	25.97	8946.	19629.	1041.
9	156.56	59837.	2006.4	31117.	77.02	31117.	0.0	0.0
10	103.40	41816.	1202.7	21862.	40.17	19758.	0.0	0.0
11	119.05	37949.	803.3	15026.	38.58	15026.	0.0	0.0
12	19.20	11339.	257.1	5936.	9.46	5936.	0.0	0.0
13	158.66	50791.	683.1	19845.	53.22	19845.	0.0	0.0
*** N	6321.	1034.9	72.55	103.24	239.	101.04	6492.	6492.
*** L	139.	14.3	0.56	2.37	15.	2.18	139.	139.
*** T	6460.	1049.3	73.11	105.63	253.	103.21	6631.	6631.
*** N	0.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
*** L	0.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
*** T	0.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
*** N	6321.	1034.9	72.55	103.24	239.	101.04	6492.	6492.
*** L	139.	14.3	0.56	2.37	15.	2.18	139.	139.
*** T	6460.	1049.3	73.11	105.63	253.	103.21	6631.	6631.
*** N	65.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
*** L	10.	48.	171.	0.	0.	0.	0.	0.
*** T	207.	41.	386.	0.	0.	0.	0.	0.
*** N	1	スギ2	スギ3	スギ1	N	7	スギ	スギ
*** L	1	3	1	1	0	0.	0.	0.
*** T	1	3	1	1	0	0.	0.	0.

図2-10 個別印刷指定があるときのカードセット例

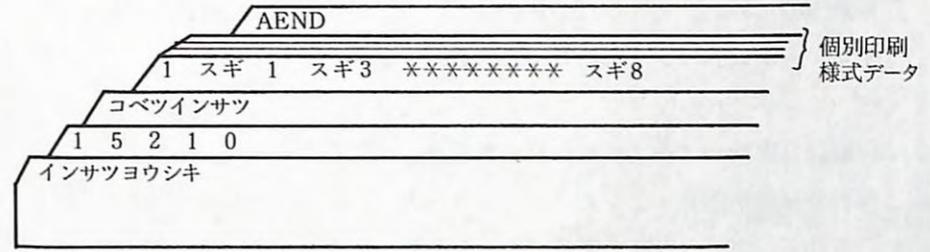


図2-11 組み合わせグループのデータセット例

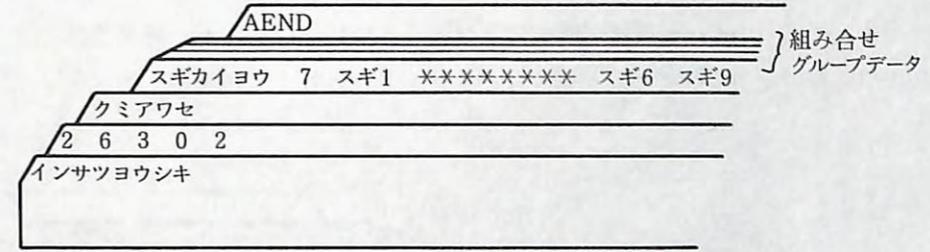
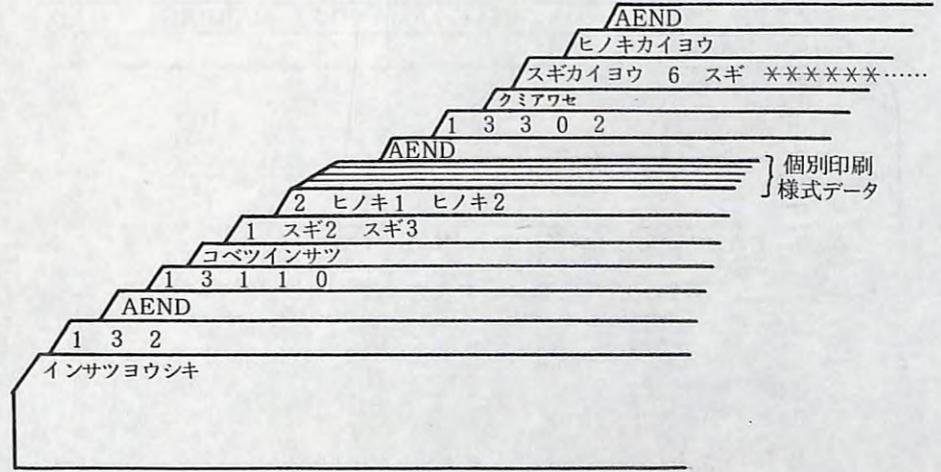


図2-12 保続計算結果出力のカードセット例



2.9 保続計算実行のためのカードセット

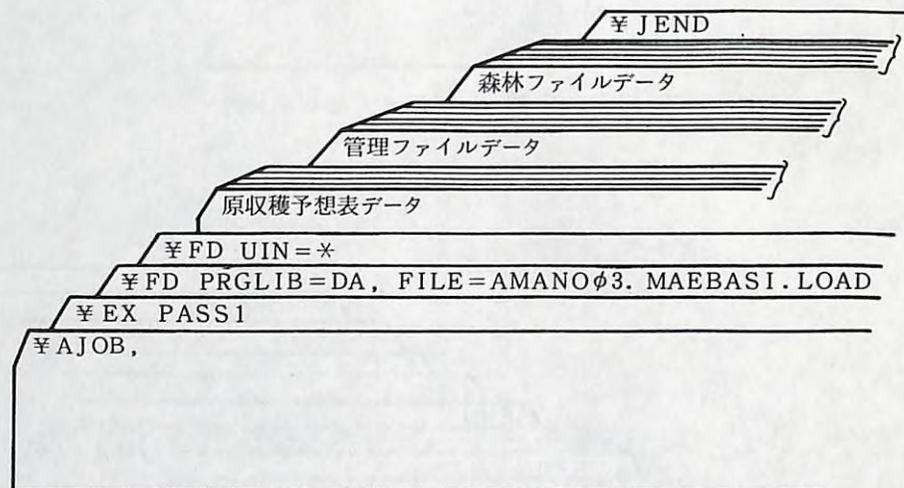
保続計算のためのシステムはつぎの4つのサブシステムに別れている。

1. 基本データ入力サブシステム (PASS 1)
2. データファイル作成サブシステム (PASS 2)
3. 保続計算実行サブシステム (PASS 3)
4. 保続計算結果出力サブシステム (PASS 4)

これらのサブシステムは各々独立になっており、必要に応じて適宜使用する。

2.9.1 基本データ入力サブシステム (PASS 1)

原収穫予想表データ、小グループの施業方法を指定する管理ファイルデータ、森林現況を表わす森林ファイルデータからなる、保続計算を実行するための基礎的な情報をシステムに入力するサブシステムである。このサブシステムは保続計算の開始時期に一度実行すれば、その後は計算終了時まで実行する必要はない。なお、施業方法の部分的な修正が計算の途中段階で必要となったときは、PASS 1を再実行する。

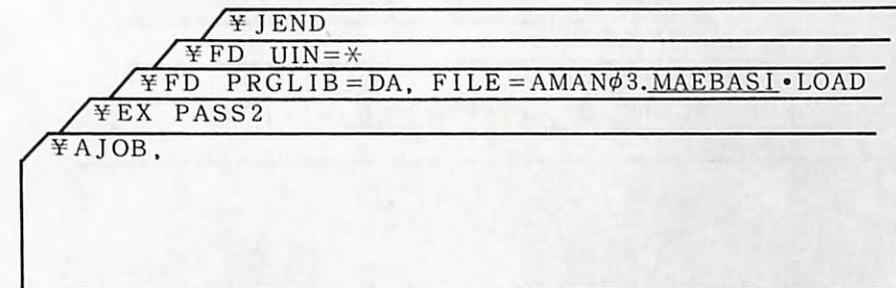


※ 名古屋方式では下線部の部分がNAGOYAとなる。

図 2-13 基本データ入力サブシステム

2.9.2 データファイル作成サブシステム (PASS 2)

保続計算に必要な中間ファイルの作成を行うサブシステムであり、第1分期の計算を行う前に必ず実行せねばならない。したがって、途中の分期まで保続計算が進んだものの、その後不都合が生じて第1分期から再計算に入らねばならないときは、再度このサブシステムを実行する。

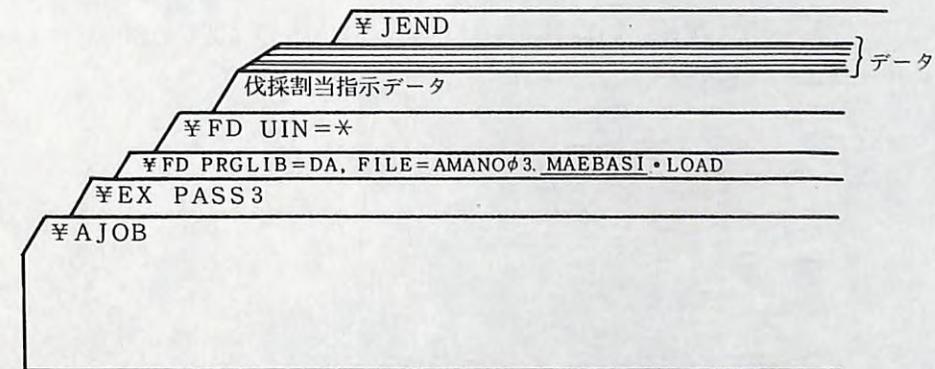


※ 名古屋方式では下線部の部分がNAGOYAとなる。

図 2-14 データファイル作成サブシステム

2.9.3 保続計算実行サブシステム (PASS 3)

実際に保続計算を実行するためのシステムであり、伐採割当指示データを与えて各中グループ、小グループの伐採量を算出する。

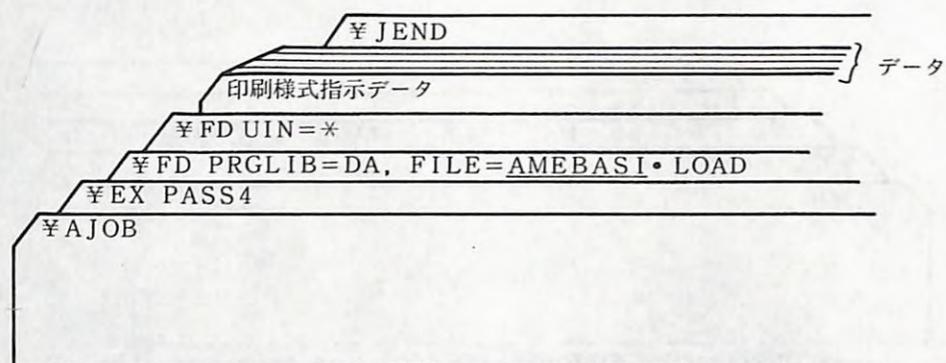


※ 名古屋方式では下線部の部分がNAGOYAとなる。

図 2-15 保続計算実行サブシステム

### 2.9.4 保続計算結果出力サブシステム (PASS 4)

保続計算結果を出力するサブシステムであり、出力するための計算結果はPASS 3が実行された分期についてはシステム内に記憶されているので、必要なときにこのサブシステムを実行することにより、取り出すことができる。



※ 名古屋方式では下線部の部分がNAGOYAとなる。

図2-16 保続計算結果出力サブシステム

### 2.9.5 サブシステムの実行順序

各サブシステムの実行順序を図2-17に示しておいた。PASS 1, PASS 2, PASS 3, PASS 4と実行していくのが基本だが、より望ましい計画案に修正するため何度も再計算を行うのが通常の利用の仕方である。そのときは再計算に入る分期に応じてPASS 2を実行したり、あるいはPASS 3の先頭にある分期のパラメータで再計算の開始分期を指示したりする。

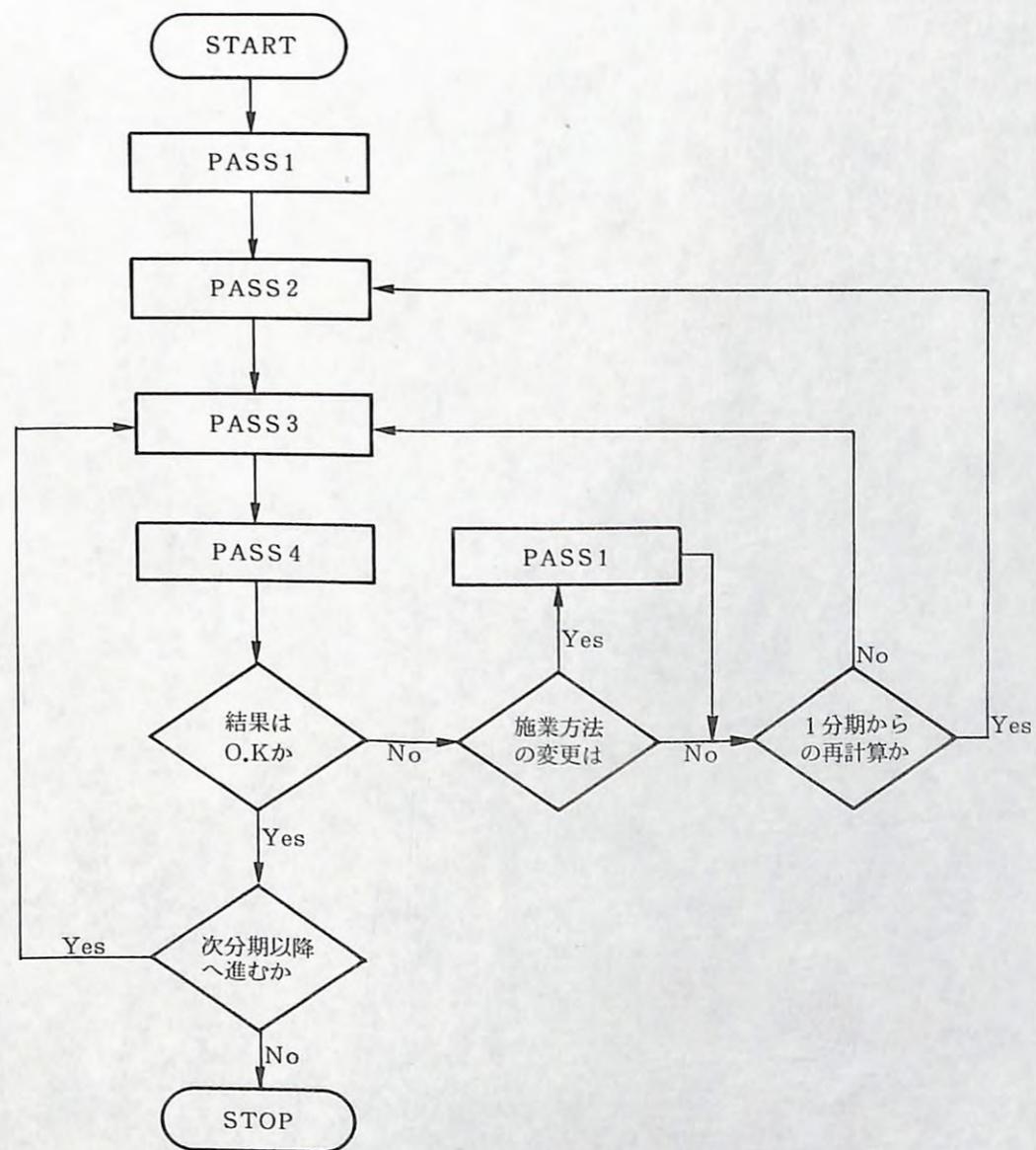


図2-17 各サブシステム実行の流れ図

地域性を考慮した集材方法の  
最適化 (I) (中間報告)

# 地域性を考慮した集材方法の最適化 (I)

## (中間報告)

### I 試験担当者

機械化部 作業第1研究室	奥田吉春
	豊川勝生
作業第2研究室	辻井辰雄
	今富裕樹
林道研究室	井上源基

### II 試験目的

我が国の伐出技術の中で集材方法については各地で各様の方法が採用されているが、その選択形態には一貫性がなく体系化されているとはいいがたい。そこで集材方法の選択に影響を与える要因を十分に加味した集材方法のあり方を検討し、各地域に最も適している集材方法の選択システムを確立していく必要がある。この研究は、集材方法の地域性の追求としての意味合いを持つが、とりあえずは作業条件の地域性(地域的な特質)を表わす指標として地況、林況、伐採方法などの代表的な要因と集材方法の関係に焦点をあて、これらの相互間の影響関係を解析することによって集材方法のあり方を検討しようとするものである。

### III 試験の経過と得られた成果

#### 1. 分析方法

##### 1-1 分析資料

分析の対象とした資料は、主として国有林野事業の集材作業技術例(昭和56年度調査、昭和57年度追加調査)である。調査事例数は架線集材524、トラクタ集材275、計799であって、その内訳は表-1のとおりである。

##### 1-2 分析の視点

既に述べたように、この研究は集材作業にかかわる要因相互間の影響関係の解析を通して、集材方法のあり方を検討しようとするものである。報告の内容は、集材方法の地域性や推移について予備的考察を行うとともに、集材作業の実態把握や類型化、さらにはトラクタ集材路網パターンとその要因の分析などを行うことによって、技術的かつ経



分析を行ったのが表-2である。その結果から「人工林成熟度」, 「天然林蓄積度」, 「皆伐率」, 「集約度」などの総合特性値が得られた。これらの特性値を使って, 「地域的な差違」を総合的に考察するためにクラスター分析を行ったところ, 各県が8つのクラスターに分割された。それぞれのクラスター(C1~C8)がどんな特性を持つかをみるために, クラスター別に主成分特性を求めたのが図-1である。例えば, C1は, 人工林成熟度小, 天然林蓄積度中, 皆伐率小, 集約度小を, C7は, 人工林成熟度大,

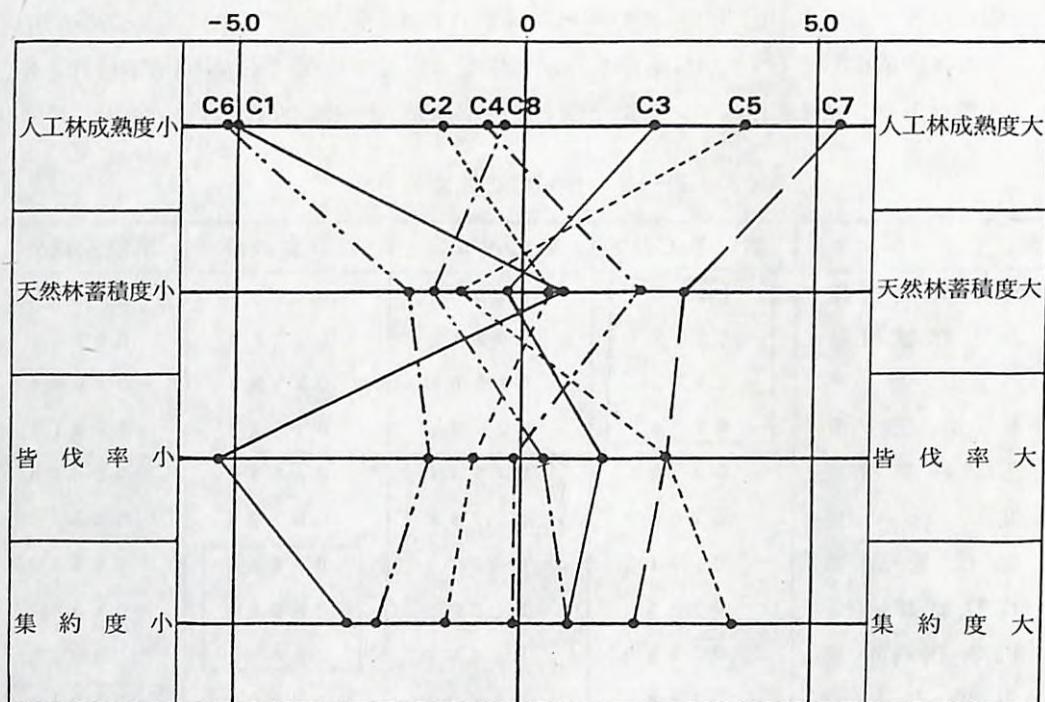


図-1 クラスター別主成分特性

天然林蓄積度大, 皆伐率大, 集約度大を表わしている。

表-3は林業の地域的差違をクラスターの8区分と営林(支)局の関係から見たものである。北海道の各営林(支)局は1つのクラスターに含まされたが, 他の営林局はいろいろのクラスターに分散された。

集材方法と地域性考察の手がかりは, 集材方法とこれらの関連を検討することにあると思われる。しかし, 集材方法の選択的特徴については8つのクラスターから見つけ出すことができず, むしろ営林(支)局としての特徴がより明確であった。

表-3 地域特性による都道府県分類表

営林局	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
北海道5局	北海道・旭川・帯広・北見・函館							
青森		岩手・宮城		青森				
秋田		秋田				山形		
前橋		栃木・群馬・福島				新潟		
東京		埼玉	千葉・東京・神奈川・静岡		山梨		茨城	
長野		長野						
名古屋		岐阜				富山	愛知	
大阪			三重・兵庫・岡山・島根・鳥取		和歌山・山口	石川・福井		大阪・奈良・滋賀・京都・広島
高知				徳島			愛媛・高知	香川
熊本			福岡・佐賀・大分・長崎	鹿児島			熊本	沖縄

## 2-2 集材方法と作業条件

昭和五十五年度の国有林野事業の集材作業実績によると, 架線集材とトラクタ集材の作業比率は面積比で37:63, 材積比で56:44である。これら集材方法の選択は種々の作業条件によって規定されると思われる。ここでは, 自然的な作業条件による架線集材とトラクタ集材の判別をとおして, 両者のかかり合いを検討してみる。とりあげた作業条件因子は, 傾斜, 地形の複雑さ, 人天別, 伐採材積/h a, 下層植生, 伐採方法, 伐区から林道までの距離, 集材面積, 伐採木1本あたり平均材積, 伐区の形状の10因子とし, カテゴリーは表-4に示すとおり2~3に区分した。この表は数量化II類による判別結果を示したものである。計算の結果によると, 判別に対して大きな影響力を示すアイテムは傾斜, 伐区形状, 集材面積の順となっており, 伐採方法は皆伐, 非皆伐の2区分としたためか影響力は小さい値となっている。

表-4 架線集材とトラクタ集材の判別

アイテム	サンプル数	カテゴリー	スコア	傾 差	レンジ	偏相関係数
傾 斜	237	~20未	-0.0249		0.0470	0.3911
	299	20~30	0.0007			
	257	30~	0.0221			
伐区形状	201	三角形状	0.0182		0.0426	0.3297
	434	矩形状	0.0004			
	158	円状	-0.0244			
集材面積	205	~3.0未	0.0149		0.0393	0.2898
	416	3.0~10.0	0.0028			
	172	10.0~	-0.0244			
人天別	369	人工林	-0.0079		0.0147	0.1480
	424	天然林	0.0068			
下層植生	424	かん木型	0.0065		0.0139	0.1543
	369	ササ・草本型	-0.0074			
伐採材積/ha	399	~250未	-0.0052		0.0107	0.0985
	221	250~400	0.0051			
	173	400~	0.0055			
伐区から林道までの距離	226	~150未	0.0046		0.0104	0.1004
	307	150~300	0.0016			
	260	300~	-0.0058			
伐採木1本当り平均材積	338	~0.50未	0.0004		0.0068	0.0605
	238	0.50~1.00	0.0030			
	217	1.00~	-0.0038			
地形の複雑さ	466	単 純	-0.0011		0.0027	0.0307
	327	複 雑	0.0016			
伐採方法	571	皆 伐	0.0001		0.0002	0.0016
	221	非 皆 伐	-0.0001			

実際の作業現場にあてはめて、自然的作業条件から集材方法を判別しようとする場合には、該当するカテゴリースコアを加算し (fi)、判別境界値 (fo) と比較すればよい。この場合、判別境界値は -0.0222 となった。fi > fo ならば架線集材、fi < fo ならばトラクタ集材と判別できる。この場合の適中率は 84.6% であった (図-2)。

以上のようなことから、集材方法の選択には自然適作業条件が大きく影響していることがわかった。

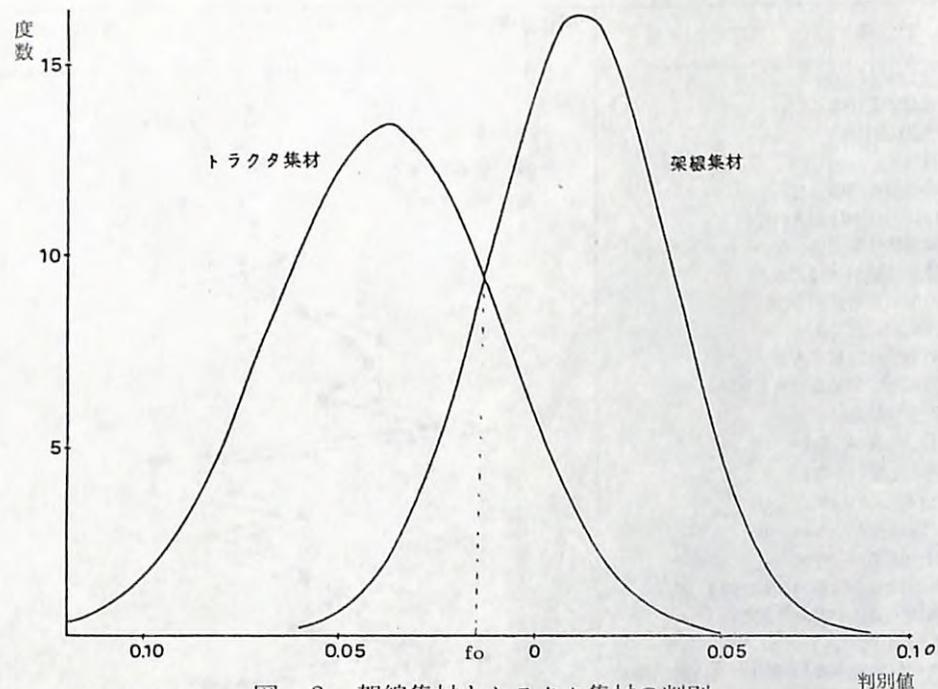


図-2 架線集材とトラクタ集材の判別

### 2-3 集材方法選択の主観的評価

自然的な作業条件のほかに集材方法の選択を規定するものに主観的評価がある。集材方法選択の保守性についてはよく指摘されるところであるが、多種多様な集材方法が現場担当者にとどのように認識されているかは、集材方法の選択や普及を考える場合重要な要因であって、集材方法の地域性に対しても大きく影響するものと考えられる。

このような問題意識に基づき、「集材方法選択にあたっての重視項目」を調査した。調査対象者は事業所主任である。調査内容は共通項目、架線集材についての項目、トラクタ集材についての項目に大別されるが、ここでは共通項目についてその概要を述べる。共通項目 48 を種々の文献から抽出、整理し、3段階の評価尺度 (特に重視した~1、やや重視した~2、重視しなかった~3) として行った。図-3 は架線集材とトラクタ集材の平均値のプロフィールを示したものである。項目別にみると〈安全性が高い〉、〈副作業が少ない〉などで架線、トラクタともに重視される傾向が強いが、トラクタ作業のもつ安全性の高さ、副作業の少なさがより重視されているのが特徴的であった。そのほか〈作業手順が明確〉、〈1回あたりの積載量〉、〈選別、巻立てが容易〉、〈傾斜への適応性〉、〈作業地の稼働性〉などで両集材方法間の差が大きかった。

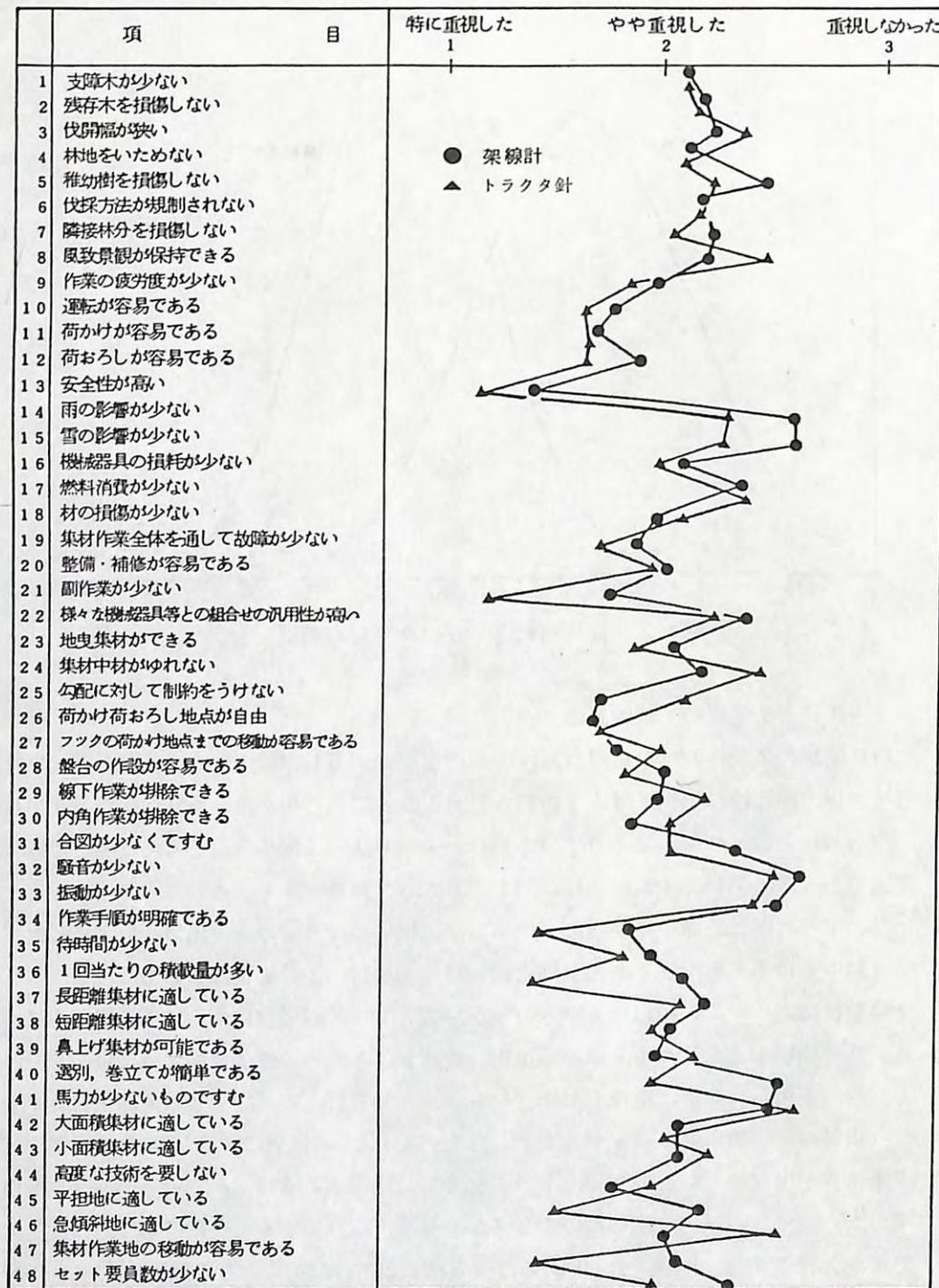


図-3 集材方法に対する主観的評価のプロフィール

つぎに集材方法に対する主観的評価の意識構造をみるために48項目の評価尺度を用いて因子分析をしたところ表-5のような結果が得られた。表-5には各因子と関連の程度の高い項目を掲げてあるが、評価尺度の集合状態から各因子を解釈すると、第1因子は〈信頼性〉、第2因子は〈作業の安全容易性〉、以下〈環境の保全性〉、〈作業の自由度〉、〈振動、騒音〉、〈傾斜性〉、〈作業の安全性〉、〈規模〉、〈天候〉、〈汎用性〉、〈簡易性〉、〈その他〉となり、48項目を12因子で意味づけすることが出来た。

表-5 集材方法に対する意識の因子分析(全体)

	項 目		項 目
第一因子	17. 燃料消費が少ない	第六因子	46. 急傾斜地に適している
	16. 機械器具損耗が少ない		45. 平坦地に適している
	20. 整備・補修が容易である	第七因子	30. 内角作業が排除できる
19. 集材作業全体を通し故障が少ない	29. 線下作業が排除できる		
第二因子	11. 荷かけが容易である	第八因子	36. 1回当たりの積載量が多い
	12. 荷おろしが容易である		42. 大面積集材に適している
	10. 運転が容易である		37. 長距離集材に適している
第三因子	13. 安全性が高い	第九因子	14. 雨の影響が少ない
	9. 作業の疲労度が少ない		28. 盤台の作設が容易である
	4. 林地をいためない	第十因子	22. 様々な機械器具等との組合せの汎用性が高い
7. 隣接林分を損傷しない	第十一因子		47. 集材作業地の移動が容易である
5. 稚幼樹を損傷しない		38. 短距離集材に適している	
3. 伐開幅が狭い		21. 副作業が少ない	
第四因子	1. 支障木が少ない	第十二因子	43. 小面積集材に適している
	2. 残存木を損傷しない		48. セット要員数が少ない
	27. フックの荷かけ地点までの移動が容易である		24. 集材中材がゆれしない
第五因子	25. 勾配に対して制約をうけない	第十二因子	6. 伐採方法が規制されない
	26. 荷かけ荷おろし地点が自由		
	32. 騒音が少ない		
	33. 振動が少ない		
	31. 合図が少なくすむ		

さらに、これらの意識構造と集材方法とのかかわりの解明や、規定要因との関係の分析が必要であるが、これらの分析については次回にとり上げる予定である。

以上、集材方法と地域性の予備的考察を加えたが、地域性のマクロな指標はともかくとして、自然的作業条件と主観的評価は集材方法の選択に大きく影響していた。しかしながら、時間的な制約もあり、以下の分析は、自然的作業条件と集材方法の関係について述べることにする。

(奥田吉春)

### 3. 集材方法の推移

集材方法はその時々の諸情勢に対応した施業方法や機械の開発改良などによる技術進歩にともなって変化するとともに、各地で様々な方法が行われている。しかしながら、その選択方法には一貫性がみられないことも多く、地域に即したものとなっていないことが問題点としてあげられている。

このため、地域に即した集材方法のあり方を検討する手がかりを得る一つとして、集材方法の今日までの変遷を明らかにし今後の方向性を見出すことも必要なことといえよう。ここでは、集材方法の推移を昭和41年度から昭和55年度までの15年間の集材方法別の導入年度とその使用期間の調査資料をもとに検討することとした。

昭和41年度から今日までの森林施業は、環境保全などの社会的な要請もあって皆伐から択伐、漸伐などの非皆伐施業へ移行してきたが、集材方法もこれにともない昭和40年代前半までは集材距離の増大、横取技術の向上、全幹ならびに全木の集材技術の導入などによってエンドレスタイラー式、フォーリングブロック式などの索張り方式を中心とした架線集材が多く、昭和40年後半以降は新たな森林施業の実施によって伐区の分散と縮小、保護樹帯の拡充などによって集材方法も多様化し、ランニングスカイライン式、ダンナム式などの主索を用いない軽架線集材が増加するとともに、トラクタの性能向上、路網の拡充、副作業の軽減などからトラクタ集材が順次増加してきている。

以上述べたことが、集材方法の選択に影響をおよぼしてきたおもな要因といえるが、集材方法がこの15年間にどのように推移してきたのか、またこれらの推移が地域的にどのように異っているのかなどの点を明らかにするため、集材方法選択の片寄り(集中度)を表わす指標として情報量概念によるエントロピーを用いて検討を行うこととした。エントロピー(I)の算出式は次に示すとおりである。

$$I = -\sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i / \log_2 n$$

( $P_i$  ; 集材方法の出現率)  
( $n$  ; 集材方法の種類)

エントロピーの値は0から1までの範囲で求められ、0に近ければ選択された集材方法がある特定なものに片寄りがあり(集中度が高い)、1に近ければ集材方法に片寄りがないことを示している。

図4は集材方法を架線集材、軽架線集材、トラクタ集材、その他の4分類によってエントロピーを求めた結果を示している。この15年間の推移をみると、昭和41年度の0.475から昭和54年度の0.717まで順次増加の傾向がみられる。このことは図の各集材方法の比率からもわかるように、前述のような要因によって架線集材の比率が昭和41年度の79%を最高に46年度は72%、51年度は65%、55年度は57%と減少しているのに対して、軽架線集材とトラクタ集材は昭和41年度ではそれぞれ5%、16%であったものが55年度は16%、26%にまで増加したため、これまで15年間の集材方法が多様化してきていることを示している。

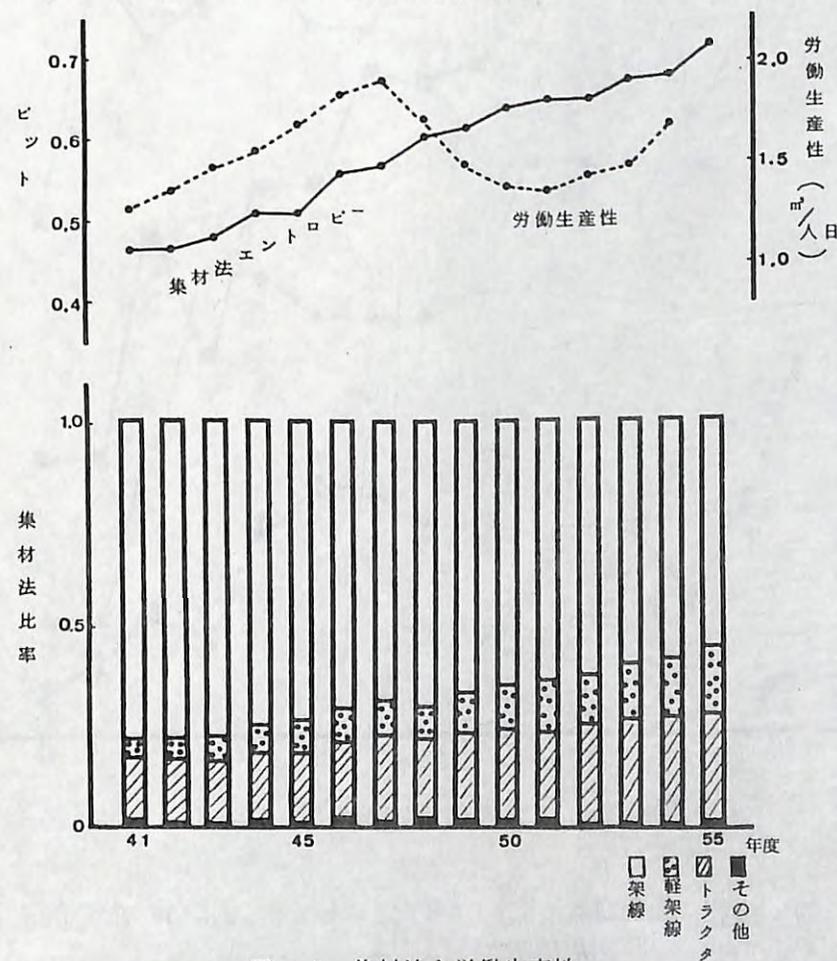


図4 集材法と労働生産性

図-5は集材方法を11種類の索張り方式別に分類しトラクタ集材とその他を加えた13種類で地域(局)別にみたものである。なお、傾向の類似したものについては省略し、代表別で示している。

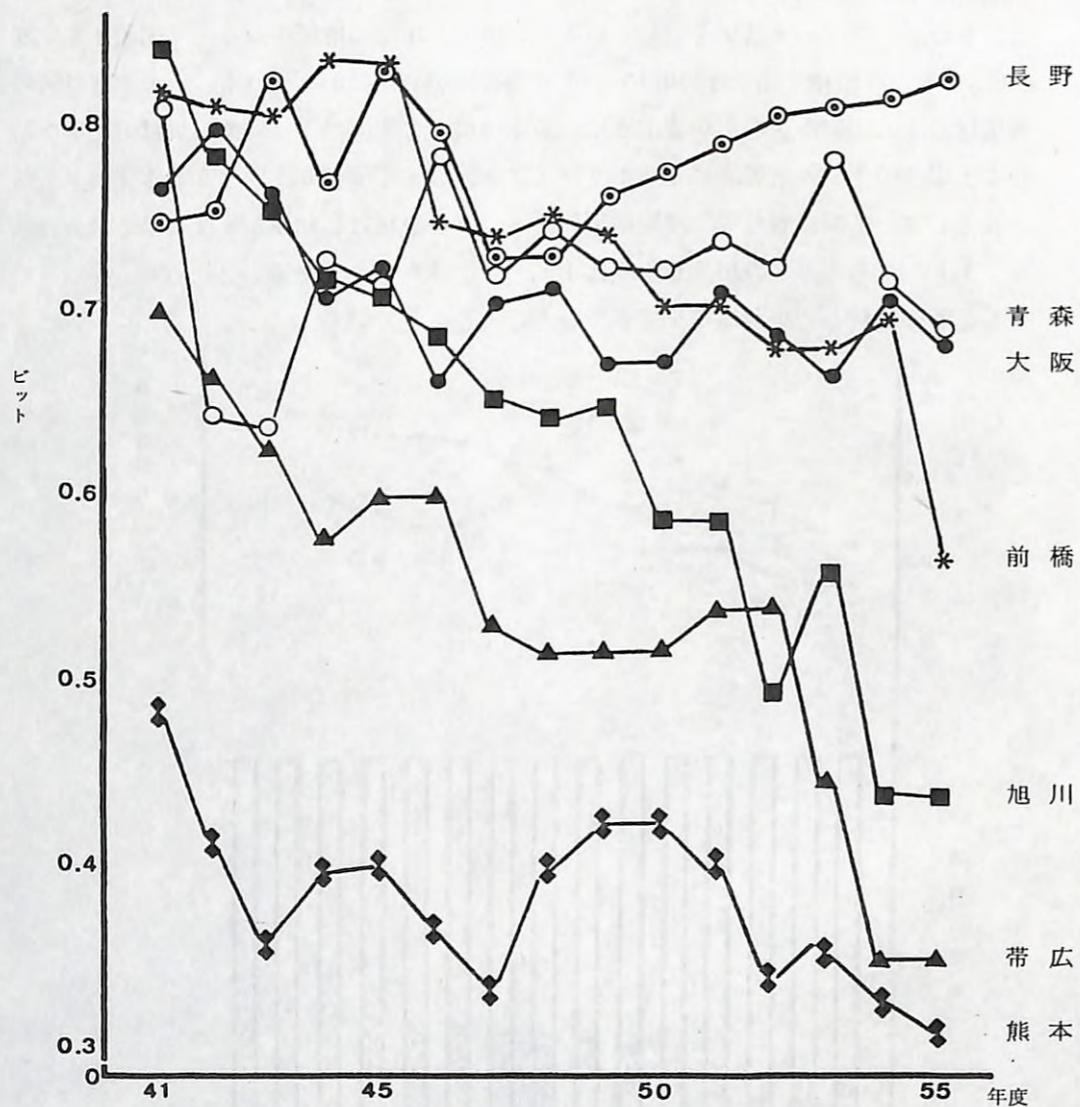


図-5 索張方法別集材法エントロピー

全体的な傾向としては昭和45、46年度と昭和51年度を境にその前後でのエントロピーの変化が大きく、これらの年度を境に集材方法の選択に著しい差異があったこと

を示している。

このような中で、高知局は(図示省略)は昭和41年から55年度までの集材方法がすべてエンドレスタイラー式であったため、14局中最も低い値となっており、これと同じ傾向は各年度ともエンドレスタイラー式が80%以上と片寄りのある熊本局でもみられ、エントロピーも0.323~0.479と低い値を示している。

北海道の各(支)局は(旭川、北見、函館は図示省略)はエントロピーに高低はみられるが、各(支)局ともこの15年間で大きく減少していることがわかる。これはトラクタ集材への移行が年々進んでいるためであるが、とくに減少の著しい帯広(支)局を例として示すと、昭和41年度が59%、46年度67%、51年度83%、55年度91%とトラクタ集材が増加していることによる。

なお、本州の5局については、長野局が昭和48年度以降各種の索張り方式が選択され年々増加の傾向を示していることと、東京局(図示省略)がエンドレスタイラー式が70%台となっていて、他の局に比較して片寄りが大きいことを除けばほとんど同様な値を示している。

以上のことから、北海道地域はトラクタ集材の占める比率が高く、逆に四国、九州地域は大部分がエンドレスタイラー式による架線集材となっており、本州の各地域は適度に各種の集材方法が選択されているといえる。

つぎに、集材方法の今後の方向性を見出すため、同じ事業所の集材方法の推移を昭和50年度と昭和55年度の遷移率(ある集材方法からある集材方法へ推移する確率)を求めることによって検討してみた。集材方法を架線集材(軽架線含む)、トラクタ集材および架線集材とトラクタ集材の併用の3分類に大別し、傾斜(0~20°)、伐採面積(5ha未満、5ha以上)、伐採方法(皆伐、非皆伐)の作業条件別に求めたものを図-6~図-8に示している。

一般的には、架線集材とトラクタ集材を実行したところでは5年後も引き続き同種の集材方法を実行した場合が多く、とくにトラクタ集材ではこの傾向が強くなっている。反面、架線集材とトラクタ集材を併用していたところでは架線集材を取りやめてトラクタ集材を選択する傾向がみられる。

つぎに、作業条件別にみると傾斜20度以上、伐採面積5ha以上、伐採方法の非皆伐のところはそれぞれ0.62、0.59、0.63の遷移率で架線集材とトラクタ集材の併用からトラクタ集材へ移行している。このような作業条件のところは、これまでは架線集材が選択されることが多いところといえるが、すでにトラクタ集材に対する実績を持つことから、移行も容易であったことによるものであろう。このように、トラクタ集材

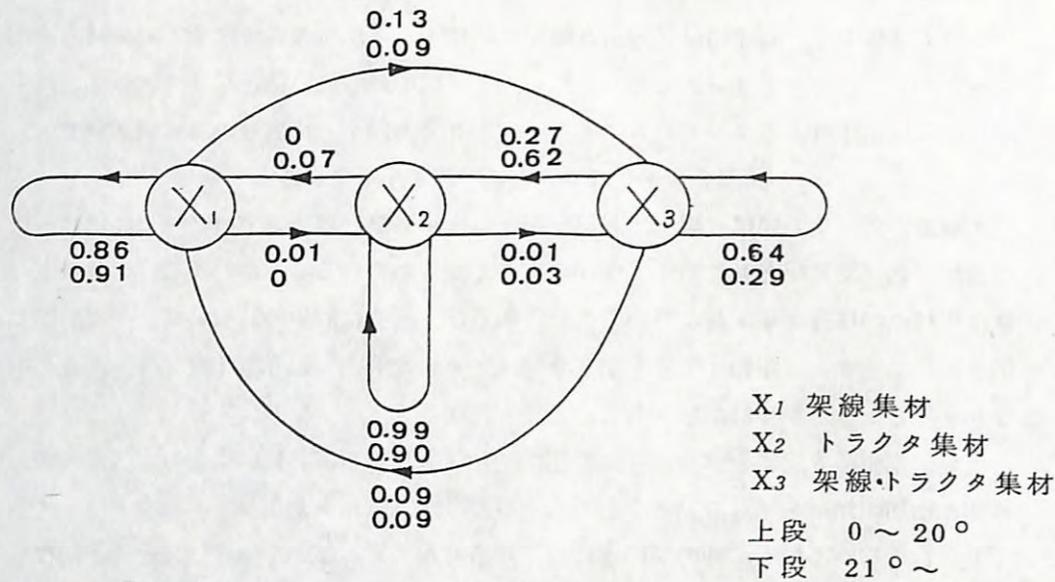


図-6 傾斜別集材方法の遷移図 (昭和50年~55年)

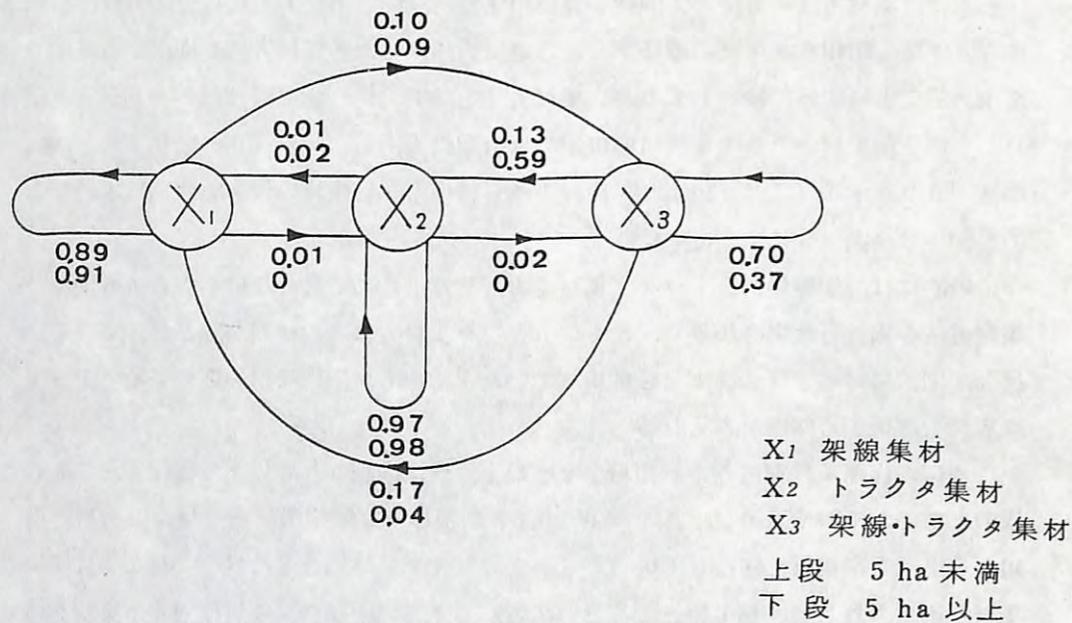


図-7 伐採面積別集材方法の遷移図 (昭和50年~55年)

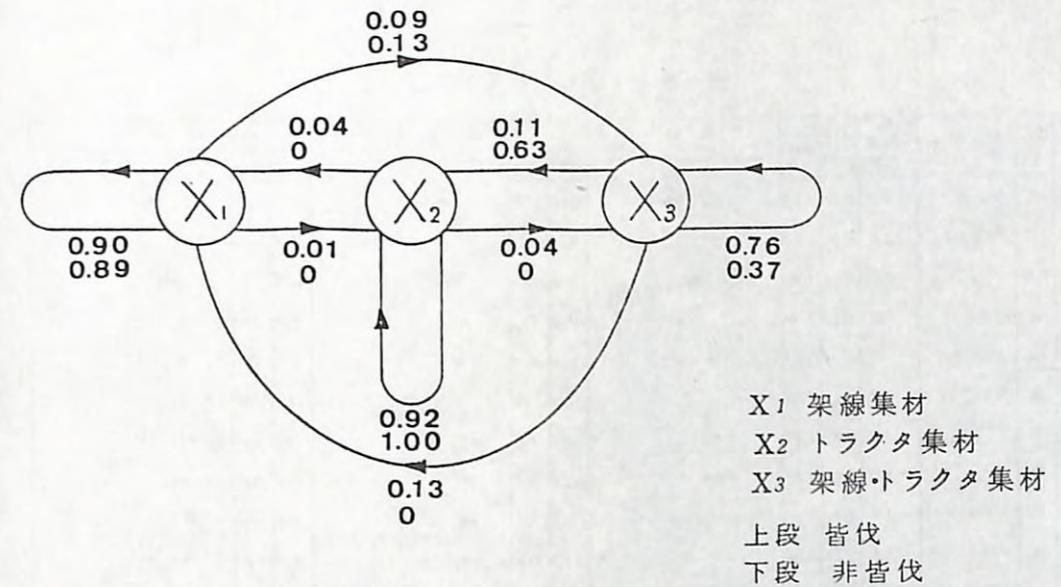


図-8 伐採方法別集材方法の遷移図 (昭和50年~55年)

はこれまでのところ年々漸増の傾向がみられるが、地形上の制約、林地保全、林道開設費などから今後の選択には問題も残されている。

集材方法の適性化をはかるためには、ひきつづき集材方法の違いや地域的な特性（作業条件）をより明確化させて検討するとともに、集材方法の予測モデルなどから今後の方向性を探ることも必要である。  
(辻井辰雄)

#### 4. 集材作業の現状

##### 4-1 架線集材作業の現状

この調査は国有林において昭和55年度、56年度に実行された架線集材の内、500件を抽出、その時の地況、林況、架線方式、集材量、それに係わった主副作業人工数等を調査したものである。その概要は表-6のようである。これによると集材面積、伐採本数、伐採材積、スパン長、平均集材距離、集材回数等の集材条件で各索張り方式の分布が異なる。なお、各要因の中で「集材面積」は1集材架線に係わる集材面積、「形状係数」は  $\frac{40,000 \times A}{\pi \times L^2}$ 、A；伐区面積 (Ha)、L；伐区最長径 (m) で示される指数で、1.0で円状形状に、0.5で辺が1：2の長方形、0.3で1：4の長方形となるものである。また、「林道までの距離」は伐区中心より林道までの距離を示している。

表-6 架線集材作業の概要

記号	集材方法	要回 回数	集材面積		伐採本数		伐採材積	
			平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
T	タイラー	33	4.94	2.39		5,000 (本)		2,000 ~ 4,000 (m³)
E.T	エンドレス タイラー	256	6.81	4.10				
F.B	フーリング フロック	55	3.53	2.00				
K	クマモト	2	4.28	3.90				
Ho	ホイスキング	3	4.12	2.66				
S	スラップライン	29	1.44	0.84				
R	ランニング スロプライン	43	3.07	2.24				
D	ダンハム	28	2.32	2.00				
M	モリケーブ	34	4.71	3.24				
H	ハリード	17	1.83	1.36				
	架線計	500	5.11	3.27				

記号	集材方法	要回 回数	積載量		平均採取距離		作業工程	
			平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
T	タイラー	33	1.11	0.32		0 ~ 2 (m)	0 ~ 5 (m)	0 ~ 10 (分)
E.T	エンドレス タイラー	256	1.29	0.28				
F.B	フーリング フロック	55	1.11	0.34				
K	クマモト	2	0.96	0.06				
Ho	ホイスキング	3	0.64	0.27				
S	スラップライン	29	0.77	0.24				
R	ランニング スロプライン	43	0.93	0.27				
D	ダンハム	28	0.89	0.28				
M	モリケーブ	34	0.37	0.26				
H	ハリード	17	0.94	0.27				
	架線計	500	1.11	0.28				

記号	集材方法	要回 回数	スパン長		平均集材距離		集材回教	
			平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
T	タイラー	33	624.7	170.4		0 ~ 400 (m)		0 ~ 50 (回)
E.T	エンドレス タイラー	256	628.8	240.9				
F.B	フーリング フロック	55	622.7	175.6				
K	クマモト	2	622.0	145.7				
Ho	ホイスキング	3	496.5	42.2				
S	スラップライン	29	244.7	63.3				
R	ランニング スロプライン	43	244.5	63.4				
D	ダンハム	28	244.1	87.2				
M	モリケーブ	34	592.6	301.3				
H	ハリード	17	244.2	82.4				
	架線計	500	547.8	277.4				

記号	集材方法	要回 回数	傾斜		形状係数		林道3m距離	
			平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
T	タイラー	33	28.9	8.4		0 ~ 0.5	0 ~ 500 (m)	
E.T	エンドレス タイラー	256	28.9	7.7				
F.B	フーリング フロック	55	25.8	7.6				
K	クマモト	2	17.0	9.9				
Ho	ホイスキング	3	23.8	10.9				
S	スラップライン	29	27.1	5.8				
R	ランニング スロプライン	43	22.2	6.4				
D	ダンハム	28	26.0	8.1				
M	モリケーブ	34	25.5	7.7				
H	ハリード	17	25.3	8.1				
	架線計	500	27.4	7.8				



#### 4-2 トラクタ集材作業の現状

トラクタ集材作業は種々の作業条件下で実行されており、各作業現場によって作業方法も異っている。このような状況下においては作業効率を向上させるためには、各作業条件に適合した集材方法を確立していく必要がある。

本節においては、現行のトラクタ集材作業の作業条件及び集材方法の現状を把握、分析するとともに、伐倒作業から造材作業に至るまでの各単位作業の所要人工数、作業効率について分析を行った。

なお、分析対象の集材現場は、天然林160ヶ所、人工林112ヶ所、合計272ヶ所である。

##### 4-2-1 作業条件の現状

表-9は、人天別及び伐採方法別の作業条件である。ここにおける作業条件は、作業前に把握しやすい自然的条件を中心に取り上げた。

表から、天然林と人工林では明らかに作業条件が違っていることがわかる。また、伐採方法別にみても、伐区面積、伐採木1本あたり平均材積にかなりの違いが見られる。(表中、皆択伐とあるのは伐区で皆伐と択伐が分離できないものである)。

表-9 トラクタ集材の作業条件

人・天別 要因	天然林			人工林
	皆伐	択伐	皆択伐	
伐区傾斜(度)	16.8	16.8	19.1	20.5
立木本数(本/ha)	330.0	572.0	315.0	1071.2
立木材積(m <sup>3</sup> /ha)	205.0	230.4	158.5	362.8
伐区面積(ha)	7.8	63.8	36.6	7.0
1伐区あたり 伐採本数(本)	2013.0	2858.0	3567.0	6220.0
1伐区あたり 伐採材積(m <sup>3</sup> )	1426.2	3952.0	3355.7	2069.7
haあたり 伐採本数(本/ha)	273.9	53.9	101.3	997.0
haあたり 伐採材積(m <sup>3</sup> /ha)	188.0	69.1	97.8	336.8
伐採木1本あたり 平均材積(m <sup>3</sup> /本)	0.83	1.62	1.18	0.39

まず地形条件を表わす伐区傾斜をみると、天然林の場合、平均16.8~19.1度であり、人工林に比べやや緩やかな条件下で行われている。集材規模を表わす伐区面積や1伐区あたり伐採材積については、天然林択伐が伐区面積63.8ha、伐採材積3952m<sup>3</sup>であり、集材規模が最も大きい。また、天然林皆伐と人工林は伐区面積はほぼ等しいが、伐採材積は人工林の方がやや多い現状になっている。

伐採木1本あたり平均材積は、天然林択伐1.62m<sup>3</sup>/本、皆択伐1.18m<sup>3</sup>/本、皆伐0.83m<sup>3</sup>/本、人工林0.39m<sup>3</sup>/本となっており、天然林択伐においてはかなりの大径材が搬出されている。

以上のように現状のトラクタ集材作業はいろいろな作業条件下で行われていることがわかる。

##### 4-2-2 集材方法の現状

現行のトラクタ集材は、全幹集材、全木集材、普通材集材の3種類に大別されるが、今回の調査対象伐区においては、その95%以上が全幹集材で占められていた。

次にトラクタ機種をみると、天然林、人工林ともにクローラタイプの占める割合が多く、また、天然林は人工林に比べ、クローラタイプとホイールタイプの併用がかなり行われていた。

ここで集材方法の代表的な要因を取りまとめたものが表-10である。

表-10 トラクタ集材方法

人・天別 要因	天然林			人工林
	皆伐	択伐	皆択伐	
組人員(人)	9.3	13.9	13.6	7.9
1伐区あたり トラクタ台数(台)	1.4	2.2	1.9	1.1
木寄せ距離(m)	18.2	22.3	18.7	28.9
集材距離(m)	283.2	374.5	328.8	248.8
集材回数(回/日)	12.2	9.9	7.6	14.2
1回あたり 積載量(m <sup>3</sup> /回)	2.60	3.93	3.44	1.96

まずセット人員をみると、天然林択伐及び皆択伐のセット人員が多く、約14人程度である。また天然林の方が人工林よりセット人員がかなり多い。セット人員については

1 伐区に使用されるトラクタ台数との関係が深いと考えられるので、次にトラクタ台数をみると、先のセット人員が多かった天然林択伐及び皆択伐の伐区では1 伐区あたりトラクタが約2 台程度使用され、他のものより使用台数が多い。天然林択伐及び皆択伐は、表- 9 からわかるとおり、伐区面積、伐採材積が大きく、集材規模が大きいのことがわかる。従って、集材規模の大きいところには、当然のことであるが、人員、トラクタが多く投入されている。

木寄せ距離、集材距離、集材回数、積載量などは、作業能率に関する重要な要因と考えられる。

木寄せ距離は、天然林で約1 9.7m、人工林で約2 8.9mであり、人工林の方が約9 m程度長い木寄せが行われている。天然林について伐採方法別にみると択伐が他の方法に比べて木寄せ距離が長い。

集材距離は、天然林で約3 2 4.4m、人工林で約2 4 8.8 mである。また天然林においては、択伐の場合が最も長い。

1日あたりの作業能率は、集材回数(回/日)と積載量(m<sup>3</sup>/回)との積が根拠となるが、ここで集材回数と積載量との関係を見ると、天然林の場合、1日あたりの集材回数は少ないが1回あたりの積載量が多い。一方、人工林はその逆のパターンを示している。特に、天然林択伐、皆択伐においては1回あたりの積載量が多い。このことは、1本あたり平均材積とかなり関係があるものと考えられる。

#### 4-2-3 作業能率の現状

以上のように、現状のトラクタ集材作業はいろいろな作業条件及び集材方法により実行されているが、このような現状においてよりよい集材方法を選択していく場合、作業能率やコストは最も重要な評価基準となる。

表- 1 1は、人・天別、伐採方法にみた総所要人工数、主作業人工数、副作業人工数、

表- 11 トラクタ集材の所要人数

		総人工数 (人工)	主作業人工数 (人工)	副作業人工数 (人工)	主作業率 (%)	副作業率 (%)
天 然 林	全 体	737.4	594.8	142.6	83.0	17.0
	皆 伐	419.9	348.2	71.7	85.0	15.0
	択 伐	1018.4	813.4	205.4	82.0	18.0
	皆 択 伐	841.5	676.0	165.5	82.0	18.0
人 工 林		658.6	560.6	98.0	89.0	11.0

及び主作業率、副作業率である。

主作業人工数とは、伐倒から巻立てに至るまでの各単位作業の所要人工数の合計である。一方、副作業人工数とは、主に作業道作設・補修、土場作設・撤去のために要した人工数の合計である。

総人工数は、天然林全体として1伐区あたり平均7 3 7.4人工、人工林は平均6 5 8.6人工であり、天然林の方が多。

次に主作業率、副作業率をみると、天然林全体では主作業率8 3 %、副作業率1 7 %であり、人工林では主作業率8 9 %、副作業率1 1 %である。このように、人工林の方が副作業率が低く、附随的作業が天然林に比べて少ない。また天然林の場合、皆伐の副作業率が他の二つに比べて低い。

表- 1 2は、人・天別に伐倒から巻立てに至るまでの各単位作業ごとの平均所要人工数及び平均作業工程である。天然林、人工林ともに共通して、伐倒及び巻立て作業に多くの人工数要している。伐倒作業の場合、天然林の平均作業工程は1 6.53 m<sup>3</sup>/人工、人工林は7. 3 6 m<sup>3</sup>/人工であり、天然林は人工林の2倍以上の工程である。伐倒作業工程に影響する因子としては種々考えられるが、特に1本あたり平均材積が重要な因子として考えられよう。荷掛け、集材作業の工程については、天然林と人工林との差は少ないが、やや天然林の方が良い現状になっている。造材作業の工程については、天然林が人工林の2倍以上の工程を上げている。このことは、造材本数、一本あたり平均材積が工程に影響していることが考えられる。巻立て作業については、天然林1 6.13 m<sup>3</sup>/人工、人工林1 1.99 m<sup>3</sup>/人工となっており、伐倒作業と同様、工程は低い。

ここで、伐倒工程、集材工程(荷掛けと集材)、造材工程(造材と巻立て)の3工程

表- 12 トラクタ集材の各単位作業ごとの平均所要人工数および平均作業工程

人・天別 単位作業	平均所要人工数(人工)		平均作業工程(m <sup>3</sup> /人工)	
	天然林	人工林	天然林	人工林
伐 倒	160.8	268.5	16.53	7.36
荷 掛 け	90.4	80.0	27.47	23.47
集 材	98.2	84.3	25.51	23.53
造 材	65.3	127.2	31.45	13.50
巻き立て	154.6	127.1	16.13	11.99



ン分類の手法として数量化Ⅲ類を使用した。数量化Ⅲ類とは、要因内部の相互関係をみることにより、その潜在関係を軸とした関係数量に変化させて空間構成を作り出す手法で、これにより測定対象の潜在関係の特性を明らかにしたり、測定対象を分類したりできる統計的手法である。

この結果は図-10のようである。この図より各要因がどのような潜在要因で分類されているのかを解釈する。第1軸は「主索型↔非主索型」(全体の情報量の17%を示す)、第2軸は「エンドレス型↔非エンドレス型」(同16%)、第3軸は「横取り方法単純型↔横取り方法複雑型」(同11%)と解釈できる。つまり、第1軸に関しては構造的な要因より各索張り方式(28方式)を分類すると主索の有無で分類できることを示しており、他の軸も同様な分類できることを示している。

図-11は上記の3軸に対する各索張り方式の相関の高さを各軸ごとに示したものである。この図上で近い位置にある索張り方式は構造面より類似性が高いことを示している。28分類の索張り方式は、ほとんどが代表的名称である10分類の索張り方式に区分できることが理解できる。しかし、SとRの方式特にR方式はまとも具合が悪く、名称が同一であっても構造的には多種類の応用があることを示している。図上の○印は10分類の代表的索張り方式それぞれの中で使用頻度の高いもの(表-8参照)を示し

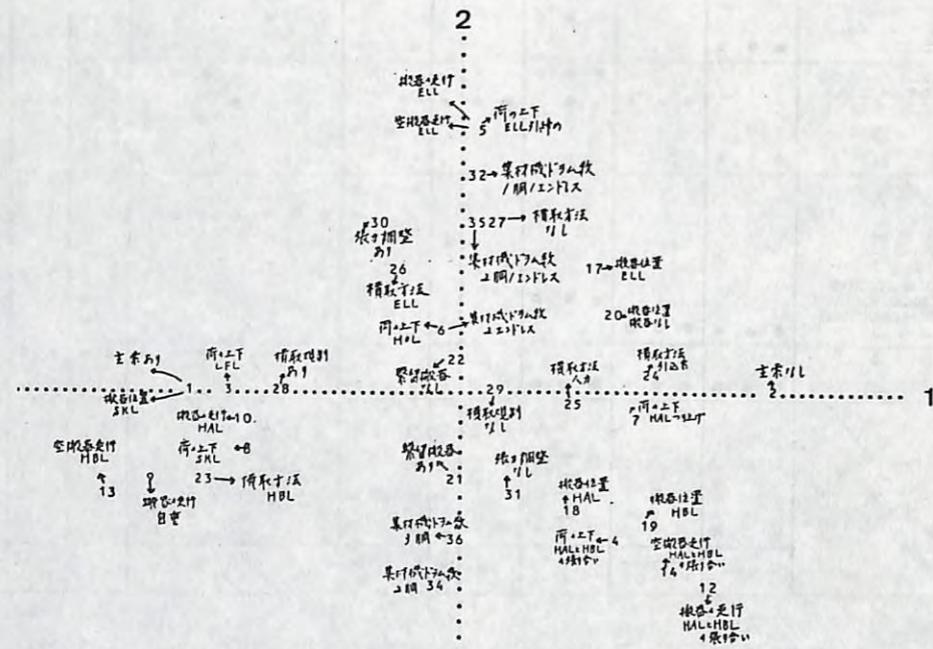


図-10-1 架線集材方式の構造的分類に寄与する要因(1軸×2軸)

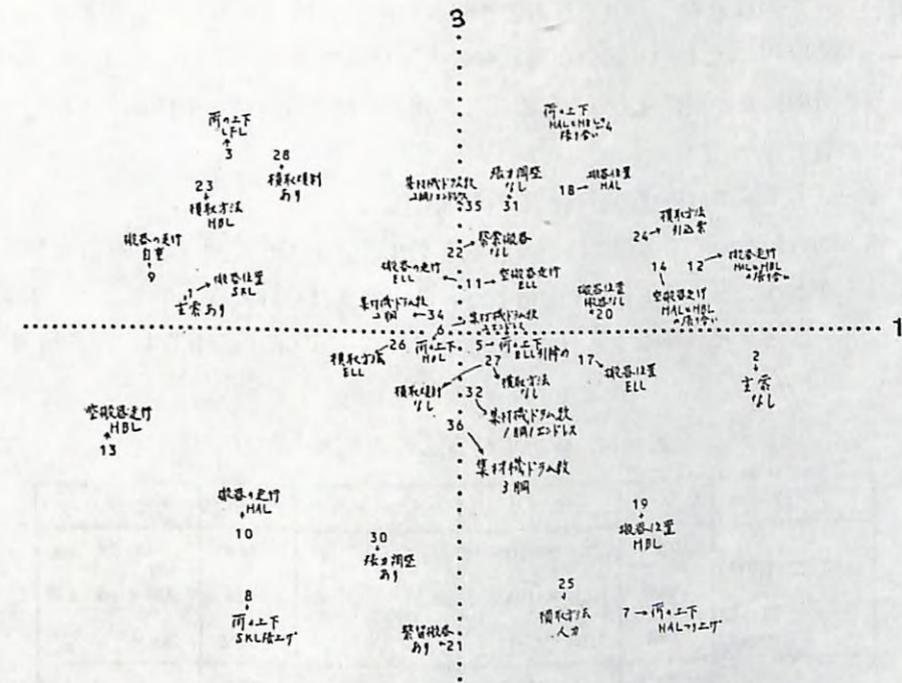


図-10-2 架線集材方式の構造的分類に寄与する要因(1軸×3軸)

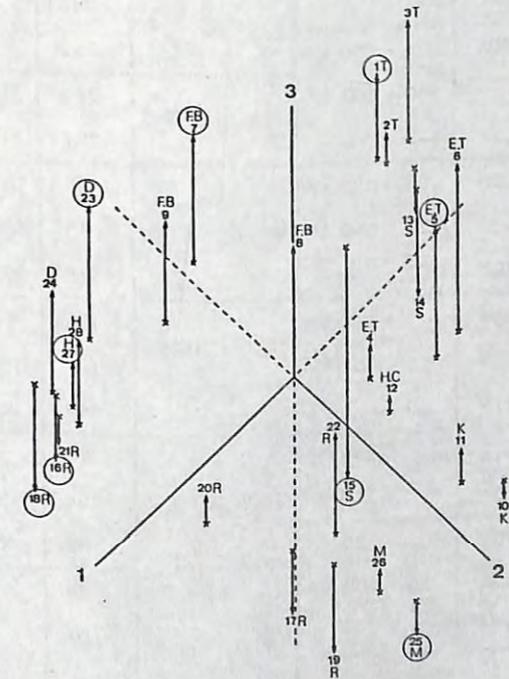


図-11 架線集材方式の構造別分類

ている。この代表的な○印で各索張り間の類似性を検討すると、(1)T, E, T. (2)F, B. (3)S (4)M (5)D, H, Rの5区分が可能なが理解できる。この結果は、前述の機能面よりの分析結果と同様であり、各索張り方式が、構造面、機能面両面で5区分できることが理解できた。

5-1-3 架線集材方式の分類とその判別要因

構造的分類と機能的分類で区分できる5グループが15要因(表-14参照)で判別できるかどうかを数量化Ⅱ類で分析した。この判別は良好でなかったため、4グループ、3グループとさまざまなグループ化を検討した。その結果、(1)T, E, T., F. B. (2)S

表-14 架線集材方式判別要因

アイテム	サンプル数	カテゴリー	アイテム	サンプル数	カテゴリー	
伐採木1本当り 平均材積	221	-0.50未満	傾斜	144	-25未満	
	158	0.50-1.00未満		124	25-30未満	
	116	1.00-		227	30-	
伐採材積	223	-1000未満	伐採方法	390	皆伐	
	151	1000-2000未満		105	皆伐	
	121	2000-		243	人工林	
伐採材積/Ha	204	-250未満	人天別	252	天然林	
	159	250-400未満		地形の複雑さ	268	単純
	132	400-			227	複雑
形状係数	108	-0.25未満	架設場所	199	山腹	
	282	0.25-0.50未満		168	尾根から尾根	
	105	0.50-		128	谷筋	
標高差/面積	184	-25未満	伐区から林道までの距離	156	-150未満	
	139	25-40未満		197	150-300未満	
	172	40-		142	300-	
下層植生	311	かん木型	支間傾斜予定角	203	-10未満	
	184	ササ・草本型		204	10-20未満	
集材面積	185	-250未満	沢数	88	20-	
	126	250-500未満		188	0	
	184	500-		173	1	
				134	2以上	

(3)R, D, H, M, の3グループ化で判別がかなり可能(適中率80%)なことが理解できた。この判別に寄与している要因順位は図-12のようであり、この3区分を選択している要因群は出材量、伐採面積形状、伐採方法、地形の順となる。

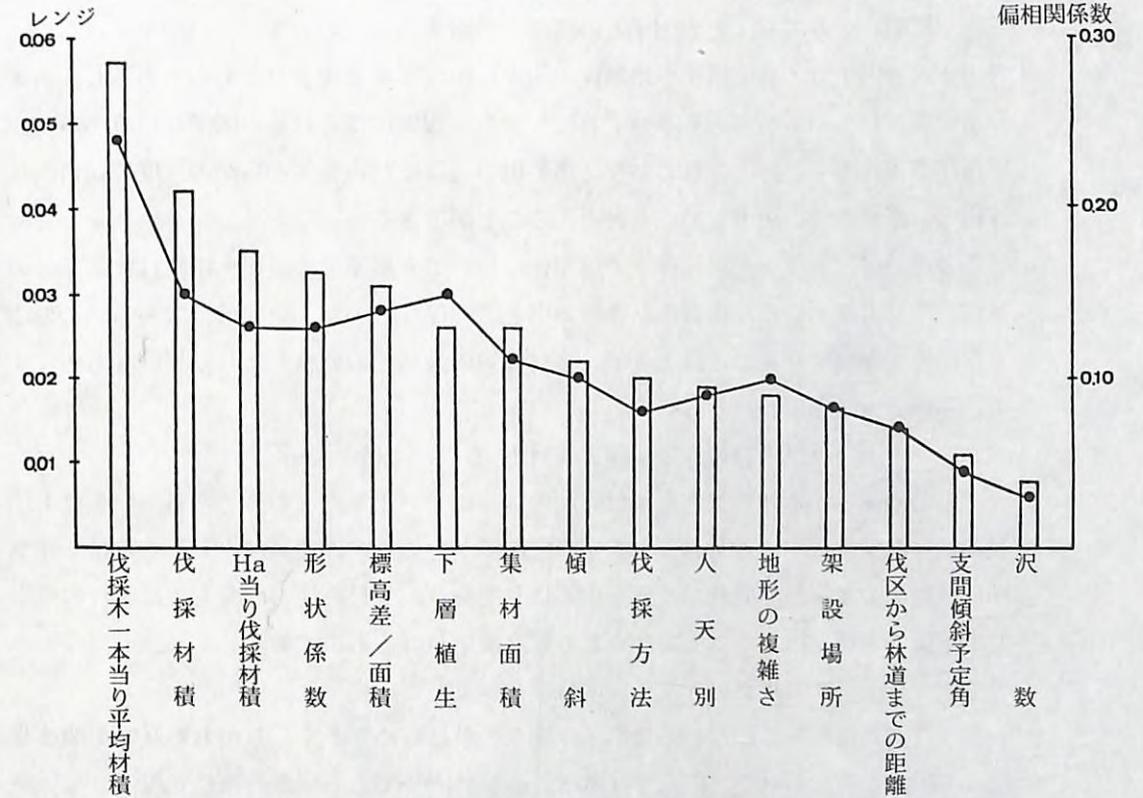


図-12 架線集材方式選択要因順位図

5-1-4 まとめ

昭和55年度と、56年度に実行された架線集材500例を基に、そのデータの特質、架線の機能的、構造的区分、その区分による架線集材方式判別要因を分析した。まず、架線集材方式の実行面では集材方式選択に地域性がみられること、一般的にいわれている架線集材方式の利点を活かす集材方式の選択が充分にはなされていないことが理解できた。次に、機能面、構造面よりグループ化すると、(1)T, E, T. (2)F. B. (3)S (4)R, D, H (5)Mの5区分ができる。これらの区分を基準とした判別要因の分析では(1)T, E, T., F. B. (2)S (3)R, D, H, Mの3区分で判別が可能であり、その判別要因と呼べるものは出材量、伐採面積、形状等であった。構造面、機能面より分離できた、T, E, T. グループとF. B. ; D, HグループとMが判別要因からの分析では分離できないことはこ

れら架線集材方式が地域に応じた利用がなされていないことであり今後の検討課題であ  
ろう。

(豊川勝生)

### 5-2 トラクタ集材作業の類型化

トラクタ集材作業に影響を及ぼす因子の数は極めて多い。そのうち集材効率に影響する因子に限ってみても、どの因子との関係を考察すればいいのか、答は簡単ではない。考慮すべき因子は、事業規模や地域性の相違によって重要視されるものもあるし、あまり重要視されないものもある。いずれにしても、現実にはこれらの因子が絡みあって、集材作業条件因子が形成されており、事業担当者はそれらをなんらかの尺度で総合的に評価し、集材方法を決定していると考えられる。

この節では、トラクタ集材作業の類型化について考察を進めるが、中味は作業条件の分類、集材方法の分類、両者及び集材効率との関係などのマクロな分析である。このような試みを発展させることによって、集材作業の最適化の考察をより効果的なものに行うことができると思われる。

#### 5-2-2 トラクタ集材の作業条件と集材方法

考察の対象とする作業条件と集材方法の区分は表-15のとおりである。いずれも広義には作業条件の中に含まれるべきものであるが、ここで作業条件としたものは、作業前に把握しやすい自然的作業条件を中心にしており、集材方法としたものは実行の段階で事業担当者がどのようにするかをある程度決定し得るものである。

#### 5-2-3 トラクタ集材の作業条件の分類

トラクタ集材作業にかかわる作業条件因子の数は極めて多く、しかもお互いが関連し合っていると考えられる。そこでなるべく少ない因子である程度的確に表現できないかと考え、作業条件因子を分類してみた。

あるものを分類する場合、はじめからなんらかの基準があれば問題はないが、適当な基準がないときには、現実のデータの作業条件因子を使って、作業条件因子の似具合から分類していく方法がある。この方法はパターン分類の数量化といわれるが、この理論の考え型についてはすでに前節で説明した。とりあえずこの方法を使って作業条件を分類してみる。

まず、表-15に掲げた13の作業条件因子全部を使ってパターン分類を行い、作業条件を分類する上で効率がよい因子9を抽出した(図省略)。

表-15 トラクタ集材の作業条件と集材方法の区分

		単位	区 分		
作 業 条 件	地形の複雑さ		単 純		複 雑
	地 質		泥 濘	軟 弱	堅 強
	人・天別		人 工 林		天 然 林
	伐採方法		皆 伐	択(漸・間)伐	皆・択伐
	傾 斜	度	~ 15	16 ~ 25	26 ~
	伐区形状		~ 0.25	0.26 ~ 0.50	0.51 ~
	林道からの距離	m	~ 200	201 ~ 400	401 ~
	集材面積	ha	~ 10	11 ~ 30	31 ~
	伐採本数	本	~ 2000	2001 ~ 6000	6001 ~
	伐採材積	m³	~ 1000	1001 ~ 4000	4001 ~
集 材 方 法	集材木の状態		全木・全幹	普 通	全幹・普通
	平均材積 / 本	m³	~ 0.5	0.6 ~ 1.0	1.1 ~
	伐採材積 / HA	m³	~ 250	251 ~ 400	401 ~
	トラクタ台数	台	1	2	3 ~
	トラクタ機種		ホイール	クローラ	ホイール・クローラ
	集材路網密度	m	~ 100	101 ~ 150	151 ~
	土場数	個	1	2	3 ~
	土場の面積	m²	~ 1000	1001 ~ 2000	2001 ~
	組 人 員	人	~ 4	5 ~ 7	8 ~
	平均集材距離	m	~ 200	201 ~ 400	401 ~
	集材回数 / 日	回	~ 10	11 ~ 15	16 ~
	積 載 量 / 回	m³	~ 2.0	2.1 ~ 3.5	3.6 ~
	平均木寄距離	m	~ 20	21 ~ 30	31 ~

(13因子)	(9因子)
地形の複雑さ	地形の複雑さ
地質	人・天別
人・天別	伐採方法
傾斜	傾斜
伐区の形状	林道からの距離
林道からの距離	集材面積
集材面積	伐採本数
伐採本数	伐採材積
伐採材積	平均材積/本
集材木の状態	
平均材積/本	
伐採材積/HA	

しかし、これだけではまだ分類の中味に立ちいることができない、そこで抽出された9つの作業条件因子を使って再度パターン分類を行ってみる。この方法は1回だけでうまく分類できない場合は2回、3回(次元という)とパターン分類を繰り返すと、第1軸と同じように分類の基準として別の次元を求めることができる。ここでは4次元(第1軸~第4軸)まで求め、その結果が図-13~図-14のとおりとなる。これらの数値の結びつき具合から各軸の意味を読みとることができる。第1軸は分類の結びつきがいちばん強いものであり、続いて第2軸、第3軸の順となる。

第1軸をみると、プラスの方に天然林、平均材積/本大、択伐型、マイナス側は人工林、平均材積/本小、皆伐型となっている。このことから第1軸は材の大きさを意味すると考えることができ、プラス側は材の大きさ大、マイナス側は材の大きさ小となる。同様にして第2軸は、プラスの方向が伐採本数、伐採材積が共に大、マイナスの方は共に小となっている。このことから第2軸は集材規模をあらわしていると考えてよく、分類の2番目には集材規模の大小で分割すればよい。第3軸、第4軸はやや明確さに欠けるが、簡単に表現すると、第3軸は地形の複雑さ、第4軸は林道からの距離をあらわしているようである。

このようにして、トラクタ集材の作業条件のパターン分類の結果は

- 第1次元 材の大きさ小 ↔ 材の大きさ大
- 第2次元 集材規模大 ↔ 集材規模小
- 第3次元 地形単純 ↔ 地形複雑

第4次元 林道からの距離長 ↔ 林道からの距離短となる。

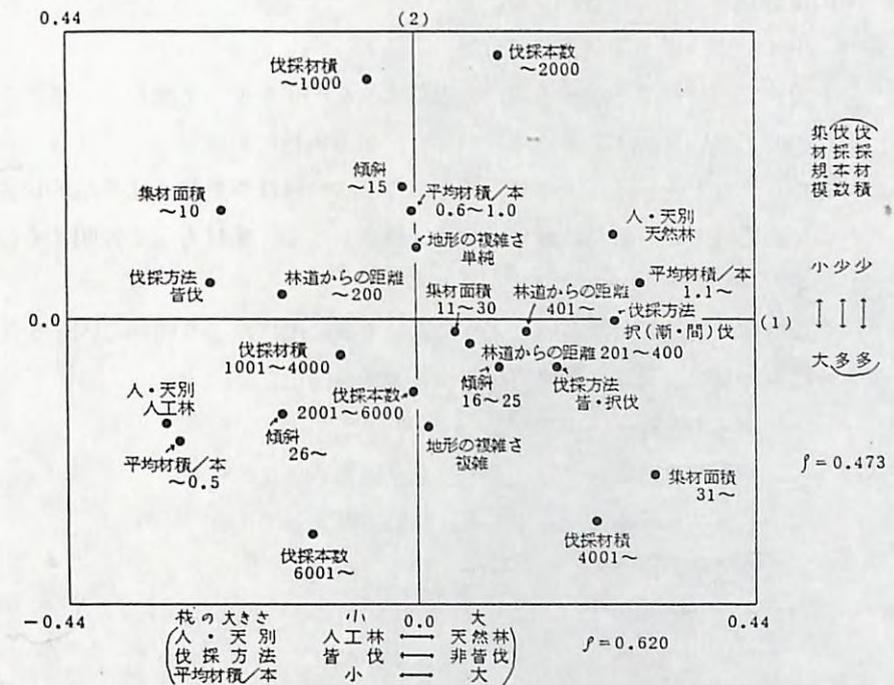


図-13 トラクタ集材の作業条件のパターン (1軸×2軸)

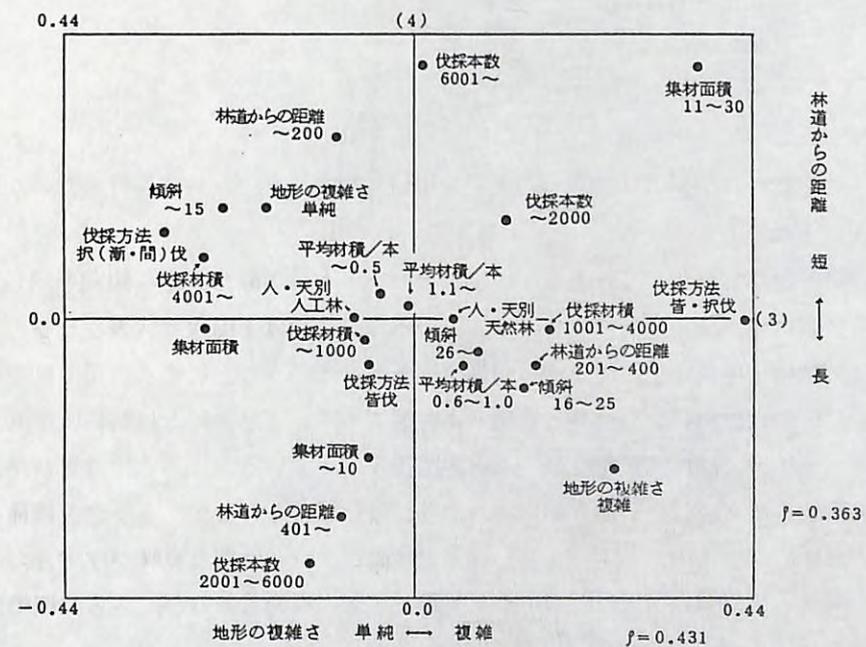


図-14 トラクタ集材の作業条件のパターン (3軸×4軸)

このように、トラクタ集材の作業条件は上のような次元で分類していけば、かなり効果的な分類ができることになる。

#### 5-2-4 トラクタ集材方法の分類

トラクタ集材作業を論ずるのに、どのような因子を使って集材方法を説明すればよいかは極めてあいまいである。周知の如く、架線集材においては、タイラー、フォーリングブロックなどといった索張り方式があり、これ自体が集材方法を端的に説明している。トラクタ集材では、これに類するような概念がなく、集材方法を説明するのに困ることがよくある。

そこで作業条件の分類と同じように表-15に掲げた10種類の因子を使ってパターン分類を行ない、分類に効果的な5つの因子を抽出した。

(10因子)	(5因子)
トラクタ台数	トラクタ機種
トラクタ機種	集材路網密度
集材路網密度	土場数
土場数	セット人員
土場の面積	平均木寄距離
組人員	
平均集材距離	
集材回数/月	
積載量/回	
平均木寄距離	

抽出された集材方法の5つの因子を用いて再度パターン分類を行ったのが図-15～図-16である。

第1軸から解釈してみると、土場数とセット人員が似たような傾向を示しており、プラス側は小、マイナス側は多となっている。ここでは土場数で代表させることとし、プラス側は土場集中型、マイナス側は土場分散型ということにする。第2軸で著しい傾向を示すのは、集材路網密度と平均木寄距離である。プラスの方は路網密度高、木寄距離短、マイナス側は路網密度低、木寄距離長となっているが、ここでは集材路網密度で代表させることにした。第3軸ははっきりしない部分もあるが、トラクタ機種をあらわしており、プラス側がホイール型、マイナス側がクローラ型と意味づけできた。

パターン分類の結果は因子1つで表現できない次元もあるが、さらに簡単に表現すると

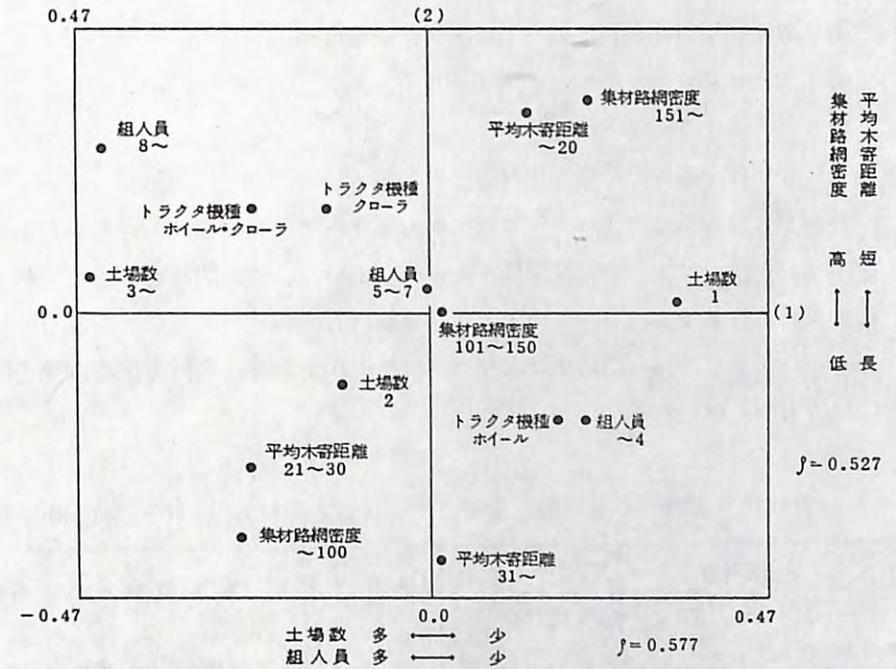


図-15 トラクタ集材方法のパターン (1軸×2軸)

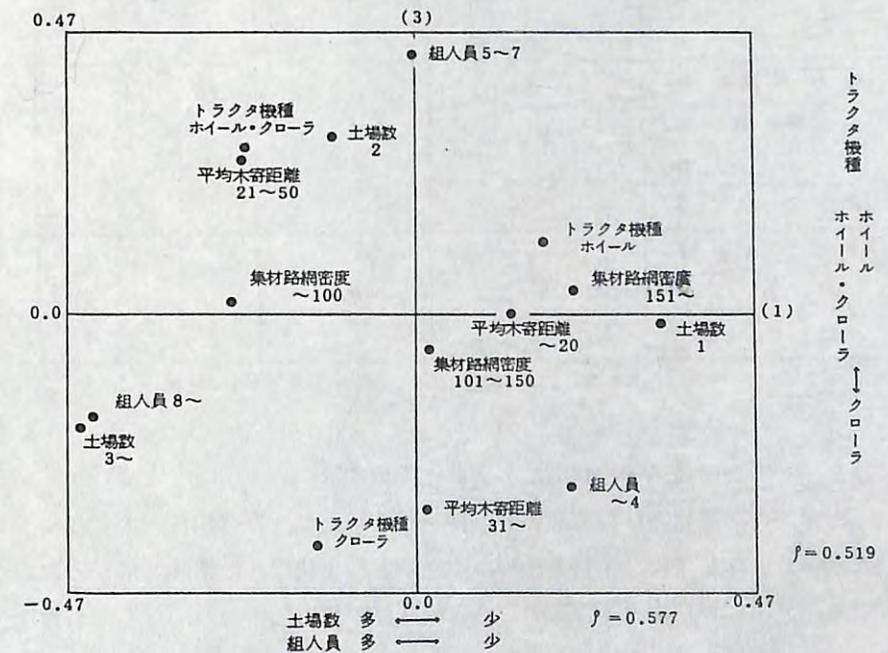


図-16 トラクタ集材方法のパターン (1軸×3軸)

第1次元 土場分散型 ←→ 土場集中型

第2次元 集材路網密度低 ←→ 集材路網密度高

第3次元 クローラ型 ←→ ホイール型

となる。

5-2-5 作業条件の分類と集材方法の分類

表-16は作業条件4パターンと集材方法3パターンの相関関係をみたものである。表中(-)はマイナスの相関関係をあらわしている。この関係を見ると、材の大きさで代表される作業条件パターンの第1次元は集材方法の3パターンとかなりの相関があることがわかる。これらの結果はトラクタ集材の作業条件と集材方法の関係を考える糸口になるものと思われる。

表-16 トラクタ集材の作業条件パターンと集材方法パターンの相関関係

作業条件の パターン	材の大きさ (人・天別 伐採方法 平均材積/本 小 大 人工林 天然林 皆伐 ←→ 非皆伐 小 大)	集材規模 (伐採本数 伐採材積 大 小 多 ←→ 少)	地形の複雑さ 単純 ←→ 複雑	林道からの距離 長 ←→ 短
土場数 (組人員) 多 ←→ 少	-**	**	**	
集材路網密度 (木寄距離) 低 ←→ 高 (長 ←→ 短)	**			
トラクタ機種 クローラ型 ←→ ホイール型	*	**		

\*\* 1%で有意

\* 5%で有意

5-2-6 作業条件・集材方法の分類と作業工程

作業条件、集材方法の分類の有効性をみるために、作業工程との関係について簡単に考察する。作業条件、集材方法のパターンと作業工程との相関関係をみたのが表-17である。主作業工程と主作業の割合との関係が類似しており、どちらも作業条件の材の大きさ、集材方法の土場数と意味づけした次元とかなりの相関があることが判る。

表-17 トラクタ集材の作業条件、集材方法のパターンと作業工程等との相関関係

作業条件、 集材方法のパターン	主作業工程 人/㎡	副作業工程 人/㎡	主作業の割合
材の大きさ (人・天別 伐採方法 平均材積/本 小 大 人工林 天然林 皆伐 ←→ 非皆伐 小 大)	-**	*	-**
集材規模 (伐採本数 伐採材積 大 小 多 ←→ 少)			
地形の複雑さ 単純 ←→ 複雑			
林道からの距離 長 ←→ 短			
土場数 (組人員) 多 ←→ 少	**		**
集材路網密度 (平均木寄距離) 低 ←→ 高 (長 ←→ 短)			
トラクタ機種 ホイール型 ←→ クローラ型		**	*

\*\* 1%で有意

\* 5%で有意

5-2-7 集材方法の類型化

集材方法のパターンは3つの次元に要約することができたが、それぞれの軸の原点を境にして、軸を正負に2分割し、その組合せによって3次元空間を分割すると8つに類型化することができる。表-18はトラクタ集材方法の類型化を示すものであって、呼び名は土場、集材路網密度、トラクタ機種で代表される3次元の正負の組合せで表現したものである。これら8つの類型は土場と集材路網密度との組合せで4類型となり、それぞれが2機種に分割される。このような8つの呼び名を用いれば、トラクタ集材方法をある程度簡単に表現することができる。

理解しやすくするために、土場と集材路網密度の組合せによる4種類の模式図を示すと図-17のようになる。

表-18 トラクタ集材方法の類型化

類型	集材方法			呼び名
	土場数 組員	集材路網密度 木寄距離	トラクタ機種	
A1	少	高短	ホイール	土場集中高路網(ホイール)型
A2	少	高短	クローラ	土場集中高路網(クローラ)型
A3	少	低長	ホイール	土場集中低路網(ホイール)型
A4	少	低長	クローラ	土場集中低路網(クローラ)型
A5	多	高短	ホイール	土場分散高路網(ホイール)型
A6	多	高短	クローラ	土場分散高路網(クローラ)型
A7	多	低長	ホイール	土場分散低路網(ホイール)型
A8	多	低長	クローラ	土場分散低路網(クローラ)型

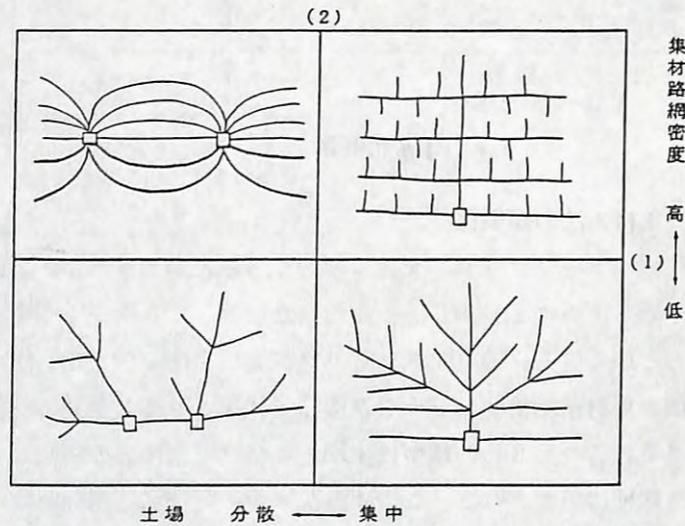


図-17 トラクタ集材方法の類型 (1軸×2軸)

5-2-8 作業条件と集材方法の類型

つぎに、どのような作業条件のときにどのような集材方法が使われやすいかをみたのが表-19である。これは分析の対象としてきた272事例を8つの集材方法の類型に分け、それぞれがどういう作業条件で使われやすいかを作業条件の次元(1軸~4軸)別に検討したものである。要約すると、材の大きさ小、集材規模小、林道からの距離長の作業条件では土場集中型の集材方法が、また材の大きさ大、集材規模大、地形の複雑さ単純の作業条件では土場分散型の集材方法が使われやすいことを示している。

表-19 トラクタ集材の作業条件のパターンと集材方法の類型

作業条件のパターン	集材方法の類型							
	A1 土場集中高路網(ホイール)型	A2 土場集中高路網(クローラ)型	A3 土場集中低路網(ホイール)型	A4 土場集中低路網(クローラ)型	A5 土場分散高路網(ホイール)型	A6 土場分散高路網(クローラ)型	A7 土場分散低路網(ホイール)型	A8 土場分散低路網(クローラ)型
材の大きさ	小	大	小	大	小	大	小	大
集材規模	大	小	大	小	大	小	大	小
地形の複雑さ	単	純	単	純	単	純	単	純
林道からの距離	長	短	長	短	長	短	長	短

◎ 使われる傾向がかなり大きい ○ 使われる傾向がやや大きい

以上のように、作業条件と集材方法のパターン分類の結果は、集材方法を表現する次元として土場数、集材路網密度、トラクタ機種が抽出され、これらの組合せによる8つの集材方法の類型も作業条件のパターンとかなり密接な関連があることが分った。このことは集材方法の類型化の有効性をある程度示すものと考えてよく、今後作業工程とのかわりをさらに究明したいと考えている。(奥田吉春)

## 6. トラクタ集材路網パターンとその要因

トラクタ集材作業は架線集材の場合に比べその集材形態は多岐にわたり、それぞれ一定した法則性を有していない。そもそもこれらはトラクタの持つ機動性に富む、という特徴に起因するところが大きいと考えることもできる。また最近では森林環境保全などの社会的な要請もあって、森林や地域の特性に応じたきめの細かい集材作業法の確立が望まれており、機動性に富むトラクタ集材の有利性を森林作業の中に適確に定着させていく必要にせまられている。

まず、そのためには伐出作業体系の中でトラクタ集材の位置づけを明確にする必要があるが、本節ではトラクタ集材作業の中で極めて重要な要因であるトラクタ集材路網の入り方をとり上げ、集材路網パターンに影響を及ぼす要因について検討した。これらは、トラクタ集材路網の現状分析を中心に、トラクタ集材路の配置計画の立案の際の評価値を得ることを目的としたものである。

### 6-1 トラクタ集材路網パターンの把握表示法

トラクタ集材路網の見方は、大別して2つ方法がある。1つは、伐区等の対象域に対し、集材路網がどの様に配置されているかを見ようとするものであり、対象域に対する路網の分布状態あるいは路線の偏りの程度を問題とするものである。これは対象域に対する集材路網の導入計画に有効な指標となるもので、この指標の大小が集材機能を発揮するかどうかの大きな尺度となることから、この指標による路網の分類を機能的分類（f 値）と呼称した。これに対してもう一つの集材路網のみかたは、対象域に関係なく、路網の形態的特徴をみようとするものであり、路網を構成する連結点と連結線の係り合いの特性を問題とするものである。これはトラクタの集材サイクル（木寄せ、運転、土場待ち）の時間やトラクタ総走行距離に関係することになり、集材工程の手順、トラクタ台数、土場数等を決める場合の路網把握に対し有効な指標となる。この指標による集材路網の分類を前者に対し形態的分類（P 値）とした。

これらの指標は、それぞれ次式により定義される。

$$f = D \times \bar{l} \times 4$$

（但し、D：トラクタ集材路網密度（m/m<sup>2</sup>）， $\bar{l}$  平均到達距離（m））

$$P = n / N$$

（但し、n：集材路網上に任意に引いた直線と集材路網との交点について互いに対をなす点の数、N：全交点数）

図-18及び図-19は、それぞれ代表的な路網パターンについてf 値及びP 値を示したものであるが、f 値及びP 値の値により、次のとおり集材路網をパターン化することが

とができる。

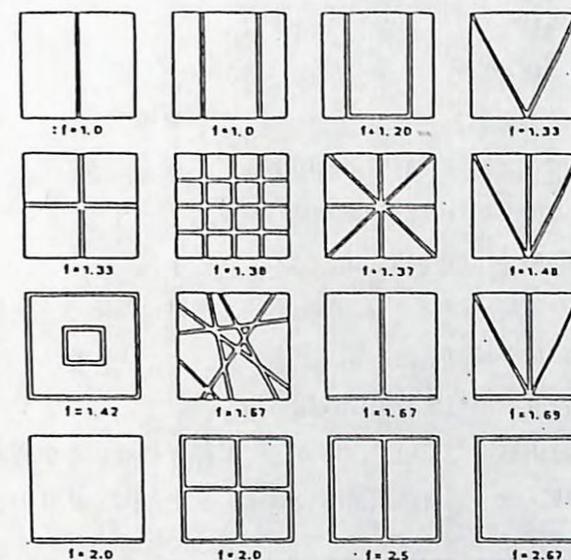


図-18 トラクタ集材路網パターン・モデルとf 値

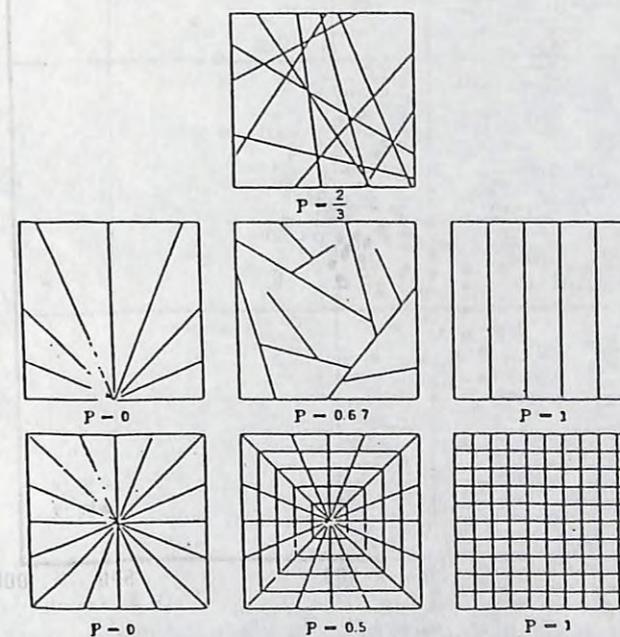


図-19 トラクタ集材路網パターン・モデルとP 値

(集材路網の配置)	f 値
均一状集材路網	1
ランダム状 "	$\pi/2$
集塊状 "	$2\sim 8/3$
(集材路網の形態)	P 値
集中型路網(放射型, 循環型)	0
ランダム型 "(樹枝型, 幹線型)	$2/3$
直列(線)型 "(単線型, 格子型)	1

以上の概括的な集材路網パターンの把握表示を基に、トラクタ集材路網パターンに係わる要因について以下検討した。

### 6-2 集材路網密度と出材量および伐採方法

集材路網密度は出材量あるいは伐採方法に影響されることが考えられる。そこで  $h a$  当りの出材量と伐区内の集材路網密度の関係を示すと図-20のとおりである。図から

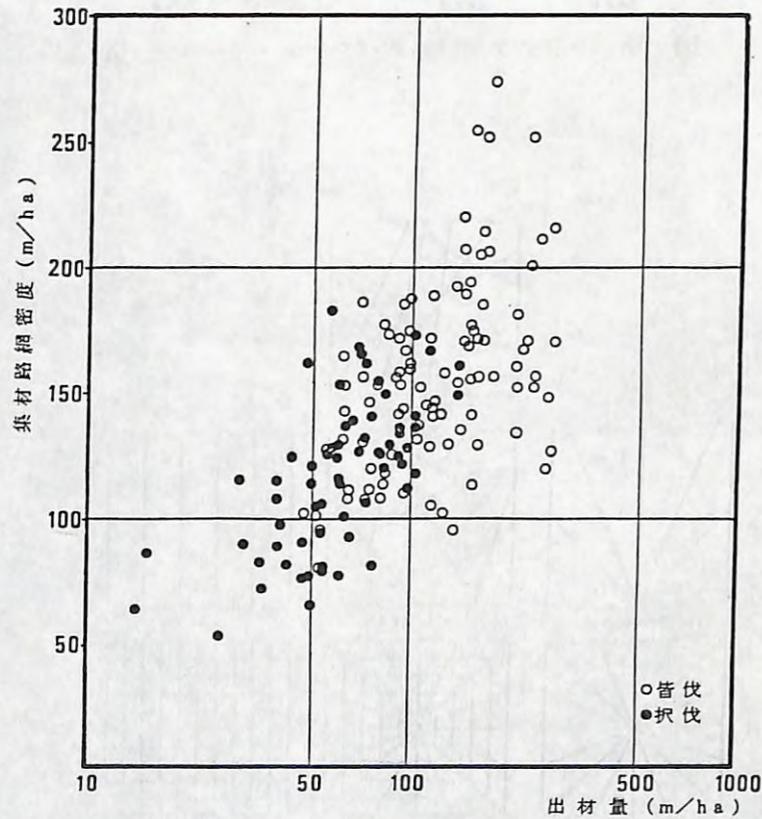


図-20 伐採方法別の出材量とトラクタ集材路網密度の関係

明らかなように、集材路網密度は  $h a$  当りの出材量大きい伐区程大きい、 $h a$  当りの出材量が大きくなるに従って集材路網密度の増加率は小さくなる所謂対数的増加傾向が示された。また、皆伐地(皆伐と択伐の併用地を含む)は択伐地(漸伐, 間伐を含む)に比べ、 $h a$  当りの出材量大きいから、集材路網密度も大きく、皆伐区では  $100\sim 280 m/ha$ 、択伐区で  $50\sim 180 m/ha$  であった。

### 6-3 伐区形状とトラクタ集材路網パターン

トラクタ集材作業において、集材路網は集材量大きい程その投入量も多くなり、集材伐区面積が大きいほどその延長距離も長くする必要がる。しかし同一集材量あるいは同一伐区面積に対し、集材に必要な路網密度が同じとしても、伐区形状の違いにより、その集材路の配置は異なることが予想される。

集材区域あるいは伐区の形状には細長いものから正方形のもの、および円(丸い)形に近いものまで多様な形があるが、これらの対象域の形状を表わす指標として各種の形状係数が示されている。

一般に用いられる方法としては、式(3)(4)に示すように、対象域の周長とその面積から求める方法および簡易的に対象域の最長軸の長さ(最長対角線の長さ)と面積から求める方法がある。

$$k_1 = 4\pi A / Ls^2 = 12.5664 A / Ls^2 \quad (3)$$

$$k_2 = 4A / \pi ds^2 = 1.2732 A / ds^2 \quad (4)$$

(但し  $A$  : 対象域の最長軸径),  $L$  : 対象域の周長,  $d$  : 対象域の最長軸径)

両形状係数は式からも明らかな如く  $0\sim 1$  の範囲を取り、形状が円形に近い程  $1$  に近づき細長い形状になるに従って  $0$  に近づくことになる。

集材計画を立案する際、集材区域をモデル化する場合、一般にその形状は矩形とみなすことが多く、矩形形状の違いは矩形の短辺と長辺の比によって表わすことができる。即ち式(3)(4)の両形状係数  $k_1, k_2$  は、矩形の短辺と長辺の比を  $k$  ( $0 < k \leq 1$ ) ( $k = b/a$   $a$  : 長辺の長さ,  $b$  : 短辺の長さ) とすると、 $k_1$  と  $k_2$  は次式となり、矩形の短辺と長辺の比  $k$  と形状係数  $k_1$  および  $k_2$  の関係は、表-20のとおりである。

図-21は、調査伐区の形状について示したものである。図は縦軸に伐区的最長径より求めた形状係数  $k_2$ 、横軸に伐区の周長より求めた形状係数  $k_1$  をとりそれぞれの調査伐区をプロットしたものであるが、図からわかる様に集材地の伐区形状は細長い形状から円形に近いものまで分布しているが、形状指数  $k_2$  に対して  $0.5\sim 0.70$ 、 $k_1$  に対しては  $0.3\sim 0.5$  の範囲に多く分布している。即ちこれらの値は矩形の短辺と長辺比  $k$  に換算すると  $0.3\sim 0.5$  となり、矩形の短辺  $1$  に対し  $2\sim 3.3$  倍の長辺となる伐区形状である。

表-20

k	A	L <sub>s</sub>	d <sub>s</sub>	k <sub>1</sub>	k <sub>2</sub>
0	0	2 a	a	0	0
0.1	0.1 a <sup>2</sup>	2.2 a	√1.01 a	0.2594	0.1261
0.2	0.2 a <sup>2</sup>	2.4 a	√1.04 a	0.4363	0.2448
0.3	0.3 a <sup>2</sup>	2.6 a	√1.09 a	0.5577	0.3504
0.4	0.4 a <sup>2</sup>	2.8 a	√1.16 a	0.6411	0.4390
0.5	0.5 a <sup>2</sup>	3.0 a	√1.25 a	0.6981	0.5093
0.6	0.6 a <sup>2</sup>	3.2 a	√1.36 a	0.7363	0.5617
0.7	0.7 a <sup>2</sup>	3.4 a	√1.48 a	0.7609	0.5981
0.8	0.8 a <sup>2</sup>	3.6 a	√1.64 a	0.7757	0.6210
0.9	0.9 a <sup>2</sup>	3.8 a	√1.81 a	0.7832	0.6331
1	a <sup>2</sup>	4 a	√2 a	0.7854	0.6366

$$k_1 = \frac{\pi k}{(1+k)^2} \quad (5)$$

$$k_2 = \frac{4k}{\pi(1+k^2)} \quad (6)$$

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{n^2}{4} \left\{ 1 - \frac{2k}{(1+k)^2} \right\} \quad (7)$$

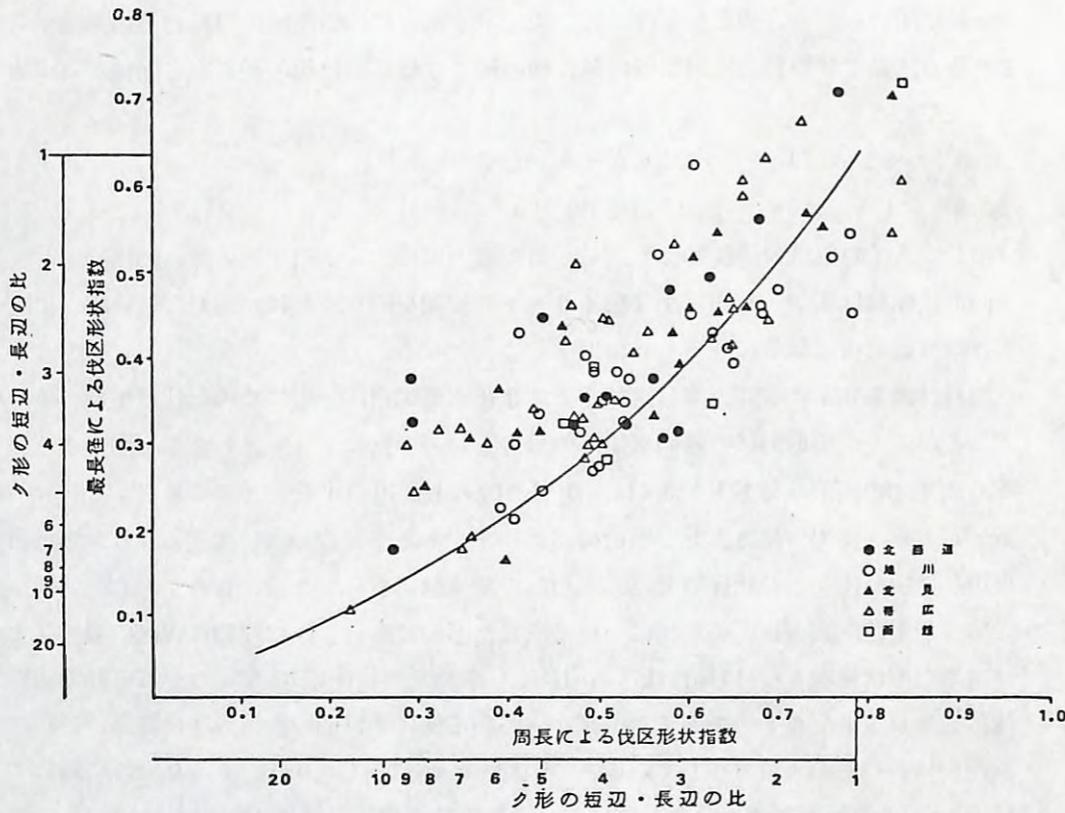


図-21 伐区の周長による伐区形状指数 (k<sub>1</sub>) と伐区的最長軸径による伐区形状指数 (k<sub>2</sub>) および矩形の長辺・短辺の比への換算

また、形状係数  $k_1, k_2$  は、 $k_1$  が大きくなるに従って  $k_2$  が大きくなり、式(7)の関係となるが、 $k_1$  と  $k_2$  間には多少のバラツキが認められている。これは、調査地の中には伐区域が凹領域のものが含まれているためであり、全てが凸領域の伐区であればその相関はさらに高くなることが推察される。即ち、凸領域の伐区に対しては、伐区の周長を計測しなくても、伐区的最長の軸径を測ることによって簡便的にその伐区形状を判定することができる。

そこで、この伐区形状指標  $k_2$  を用いて集材路網パターンとの関係についてみる。

図-22 は、伐区形状と集材路網の配置係数 (f 値) の関係を示したものである。図は形状係数 ( $k_2$ ) 0.4 ( $k$  (矩形の短辺と長辺比) に換算すると  $k = 0.353$ ) 以上と以下に

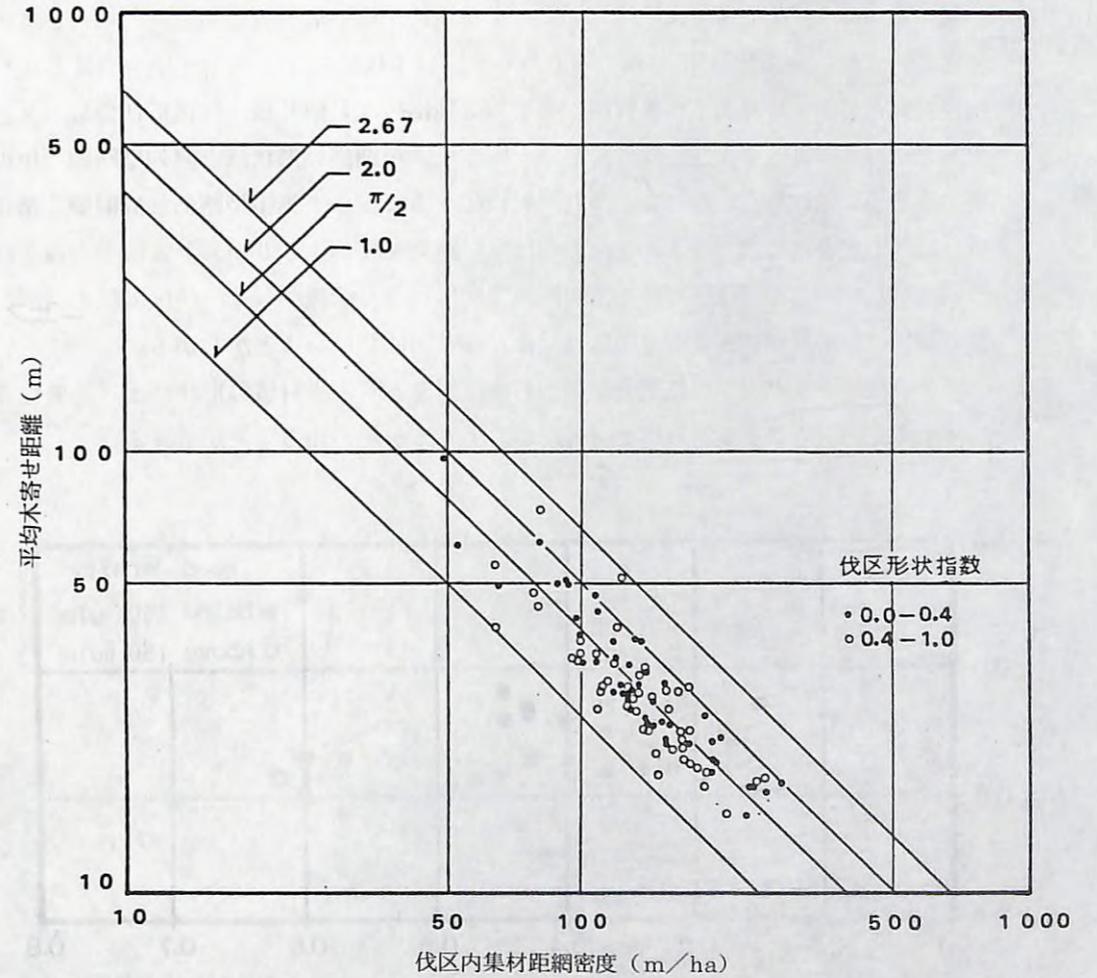


図-22 伐区形状指数の違いによるトラクタ集材路網の機能的分類指数 (f 値) の関係

わけ、それぞれの伐区についてプロットしたものであるが、図から  $k_2=0.4$  以下の細長い伐区形状では、集材路網の偏りを示す  $f$  値は 2 以下となり、ランダムな路網配置を示す  $\pi/2$  の線上周辺にかたまってプロットされている。また  $k_2=0.4$  以上の正方形や丸形に近い伐区形状では、その集材路網の配置は均一型 ( $f$  値 = 1) に近いものから、凝集型 ( $f$  値 = 2.67) に近いものまであり、集材域が広がりを持つ丸い形状伐区になる程、細長い伐区形状に比べ、集材路は多様な配置になることがわかる。即ち、正方形や丸い形状の伐区では均一型の路網配置にもなる反面、余分な集材路も導入しやすいことを示している。

次に集材路網の形態パターン (P 値) (6-1 参照) と伐区形状についてみる。

図-23 は 6-1 ですでに述べた(2)式による集材路網の形態分類指数 (P 値) と伐区形状係数 ( $k_2$ ) の関係を示したものである。図は 1 伐区に 1 ヶ所の土場を有する集材地を対象としたものであるが集材路網の形態分類指数 (P 値) は、伐区形状係数 ( $k_2$ ) が大きくなるに従って小さくなっている。即ち伐区が細長い形状ほど直列型路網 (単線型, 格子型) になり、広がりをもつ丸形形状になるに従って集中型路網 (放射型, 循環型) になることが推察できる。また図中は集材路網密度が  $150 \text{ m/ha}$  以上と以下について示しているが、伐区形状と集材路網密度には全く関係がなく、伐区形状と路網形態の関係は、集材路網密度の違いには、ほとんど関係しないことがわかる。

以上の様にトラクタ集材路網の配置や形態は対象とする集材域の形状によって異なることが実際のトラクタ集材現場の分析からみてもうかがいすることができる。

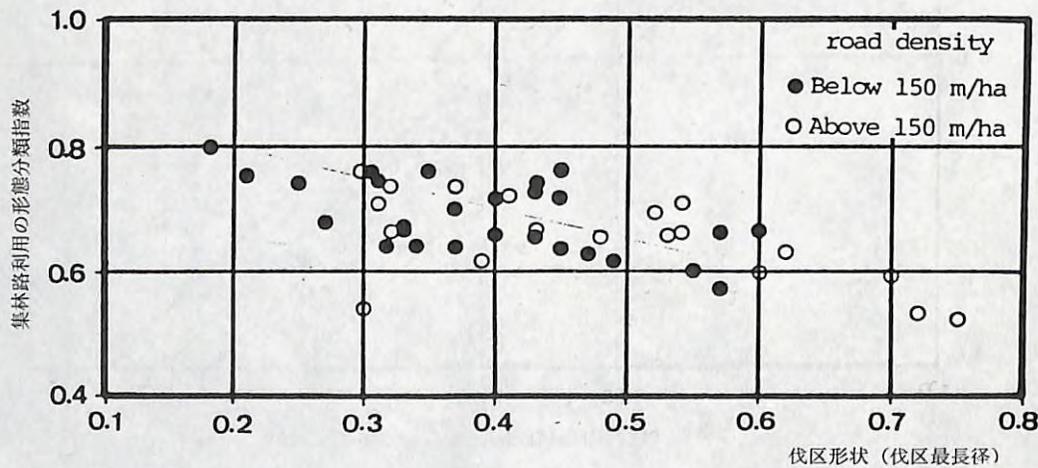


図-23 伐区形状指数 ( $k_2$ ) とトラクタ集材路網の形態分類指数 (P)

#### 6-4 地形傾斜と集材路網パターン

作設施工を施さない末端のトラクタ道は地形が急になると登坂や転倒に対する条件から林内の導入は困難となり、その路線の密度は小さくなる。しかしその様な場合、集材を敢行するためには、ウインチによる木寄せ距離を長くする必要はあるが、木寄せ距離にも限度があるかぎり、集材を可能にするためには、作設施工をほどこすトラクタ道や作業路を、予め対象地に導入してやる必要があるとなる。従ってウインチによる木寄せ距離を一定とした場合、地形が急になる程、末端のトラクタ道の延長は短くなるが、集材に要する全集材路網の密度はかえって地形が急になることによって迂回率が増分されたり、路網配置の偏りが大きくなる分だけ大きくなることが推察される。

図-24 は調査地の全集材路網密度と地形傾斜の関係を示したものである。図は皆伐について示したものであるが、集材路網密度は地形傾斜が大きくなる程増大する傾向が認められる。これらの関係について、それぞれ地形傾斜毎の平均集材路網密度を示すと表-21のとおりである。表から皆伐、択伐地とも地形が急になる程集材路網密度も大きくなり集材路網密度は地形傾斜が  $15^\circ$  以上と以下で差があることが認められた。

また地形傾斜と平均木寄せ距離の関係についてみると図-25のとおりである。図は地形傾斜  $20^\circ$  以上と以下について、平均木寄せ距離の度数分布を示したものである。図からわかる様に平均木寄せ距離の分布は、傾斜  $20^\circ$  以上と以下ではほとんど差がないことから、平均木寄せ距離は地形傾斜の違いにかかわらず、ほぼ  $20 \sim 30 \text{ m}$  で実行されていることがわかる。

以上のことから集材路網の配置 ( $f$  値) と地形傾斜の関係をみると図-26のとおりである。図はそれぞれ皆伐地と択伐地について縦軸に集材路網の偏りを表わす  $f$  値、横軸に地形傾斜を取ったものであるが、 $f$  値は地形傾斜が急になるに従って大きくなる傾向を示した。即ち、地形が急な程集材路網は偏った配置となり、地形が平坦な程、均一な配置となること、また、皆伐地と択伐地では同一の地形傾斜に対して択伐地の方が集材路網の配置に偏りが大きいことがわかる。地形傾斜 ( $\theta$ ) に対してそれぞれの配置係数 ( $f$  値) を算定すると、 $\theta = 10^\circ$  で  $f$  値は約 1.33。  $\theta = 20^\circ$  で  $f = \pi/2$ 、 $\theta = 30^\circ$  で  $f = 2$  となることがわかる。

#### 6-5 林道・作業道とトラクタ道の関係

集材地に、林道や作業道が沢山導入されていると集材は直接、林道や作業道端まで搬出が可能となり、トラクタ道による運搬は不必要となる。従ってトラクタ道の密度は小さくてすむ。即ち、均一な路網配置が可能な平坦地形では、木寄せ集材巾が一定であると林道・作業道とトラクタ道の合計密度も一定となる。

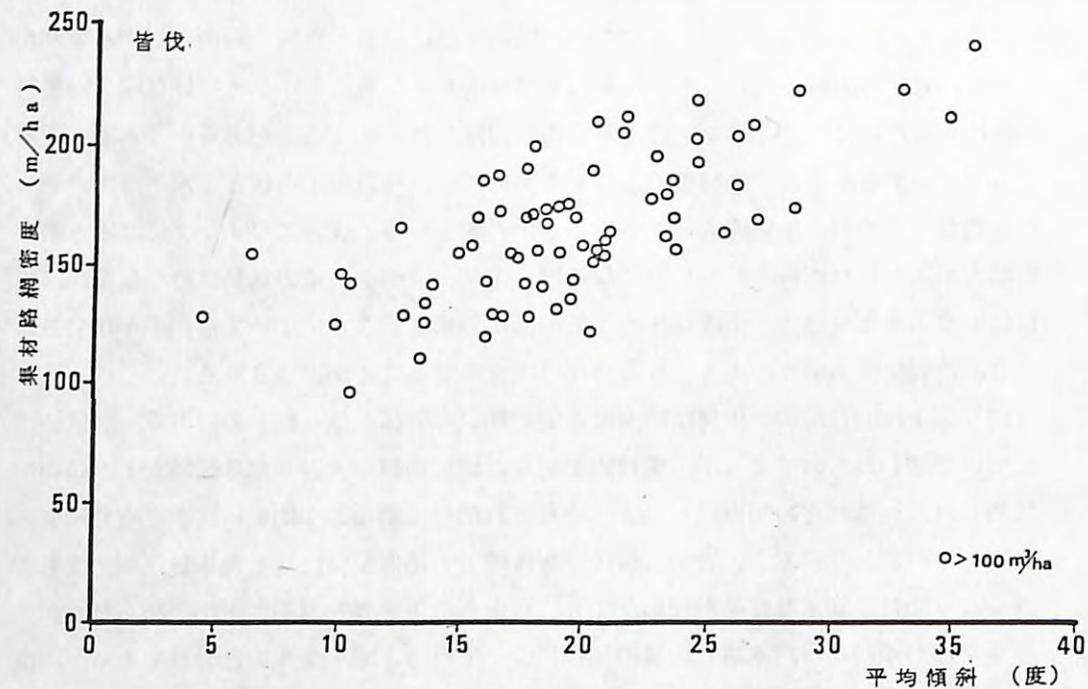


図-24 地形傾斜とトラクタ集材路網密度

表-21 伐採方法別の地形傾斜とトラクタ集材路網密度

平均傾斜(度)		~ 5	~ 10	~ 15	~ 20	~ 25	~ 30	30以上
皆伐	100 <sup>m</sup> / <sub>ha</sub>	128.5	139.9	134.0	159.2	181.3	194.7	247.7
	100 <sup>m</sup> / <sub>ha</sub>	—	102.2	—	103.1	120.8	146.2	155.6
	全体	128.5	130.5	134.0	152.4	158.6	168.8	201.7
択伐	50 <sup>m</sup> / <sub>ha</sub>	115.1	101.2	123.7	135.2	149.7	152.7	142.4
	50 <sup>m</sup> / <sub>ha</sub>	—	—	86.8	90.5	89.4	100.5	—
	全体	115.1	101.2	109.9	127.0	116.2	121.4	142.4

(m/ha)

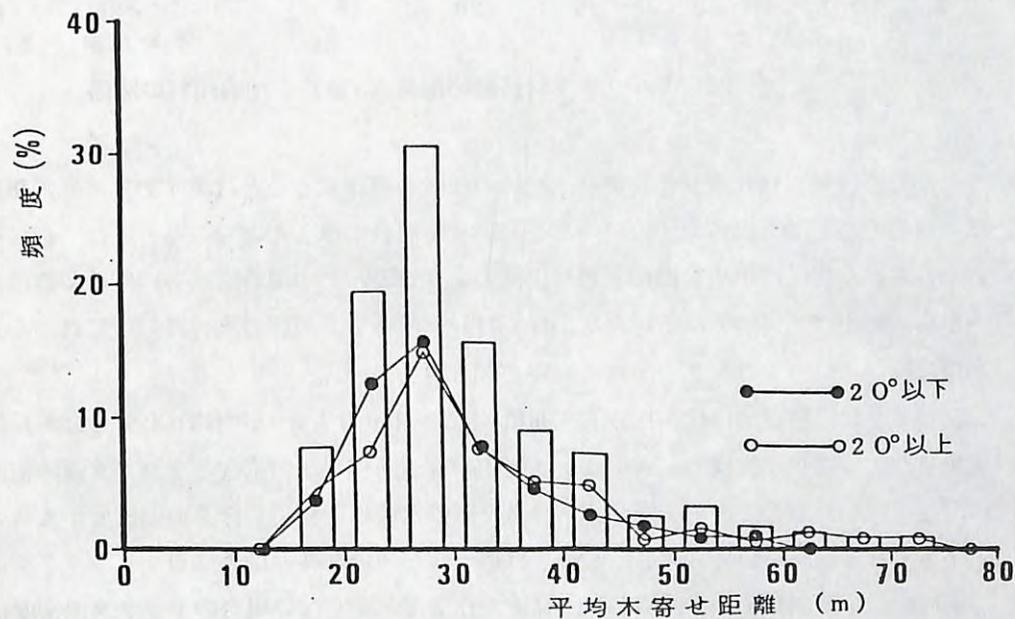
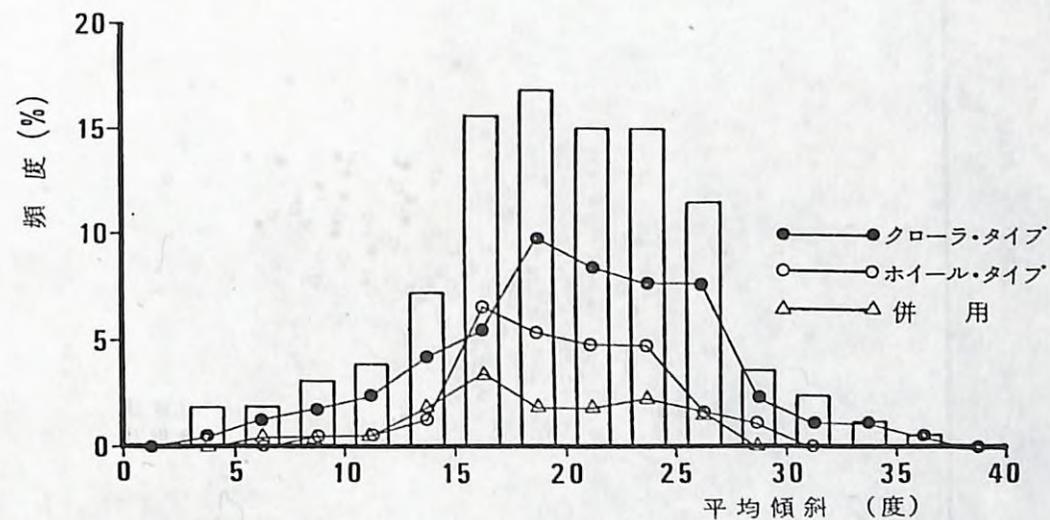


図-25 地形傾斜別の平均木寄せ距離の度数分布

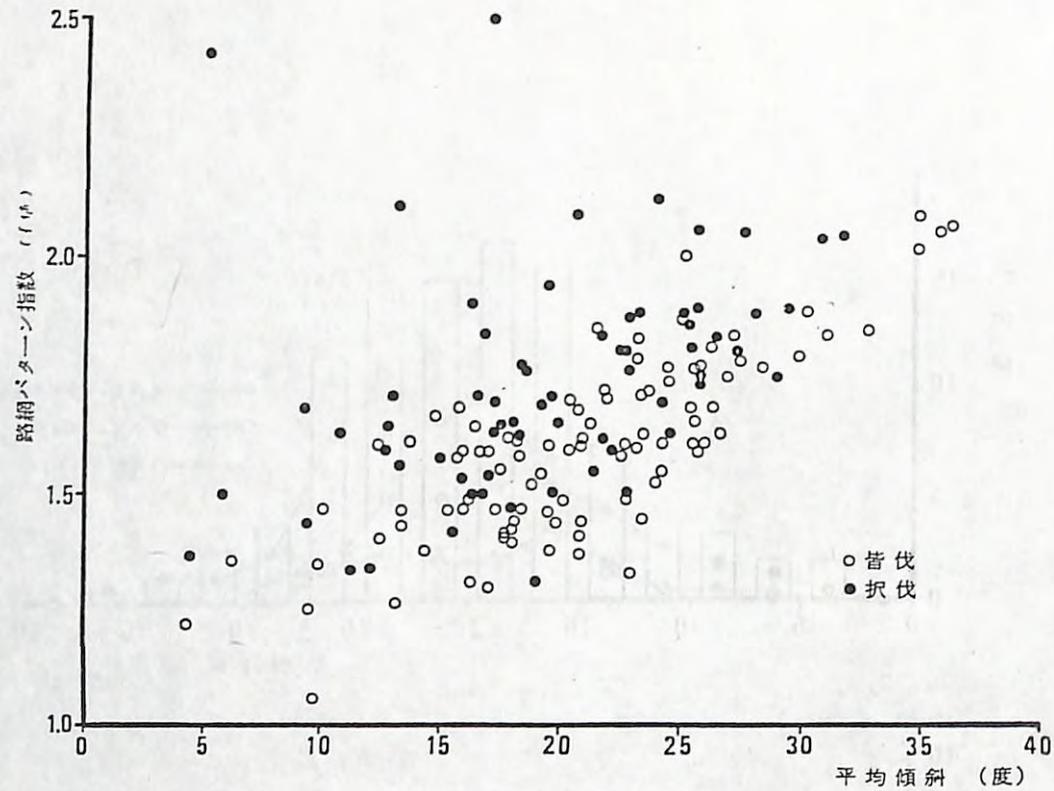


図-26 トラクタ集材路網の配置 (f値) と地形傾斜の関係

しかし、一般には林道や作業道は、当該の伐区を網羅することはまずありえず、集材域に属したとしても周辺や伐区の一部を通過する場合がほとんどである。また、仮に林道や作業道が伐区の中央を横切る様な場合でも、ほとんどの場合法高等の関係で直接林内からの搬出は不可能となる場合が少なくない。従って、当該の集材に当っては、それ専用に設けられるトラクタ道が常に必要となる。

図-27は、皆伐地に比べ比較的大面積(15~160ha)平均約50haにわたって集材が実行された択伐地を対象に、伐区内の林道・作業道の密度とトラクタ道の密度の関係を示したものである。図からトラクタ道の密度は、林道や作業道の密度が大きいと小さくなる傾向が認められる。しかし林道や作業道の密度の増大に対するトラクタ道の密度の減少傾向は極めて緩やかで、林道や作業道が全くない場合のトラクタ道密度は約150~160m/haに対し、林道・作業道密度20m/haの場合、約100m/ha、さらに林道・作業道密度60~70m/haの場合、約80m/haとなる。即ち、林道・作業道の投入量に対するトラクタ道の減少量は、指数関数で表され、林道、

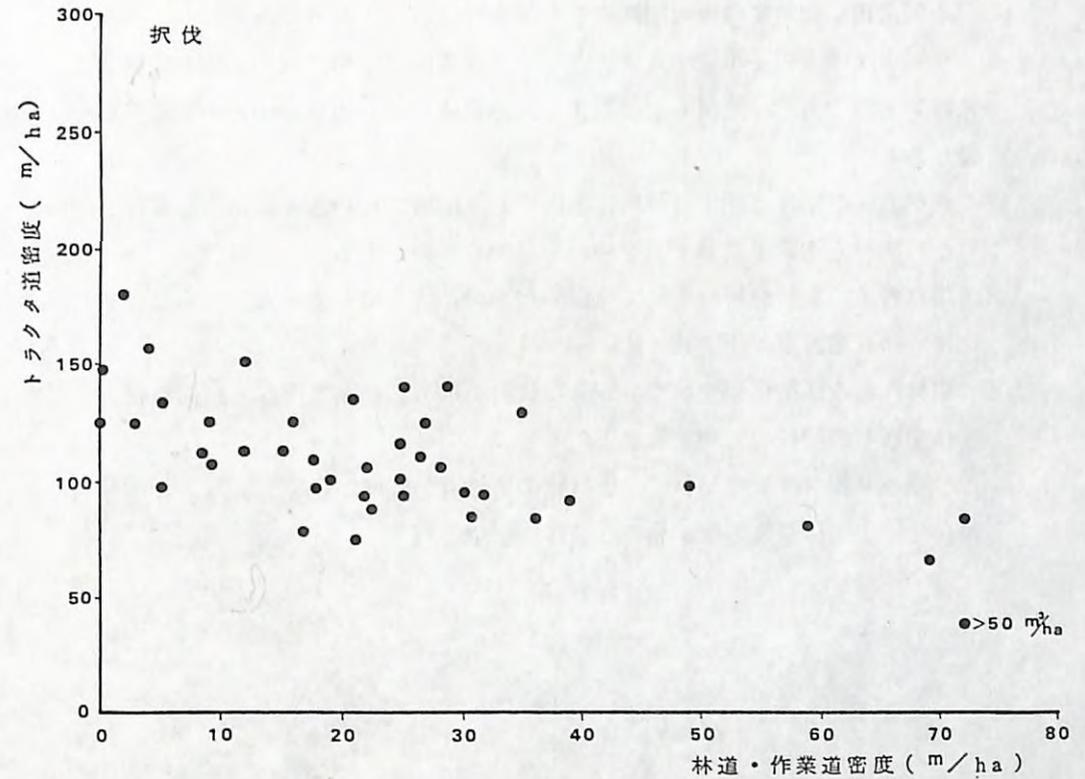


図-27 林道・作業道の密度とトラクタ道密度

作業道の密度が20m/ha以上ではトラクタ道密度には、ほとんど関係がないことがわかる。換言すれば、林道や作業道が存在することによってトラクタ道の密度を小さくすることに最も効果的なのは、林道や作業道の密度が20m/ha以下であり、それ以上、林道や作業道が在っても、トラクタ道密度の減少に対してあまり効果的でないことがわかる。(井上源基)

#### 7. あとがき

この報告書の目標は、初めに述べたように集材作業にかかわる要因相互間の影響関係の解析を通して、集材方法のあり方を検討しようとするものであり、具体的には全国国有林の集材作業の現状分析を中心に各種集材作業の作業計画立案の際の基礎資料を得ようとするものであった。

しかしながら、時間的な制約もあって中間報告は不十分なものに終わってしまったが、残された問題点の整理と併わせてさらに分析検討を進め、最終報告では技術的かつ経済的に妥当な集材方法選択のために少しでも役立つものになりたいと考えている。

この報告書に関して今後の問題点を列挙すれば次のとおりである。

- (1) 集材方法の選択を規定する要因として、作業関係者の主観的評価も見逃すことの出来ないものである。集材方法に対する意識構造とその規定要因との関係を解明する必要がある。
- (2) 集材方法の推移に関する分析においても、地域的な特性とくに作業条件とのかかわりから集材方法の予測モデルを検討していく必要がある。
- (3) 集材作業の現状分析は極めて基礎的なものに終わってしまった。さらに作業計画立案に役立つ計量評価が望まれる。
- (4) 集材作業の類型化についてもさらに検討を進め、作業条件ならびに集材方法の類型と作業効率の関係を究明する必要がある。
- (5) トラクタ集材作業については集材路のあり方の問題が重要である。今後さらに集材路作設や土場作設等副作業面の計量評価が望まれる。

## 下刈、地拵作業における 安全作業法の確立

## 下刈, 地拵作業における安全作業法の確立

### I 試験担当者

機械化部 作業第2研究室 辻 井 辰 雄  
今 富 裕 樹  
田 中 利 美

### II 試験目的

最近の林業労働力の減少と高齢化の進行は, 造林作業のなかでも最も多くの労働力を必要とする下刈, 地ごしらえ作業に大きな影響を与え, 作業能率の低下や労働災害の増加などの問題を生じていることが指摘されている。また, 振動障害問題から刈払機の使用時間が規制されたこともあって, 鎌と刈払機の併用作業か鎌のみによる人力作業が大部分を占めるようになり人力依存度が一層高まることとなったが, 作業方法や鎌などの手工具の選択が不統一のまま行われていることもあって, 能率性, 安全性の面での問題も多く含まれている。

このようなことから, 作業に適し, 作業者の体格, 体力に応じた手工具の選択基準を作成することが能率的かつ安全な作業方法を確立するために必要な課題となっている。この試験では下刈作業に重点をおき, 作業方法の改善, 手工具の選択基準についての基礎資料を得ることを目的に心拍数や酸素消費量などによる労働負担的側面から実験的検討を行ったものである。

### III 試験の経過と得られた成果

この試験は昭和51年度から53年度まで実施した技術開発試験「労働災害分析に基づく作業改善と教育訓練手法」のなかで各営林署で使用されている下刈りおよび地ごしらえ用の鎌の重量, 柄長, 刃形などの実態調査の結果をうけて行ったものである。

前課題では林業用の鎌は農業用と異なっていて, 全重量を利用して対象物を刈払うことが特徴であり, 一般的に長い柄で重く下刈鎌では500~1700g, 地ごしらえ鎌で800~2100gで, 刈払対象物が硬い地ごしらえ作業用の鎌は重量も重いことがわかるとともに, 作業の種類や刈払う対象物によって, また地域によって多くの種類がありそれぞれ特徴を持っていることを調査結果として報告している。

そして, 刈払機や除草剤の導入によって長期間鎌が使用されていなかったため, 鎌に対



試験内容は表-4に示したように次の2通りを行った。<sup>6), 7)</sup>

まず、刈払機、改良鎌、従来鎌の3種類の使用機械・器具の比較を行うため、5名の被験者の作業時の心拍数、酸素消費量の計測と要素作業単位の時間観測を行った。

さらに、作業時間と労働負担の関係を明らかにするため刈払機、改良鎌の2種類について、10分間、20分間、30分間の3段階の連続作業で心拍数を計測するとともに、要素作業単位の時間観測を行い作業条件による変化や異常値の原因などの判断材料とした。

なお、作業方法は前述のように現行方法としたが、作業姿勢や動作も日常と同様のもので被験者による大きな差異はみられな

かった。まず、刈払機は肩掛式のため機械を右腰部に吊し、右足を軸にして腰のひねりで刈払う姿勢かとられ、刈幅の上部に位置し手前から順に一定方向に刈払う動作が主体となっており、鎌は順手持ちの浅い前屈姿勢で鎌を右から左へ振って刈象物を引き切って前進する動作が大部分を占めている

このほか、補足調査として行った作業からの聞き取り調査資料も加えて検討することとした。

## 2. 試験結果

### 1) 使用機械・器具別の労働負担

表-5は使用機械・器具別にみた酸素消費量を示したものである。

この結果からみると、被験者5名の平均値は刈払機5.489ℓ、従来鎌5.910ℓ、改良鎌7.094ℓとなっていて、作業時の酸素消費量は刈払機に

表-5 下刈作業における作業別使用器具別酸素消費量 (単位: ℓ)

作業者	刈払機	従来鎌	改良鎌
A	5.300	6.200	6.500
B	5.591	5.756	6.176
C	3.818	3.793	6.631
D	5.905	6.454	8.042
E	6.829	7.345	8.119
平均	5.489	5.910	7.094

表-4 実験内容

実験I	
作業時間	5分
機 具	刈払機, 改良鎌
作 業 者	5名
測定項目	心拍数, O <sub>2</sub> , 消費量
実験II	
作業時間	10分, 20分, 30分
機 具	刈払機, 改良鎌
作 業 者	2名
測定項目	心拍数

比較して鎌のほうが高く、鎌においても従来鎌に比較して改良鎌の方が高い値を示している。

表-6 下刈作業における作業別使用器具別心拍数 (単位: beat/min)

次に、表-6は心拍数について示したもので、被験者5名の平均値は刈払機110.7回/分、従来鎌118.3回/分、改良鎌119.2回/分となっていて酸素消費量と同傾向の結果を示している。

作業者	刈払機	従来鎌	改良鎌
A	126.2	131.4	135.0
B	112.6	117.2	117.4
C	104.8	115.2	118.0
D	101.4	109.4	109.8
E	108.4		116.0
平均	110.7	118.3	119.2

以上のように使用機械・器具別に比較すると酸素消費量、心拍数ともに改良鎌の場合が最も高い値を示し、結果的に労働負担は高い方から改良鎌、従来鎌、刈払機の順になっている。刈払機は鎌に比較すると約7倍以上の重量があるが、実際の作業は身体全体で重量を支え、操作桿を左右に振ることによって刈払いを行うことができるのに対し、鎌では連続的に上肢を動かしながらの全身作業的な要素も多く含まれているため労働負担も大きくなったといえる。

一方、鎌については各作業者が改良鎌に十分慣れていなかったため無駄な動作を行い、余分な力を使ったこと、さらに、全重量は従来鎌より軽量であっても柄が長くなっているため、大部分の作業者が柄の最端部を握ることから鎌のバランスをくずし重量感を覚え、従来鎌以上に力を使ったことによる。

このことは、心拍数における改良鎌と従来鎌の差が酸素消費の場合と比較して差が少ないことからいえる。心拍数は動作の激しさに対して敏感に反応する性質を持ち、動作が激しい場合は上昇傾向が著しいことが知られている。改良鎌と従来鎌の刈払い速度を比較すると、改良鎌は2.6m/分～3.0m/分で従来鎌は2.8m/分～3.7m/分で、作業テンポも従来鎌は34回/分～38回/分、改良鎌は32回/分～35回/分で両者とも従来鎌の方が作業速度が速くなっていて、従来鎌の方が改良鎌に比較すると手慣れていたため、刈払速度や作業テンポが速まり心拍数の上昇につながったものといえる。

### 2) 作業時間と労働負担

表-7は作業時間を10分、20分、30分の3段階に変えたときの心拍数、心拍数増加率、酸素消費量を刈払機と改良鎌と比較して示したものである。

刈払機、改良鎌ともに作業時間が長くなるに従い、心拍数などの労働負担はわずか

ながら減少する傾向がみられる。このことは、作業開始後から数分間は作業テンポも一定で速いが、時間が経過するに従い作業テンポが遅くなっていることからみると、下刈作業のような単調で作業強度の大きい作業においては、作業を長つづきさせるため作業者自身が負担をコントロールして、長時間の作業に耐えているものといえる。そして、この傾向は鎌に一層顕著にあらわれている。

しかし、刈払機についてみると30分間の作業においても心拍数は20分間の作業と同程度のレベルを示しているうえ、改良鎌より高い数値となっている。刈払機による長時間の作業においては、鋸歯の回転によって対象物を刈払うため作業速度も一定に保つことができ、負担が定常状態になって安定したこととみられる。

また一方では、長時間の刈払機エンジンによる振動、騒音の影響を少なからずうけるため、心拍数が上昇するともいえる。

このことは、図-1に分析結果の傾向を示した刈払機と鎌の心拍数と酸素消費量の関係からみることができ、酸素消費量はおもに肉体的負担を表わし、心拍数は肉体的負担+精神的負担を表わすことが知られている。

図-1でみると刈払機のほうが鎌と比較すると傾きが小さく、酸素消費量が等しい場合には精神的負担も加わる刈払機の方が鎌に比較して心拍数が高くなり、刈払機と鎌

表-7 下刈作業時間と労働負担量

作業時間 (min)	心拍数 (beat/min)	心拍数 増加率(%)	上段 刈払機
			下段 改良鎌
10	116.3	48.7	0.936
	118.1	53.6	0.972
20	109.8	40.8	0.834
	116.1	51.0	0.939
30	109.6	40.5	0.831
	105.8	37.6	0.768

注) O<sub>2</sub>消費量は推定値

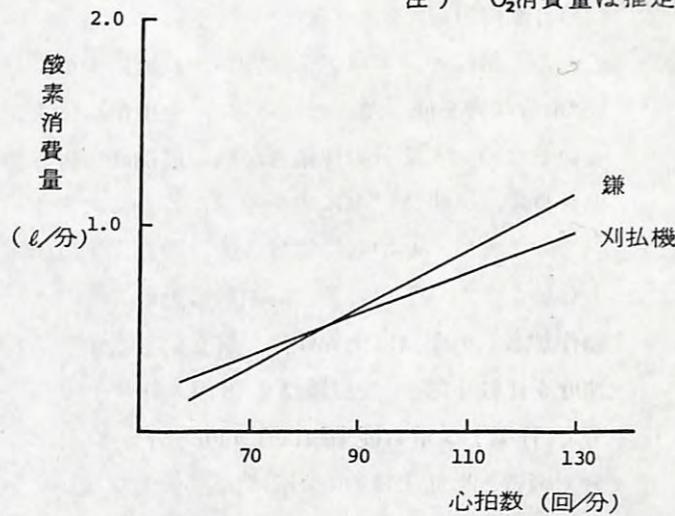


図-1 刈払機、鎌の心拍数と酸素消費量

では労働負担の質が異なっているとみることができるが、なお一層の検討を要する事項である。

3) 作業者の体格と労働負担

前述の表-5, 6からもわかるように酸素消費量、心拍数ともに被験者によって個人差がみられる。

被験者Cの場合は改良鎌の数値が刈払機、従来鎌に比較して特にならなっている。これは、被験者Cの改良鎌の重量は従来鎌より若干増えており、また聞き取り調査の結果、改良鎌の柄長が長くなったことにより作業がやりにくいということであった。

このように、被験者Cのようなやせ型の人にとっては、ほんのわずかな重量増や不慣れな作業によっても余分な力を要し負担にもかなりの影響を及ぼすものといえる。

以上のことから、作業者の体格の違いによる心拍数と酸素消費量の関係を明らかにするため、被験者5名の改良鎌について回帰式を求めてみると、つぎのとおりになった。

- A (肥満型)  $Y = -2.71510 + 0.038178X$  ( $\gamma = 0.955$ )
- B (肥満型)  $Y = -0.98254 + 0.016547X$  ( $\gamma = 0.966$ )
- C (肥満型)  $Y = -2.66038 + 0.032577X$  ( $\gamma = 0.892$ )
- D (やせ型)  $Y = -0.67841 + 0.014304X$  ( $\gamma = 0.808$ )
- E (やせ型)  $Y = -2.40561 + 0.034609X$  ( $\gamma = 0.962$ )

図-2は改良鎌の心拍数と酸素消費量の関係を示したものである。肥満型とやせ型とでは明らかに心拍数と酸素消費量の関係における傾きが異なっていることを示しているといえる。

このことはひきつづき検討を要することであるが、絶対的な労働負担量を求めるようにするならば、作業者の体格別の実験あるいは調査を必要とするといえる。

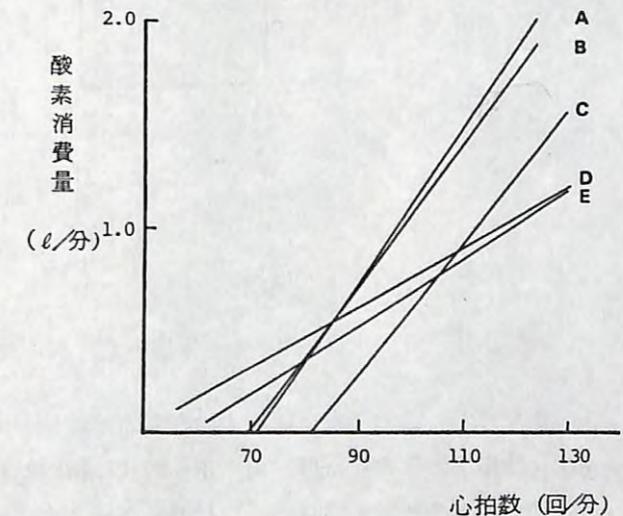


図-2 改良鎌の心拍数と酸素消費量

図3は刈払機による酸素消費量を体格の大小別に比較している既成の試験結果を例

示したものである。<sup>1)</sup>

この場合も、体格大のグループでは機種や重量が異って酸素消費量に大きな差はみられない。反面、体格小のグループでは肩掛式の大形(13.1kg)や背負式(16.2kg)では酸素消費量も多く、肩掛式小形(11.8kg)ではほとんど差のないことがわかる。

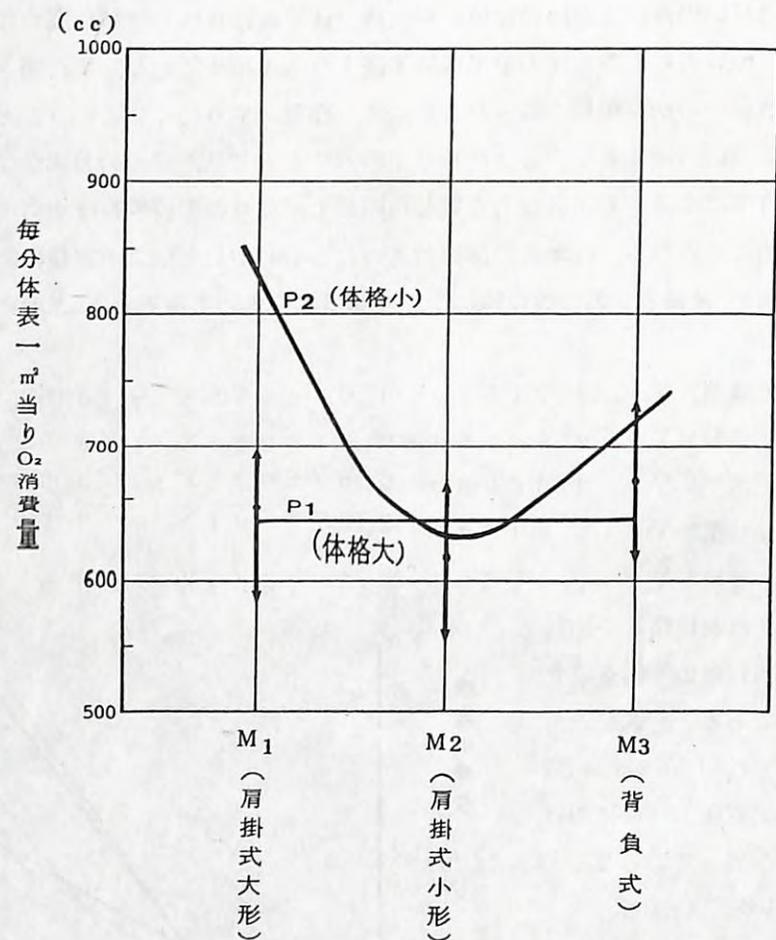


図-3 体格の大きさと機種の関係

すなわち、このことは体格大の作業者は機械の重量や形式による影響をうけにくい、体格小の作業者は機械の重量や形状に相当左右されることを実証しており、作業方法の改善や機械・器具の選択基準を作成するにあたっては、作業者の体格や体力にもとづいた調査分析をすすめる必要があり、能率的でかつ安全な作業方法を確立するための大きな課題でもあるといえる。

#### 4) 聞き取り調査

表-8は前述のような実験的検討とともに、被験者ならびに改良鎌を使用した管内作業員の意見を取まとめて示したものである。<sup>5)</sup>

表-8 改良鎌に対する作業者の感想(聞き取り調査結果)

作業者	内 容		
	重さの感触	使い易さ	疲労感
A	重く感じたので柄をつめた	握り感、刃先の重み、振り易さとも支障はない	特に変化は感じない
B	重い	"	いく分らくになった
C	やや重い	"	"
D	"	"	"
E	ちょうど良い	"	"
F	"	特に支障はない	前の鎌は弱すぎた、やや疲れる
G	"	"	ややつかえる
H	"	"	"
I	"	"	"
J	"	"	"
K	"	"	"
L	重い	特に支障は感じない	変化なし
M	"	始めは振りにくかったが、今は感じない	特に変化は感じない
N	"	柄が長くなって今までとどかなった部分に手が届く	"
O	"	支障を感じた。	"
P	"	"	"
Q	"	"	"

労働負担の個人差および表現の違いもあって明からでない点もあるが、一般的にはつぎのようなことがいえる。

- ① 鎌の重量を標準体重の2%程度にすれば、極端な労働負担にはならない。
- ② 高齢者や体格・体力の劣る作業者には改良の目標とした標準値より重量を軽くする必要がある。
- ③ 重量の調整は単に柄長を短くすることより、重心位置をできるだけ柄端部に近づける必要があるが、この場合柄の太さの調整とあわせて全体をけずり取る方法が適する。
- ④ 下刈作業のように同一動作を繰り返す場合は、鎌の重量が軽過ぎると作業速度のバランスが失われ負担度も大きい。
- ⑤ 従来鎌に比較して柄が長くなったため、これまで手の届かなかった場所の刈払も可能となり、つる類の切除など従来省略しがちであった部分も刈払ができる利点があり、作業の精度向上につながる。

#### IV ま と め

刈払機、改良鎌、従来鎌の3種類の使用機械・器具について労働負担的側面から検討した結果、刈払機は鎌に比較すると肉体的負担が少ないことがわかった。

一方、改良鎌は従来鎌に比較し負担が多い結果になった。このことは改良鎌であっても使用期間が短く十分使いこなされていないことが大きな要因である。まだ改良の段階でもあり、各作業者に応じた重量、柄長、さらに鎌のバランスについての検討が必要であろう。

下刈作業時間については、長時間作業になるほど力をコントロールしながら作業を行っていることがわかった。また、刈払機では振動、騒音による精神的な負担も加わることもみられるため、刈払機と鎌では負担に質的な違いがある。今後は、これらの点も考慮にいれながら、休憩時間の設定も含めた最適な作業時間を確立していく必要がある。

#### 文 献

- 1) 林野庁監査課：作業者の技能度および努力度作業に及ぼす影響について、林業機械課境界委託調査報告書、1965.3
- 2) 辻 隆道、奥田吉春、辻井辰雄：労働災害に基づく作業の改善と教育訓練手法、昭和53年度国有林野事業特別会計技術開発試験成績報告書、1979.2
- 3) 矢沢 博、関谷三郎：我が署の造林作業における安全作業の実績、昭和55年度国有林野事業労働災害防止研究発表集、1980.10

- 4) 林野庁職員課：基準功程表作成の進め方、基準功程表関係業務説明会資料、1982.6
- 5) 笠間営林署：造林作業における安全作業の確立、昭和57年度笠間営林署業務研究経過報告書、1982.11
- 6) 農林水産省林業試験場機械化部：下刈、地拵作業における安全作業の確立(技術開発)、昭和58年度研究業務報告会要旨集、1984.6
- 7) 今富裕樹、辻井辰雄：下刈作業における使用機具の比較検討、第36回日本林学会関東支部大会論文集、1985.2

林業労働における災害の分析 (I)

(中間報告)

# 林業労働における災害の分析（Ⅰ） （中間報告）

## Ⅰ 試験担当者

機械化部 作業第1研究室	奥田吉春
	石井邦彦
	豊川勝生
	朝日一司

## Ⅱ 試験目的

労働災害統計分析は労働安全の基礎となるもので極めて重要なものである。したがって、これらの統計分析は災害の重大性を示す指標として災害の件数・災害確率・強度・災害コストなどによって表現される必要がある。また、それらは事業や作業間で比較が可能で、災害防止対策を樹立する上で効果的なものでなければならない。

災害分析が適切に行われないと、労働災害問題を解明することが不可能でないまでも極めて困難である。このようにこれらの統計分析は災害防止対策を樹立する上で極めて重要であるばかりでなく、その対策の効果もこれらの分析を通じてはじめて評価が可能となる。

国有林野事業における労働災害統計分析は、いわゆる「公務災害報告書」をもとにして、定期的な災害統計や分析が実施されてきているが、これらが有効に活用されているかどうかについてはさらに検討すべき問題点が包含されているように思われる。

災害報告書の有効性は、報告の内容や構造に依存する。いままで使用されている災害報告書についてもその評価体系が十分であるとはいいがたく、さらに災害統計としての情報量を充実させる必要がある。

この報告書は国有林野事業における災害報告書の内容ならびに統計分析のあり方を追求しようとするものである。

## Ⅲ 試験の経過と得られた成果

### 1. 調査研究の内容

昭和56年度の国有林野事業特別会計技術開発試験成績報告書「林業労働災害の原因分析」において、林業労働災害分析上の問題点として指摘したのは次のような項目である。

#### 1) 災害統計としての情報量の充実

2) 災害分析の集計方法から統計的観察への移行

3) 災害発生確率の把握と評価

4) ニア事故分析の確立

そこで、ここでは56年度までに実施した林業労働災害の原因分析・結果と他産業の災害分析事例等から、新しく災害情報システムを作り上げるための災害報告書の試案ならびに災害報告書のあり方を検討したものである。本報告書の当初の計画は、まず新しい災害報告書(案)を作成し、それに基づいて現場データの解析を通して改良を加え、具体的には記入が容易でありかつ体系的な分析が可能な災害報告書を追求しようと考えていた。しかしながら、諸般の事情から現実のデータ収集が出来なかったこともあって、災害データの解析も不可能となり、災害報告書のあり方の考察についても決して十分なものとはいえない。中間報告としてのまとめはその大部分が新しい災害報告書の中味の提示であり、最終報告で災害分析の種々検討を行いたいと考えている。

なお、最後に掲げたクロス集計事例は災害報告書(案)の途中段階で、昭和52年度の造林作業の災害データの一部(北海道の営林(支)局分)をあてはめ災害分析方法を検討したものである。

#### 2. 災害報告書の現状と問題点

国有林野事業での労働災害は、「国有林野事業職員安全管理規程の取扱いについて」IV-2(その後一部様式改正が行われている)に基づいて作成された「公務災害報告書」より、記述し報告するようになっている。また災害統計は別に定める「国有林野事業公務災害統計様式について」によって作成されることとなっている。

現状の「公務災害報告書」は労働省の「労働者死傷病報告」(表-1)の内容を包含し、報告書の外側の部分は統計に関する欄とし、その後の統計処理が便利ようになっている(表-2)。

災害原因分析を実施する場合、問題となるのはいかなる災害要因が把握されているかである。国有林野事業の災害報告書が災害統計として十分な情報量を備えているかどうかを少し吟味してみたい。

労働省の見解によれば、災害発生を図-1に示した基本的なモデルでとらようとしている。すなわち、災害発生のメカニズムを現象

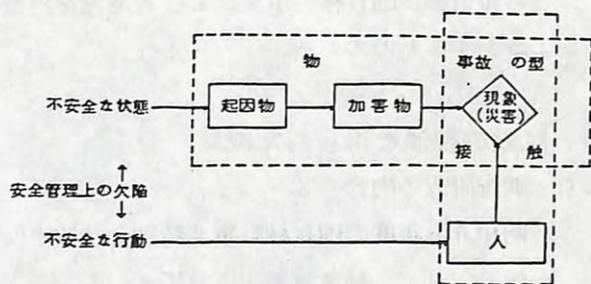


図-1 災害発生の基本的モデル

面(物と人との接触現象)を中心に据え把握しようとしているわけである。災害のこのような把握の仕方においては、物と人との接触現象を「事故の型」として示し、「不安全な状態」にあり災害の原因となったものを「起因物」、災害の人的要因としては「不安全な行動」として表現している。

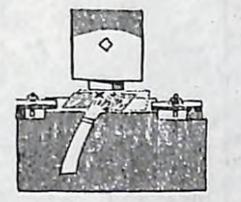
労働省における災害要因の分析では、具体的な把握が容易であり、しかも主観のはいる余地の少ない「事故の型」及び「起因物」の2種類がよく使われている。

しかし、一方においては、よく問題にされる作業者の行動ミスという側面からの「不安全な行動」や物の側の「不安全な状態」の分析も本来災害防止をはかる上で欠かすことのできない項目として重要視されている。

このようなことから、以上述べた要因は災害統計分析上、最小限度必要なものであると考えられるが、現行の公務災害報告書ではこれらの要因を含めて災害要因の把握が十分であるとはいいがたく、災害報告書の整備改訂が望まれる。

表-1

【記載例 1】〈はさまれ〉

労働保険番号 12345	発生日時 48年○月○日(水曜日)9時30分			
事業の種類 金属製品製造業	事業場の名称 (建設業にあっては工事名を併記のこと) 〇〇プレス工業所	事業場の所在地 〇市〇町〇番地	電話 (89) 1234	労働者数 53
被災労働者の氏名 〇野〇郎	性別 男	生年月日 〇年〇月〇日生	年齢 22才	職種 プレス工
			経験年数 3年	構内下請事業の場合は親事業場の名称 建設業の場合は元方事業場の名称 〇〇機工株式会社
傷病名 挫減創	傷病部位 左手食指および中指	休業見込日数又は死亡日時 45日	被災地の場所 〇県〇市〇町	
災害発生状況及び原因 ① 50トンプレス機の作業台の位置で ② 自動車部品の打抜き作業中に、プレスの金型の間に1.0mm 鉄板を挿入したところ、材料のすわりが悪いため、なおそう として指を金型の間に入れたとき ③ プレスの安全装置(手引き式)の ④ 調整が悪かったため ⑤ 指を金型の間にはさまれた。		略図(被害状況を図示すること。) 		
報告書作成者職氏名 〇〇	安全管理者 〇〇〇〇	昭和48年○月○日 〇〇 労働基準監督署長殿 事業者職氏名 〇〇〇〇 ㊤		

※
死亡
永久全部
永久一部
その他
作業の種類
事故の型
起因物
不安全な状態
不安全な行動





その後、林野庁担当課と数回にわたる打合せを行い内容を検討した。主な内容は以下のとおりである。

1) 様式

(現行) ① 記録の作成及び保管用～職員災害報告書(国有林野事業職員安全管理企画第17条による様式第1号, 労働基準監督署への災害報告としても使用)

② 災害報告用～公務災害報告書(同上安全管理規程第18条による様式第3号, ハンドソート式の災害統計カードとして営林局に保管)(表-2参照)

(試案) ① 公務, 通勤(職員)災害報告書(同上安全管理規程第17条による様式第1号, 第18条による様式第3号をかねる)

② 公務災害統計表(同上安全管理規程第19条による様式第5号を改正し, 様式第5-1号, 及び様式第5-2号(年報)をもって構成する)。

ここで問題にするのは「公務災害統計表」であって, 従来の公務災害報告書にかわり災害統計ならびに災害原因分析に活用しようとするものである。以下, 試案について述べる。

2) 対象～国有林野事業に係る災害でつきに分類されるものを対象とする。

- ① 公務災害(負傷)
- ② 公務災害(疾病)
- ③ 通勤災害

3) 具体的内容(全災害について1件ごとに記載)

災害原因分析における災害要因を勘案しながら, 公務災害統計表に掲げる要因としては次のようなものがあげられる。

(1) 共通事項

- ① 年度 (数字は項目番号)
- ② 営林(支)局コード
- ③ 営林署コード
- ④ 災害の分類

災害分類	公務災害(負傷)	1
	公務災害(疾病)	2
	通勤災害	3

(2) 個人的要因(だれが)～被災者の特性, 役割から人的な災害要因を探す

⑤ 雇用区分	雇用区分	定員内(普)	1	⑨ 経験年数	経験年数	～1	1		
		定員内(技)	2			1～5	2		
		定員内(その他)	3			5～10	3		
		基幹作業職員	4			10～20	4		
		常用作業員	5			20～30	5		
		定期作業員	6			30～	6		
		臨時作業員	7						
⑥ 性別	性別	男	1	⑩ 血液型	血液型	A	1		
		女	2			B	2		
⑦ 年齢	年齢	～29	1			⑪ 受災歴	受災歴	はじめ	1
		30～39	2					2回目	2
		40～49	3	3回目	3				
		50～59	4	4回目	4				
		60～	5	5回以上	5				
⑧ 勤務年数	勤務年数	～1	1						
		1～5	2						
		5～10	3						
		10～20	4						
		20～30	5						
		30～	6						

(3) 時間的要因 (いつ) ~災害発生の季節, 曜日, 時間帯等から労働条件としての災害要素を探る

⑫ 発生年 ⑬ 発生月	発 生 月	4	1
		5	2
		6	3
		7	4
		8	5
		9	6
		10	7
		11	8
		12	9
		1	10
		2	11
		3	12
⑭ 発生日 (記入は日を コード番号 とする)	発 生 日	1~5	1
		6~10	2
		11~15	3
		16~20	4
		21~25	5
		26~	6
⑮ 発生時	発 生 時	~7	1
		8	2
		9	3
		10	4
		11	5
		12	6
		1	7
		2	8
		3	9
		4	10
		5~	11

⑯ 曜日	曜 日	月	1
		火	2
		水	3
		木	4
		金	5
		土	6
		日	7
⑰ 休日後	休 日 後	1 日	1
		2 日	2
		3 日	3
		4 日	4
		5 日	5
		6日以上	6
⑱ 始業時から	始 業 時 か ら	始業前	1
		~30分	2
		~1時間	3
		~2時間	4
		~3時間	5
		~4時間	6
		~6時間	7
		~9時間	8
		9時間以上	9
		終業後	10
⑲ 休息・休憩後	休 息 ・ 休 憩 後	休息・休憩中	1
		~30分	2
		~1時間	3
		~2時間	4
		~3時間	5
		3時間以上	6

⑳ 死亡年 } 発生年月日に同じ  
㉑ 死亡月 }  
㉒ 死亡日 }

(4) 気候的要因

㉓ 天候	天 候	晴れ・曇り	1
		雨	2
		雪	3
		霧	4
㉔ 風	風	強風	1
		突風	2
		常風・無風	3

㉕ 気温

(5) 場所に関する要因 (どこで)

㉖ 作業箇所	作 業 場 所	天然林	1
		人工林	2
		無立木地	3
		公道	4
		林道	5
		作業道	6
		搬出路	7
		歩道	8
		山元土場	9
		盤台上	10
		屋内	11
		構内	12
		その他	13

㉗ 作業箇所	作 業 箇 所	伐採木上	1
		丸太上	2
		枝条上	3
		伐根上	4
		樹上	5
		桎上	6
		トラック荷台	7
		機械上	8
		作業場所に同じ	9
		その他	10
㉘ 傾斜	傾 斜 度	平坦	1
		~10未満	2
		~20未満	3
		~30未満	4
		~40未満	5
		40度以上	6
		関係なし	7

(6) 作業に関する要因 (何をしていて)

㉘ 事業区分

事業区分	製品	1
	造林	2
	林道	3
	種苗	4
	治山	5
	その他	6
作業組人員	1人	1
	2人	2
	3人	3
	4人	4
	5~7人	5
	8~10人	6
	11~15人	7
	16人以上	8

㉙ 作業区分

作業区分	伐倒(皆)	1
	"(択)	2
	"(間)	3
	造林	4
	架設	5
	撤去	6
	架線集材	7
	トラクタ集材	8
	巻立	9
	トラック運材	10
	土場整理	11
	検知	12
	地拵	13
	植付	14
	下刈	15
	つる切り除伐	16
	枝打	17
	育苗	18
	収穫調査	19
	測量	20
	点検整備	21
	検査	22
	巡視	23
	作業道等作設	24
	作業道維持修繕	25
	人員輸送	26
	消火	27
	炊事	28
	レクリエーション	29
	その他	30

㉚ 単位作業

単位作業	受口切り	1
	追口切り	2
	矢打ち	3
	かかり木処理	4
	枝払い	5
	玉切り	6
	機械すえ付け撤去	7
	支柱の組立, 解体	8
	ワイヤーロープの引回し, 回収	9
	ナイロンロープの引回し, 回収	10
	小屋掛け, 解体	11
	盤合作設, 組立, 解体	12
	試運転	13
	木登り	14
	ワイヤー加工	15
	荷掛け	16
	荷卸し	17
	信号誘導	18
	スタンプ換え	19
	木寄せ	20
	はい積	21
	測尺・計測	22
	苗木運搬	23
	植穴掘り	24
	つる切り	25
	刈払い	26
	巻き落とし	27
	薬剤散布	28
	機械器具点検整備	29
	機械器具修繕	30
	索の修繕	31
	除雪	32
	移動	33
	退避	34
	運転	35
	同乗	36
	その他	37

㉛ 使用機械

使用機械	チェンソー	1
	Rチェンソー	2
	集材機	3
	ウィンチ	4
	トラクタ	5
	その他建設機械	6
	荷役運搬機械	7
	玉切装置	8
	グラブソー	9
	刈り払い機	10
	バス	11
	ミニバス	12
	普通自動車	13
	軽自動車	14
	貨物自動車	15
	その他	16
	使用器具・器材	なし
ノコ		18
ナタ		19
オノ		20
トビ・ツル		21
木回し		22
カッター		23
ナイロンロープ		24
ワイヤーロープ		25
昇降器		26
はしご		27
カマ		28
クワ		29
ホーク		30
ツルハシ		31
スコップ		32
工具類		33
その他		34
なし		35

㉔ 伐倒木の径級

伐倒木の径級	20	cm	未	満	1	
	20	～ 30	cm	未	満	2
	30	～ 50	cm	未	満	3
	50	～ 70	cm	未	満	4
	70	cm	以	上	5	
	該	当	せ	ず	6	

㉕ 架線集材索張方式

架線集材索張方式	タイラー式	1
	エンドレスタイラー式	2
	フォーリングブロック式	3
	クマモト式	4
	ホイスチングキャレジ式	5
	スナッピング式	6
	スラックライン式	7
	ランニングスカイライン式	8
	ダンハム式	9
	モノケーブル式	10
	クランドリード・ハイリード式	11
	その他	12
	該当せず	13

㉖ 薬剤の取り扱い

薬剤の取り扱い	粉剤散布	1
	液剤散布	2
	調合	3
	その他	4
	該当せず	5

(7) 起因物、加害物(どのような物または環境)

㉗ 起因物～災害をもたらすもとなったもの

起因物	機械	チェーンソー	1	
		Rチェーンソー	2	
		集材機	3	
		ウインチ	4	
		トラクタ	5	
		その他設計機械	6	
		荷役運搬機械	7	
		玉切装置	8	
		ドラッフルソー	9	
		刈り払い機	10	
	器具	バス	11	
		ミニバス	12	
		普通自動車	13	
		軽自動車	14	
		貨物自動車	15	
		ノコ	16	
		ナタ	17	
		オノ	18	
		トビ・ツル	19	
		木回し	20	
	① 器	カッター	21	
		ナイロンロープ	22	
		ワイヤーロープ	23	
		昇降器	24	
		はしご	25	
		材	カマ	26
			クワ	27
			ホーク	28
			ツルハシ	29
			スコップ	30
			工具類	31

起因物	その他	立木	32
		かかり木	33
		偏心木	34
		双生木	35
		転倒木	36
		枯損木	37
		伐倒木	38
		丸太	39
		伐根	40
		樅	41
	の	末木枝条	42
		ササ・かん木	43
		つる	44
		木片・鋸屑	45
		土場・盤台	46
		林地	47
		道路	48
		ブロック類	49
		フック・シャックル類	50
		石	51
	② 因	獣	52
		ウルシ	53
		ハチ	54
		マムシ	55
		車両	56
		水(雨等)	57
		雪・氷	58
		その他	59
		なし	60

㉓ 加害物～災害をもたらした直接のもの  
コードは起因物に同じ

㉔ 起因物の状態（どのような不安全な状態があって）

起 因 物 の 状 態	滑りやすい	1
	不安定	2
	接触	3
	揺れ	4
	見通・確認	5
	振動・騒音	6
	作業速度	7
	安全装置	8
	表示	9
	不良品	10
	高温	11
	低温	12
	負荷過度	13
	その他	14
	なし	15

(8) 行動要因（どのような不安全な行動があって）

㉕ 被災者の不安全行動

被 災 者 の 不 安 全 行 動	準備不足	1
	確認不十分	2
	連絡合図不十分	3
	危険区域への立入り	4
	作業速度が不適當	5
	作業位置が不適當	6
	作業姿勢が不適當	7
	機械器具・器材の使用法の誤り	8
	機械等の操作の誤り	9
	服装不適當	10
	保護具を着用しない	11
	不安全な状態で放置	12
	危険な状態をつくる（荷の積み過ぎ等）	13
	規則無視	14
	あやまった動作（荷の持ち過ぎ等）	15
	整理整頓の不良（置き方、積み方等）	16
	危険物取扱いの誤り	17
	その他の不安全行動	18
	不安全行動なし	19
	他人の不安全行動	20

㉖ 被災者の不安全要素

被 災 者 の 不 安 全 要 素	作 業 知 識 技 能 要 因	作業方法の知識不足	1	被 災 者 の 生 理 的 要 因	作業に熟中	17
		作業方法の誤解・忘却	2		作業ペース不安定・あわて	18
		安全知識の不足	3		態度不良、手ぬき	19
		安全基準の軽視	4		疲労	20
		安全意識の欠如	5		体調不良、めまい	21
		経験不足	6		体力減退	22
		技能未熟	7		視力、聴力等の欠陥	23
		注意力中断・不足（うっかり）	8		動作緩慢、反応遅鈍	24
	心 理 的 要 因	錯覚・誤判断	9		肉体的欠陥	25
		緊張	10		酒気帯び	26
		判断の迷い	11		他人と呼吸が合わず	27
		習慣	12		他人に依存	28
		感情的・衝動的態度	13		協調性欠如	29
		精神的不安定（心配毎）	14		その他	30
		過信、頑固	15		不安全要素なし	31
		作業意欲低下	16			

(9) 管理的要因

㉗ 管理・指導上の欠陥

管 理 ・ 指 導 上 の 欠 陥	安全基準、作業心得の教育不十分	1
	作業計画、作業内容の周知不十分	2
	作業方法に関する教育不十分	3
	危険予知訓練不十分	4
	チームワーク不良	5
	不適性配置	6
	作業方法の不備	7
	作業指示の不徹底、混乱	8
	主任指名者等の未配置	9
	安全点検の不徹底	10
	安全対策実施の遅れ	11
	安全管理組織の欠陥	12
	勤労意欲の沈滞	13
	潜在危険対策（ヒヤリ、ハット）不足	14
	その他の欠陥	15
	管理・指導上の欠陥なし	16

(10) 結果要因 (どのようにして災害が発生し、どうなったか)

④② 事故の型

事故の型	墜落・転落	1
	転倒	2
	激突	3
	飛来・落下	4
	崩壊・倒壊	5
	激突され	6
	はさまれ・巻きこまれ	7
	切れ・こすれ	8
	踏み抜き	9
	高温	10
	火災	11
	無理な動作	12
	有害物	13
	その他	14

④③ 障害部位

障害部位	頭	1
	眼	2
	面頸	3
	胸	4
	背	5
	肩	6
	腰腹	7
	膊	8
	手	9
	指	10
	腿	11
	足	12
	趾	13
	全身	14
	その他	15

④④ 傷病性質

傷病性質	刺創	1
	切創	2
	裂創	3
	挫創	4
	挫滅	5
	捻挫	6
	脱臼	7
	骨折	8
	眼内	9
	眼炎	10
	皮膚炎	11
	咬傷	12
	打撲	13
	その他	14

④②～④④は簡易化したが、別に詳しいコード表があるので、専門的見地から検討する必要がある。

(10) 公務災害(疾病)に関する追記

④⑤ 疾病の区分

疾病の区分	公務上の負傷に起因する疾病	1
	腰痛	2
	振動傷害	3
	難聴	4
	ハチさされ	5
	ウルシかぶれ	6
	その他	7
	再記	8

④⑥ 作業区分～ 業性疾病の場合の作業の作業区分として、つぎの項目を追加する

職業性疾病の場合	チェーンソー作業	31
	刈払機作業	32
	自動車運転業務	33
	車両系建設機械運転業務	34
	車両系荷役運搬機械運転業務	35
	その他	36
	特定不可能	37

(1) 通勤災害に関する追記

④⑥ 通勤方法

通勤方法	徒歩	1
	自家用原動機付自転車	2
	自家用自動車	3
	官用自動車(バス)	4
	官用自動車(その他)	5
	公共交通機関	6
	その他	7

④⑦ 運転、同乗別

運転・同乗別	運転	1
	同乗	2
	該当なし	3

④⑧ 事故の相手

事故の相手方	徒歩	1
	原動機付自転車	2
	自動車	3
	公共交通機関	4
	その他	5
	なし	6

④ 通勤災害の原因

通勤災害の原因	相手方原因	車両又は歩行者等による	1
		道路等の整備不良による	2
		公共交通機関の事故による	3
		その他	4
	自己原因	車両の点検確認の怠慢	5
		道路交通法等に違反（スピード超過）	6
		道路交通法等に違反（信号無視）	7
		道路交通法等に違反（その他）	8
		その他	9
	天災地変	10	

(1) 労働損失日数等

⑤ 障害等級等

傷害等級等	傷害等級該当なし	1
	死亡	2
	永久全労働不能 1～3 級	3
	永久一部労働不能 4 級	4
	” 5 ”	5
	” 6 ”	6
	” 7 ”	7
	” 8 ”	8
	” 9 ”	9
	” 10 ”	10
	” 11 ”	11
	” 12 ”	12
	” 13 ”	13
	” 14 ”	14

⑥ 労働損失日数

損日	労働損失日数	
失数	記載不可	

4) 公務災害統計表の様式

(1) 公務災害統計表様式 5-1 は別に定める

(2) 林野庁への提出様式は下記による。

a. 様式 5-2(1) 公務災害統計表① …………… 表-5

b. 様式 5-2(2) 公務災害統計表② …………… 表-6

c. 様式 5-2(3) 公務災害統計表附属表 …… 表-7

公務災害統計表附属表は災害原因分析の資料とするものであって、記載内容は表-7 に示す。

表-7 様式 5-2(3) 公務災害統計表

項目	数量	単位	項目	数量	単位
年度			伐倒作業		時間
営林(支)局コード			造材作業		”
労働延人員	製品生産事業 造林事業 林道事業 種苗事業 治山事業 その他事業	人 ” ” ” ” ”	架線集材作業		”
			トラクタ集材作業		”
			地柵(人力)作業		”
			”(機械)”		”
			植付作業		”
			下刈(人力)作業		”
			”(機械)作業		”
			除伐(人力)作業		”
実労働延時間	製品生産事業 造林事業 林道事業 種苗事業 治山事業 その他事業	時間 ” ” ” ” ”	”(機械)作業		”
			枝打ち作業		”
			素材生産量		m <sup>3</sup>
			地柵面積		ha
			新植面積		”
			下刈面積		”
			除伐面積		”

※ 出来れば年令区分別にとることが望ましい。



#### 4. 災害統計と災害原因分析のあり方

すでに述べたように、本報告では試案に基づく現場データが得られなかったことから、災害統計ならびに災害原因分析のあり方の検討は最終報告で行うことになるが、ここでは、いままで行った中間的な検討の概要を述べあとがきにかえたい。

##### 1) 災害統計

災害統計は、主として災害防止に活用するための情報を与えるために作成するものであり、従って活用目的を果たすだけの十分な内容を以ていなければならない。そのためには災害統計の項目、内容、災害要因が十分把握でき、災害防止対策に直結する必要がある。

災害統計の内容としては、つぎのようなものが考えられる。

##### ① 営林(支)局別、事業別

- ①-1 年齢区分別災害件数、比率
- ①-2 勤続、経験年数別災害件数、比率
- ①-3 曜日別災害件数、比率
- ①-4 時間帯別災害件数、比率
- ①-5 月別災害件数、比率
- ①-6 度数率、強度率

##### ② 起因物別

- ②-1 不安全状態別災害件数、比率
- ②-2 不安全行動別災害件数、比率
- ②-3 事故の型別災害件数、比率
- ②-4 作業内容別災害件数、比率

##### ③ 不安全状態別、不安全行動別

- ③-1 年齢別災害件数、比率(不安全行動別)
- ③-2 作業内容別災害件数、比率

##### ④ 事故の型別

- ④-1 傷害部位別災害件数、比率
- ④-2 作業内容別災害件数、比率

災害要因の組合せは種々考えられるが、その中から災害防止対策樹立の上で効果的なものを選択するためには、現場機関に対するつぎのような項目のニーズ把握とあわせて検討する必要がある。

#### 災害統計に関するニーズの把握

- ① 問題点抽出
- ② グラフ化
- ③ 年度推移
- ④ 数年間のデータ集約
- ⑤ テーマ特集
- ⑥ 重大災害中心
- ⑦ その他

##### 2) 災害原因分析

災害原因分析には、1つの災害事例を徹底的に調査分析する方法と災害報告書等の統計的解析の方法がある。本報告では後者の方法論によるが、ここでは災害原因分析の視点について2、3述べることにとどめる。

##### ① 有効な災害要因の抽出

災害発生のプロセスはある災害要因が単独に存在するからではなく、種々の要因が重り合って存在すると考えられ、特に森林作業においては作業条件が異質のもの集合であり、災害要因の体系的な解明は極めて難しい分野である。とりあえずは、公務災害統計表から得られる要因を調査分析し災害原因分析に有効な要因を抽出する必要がある。

##### ② 災害間の比較を行い災害の特性を明らかにする。

有効な災害要因は災害の特性を明らかにするものでなければならない。そのためには災害間の比較を行うことが有効的であり、比較のためには災害が種々の角度から分類できることが望ましい。災害の分類は、起因物別、不安全状態別、不安全行動別、事故の型別等災害統計におけるクロス集計によってかなり意味のある情報を得ることができる。また、多くの要因の相互関係も考慮に入れた分類となると多変量解析が考えられ、主成分分析や類量化Ⅲ分類、Ⅳ類を活用する必要がある。前回の報告書における災害のパターン分類もその一例でありさらに検討する必要がある。

##### ③ 災害を規定する要因の解明

災害分析を従来の集約方式から要因分析などの統計的解析へ移行させる必要があることについてはすでに指摘してきた。要するに災害原因分析は災害の因果関係を見極め、それに見合った災害防止対策に直結するものでなければならない。

このためには、公務災害統計表で把握される災害要因が各種の林業労働災害にど

のように影響しているかを分析する必要がある。ここでも多変量解析は重要な手法であり、

- a. 災害の特性（分類）の判別を可能にする災害要因の解明
- b. 災害危険率の判別や事前評価を可能にする災害要因の解明

など重回帰分析、判別分析、数量化Ⅰ、Ⅱ類の活用について検討する必要がある。

3) 災害統計例

表-8～表-38は災害統計の表現方法を検討するために作成したものである。途中段階の検討資料のため最終案の項目の具体的内容と異なる部分もある。また、データは現行の公務災害報告書による昭和52年度の造林事業(北海道5営林(支)局分)を使用したため空欄のところもある。

表の上段になる□は集計の区分を示したものであり、営林(支)局ならびに事業はすでに災害統計の内容で述べた1番目の区分のものである。事故の型は種々の災害統計分析で重要視されることが多い項目であることから3番目の区分として例示したものであり、必要に応じてどのような区分にでもすることができる。いずれにしても、災害統計の表示方法については、現場機関の要請把握とも併せてさらに検討する必要がある。

営林(支)局 北海道5局 事業 造林 事故の型 全体

		起因物の状態															計	%				
		滑りやすい	不安定	接触	挿れ	見通・確認	振動・騒音	作業速度	安全装置	標示	不良品	高温	低温	負荷過度	その他	なし						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15						
だ 区 分	雇	定員内(普)	1																			
	用	定員内(技)	2		3	3		3	3									1	10	4.24		
		定員内(その他)	3																1	1	0.42	
		基幹作業職員	4		2	1													1	4	1.69	
		常用作業員	5	13	18	26	2	58		3	1		2				3	6	33	165	69.92	
		定期作業員	6	9	10	13		8										2	13	55	23.31	
		臨時作業員	7																	1	1	0.42
れ 年 令		～ 29	1	1	3	5		9											3	21	8.90	
		30 ～ 39	2	4	4	10		18		1	1						1	3	11	53	22.40	
		40 ～ 49	3	11	12	10	2	20		1							2	3	13	74	31.36	
		50 ～ 59	4	3	11	17		20					2					2	19	74	31.36	
		60 ～	5	3	3	1		2	1											4	14	5.93
が 経 験 年 数		～ 1	1																			
		1 ～ 5	2		2	4		4											1	3	14	5.93
		5 ～ 10	3	3	2	9		12										1	1	7	35	14.83
		10 ～ 20	4	4	14	19	2	30		2	1		1					1	1	15	90	38.14
		20 ～ 30	5	13	12	9		19										1	5	21	80	33.90
血 液 型		30 ～	6	2	3	2		4	1			1								4	17	7.20
		A	1																			
		B	2																			
		AB	3																			
		O	4																			
計			22	33	43	2	69		3	1		2						3	8	50	236	
%			9.32	13.98	18.22	0.85	29.24		1.27	0.42		0.85						1.27	3.39	21.19		

営林(支)局 北海道5局

事業 造林

事故の型 全体

Table with 17 columns for cause categories and 2 for total count and percentage. Rows include monthly breakdowns and activity time periods.

営林(支)局 北海道5局

事業 造林

事故の型 全体

Table with 17 columns for cause categories and 2 for total count and percentage. Rows include daily weather conditions and activity start/end times.

営林(支)局 北海道5局

事業 造林

事故の型 全体

Table with 16 columns for causes (slip, instability, contact, etc.) and 2 columns for total count and percentage. Rows include forest types (natural, artificial), work sites (roads, bridges, etc.), and slopes.

営林(支)局 北海道5局

事業 造林

事故の型 全体

Table with 16 columns for causes (slip, instability, contact, etc.) and 2 columns for total count and percentage. Rows include types of work (falling, construction, etc.) and specific activities like timber transport and site cleanup.





災害報告書集計表

様式 - 10

営林(支)局 北海道5局

事業 造林

事故の型 全体

Table with columns for injury type (e.g., 頭, 眼, 面, 胸, 背, 肩, 腰, 腕, 手, 指, 腿, 足, 趾, 全身, その他), cause of accident (e.g., 滑りやすい, 不安定, 接触, 挿れ, 見通確認, 振動騒音, 作業速度, 安全装置, 標示, 不良品, 高温, 低温, 負荷過度, その他), and counts. Total count is 236.

災害報告書集計表

様式 - 11

営林(支)局 北海道5局

事業 造林

事故の型 全体

Table with columns for worker behavior (e.g., 準備, 確認, 連絡合図, 手順, 作業速度, 位置配置, 姿勢, 規則無視, 機器誤用, 操作, 短絡行動, 危険立入, 服装, 保護具, 整理整頓, その他), employee type (e.g., 定員内(普), 定員内(技), 定員内(その他), 基幹作業職員, 常用作業員, 定期作業員, 臨時作業員), age group (e.g., ~29, 30~39, 40~49, 50~59, 60~), experience years (e.g., ~1, 1~5, 5~10, 10~20, 20~30, 30~), and blood type (A, B, AB, O). Total count is 236.



災害報告書集計表

様式 - 14

営林(支)局 北海道5局

事業 造林

事故の型 全体

Table with columns for worker actions (1-17) and counts/percentages. Rows include categories like 天然林, 人工林, 無立木地, 公道林道, 作業道, 搬出路歩道, 山元土場, 盤台上, 屋内構内, 伐採木上, 丸太上, 枝条上, 伐根上, 樹上, 桧上, トラック荷台, 機械上, 作業場所, 傾斜(度), and 関係なし.

災害報告書集計表

様式 - 15

営林(支)局 北海道5局

事業 造林

事故の型 全体

Table with columns for worker actions (1-17) and counts/percentages. Rows include categories like 伐倒(皆), 伐倒(択), 伐倒(間), 造材, 架設, 撤去, 架線集材, トラクタ集材, 巻立, トラック運材, 土場整理, 検知, 地拵, 植付, 下刈, つる切り除伐, 枝打, 育苗, 収獲調査, 測景, 点検整備, 検査, 巡視, 作業道等作設, 作業道維持修繕, 人員輸送, 消火, 炊事, レクレーション, その他, 計, and %.

営林(支)局 北海道5局

事業 造林

事故の型 全体

Table with columns for worker actions (1-17), total count, and percentage. Includes categories like '単' and '位'. Total count is 236.

営林(支)局 北海道5局

事業 造林

事故の型 全体

Table with columns for worker actions (1-17), total count, and percentage. Includes categories like '使用機', '器具', and '器材'. Total count is 236.













営林(支)局 北海道5局

事業 造林

事故の型

Table with 17 columns for accident types and 2 columns for total count and percentage. Rows include categories like '起' (fall), '因' (cause), '物' (object), '状' (condition), '態' (state), '作' (action), '業' (industry), '者' (person), 'の' (possessive particle), '行' (action/verb), and '動' (movement).

営林(支)局 北海道5局

事業 造林

事故の型

Table with 17 columns for accident types and 2 columns for total count and percentage. Rows list specific injury types and body parts such as '頭' (head), '眼' (eye), '面部' (facial), '胸部' (chest), '背' (back), '肩' (shoulder), etc.



風倒地における生立木虫害防止の  
ためのフェロモンによる誘殺試験

# 風倒地における生立木虫害防止のための フェロモンによる誘殺試験

(414. 11, 145. 7×19. 92)

## I 試験担当者

保護部昆虫科長 (現関西支場長)	小林 富士雄
北海道支場 昆虫研究室	吉田 成章
同上 (現保護部天敵微生物研究室)	小泉 力
同上	秋田 米治
同上 (現保護部昆虫第一研究室)	福山 研二
保護部昆虫第一研究室 (現東京大学)	山根 明臣
同上 (現林業薬剤第二研究室)	池田 俊弥

(実施期間 昭和57年～59年)

## II 試験目的

昭和56年8月23日の台風15号によって北海道十勝地方を中心に大規模な風倒が起こった。昭和29年の洞爺丸台風など、過去の例によると、主としてエゾマツ類の風倒木に寄生繁殖したヤツバキクイムシが残存エゾマツ類立木にまで寄生し、これを枯死させることが知られており、洞爺丸台風の後では風倒木の1割強の立木枯損が起こった。このような虫害の防止対策として、風倒木の早期搬出、殺虫剤の散布等があるが、時間的な余裕が風倒後2年程度ないこと、労力的な制約および環境汚染の心配等から大面積を早期に完全防除することはかなりむづかしい現状にある。このため、風倒時にとることのできる有効な対策、とくに比較的省力的で環境汚染の少ない方法を樹立することが望まれている。

今回の試験は、ノルウェー等ですでに実用化されているフェロモン剤をとりあげ、その効果をみようとしたものである。ちなみにノルウェーで1980年におけるフェロモン Ipslure の使用量は60万個であり、防除効果のあったことが報告されている。しかしながら、北西ヨーロッパで用いられているフェロモン剤はタイリクヤツバキクイムシ (*Ips typographus*) を対象としたものであるため、日本のヤツバキクイムシ (*I. typographus japonicus*) に同様の効果があるかどうか不明であった。したがって本試験はこの点の確認からスタートとし、ついで林分環境の変化とともに誘引率がどのように変化するかを調査することによって最終的には実用化できる条件を探ることを目的とした。試験は

昭和57年より3年間主として帯広営林支局阿寒営林署管内において行ったものであり、試験に協力された帯広営林支局、阿寒営林署、阿寒湖畔担当区、津別営林署の担当官に厚く御礼申しあげる。

### III 試験の経過と得られた成果

#### 1. 試験年度の風倒地環境の概略

風倒地では風倒木の変化に伴ってヤツバキクイムシの寄生密度や寄生場所が変わるので、これにあわせた試験が必要となる。そこで後述する試験経過の理解を助けるため、風倒後の風倒木の変化及びヤツバキクイムシの密度、寄生場所の時間的变化等を簡単に述べる。

1981年8月23日の風倒後、年内に風倒木にヤツバキクイムシの寄生は認められなかった。これはヤツバキクイムシの2度目の発生がすでに終わっていたためである。

1982年5月に試験を開始したが、この年の春には、周辺林分にいたヤツバキクイムシ成虫が、風倒木に寄生して繁殖した。夏には再寄生個体が一旦寄生した場所から脱出して別の幹に再び寄生した。また、新成虫の一部は8月に羽化脱出し、繁殖場所とは別の風倒木の幹に寄生した。風倒木への寄生状況は幹折木、根倒木での違いはほとんどなかったが、傾斜木のうち寄生されないものがあった。このように、1982年はほとんどすべて(一部傾斜木で寄生されないものがあった)の風倒木が寄生され、風倒木の形成層部はほとんどが加害されつくした。また、風倒木で日あたりの良い樹幹上部は寄生されなかったものも、ジン皮部は乾燥した。この年の秋には、春に寄生した数の90~120倍に及ぶ成虫が越冬した。

1983年には、風倒木はほとんどすべて前年に寄生されたことや寄生されない部分も乾燥等によって寄生できなくなったことから、傾斜木と春先の強風で新しく倒れた木が寄生の対象となった。しかし、前年の秋に越冬に入ったヤツバキクイムシの数が極めて多かったことから、新風倒木・傾斜木に寄生するのみならず、生立木への寄生も始まった。1983年はたまたま冷夏といわれる程夏の気温が低かったため、被害木の枯れは目立たなかったものの、生立木への寄生は確実に認められた。また、この冷夏のために、ヤツバキクイムシの繁殖は遅れ、再寄生による繁殖はあったものの第2世代の繁殖は行われなかったものと思われる。虫密度は餌となる風倒木が少なかったため、1982年の半分になった。

1984年には、寄生可能な風倒木は極めて少なく、幹折木が少しでたのみで、寄生の大部分は生立木で起こった。生立木での繁殖率は極めて悪く、1984年秋に越冬に入った虫の数は、1982年の春に風倒木に寄生した数とほぼ同数となった。この年は

夏の気温が高かったため、前年に目立たなかった被害木も赤変して立木の枯れが目立つこととなった。

このような虫密度の変動と立木枯損の経過は、過去の風倒の例とほぼ同様である。

#### 2. 試験地の概況

試験地は2か所で、帯広営林支局阿寒営林署105林班へ小班(一部北見営林支局津別営林署25林班にまたがる)の「格子状試験地」と、これより約400m離れたほ小班的「十字型試験地」で、両試験地とも標高600mのほぼ平坦な場所である。105林班へ小班ではほぼ100%の穴状風倒地と、その周囲の残存林分を試験地とし穴状の風倒地の中に150×150mのトラップを設置する試験区を設け、この周囲の風倒木は除去した。この試験区に続く残存林分に150×300mの残存林分調査区を設け(図-1)、この試験地をフェロモンラップの配置状態から格子状試験地と称した。試験区

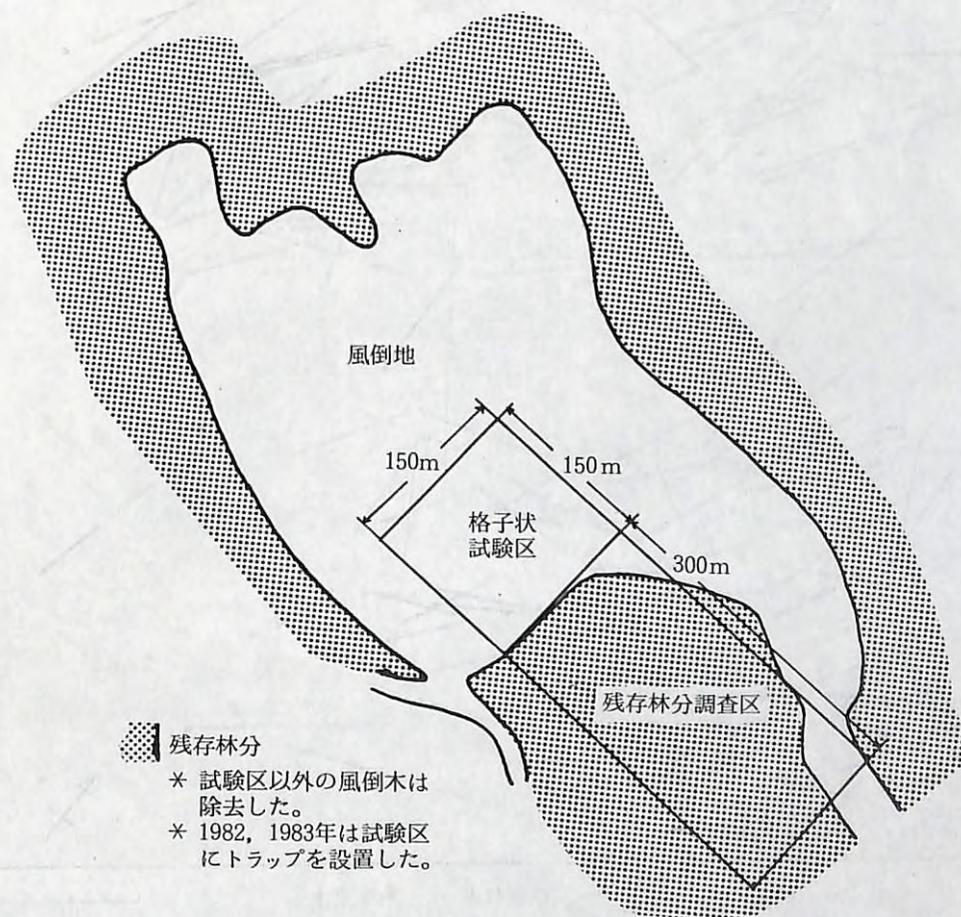


図-1 格子状試験地の概略図

内の風倒率を表-1に、試験区内の風倒木の位置を図-2に示した。残存林分調査区  
の立木と倒木(1983年  
春の風による)の位置図は  
後出(図-12)。風倒木  
の胸高直径分布を図-3に  
示した。

表-1 格子状試験区の風倒率

エゾマツ・アカエゾマツ(本)				風倒率
幹折木	根倒木	生立木	計	
49	90	6	145	96%

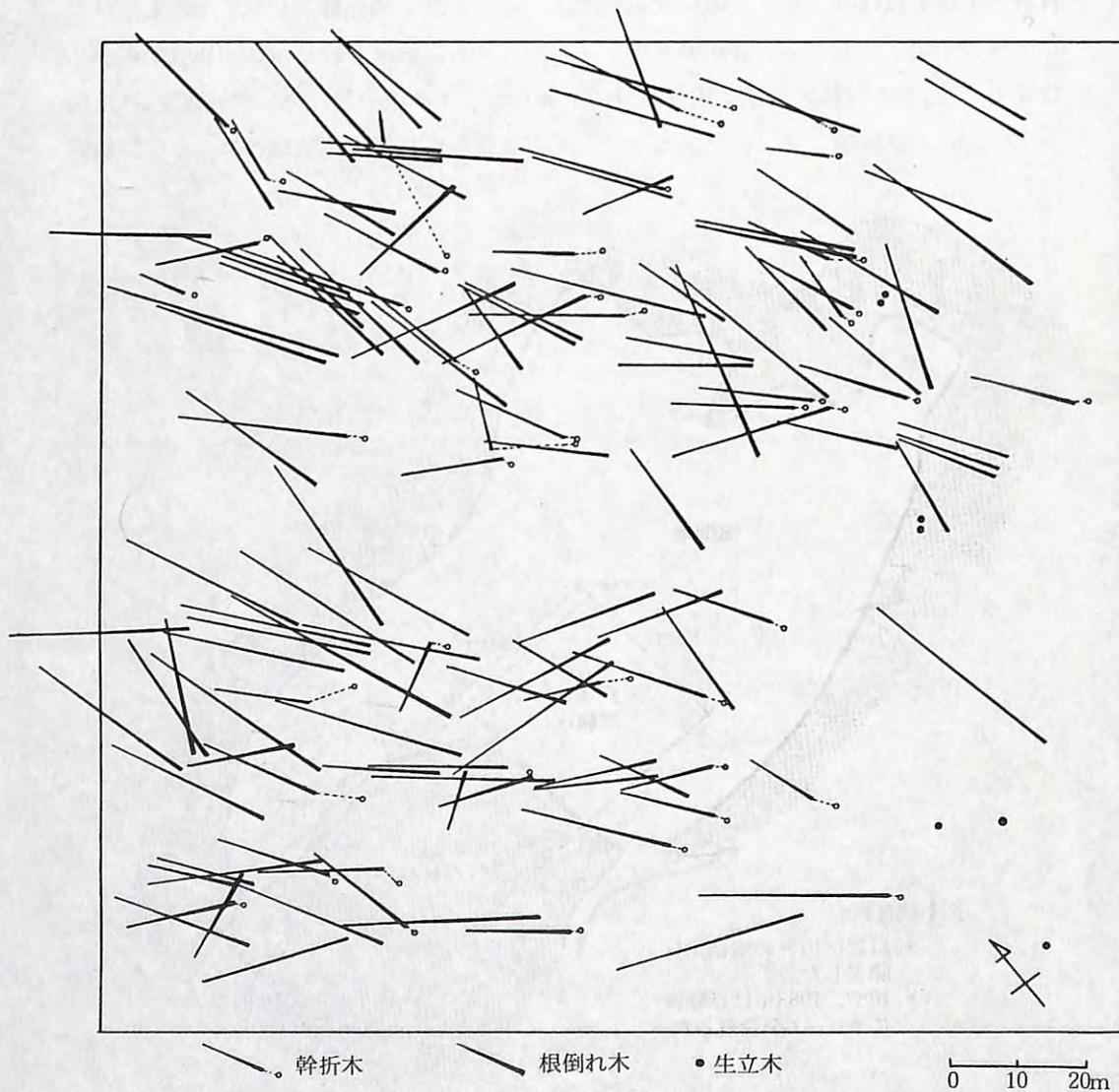


図-2 格子状試験区の風倒木・生立木位置図

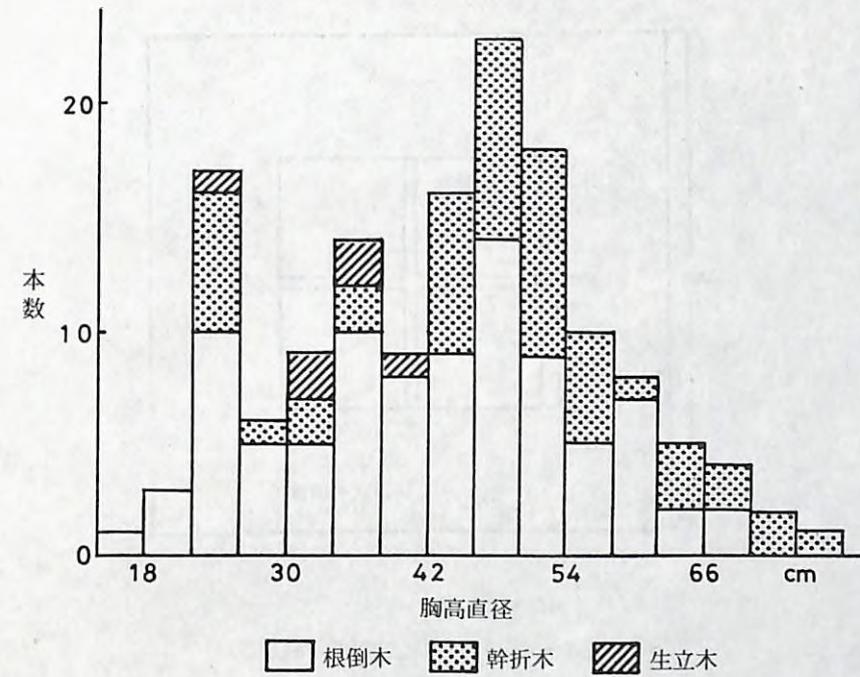


図-3 格子状試験区の風倒木・生立木の胸高直径分布

105林班ほ小班では、ほぼ50%の風倒率の風倒地の林分内に100×100mの  
試験区を設け、その周囲200×200mを含めて残存立木調査地とした。ここでも格  
子状試験地と同様に100×100mの試験区外の風倒木は除去した。この試験地を  
フェロモントラップの配置状態から十字型試験地と称した(図-4)。試験区内の風倒  
率を表-2に、試験区の風倒木  
および生立木(1983年春の  
風による倒木を含む)の位置図  
を図-5に示した。試験区内の  
風倒木と生立木の胸高直径分布  
を図-6に示した。

表-2 十字型試験区の風倒率

エゾマツ(本)				風倒率
幹折木	根倒木	生立木	計	
47	29	64	140	54%

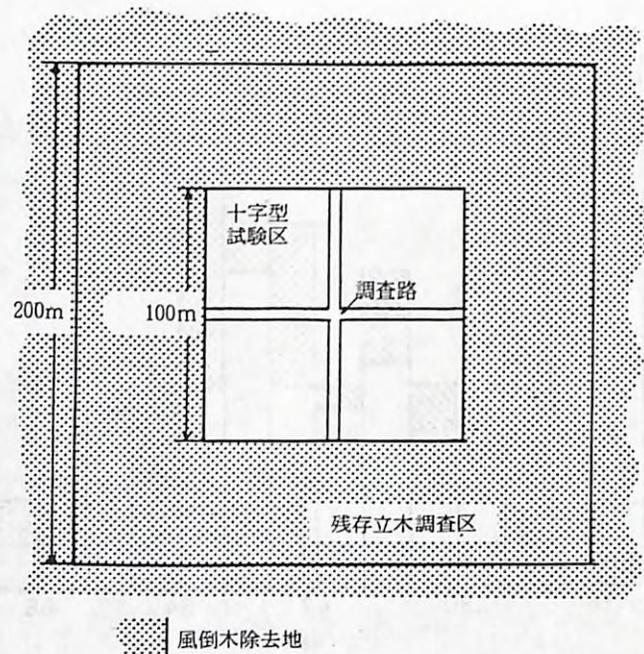


図-4 十字型試験地の概略図

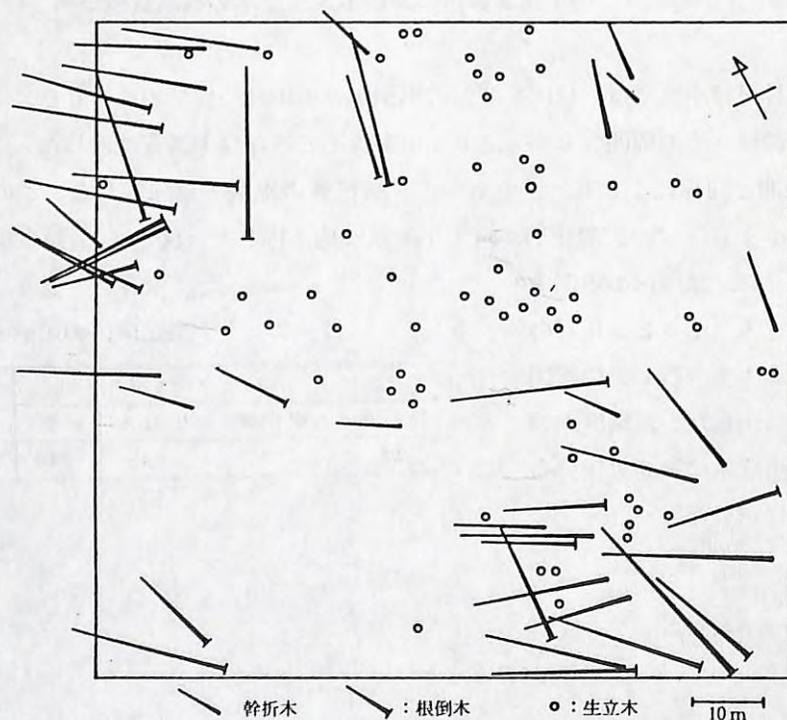


図-5 十字型試験区の風倒木・生立木位置図

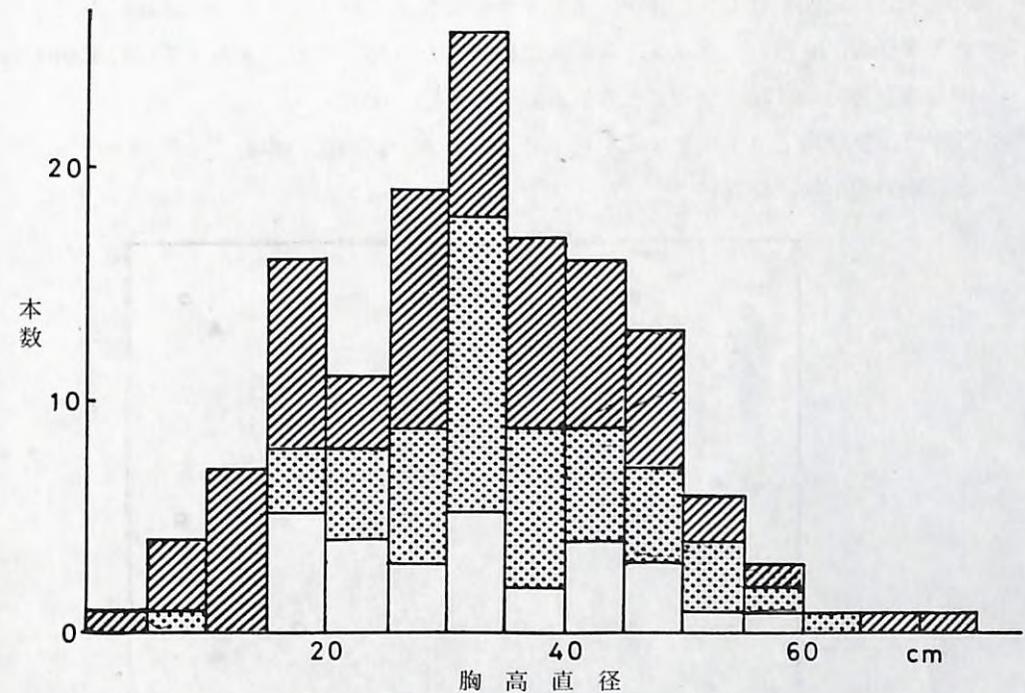


図-6 十字型試験区の風倒木・生立木の胸高直径分布

### 3. フェロモン剤およびフェロモントラップ

使用したフェロモン剤はノルウェーBORREGAARD社の商品名IPSLUREである。主成分は

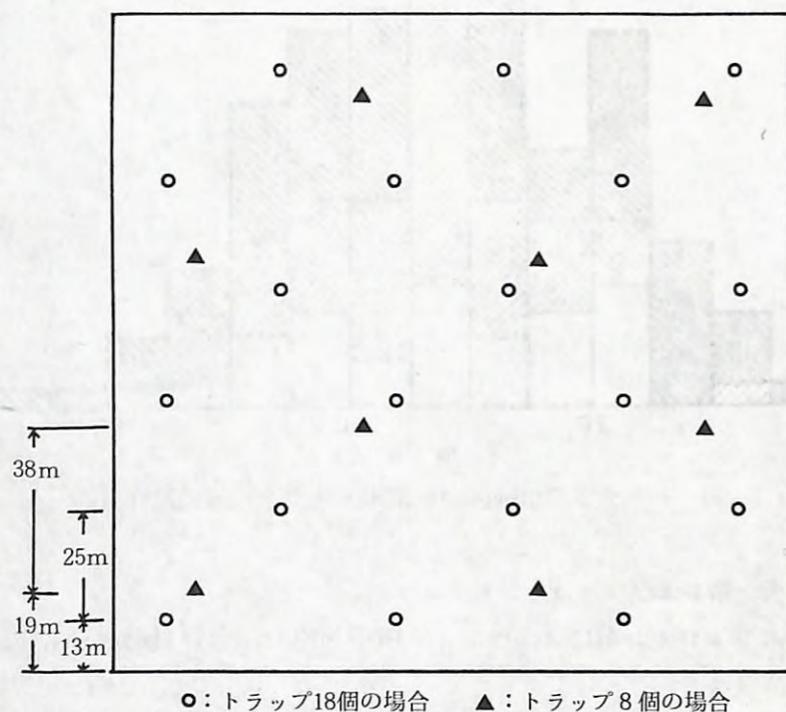
metybutenol	1 5 0 0 mg
cis-verbenol	7 0 mg
ipsdienol	1 5 mg

である。このフェロモン試験用薬剤には2種の担体(ディスペンザー)がある。1つは40×60mmのマットにフェロモンをしみこませこれをビニール袋で封入したもので、もう1つは2.4cm×1mの帯状の軟質プラスチックにフェロモンをしみこませたものである。

トラップはフェロモン剤と同じ会社のTrap 1979と称されているものを使用した。しかし、1982年春にはこのトラップの輸入が間に合わなかったため日本で試作したものをを使用した。格子状試験地では1982年7月以降後trap 1979を使用した。十字型試験地では4本のうちの2本はtrap 1979、2本は日本製のものをを使用した。トラップ設置位置, 個数

格子状試験地では1982年, 1983年には150×150cmの試験区内にそれぞれ18個及び8個のトラップを等間隔に設置した(図-7)。1984年には風倒地の周囲の残存林分の林縁に沿って16個設置した(図-19)。

十字型試験地では1982年から1984年まで試験区の中心に4個のトラップを2m間隔で集中的に設置した。



○:トラップ18個の場合 ▲:トラップ8個の場合  
図-7 格子状試験区のトラップの配置

4. 1982年5月~7月の誘引試験

格子状試験地

18個のトラップによって成虫を捕獲し, また風倒木に穿入した虫数をサンプリングによって推定して, その比率で捕獲(誘引)率を求めた。この試験地では5月18日の試験地設定時にすでにかんりの穿入孔がみられた。これは5月9日~11日に日最高気温が20℃をこえたために一部の成虫が穿入したものと思われた。

誘引経過:表-3でトラップに入ったヤツバキクイムシ数を回収日毎に示した。フェロモン剤は5月20日に最初に設置し, 5月27日に新しいものと交換した。No.7のトラップで5月27日以後捕獲数が0なのは, 交換の際新しいフェロモン剤をセットし忘れたためである。7月13日と7月26日回収分については捕獲頭数が多いことから雌

表-3 5~7月の格子状試験地での誘引経過

トラップ No.	5月25日		26日		27日		28日AM		28日PM3時		~7月13日	~7月26日
	雄	雌	雄	雌	雄	雌	雄	雌	雄	雌	雄+雌	雄+雌
1	0	1	0	0	0	2	0	13	1	11	546	10
2	0	1	0	0	0	1	0	36	0	12	16	0
3	0	0	0	0	3	27	0	15	0	2	1395	362
4	0	0	0	0	0	0	2	54	0	3	197	238
5	0	0	0	0	0	1	0	12	0	2	804	15
6	0	0	0	0	0	1	1	25	0	2	1284	5
7	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	1	0	6	0	30	0	4	138	0
9	0	0	0	0	0	33	0	32	0	8	135	8
10	0	0	0	0	0	0	0	17	0	2	519	0
11	0	1	0	0	0	0	0	24	0	2	517	4
12	0	0	0	0	0	0	0	23	0	1	621	1
13	0	1	0	0	0	0	0	21	0	0	466	2
14	0	0	0	4	0	3	1	23	0	1	273	27
15	0	0	0	0	0	0	1	18	0	1	473	0
16	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	265	0
17	0	0	0	4	0	0	1	18	0	0	397	0
18	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	606	0
計	0	4	0	9	3	76	6	387	1	51	8652	672

雄の区別をしなかった。

穿入虫数の推定: 41本のエゾマツ幹折木の樹幹上に各々1ヶ所の穿入孔調査わく(20cm×1m)を設け, 5月24日~28日の毎日と7月26日に新しい穿入孔数を計数した。

穿入虫数の推定には次の5つの仮定および推定を用いた。

1. 樹高は胸高直径から次式で推定した。  
$$H = 0.50307 \times D^{1.45601} \times 0.77521^{10} + 1.3$$
2. 表面積の算出に際しては, 樹幹は三角すいであると仮定した。
3. 幹回りの寄生率の違いはサンプリング調査の結果を利用して, 各調査わく毎にその位置での寄生密度の重みをつけて推定した。
4. 幹上下での寄生密度の差はないものと仮定した。
5. ヤツバキクイムシでは1穿入孔に1雄と2雌が穿入するのが普通なので穿入孔数の3倍を穿入虫数とした。

以上の仮定・推定のもとに, 各々の幹折れ木の穿入虫数を次式で推定した。

$$1本の木の穿入虫数 = \left( \frac{1}{6} \times \frac{100}{P_x} \right) \times (穿入孔数 / 0.2 \text{ m}^2) \times \text{表面積} \times 3$$

$P_x$ : 調査わくの位置する幹回り位置での寄生割合(%)

エゾマツ幹折木については5月24日~28日の毎日と7月26日にサンプリング調査を行ったが, その他の風倒木については5月24日と7月26日に穿入孔の有無の調査を行ったのみなので, これらの木の穿入虫数の推定は各推定日の穿入面積と穿入密度

がエゾマツ幹折木と同様に推移したものと計算した(表-4)。この寄生面積と穿入虫密度から穿入虫数を推定し誘引率を算出した(表-5)。5月25日から28日までの平均の誘引率は0.43%であった。

表-4 格子状試験区でのエゾマツ根倒木とアカエゾマツ倒木の穿入面積の推定

調査日		~5月24日	25日	26日	27日	28日	29日~7月26日
寄生面積(m <sup>2</sup> )	エゾマツ幹折木	450.5	450.5	464.0	576.3	591.3	629.1
	エゾマツ根倒木 +アカエゾマツ	894.7	894.7	934.1	1264.3	1308.3	1419.9
穿入虫数/m <sup>2</sup>	エゾマツ幹折木	40.666	0.255	1.541	21.477	37.485	78.209

下線の数値は推定値

表-5 格子状試験区での調査日毎の推定穿入虫数と誘引率

項目		調査日	~5月24日	25日	26日	27日	28日	29日~7月26日
穿入虫数 ※			138	1	2	79	129	315
推定穿入虫数	エゾマツ幹折木		18320	115	715	12377	22165	45072
	エゾマツ根倒木 +アカエゾマツ		36384	228	1439	27153	49042	111096
	計		54704	343	2154	39530	71207	156168
誘引虫数			—	4	9	79	393	9376
誘引率(%)			—	1.2	0.42	0.20	0.55	5.7

※ (0.2m<sup>2</sup> / 1 幹折木) × 41本

十字型試験地

試験区の中心にフェロモントラップを設置し、十字方向の調査路に餌木を5m間隔で並べてフェロモン剤と餌木・風倒木との競合を調査した。

誘引経過: 表-6にトラップに入ったヤツバキクイムシ数を回収日毎に示した。5月

表-6 5~7月の十字型試験地での誘引経過

フェロモン トラップ	設置日	5月26日		27日		28日		7月13日		26日	
		雄	雌	雄	雌	雄	雌	雄+雌	雌+雄	雄+雌	雌+雄
A	5月20日	0	10	0	20	0	0	1	0		
B	"	0	6	0	8	0	1	0	0		
C	" 25日	0	4	1	3	0	0	36	8		
D	" 28日	—	—	—	—	—	—	372	11		
計		20	32	32	32	32	32	409	19		

29日以後実質2基のフェロモン剤に誘引が集中している。これは他の2基のフェロモン剤の設置方法を誤ったためである。

餌木への穿入: 5月26日~28日と5月29日~7月30日の餌木への穿入孔数を図-8に示した。フェロモン剤が設置されている中心から5mと10mにおかれた餌木に穿入が集中している。また7月30日調査のN調査路に穿入孔数のきわめて多い餌木があった。この餌木には高い誘引力があったものと思われるが、その原因は不明である。

誘引率: 5月26日~28日については餌木への穿入虫数から単位面積あたりの穿入虫数を計算し、風倒木でも同様の密度で穿入したと仮定し総穿入虫数を推定し誘引率を算出した。

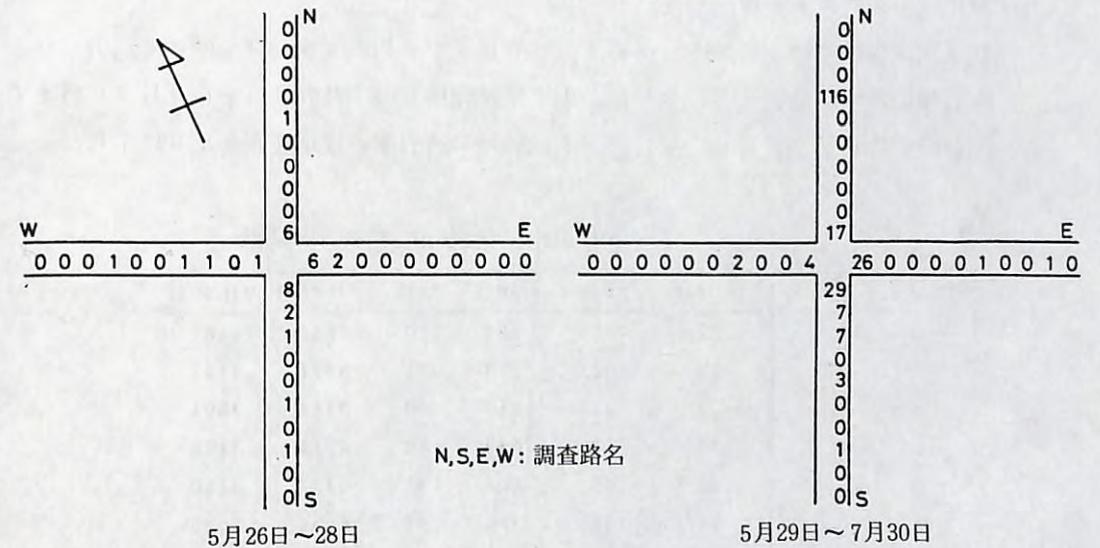


図-8 十字型試験区の餌木への穿入孔数

5月29日~7月30日については上記と同じ計算法の外に、7月28日~29日に試験区内の寄生を確認した風倒木について20×50cmの樹幹上の区画内の穿入孔数を調査し、格子状試験区と同じ計算法で穿入虫数を推定した(計算法2)。この2つの計算法の間には推定穿入虫数に大きな差は無かった(表-7)。

表-7 5~7月の十字型試験地での誘引率の率定

月 日	餌木穿入虫数	推定		誘引虫数	合計	誘引率(%)
		餌木穿入虫数 m <sup>2</sup>	風倒木穿入虫数			
5月26~28日	96	1.6789	1519	53	1668	3.4
5月29日 計算法1	642	11.228	10159	428	11229	3.8
7月30日 2	642	—	7749	428	8819	4.9

5. 1982年7月～9月の誘引試験

この時期の誘引は再寄生の成虫と第1世代の成虫が誘引の対象となった。再寄生の成虫と第1世代の成虫では、この体色が多少異なるが、これを正確に区別することはできないので、捕獲虫を選別することはしなかった。7月30日の誘引虫の中に赤褐色の成虫が混ったことから、この時期に第1世代の飛しょうが始まったものとして、8月1日から9月30日までに誘引された成虫を第1世代成虫とみなした。第1世代成虫は一部が脱出飛しょうし、残りは繁殖場所の近くでそのまま越冬に入るので、9月29、30日に脱出孔の調査を行った。その結果、脱出孔の割合は31%であった。繁殖率(子虫数1母孔)は山口・小泉1956のデータから30とした。これらの数値を利用して第1世代成虫の誘引率を算出した。

格子状試験地では7月28日から9月30日まで8個のトラップを使って誘引した。回収日毎の誘引数を表-8に示した。十字型試験地での7月30日から9月30日までの回収日の捕獲数を表-9に示した。両試験地の誘引率の推定を表-10に示した。

表-8 7～9月の格子状試験地での誘引経過

トラップNo.	7月28日	29日	30日	31日	8月18日	9月30日
1	22	207	708	180	7542	6187
2	40	113	379	61	5477	4137
3	7	21	113	60	3113	3201
4	36	113	243	59	2514	3165
5	25	69	693	133	6133	4460
6	21	105	485	84	6232	3129
7	27	61	327	77	4362	4029
8	6	90	432	79	5753	3885
計	184	779	3380	733	41126	32193

表-9 7～9月の十字型試験地での誘引経過

トラップNo.	7月30日	31日	8月18日	9月30日
A	43	26	1555	2133
B	16	5	428	548
C	29	10	811	963
D	17	6	574	519
計	105	47	3368	4163

表-10 第1世代成虫の誘引率の推定

試験地	越冬あけ成虫と再寄生(7月28日まで)				第1世代成虫(8月1日～9月30日)			誘引率(%)
	穿入虫数	母孔数	母孔数/母孔	子虫数/母孔	成虫数	脱出虫数	誘引虫数	
格子状試験地	324106	216070	96.3	30	6482120	2009457	73319	3.6
十字型試験地	11211	7474	39.5	30	224220	69508	7531	10.8

このほかマーク放虫法による誘引率の推定を行った。すなわちヤツバキクイムシ成虫にマークをつけて放虫し再び捕獲される率によって誘引率を推定した。格子状試験地では試験区の中に等間隔に放虫点(マークをつけた虫を放す場所)を設けて8ヶ所のトラップによって捕獲した。トラップと放虫点の配置を図-9に示した。十字型試験地では調査路の25m、50mの位置に放虫点を設け放虫し、中心のトラップで再捕獲を行った。放虫点の配置を図-10に示した。両試験地での再捕獲を表-11に示した。

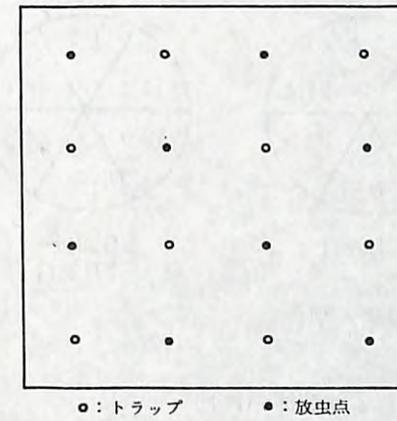


図-9 格子状試験区での放虫点の配置

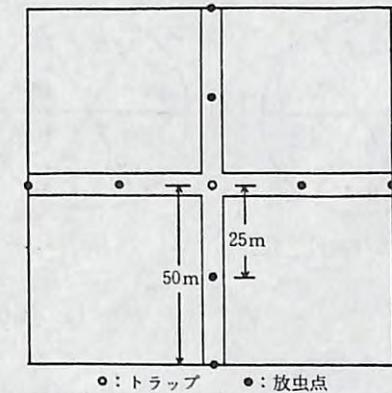


図-10 十字型試験区での放虫点の配置 (25m, 50mの場合)

表-11 マーク放虫法による誘引率

	放虫日	30日			
		7月29日	10:40	1:00	31日
格子状試験地	放虫時間	10:00 ~10:40	10:40 ~11:25	1:00 ~1:45	9:00 ~9:40
	マーク虫数	80	400	160	400
	放虫数	79	358	133	303
	再捕獲数	4	11	2	11
	誘引率(%)	5.1	3.1	1.5	3.6
十字型試験地	放虫時間	10:00 ~10:40	10:40 ~11:15	13:00 ~13:30	8:45 ~9:15
	マーク虫数	80	400	160	400
	放虫数	73	352	157	383
	再捕獲数	5	2	3	27
	誘引率	6.8	0.6	1.9	7.0

6. 1982年のその他の調査事項

風倒木周囲での穿入密度：風倒木では樹幹周りの位置によってヤツバキクイムシの穿入密度が異なる。すなわち直射光のあたる上部にはほとんど穿入せず、また下部にも穿入は少なかった。2本の根倒木の枝下部分5m~6mについて調査した結果を図-11に示した。

誘引されたヤツバキクイムシの性比：誘引された成虫を室内で解剖によって性比を調査した結果、いちじるしく雌の方に偏っていた。この傾向は5月から9月まで同様であった。風倒木丸太から脱出した成虫を調査した結果では性比は1:1であることから、雌の方が多く誘引されていることは明らかである(表-12)。

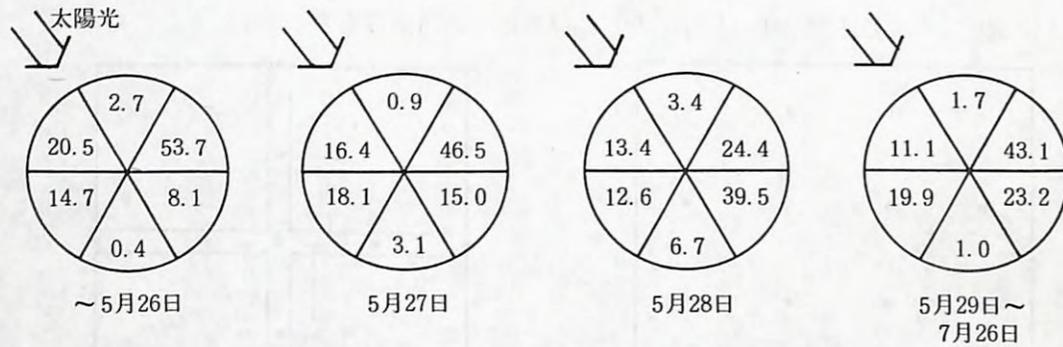


図-11 風倒木幹回りでの穿入割合

表-12 1982年の誘引個体と未飛しょう個体の性比

	回収日	雄	雌	比(雄=1)	備考
越冬あけ成虫	5月28日	1	52	1 : 52	十字型試験地
再寄生	7月31日	13	94	1 : 7	
第1世代成虫	8月18日	7	93	1 : 13	
〃	9月30日	6	94	1 : 16	
第1世代成虫の脱出個体	8月5日	52	48	1 : 1	格子状試験地の丸太から

7. 1983年春の誘引試験

1983年3月12日、13日の強風によって、格子状試験地の残存林分と周辺林分、さらに十字型試験地では全域に新しく風倒が発生した。この風倒木を1981年の風倒によるものと区別するために「新風倒木」と称する。この新風倒木は格子状試験地で28本、十字型試験地で13本であった。この数字は格子状試験地では150×300mの

残存林分について、十字型試験地では200×200mの範囲について調べたものである。格子状試験地の残存林分調査区の立木等の位置図を図-12に、十字型試験地のそれを図-13に示した。

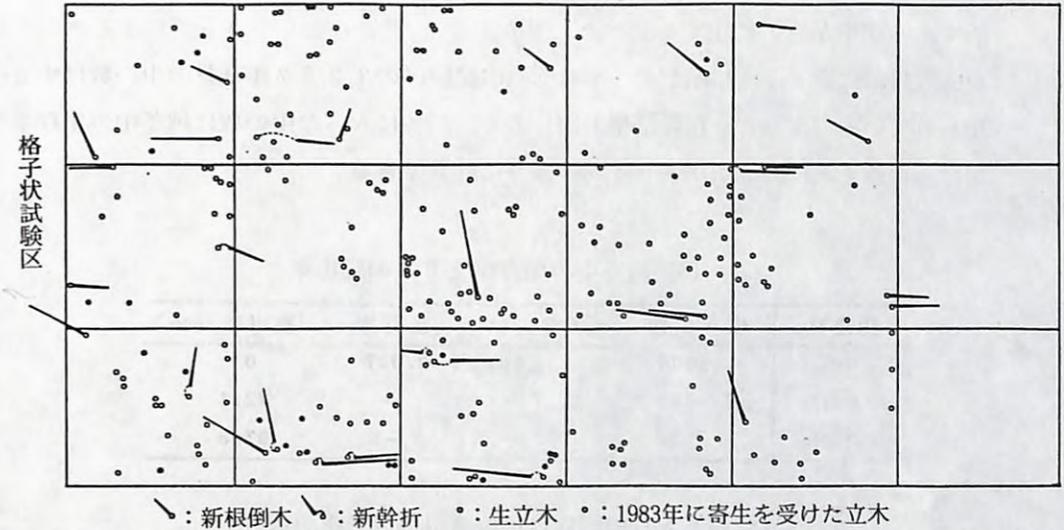


図-12 格子状試験地の残存林分の生立木等位置図

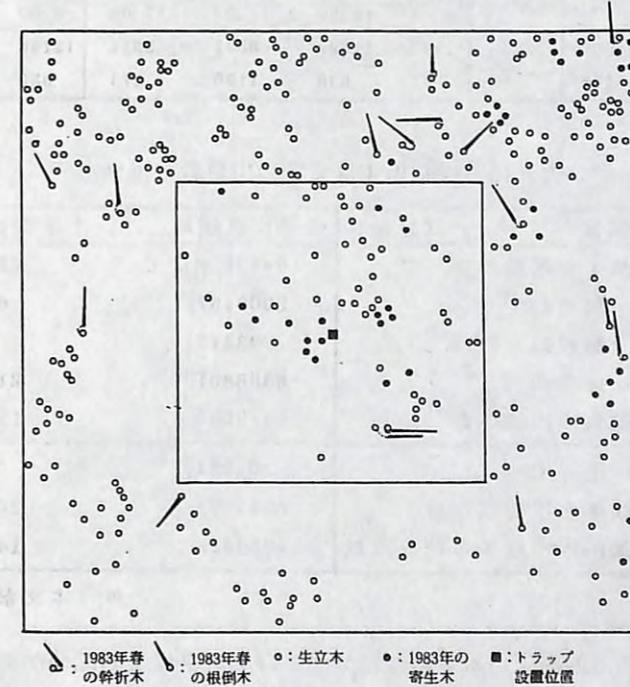


図-13 十字型試験地の生立木等の位置図

フェロモントラップおよびフェロモン剤の設置を4月27日に行った。また、この日に格子状試験区の風倒木6本の側面から20×50cmの樹皮を剥ぎ、この中で越冬している成虫を調査し冬期の死亡率および生息密度を求めた。その後5月24日、30日にも同一木から20×50cmの樹皮を剥いでそれぞれの日の生息密度の調査を行い越冬場所である樹皮からの脱出率を調べた(表-13)。フェロモントラップによる誘引虫数を回収日毎に表-14に示した。それぞれの試験区の1982年9月の虫の数はすでに知られている(1982年の結果参照)ので、越冬に入った虫の数に越冬中の生存率をかけると越冬あけの成虫が表-15のように計算できる。

表-13 越冬中の生存率と5月の脱出率

調査日	生存虫数	死亡虫数	生存率	脱出率(%)
4月27日	1006	56	0.947	0
5月24日	281	-	-	72.1
5月30日	22	-	-	97.8

表-14 5月の回収日毎の誘引虫数(総補獲数)

試験区	回収日		5月29日				5月30日		計
	5月24日	5月28日	9:00	12:00	14:30	17:00	9:00	17:00	
格子状試験区	30900	223	2342	11629	8891	2354	12156	4301	72555
十字型試験区	2188	-	45	538	1190	273	880	586	5700

表-15 1983年4月までの生息数の推移

項目	試験地	試験地	
		格子状試験地	十字型試験地
1982年 9月	第1世代成虫数	6482120	224220
	脱出数	2009457	69508
	誘殺数	93319	7531
	総越冬数	6388801	216689
	風倒木内越冬数 <sup>*</sup>	4472663	154712
1983年 4月	生存率	0.947	0.947
	越冬あけ総成虫数	6050195	205204
	風倒木内越冬あけ成虫数	4235612	146512

\* 本文参照

この値を求める過程では多くの仮定や過去のデータによる部分があることから、現実の試験区内の生息数なのか否か疑問がもたれる。本来なら、ここで大規模なサンプリン

グ調査を行い越冬あけ成虫の生息数を知ればよいわけであるが、労力とのかねあいもあり、簡単な調査によって上述の数値に大きな誤りのないことを以下の手順で確かめるにとどめる。

表-13に示した4月27日のサンプリング調査の越冬あけ成虫密度を利用して生息数を推定すると表-16のようになる。表-15の風倒木内越冬あけ成虫数とこのサンプリング調査での推定値との差は20%弱のもので、今まで行ってきた計算が大幅にまちがったものではないことを示している。なお風倒木内越冬成虫(や越冬あけ成虫)とは羽化後樹皮から脱出せずに風倒木内で越冬した成虫のこと。いったん脱出した成虫もまた風倒木内で越冬孔を新しくつくって越冬するが、サンプリング調査ではこの越冬孔については調査していない。

表-16 1983年4月の風倒木のサンプリング調査による越冬あけ成虫の生息数

項目	試験区	格子状試験区	十字型試験区
m <sup>2</sup> あたりの越冬あけ成虫		1677	687.2
1982年9月の寄生面積		2049.5	182.5
風倒木内越冬あけ成虫数		3437012	125414
前表の風倒木内越冬あけ成虫数との差		-798600(-19%)	-21098(-14%)

\* 寄生面積: 寄生された木の表面積×寄生された木の本数  
 \*\* 十字型試験区のm<sup>2</sup>当りの越冬あけ成虫は、昨年(1982年)の格子状試験と十字型試験区の比率により推定した。

以上の調査から1983年5月30日までの誘引率の推定を行うと表-17となる。この計算では脱出時の性比を1:1とし、誘引された虫の性比は平均的に10.8:1(雌:雄)とした。新風倒木、生立木への寄生数についてはサンプリング調査を行い、

表-17 越冬あけ成虫の誘引率と寄生数

項目	試験地	格子状試験地			十字型試験地		
		計	雌	雄	計	雌	雄
脱出数		5917091	2958545	2958546	200690	100345	100345
誘引数		72796	61058	11738	5700	5251	485
誘引率		1.2	2.1	0.4	2.8	5.2	0.5
(新風倒木 生立木)寄生数		4693994	2953533	1740461	149991	91882	58102
行方不明		1150301	-56046	1206347	44999	3248	41751

寄生密度を調査して、これに寄生面積をかけることによって算出した。格子状試験地の残存林分調査区の南東側の端50mは風倒地で立木等がなかった。この残存林分で、新風倒木と生立木の寄生調査およびサンプリングによる寄生密度調査を行った。十字型試験地では100×100mの試験区を含め、その外側200×200mについて格子状試験地と同様の調査を行った。寄生密度の調査結果を表-18に示した。寄生性比は新風倒木では1:2(雄:雌)、生立木ではサンプリング調査の結果から1:0.526(雄:雌)とした。

表-18 1983年5月30日までの穿入密度

試験地 寄生木	格子状試験地		十字型試験地	
	穿入孔数/m <sup>2</sup>	サンプル数	穿入孔数/m <sup>2</sup>	サンプル数
新風倒木	561.1	12	305.2	20
生立木	320.0	7	127.1	13

すでに述べたように両試験地とも試験区周囲の風倒木は除去されている。ただし、直径28cm以下の樹幹梢頭部が残っていたが、これらについては誤差の範囲にあると判断したので、生息していると計算されている虫はすべて試験区内に生息していたものとしてあつかった。

格子状試験地では試験区内の生立木は少なく周囲を残存林分で囲まれているので、試験区内の成虫は越冬あけ後、周辺林分にその大部分が移り新風倒木と生立木に寄生したと考えられる。この周辺林分全域について調査することは労力的に困難なことから残存林分調査区と同様の寄生が周囲にもおよんでいると考えて残存林分調査区の新風倒木・生立木への寄生数の10.28倍を総寄生数とした(図-14)。

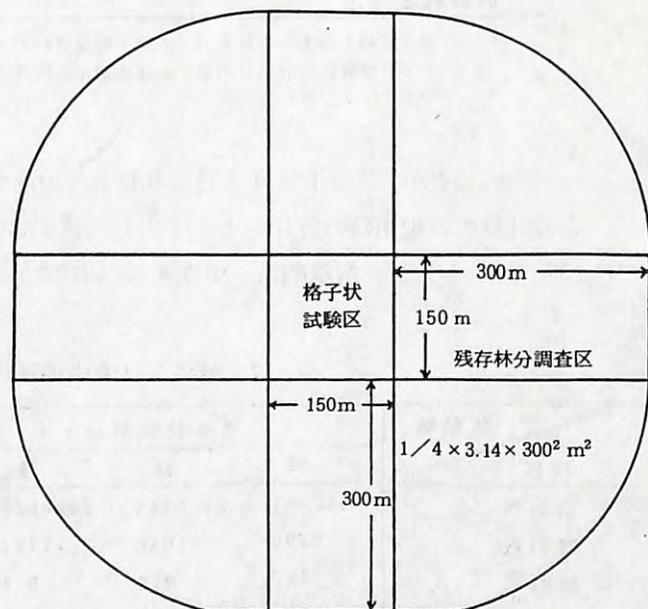


図-14 格子状試験区から飛んだ成虫が寄生したとみた周辺林分の仮想範囲

今回の新風倒木の場合、倒木の幹回りでの穿入孔密度の差はみられなかったため、既述のような幹回りでの計算上の考慮はしなかった。また生立木では方位による寄生の差は見られなかった。

雌の総脱出数のうち行方不明と判断されたものの割合は格子状試験地では-1.8%、十字型試験地では3.2%にすぎず、両試験地とも試験区から脱出した成虫のほとんどが今回調査した範囲の新風倒木と生立木に寄生するか、誘引器で捕獲されたとみられる。雌の行方不明の部分については死亡によるものか移出によるものかまったくわからない。

8. 1983年夏の誘引試験

6月からは一部の日を除いて18個のトラップを設置した。フェロモン剤は7月21日と8月9日にとり換えた。6~9月の誘引数、寄生数等の集計結果を表-19に示し

表-19 6~9月の誘引率

項目	試験地	格子状試験地			十字型試験地			備考
		計	雌	雄	計	雌	雄	
4~5月の新風倒木・生立木寄生数(A)		4797262	3018511	1778751	153291	93911	59380	越冬あけ成虫が全部脱出したとして換算
6~9月の誘引数(B)		524281	465299	58982	139012	123373	15639	
誘引率 I (%)		10.9	15.4	3.3	90.7	131.4	26.3	(B/A) × 100
6~9月の新風倒木・生立木寄生数(C)		2116498	1089022	1027476	194653	82127	112526	再寄生による
誘引率 II (%)		19.9	29.9	5.4	41.7	60.0	12.2	(B/(B+C)) × 100
行方不明		2156483	1464190	692293	-180374	-111589	-68785	-: 移入

た。5月30日には97.8%の脱出率であったことから、その後2.2%の脱出・寄生と誘引があつたとして示した。6~9月の寄生数の推定には表-20の寄生密度を使用した。

表-20 6~9月の穿入数推定に使用した穿入密度

寄生対象木	試験地	格子状試験地		十字型試験地	
		穿入孔数/m <sup>2</sup>	サンプル数	穿入孔数/m <sup>2</sup>	サンプル数
新風倒木	5月までに寄生	(9.6)	-	(9.6)	-
	6月以後 "	(570.7)	-	(305.2)	-
生立木	5月まで "	107.3	7	(42.6)	-
	6月以後 "	277.5	8	277.7	9

( ) は5月のデータを使用

格子状試験地の残存林分調査区の調査から、4~5月の推定と同様に図-14の範囲

の周辺林分の寄生数を推定すると再寄生個体は誘引数を含めても越冬あけ成虫の55%にすぎないことになった。すなわち45%のものがこの周辺林分からさらに外に出たものと考えられる。これに対して十字型試験区では越冬あけ成虫数の調査と同じ区域内に越冬あけの成虫の約2倍の再寄生個体がいることとなった。この原因は、十字型試験区と格子状試験区の間が400m程度しか離れていないことから、格子状試験地から十字型試験地へ移入があったためではないかと考えられた。

このように移入・移出が考えられることから、フェロモントラップによる誘引率は2つの計算方法をとった(表-19)。状況をより正確に示しているのは格子状試験地では誘引率I、十字型試験地では誘引率IIであると思われる。

以上のような移入の可能性は、両試験区のフェロモントラップへの誘引経過にもみられ、トラップあたりの誘引数は4~7月には格子状試験区の方が多かったが、8月以後は逆転し十字型試験区の方が多くなっている(表-21)。

表-21 6~9月の回収日毎の1トラップあたりの誘引数

試験区	回収日	VI.1	VII.21	VIII.10	VIII.12	VIII.13	IX.27
格子状試験区 (18トラップ)		7	10812	12136	1400	889	4826
十字型試験区 (4トラップ)		-	1931	11363	3635	2224	16738

9. 1983年のマーク放虫法による誘引率

1983年5月および7月の2度にわたりマーク放虫法による誘引率の調査を行った。誘引に関するより広い知見を得るため、前年行った方法以外にいくつかのことを試みた。前年には、フェロモントラップで一旦捕獲したものにマークし放虫したが、今回は、5月に樹皮内から採集した未飛しょうの個体にマークし放虫した。8月には、格子状試験区でトラップの数を従来使用してきた8個のほかに18個も使用しマーク放虫・再捕獲を試みた。また、十字型試験地では従来の50m位置の放虫点のほかに75m位置での放虫を試みた(図-15、

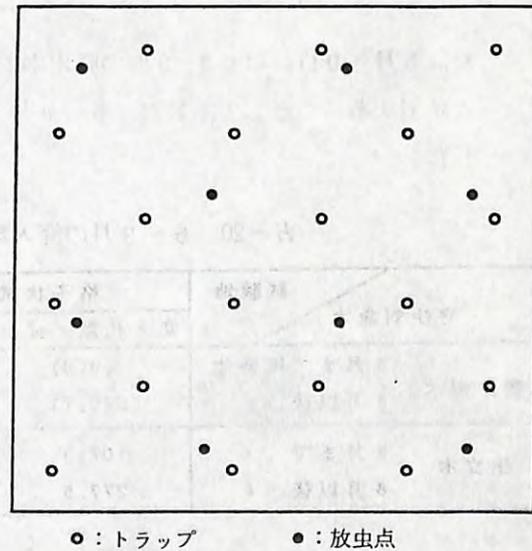


図-15 格子状試験区のトラップ数を18個としたときの放虫点との位置関係

16)。

5月には、格子状試験区では8個のトラップと8か所の放虫点を使った。十字型試験区では放虫点を25mと50mの配置とし、トラップは中心に4個を置いた。5月のマーク・放虫・再捕獲の結果を表-22に示した。未飛しょう個体の放虫を2回行ったが、両試験区ともフェロモントラップで捕獲し放虫した場合より低い誘引率であった。

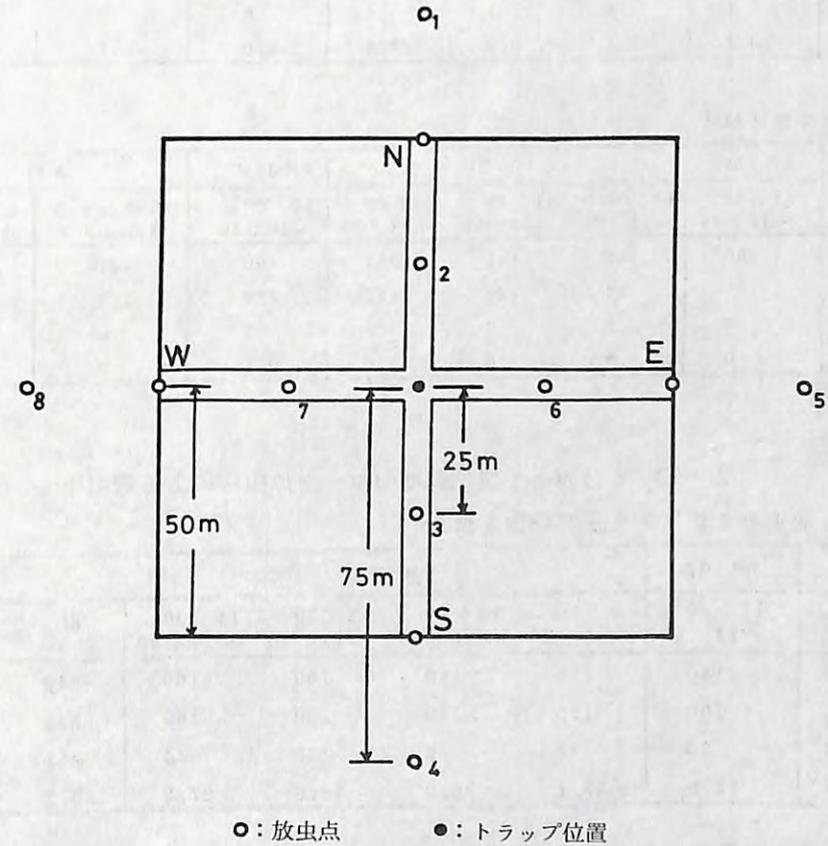


図-16 十字型試験地で放虫点の1つを75mとしたときの配置図

8月の格子状試験区の結果を表-23に示した。18個のトラップを使用した時の誘引率がかなり高くなっている。この理由は放虫点8個、トラップ18個としたので放虫点とトラップの最短距離が10mとなりこれら場所で誘引率が高くなったためである。

8月の十字型試験区の結果を表-24に示した。放虫点を25mと75mとした場合、25m、50mの場合より誘引率は低くなるが、その差はそれ程大きくはない。

表-22 5月のマーク放虫法による誘引率

格子状試験区							
調査日	5月27日	5月29日			5月30日	合計	
放虫時間	11:30 ~12:05	9:35 ~10:00	10:40 ~11:15	14:00 ~14:30	10:00 ~10:30	未飛しょう 個体(※)	トラップで 捕獲個体
マーク虫数	160※	165	157※	165	400	317	730
放虫数	143	41	155	165	396	298	602
再捕獲数	1	1	1	4	8	2	13
誘引率(%)	0.7	2.4	0.6	2.4	2.0	0.7	2.2

十字型試験区

調査日	5月27日	5月29日			5月30日	合計	
放虫時間	11:30 ~12:00	10:00 ~11:00	11:15 ~11:50	14:00 ~14:30	10:00 ~10:30	未飛しょう 個体(※)	トラップで 捕獲個体
マーク虫数	160※	160	161※	167	400	321	727
放虫数	136	28	140	157	388	276	573
再捕獲数	0	1	0	1	2	0	4
誘引率(%)	0	3.6	0	0.6	0.4	0	0.7

表-23 8月の格子状試験地のマーク放虫法による誘引率

放虫点8個, トラップ18個を使用

調査日	8月10日	8月12日				計	合計
	11:00 ~11:40	9:00 ~9:20	10:00 ~10:30	11:20 ~11:40	14:00 ~14:30		
マーク虫数	160	160	160	160	160	640	800
放虫数	160	155	160	160	160	635	795
再捕獲数	20	73	56	38	44	211	231
誘引率(%)	12.5	47.1	35.0	23.8	27.5	33.2	29.1

放虫点8個, トラップ8個を使用

調査日	8月13日			計
放虫時間	9:20 ~9:40	11:50 ~12:20	15:00 ~15:20	
マーク虫数	160	160	160	480
放虫数	160	160	160	480
再捕獲数	11	12	18	41
誘引率(%)	6.9	7.5	11.3	8.5

表-24 8月の十字型試験地のマーク放虫法による誘引率

25m, 50mで配置

調査日	8月10日	8月12日				計	合計
	11:00 ~11:30	9:20 ~9:40	10:35 ~11:00	11:50 ~12:10	14:00 ~14:30		
マーク虫数	160	160	160	160	160	640	800
放虫数	144	160	160	159	160	639	783
再捕獲数	14	34	27	31	21	113	127
誘引率(%)	9.7	21.3	16.9	19.5	13.1	17.6	16.2

25m, 75mで配置

調査日	8月13日			計
放虫時間	9:20 ~9:40	11:50 ~12:20	15:00 ~15:20	
マーク虫数	160	160	160	480
放虫数	160	159	160	479
再捕獲数	25	24	23	72
誘引率(%)	15.6	15.1	14.4	15.0

10. 1983年の生立木への寄生

図-12, 13に示したように, 格子状試験地では30本の生立木が寄生を受け, その内9月の調査で枯れもしくは異常と判断されたものは14本であった。十字型試験地では, 試験区内で17本, 周辺林分で24本の生立木に寄生がみられた。図-17, 18に両試験地の立木と寄生された立木の直径分布を示した。

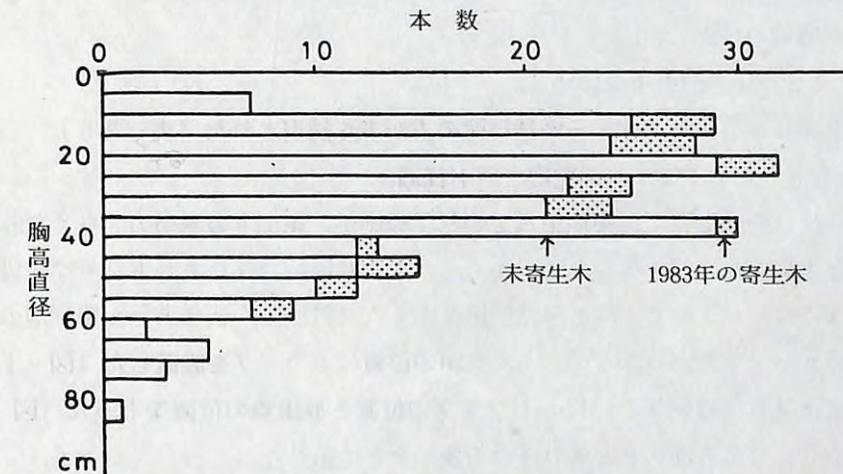


図-17 格子状試験地残存林分調査区の生立木の胸高直径分布

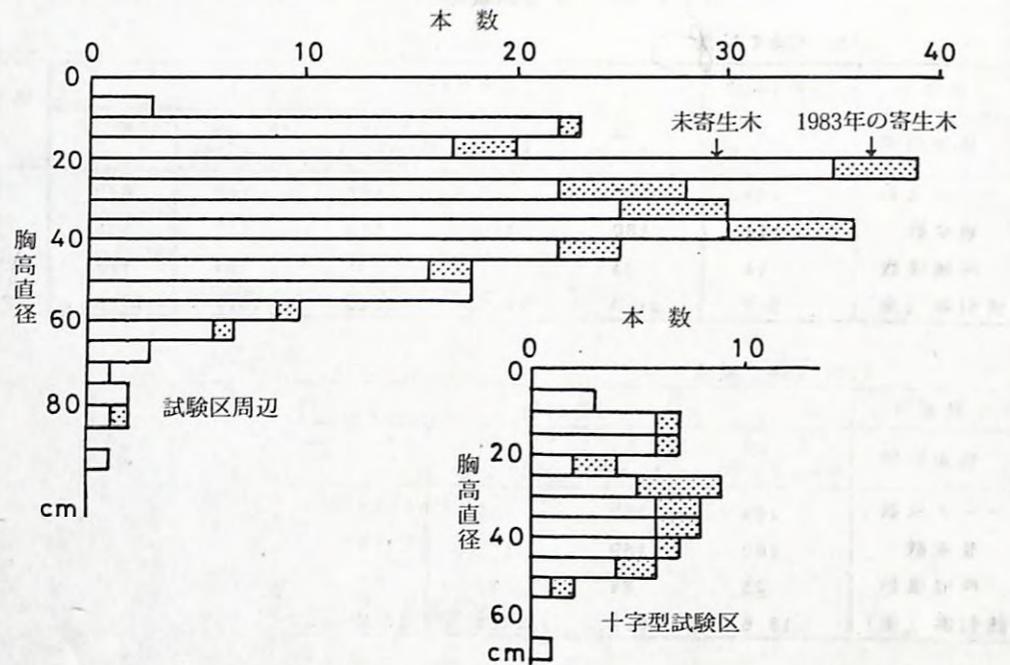


図-18 十字型試験地の生立木の胸高直径分布

一般に風倒でないときの生立木の枯れは直径の大きいものから始まるが、風倒の場合には図に示したように径級にかかわらず寄生されるのが特徴的である。今年は夏期に低温で経過したためか、寄生され枯れたと思われる立木でも針葉が変色せず、緑色のまま落葉しているものが多かった。これと同様の理由であろうが、トラップの近くの生立木への寄生も多かった。

11. 1983年の誘引虫の性比

1983年も1982年と同様に雌の方が多く誘引された(表-2.5)。

12. 1984年のトラップの配置と誘引経過

格子状試験地では、従来使用していた試験区が、風倒木の誘引力がなくなり、また成虫の発生源となくなったことから、この試験区にフェロモントラップを設置する意味がなくなった。そこで、この試験区をふくんだ外側の穴状にあいた風倒地の周辺に林縁から0m, 25m, 75m, 175mの位置にトラップを設置した(図-19)。

十字型試験区は前年と同様のトラップの位置と放虫点の位置をとった(図-16)。5月から9月27日までの誘引経過を表-26に示した。

表-25 1983年の誘引個体と未飛しょう個体の性比

採集日	誘引個体		未飛しょう個体		備考
	雌	雄	雌	雄	
V.24			127	138	
27			65	44	
29	671	129			格子状試験区
"	366	34			十字型試験区
VII.21	175	25			
VIII.9	94	6			
IX.27			111	96	
"	235	33			
"	87	13			新成虫
計	1628	240	303	278	

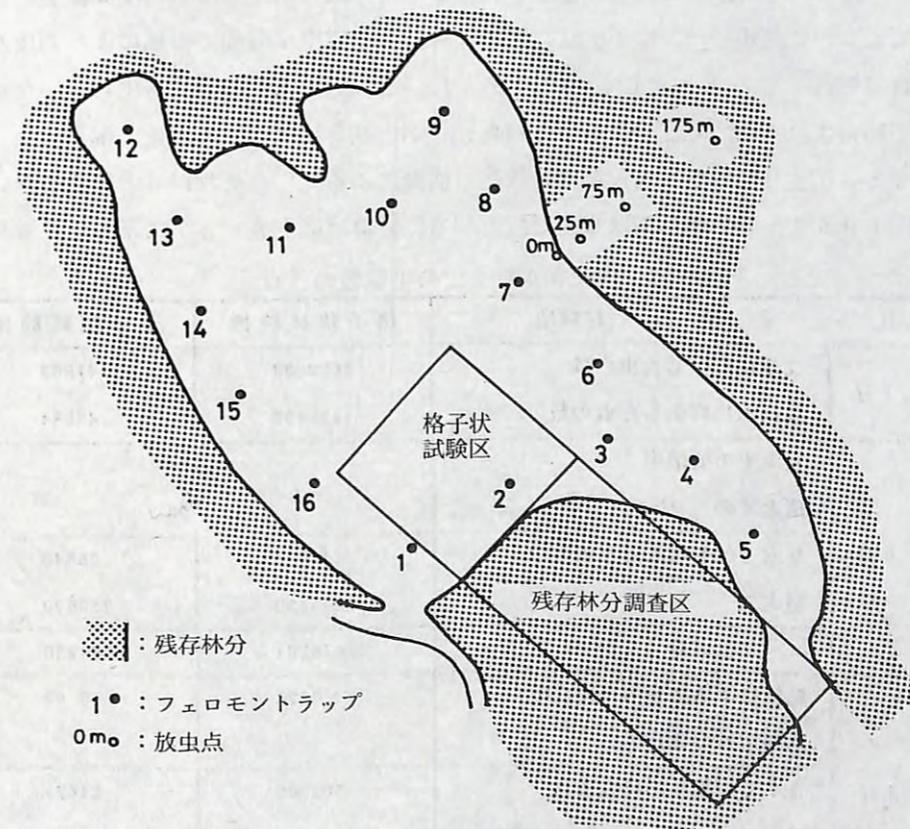


図-19 格子状試験地のフェロモントラップと放虫点配置の概略(中央の正方形の場所は1983年までトラップを設置していたところ)

表-26 1984年の誘引経過

試験地	回収日	~VI. 4	VI. 5	VI. 6	VI. 7	VII. 4	VII. 21	VIII. 6	VIII. 7	VIII. 8	VIII. 9	IX. 27
格子状試験地		67384	1680	6496	1418	64680	57089	58600	1234	1501	2725	10442
十字型試験地		16600	296	401	46	18400	40500	56600	744	1215	2907	3621
格子状試験地16個, 十字型試験地4個トラップの合計												

13. 1984年春の誘引試験

フェロモントラップの設置を5月15~16日に行った。このとき、日陰部分にはまだ雪が残っていた。

それぞれの試験区の1983年9月に越冬に入った虫の数は知られている。前年はこれに越冬虫の越冬場所内での死亡を考慮して春の総虫数を推定したが、今年はこれに加えて鳥の捕食が起こった。鳥の捕食は立木のみでみられ、倒木ではまったくみられなかった。鳥によって捕食のあった立木は樹皮がはがれ木部が露出したことから明瞭に判断できる。そこで、この捕食による死亡率を調査するために、枯死立木の剥皮面積を観察によっておまかに測定した。格子状試験地残存林分と十字型試験地での鳥による剥皮割合はそれぞれ、27.8%と60.0%であった。この剥皮した部分に寄生していた虫はすべて捕食されるか、死亡したものと判断し、剥皮割合=捕食による死亡率とした。

1983年9月に越冬に入った虫の数から捕食による死亡とそれ以外の死亡を除いた数が、1984年春の越冬あけ成虫総数となる。計算経過を表-27に示した。6月7

表-27 1984年4月までの生息数の計算

年月	項目 \ 試験地	格子状試験地	十字型試験地
1983年	7月 立木に寄生した虫の数	1000008	147969
	7月 風倒木に寄生した虫の数	1116490	46684
	9月 立木での繁殖率	1.285	
	9月 倒木での "	30	
	9月 立木で越冬に入った虫の数	442934	65540
1984年	4月 倒木で "	2233330	933690
	4月 合計	2676264	999230
	4月 鳥類による捕食率(死亡率)	0.28	0.60
	4月 鳥類以外の死亡率	0.947	
	4月 立木での越冬あけ成虫数	302006	24827
	倒木での "	2114966	884204
	越冬あけ総成虫数	2416972	909031

日までに越冬あけ成虫がすべて脱出したと考えると、越冬あけ成虫の誘引率を計算した。

脱出虫の性比は雄:雌=1:1 誘引虫の性比は雄:雌=1:8.53とした。寄生数は、立木と倒木についてサンプリング調査を行った。穿入密度は立木で125/m<sup>2</sup>倒木で285/m<sup>2</sup>であった。立木への穿入虫の性比は前年の数値雄:雌=1:0.526を使用した。倒木での穿入虫の性比は雄:雌=1:2とした。格子状試験地の密度は残存林分調査区の調査の数値を前年と同様に10.28倍して周辺林分に対応させた。十字型試験区では200×200mの範囲の立木について寄生を調査した。以上の計算から、脱出虫数に対する誘引率、寄生数に対する誘引率等を算出したのが表-28である。行方不明の数がかなり多いが、この原因は、脱出数の推定がかなり過大に評価されているためと考えられる。すなわち、剥皮していない部分を鳥に捕食されなかったものとしたが、この剥皮していない部分は樹皮内に虫がいなかったために、鳥が捕食しなかったとも考えられ、生存虫はもっと少ない可能性がある。しかし、これについては実際に調査を行っていないので裏付けはない。

表-28 越冬あけ成虫の誘引率

項目	試験地	格子状試験地			十字型試験地		
		計	雌	雄	計	雌	雄
脱出数		2416972	1208486	1208486	909031	454516	454516
誘引数		75978	66481	9497	17343	15484	1859
誘引率(%)		3.1	5.5	0.8	1.9	3.4	0.4
(風倒木)寄生数	(立木)	282237	178132	104105	31864	21243	10621
(寄生に)誘引率(%)	対する	21.2	27.2	8.4	35.2	42.2	14.9
行方不明, ( )は割合		2058757 (85.2)	963873	1094884	859824 (94.6)	417789	442035

4. 1984年夏の誘引試験

この年は6~9月がかなり暑く、樹皮内の子虫の成長が早かったため、定期調査を行った8月6~9日には再寄生と第1世代成虫とが混っていた。また第1世代の成虫も羽化が終了する時期になっていた(表-29)。

そこで、再寄生と第1世代をこみにして計算を行った。繁殖率(子虫数/母孔数)は7月24日に行った調査から立木で0.59、倒木で6.25とした。倒木における繁殖は前年、前々年と比べて極めて悪かった。これは夏の高温のせいかもしれない。8月9日の調査では格子状試験地の残存林分であらたな倒木が1本あり、寄生がみられた。生立木への穿入密度は107/m<sup>2</sup>であった。立木での寄生性比は雄1:雌0.526とした。誘引率の計算結果を表-29に示した。脱出数に対する誘引率は、15%、33%、

%, 寄生数に対する誘引率は26%, 70%とかなりよい誘引率を示している。雌についてだけみれば85.6%という高い数値が得られた。

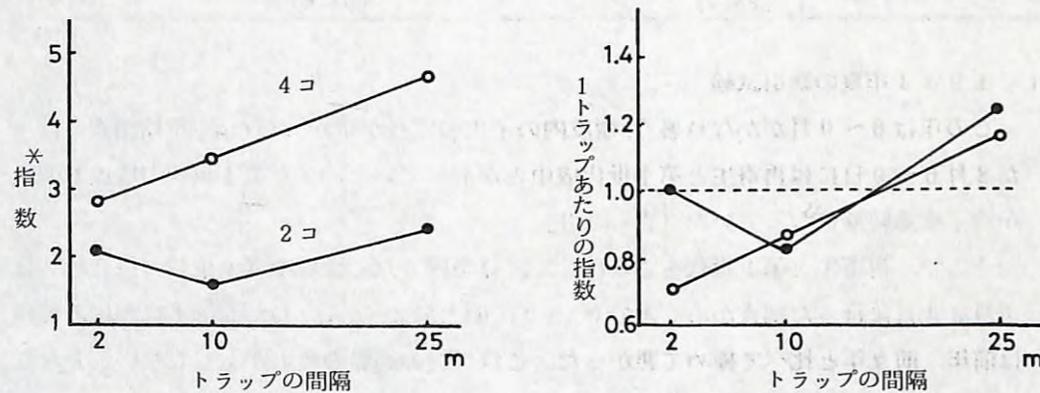
表-29 再寄生と第1世代成虫の誘引率

項目	試験地	格子状試験地			十字型試験地		
		計	雌	雄	計	雌	雄
脱出数		1328484	664242	664242	375638	187819	187819
誘引数		196271	175234	21037	123987	110698	13289
誘引率		14.8	26.4	3.2	33.1	58.9	7.1
(風倒木立木) 寄生数		532833	327562	205271	52250	18010	34240
V.6~VIII.9の誘引数		185829	165912	19917	120366	107465	12901
(寄生に) 誘引率(%)		25.9	33.6	8.8	69.7	85.6	27.4
行方不明, ( ) は割合		568540 (43.8)	146026 (22.5)	422514 (65.1)	199401 (53.1)	59111 (31.5)	140290 (74.7)

格子状試験地と十字型試験地で行方不明の割合がほぼ等しくなっており, 前年のような極端な差がなくなっている。この原因は両者の生息密度が同じようになったため移動があっても相殺されたものと思われる。

15. トラップ密度とトラップ間隔試験

トラップの配置の最適密度および間隔を知るために格子状試験地で, トラップ各地点に1, 2, 4個のトラップを設置した。トラップ地点No.4, 6, 8に2個のトラップ, No.13, 14, 16に4個のトラップを設置した。No.4と16が2m間隔, No.6と14が10m間隔, No.8と13が25m間隔とした。調査期間は1984年8月10日~9月27日である。この結果を図-20に示した。



\*: 1コ設置のトラップでの捕獲数を1としたときの指数

図-20 トラップの密度と間隔との関係

1個のトラップを配置したNo.2, 10, 11の捕獲数を1とした指数として表わすと, 2個の場合も4個の場合も1個の時より多くとれることは確実であるが1個あたりの捕獲数は, 2mと10m間隔では1個のときより少なく25mで約1.5倍となっている。1個と同等の捕獲数になるのは約16m程度の間隔のときである。トラップ間隔とトラップ1個あたり数との間には上限値があり, その値は1に近づく筈であるが25m間隔のとき, 1個あたりの捕獲数が, 1を越えている。この原因はトラップ位置間の距離が100mとなっているので, 他のトラップへ影響がおよんでいるためであると思われる。その裏付けとしては, フェロモン数が全体として増えたので誘引数が多少増えていること, 4個設置したNo.12~16側では間にはさまった, 1個のトラップの捕獲数が少なくなっていることなどがあげられる。

トラップ間隔と捕獲能率との関係を理想的に実験することは場所の均一等から不可能に近いと思われるので, 1回の試験ではあるが今回の試験程度で満足せざるを得なかった。

16. 1984年のマーク放虫法による誘引率

マーク放虫法は前年と同様で, 調査は1984年6月5日~7日と8月7日~10日の2回行った。格子状試験地ではトラップ配置の変更にともなって, 放虫点の位置を変えた。成虫の脱出が, 残存林分内で行われることから, 放虫点も林分内に設置した(図-19)。十字型試験地では前年と同様放虫点を25mと50m, 25mと75mの2つで試験した(図-16)。

十字型試験地では毎回, 各放虫点で20~50頭を放虫した。その結果, 6月には25m, 50m放虫点を使用したとき2.4~4.4%の再捕獲率となり, 25m, 75mの放虫点を使用したときには1.3%程度の数字となった。8月には25m, 50mの配置で0.6~4.3%, 25m, 75mの配置で5.6%となった(表-30)。これを

表-30 十字型試験地でのマーク法による誘引率

調査日	6月5日		6日*		7日	
	14:00	15:00	9:00	12:00	9:00	12:00
放虫時間						
マーク虫数	160	160	320	320	320	320
放虫数	159	152	296	320	296	320
再捕獲数	7	4	4	4	7	9
再捕獲率(%)	4.4	2.6	1.4	1.3	2.4	2.8

調査日	8月7日*	8日		9日	10日	
	10:00	8:30	10:00	8:30	9:00	12:00
放虫時間						
マーク虫数	160	320	168	401	400	323
放虫数	160	319	167	401	400	322
再捕獲数	9	8	1	14	16	14
再捕獲率(%)	5.6	2.5	0.6	3.5	4.0	4.3

\* 25mと75mの放虫点を使用した。

# 放虫開始時間を示し, 終了までに40分を要した。

内側25mの放虫点と外側50m, 75mの放虫点で分けて再捕獲率を比較すると表-31のようになる。25mと50mでは差はあまり大きくないが、75mでは50mに比べて再捕獲率が著しく低下している。

表-31 十字型試験地での放虫点の組み合わせ、距離別の誘引率(%)

調査月	6月			8月		
	放虫点距離	25m	50m	75m	25m	50m
25m, 50m	3.8	2.0	—	3.5	3.8	—
25m, 75m	2.3	—	0.3	10.0	—	1.3

格子状試験地でも十字型試験地と同時に放虫を行った。放虫点毎の再捕獲率を示したのが表-32である。林縁からの距離が0mと25mでは再捕獲率はそう変わらないが、75mと175mではかなり低くなっている。75mと175mとは大きな差はない。再捕獲されたマーク虫の軌跡をみると(図-21)。近いトラップにより多く入っている。

表-32 格子状試験地での放虫点毎の誘引率(再捕獲率)

調査日	放虫点	0m	25m	75m	175m	計
6月5日~7日	放虫数	203	220	414	430	1267
	再捕獲数	12	12	4	3	31
	再捕獲率(%)	5.9	5.5	1.0	0.7	2.4
8月7日~10日	放虫数	221	217	290	338	1066
	再捕獲数	9	7	3	2	21
	再捕獲率(%)	4.0	3.2	1.0	0.6	2.0

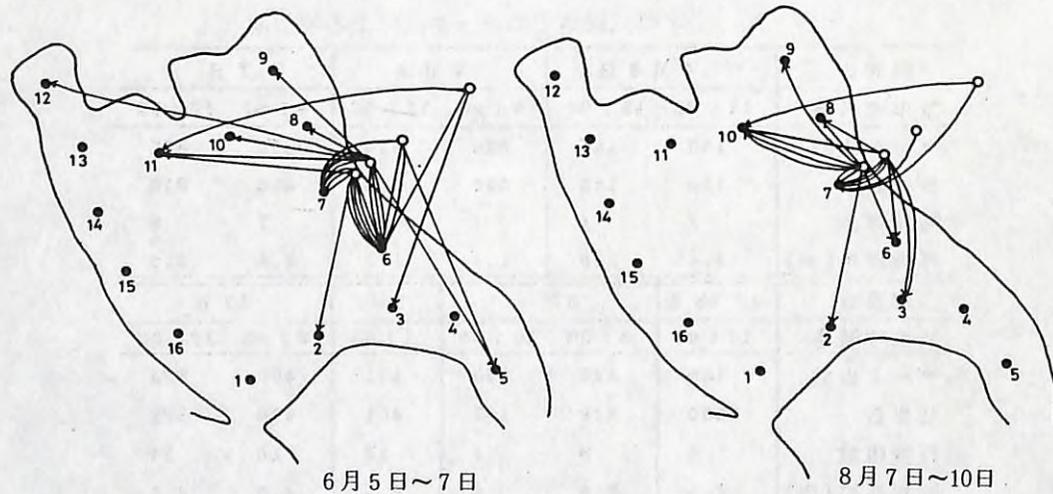


図-21 格子状試験地で林内から放したマーク虫の再捕獲の経路(一本の線が一頭のマーク虫を表わしている)

#### IV まとめ

1. タイリクヤツバキクイムシフェロモン剤 Ipslure およびトラップは、日本のヤツバキクイムシに対しても充分有効であり、かなりの虫が誘引されることがわかった。
2. しかし、トラップを密に配置することにより虫の全体密度をかなり下げることが可能であると考えられるが、風倒直後のようにフェロモン剤の周辺に競合相手となる倒木が多くある場合には、倒木への寄生をさせない程の誘引力は認められなかった。
3. このことから、倒木等がなく、生立木への寄生が主の状態(例えば平常状態の天然林)で生立木と競合するといった関係になればこのフェロモン剤はかなり高い誘引率防除効果が期待される。今後、このような使用法についての検討を要する。
4. 問題点として、雌雄によって誘引率に差がある点があげられる。雄の誘引率を雌と同様にすることができればより大きな効果が期待されるので、フェロモン剤組成の改良などの検討も望まれる。

林業薬剤の環境に及ぼす影響と  
合理的使用法

— 散布跡地 —

# 林業薬剤の環境に及ぼす影響と合理的使用法

## — 散布跡地 —

### I 試験担当者

保護部昆虫科長（現関西支場長）	小林富士雄
林業薬剤第二研究室長 （現関西支場昆虫研究室長）	田畑勝洋
鳥獣第二研究室	土方康次 高野 肇
昆虫第一研究室 （実施期間 昭和57年～59年）	山崎三郎

### II 試験目的

マツノザイセンチュウによる松の枯損を防止するため、媒介昆虫マツノマダラカミキリを対象とする薬剤の空中散布が各地で実行されている。この散布が林地の環境生物に及ぼす影響、とくに昆虫類、野生鳥類、土壌生物に及ぼす影響と、散布薬剤の河川水、土壌中の残留量を明らかにする目的で、昭和52年より5年間にわたり、水戸営林署および岡崎営林署管内において詳細な調査が行われた（林業試験場：昭和56年度国有林野事業特別会計技術開発成績成績報告書、昭和57年12月、参照）。

今回の調査は、上記の調査項目のうち、主として鳥類に対する影響を実験的手法によって確認することを目的として行ったものであり、そのほか上記水戸営林署において野生鳥類および昆虫類の補足継続調査を行った。

### III 試験の経過の概要

野生鳥類については、52年度より5年間、水戸営林署御前山国有林においてセンサスを行い、空中散布が種数・個体数に与える影響は認められなかったが、このような調査は可能な限り長期に恒って行うことが望ましいので、今回も引続き同様のセンサスを年1回ずつ行った。

鳥類に与える農薬の生理的影響を知る目的で、長野県小諸市にある農林水産航空協会所属農林航空技術センターにおいて、室内の模擬空中散布装置を用いて59年6月、ジュウシマツ等への直接被薬実験および被薬毒餌の給餌実験を行った。

昆虫類については、52年より5年間、水戸営林署御前山国有林において、各種方法による種数・個体数の調査を行ったが、今回はわら巻き法による調査を59年冬に行って、この結果を52年度より行ったわら巻き調査の結果と比較しながら取纏めた。

#### IV 試験地の概要

前回報告書参照。

#### V 試験の方法と得られた成果

##### 1. 鳥類に対する薬剤の酵素阻害実験

###### (1) 調査目的

NACおよびMEPの野生鳥類に対する影響を実験的に知るため、行動観察と酵素阻害について、室内における模擬空散という苛酷な条件下で調査する。

###### (2) 調査方法

1) 供試薬剤：スミパイン乳剤（MEP 80%）およびセビモール（NAC 40%原液）。スミパイン乳剤は30 l/haで2回、セビモールは7 l/haで1回、自動散布架設装置（農林航空技術センター、長野県小諸市）によって散布。散布量は実験室の床面積（292 m<sup>2</sup>）あたりに換算した。

2) 供試鳥類：市販のジュウシマツ（約13 g/羽）200羽、ホオジロ（約19 g/羽）7羽およびカシラダカ（約17 g/羽）2羽を購入し、59年6月20日に農林航空技術センター（長野県小諸市）に自動車にて輸送した（移送時間約7時間）。移送後、直ちに異常の有無を確認し、ジュウシマツは5羽、ホオジロおよびカシラダカは1羽ずつ別々に飼育カゴに入れ、粟と水を与えて実験開始時まで飼育した。

###### 3) 薬剤散布実験

薬剤散布実験室（床面積292 m<sup>2</sup>）に1カゴあたりジュウシマツ5羽を入れた飼育カゴを図-1のように床上高150 cmの所に6個つるした。また、ホオジロとカシラダカは1羽ずつ飼育カゴに入れ、ホオジロは2カゴ、カシラダカは1カゴを床上高25 cmのポット上に任意に置いた。

飼育カゴを設置した後、自動散布架設装置（床上高470 cm）によってNACおよびMEPの所定薬量を散布した。散布薬剤による影響は散布前後や対照区の視覚的な行動観察と血液中の血しょうコリンエステラーゼ阻害について調査した。調査は両剤とも散布直後、散布5分、10分、30分、60分、90分、180分及び360分後に行い、散布360分後の場合は、行動観察後、被薬した毒餌を与えて

一昼夜放置後、再び同様な調査を行った。

自動散布架設装置で散布したNACとMEPの平均落下量は床上高25 cmのポット10ヶ上に任意に直径12.5 cmの東洋3紙No.2を静置し、散布一定時間後に回収し、ガスクロマトグラフで分析定量した。また、大気中の両薬剤の浮遊量については、つるした飼育カゴと同位置に吸着剤（ワコーゲルC-100, 5 g）を入れたアリン氏管を取り付け、1分間に2.5 lで10分間吸引することによって検討した。すなわち、吸着剤中の薬剤をNACは200 mlのヘキサージオキサン（3:1 v/v）で、MEPは100 mlのアセトンで抽出し、溶媒除去後、アセトンにて定容し、ガスクロマトグラフで分析定量した。

毒餌の調製は床上高25 cmのポット上に8枚のバット（5×32×37 cm）を任意に設置し、各4枚づつ

に粟300 gおよび水5 mlを入れ、散布360分後まで放置し、ろ紙と同様常法にしたがってガスクロマトグラフで分析定量した。ガスクロマトグラフの分析条件は機種ヒューレットパカードガスクロマトグラフ、検出器NPFID、充填剤OV-25:3%WHP100/200メッシュ、ガラスカラムφ3 mm、6フィート、カラム温度210℃、注入口温度250℃、検出器温度300℃であった。

血液中の血しょうコリンエステラーゼ活性は、散布一定時間後、個体別に全採血し、その一部をヘパリン加工のヘマトクリット管（長さ75 mm、内径0.9 mm）にとり、3,000 r.p.m. で5分間遠心し、血しょうを分離し次々示す方法によって測定した。

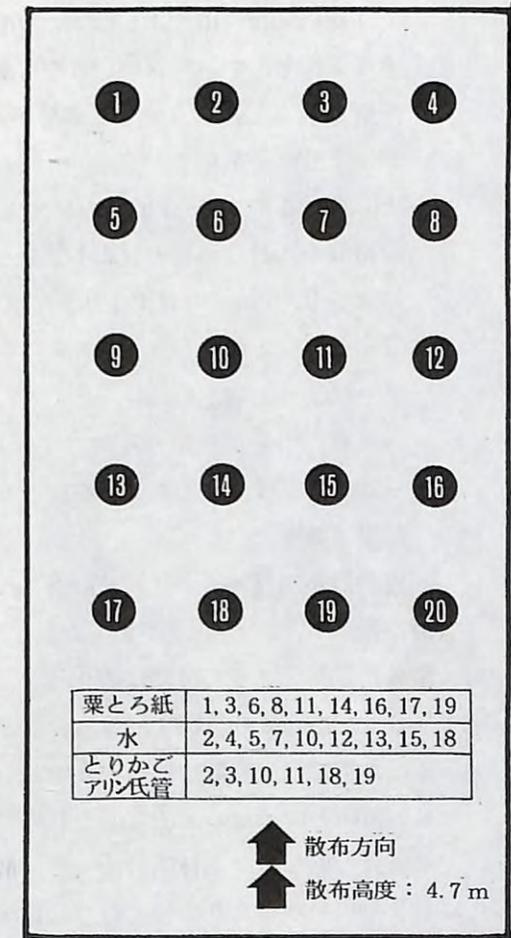


図-1 落下量調査3紙、粟、水および鳥カゴ、アリン氏管の設定位置

一定時間後に取り出した1カゴ中のジュウシマツ5羽の血しょうからその50  $\mu$  lを氷冷した小試験管にとり、等量の1/15 Mりん酸バッファーで希釈し、これを酵素液とした。50  $\mu$  lの酵素液中に等量の80 mMの $^{14}$ C-アセチルコリンヨード液(被放射能約23,000 cpm)を加え、37°Cで30分間インキュベートした。この後0.5 mlのジオキサンを加えて反応を停止、レジーン-ジオキサン混合液を入れ、過剰のジオキサンを流去したパスツールピペットに流し込んだ。反応液を0.5 mlのジオキサンで3回洗滌し、洗滌液をミニバイアルビンにとり、3 mlのジオキサンシンチレーターを加え、液体シンチレーションスペクトロメーターによって測定した。

また、1/15 Mりん酸バッファ50  $\mu$  lに等量の80 mM  $^{14}$ C-アセチルコリンヨード液を加えたものをブランクとした。

### (3) 結果と考察

自動散布架設装置によって散布したMEPの平均落下量は表-1に示すように実際散布量の77.5%以上であった。また、大気中の浮遊量は散布0.5分後では全落下量の約3%で30分後には約0.5%に減少した。一方、NACでは表-2に示した通りで、散布30分後まではほぼ全量が床上に落下するが、60分および90分後の平均落下量は実際散布量の約81%および約62%と減少した。その原因は少なくとも大気中の浮遊量の増加によるものではない。大気中のNAC浮遊量はさきのMEPの場合と異なり、全体的に少なく、散布5~60分後までは全落下量の約0.1%であったが、散布90分後ではさらに少なく、全落下量の約0.06%まで減少した。表-3は粟および水のMEPおよびNACの平均含有量を示したものでこの毒餌を散布実験に供試した個体に連続投与した。

薬剤散布後のジュウシマツの行動観察では、散布直後では各個体とも薬剤が全身に

表-1 自動架設装置で散布したMEPの平均落下量\*(g)

薬量 (g)	散布後時間 (分)				
	5	15	30	60	90
実際散布量	125.1	128.2	114.8	108.8	109.0
全落下量	136.9	106.7	118.7	88.4	67.4
大気浮遊量	0.17	0.10	0.12	0.09	0.04

\* 全床面積 (292 m<sup>2</sup>) あたり

表-2 自動架設装置で散布したNACの平均落下量\*(g)

薬量 (g)	散布後時間 (分)		
	0.5	5	30
実際散布量	11.1	11.9	12.7
全落下量	8.6	13.8	11.2
大気浮遊量	0.26	0.14	0.06

\* 全床面積 (292 m<sup>2</sup>) あたり

表-3 自動架設装置で散布した時のMEPおよびNAC量

薬 剤	粟 ( $\mu$ g/g)	水 ( $\mu$ g/ml)
MEP	19.8	2.3
NAC	262.2	21.7

ふりかかったため、けたたましく鳴き、首を左右にふったり、くちばしをとまり木にこすりつける動作をくり返す行動がみられたが、落下するような個体は認められなかった。また、散布60分、120分、180分、360分後における行動観察ではとりわけて特徴のある行動がみられたのではないが、総じてとまり木ににとまったままねむる時と同じような体勢をし、ほとんど動かない個体や逆毛を立てる個体など散布前あるいは対照区のものにはみられない異常姿勢が観察された。しかし、清浄な条件下におくとすみやかに回復し、正常な行動が観察されるようになった。

毒餌を2週間も連続投与した個体では日毎に1~2羽の死亡個体のみられたが、対照区でも全期間を通じて1~2羽は死亡した。対照区での主な死亡要因は試験地での外気温の急激な低下に加えて長野から筑波(茨城県茎崎町)までの長時間の移動による疲労が加わった極度の衰弱によるものと考えられる。したがって薬剤投与区はこれらの死亡要因の他にさらに薬剤の影響が加ったため死亡個体が続出したと推察される。

上述の結果はNAC、MEPのいずれも共通して観察されたことであり、特に成分の違いによる差は認められなかった。

さきにも述べたがMEPやNACのふりかかったジュウシマツは死亡個体はみられないまでも行動に若干の異常が観察された。その原因が酵素阻害にみるものかどうかを検討した結果、図-2に示したような結果が得られた。本図から明らかなように、

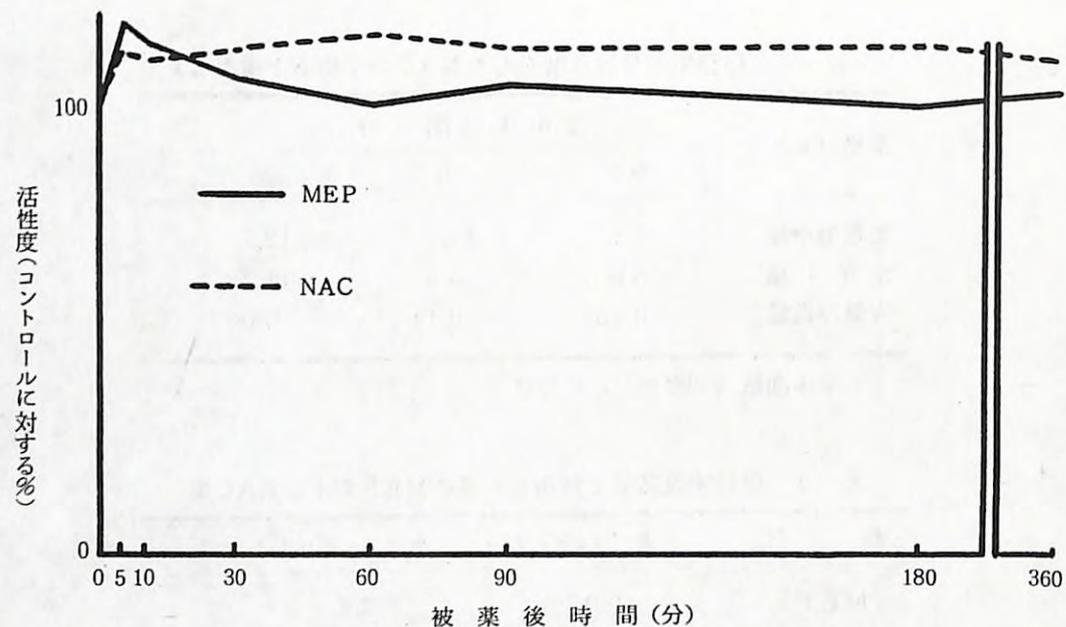


図-2 MECおよびNACを被薬したジュウシマツの血しょうコリンエステラーゼ活性の経時変化(被薬直後=5分後)。

散布直後から360分後までの間、どの時点においても血液中の血しょうコリンエステラーゼ活性の阻害は認められなかった。また、散布360分後から毒餌を与えて一昼夜飼育した個体においても同酵素阻害は生じていなかった。尚、毒餌を連続投与した個体の酵素阻害については調査していない。

ジュウシマツ以外のホオジロやカシラダカでは個体数が少なく、薬剤による影響を十分に調査することは出来なかったが、薬剤散布による死亡個体はなかった。

本実験は現在空中散布されている松くい虫防除剤のNACやMEPの野生鳥類に対する影響を明らかにすることがねらいである。しかし室内実験であるため、実際場面とは大きな相違があることは十分考慮しておかねばならないが、本結果は野外における空中散布では考えられないほどきわめて苛酷な条件下で得られた結果である。したがって、NACやMEPに対する薬剤感受性が本実験に供試したジュウシマツと同等かそれ以下の野生鳥類であれば、両剤の空中散布によって直接または、生理的障害を起し死亡する可能性はないと判断される。

## 2. 野生鳥類のセンサス

### (1) 調査方法

調査は水戸営林署御前山国有林において行われた。マッピング法を用い、林内に長さ3kmの鳥類観測用のコースを設け、一定時間内(約2時間)に歩行しながらコース

の両側で鳥類のサズリ (Song), 地鳴 (Call), 個体観察 (Visual) などで種類を判別し、発見した位置を所定の地図上に記録した。

## (2) 結果と考察

### 1) 鳥類相

1982年から1984年の間、NAC剤が空中散布された跡地のマツ林で、延8回の鳥類センサスを実施し、記録出来た種類は'82年19種, '83年20種, '84年17種, '85年22種となり総数14科, 32種類(前回'77年から'81年のセンサスの合計は26科, 52種類)であった(表-4)。これらは留

表-4 水戸試験地の鳥類相

(1982~1985)

種名	調査年			
	1982 6	1983 8	1984 8	1985 2
1 トビ Milvus migrans		+		+
2 サシバ Butastur indicus	+	+	+	
3 コジウケイ Bambusicola thoracica	+	+	+	+
4 ヤマドリ Phasianus soemmerringii			+	
5 キジバト Streptopelia orientalis		+	+	+
6 ホトトギス Cuculus poliocephalus	+	+		
7 アオゲラ Picus awokera	+	+		
8 コゲラ Dendrocopos kizuki	+	+	+	+
9 サンショウクイ Pericrocotus roseus	+	+	+	
10 ヒヨドリ Hypsipetes amaurotis	+	+	+	+
11 モズ Lanius bucephalus		+		
12 ジョウビタキ Phoenicurus aureus				+
13 シロハラ Turdus palidus				+
14 ツグミ Turdus naumanni				+
15 ヤブサメ Settia squameiceps	+	+		
16 ウグイス Settia diphone	+	+	+	+
17 キビタキ Muscicapa narcissina		+		
18 サンコウチョウ Terpsiphone atrocaudata	+	+		
19 シジュウカラ Parus major	+	+	+	+
20 エナガ Aegithalos caudatus	+	+	+	+
21 メジロ Zosterops japonica	+	+	+	+
22 ホオジロ Emberiza cioides	+	+	+	+
23 カシラダカ Emberiza rustica				+
24 アオジ Emberiza spodocephala				+
25 カワラヒワ Carduelis sinica	+	+	+	+
26 マヒワ Carduelis spinus				+
27 ウソ Pyrrhula pyrrhula				+
28 イカル Eophona personata	+		+	
29 シメ Coccothraustes Coccothraustes				+
30 カケス Garrulus glandarius	+	+	+	+
31 ハシボソガラス Corvus corone			+	+
32 ハシブトガラス Corvus macrorhynchos	+		+	+

鳥50.0%, 冬鳥21.9%, 漂鳥15.6%, 夏鳥12.5%の順となり, 年度によって増減がみられた。さらに種類数について前回の年毎の調査結果と比較してみるとほぼ同様である。前回認められ今回認められなかった種は調査地の外部周辺に生息場をもつカイツブリ, カルガモ, コサギ, ツバメ, セツカ, キセキレイ, カワセミ, ムクドリ, ヒバリ, アオバズク, オナガなどが含まれており, 今回認められた種類は, これらを除くと森林原野生の種類でしめられ, 種類構成はヒヨドリ, ウグイス, コゲラ, ホオジロ, シジュウカラ, ハシブトガラス, キジバト, エナガ, カケス, メジロ, カワラヒワ, アオゲラ, コジュケイ, トビ, ヤマドリなどの留鳥のほか, 数種の夏鳥, 漂鳥(イカル, ヤブサメ, サンショウクイ, サシバ, キビタキ, サンコウチョウ, ホトトギス)で構成され, 山地帯に似た鳥相を示し, 前回の調査結果と一致した。また'85年2月にはマヒワ, カシラダカ, アオジ, ウソ, シメ, ツグミ, シロハラ, ジョウビタキなどの冬鳥を記録した。

### 2) 出現個体数の変動

鳥類の出現個体数相対密度を年度ごとに示すと図-3のとおりである。これを見ると各年度ともヒヨドリのしめる割合が高く, 全体の20%をしめ, ついでマヒワ13%, ウグイス8%, ホオジロ, コゲラ各6%, シジュウカラ, カワラヒワ各5%の順となり年度によって増減がみられた。さらにマツ林の代表種について1時間当りの出現頻度を示すと図-4のとおりである。各年度によって鳥類の出現順位に多少の変動がみられたものの, 前年同期と比較しても特に大きな変化はなく, 比較的安定した鳥相を示した。

### 3) まとめ

以上NAC剤の空中散布跡地のマツ林で, 鳥類センサスを中心に野生鳥類の出現状況を過去3年間実施したが, 年度によって出現順位や, 個体数に多少の変動がみられたものの鳥類相は豊かで個体数も多く, 比較的安定した鳥相を示し, 薬剤散布の種数・個体数に及ぼす影響は認められなかった。

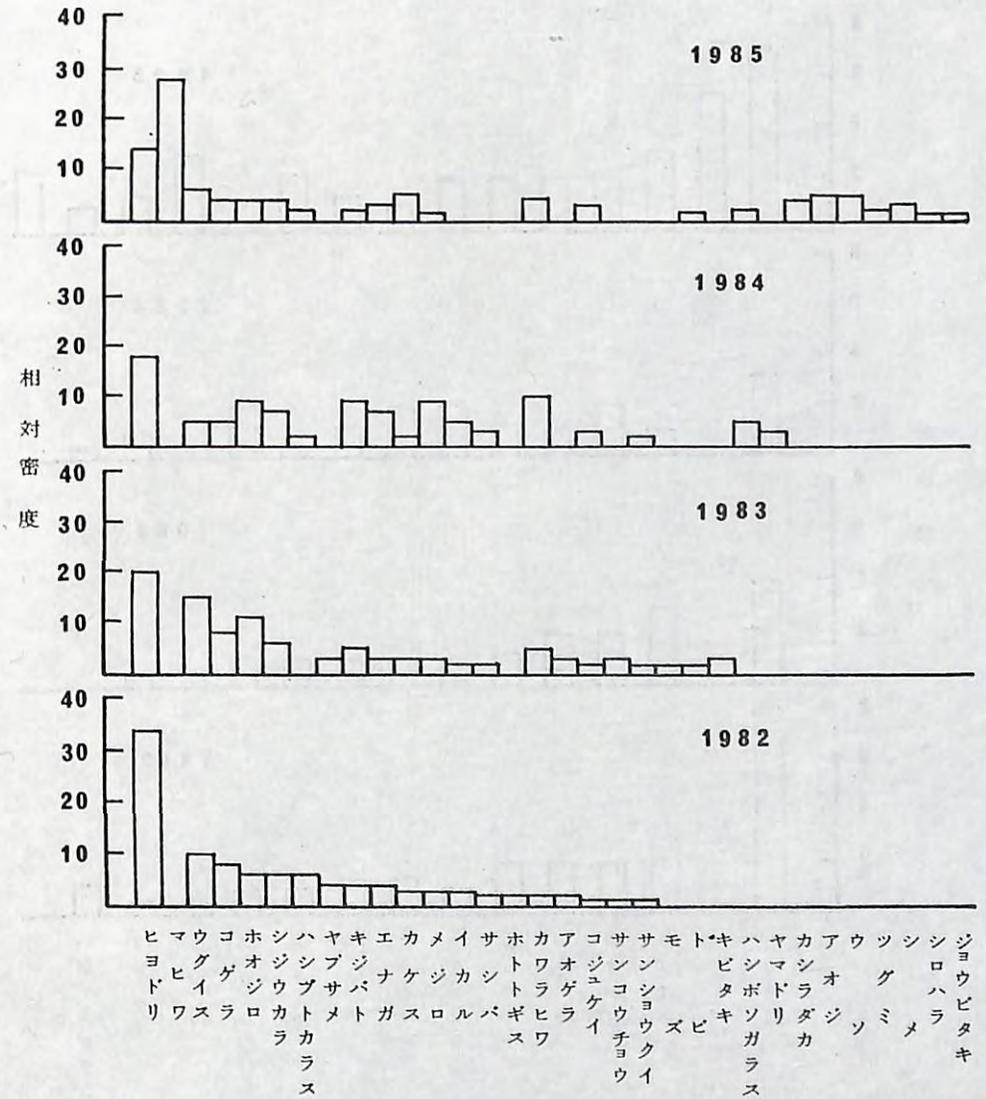


図-3 出現鳥類の相対密度 —水戸試験地—

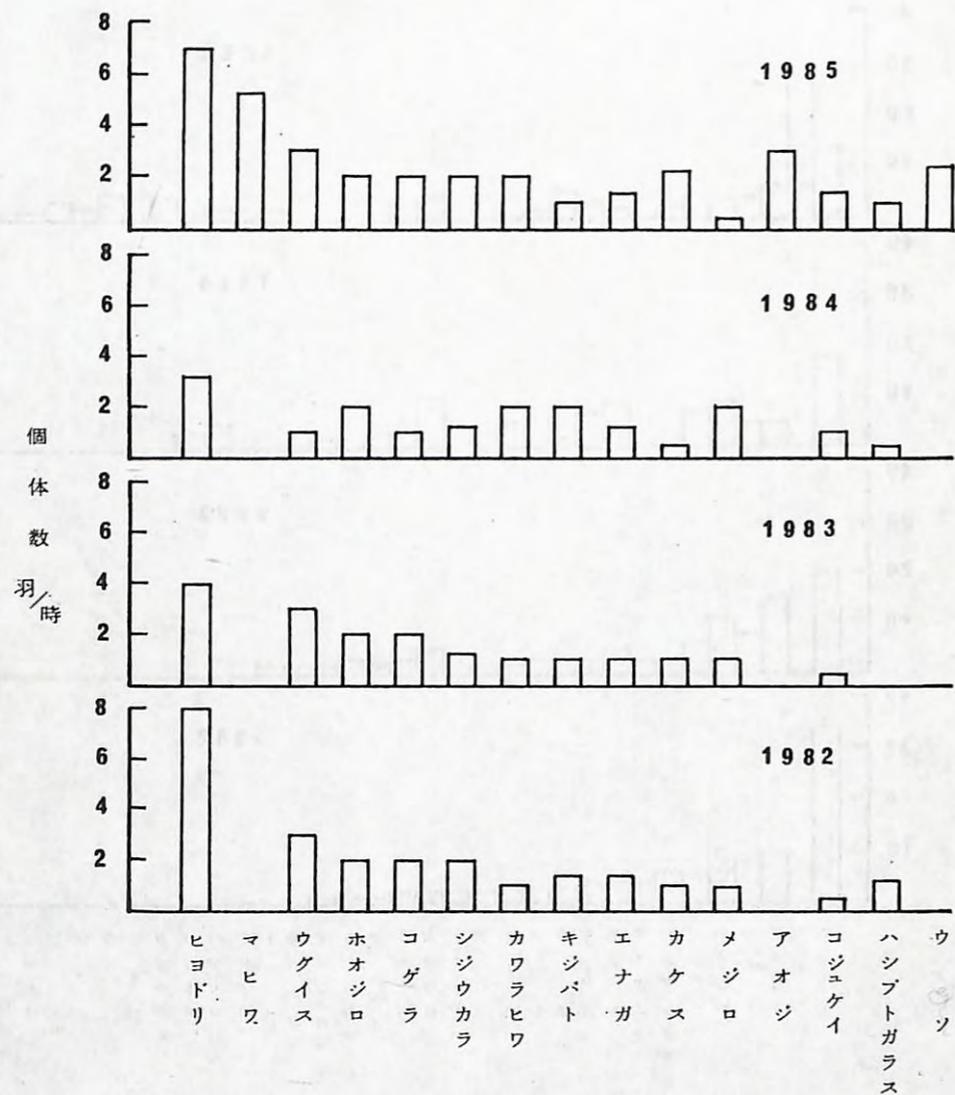


図-4 主な種類の1時間当りの出現頻度

### 3. 昆虫相におよぼす影響調査

カートン巻き法による越冬昆虫(含クモ類)相調査

#### (1) 調査方法

水戸宮林署御前山国有林28林班は小班のアカマツ人工林において林内の小径ぞいに任意に30本の生立木を調査木とした。調査木の平均胸高を径は20.5cm(11~31cm)で、この部分に巾30cmのダンボールカートンを巻きつけガムテープで固定した。設定は9月20日、回収は'85年2月12日であった。資料は研究室に持ち帰り冷凍の後遂時同定した。

#### (2) 結果と考察

##### 1) カートン内の昆虫相

カートン内から得られた昆虫類の内訳は図-5, 6の通りである。1立木当りの

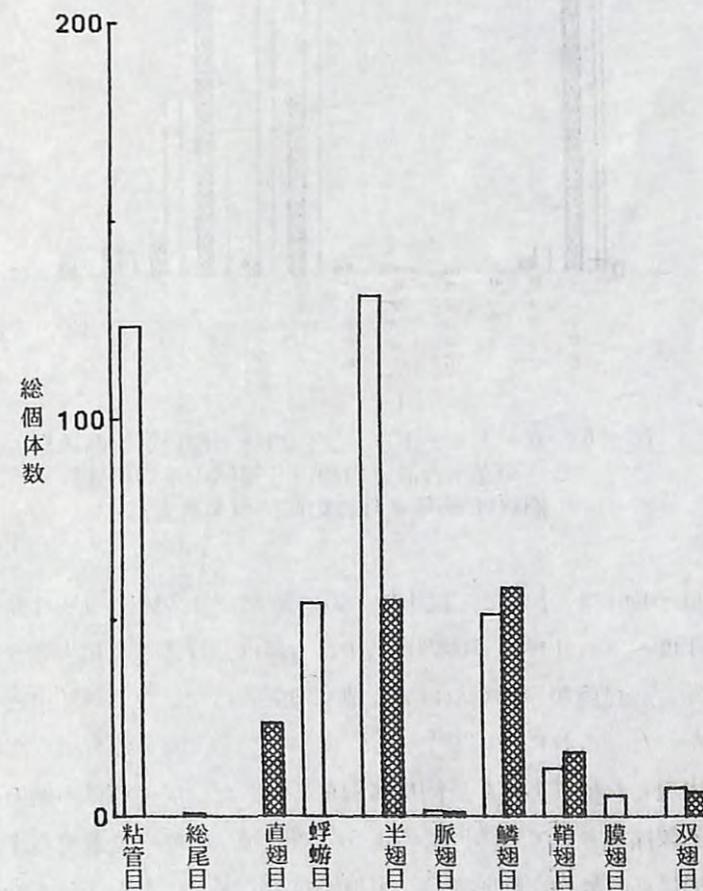


図-5 カートン・トラップ内昆虫類の内訳  
(立木30本合計相対数を示す。白線は5年間平均、網線は'85年度の総個体数)

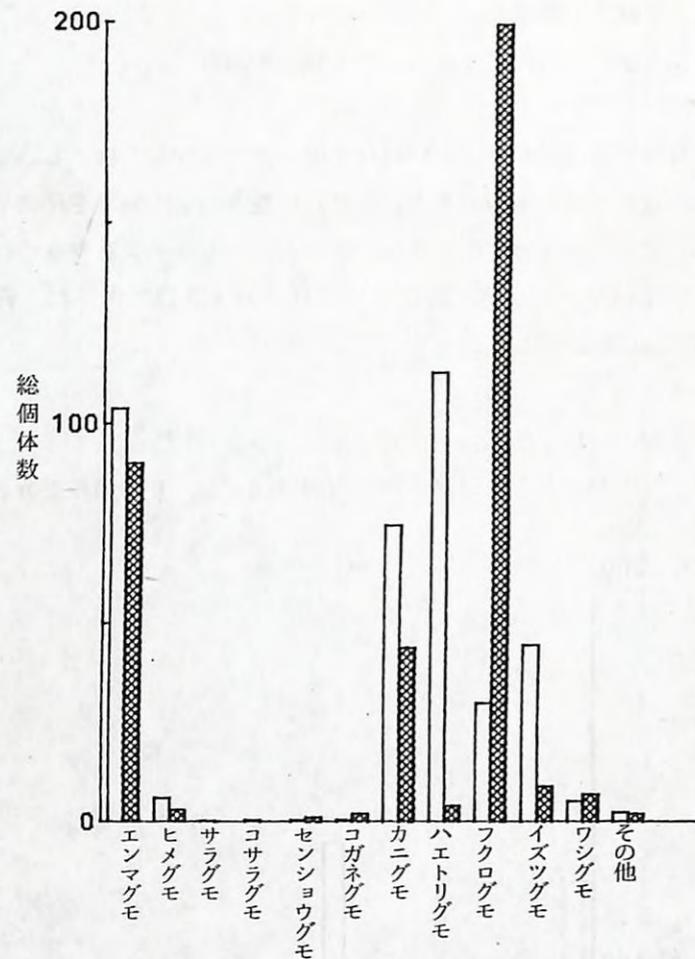


図-6 カートン・トラップ内のクモ類科別総個体数  
(30立木合計、白線は5年間の平均個体数を、  
網線は'85年2月の総個体数を示す)

個体数は平均18.1頭で、昆虫類の占める割合は全体の約30%であった。これは52年度～56年度までの調査結果ともほぼ一致する(昆虫類38%, クモその他62%)。昆虫類の種類数は24種で内訳ではマツカレハ幼虫とヤニサシガメが最も多かった。これについてヤマトゴキブリが多くみられたが、本種は当試験地で初めて出現した種であるが、同様に調査したアカマツ平地林の他の試験地では本種が毎年多数採集されている。このような傾向は、山地に位置する本試験地のアカマツの枯損により林内が疎開され、平地の植物の侵入にともなって低地の昆虫や人家周辺をすみ家とする昆虫類が侵入してきた場合によくみられる。

これまでの本試験地での昆虫類の総種数は64種で、さきの平地林よりもかなり多い種を有している(千葉県佐倉市40, 同県八街町47)ことになる。今回みられなかった昆虫類の主なものとしては蜉蝣目のカゲロウ類, 鱗翅目のカラスヨトウ, 鞘翅目のサビカミキリがあるほか, '82年度に大発生していた粘管目のトビムシ類は全くみられなかった。全体の種数・個体数の関係を図-7に示したが, '81年度のトビムシ類(粘管目)の大発生をのぞけばそれほど大きな変動はみられなかった。

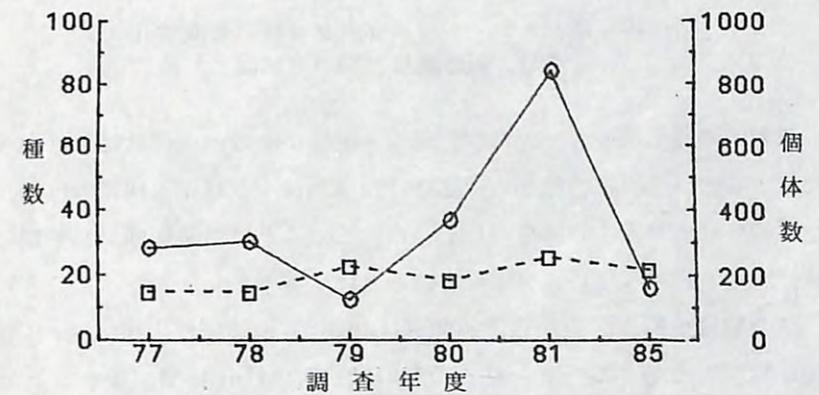


図-7 カートントラップ内昆虫類の年次変化  
(種数○印, 個体数□印で示す。調査木30年合計)

## 2) カートン内のクモ相

立木1本当りのクモ類の平均個体数は12.8頭(2~35頭)で、これまでの5年間の結果(平均12.7頭)と全く変わっていない。

採集した主なクモ類としてはヤハズフクログモとキクダカニグモ, ムナアカフクログモ, カニミジグモであったが, ヤハズフクログモは全体の45%で, ムナアカフクログモ, ネコグモを合わせたフクログモ科の割合は56%と半数を占めていた。アシブトハエトリは'77, '78年度に優占種(約半数)であったが79年度より急激に減少し, 今回もわずか4頭をみるだけであった。また山地での優占種であったコマツエンマグモは今回減少していた。この原因もヤマトゴキブリの場合と同じではないかと考えられる。昆虫類同様のクモ類の種数・個体数の関係を図-8に示したが, 毎年比較的安定したクモ相を示し, それは'85年においても同様であった。

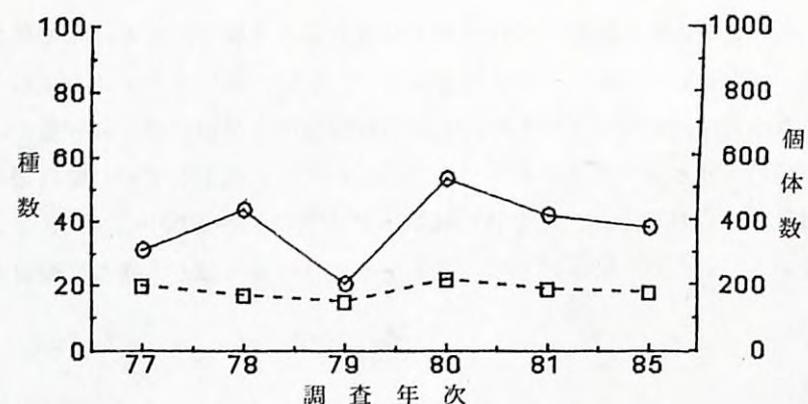


図-8 カートン・トラップ内クモ類の年次変化  
(種類, 個体数など図-3に同じ)

筆者の調査したアカマツ林樹幹部での越冬クモ類の総種数は19科89種であったが、このうち当試験地から採集された種類は13科41種にのぼり、アカマツ平地林のそれより多くの種を有していた。このことは当試験地がクモ類の生息によく適した場所であったことを示しているといえよう。

クモ類はその生活型から徘徊性 (Hunter) と造網性 (Snarar) 型の2つに大別されているが、カートン巻きのもは一般に Hunt. 型が多かった。しかし本試験地の場合には7:3と Snar. の割合が他のアカマツ林より多かったが'85年の結果ではいくぶん少なく26%となっていた。これはコマツエンマグモが減少したことが大きな原因となっている。

### 3) まとめ

5年間NAC (セビモール) 剤の散布が行われたアカマツ人工林の3年後の昆虫相の変化を調べる目的で、越冬期にカートン巻きトラップでこの内に潜入した昆虫、クモ類を調査したところ、過去5年間にえられた昆虫、クモ類と大きなちがいはみられなかった。しかし種類の質的な変化の一つとして、昆虫類ではヤマトゴキブリが侵入し、クモ類ではフクログモ科が増加しエンマグモ科 (コマツエンマグモ) が減少した。またマツの枯損の進んだ'81年度時代にサビカミキリが増加したがその多くが Beauveria により弊死し、同年トビムシ類も大発生したが今回の調査では全くみられなかった。これまでの調査結果によられるようにマツの枯損の拡大による林内照度の増加や、これにともなう下草植生の変化が、森林型、山地型の昆虫類、クモ類を草原型、平地型のものへと変えていっているものと考えられ、この点からも当試験地のおかれた重要性に注目してゆくことが必要と思われる。