

受入ID- 1519990825D00044
V

昭和 5 3 年 度

国有林野事業特別會計 技術開発試験成績報告書

(完了分)

昭和54年10月



02000-00043099-9

林 業 試 験 場

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

目 次

1. メッシュ方式による森林情報の作成と解析法	1
2. 労働災害分析に基づく作業改善と教育訓練手法	49
3. 林業用土木機械の性能	79
4. 次代検定林に関するデータベースシステムの開発	95
5. 育苗における生物農薬の開発	189
6. 治山ダムクラックの特性解析と破壊防止技術の確立	217
7. 林野火災の総合消火技術の最適化	283

メッシュ方式による森林情報の 作成と解析法

メッシュ方式による森林情報の作成と解析法

I 試験担当者

経営部経営第2科長	中 島 巖
経営部経営第2科測定研究室長	栗 屋 仁 志
室員	椎 林 俊 昭
航測研究室長	大 貫 仁 人
室員	沢 田 治 雄
調査部海外林業調査科	
技術情報室長	西 川 匡 英
調査部資料科資料室長	川 端 幸 蔵

II 試験目的

森林計画に必要な情報は従来林小班単位で行なわれてきたが、森林に対する要請の多様化に伴い、計画編成に必要な情報の種類も多くなり、さらに他分野における情報も有効に利用していく必要性が急速に増大してきている。林小班単位の情報には森林を木材生産の場としてのみ把握された場合には、生産管理情報としての長所を持っているが、位置情報が欠けているため、情報処理には森林簿と経営図との二元処理が必要となり、経営管理部門に最近導入がはかられている電算機による多種類の情報の同時的処理には適切でない。位置情報を含む情報単位として最近多くの分野でメッシュが用いられ、林業分野でも森林機能評価や地域開発計画などに用いられ、また一部の県では森林経営計画に利用している。国有林においても、従来から行なってきた林小班単位による森林情報の電算機処理システムをさらに効率的なものにするための情報単位の検討が必要となってきた。このため、上記の如くかなり一般化されているメッシュ方式の特性を検討し、森林計画へ導入する場合の問題点を解明することを目的として、この試験が行なわれることとなった。

この報告では試験期間中行なったいくつかの検討項目の中、ある程度の成果が得られた次の3点について述べることにする。

〔1〕メッシュ方式の総括的検討

〔2〕メッシュ収集情報上の問題点

〔3〕標高データのメッシュ化

この報告で〔1〕～〔2〕は西川匡英、〔3〕は沢田治雄が主としてとりまとめ、〔1〕～〔2〕の電算機による計算とマッピングは川端幸蔵、椎林俊昭が担当し中島巖、栗屋仁志は全体を調整し加筆した。

Ⅱ 試験の経過と得られた成果

〔1〕メッシュ方式の総括的検討

1. 森林計画とメッシュサイズ

一般にメッシュサイズを決定する因子として次のことが考えられる。

- (1) メッシュデータを収集しようとする地域の規模
- (2) メッシュデータの利用目的および分野
- (3) 他機関で作成されるメッシュデータとの接合性
- (4) メッシュデータの均質性
- (5) メッシュデータ収集労力の経済性

メッシュサイズは、これらの因子を総合的に判断して決める必要がある。例えば、全国森林計画、経営基本計画など全国規模の計画では、(1)、(3)の観点から経緯度法（行政管理庁によるメッシュ系で、5万分の1地形図の図郭を縦横20等分した一辺約1kmのメッシュを基準メッシュとしたもの）を用い、地域施策計画など都道府県規模以下の計画には17座標系による方法（北海道のスケア方式など）が適切と思われる。同時にその互換手法も検討する必要がある。また(2)の観点からは北海道庁で行なわれているように、目的に応じて気象調査用に1kmメッシュ、森林資源調査用に200mメッシュ、山地荒廃調査用に100mメッシュ、林道管理用に50mメッシュ、人工林成績調査用に25mメッシュがとれる可変メッシュ方式が適切と考えられる。

三島⁽²⁾は対象面積とメッシュサイズの関係、観光計画、地域開発計画などの利用目的とメッシュサイズの関係、作業能率との関係などの解析結果から表-1に示す適用分野別のメッシュサイズを提案している。

ここで、地域施策計画に必要なメッシュ情報とそのサイズについて、やや詳しく検討を行なった。

地域施策計画に必要な情報の主要部分を占める林況は小班の大きさ、特にその最小のものによって規制される。小班面積は保安林、自然公園等による施策制限地や風致的伐区、保護樹帯などでは小さくなる場合が多い。これらの小班の林況情報を表わすにはその取扱上、25ないし50m

表-1 メッシュサイズとその使用分野

メッシュサイズ		使用対象分野			
辺長	面積	全国計画	ブロック別計画	県計画	地域施策計画
① 10 Km	1 万 ha	○			
② 2 Km	4 0 0 ha	○	○		
③ 1 Km	1 0 0 ha		○	○	
④ 5 0 0 m	2 5 ha			○	
⑤ 2 0 0 m	4 ha			○	○
⑥ 1 0 0 m	1 ha				○
⑦ 5 0 m	0.2 5 ha				○
⑧ 2 5 m	0.0 6 2 5 ha				○

メッシュが適当と考えられる。

またいくつかの関係因子の測定、調査からスコア表などを用いて求められる地位指数、地利級、森林の公益的機能などでは、地形因子が大きな影響力を持っている。しかも地形因子は一旦入力すると変らない不動因子となる特色を持っている。地形因子の項目としては標高、平均標高、谷密度、切峯面、傾斜方位、起伏量、局所地形、微起伏、谷積、尾根線などが一般に用いられているが、起伏量、谷密度は200～500mメッシュ、それ以外は50～100mメッシュが適当であるという提案がなされている⁽²⁾。三田⁽¹⁾らは、地形因子とメッシュサイズとの関係を表-2のようにまとめている。また森林の個別機能調査に適したメッシュサイズとして表-3に示すような結果が提案されている⁽²⁾。

メッシュの特性の表わし方としては、次のような方法がある。

- (1) メッシュ内で優勢を占める特性で代表させるもの（卓越判断）
- (2) メッシュの境線上にみられる特性で代表させるもの（メッシュの辺を切る等高線の数で判断する谷密度など）

表一 2 地形因子ごとのメッシュサイズ

		25		50	10 ²	25×10 ²	5×10 ²	10 ³	5×10 ³	10 ⁴	2×10 ⁴	M
地形因子	標高					△		△				
	傾斜度			●	●	●	●	●	●			
	傾斜方向				●	●			●			
	起伏量				●		△	△	△			
	谷密度			●	●							
	地況 (凸凹)							●				
	地形環境			●								
	地盤							△				
	土地条件							△				

●は観光計画

△は都市・地域計画

表一 3 森林の個別機能調査とメッシュサイズ

森林の各種機能	メッシュサイズ
木材生産機能	50 ~ 100 m
地利級調査	50 ~ 100 m
森林被害等の解析	500 ~ 1,000 m以上,
森林資源調査	50 ~ 200 m
国土保全機能	50 ~ 100, 500 m
水源涵養機能	500 m, 1 Km, 2 Km ~
森林レクリエーション	1 Km, 10 Km (50 m, 100 m特にスキー適地等)

(3) メッシュ内の一点の特性で代表させるもの(交点読み取り)

これらの方法の選択は、先に述べたメッシュサイズの決定に関係する因子と関連させて行なうことが必要である。なお卓越判断と交点読み取りの2方法の比較について、メッシュ数によっておおよその使い分けをする方法が発表されている⁽¹⁾。

2. メッシュデータの加工方法

メッシュデータの加工方法としては現況解析には図形表示、各種の予測には、シミュレーション、適地選定には検索、オーバーレイなどの手法がある。各手法の内容については紙幅の関係で省略するが、諸外国での事例については末尾に示した文献^{(3), (4)}を参照されたい。

[2] メッシュ情報収集上の問題点

1. メッシュ情報入力の方法の試み

メッシュデータを入力する方法としては次のような手法がある。

(1) 手作業による方法

(2) 図形解析装置などにより地図から直接メッシュデータを作成し入力する方法

(3) 既成のデータを用いる方法

これらの手法のうち作業の能率化のためにも、(2)の手法の開発利用が望ましいので、次章で(2)のうち色彩画像解析装置(ドラムスキャナー)によるメッシュ情報入力の方法とその問題点について述べることにする。

地域施業計画におけるメッシュ情報利用の中心は森林の現況把握であり、そのため経営図などに示されている森林情報をメッシュ情報化する際の面積誤差を一定に保つ必要がある。表一 1によると地域施業計画では、25 m, 50 m, 100 m, 200 mメッシュが適当であると提案されているので、本報告では25 mメッシュの代りに10メッシュを採り上げたほかは、同じメッシュサイズを採用して各種の解析を進めることとした。

モデル地域として、各種の天然林、人工林が含まれ、比較的狭い地域で林相変化に富んでいる地域として前橋営林局沼田営林署月夜野事業区の25, 28, 40, 41, 45, 46, 47林班を選んだ。これらの林班が示されている第2次計画の事業図(縮尺2万分の1)を用いて樹種(スギなど6通り)、齢級(14通り)、標高(8通り)について3種類の区分図を作成した。

メッシュデータの入力にはM電気の色画像解析装置(ドラムスキャナー)を用いた。

これと同型のもは国土院で土地利用図の入力等に使用されている。この3種の区分図を、それぞれマイラー上に移写し、色鉛筆で各区分の色分けを行なった。ドラムスキャナー

で識別できるのは15色に限定され、しかも同系統の色の中には識別できないものもあるため、区分を表わす色の選択にあたっては、専門家に委嘱すると共に、アナライザーコントローラで色の組合せの調整を行なった。その結果を表-4に示す。

読み取り間隔は0.1mm～1.9mmの範囲で可能であるが、この報告では標準的な0.5mm間隔を採用した。色鉛筆によるカラー情報の場合、塗り方の強弱のため濃淡を生じ、他の色と判定するおそれがあるため、カラーディスプレイ装置で修正する操作を行なったが、時間的制約のため十分な修正ができず、色を誤判定した個所が小数であるが生じた。その大部分は色の境目で起っていた。この結果を表-5に示す。この修正は困難であったので、未修正のまま解析を進めた。

表-4 オーバレイのための色わけ

樹 種			標 高			令 級		
	マップ 記号	色番号		マップ 記号	色番号		マップ 記号	色番号
スギ	2	緑 6	1300～	D	ピンク 13	I (1～5)	9	紫 12
ヒノキ	C	赤 16	1200～	1	青 9	II (6～10)	C	赤 16
アカマツ	8	コゲ茶 22	1100～	8	コゲ茶 22	III (11～15)	2	緑 6
カラマツ	E	黄 3	1000～	E	黄 3	IV (16～20)	3	水色 8
天～99	3	水色 8	900～	3	水色 8	V (21～25)	E	黄 3
天100～	9	紫 12	800～	2	緑 6	VI (26～30)	8	コゲ茶 22
			700～	C	赤 16	VII (31～35)	1	青 9
			600～	9	紫 12	VIII (36～40)	D	ピンク 13
						IX (41～45)	4	赤茶 20
						X (46～50)	7	ネズミ 23
						XI (51～55)	A	草色 5
						XII (56～60)	B	黄土 19
						XIII (61～)	6	ダイダイ 4
						天 ()	5	オレンジ 17
						伐		無色

※ 三菱色鉛筆を使用

表-5 判別を誤ったカラーとその個所数

	正		誤		個 所 数
樹 種	黄	→	緑		28
	水 色	→	緑		10
	コ ゲ 茶	→	緑		3
	無 色	→	緑		1
	緑	→	コ ゲ 茶		3
	紫	→	緑		1
	コ ゲ 茶	→	水 色		1
	小 計				47
令 級	紫	→	青		22
	草 色	→	黄		3
	赤	→	ダ イ ダ イ		2
	青	→	紫		3
	赤 茶	→	黄 土		2
	ダ イ ダ イ	→	オ レ ン ジ		1
	赤	→	コ ゲ 茶		1
	小 計				34
標 高	赤	→	コ ゲ 茶		13
	黄	→	緑		36
	赤	→	無 色		6
	緑	→	無 色		14
	紫	→	コ ゲ 茶		6
	緑	→	コ ゲ 茶		8
	コ ゲ 茶	→	緑		3
	赤	→	ビ ン ク		14
	コ ゲ 茶	→	紫		16
	小 計				116

この操作により、樹種、齢級、標高別に縦542、横600ドットのオリジナル画素マップ（全体で325,200画素）が得られた。一画素の大きさは読み取り間隔0.5mm、縮尺2万分の1であるから10mメッシュとなる。

この画素マップを縦横5画素、10画素、20画素ずつ正方形に区切ると各区画は、それぞれ、50mメッシュ、100mメッシュ、200mメッシュとなる。各メッシュサイズごとに最も数の多い画素でメッシュの特性を代表させ（卓越判断）、樹種、齢級、標高について3種のメッシュサイズによるメッシュ図を作ったものを図-1～図-9に示す。また各分類ごとのメッシュ数と画素数で表わした面積を表-6～表-8に示す。

[illegible]

1	33	
21	883333	
41	8888E33	9
61	38883333339993	
81	9883333333222	
101	988833333323C29333	
121	988333333323C93333333	
141	9983333EEC233333333	
161	9992383EEC333333333	
181	E9999888EC9EE2333333	
201	E3399393C399323333333	
221	EE3333339339EEE93333333	
241	333333333333EEE88833E333	
261	332CCCC9339E	88E323333
281	E29C C 33E	2E3233
301	C9923	2E322233
321	9 E99229	EEEEEE 332233
341	EEEE333	2223333333
361	EEEE3333	22ECCC33333
381	EEEE333332	EEE3CCCCC333
401	EEEE333 89	93222333332
421	8833 89	2 28888CC23
441	8EE3	2222 C22
461	EEEE	222 3322
481	8E	222223
501		

樹 種
スギ (2)
ヒノキ (C)
アカマツ (8)
カラマツ (E)
天~99 (3)
天100~ (9)

図-3 20×20画素の卓越判断による樹種マップ

1	55		
21	995555		
41	9999955	5	
61	9999555555555		
81	5995555555	59	
101	599C55555	5A95555	
121	5CC55555	5A55555555	
141	55C5555CCA95555555		
161	5555C5C5CCA5	555555	
181	C5555CC2255229	5555	
201	C555555CA5555999	5555	
221	C555555555552255555555		
241	5555555555522299955555		
261	555777755522	9995E5555	
281	2457	552	EE5155
301	75525		95571155
321	CC5C55	C	99 557555
341	CCCC555		7775555555
361	CCCC5555		77266655555
381	CCCC555555	2225666	A555
401	CCC575	C5	553999555555
421	9C	C5	3 999594485
441	C22		9999 488
461	222		333 5588
481	C2		333 5
501			

令	級
I (9)	VIII (D)
II (C)	IX (4)
III (2)	X (7)
IV (3)	XI (A)
V (E)	XII (B)
VI (8)	XIII (D)
VII (1)	天 (5)

図-6 20×20画素の卓越判断による令級マップ

標	高
600	~ (9)
700	~ (O)
800	~ (2)
900	~ (3)
1000	~ (E)
1100	~ (8)
1200	~ (1)
1300	~ (D)

1 1000000
6 1110000
11 8888111000
16 8888111000
21 8888111000
26 8888111000
31 8888111000
36 8888111000
41 8888111000
46 8888111000
51 8888111000
56 8888111000
61 8888111000
66 8888111000
71 8888111000
76 8888111000
81 8888111000
86 8888111000
91 8888111000
96 8888111000
101 8888111000
106 8888111000
111 8888111000
116 8888111000
121 8888111000
126 8888111000
131 8888111000
136 8888111000
141 8888111000
146 8888111000
151 8888111000
156 8888111000
161 8888111000
166 8888111000
171 8888111000
176 8888111000
181 8888111000
186 8888111000
191 8888111000
196 8888111000
201 8888111000
206 8888111000
211 8888111000
216 8888111000
221 8888111000
226 8888111000
231 8888111000
236 8888111000
241 8888111000
246 8888111000
251 8888111000
256 8888111000
261 8888111000
266 8888111000
271 8888111000
276 8888111000
281 8888111000
286 8888111000
291 8888111000
296 8888111000
301 8888111000
306 8888111000
311 8888111000
316 8888111000
321 8888111000
326 8888111000
331 8888111000
336 8888111000
341 8888111000
346 8888111000
351 8888111000
356 8888111000
361 8888111000
366 8888111000
371 8888111000
376 8888111000
381 8888111000
386 8888111000
391 8888111000
396 8888111000
401 8888111000
406 8888111000
411 8888111000
416 8888111000
421 8888111000
426 8888111000
431 8888111000
436 8888111000
441 8888111000
446 8888111000
451 8888111000
456 8888111000
461 8888111000
466 8888111000
471 8888111000
476 8888111000
481 8888111000
486 8888111000
491 8888111000
496 8888111000
501 8888111000
506 8888111000
511 8888111000
516 8888111000
521 8888111000
526 8888111000
531 8888111000

図一7 5×5 画面の卓越判断による標高マップ

		標 高
1	DDD	600 ⁷ (9)
11	8811DD	700 ~ (C)
21	EEE8881DD	800 ~ (2)
31	C22333EEF811DD	900 ~ (3)
41	CC22333FE811DD	1000 ~ (E)
51	CC22223EE811DD) 1188	1100 ~ (8)
61	CC22233EE8811DD) D118EE	1200 ~ (1)
71	CCC22233EE8811DD) D118EE333	1300 ~ (D)
81	CCC22233EE88111DD) D118EE33222	
91	CC22233EEE888111188EE332222	
101	CC223333EE881188EEE322222 3EE	
111	CC222233E881118EE333222CC22223EE88	
121	CCC22223EE88118E333222C2223333EEE8111	
131	9CCCC2223EE8888EE32222CC2233333EEE88811	
141	99CCC22233E88EE33222CCC22333EEE3E888811	
151	9999CCC2233E8EE3222CCC22333EEEEEEEE8881	
161	CCCC99CCC223EEE3322CCC22233EEEEEEEEEE88	
171	C2CC999CCC223E3322CCC222233EEFEFEFEFE8	
181	CC222CC99CC22233222CCC22333EEFEFEFE33F88	
191	CC22222C999CC223322CCCC22333333EEE33EEE8	
201	C22233322C999CC2222CC4CCC2222233333333EE8	
211	2222233322C999CCC22C99C22C2222223333EEFE8	
221	32223333322CCC99CCCC9CC222C2222222333EEFEFE	
231	33333333322CCC99CCC99C222222222223333EEFEFE	
241	E333E3333333222C999CC99C222222222223333E333E	
251	EEEELE3223222222C999C99CCC2222222222233333E	
261	EEE3322222222CC999C99CC2 22CC22222333333EE	
271	3332222222CCCC999999CC CCCC22222223233FE	
281	22222C22C CCCC 99999C C 2 2222222333	
291	2222CCCCC 9999C C CC22222223333	
301	22CCCCCCCC 9999C 9CCCCCCCCC222222333E	
311	CCCCC999999 9 9CCCCCCCCCCCCC222223333E	
321	CCC999C999CC99 9CCCCC2222222C222333EEE	
331	CCCCCCCC999 9CCCC22222222222333EEE	
341	CCC2CCCCCCC9 999 2222332222222333EE	
351	CCC222C22CC9999 CCC22223222222333EE	
361	222222222CC999 CCCC22333323323333EE	
371	322222233322CC999 CCCC223323233333E3EEE8	
381	322223333323222C999 CCCCC2222222222333EEE881	
391	3333223322222 2CC989 C22222222222333EE881	
401	EE3333222222 2C99 9 C22222CCC2223333EE8811	
411	EEE3332222 C988 C22CCCCC223333EEEE8811	
421	EEEEF3222 948 CCCC CC22223EEF888811	
431	33222 98 CC CC222233FEE88881	
441	32222 98 CCC2222333EEE888881	
451	E33322 CCCC222333EEEE88883	
461	EE3322CC CC2222333EEE888	
471	3222222 CCC2222333EEEE8	
481	32222 CCCCCC2222333EEF	
491	2222 2222 EE	
501	2	
511		
521		

図-8 10×10画素の卓越判断による標高マップ

1	1D
21	EE81D
41	C22381D 8
61	C223E81DD18E3
81	C223E81D18332
101	C223E818E322C22E8
121	CC23E88E322C233E881
141	99C23EE322C23EEEE81
161	CC99C23E32CC23EEEE8
181	C22C9C232CCC23EEE3E8
201	2233299C2C9CC222333EE
221	323332CC9CCC2222233EEE
241	EEE323222999C222222333E
261	33222CC999CC 2C2222333
281	22CCCC 99C C 222233
301	CCCC9 99 CCCCCC22233
321	C CCCC99 CCC2222233E
341	CC2CC999 222322233E
361	222222C9 CCC333333E
381	3323322299 CC2222223EE8
401	E33222 C9 222C2233EE8
421	32 98 C C223EE881
441	322 C223EE888
461	322C C2223EE8
481	22 CC2233E
501	

標 高
600 ^m (9)
700 ~ (C)
800 ~ (2)
900 ~ (3)
1000 ~ (E)
1100 ~ (8)
1200 ~ (1)
1300 ~ (D)

図-9 20×20画素の卓越判断による標高マップ

表-6 分類ごとのメッシュ数と面積

樹 種	(A) 画素数	50mメッシュ (5×5画素)		100mメッシュ (10×10画素)		200mメッシュ (20×20画素)	
		(B) メッシュ数	(B)' 画素換算面積	(C) メッシュ数	(C)' 画素換算面積	(D) メッシュ数	(D)' 画素換算面積
スギ (2)	22,599	887	21,275	219	21,900	53	21,200
ヒノキ (C)	9,301	376	9,400	88	8,800	24	9,600
アカマツ (8)	14,259	573	14,325	146	14,600	37	14,800
カラマツ (E)	22,529	926	23,150	229	22,900	58	23,200
天~99 (3)	71,438	2,853	71,325	717	71,700	182	72,800
天100~ (9)	18,104	734	18,350	182	18,200	39	15,600

備考：面積は画素数

表一 7 分類ごとのメッシュ数と面積

令 級	(A) 画素数	50mメッシュ (5×5画素)		100mメッシュ (10×10画素)		200mメッシュ (20×20画素)	
		(B) メッシュ数	(B)′ 画素換算面積	(C) メッシュ数	(C)′ 画素換算面積	(D) メッシュ数	(D)′ 画素換算面積
I (9)	17,490	698	17,450	187	18,700	43	17,200
II (C)	15,051	609	15,225	156	15,600	40	16,000
III (2)	11,126	444	11,100	114	11,400	24	9,600
IV (3)	2,575	102	2,550	24	2,400	8	3,200
V (E)	781	29	725	6	600	3	1,200
VI (8)	351	13	325	4	400	0	
VII (1)	1,588	56	1,400	11	1,100	3	1,200
VIII (D)	1,411	48	1,200	9	900	0	
IX (4)	1,352	54	1,350	13	1,300	4	1,600
X (7)	5,457	220	5,500	55	5,500	14	5,600
XI (A)	3,108	125	3,125	30	3,000	6	2,400
XII (B)	2,275	92	2,300	21	2,100	5	2,000
XIII (6)	1,918	77	1,925	18	1,800	6	2,400
天 (5)	86,630	3,487	87,175	855	85,500	219	87,600

備考：面積は要素数

表一 8 分類ごとのメッシュ数と面積

標 高	50mメッシュ (5×5要素)		100mメッシュ (10×10要素)		200mメッシュ (20×20要素)		
	(A) 要素数	(B) メッシュ数	(B)' 要素換算面積	(C) メッシュ数	(C)' 要素換算面積	(D) メッシュ数	(D)' 要素換算面積
600 ~ (9)	11,666	458	11,450	116	11,600	30	12,000
700 ~ (C)	31,007	1,248	31,200	305	30,500	79	31,600
800 ~ (2)	49,538	1,978	49,450	501	50,100	125	50,000
900 ~ (3)	30,052	1,191	29,775	295	29,500	75	30,000
1000 ~ (E)	20,914	851	21,275	210	21,000	51	24,400
1100 ~ (8)	10,628	419	10,475	99	9,900	26	10,400
1200 ~ (1)	4,865	203	5,075	53	5,300	11	4,400
1300 ~ (D)	2,258	84	2,100	24	2,400	6	2,400

備考：面積は要素数

2. メッシュ図の分類別面積とメッシュサイズ

ここでは特に面積誤差を一定限度内におさえるために必要なメッシュサイズについて検討した。

文献(5)に述べられている最大許容誤差とメッシュ数との関係を、参考のため簡単に説明する。

対象面積 M における特定の土地利用種 ℓ_1 の面積比率が P_0 (S_1/M :未知)であり、 M 上にユニット数 n 個のメッシュをかけた時、 ℓ_1 とみなされるユニットが r 個あったとする。この時の信頼度は n と最大許容誤差(ϵ)より求まる。

一般に n が大きくなると、帰無仮説が $P=P_0$ の場合

$$U = \left(\frac{r}{n} - P_0 \right) / \sqrt{\frac{P_0 (1-P_0)}{n}}$$

は平均値 0, 分散 1 の正規分布に従う。したがって最大許容誤差を ϵ とすると

$$Pr \left\{ \left| \frac{r}{n} - P_0 \right| < \epsilon \right\} = 1 - \alpha$$

$$U_0^2(\alpha) \cdot P_0 (1-P_0) / \epsilon^2 < n$$

となる n をとれば、推定値の誤差が ϵ を越えない確率(信頼度)は $1-\alpha$ である。ここで

$U_0(\alpha)$ は危険率 α の正規分布の値である。

P_0 は一般に未知なことが多く、このような場合には求めようとする土地利用種の面積を想定して n を求めねばならないが、想定が困難な時には、 $P_0 (1-P_0)$ は $P_0 = 0.5$ のとき最大となるから、 P_0 を 50% として n を求めれば十分である。

これまで述べたことは、誤差の絶対値を一定の限度以下にするのに必要なユニット数 n を求める方法であるが、土地利用種 ℓ_1 の面積比(P_0)に対する相対誤差を一定限度内に抑えることが要求される場合が多い。

この場合、分散は

$$V \left(\frac{r}{n} / P_0 \right) = (1-P_0) / n P_0$$

であるから

$$U = \left(\frac{r}{n} / P_0 - 1 \right) / \sqrt{(1-P_0) / n P_0}$$

は平均値 0, 分散 1 の正規分布に従う。したがって、絶対誤差の場合と同様に

$$Pr \left\{ \left| \frac{r}{n} / P_0 - 1 \right| < \epsilon \right\} = 1 - \alpha$$

$$U_0^2(\alpha) \cdot (1-P_0) / \epsilon^2 P_0 < n$$

となる n をとれば、推定値の相対誤差が ϵ を越えない確率は $1-\alpha$ となる。

この理論を用いて三田⁽¹⁾は、面積比率(P_0)、許容誤差(ϵ)、メッシュ数(n)の関係を表-9のように示している。例えば $P_0 = 0.10$ (対象とするものの全面積に対する割合が10%)の場合、信頼度95%で最大許容誤差10%の推定面積を求めるに必要なメッシュ数は3,457個以上となる。

表-9 許容誤差・信頼度とメッシュ個数

② 信頼度 95% $U_0(0.05) = 1.95996$

$P_0 \backslash \epsilon$	1 %	2 %	5 %	10 %	15 %
5 %	729,872 [1,825]	182,469 [456]	29,195 [73]	7,299 [18]	3,244 [8]
10 %	345,729 [3,457]	86,432 [864]	13,829 [138]	3,457 [35]	1,537 [15]
20 %	153,658 [6,146]	38,414 [1,537]	6,146 [246]	1,537 [61]	683 [27]
50 %	38,414 [9,604]	9,604 [2,401]	1,537 [384]	384 [96]	171 [43]

下段の〔〕は絶対誤差の場合

地域施業計画へのメッシュ情報の利用体系には、部分的な一定個所で各種の検討を行なう場合と計画区全体について検討する場合とがある。

前者の場合には、解析の目的によっては、25m, 50mメッシュを使用することになる。しかし、後者の場合このような小サイズのメッシュ情報をすべて格納し、検索・加工することは、目的によっては、必ずしも効率的とはいえない。とくに分類別面積を求めようとする場合、精度に限界があることを念頭におく必要がある。

モデル地域で樹種(6樹種)、齢級(14齢級)別面積を求めようとする場合、分類の個数は最大 $6 \times 14 = 84$ となる。したがって樹種、齢級別面積歩合は $1/84 = 0.012$ すなわち1%以上の面積歩合を占める分類を対象にすれば充分であろう。この場合信頼度95%で最大許容誤差10%の推定値を得るに必要なメッシュ数は前述の公式より

$$(1.95996)^2 \times (1 - 0.01) / (0.10)^2 \times 0.01 \div 38,000$$

となる。月夜野事業区の面積は13,400haであるから、1メッシュあたりの面積は

$$13,400 / 38,000 \div 0.35 \text{ ha}$$

となり、これは1辺59mの正方形に相当するから、50mメッシュを採用すれば良いこととなる。

もっと一般的な例として保続計算の場合を考えてみる。その最小単位は施業団別樹種別齢級別面積であり、主要な保続計算単位では、最小単位的面積歩合は0.1%以上と考えることができる。したがって $P_0 = 0.001$ として前述と同じ条件で必要なメッシュ数を求めると約400,000となる。地域施業計画区的面積は5~20万haであるので1メッシュあたりの面積は0.125~0.5haとなり、25mメッシュ、50mメッシュが適当であることがわかる。1%以上を占める分類については、同様の計算により100m、200mメッシュが適当ということになる。

3. メッシュ情報の加工方法

前項では地域施業計画に適当な標準的なメッシュサイズは目的によって変るが、25m、50m、100m、200mであることを面積推定誤差の面から示した。次にこれらのメッシュ情報の加工方法の面から検討を加えることにする。加工方法としてはオーバーレイ、シミュレーション、ポテンシャル分析などの手法があるが、この報告ではオーバーレイ方式について問題点の検討を行なった。

モデル地域内で50m、100m、200mメッシュをとった場合の面積誤差の傾向をみるため、樹種、齢級、標高について、メッシュサイズごとの画素換算面積と画素面積と比で表わした指数を求め、図に示すと図-10のようになる。この場合画素集計、面積(画素数)を真値とみなせば、この指数は誤差の程度を示すものと考えることができる。

図から、分類数が6、9、14と多くなるにつれ、またメッシュサイズが大きくなるにつれ指数の幅が大きくなることが認められる。このようなメッシュ情報はオーバーレイ(情報の重ね合せ)によりさらに誤差が大きくなる可能性が考えられる。例えば図-11に示すようにある地点のメッシュの特性を卓越判断により行なったとする。このメッシュはスギのI齢級で、標高800~900mの地点と判断されるが、実際には斜線の部分がこの範囲に属するのみで、このような小面積を占める特性がメッシュを代表していることになる。これはメッシュサイズとオーバーレイの個数と関係があると考えられ、このような誤差を防ぐには、基本的には

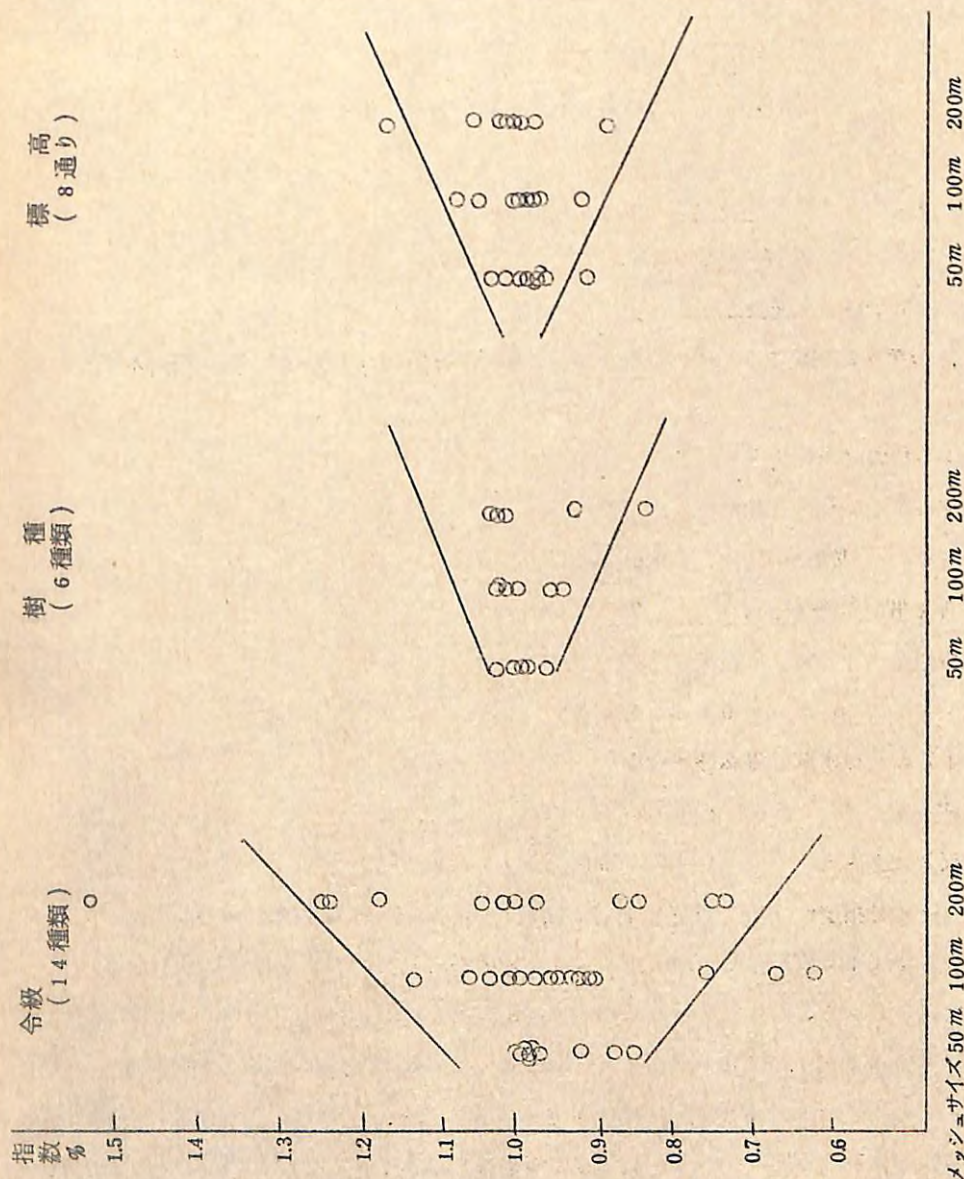


図-10 モデル地でのメッシュサイズと面積推定精度

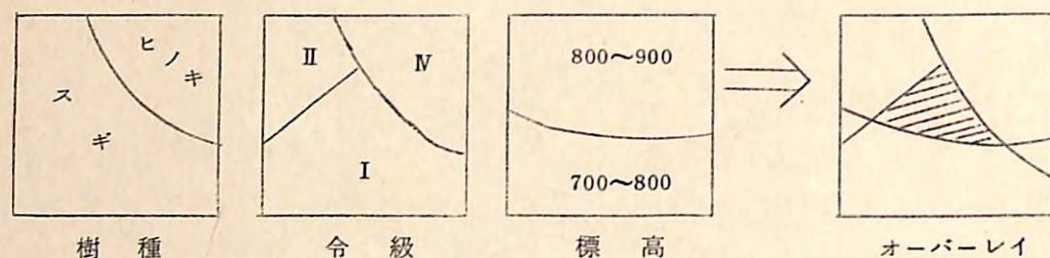


図-1 1 メッシュオーバーレイの原理

(1) メッシュサイズを充分小さくする。

(2) オーバーレイの数を少なくする。

以外に方法はないようである。

ここで、モデル地域での3種の簡単なオーバーレイを行なった結果について検討を加えてみる。

ケースⅠ（伐期林分指定）

樹種 齢級 標高
スギ Ⅸ 1,000m以下

ケースⅡ（間伐林分指定）

樹種 齢級 標高
スギ Ⅳ 1,000m以下

ケースⅢ（天然林水源涵養林分指定）

樹種 標高
天然林（～99） 1,100m以上

オーバーレイで指定個所の判定を行なう場合、個所指定とその面積が問題になる。ケースごとにメッシュサイズ別に指定個所数、メッシュ数の合計とその画素単位に換算した面積が表-10に示してある。またケースⅠのオーバーレイの結果の一部を図-12に示す。

表-10に示すように、メッシュサイズが大きくなるに従って、指定個所数が減少している。これは比較的小面積の対象地がカウントされない場合と、近接した対象地が統合される場合の2通りの原因が考えられる。したがって面積はともかく個所選定が主目的の場合にはメッシュサイズへの配慮が必要である。

表-10 ケースごととのオーバーレイの結果

		20×20画素 (200mメッシュ)		10×10画素 (100mメッシュ)		5×5画素 (50mメッシュ)		画素10mメッシュ	
		指定された 個所数	メッシュ数 (画素数)	指定された 個所数	メッシュ数 (画素数)	指定された 個所数	メッシュ数 (画素数)	指定された 個所数	画素数
ケ-スⅠ (伐期林分指定)		1	(400)	2	(400)	3	(500)	3	422
ケ-スⅡ (間伐林分指定)		2	(2,800)	3	(2,200)	3	(2,325)	5	2,363
ケ-スⅢ (天然林水源涵養林分指定)		3	(12,000)	4	(10,800)	5	(11,625)	8	12,060

3
 3
 33
 333
 33
 33
 3
 33
 33
 3333
 3333333333
 3333333333
 33 3333333333
 333333 3 3333333333
 3333 3333333333
 333 3333333333
 3

図-12 ケースIのオーバーレイの結果
 (スギ、令級K、標高1,000m以下の
 林地: 50m×50mメッシュ)

指定対象地全体の面積推定値は、この範囲のメッシュサイズであれば、ほぼ同様の結果が得られるようである。なおこの例での樹種区分は齢級区分とほぼ一致しており、実質的には2つの項目についてのオーバーレイとなっている。また林小班区画は、尾根、沢などの地形因子と一致する場合が多く、この例と同様のことが起る可能性は充分あるように思われる。

最後に、地図の縮尺とメッシュサイズとの関係について、文献(2)から引用したものを載せておく。

手作業で行なう場合、1/20万、1/5万の地図では、50m、100mメッシュはそ

れぞれ0.25mm、0.5mmおよび1mm、2mmとなり、交点読み取り以外は困難であるが、1/2万以上の大縮尺では、目的に応じて交点読み取り、卓越判断のいずれでも採用できる。

引用文献

- 1) 三田育雄ら：メッシュアナリシス、1～86、ラック計画研究所、1971
- 2) 三島征一：森林情報の整備とメッシュ方式の導入について(未発表)、1975
- 3) 西川匡英：アメリカの森林資源情報システム、1～52、林政総合調査研究所、1976
- 4) 西川匡英：諸外国における森林資源情報システム(Ⅰ)、93～94、第88回日林講、1977
- 5) 日本科学技術研修所：メッシュデータによる地域計画等の計量化に関する調査、1970

(3) 標高データのメッシュ化

1. はじめに

地域情報の解析には地形情報を重ね合わせる必要がある場合が多い。通常地形情報は、地形図として提供されており、これはアナログ的な線形模様で表わされている。これをメッシュごとのデータとする為には、作業者が地形図上に重ねたメッシュに合わせて標高などを直接読み取る方法が従来から行われてきた。この方法は図-13のような作業手順となり「標高読み取り」と「カードにパンチする」作業に多くの時間を必要とする。そこで、その作業を効率化する為に「グラフペン(図-14)」を用いて、等高線にそってデータを紙テープに出力し、そのテープをミニコンピューター(NEAC-MS50)に入力し、各メッシュの標高、傾斜角、傾斜方位を算出してファイル化する方法について検討した。(図-15)

本報告では、その中から、各メッシュの境界線の交点(以後メッシュ交点と呼ぶ)の標高値をデータとして求める方法について報告する。このメッシュ交点部の標高値が求まれば、各メッシュの地形代表値とする標高、傾斜角、傾斜方位等は容易に求められる。なお、本報告では「グラフペン」を利用したが、コンピュータープログラムは、ディジタイザー及びドラムスキャーによる地形図情報の入力の際にも、容易に利用できるようなものを作成した。

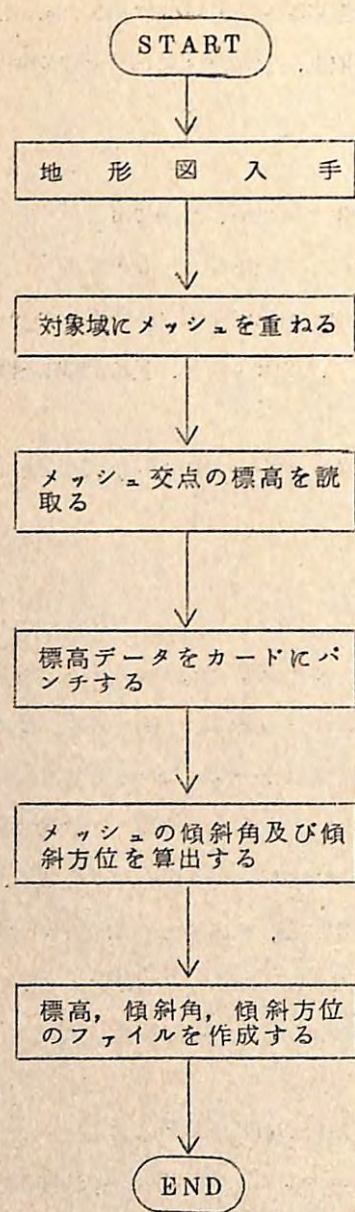


図 13
地形図から直接標高を読み取る場合
のフロー

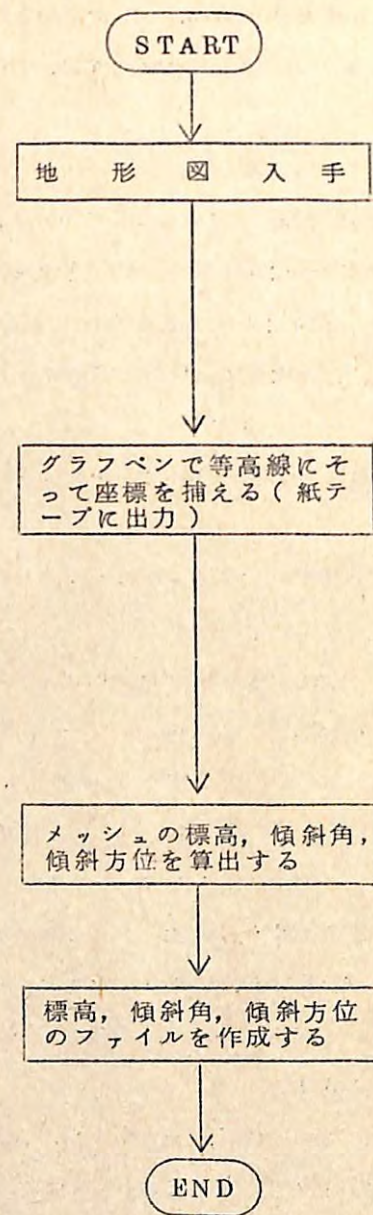


図 15
グラフペンを用いて標高を算出する
場合のフロー

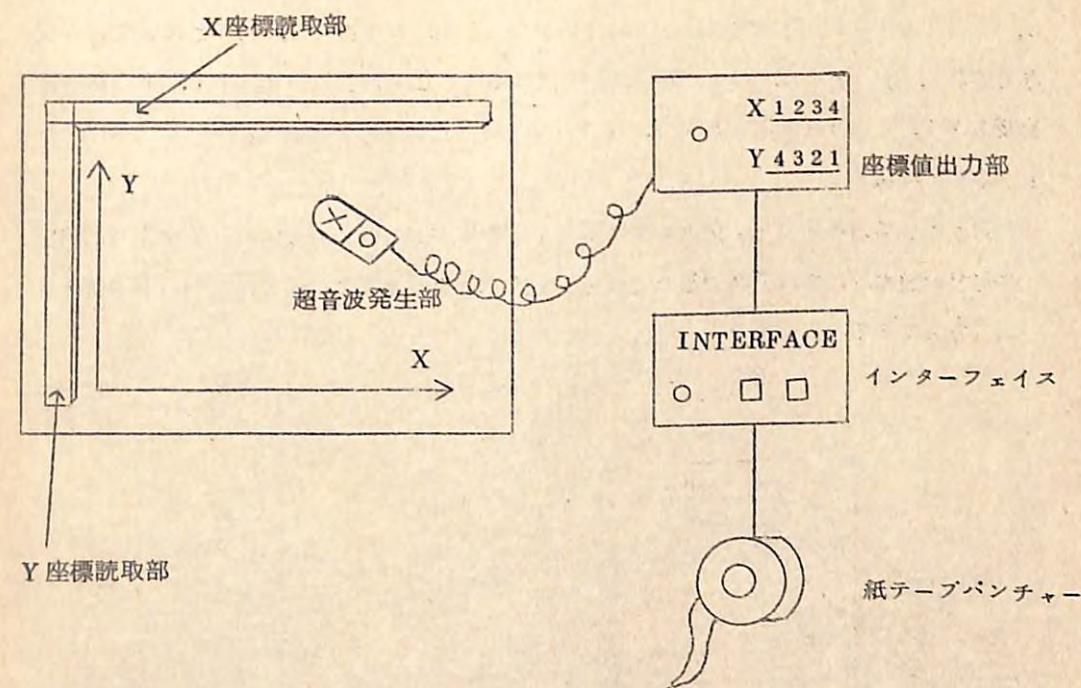


図 14 グラフペンシステム

2. グラフペンシステムを用いた標高算出法

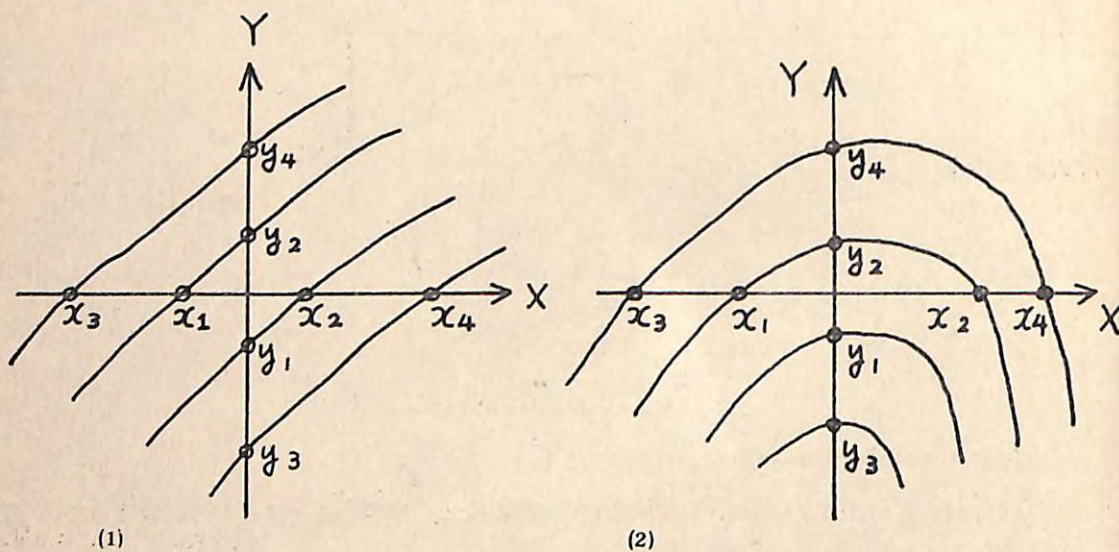
標高の算出法はメッシュの境界線と等高線の交点の座標をデータとして記憶させて行う方法について検討した。なお、メッシュは長方形のメッシュとし、境界線は、X軸、Y軸に平行な直線(それぞれXY_i, YX_jと表わす)を想定した。この方法は、使用する計算機のメモリ使用量が少なくて済む特色がある。例えば、メッシュ数が横100個、縦100個の計10,000個であり、1本のメッシュ境界線と交わる等高線が100本である地形の場合に、グラフペンで入力するポイント数は一般的に約50,000ポイントとなるが、この入力に必要とするメモリは、約40Kワードですみ、ミニコンピューター(NEAC-MS50, 128kW)でも他作業と同時に処理できる。

ドラムスキャーで入力された等高線のデータも同様にして必要なメッシュラインとの交点のみのデータに編集すれば、全く同じ省メモリ量で処理ができる。しかも、この方法でも大容量を要するドラムスキャナデータの生入力に比べ精度への影響がなく、計算が効率化される。

このメッシュ境界線と等高線との交点座標を用いた入力によるメッシュ標高の算出方法には、下記にあげる5通りの方法がまず考えられる。なお、本報告では、対象となっている交点座標 (i, j) を $(0, 0)$ に座標変換しているものとした。同時に、 (i, j) を通る直線 XY_i , YX_j もそれぞれ Y 軸, X 軸に変換されているものとした。

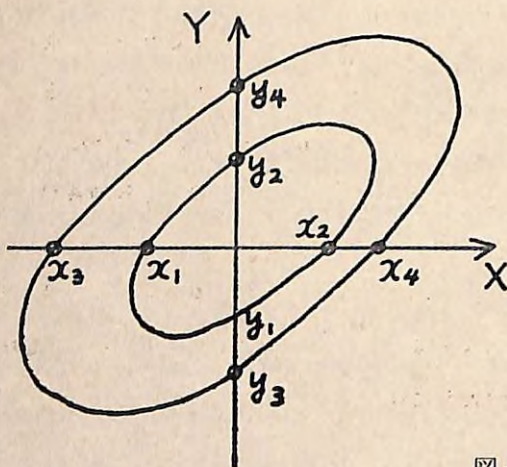
(1) 単純平均法

対象としているメッシュ交点（今は原点）から X 軸上の正負両方向及び Y 軸上の正負両方向で最短距離にある等高線との交点座標を求め、その4点に対応する標高の平均値を求める方法である。



(1)

(2)



(3)

図-16 メッシュ交点と等高線との関係の代表例

図16-(1)の場合 標高 $h = (h_1 + h_2) / 2$

図16-(2)の場合 $h = (3h_1 + h_2) / 4$

図16-(3)の場合 $h = h_1$

ただしこの方法では、利用する等高線の間隔は、あらかじめ、求める精度に応じた間隔である必要がある。

(2) 内分点法（一次式近似法）

用いる点は(1)の方法と同じ点であるが、原点を内分点として、座標軸方向別に標高を計算し、平均する方法で標高 h は次式で求められる。

図16-(1)の場合

$$h = \left(\frac{|x_2| \times h_1 + |x_1| \times h_2}{|x_1| + |x_2|} + \frac{|y_2| \times h_2 + |y_1| \times h_1}{|y_1| + |y_2|} \right) / 2$$

図16-(2)の場合

$$h = \frac{|y_1| \times h_1 + |y_2| \times h_2}{|y_1| + |y_2|}$$

図16-(3)

$$h = h_1$$

(3) 多項式近似法

まず、(1), (2)で用いた4点に加えて、同じ4方向で次に近い距離にある等高線との交点4点を用いて、 X 軸と Y 軸の両方向で別々に3次式 $H = ax^3 + bx^2 + cx + d$ を決定する。

次に、原点の標高を求め（つまり d の値） X 軸上と Y 軸上で求められた値を平均する方法である。

図16-(1)の場合、

X 軸方向、 (x_3, h_3) , (x_1, h_1) , (x_2, h_2) , (x_4, h_4)

で決定される3次式

$$h_x = a_x x^3 + b_x x^2 + c_x x + d_x$$

標高 $h'_x = d_x$

Y 軸方向、 (y_3, h_4) , (y_1, h_2) , (y_2, h_1) , (y_4, h_3)

で決定される3次式

$$h_y = a_y y^3 + b_y y^2 + c_y y + d_y$$

標高 $h' y = d y$

原点の標高 $h = (h' x + h' y) / 2$

図 16-(2), (3)の場合も同様に 3 次式を決定して標高を求める。

(4) 平面近似法

用いる点は(1)と(2)と同じ 4 点である。投影平面上で図 17 に示すような三角形 APD を想定する。次に P と原点を通る直線を引き、2本の直線近似した等高線との交点の x 座標 a, b を求めて、次式により標高を算出する。

$$\text{図 5 で, 標高 } h = \frac{|b| \times h_2 + |a| \times h_1}{|a| + |b|}$$

以上は図 16-(1)に相当する場合で、図 16-(2)及び(3)に相当する場合は、内分点法と同じ方法で標高を計算する。

また、この方法では傾斜角及び傾斜方位を同時に求めることができる。簡単に示せば、傾斜角 θ は図 17 の場合、次のようにして求める。

$$\theta = \arctan \left\{ \frac{|h_1 - h_2|}{(|a| + |b|)} \times (\text{資料の縮尺}) \right\}$$

傾斜方位 ϕ は図 17 の場合、原点と P を通る直線の傾きから容易に求められる。

ただし、ここで求まる傾斜角及び傾斜方位は、ある点での値であって、メッシュを代表する値とならない場合もあるので利用する際には、その適否を検討する必要がある。

(5) 平面及び多項式近似併用法

図 17 で示したような条件が満足され、平面が想定できる場合には平面近似法で標高を求め、図 16-(2)及び(3)に該当するような場合には、多項式近似法で標高を求める方法。

本報告では、これらのうち 3 と 4 について検討し FORTRAN プログラムを作成した。そのフローを図 18, 19 に示す。

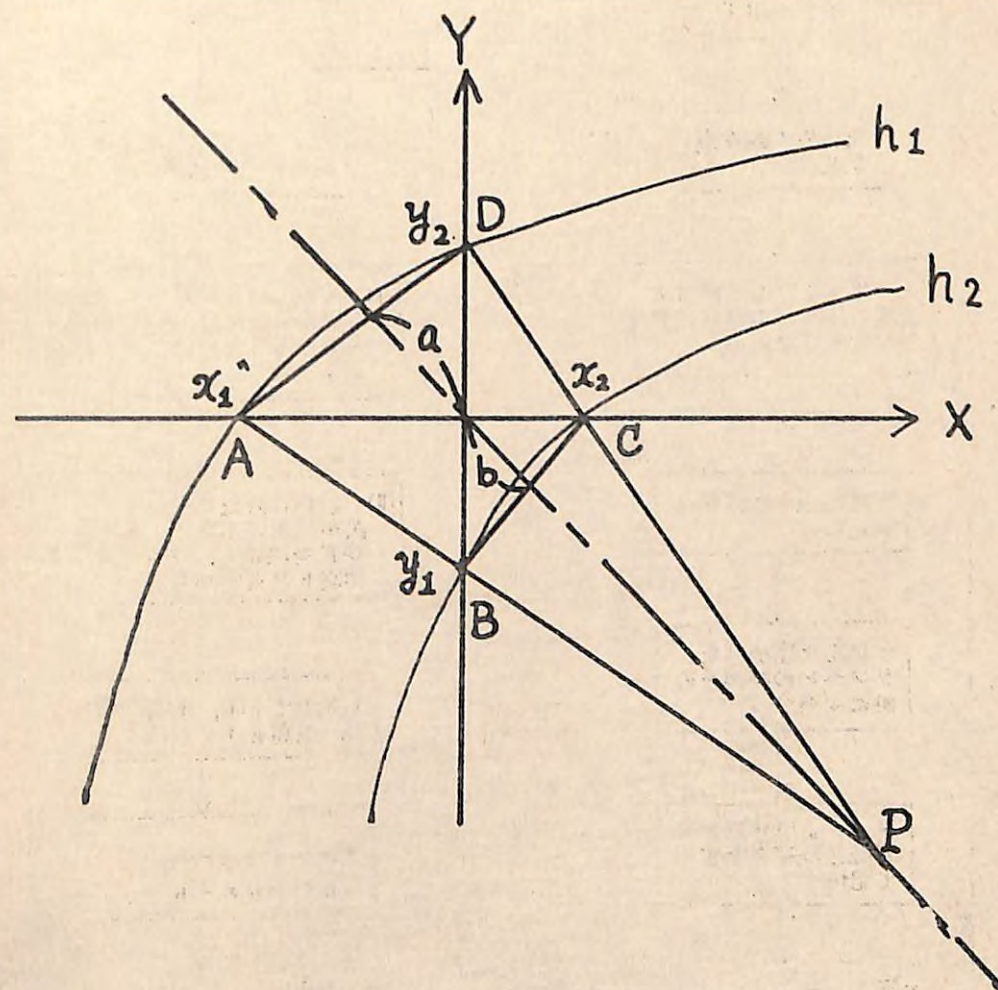


図-17 平面近似法 (図 4-(1)の場合)
△PAD を想定し、図中の a, b の長さを求め、
 $h = (bh_1 + ah_2) / (a + b)$
によってメッシュ交点の標高を求める。

図 18 多項式近似法のフロー

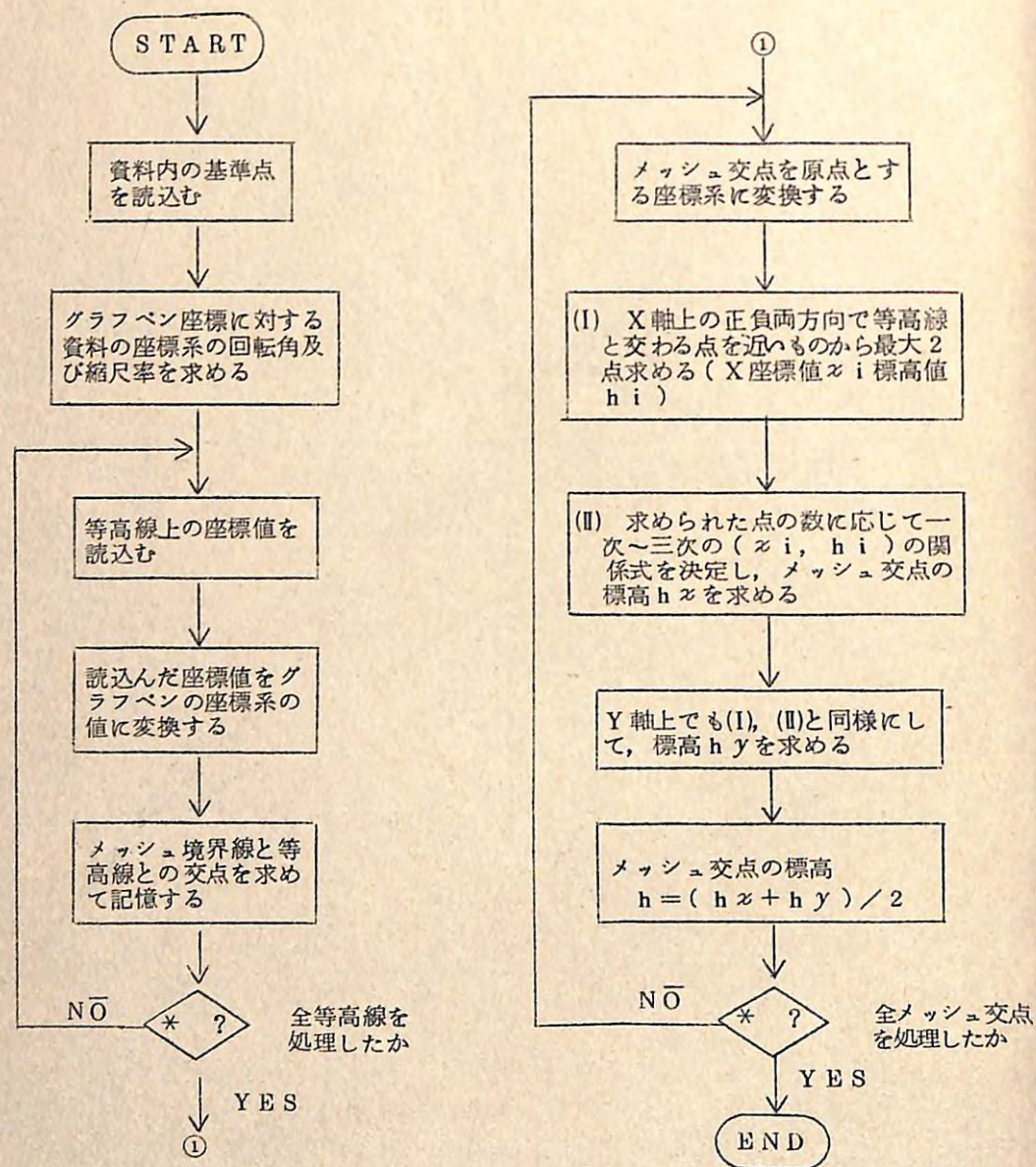
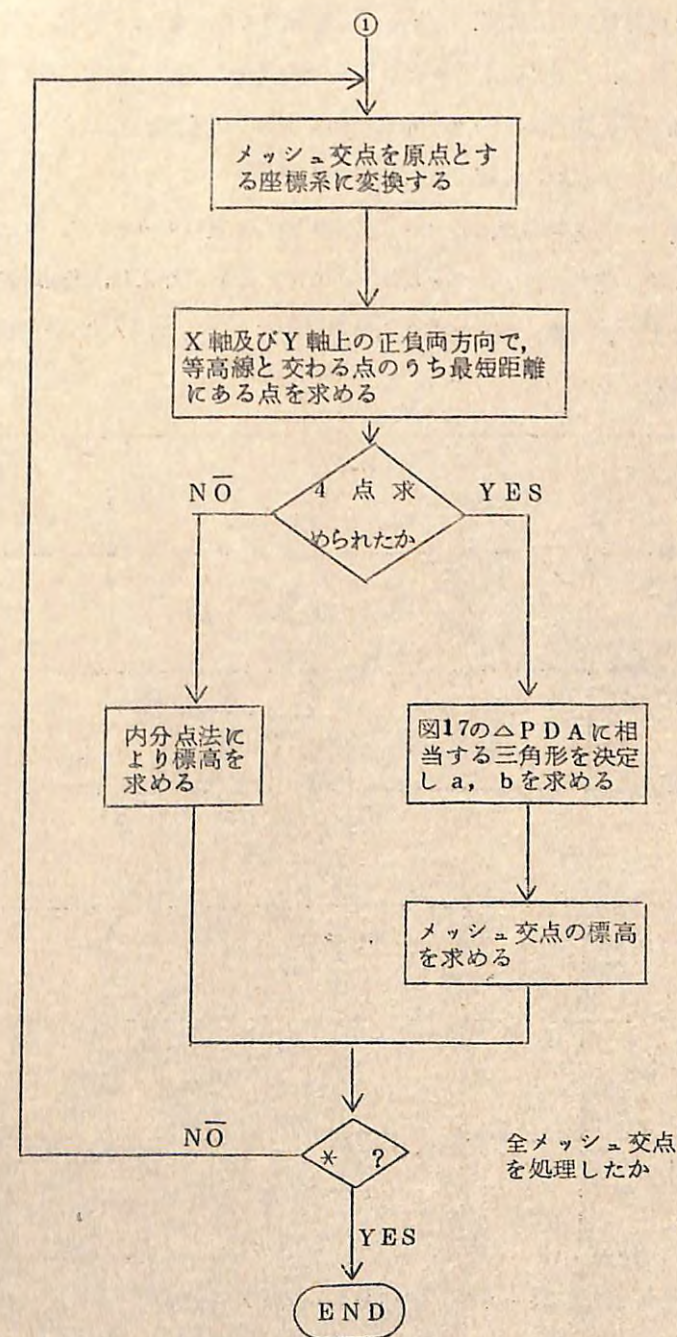


図 19 平面近似法のフロー

(①までは図18と同じ)



3. 得られた標高値の比較

人間の目で地形図から標高を直接読み取る場合は、全ての等高線の形、間隔などを読みとっている。しかし、グラフペンを用いて行い場合は、すべての情報を入力して、人間が行うのと同じように標高を求めるのは、ほとんど不可能である。また、そのようなプログラムが作成されたとしても、データの入力のために直接読み取りの場合以上の労力を必要とすることになる。そこで、入力するデータの量について検討してみた。入力するデータの量は、等高線の数及び入力する座標の間隔によって定まる。

1本の等高線上で与える点は、各メッシュ境界線との交点のみを入力すればよいのである。作業上メッシュ境界線をはさむ2点を入力することになる。ただし、各点間の等高線は直線で近似しているの、実際に直線と考えられる部分については、入力点を減らすことができる。その例を図-20に示す。

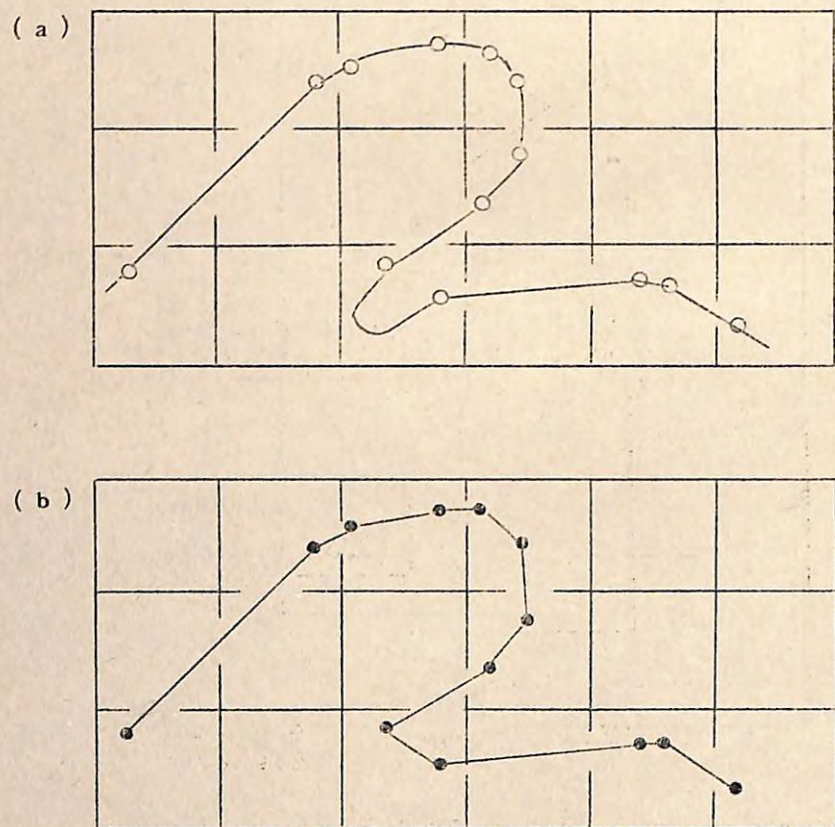


図-20 等高線上の座標入力点(a)
とコンピュータ内の仮想等高線(b)

次に、利用する等高線の本数について検討を行った。等高線の本数を増やせば、それだけ正確な標高が求まると予想できる。しかし、その分だけ、入力する座標値が多くなり、労力も必要となる。そこで、1メッシュ当たりの等高線の平均本数と、求められた標高の精度とを比較した。対象とした地形図を図-21に示す。検討した等高線の本数は1メッシュ当た

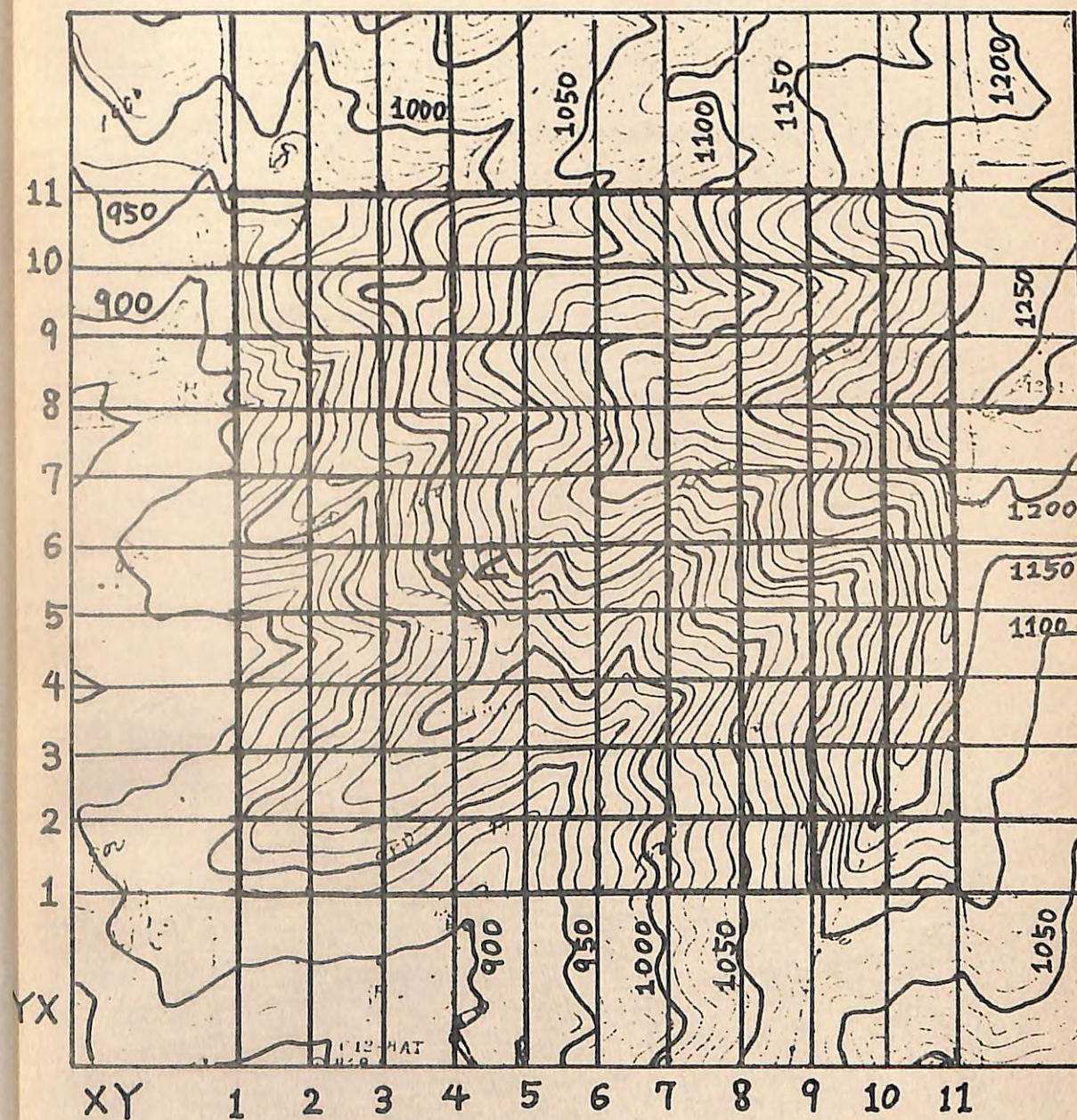


図-21 対象とした地形図 (原 $1/5,000$)

り平均0.5本, 0.9本, 1.8本の3種でそれぞれ100m間隔, 50m間隔, 25m間隔に相当している。1メッシュの間隔は50mである。2-(3)の多項式近似法及び(4)の平面近似法で求められた結果と, 地形図から直接読み取った標高をファイルして利用した。入力した等高線と計算された標高値とを重ねて出した例を図-22に示す。また次式により, 標準誤差Eを計算した。

$$E^2 = \sum_{i=1}^n (H_i - h_i)^2 / n$$

ここで H_i , 地形図から直接読み取った標高

h_i , コンピュータで算出された標高

n , メッシュ交点数

その結果を図-23に示す。この図から, 用いる等高線の本数と計算された標高精度は比例関係にないことがわかる。そして, 1メッシュ当り1本程度の等高線があれば, それ以上有意に精度を上げる為には多くの労力を必要とすることが予想できる。

このことは, 標準誤差を等高線間隔で除した「誤差割合」にも表われており, 用いる等高線間隔を狭めても誤差割合が増加してしまっている。

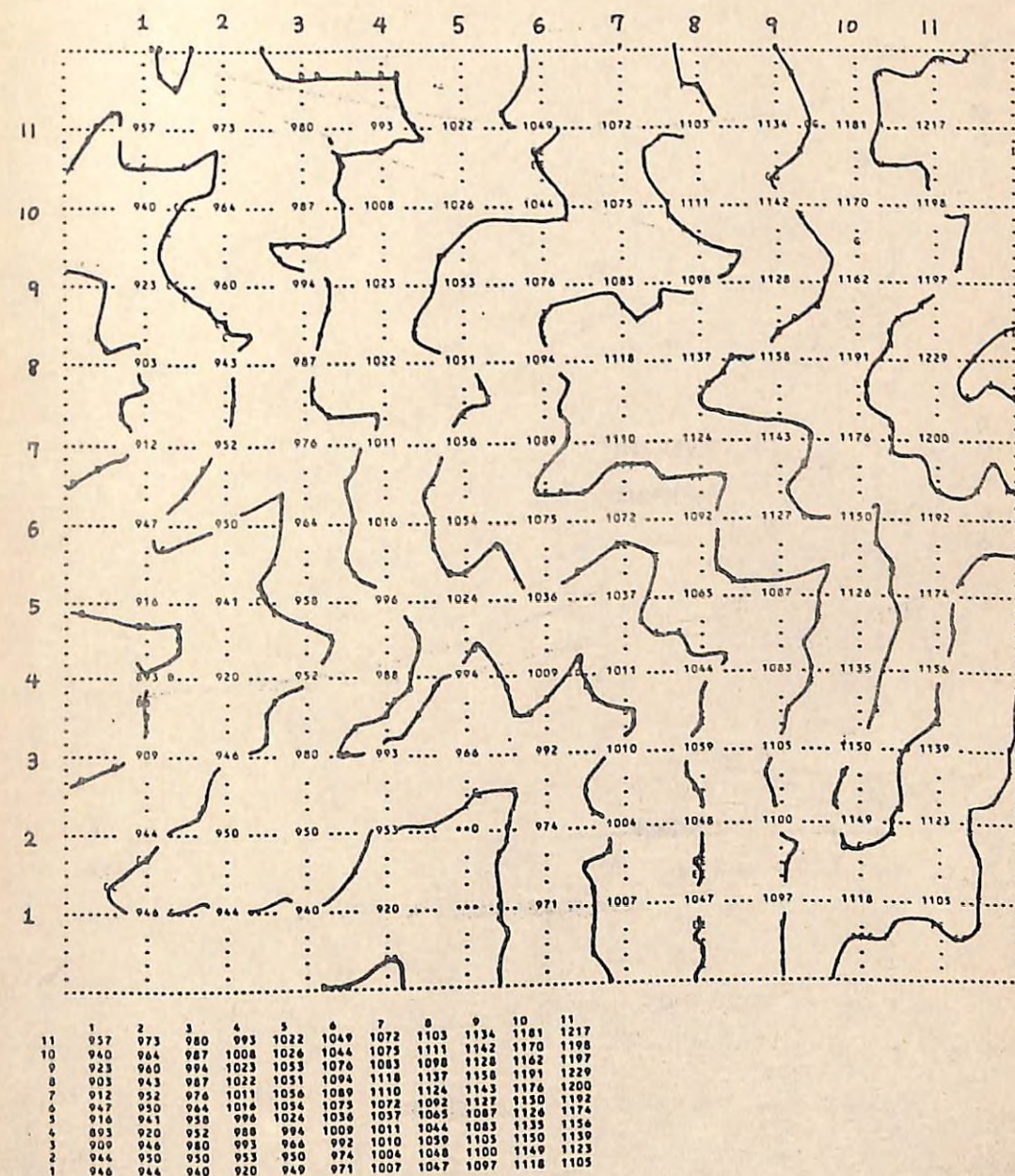
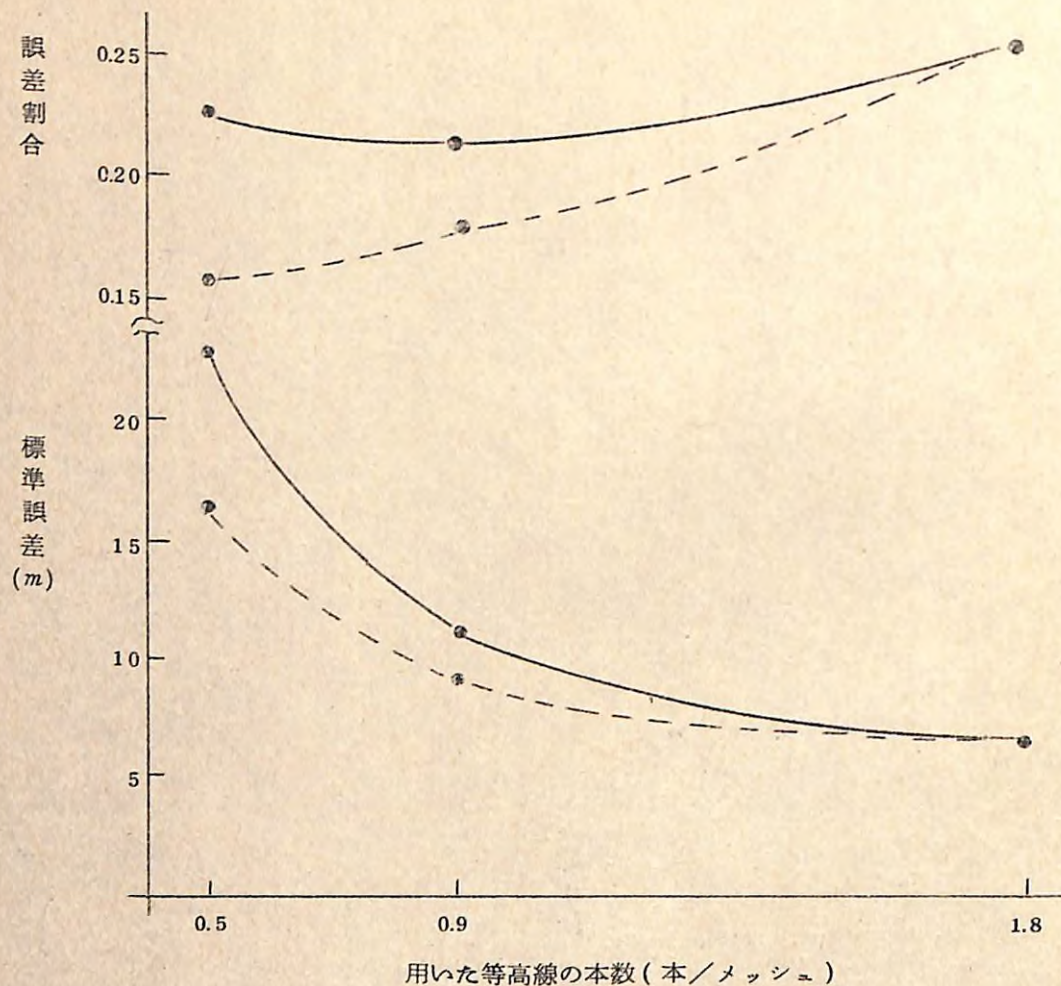


図-22 出力結果の例
(メッシュ幅: 50m, 等高線間隔: 50m, 平面近似法)



誤差割合 ; (標準誤差) / (等高線間隔)

図-23 直接読取りで得た標高とコンピュータで算出した標高の比較

4. 考 察

以上のような方法で、アナログ的な地形データがメッシュ単位のデジタルデータとして使用できるようになる。これに要する労力は、従来の方法では、121点のメッシュ交点を対象とした場合、標高読取りに15分程度、パンチカードにパンチをするのに5分程度が必要であった。

一方、グラフペンを使用した場合、1メッシュ当たり平均1本の等高線で標高を求める場合には約450ポイントの等高線上の点をおさえる必要があるが、15分程度で紙テープにパンチされたものができあがる。カードにパンチする場合にはパンチミスのチェックなどを別に行う必要もあり、時間的にはグラフペンを用いた方が速い。また、ディジタイザの使用により、等高線上を連続的になぞることが出来れば、あらかじめ設定したメッシュ境界線との交点の座標のみをデータとして入力できる。そうすれば、データ収集は非常に短時間で済み、すべての等高線を使用してもデータ量はあまり増えないし、カセット磁気テープに出力することで媒体の取扱いも容易となる。そのようなデータを取扱う場合にも、今回作成したプログラムを用いて途中のサブプログラムを飛ばすことで、全く同じように標高値が求まるようになっている。メインプログラムはデータ入力とサブプログラムの呼び出しのみである。さらにドラムスキャナで地形図情報を自動的に入力した場合は、地形図全体が面的にフェイルされるので、スキャンラインの選択によって、1つのデータフェイルから自由な大きさのメッシュを何通りも取扱うことができる。ただし、この場合にも、入力された等高線の表わす標高を別途データとして与える必要はある。この部分のプログラムも今後、サブプログラムとして用意する予定である。

本報告で取上げた平面近似法及び多項式近似法は、メッシュ交点を囲む等高線の形状によってそれぞれ長所と短所がある。今後、両方法を併用した方法についても検討する必要がある。しかし、本報告で検討した様に、メッシュ交点の標高値がこの実施例で、標準誤差6m程度の場合でも、以後、メッシュの代表とする標高を求め、傾斜角や方位角をある範囲を持たせてメッシュデータとする場合(例えば、傾斜角ランク: II (10°~20°), 方位: NEなどと表わす場合など)には、目的に充分応じられることが多いと思われる。

なお、本報告で述べている標高算出法の名称には、独断的なものも含まれているので、正しい名称について、御教示いただければ幸いである。

労働災害分析に基づく 作業改善と教育訓練手法

労働災害分析に基づく作業改善と教育訓練手法(完了課題)

I 試験担当者

機械化部 作業科 辻 隆 道
 奥 田 吉 春
 辻 井 辰 雄

II 試験の経過と得られた成果

はじめに

国有林野事業における詳細な災害分析は昭和38年度と昭和45年度について林試で行ったのみである。これら分析について見ると造林事業の災害件数は全体に対して38年度は27%, 45年度26%, 52年度26%とほぼ同じ位の比率で発生はしているものの、災害時における使用器具についてみると、38年度はカマ(9.6%)—素手(8.6%)—チェーンソー(8.0%)—トビ(7.4%)—ナタ(7.3%)—刈払機(3.6%)—オノ(3.1%)

45年度は歩行(13.0%)—素手(9.8%)—チェーンソー(9.5%)—トビ(7.2%)—ナタ(6.9%)—カマ(5.9%)—退避(5.6%)—オートバイ(3.3%)となっており、38年度にはカマが1位を占めていたが45年度には6位となり、38年度の刈払機の6位が45年度には16位となっている。52年度の資料については災害分析を始めたところで不明ではあるが、造林における地ごしらえ、下刈、除伐などカマ・刈払機を主体とした38年度に比べて45年度には薬剤などの利用によってカマ、刈払機が減少したものと考えられる。一方、52年度においては、その後の情勢変化により、薬剤、刈払機の使用が減少していることから考えると38年度の実情に近く、カマの使用も多くなっているのではないかと推測される。

一方、災害時の加害物件についてみると、38年度は丸太(13.7%)—カマ(6.2%)—ナタ(6.1%)—姿勢(4.7%)—枝条(4.3%)、45年度は丸太(12.2%)—地表(10.0%)—姿勢(6.4%)—カマ(4.1%)、となり、38年度は丸太に次いでカマが第2位であったが、45年度には6位に下がっている。これらも使用器具と同じように刈払機、薬剤の使用によってカマの使用が減少したことによるものと推察される。

以上のような災害分析の結果から造林用手工具は機械化作業の行われている現在では地味な存

在かもしれないが、使用状況や災害時の加害物件としてみると、災害防止上からは考慮しなければならぬものとして、今回の調査対象にとりあげた。

1. 林業用カマの歴史

カマの歴史は古く、石器時代から使われていたが、現在のような形になったのは今から約350年前に越前で作られたものであろう。林業で使われている現在の大ガマについてみると意外に新しく、約150年前、大蔵永常²⁾が文政5年(1822年)に書いた「農具便利論」の



図1 「農具便利論」(1822年)にある鎌

なかで「右図(図1)のごときカマの大なるは、江戸辺にて広野、土手、堤の横はら等の石なき地の草を刈り、立ちながら、はふきにて塵をはくごとく横にはらいかりに刈て、しかふして後、箒或は松葉かきやうのもの杯にて掻きよすれば、小ガマをもて刈より十ばい早し、すべて江戸より東のカマは少しくぐみありて、幾内、西国辺の鎌より大形なり、さうたいものを刈るには手元をいたって下るに及ばざれば刈よき道理、カマは其国所にて異なれば之を略す」と述べている。

また明治31年(1891年)の「吉野林業全書」³⁾の地ごしらえ、下刈の図を見ても片手鎌によって作業をしており、同書においては伐木用具のなかに幾分長い柄のついた剥皮カマが見られるが刃部は何れも小さく、大カマで長柄のものは明治30年以前には林業の地ごしらえ、下刈にも使われていなかったようである。

文献に出てくる大カマは明治40年代からのものであり、秋田営林局の管内で使われているカマの調査資料から整理すると図2のごとくである。図から見ると明治40年頃は三日月カマで、一般的な草刈カマを大形にして長柄をつけたもので、図1のカマと似ている。その後、大正、明治年間を通じてだんだんと図のように改良されてきたといえよう。

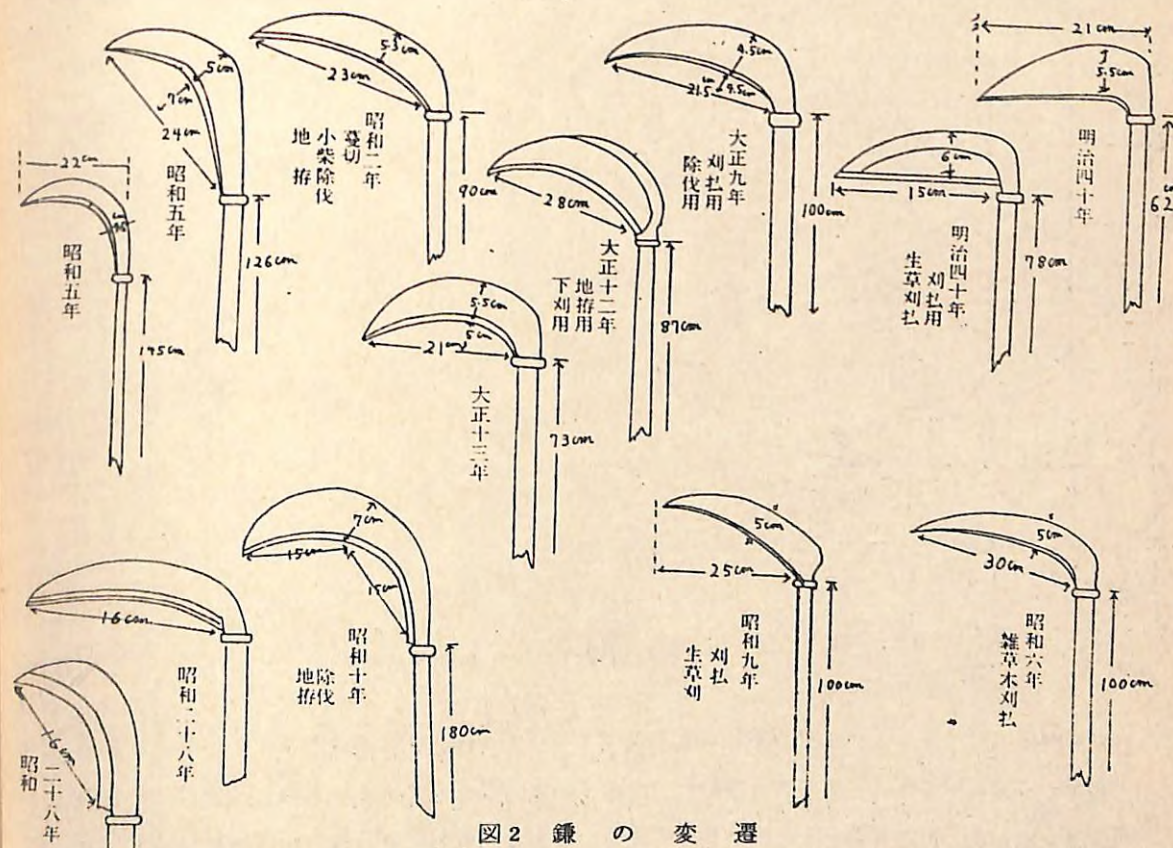


図2 鎌の変遷

2. カマの改良について

カマをはじめ農具は先に述べたごとく「カマは其国所にて異なれば之を略す」、また「鋏は国々にて三里を隔ずしに違ふものなり」と農具便利論にあるごとく、地方によって形状が異なっている。これらについて或る人は、歴史的にみるとわが国において藩制時代においては鉄材は非常に貴重であった。それがために農民はなかなか入手できなかった。しかし農業生産奨励

のために年貢に応じて鉄を与えたといわれている。一方では二里四方に野鍛冶を置いて農具を作らせ、いざ戦争になると農具を回収して野鍛冶で武器に作りかえた。このようなことから鉄が他藩に流出することを恐れ、その監視のために藩ごとに形を変えていたといわれている。このことが現在の農具が地方によって形が異なる理由だといわれている。農民は年貢の取り立てに対応するために能率の良い農具の改良を心掛けるしかなく、そのために二里四方に一軒の野鍛冶はよき協力者であったと考えられる。

我々は戦後、全国的に各種のカマについてエネルギー代謝率を測定してきた。図3のごとく、カマの形、重量がそれぞれ異なっているが、それを使用する足場の傾斜とエネルギー代謝率

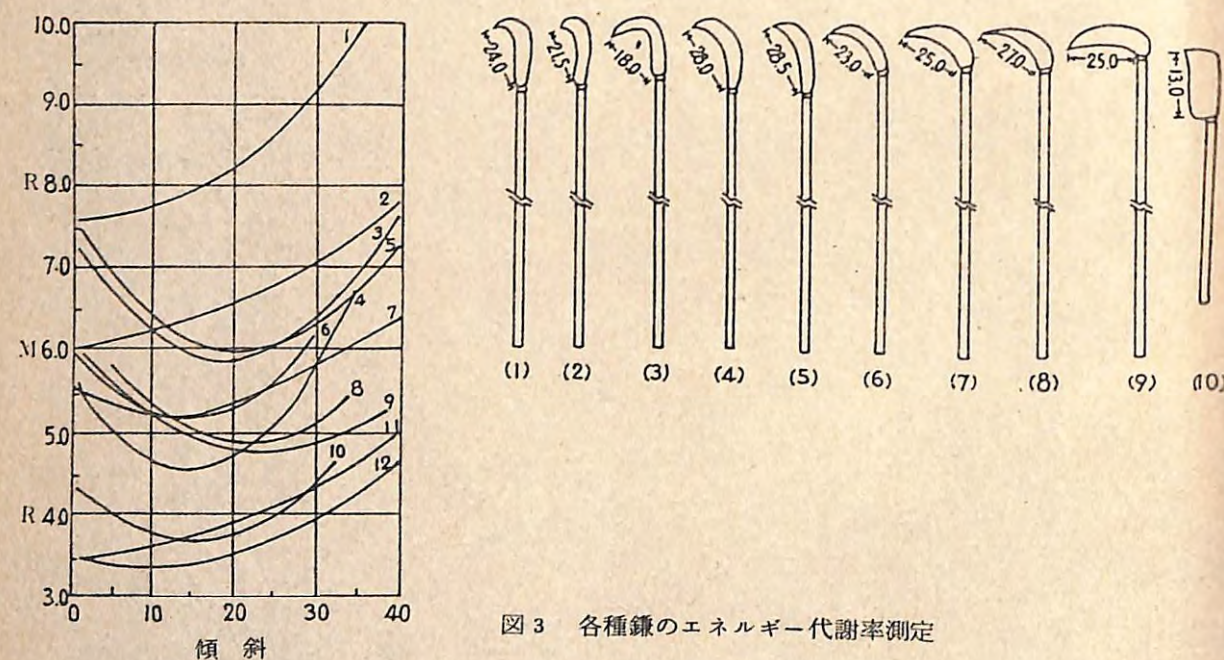


図3 各種鎌のエネルギー代謝率測定

とを関係づけてみると、足場傾斜20度の所でエネルギー代謝率は小さくなっている。即ち消費エネルギーが少なく済むような形のカマが多いということである。このように永年の使用経験と勘から、野鍛冶とともに改良してきたものと推察される。その後、造林地について調査した結果(図4)と併せてみると、平均傾斜20度の所で作業することが多く、面積割合で見ると全体の20.9%を占めており、傾斜15度、25度まで含めると全体面積の58.2%となっている。

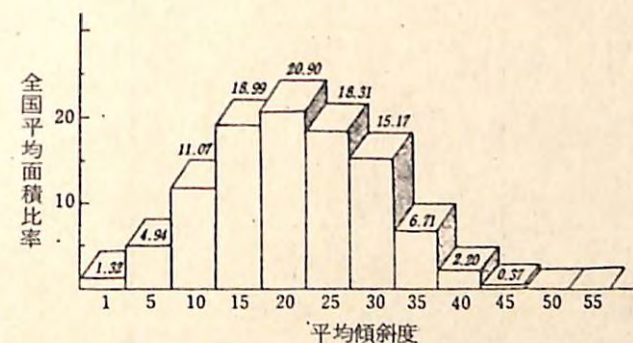


図4 造林作業地の傾斜別面積比率

3. カマの先について

カマの名称は図5に示す。使用者の経験および勘と野鍛冶の協力によって改良されてきた多くのカマも集約してみると、現在では図6のようになる。

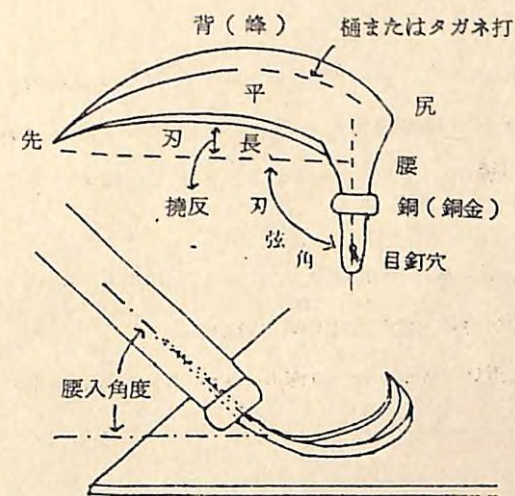


図5 鎌の名称

鍋づる型、三日月カマといわれる原型が明治、大正を経て蕨型あるいは鷹カマといわれる下刈、地ごしらえ兼用となり、鉈型あるいは鶴カマといわれる地ごしらえ専用カマへと改良されてきた。

それぞれの平均的な大きさ、重量も図に示したごとく、それぞれの用途に応じて決まっている。各型の得失について述べると、

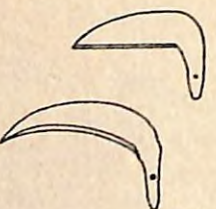


		
鍋づる型 三日月鎌	蔵型 鷹鎌	鉈型 鵝鎌
重量(平均) 250g 刃長(平均) 26cm 刃幅(平均) 6cm 腰入角(平均) 11.9° 刃弦角(平均) 100°	重量(平均) 550g 刃長(平均) 23cm 刃幅(平均) 7cm 腰入角(平均) 15.9° 刃弦角(平均) 104.6°	重量(平均) 670g 刃長(平均) 26cm 刃幅(平均) 7cm 腰入角(平均) 16.5° 刃弦角(平均) 111.2°
下刈用	下刈・地拵兼用	地拵用
雑草、つる、ぼうが	雑草、つる、雑木、ささ、細い枝条	雑木、根曲竹、枝条

図6 鎌の集約

○鍋づる型(三日月カマ)

(得) 根元より刈払いができる。苗木を損傷することは少ない。

(失) 草以外では能率は比較的あがらない。2回目の下刈り以後は能率は低下する。曲りやすく耐用期間が短い。またカマの寸法を変えても得るところは少ない。

○蔵型(鷹カマ)

(得) 先端が鍋づる型で後は鉈型となっており、下刈り、地ごしらえに兼用できる。下刈りの各回数に使用でき、苗木の損傷も少ない。

(失) 刃身が円形に近いので、カマの握りがにぶる。下刈りでは草分け(先端)が土中にささりやすい。

○鉈型(鵝鎌)

(得) 地ごしらえでは耐用期間が長く能率はあがる。雑木、大径材の切断に対しては好適である。

(失) 下刈りでは苗木を損傷しやすく、苗木周囲の雑草除去が難しい。重量は一般に大で、動作が不均衡になり、疲れやすい。

4. カマの柄について

手工具は人間の四肢の延長だといわれており、何時も人間から離れることのできないものである。それがゆえに人間個々についても異なった体力、機能をもっている以上、手工具を個人が上手に操作するには、体力、機能に合ったものでなくてはならないといわれている。この辺が長年の使用経験がものをいい、それから割り出した重量、柄の寸法などが考えられるのである。

一般的に重量においての男女差は100gの差がよいとされており、作業に馴れてくれば同じ重量でも差支えない。柄長は鍋づる型では使う人の肩から上、一握りの所にカマの胴金の位置がくる長さであり、蔵型、鉈型においてはカマの胴金はその人の腋の所にあるのが、それぞれ使いやすい柄の長さといわれている。このように使う人の体格に合わせた寸法は何もわが国のみならず、図7にあるように欧州の草刈鎌においても言われている。カマの刃は使う人の掌幅の5~9倍の範囲で、使う人の体力に応じて長さを決めるということである。柄の長さは身長

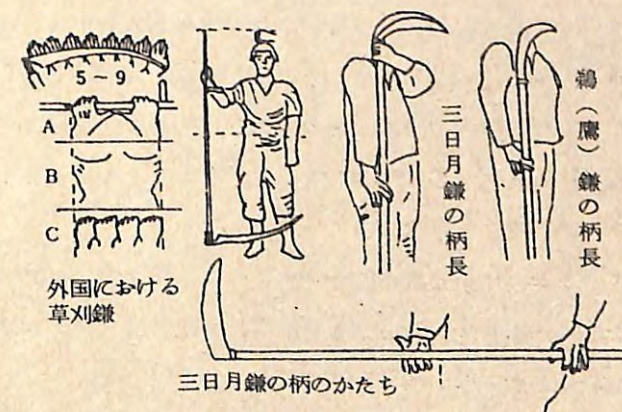


図7 鎌の柄の適正長さ

に一握り加えた長さとしてされている。またカマの刃が長く、先が重いので刈払中に草分けが地中に入るのを防ぐ為に、刈払時に刃先を持ち上げなければならない。その為に図にあるように肩の高さ、腹の高さの2ヶ所に、お互いに直角に握りがついている。この二つの握りの距離はAのごとく両手と親指の長さ、あるいはBのごとく肩幅、Cのごとく四握りなどと決められている。我が国の草刈カマでは、これらの握りについてはないが、図の下にあるように両手で軽く押えたとき、刃が上に向くように、柄に7~10°位の曲りをつけておくとよい。この曲り柄は刈払中に地面と平行に刈払う場合にカマの柄を強く握らなくとも草分けは常に下にさがらず、刃線と地面とが平行に保つようになっている。蔵型、鉈型のものは曲り柄をつけると作業がや

りにくく、直柄の方が良い。

5. カマの作業動作について

カマの作業動作はそれぞれカマの形によって握り、構え方が異なる。図8に示すように鍋づる型では引き刈りが多く、箒を握った形で草をはくような構えをしている。これらは農具便

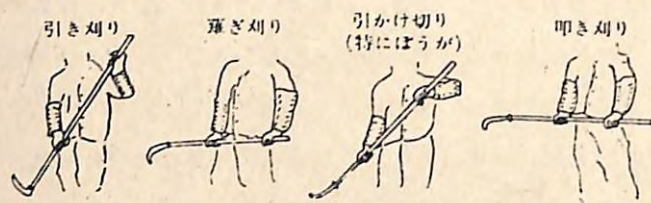


図8 カマを持つての構え方

利論の図においても同じ構えをしている。炭型では鎌を地面において、肩幅の広さで両手を下し、そのまま握った型となり、薙ぎ刈りとなる。鉈型は太い物を叩き切るの竹刀を握る形となる。特にぼうがの刈払いでは刃先をぼうがの根元に確実にひっかけて引き切るの叩き切りの構えとなるが刃先を下げるためと引く力を大きくするために、握る距離は肩幅より幾分広くとる。

特に下刈作業においては刈払中に苗木を損傷することは禁物であるため、昭和5年頃、小池武夫氏が作業改善を行い、小池式下刈法(図9)を考え作業員の指導訓練にあたっている。その内容について概略を示すと、

「一に前まで、二は左、三で庇って、四でなぐれ」という標語を作り、作業員に慣じみやすく動作を分解して教えている。

〈一に前まで〉

カマの活動範囲を示し、苗木発見まで、苗木の後方全部を刈払うことであり、苗木の右側は、この第1動作では絶対に刈り込まず、苗木の後方のみを丁寧に刈り、苗木を発見したら次に移る。

〈二は左〉

第1の動作が終了したら足を第2の順序に運びながら苗木の左側をカマを小さく振って刈払いながら進む。

〈三で庇って〉

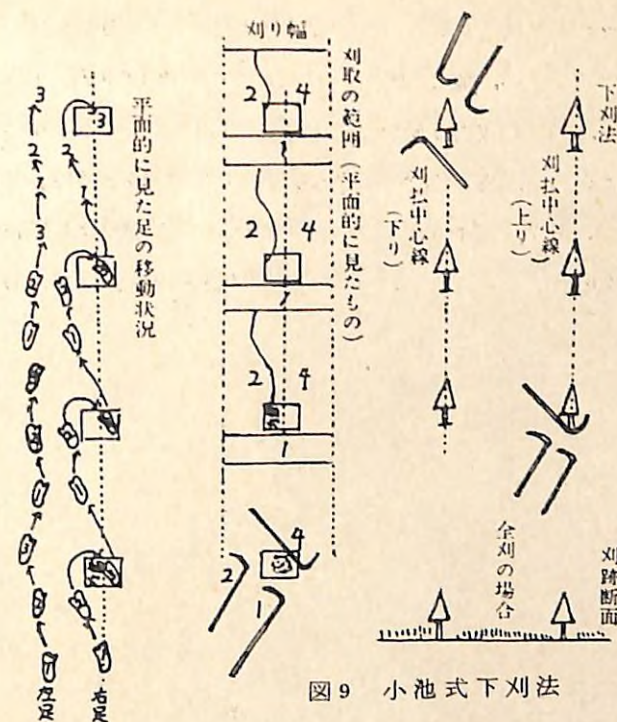


図9 小池式下刈法

第2の鎌の範囲が刈り終った時、即ち、第2の足が最後の移動を終った時、左足はそのまま右足のみで苗木の前方から踵を先にして右側に運び、右脚の内側および裏側で完全に苗木を庇う。

〈四でなぐれ〉

第3の動作が短時間でされると同時に作業者の上半身は腰を適度に落として右方回転をし、右足もとより刈払われ、前進して行く。

6. カマの人間工学的検討

昭和52年度に各営林署で使われている地ごしらえカマ、下刈カマについて調査を行い、その結果について人間工学の面から検討を試みた。

地ごしらえ、下刈カマは農業用に比べて厚手の大鎌であり、地ごしらえカマは134丁、下刈カマ106丁の資料が集まったが地ごしらえに使用しているカマが除伐に兼用している例は多く、下刈兼用カマの使用は非常に少ない。以上のような使用実態のなかにおいてももう少し手工具としての細かい点について述べる。

① カマの全重量と柄長

林業用のカマは農業用と違い全体の重量を利用して対象物を刈払うのが特長であり、一般的に長い柄が付いて重い、地ごしらえカマでは800~2,100g、下刈カマでは500~1,700gとなっており、刈払対象物が硬い地ごしらえカマが一般に重くなっている。カマの刃先の金属部の重量に合わせ、なおかつ作業方法、使用者の体格を考慮して柄の長さが決められてくると言われているが、図10、11を見ると地ごしらえカマで柄長は45~200cm、下刈カマで60~170cmとなっており、刃先重量と柄長との関係は図から見る限り傾向もつかめないようである。

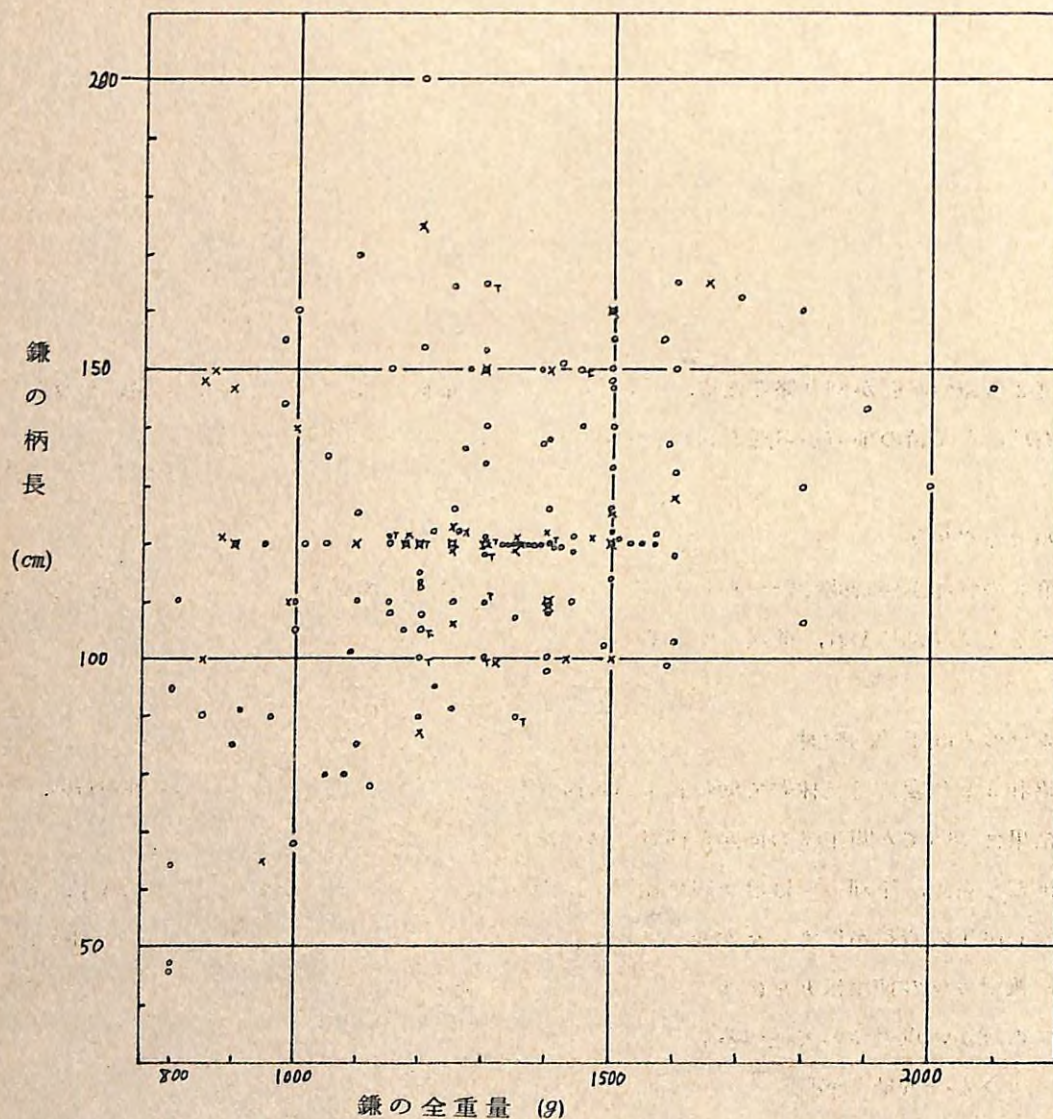


図10 地ごしらえ鎌の柄長と重量

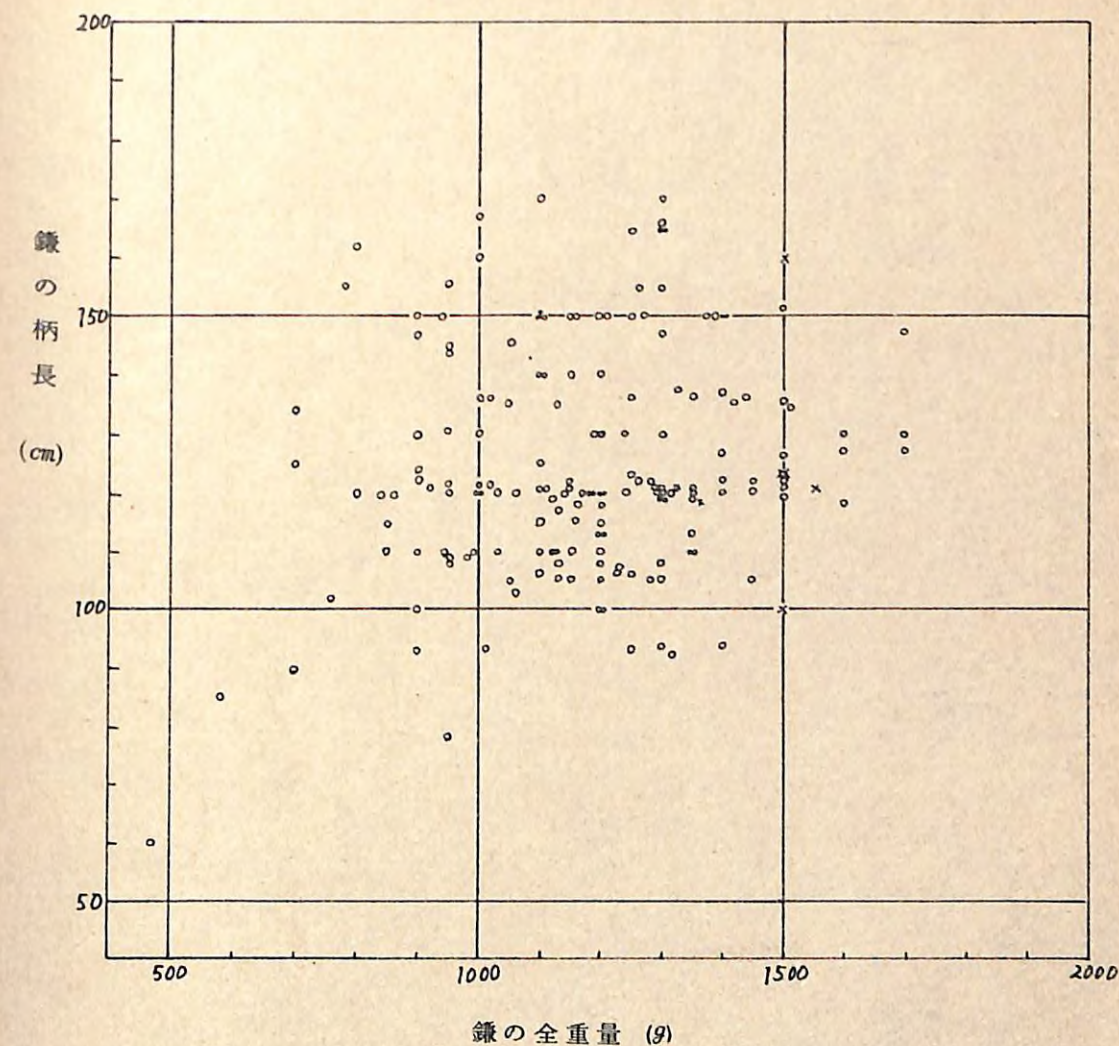


図11 下刈鎌の柄長と重量

先にも述べたごとく、地ごしらえカマ（鉈カマ）では叩き刈るので両手は同一方向より柄を握り、上から下に握りおろす動作が多いためカマの胴金が見使用者の腋の高さ、下刈カマは左右に振って刈払うことからカマの胴金が肩より一握り上の所に来る長さが使い勝手が良いと言われているが、図12、13の柄長と身長との図から見ても、このような配慮がなされていないようである。

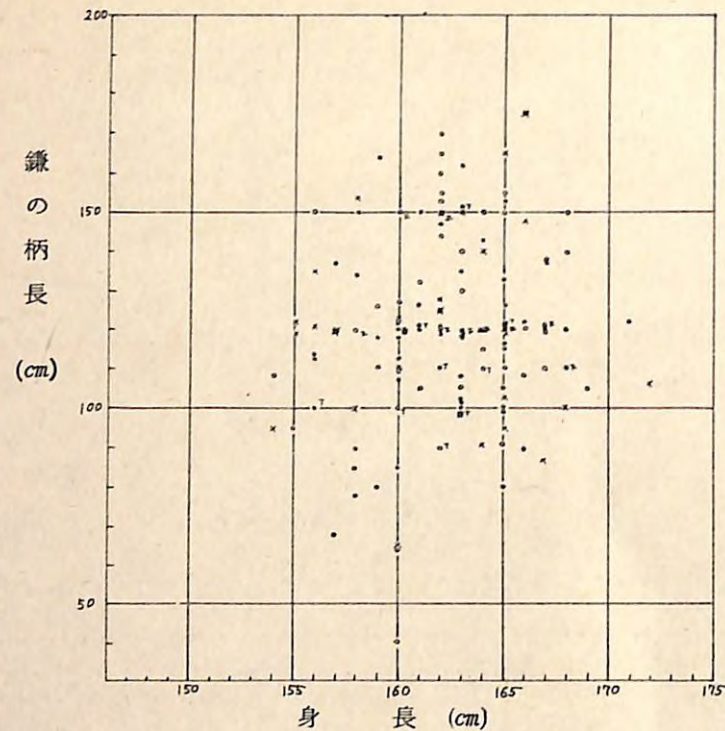


図 12 地ごしらえ鎌の柄長と作業者の身長

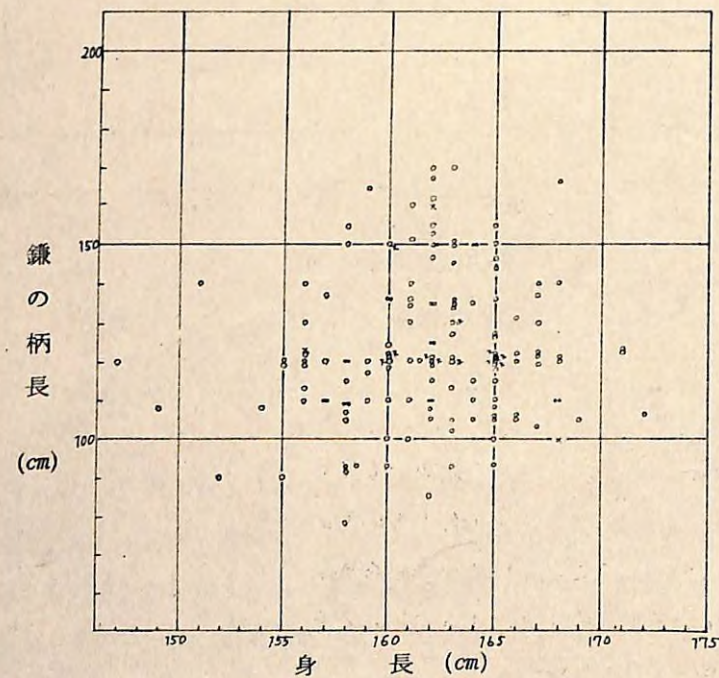


図 13 下刈鎌の柄長と作業者の身長

㊥ 刃弦角と刃渡り

柄部の中心線と刃弦（刃の元と先とを結ぶ線）とのなす角度を刃弦角といい、1回の刈払面積に関係する。松井善喜氏によればカマを持ち、身を曲げずに肩と腰を動かして规律的にカマを振って刈払う（薙刈り）場合に刃弦角 90° に対して 100° では 1.4 倍、 120° では 2.1 倍の工期となり、刈払面積が最大となる刃弦角は 160° であるとしている。また薙き刈をするようなカマでは、刈払面積は狭小となるが、刃弦角 90° に対して 100° では 1.4 倍、 120° では 2 倍となるが、単なる対象物を刈払うのみならず曳き刈りや叩き切り等の動作が組合わされて作業が進むので、刈払対象物を考慮に入れて刃弦角を決めなければならないが、一般的に対象物の硬軟、疎密に応じて薙刈りと曳き刈りとを併用して筋肉の一方的疲労を避けているために、刃弦角は $105 \sim 110^\circ$ 内外が良いとされている。今回の調査においては図 14、15 のごとく叩き刈り、曳き刈りが多い地ごしらえカマでは $140 \sim 160^\circ$ が多くみられ、薙刈り、曳き刈りの下刈カマにおいては $100 \sim 130^\circ$ が多くみられ、なお何れのカマにおいても刃弦角と刃長との関係は明らかな相関はみられない。

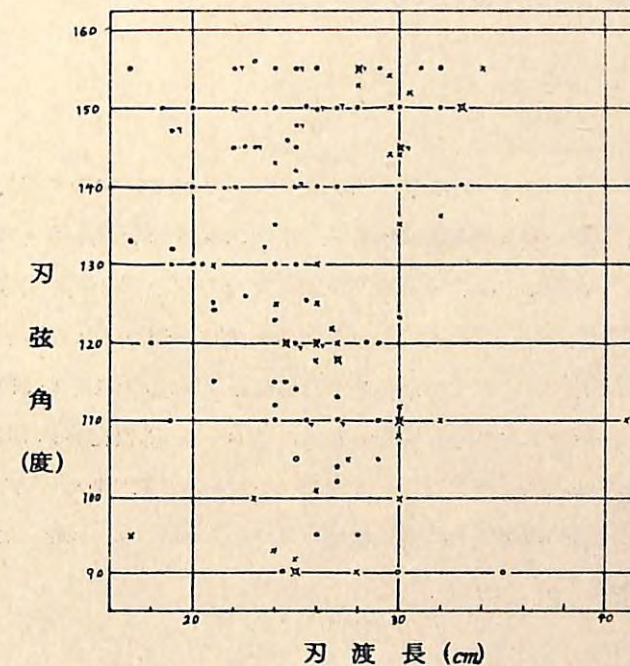


図 14 地ごしらえ鎌の刃弦角と刃渡り

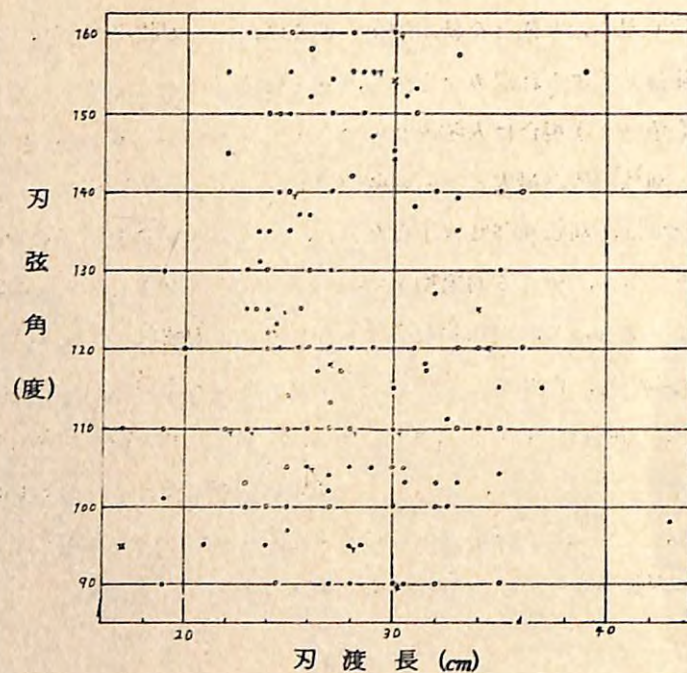


図15 下刈鎌の刃弦角と刃渡角

⑤ 腰入角について

腰入角はカマの刃の平を地面につけたとき、カマの柄と地面とのなす角度で刃面角とも言ふ。造林用カマのように中腰または立位の姿勢で作業するカマは腰入角を大にして、刈足を低くするようになっている。一方、傾斜地での使用を考えると腰入角を傾斜に応じた角度ということになるが、経験上から腰入角は $0 \sim 45^\circ$ の範囲といわれている。地ごしらえの叩き刈りなどに使うカマは腰入角は少ないほど使い易いし、下刈りのような薙刈りにおいては刈足の高さを考えると腰入角は大きい方が良く考えられる。実際において図16、17のごとくで、一般に腰入角の範囲は地ごしらえカマでは $30 \sim 50^\circ$ 、下刈カマでは $30 \sim 50^\circ$ の範囲となっている。また足場の傾斜との関係についてみると図18、19のごとくで、明らかな関係はみられない。

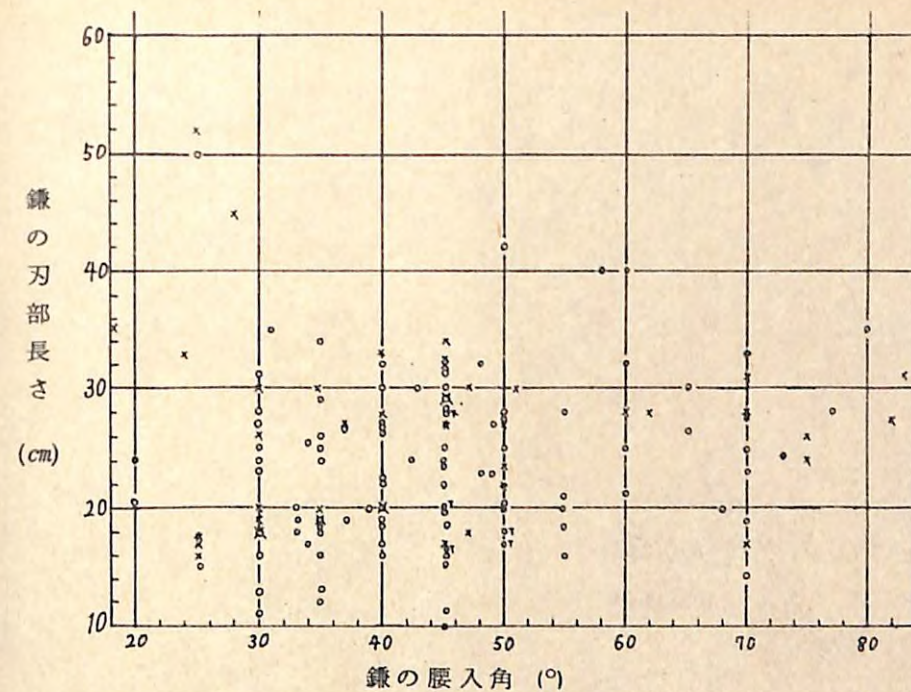


図16 地ごしらえ鎌の刃長と腰入角

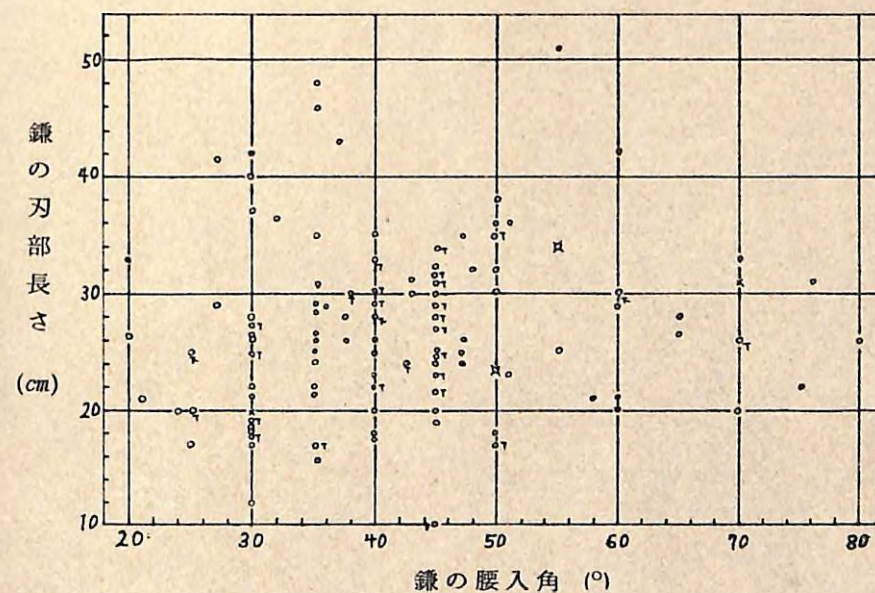


図17 下刈鎌の刃長と腰入角

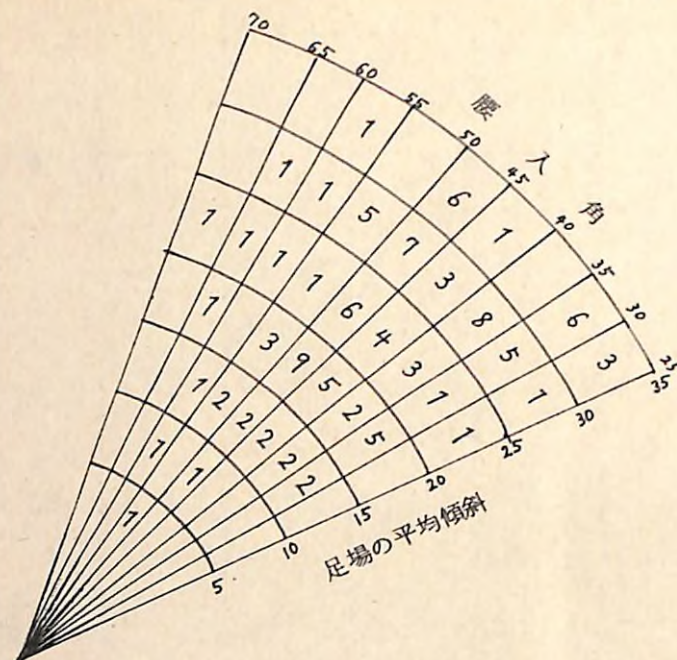


図 18 地ごしらえ鎌の腰入角と足場の傾斜

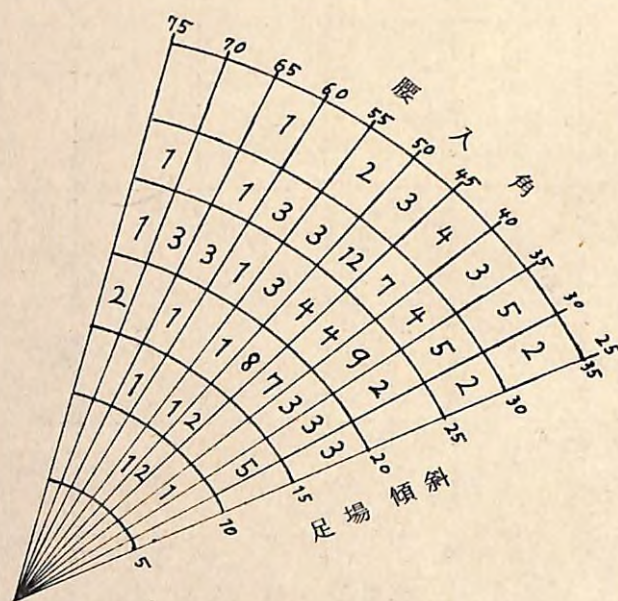


図 19 下刈鎌の腰入角と足場傾斜

㊦ カマの柄について

手工具の柄の把持部分の断面形は(1)作業動作の方向、(2)作業方法の規制によって円から楕円形と形をかえて行く。また片手で使用したり、余力を入れないで使用する手工具では細めであり、力を入れて使用する手工具については一般に太いものが多い。今回の調査では図 20、21 のごとくで柄のたて径、よこ径にちらばりがある。一般にたて径、よこ径の比が 1.2 になる楕円形が力を入れて使用する手工具では使い易いといわれているが、それぞれの図にたて径、よこ径の比 1.1 ~ 1.3 なる線を入れてみると図のごとくであり、これらの両線内に入っている柄は地ごしらえカマで 49.4%，下刈カマで 43.6% となっており、何れのカマにおいても 50% 以上は使いにくい形状の柄がついていていると考えられる。また形状のみならず握りの周囲長も使う人の手の大きさと関係があり、太くても細くても使用上の不便は

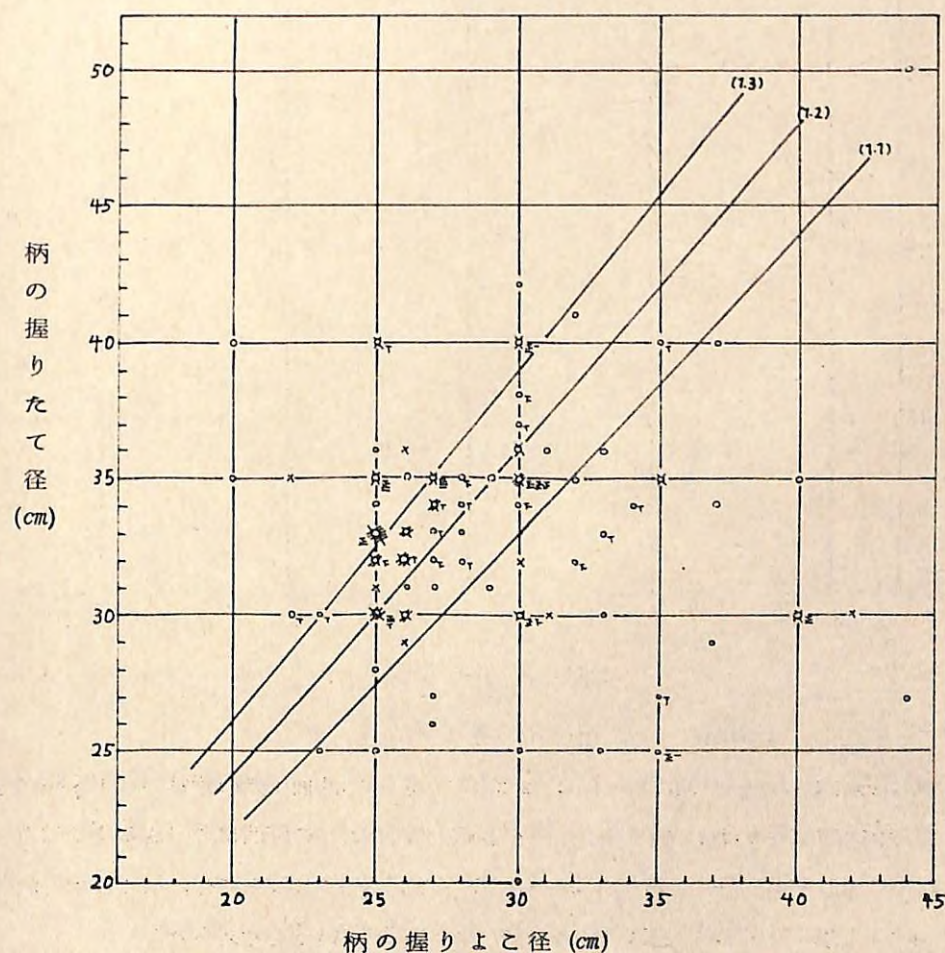


図 20 地ごしらえ鎌の柄のたて径とよこ径

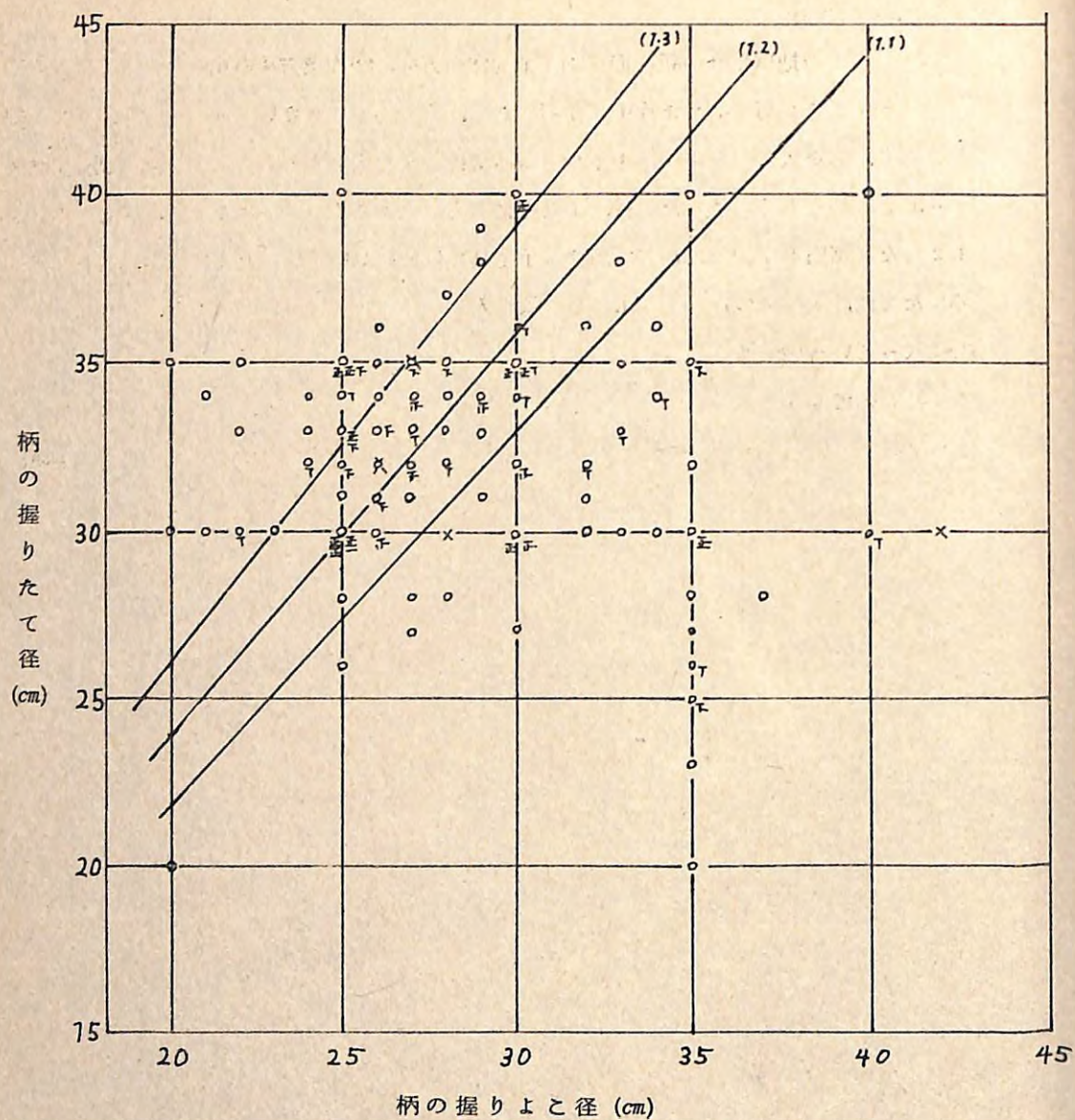


図 21 下刈鎌の柄のたて径とよこ径

感じるものである。その実態は図 22, 23 である。一応は使用者の手掌長の $\frac{1}{2} \sim \frac{4}{7}$ が適正な太さであるといわれており、図から見ると適正な太さの範囲におさまるものは地ごしらえカマで 49.7%, 下刈カマで 48.3% となっており、これはたて径、よこ径比と同じく 50% 以上は握っても握りにくい太い柄が取り付けられていると考えられる。

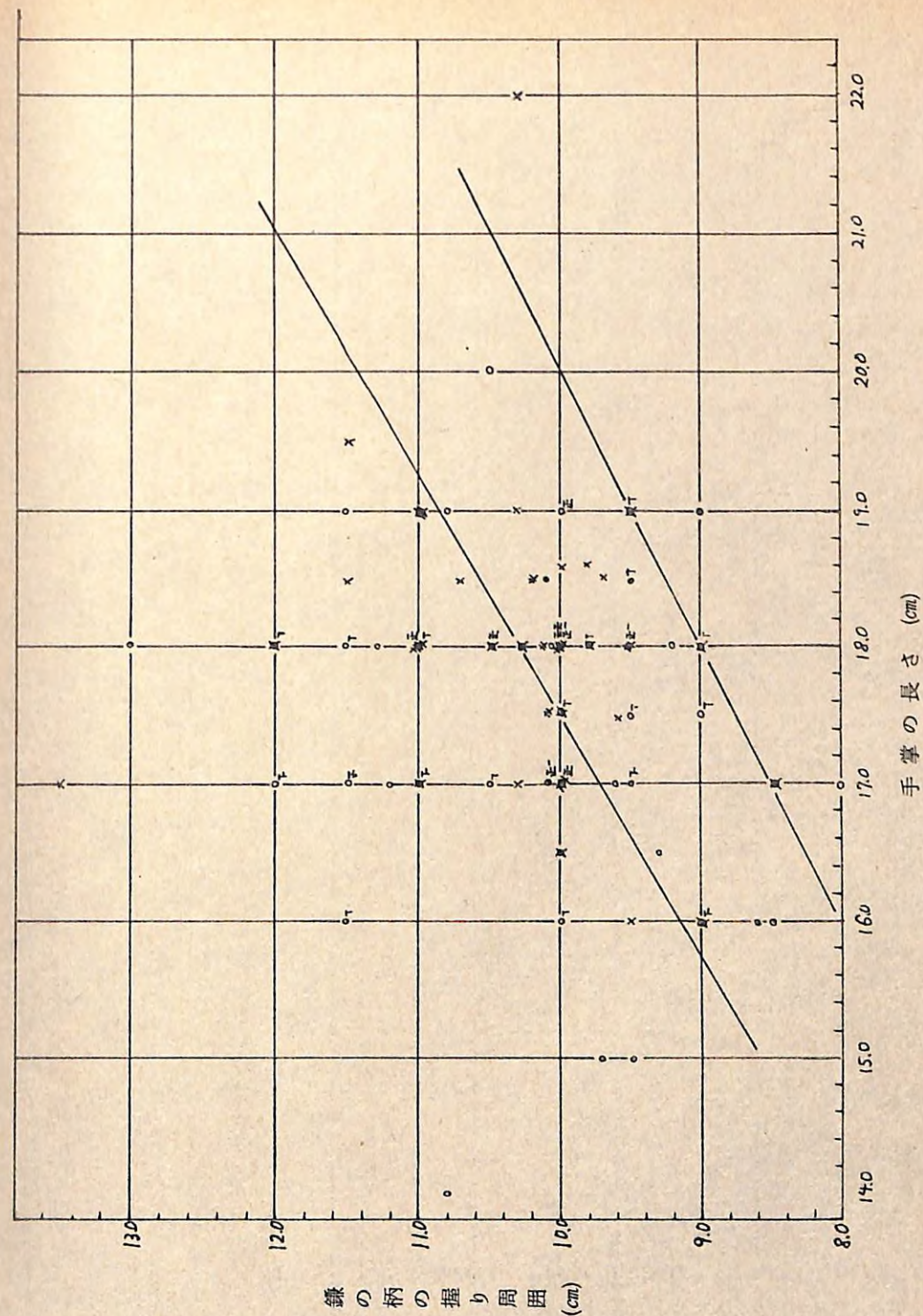


図 22 地ごしらえ鎌の握り周囲と手掌の長さ

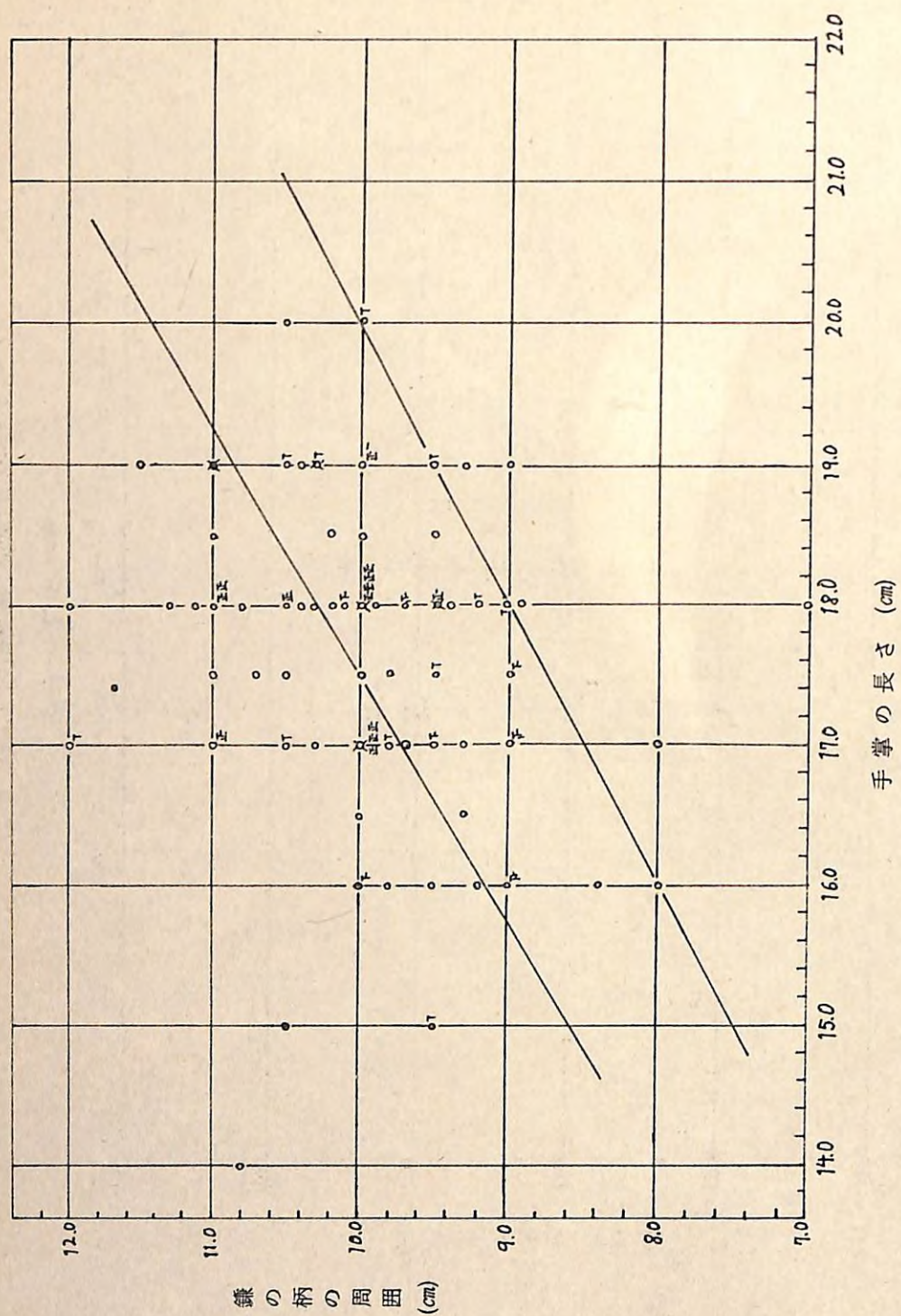


図23 下刈鍬の柄の周囲と手掌の長さ

㊥ 作業能率について

作業能率については主に地ごしらえについての図を示すが、①足場の平均傾斜 (図24)、②カマの刃渡り (図25)、③カマの柄長 (図26)、④カマの重量 (図27)、⑤カマの腰入角 (図28) と1日の作業量との関係、即ち手工具の具備している条件と能率との関係を求めようと試みたが何れにおいても明らかな関係は求められなかった。下刈作業においても同じことが言える。

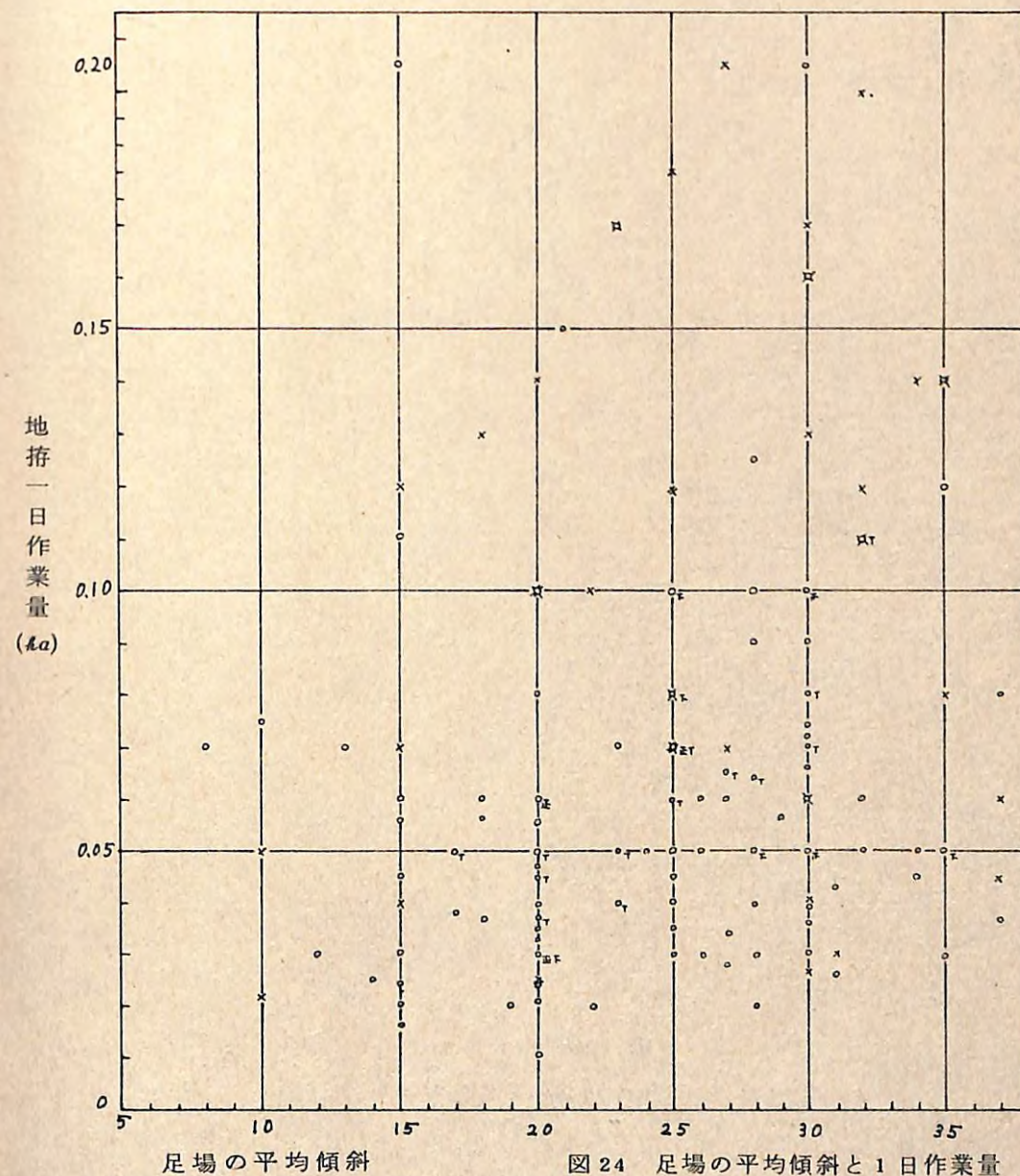


図24 足場の平均傾斜と1日作業量

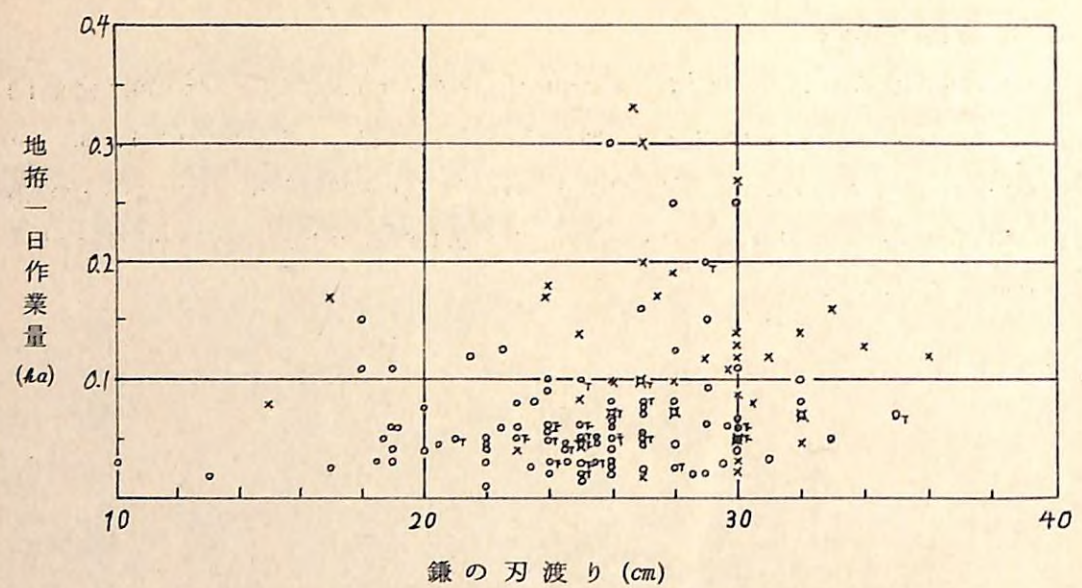


図25 カマの刃渡りと1日作業量

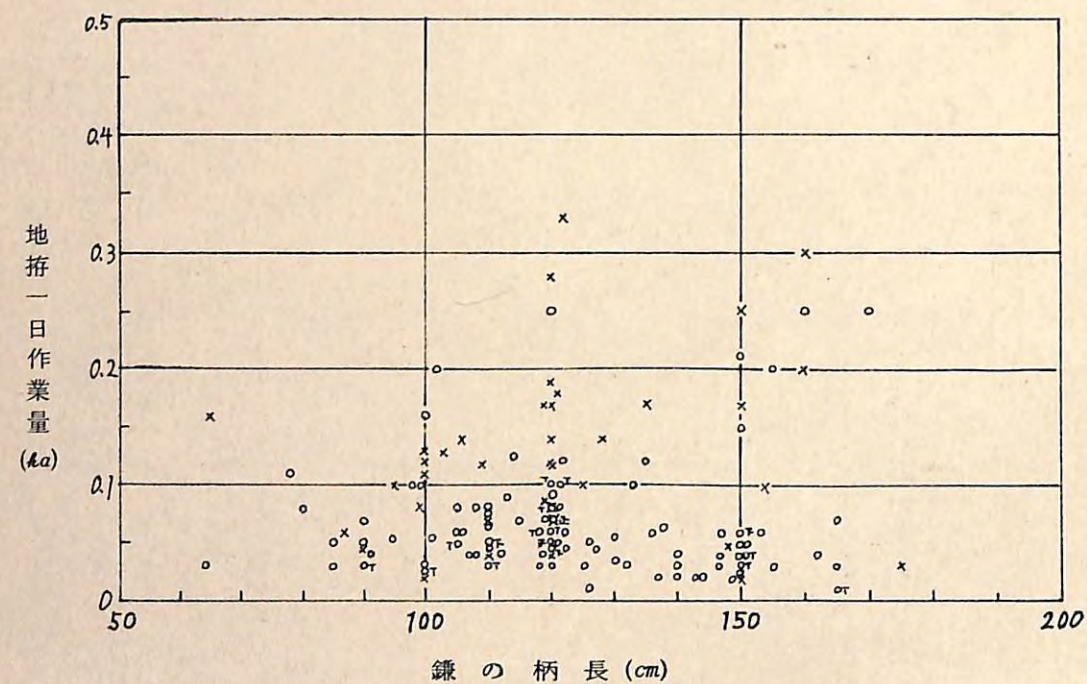


図26 カマの柄長と1日作業量

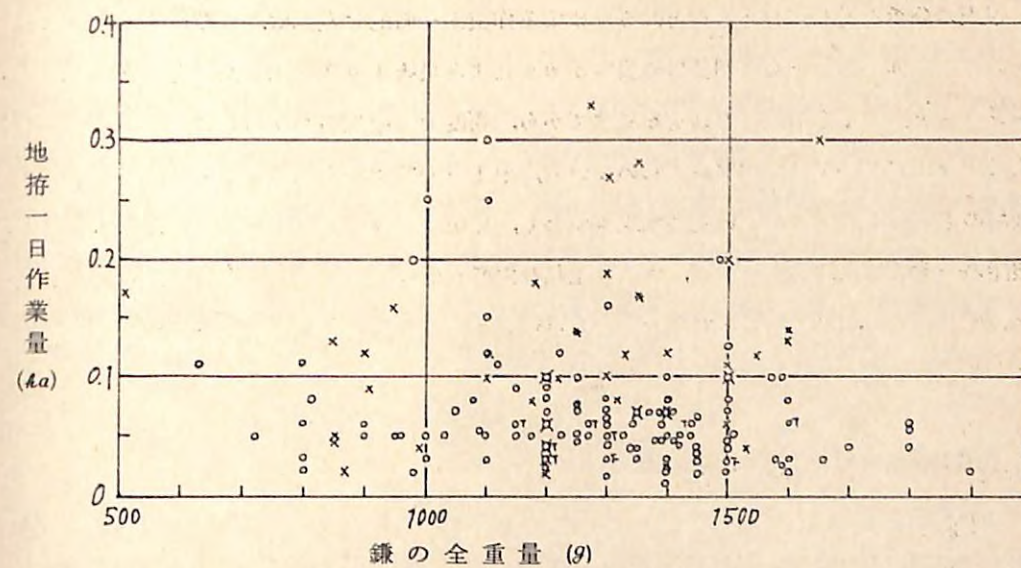


図27 カマの全重量と1日作業量

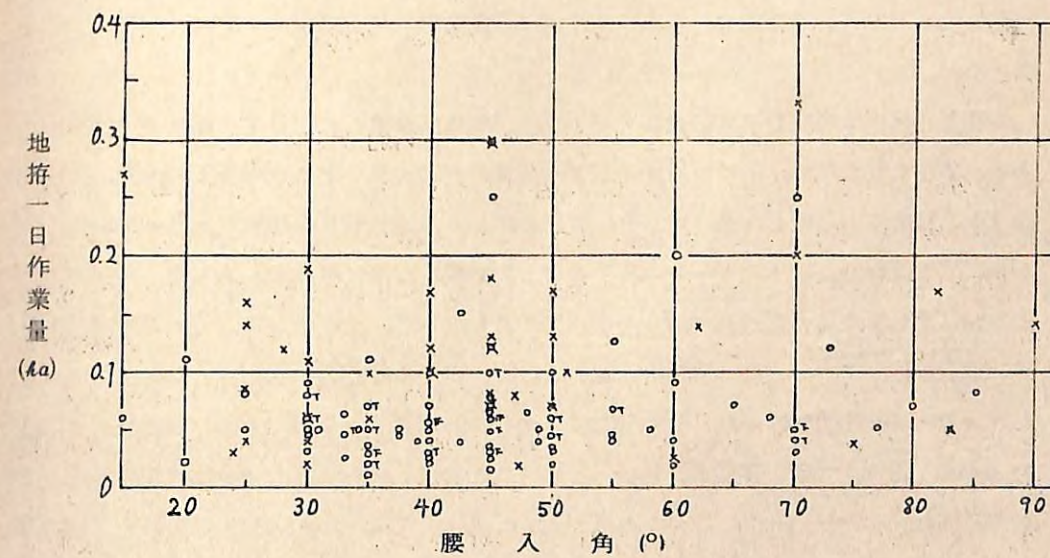


図28 カマの腰入角と1日作業量

以上の分析を通して言えることはカマによる作業が一時的に刈払機、除草剤などに代わり、その使用が伸びるとともに刈払機の災害がカマによる災害よりも増加したこともあるが、チェーンソーと同じく振動機械の指定を受けてから、再度カマの使用が復活してきた。この間の空白はカマなどの手工具に関する正しい使い方、手工具の機能的な知識もいふとともに社会環境の著しい変化にともない生活様式もかわり、従来のカマなどを使用することは体格、体力、機能の一般的な減退からみても、また手工具の生産もかつての野鍛冶の手造りから近代工業的な生産にかわり、有名刃物産地の一元的な供給が多くなったことなどから再検討の時期とも言えよう。

7. 林業労働における技能と技能教育

(1) 技能とは

技能者、技能評価、技能教育など、技能という言葉は案外と多くの人々が気軽に使っているが「技能」とは一体、何を言うのであろうか。手近にある平凡社の国民百科事典を調べてみると「技術」の項はあるが「技能」の項はない。岩波の心理学辞典に「ある技術的操作の形態を習得しうる素質を示すことばとして用いられ、またはそのような形態を習得する学習過程および、その結果習得された状況を示すことばとして用いられる。前者の意味では一般知能に対して特殊性能を、後者の意味では作業研究および熟練度がそれに当る。」としている。

藤本喜八郎氏は技能を社会的通念としては、通常は「技術」に対して呼ばれる「技能」である。労働者を指揮し、生産の計画を樹て、生産の運営に当たるところの多くの所謂、学校出の者を「技術者」と称し、その者が有し且つ活用する知識経験を「技術」と言っている。この技術者に指揮されてハンドルを執り手に油して実際の作業に当る者、而も相当経験を積まなければならぬ様な作業に当る者を「技能者」と称し、その者が持っている知識経験を「技能」と呼んでいる。この場合「技能」というのは「熟練」ということと同意語であるとしており、また心理学的定義として技能は二通りに区別することができる。素質としての技能と経験、習熟、訓練を蓄積する過程として、また蓄積した結果としての技能とである。素質としての技能は一般的知識、性格などに対して、機械的知能、特殊性能などの如く「技能者」として順応し発展しうる能力」という風な意味に用いられている。経験、習熟、訓練を蓄積する過程としての技能は、作業研究の対象として眺められているところのものである。技能検査などによって或る個人の技能程度を検査するということは、その個人がその時まで蓄

積した結果としての習熟度（熟練度）が、一般的習熟の過程のなかのどの位置に当るかを検査するということではなければならない。そしてその場合いわれる技能は、蓄積した結果としての技能を意味している。換言すれば、過程としての技能も、結果を現わす段階的表現としての技能も均しく「技能」という言葉で呼ばれている。

藤本氏の定義は少し長いが具体的にわかりやすい内容を示している。

(2) 技能の内容

技能分析あるいは評価についての事例では主として藤本氏の心理学定義のなかでも熟練の項目について行われたものが多い。その点に注目して技能の内容をみると図29のごとくである。

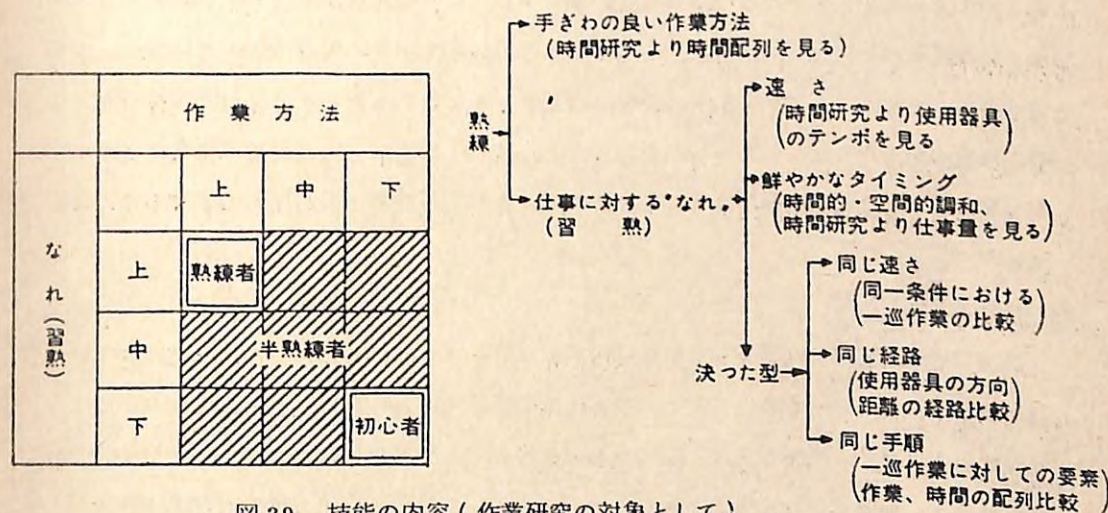


図29 技能の内容（作業研究の対象として）

手ぎわの良い作業方法と仕事に対する慣れの両者を兼ねそなえた者が熟練者と言いうる者で、経験年数の長いのみでは仕事に対する習熟者にとどまり熟練者とはいえない。特に林業労働においては若くして林業に従事した経験者、即ち従事率の高いほど熟練者といえよう。

これまでに林業関係において行われた技能分析についてみると労働科学研究所、樋口、J. E. HANSSON、作業第1研究室などの調査がある。

樋口伸吾氏は毎日の造材本数について統計分析を行い、日々常に最高度の能率が発揮されれば造材本数は最高生産力に高まるが、労働意欲の低下、疲労、悪天候、温湿度、伐倒木の状況、地形などの生産を阻害している原因に大きく比例して、造材本数は二項分布を示す。このことから、分布の状況を見ることによって技能評価ができるとしている。

労働科学研究所およびJ.E.HANSSON氏は作業員の一般知能、体格、機能、エネルギー的能率などの人間側面の因子と作業能率、即ち技能との関係について分析を行っているが、体格、体力などを重視している。

労働科学研究所では現場の一般的な技能評価に用いられる勤務年数よりは従事率＝勤務年数／年齢が技能との相関が高いこと、また体格、機能の面で技能上下の差は明らかであるとしている。HANSSON氏はエネルギー的機能、作業の正確さなどが相関が高いことを認めている。

作業第1研究室では同一のチェーンソーを使用した時の比較において、技能差のあらわれるのは労働負担の大きくなった時、即ち玉切作業についてみると小径材より大径材の鋸断時においてその差が大きくなると指摘している。また、この裏付け調査として鋸断中の身体各部の動作経路の分析を行い、技能上の者は身体各部の動きが同一経路で動いているが、下の者は各部がまちまちに動いており、時間の経過とともに乱れもみられる。動作の集合である要素作業の組み合わせについても検討を行ったが、技能下の者は上の者に比べて要素作業の種類を多く使い、なおかつ順序だてられていない、各要素作業の所要時間においても多くなっている。

(3) 技能教育について

前項で経験、習熟の過程を通じて技能形成がなされてくる様相を述べたが、林業における技能教育は系統だったものも少なく、古くは徒弟制度にまかされていたが、10数年前より機械の導入により、機械を主体として行われた程度で、機械化作業においては機械使用の経験を通して、習熟して行く経過を経てきたのである。これらの自己啓発的な技能の進歩についてみると図30の如くである。

段階的な進歩を少しでも縮めて早く熟練者とするのが教育の問題として考えられるのである。

この段階的進歩を伐木造材作業についてみると、作業に含まれている個々の動作について独立の意志的努力をはらい、なおかつ動作の頻度の多いものについては十分なる練習がされ、早く習熟して行く。これらの作業を核として、その前後の関連した作業について所要時間の短縮について努力をはらい、次の段階において一つの操作に余裕を見出し、次に必要なる準備、整備、掃除などの付帯的作業について努力し、時間の節約をはかる。このような過程を経ながら、作業の総合化をはかり、作業基準などが浸透して行く。

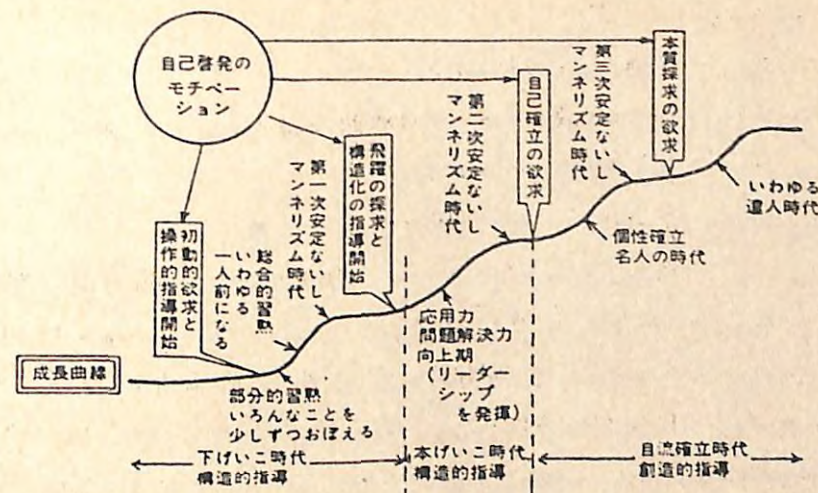


図30 自己啓発的な技能の進歩

一方、心理学的な面から人間の行動(図31)をみると意識行動と無意識行動に分けられ、作業の習熟過程は動作の学習であって熟練として得られるものは学習行動とし、無意識行動

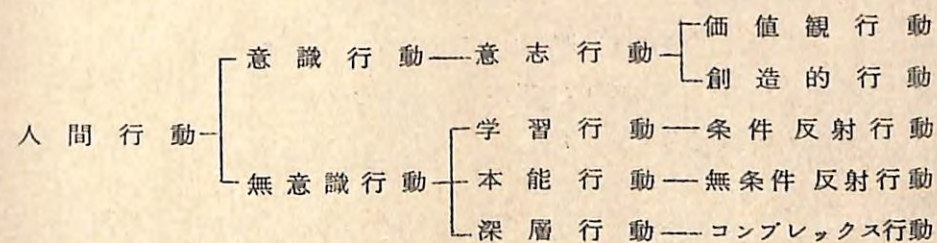


図31 人間行動の内容

となる。我々が日常行動および熟練結果の作業行動を含めて1日の行動の約95%は無意識行動といわれている。技能教育においては体で覚えることが主体であるために学習行動として身につけることが基本になければならない。それがためにも自己流によって覚えた行動や誤って覚えた行動について正しい行動へと矯正することは初期の正しい教育を施すよりは非常に難しいものであり、また習熟過程における段階的な教育のあり方について再教育までの期間、教える内容などの検討が行われなければならない。

参 考 引 用 文 献

- 西 川 俊 蔵 越前鎌 昭和17年
- 中 村 忠次郎他 日本鎌に関する研究 農林省四国農業試験場 昭和28年
- 大 蔵 永 常 農具便利論 1822年
- 森 庄一郎 吉野林業全書 明治31年
- 松 井 善 喜 造林用鎌にたいする研究 北海道林業試験集報 69 昭和26年
- 小 池 武 夫 群馬県下御料地に於ける下刈改善の実施 御料林 634~38
- 内 藤 生 秋田営林局管内営林署使用造林用器具調 昭和11年
- 農 具 研 究 会 日本農業における人力農具に関する研究 一鎌一 大日本農会 1974年
- 前 田 正 子他 民具の人間工学的研究 人間工学 Vol 5 62 昭和44年
- 小 山 円 造 安全で使い易い鎌の柄の選定と鎌の入れ方の工夫
国有林野事業労働災害防止研究発表集 昭和51年
- 林 野 庁 林業実態調査報告書(造伐夫の作業能力) 1953年
- 辻 隆 道他 林業作業測定を進め方 1965年
- 辻 隆 道 人間工学から見た林業労働 1973年
- 林 試 報 林業の標準功程表あてはめに関する研究 その5
作業員の技能度 1967年
- 狩 野 広 之 労働と人間
- 狩 野 広 之 注意力 1962年
- 桐 原 葆 見 最近の産業心理学 1953年

林業用土木機械の性能

— 林道施工におけるショベル系機械の性能 —

「林業用土木機械の性能」

——林道施工におけるショベル系機械の性能——

I 試験担当者

機械化部 林道研究室 福田章史

II 試験の目的

林道の作設には、従来よりブルドーザが多く用いられてきたが、近年トラクタショベル、パワーショベル、バックホウ等のショベル系機械の利用が増加してきている。

急傾斜地において土砂を堀削し、林道を作設するには、土留構造物を用いて盛土を押さえ、切取と盛土の土工量を均衡させるか、あるいは、切取土量は過剰となっても全断面堀削をおこない、切取った土砂は適当な土捨て場まで運搬する二つの工法が考えられる。これらの工法のうち、環境を破壊することが少く経済的にも有利な後者の工法をとるためには、切取った土砂を運搬しなければならないためショベル系機械を用いざるを得ない。また環境の保全を考慮した林道作設をおこなうには、急傾斜地ではブルドーザによる押土は、どうしても谷側斜面に土砂を流出させ、それが林地荒廃の原因となるため、ショベル系機械により土をすくい上げ谷側斜面に落とすことなく運搬し、適当な場所に捨土する工法を取る必要がある。ショベル系機械は、ブルドーザに比べ、土を堀削する能力はやや劣るとはいえ、余分な堀削をすることが少く、ブルドーザよりきめの細かい作業ができるという特徴もある。

開設経費の点から考えれば、できる限り構造物を少なくする必要があり、その点からいってもショベル系機械による全断面堀削に近い工法をとることが有利である。ただこの場合に切取法面が高くなると、土工量が増加するため、経済的な問題と環境保全上の問題が生じることになるので、これらの両面の接点を求め、最良の工法を取る必要がある。これらの工法に適した機械としてショベル系機械が考えられる。

このような観点から、前回の技術開発課題で、スイングトラクタショベルを試作し、その性能を調査し、その有効性について述べた¹⁾が、さらに、現在実際に用いられているトラクタショベル、パワーショベル、バックホウ等のショベル系機械についても調査する必要がある。林道施工にシ

1) 50年度技術課題完了報告書「山腹堀削排土処理機の性能」

ショベル系機械を使用した場合の作業性能に関する研究は少く、一般道路のショベル系機械による施工事例は種々みられるが、林道の場合、独自の問題点があり一般道路の場合の研究成果を直接利用することはむずかしい。一般道路では、ある地点から他の地点への移動が、もっとも容易におこなえるように道路の設計がおこなわれる。林道の場合は、林業の場としての森林が対象であり、その広がりのある領域で、伐木集運材作業、造林作業等がしやすいように考慮して路線設計がおこなわれるので、一般道路のようにトンネルや橋梁で地形を克服せず、急傾斜地でも地形に順応して設計されることが多く、急傾斜地をさけて通ることは少い。また開設経費は、普通は森林から得られる利益に見合ったものでなければならぬため、低コストですますことが絶対に必要である。このような重要な問題があるため、林道施工用の機械について、どのような工法を取ることが良いのか、経済性を満足するためには、どのような手段が考えられるのか、環境保全を考えるには、どのような機械、工法が良いか究明する必要がある。これらについてその基礎となる資料を得るため、今回、トラクタショベルとバックホウについて林道作設とくに路体造成についての作業性能を現地において調査した。

これらの作業性能の調査は、時間観測が中心となるが、そのため時間観測に観測員を必要としない自記式のトラクタ用動作記録計の開発をおこなった。これは、時間観測がストップウォッチ法によるため、労力を要し、精度が一定しないためである。しかし、この記録計の完成が研究期間の後半におこなわれたため、実際の調査は、ストップウォッチ法によったものが大部分である。

Ⅲ 試験の経過と得られた成果

1. 試験方法

バックホウとトラクタショベルについて、各一機種のみであるが、林道作設現場において、路体造成工事の試験をおこなった。

試験地はバックホウについては笠間営林署管内の林道工事現場、トラクタショベルについては、草津営林署管内の作業道作設現場で、各々約200mの区間で試験をおこなった。

使用した機械は、バックホウが15-HT、トラクタショベルがD30Sである。これらの機械の簡単な仕様を表-1に示す。

表-1 試験に用いた機種の仕様

	バックホウ	トラクタショベル
機種名	15-HT	D30S
運転整備重量	12850 kg	6800 kg
定格出力	76 PS/1900 RPM	55 PS/2000 RPM
バケット容量	0.45 m ³	0.8 m ³

試験は、通常の方法で現地で実際に運転している運転手に作業をさせ、その時間観測をおこなった。時間観測はストップウォッチにより、前進、掘削、後進、旋回、停止等の要素作業の開始時刻、終了時刻を連続観測するとともに10mおきにたてたポールを基準にして移動距離を目測した。またバケットにすくい込まれた土量も、あらかじめバケットの容量を測定して、目測で毎回の土量を測定、記録した。また後述する動作記録計を用いて同様の観測をおこなった。

土工量の測定は、試験区間の5mおきに、施工前と施工後にコンパスあるいはポールを用いて横断測量をおこない、区間ごとに土工量を求めた。

2. 林業トラクタ用動作記録計

先に述べたように、時間観測をおこなうため、従来はストップウォッチにより要素作業の時間を測定していたが、これは観測者が長時間にわたり緊張を強いられ、精度も一定しない。それでトラクタに容易に取り付けることができ、各種の動作や運転中のエンジン回転数や燃料消費量などが自記記録できる動作記録計を開発した。

(1) 動作記録計の構造

各種のトラクタに容易に取り付けることができるように記録装置には市販のタコグラフを改造し、1回転3時間としたものを用いた。記録計の数が足りないため、同様のタコグラフを2台用いた。1台の記録計には、①エンジン回転数、②運転積算時間、③作業種記号(手動であるが3種類まで)、④燃料消費量を記録し、いま1台には⑤前進、⑥後進、⑦作業機操作、⑧ブレーキ操作の各信号を記録させた。①～③は、タコグラフに組み込まれていたものをそのまま用い、他の信号については、トラクタの動作を検出し、記録計に入力する装置を新たに製作した。なお⑦の作業機操作信号については、今回はトラクタショベルに本記録計を取り付けたため、バケットを操作し、ダンプ位置になった時に信号を出すこととした。

図-1に⑤～⑧の信号を記録する2台目の記録計の概要を示す。

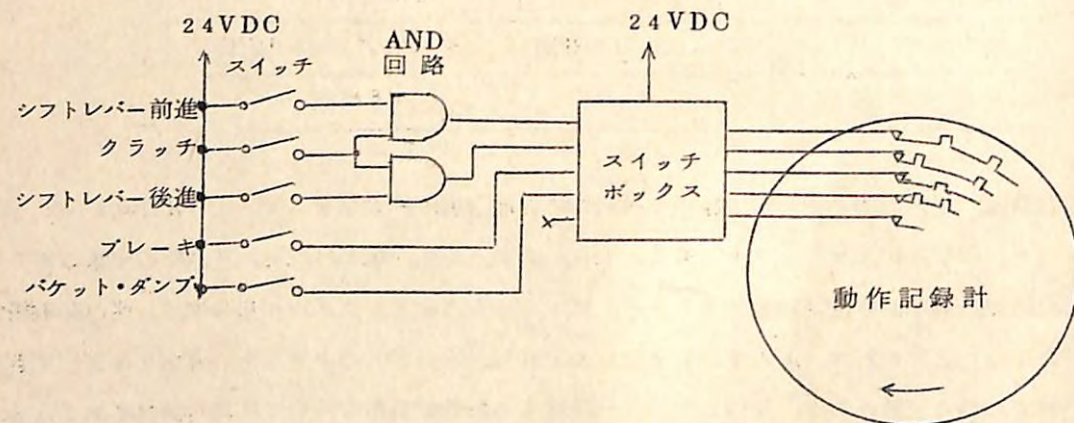


図-1. 動作記録計の概要

各動作の信号は各々独立して、マグネトリレーの接・断により記録針が働き、記録紙に記録される。各動作の検出はトラクタへの取り付けが容易なようにマイクロスイッチを用いた。前進・後進の信号はシフトレバーの根元に取り付けたマイクロスイッチで検出した信号とクラッチペダルで検出した信号とが一致した時に出力が出るようにマグネトリレーの回路(論理積回路)を用いた。ブレーキ操作信号は、トラクタに既設のブレーキランプ回路から得た。バケット操作信号はバケットの水平位置を示すためのロッドを用いて、バケットがダンプ位置にある時にマイクロスイッチが接続するようにした。図-2に全回路図を示す。各信号は全てマグネトリレーを介して記録計に入力するようにした。スイッチボックスは記録装置の動作を点検するため、手動でスイッチを切り替え、任意の信号を発生するためのものである。またトラクタの電源が24Vであるが、記録装置が12Vで動作するためスイッチボックス内にDC-DCコンバータを組み込んだ。

記録紙は円形用の紙に特殊なコーティングをほどこしたもので、記録針でこすって細い線を描く。記録紙はタコグラフ内蔵の時計により回転し、動作の発生した時刻が記録される。記録紙の1回転が3時間であるため、連続して3時間の記録が得られる。記録紙の読み取り

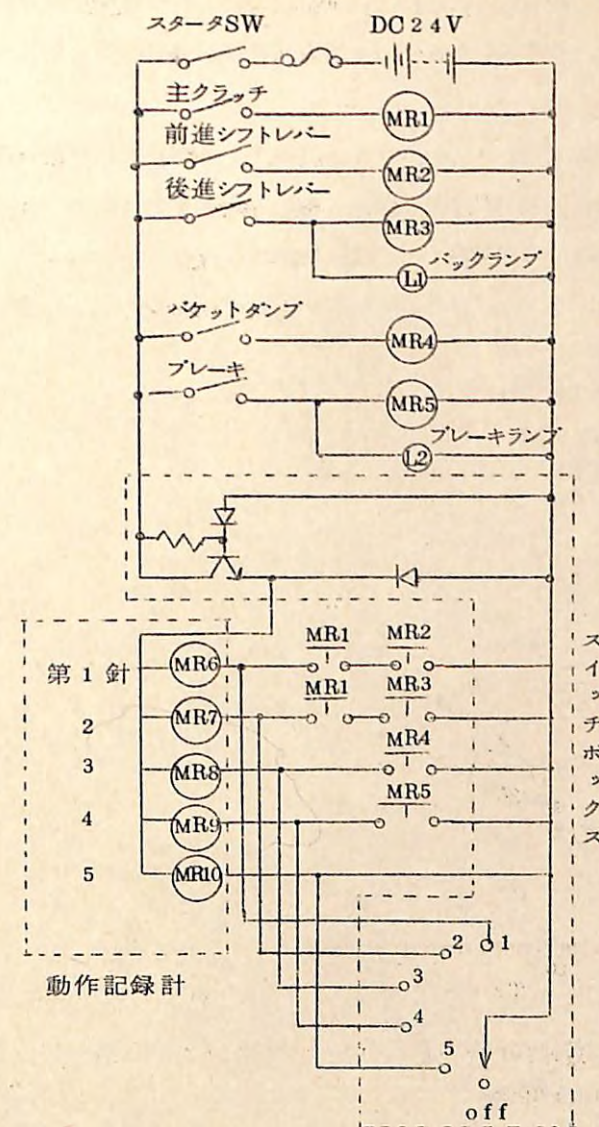


図-2. 動作記録計の回路図

は、万能投映機で拡大して読み取ることにより、時間で約1秒の精度で読み取ることが可能である。しかし内蔵時計の精度等を考慮すると総合精度は、5秒程度と考えられる。

(2) 動作記録計の試験

動作記録計の精度を確認するため、D30ストラクショベルに同記録計を取り付け、林業試験場構内の屋外試験施設で、くり返し前進、掘削、後進をおこない、これをストップウォッチと動作記録計で同時に時間観測をおこない比較検討した。

図-3に試験場内でおこなった試験の1例を示す。サイクルタイム、前進時間(前進中に

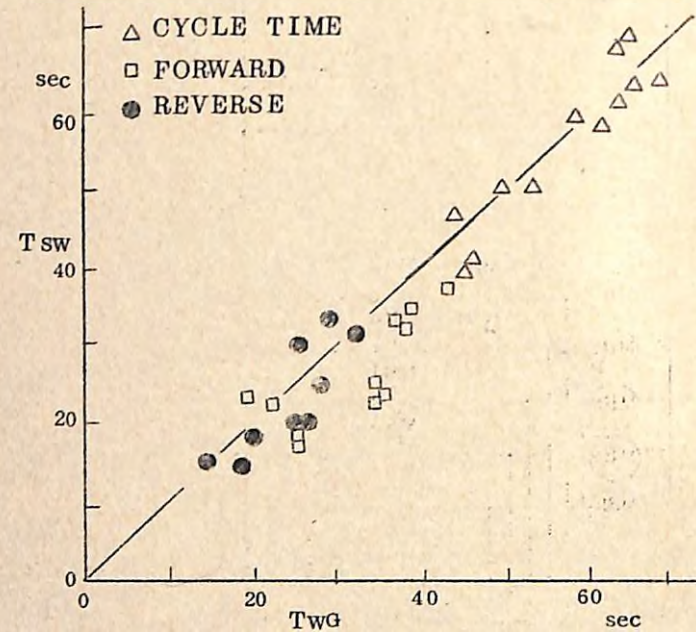


図-3 動作記録計(TWG)とストップウォッチ(TSW)による時間観測の比較

掘削した時間も含む)、後進時間についてストップウォッチによる観測時間(Tsw)と動作記録計による観測時間(TwG)を比較したものである。サイクルタイムで両者の差は最大5秒、前後進の時間で最大10秒程度であった。一般にストップウォッチで測定した時間より動作記録計で測定した時間が若干長い。これは、動作記録計の信号検出方法が、シフトレバーが前進あるいは後進に入り、クラッチレバーが戻された時間が記録されるため、実際の動作と若干のタイムラグがあるためと思われる。図-4は連続記録の場合の各動作の開

始時刻を、動作記録計とストップウォッチについて比較したものである。したがってストッ

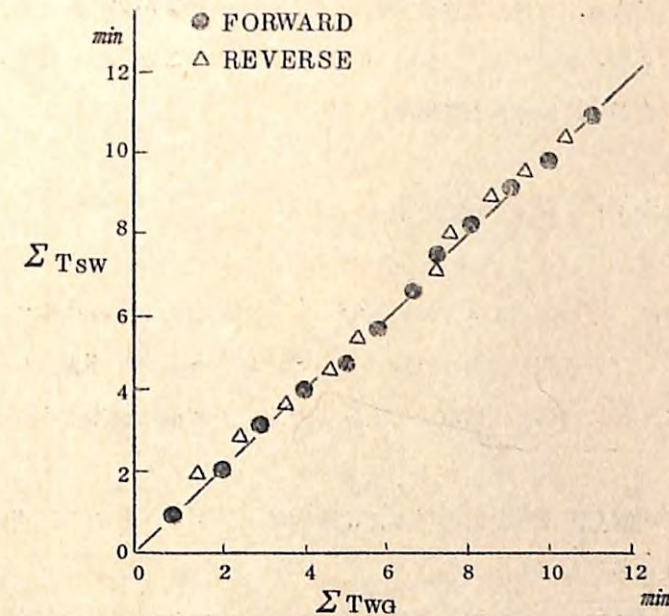


図-4 作業道作設作業の時間観測の動作記録計(ΣTwG)とストップウォッチ法(ΣTsw)による結果の比較(累計時間)

プウォッチによるサイクルタイムの累計(ΣTsw)、動作記録計によるサイクルタイムの累計(ΣTwG)を示している。図の場合連続した13サイクルについて示しているが、記録紙の1回転(3時間)でストップウォッチと約20秒程度の誤差を生じることがあった。

(3) 動作記録計の記録の解析

先にも述べたように動作記録の読み取りは万能投映機を用い、投映機の回転台の上に記録紙をおいて、拡大投映した記録をスクリーン上で観察し、回転台の角度目盛をバーニアを用いて読むことにより時間で1秒の精度で読むことが可能である。内蔵時計の調整により、総合精度は5秒程度が得られると考えられる。

記録は、各動作信号について各独立して得られるので、各動作の開始時刻、終了時刻を読み取り、それらを組み合わせて、各要素作業の時間やサイクルタイムを求める。たとえば、サイクルタイムはダンプの開始時刻から次のダンプの開始時刻までとし、ダンプ状態での前進を空荷前進、ダンプ状態にない場合の前進を掘削前進、前進信号も後進信号もない場合を停止等として各要素作業の時間を求めた。記録紙より読み取ったデータを、コンピュータで

処理し、各要素作業時間を計算、作表させた。

このようにすることにより、比較的短時間で容易に時間観測結果が得られたが、記録項目が多く、タコグラフが2台になったこと、読み取りに労力があること、前・後進速度の記録が得られなかったこと等が後に残された問題点である。

3. バックホウおよびトラクタショベルの作業性能

(1) バックホウによる作業

バックホウの試験地は、平均傾斜 25° の斜面で、そこに幅員 3.4 m のパイロット道路を半切半盛で施工した。今回の試験には含まれないが、パイロット道路を開削した後、トラクタショベルで、幅員 3.8 m に拡幅し、切取った土砂を前方の土捨て場に運搬することになっていた。

バックホウは山側を掘削し、施回して谷側に土砂を捨てる作業をくり返し、順次前進しつつ路体を造成する作業をおこなった。

全試験区を条件別に小区分し、時間観測をおこなったが、表-2にその結果を示す。

表-2 バックホウの時間観測結果

試験No.	サイクルタイム (sec)	運転時間1時間 あたりの土工量 (m^3/h)	作業効率	バケット 係数	傾斜	作業条件
1	10.7	60.5	0.74	0.54	30°	中位
2	11.5	43.4	0.82	0.38	30°	やや困難
3	11.7	25.8	0.85	0.22	24°	困難、岩掘り起し
4	10.0	45.5	0.81	0.35	20°	中位
5	10.3	58.5	0.86	0.43	27°	中位
6	13.1	55.2	0.84	0.53	19°	中位

作業の標準サイクルは、掘削、旋回、土捨て、旋回のくり返しと考えられる。しかし今回の作業では、旋回せずに掘削してアームの操作で手前に土を捨て掘削をくり返すサイクル、また岩や根株を掘り起こすため、掘削のみをくり返すサイクルが多く見られた。全体にほぼ5回に1回のサイクルで旋回をおこなうのみであった。したがってサイクルタイムを機械の旋回速度等から算定する方法を取ることはできず、時間観測の結果から、岩や根株の掘り起

こしの多い掘削の著しく困難な条件の場合に $10\sim12$ 秒、普通の土砂の掘削が主で困難の場合が中位の条件の場合に $13\sim15$ 秒とするのが適当であろう。

運転時間1時間あたりの土工量は、サイクルタイムの場合と同様に、作業の困難さの度合により、非常に困難な場合と、中位の場合に区分すると、前者で $25\text{ m}^3/\text{h}$ 、後者で $40\sim60\text{ m}^3/\text{h}$ であった。

難易度中位と判定した試験区で、工期に若干のばらつきがあるため、さらに条件を区分できるかを見るため、図-5に示すように、路線延長 1 m あたりの土量を横軸に、運転時間1時間あたりの土工量を縦軸にとってプロットした。条件の似た試験区のデータのみを取り出

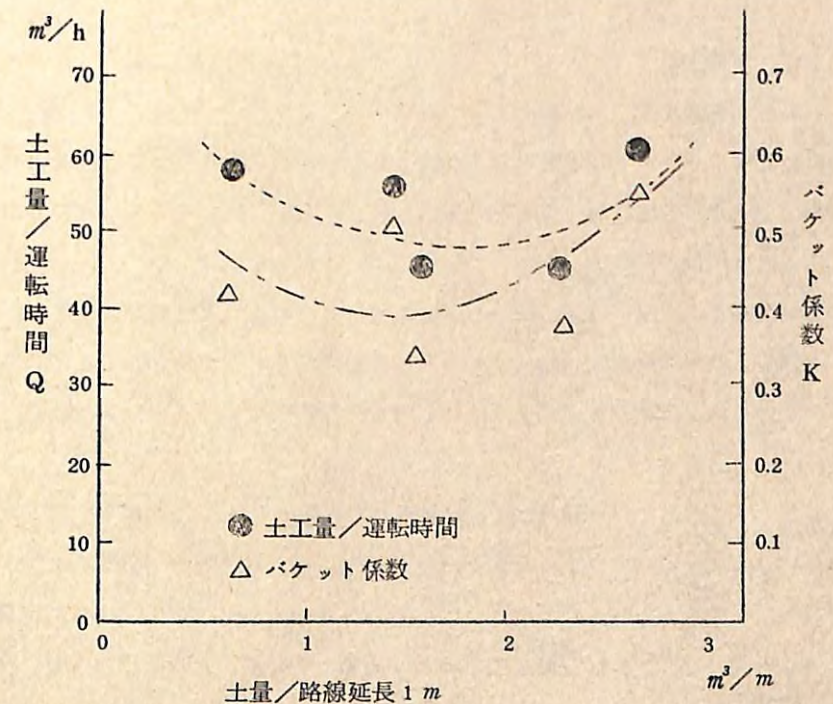


図-5 運転時間1時間あたりの土工量およびバケット係数

したため、データ数が少く、確定的なことはいえないが、土量が多くても少くとも工期(1時間あたりの土工量)がやや増加する傾向がある。これは傾斜が増加するにつれ、路線延長あたりの土量が増加するため、傾斜の少ないところでは作業が容易なため工期があがり、傾斜

の大きいところでは土量が多くなり、一回あたりの掘削量が増加するため、また工期があがるためではないかと思われる。

運転時間1時間あたりの土工量を算定する式は一般に次式で表わされる。

$$Q = \frac{g \cdot K \cdot f \cdot E}{C_m / 3600} \quad (1)$$

ここで

Q: 運転時間1時間あたりの土工量 (m^3/hr)

g: バケットの容量 (m^3)

K: バケット係数

f: 土量換算係数

E: 作業効率

C_m: サイクルタイム (sec)

gは公称のバケット容量を用い、fは土質によって定まる値である。またC_mは先に述べた作業の難易度の条件別の値を用いることができる。したがってKおよびEが求められれば、上式よりQが予測できる。

作業効率Eは、全体の運転時間と実動時間の比であり、実動時間は運転時間より直接に土工に関係しない停止時間、前後進に要した時間等を差し引いたものである。各試験区について時間観測の結果よりEの値を求めると作業の難易度によりあまり差はなく、0.74～

0.86で平均0.80であった。

バケット係数Kは、時間観測の際に同時に目測した値と、上式から逆算した値とが求められた。目測した値はバラツキが大きかったので、式より逆算した値をここでは使用することとした。その場合、作業の難易度が中位の場合で0.38～0.54、非常に困難な場合で、0.22であった。これは一般土工の場合に比較して非常に低い値であるが、林道作設の場合には、岩石の掘り起こし、根株の掘り起こしが多く、これらの場合には、ほとんどバケットの中に土が入っていないことを考えれば当然の値である。なお作業の難易度が中位の場合について、運転時間1時間あたりの土工量の場合と同様に、路線延長1mあたりの土量について、バケット係数をみると、よく似た傾向を示している(図-5)。前記したように、ある土量の時に工期が低下するという原因は、バケット係数の減少によるものといえよう。これについては、さらに調査数を増やし、実態に合致した値を条件別に定めていく必要がある。

(2) トラクタショベルによる作業

トラクタショベルの試験は平均傾斜角22度の斜面で、ほぼ半切半盛の掘削作業をおこなった。作業道の路体造成をおこなうことが目的である。現地には若干の伐根および転石がある。全試験区をバックホウと同様に時間観測および土工量の測量をおこなった。全体に試験条件の変化に乏しく、条件による工期の差が少いため、全体の平均を表-3に示す。

表-3 トラクタショベルの時間観測結果

機 種	サイクル タイム (sec)	運転時間1時間 あたりの土工量 (m^3/h)	作業効率	バケット 係 数	平均移動 距 離 (m)	作業条件
トラクタショベル	61	38.6	0.82	1.0	5.2	中 位
スイングトラクタショベル	47	51.0	0.80	1.2	5.0	中 位

トラクタショベルの運転時間1時間あたりの土工量は、バックホウの場合と同様の式で表わされ、次式の通りである。

$$Q = \frac{g \cdot K \cdot f \cdot E}{C_m / 3600} \quad (m^3/hr)$$

ここで、Q、K、f、E、C_mはバックホウと同様であるが、gはバケットの平積み容量で表わす。

サイクルタイムC_mは、移動距離と関係があり、各サイクルタイムとそのサイクルでの移動距離を図-6に示す。移動距離は、時間観測と同時に目測した値の平均である。今回の試験では、全体に移動距離が短かく、平均で5.2mであり、平均のサイクルタイムは61秒であった。時間観測の結果から求めた、サイクルタイムの算定式は次式であった。

$$C_m = 2.3 \ell + 4.9 \quad (sec) \quad (2)$$

ここでℓ: 移動距離 (m)

作業効率Eは、やはり実動時間と運転時間の比であるが、実動時間には、前進・掘削・土のすくい上げ・土の投げ捨て、後進の時間を含み、それ以外の停止時間等は除いた。作業効率の値は平均0.82であった。これはトラックへ土を積み込む場合とは異なり、トラクタショベルの単独作業であるため比較的大きな値となっている。

バケット係数は平均1.0であった。この値は作業の難易度が中位の場合であって、転石の多い箇所や、大きな伐根のある場合にはさらに少ない値となる。今回の試験でも、短い区間

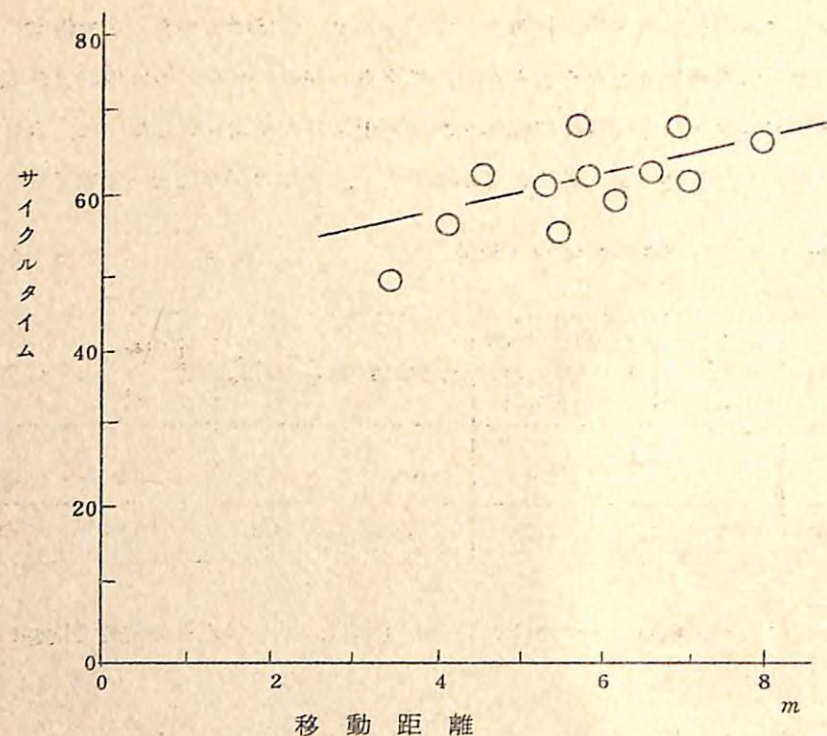


図-6 トラクタショベルのサイクルタイムと移動距離

であるが、バケット係数を目測した値は岩石の掘り起こしの場合は0.5～0.7の値であった。これについても調査数を増やし、条件別の値を求める必要がある。

表-3にはさらに、50年度までの技術開発研究課題であった「山腹掘削排土処理機の性能」で調査したスイングトラクタショベルの功程についても参考のため示した。スイングトラクタショベルのバケット容量は0.7 m^3 でD30S(今回の試験機)の0.8 m^3 よりやや少ないが、エンジン排気量、車体重量は大きくほぼ同クラスのトラクタショベルと考えられる。ただスイングトラクタショベルは、バックホウと同様に上部構造が360度自由に回転する機構となっている。

両者を比較すると、サイクルタイムに約10秒の差がある。これは、上部構造が回転するため、土砂を掘削した後、土の投げ捨てのため、前後進をする必要がなく、土をバケットに入れたまま回転するだけでよく、トラクタショベルに比べ能率的な作業がおこなえることによる。

作業効率、両者ともよく似た値であり、バケット係数は、スイングトラクタショベルの

場合、現地の作業条件が良く、1.2と高い値を示したが、これは機械の性能に直接関係しないと言えるため、スイングトラクタショベルと、今回試験したD30Sとの功程の差は、サイクルタイムの差によるものと言える。

またスイングトラクタショベルとバックホウを比較すると、作業の難易度が中位の場合バックホウで5.0 m^3/h 、スイングトラクタショベルで、バケット係数を1.0とした場合に4.25 m^3/h とバックホウが優れている。しかし、これは移動の必要の少ない場合の比較で、スイングトラクタショベルの平均移動距離を5mとした時のものである。トラクタショベルとバックホウの機能の違いは、機動性にあり、今回の試験のように移動距離の少ない場合は、バックホウが有利となると言える。掘削した土砂を長距離運搬する必要があり、しかも路体造成工事のように路面が軟弱でダンプトラックを使用できない現場では、バックホウは、その機能が制限され、トラクタショベルを使わざるを得なくなる。

4. まとめ

以上述べたように、林道の路体造成に用いるショベル系機械は、今回試験をおこなったような、斜面の山側を掘削し、谷側に盛土するといったいわゆる半切半盛で土量の均衡を取る工法では、移動距離が少いため、バックホウが有利であった。作業の難易度が中位の場合で各々の功程が、バックホウで5.0 m^3/h 、トラクタショベルで3.9 m^3/h であった。スイングトラクタショベルは両者の間で4.3 m^3/h であった。

しかしこれをもって、バックホウとトラクタショベルの優劣を論じるわけにはゆかない。両機種には価格の差もあり、重量も異なること、他、各々機能に特質があり、今回の試験ではバックホウの功程が大きかったが、バックホウには土を運搬する機能はなく、土の運搬が併う場合には、ダンプトラックとの共同作業を考えなければならない。

土砂の運搬については、いろいろ問題点があり、今後検討する必要がある。第一に、トラクタショベルが、バックホウに比べ機動性に優れているとはいえ、土の運搬は数百mが限度である(この限度についても、今後の研究の課題である)ため、ダンプトラックとの併用を考える必要がある。第二にダンプトラックは、林道の路体造成工事の場合には、地盤が軟弱でほとんど用いることができない。特に土捨て場が路体の完成していない前方にある場合はまったく使用できない。そのためたとえば、クローラタイプの足まわりをもった運搬専用機を新たに考える等の対策が必要である。第三に林道開設費との関係から、土の運搬が少いほど有利であり、その場合には、急傾斜地では土留構造物を構築する必要もある。第四に環境保全上の問題があり、

土砂の流出、崩壊の危険のある高い切取法面等についても留意しなければならない。これらの問題は相互に利害が相反しており、この接点をどこに求めるかを究明していく必要がある。

このような問題が残されているが、現有の機械を用いて林道の施工をおこなう場合に、林道工事の特質である急傾斜地での路体造成において、各々の機械の特質を生かした工法として考えられるのは、経済的に見て有利な全断面堀削をおこない、切取った土砂は、適当な距離をおいて配置した土捨て場に運搬する工法がある。この場合に比較的小形のバックホウでパイロット道路を開設し、その後、ここにトラクタショベルで最終的な路体造成をおこなうとともに土砂を土捨て場に運搬する。もちろん、この場合にも土砂の流出の恐れのない限り、土の流用を極力おこない、必要な箇所には、パイロット道路を利用して、土留構造物を先行して築造する等の配慮は必要である。

今回の試験ではおこなわなかったが、先に開発試作し、国有林および徳島県で実用化試験をおこなったスイングトラクタショベルは原理的に急傾斜地における林道作設に有効な機械で、バックホウとトラクタショベルの両方の機能をそなえ、先に述べた工法にも有効に利用できる。したがって、トラクタショベル、バックホウの利用も現状では必要であるが、スイングトラクタショベルについて、幹道、支線、作業道等の林道の規模に応じた、少くとも9 ton, 12 ton, 16 ton程度の三クラスの機種を開発を実施することが必要である。

次代検定林に関する データバンクシステムの開発

次代検定林に関するデータバンクシステムの開発

I 試験担当者

造林部遺伝育種第1研究室 明石孝輝 川村忠士

II 試験目的

林木育種事業において設定される次代検定林数は2000箇所以上におよび、既設各次代検定林の面積は約1.5 haである。各次代検定林の調査は5年ごとに単木ごとの複数形質についておこなわれるので、そのデータ量は膨大なものとなる。この長年月にわたって蓄積されるデータの整理と保管は、量的な面からの支障だけでなく、担当者の交代等によって困難を余儀なくされる実情にある。また、将来、必要とする情報を保管されたデータから得ようとする場合には、単に個々の検定林のデータだけを分析して得るとは限らず、各調査年次のデータを通じ、あるいは、複数の検定林データを総合して分析し得られるものもある。したがって、各データは、将来に期待される情報を考慮し、分析可能なように分類整理して保管しなければならない。

このような問題を背景として1974年に林野庁主催による次代検定林技術検討会が開催され、その中で電子計算機利用によるデータ保管が検討された。このシステムの開発のため、1976年に本課題「次代検定林に関するデータバンクシステムの開発」が発足した。

開発されたシステムの中の電子計算機によるプログラムは次代検定林設定要領(林野庁)で示された検定林から得られたデータについてのものである。

III 試験経過と得られた成果

検定林データを利用する立場である各林木育種場から、将来どのような情報を必要とするか、また、調査形質の種類はどのようなものが予想されるか等の意見を聴取した。このことを参考にし、主として、関東林木育種場の検定林調査データをモデルデータとしてデータ保管と、解析プログラムの開発の演習にあてた。

最終的に開発されたのは以下に述べるシステムとプログラムである。

1. データ登録の手順の概要と関連プログラム

各調査実行機関で得られたデータは、中央に設置された計算機に登録されるが、そのシステムの概要を図1に示した。すなわち、計算機室では、登録プログラムを用いて、送付データに

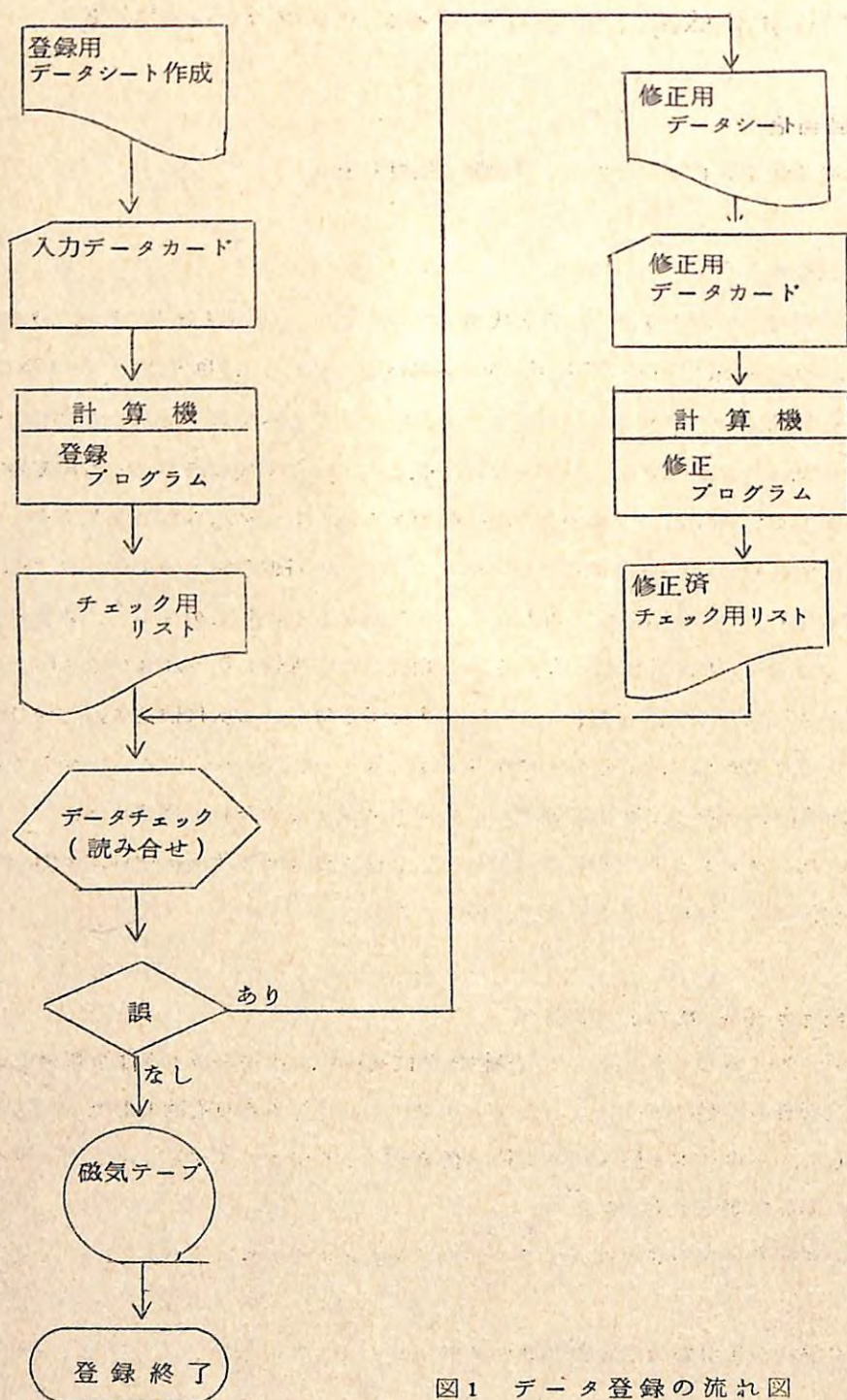


図1 データ登録の流れ図

もとづきチェック用リストを作製し、実行機関に返送する。実行機関でチェックされたデータは、誤りがあれば修正用データを附し計算機室に返送される。この操作をデータに誤りがなくなるまで繰り返し行い、誤りがなくなった時点で磁気テープへの保管を完了する。

以上の作業を行う上で必要な関連プログラムは次の4種である。

データ登録プログラムと、その修正プログラム：送付された測定データと、それにつけられたラベル項目の計算機への記憶と印刷、および、測定データと、そのラベル項目の修正に用いられる。

実名ファイル記憶のプログラムと、その修正プログラム：前述したように各送付データには所在地、環境条件、植栽材料名等、各要因に基づくラベル項目がつけられ登録される。このラベル項目には、実名を用いる場合とコードを用いる場合があり、見やすさのためや、そのチェックのためにはコードで入力されたラベル項目も実名で印刷した方が都合が良い。この操作のためには、あらかじめ計算機内に、コードと実名の対照表を記憶させておく必要がある。この対照表の記憶と、その修正に用いられる。

2. 各プログラムの内容

(1) データ登録プログラム

〔入出力プログラム〕

(a) 印刷結果

各データの登録に際しては、ラベル項目の頭初にデータ登録番号が記入される。この番号がすでに用いられて居れば、そのコメントが印刷されて以下の仕事は実行されない。正常の場合は、登録番号にしたがい、入力された各ラベル項目が印刷される。次の印刷は、各反復において各系統が一定の行列数により植栽されている場合は、その配列のとおりに測定データが印刷される。(以下このような測定データを配列データと呼ぶ)。

各反復における各系統の植栽配列が無視されて取扱われる測定データについては、(以下、非配列データと呼ぶ)。頭初に各反復ごとと系統別本数が印刷され、次に反復ごとと系統別データが印刷される。

(b) カードの書き方

①ラベルカード：第1カラムから第6カラムまでに左詰としてデータ登録番号を記入するが、必ず第1カラムは英字とする。第7カラムから第11カラムまでに検定林コード、第12カラムから第14カラムまでに育種基本区コード、第15カラムから第17

カラムまでに育種区コード, 第18カラムから第20カラムまでに検定区コード, 第21カラムから第23カラムまでに設定県局コード, 第24カラムから第26カラムまでに所在県コードをそれぞれ右詰として整数で記入する。第27カラムから第30カラムまでに設定年を西暦で記入し, 第31カラムから第32カラムまでに設定した月, 第33カラムから第34カラムまでに設定日をそれぞれ右詰に整数で記入する。第35カラムから第78カラムまでに設定箇所名を記入する。

2枚目のカードの第1カラムから第4カラムまでに標高を右詰として整数で記入し, 第5カラムから第12カラムまでには傾斜方位を整数で記入するが, 1方位のみの場合は, 第5カラムから第8カラムまでに左詰で記入し, 2方位の場合は, あとの1方位を第9カラムから第12カラムまでに左詰で記入する。第13カラムから第16カラムまでに傾斜区分を左詰で記入する。第17カラムから第24カラムまでに土壌型を左詰で記入する。土壌型は検定林の代表的1土壌型に限定する。第25カラムから第27カラムまでに樹種コード, 第28カラムから第30カラムまでに植栽配置法コード, 第31カラムから第35カラムまでに植栽密度(1a当本数), 第36カラムから第40カラムまでに植栽系統数を, それぞれ右詰として整数で記入する。

3枚目のカードの第1カラムから第4カラムまでに調査年を西暦で記入し, 第5カラムから第6カラムまでに調査した月, 第7カラムから第8カラムまでに調査した日をそれぞれ右詰として整数で記入する。第7カラムから第11カラムまでに林令, 第12カラムから第14カラムまでに何回目の調査であるかを, 第15カラムから第17カラムまでに形質コードを, それぞれ右詰として整数で記入する。第18カラムから第20カラムまでは空白として, 第21カラムから第80カラムまでに調査者名を記入する。

②コメントカード: 3枚のカードを用い, 登録されるデータについて任意のコメントを記入する。

③系統名カード: 5カラムに1個ずつ右詰として, 後で入力されるデータの系統名の順序にしたがい系統名コードを整数で順次記入する。

④配列と可変フォーマットカード: 第1カラムから第5カラムまでに反復数, 第6カラムから第10カラムまでに反復ごと系統別植栽区の行数, 第11カラムから第15カラムまでに反復ごと系統別植栽区の列数をそれぞれ整数で右詰に記入する。後で入力されるデータに可変フォーマットが必要な場合には第16カラムから第20カラムに右詰として0以外の整数を記入する。印刷の結果の項で説明した非配列データの場合は, 行

数, 列数は記入しない。

⑤本数カード: 前述の非配列のデータの場合のみに用い, 配列データのときには必要である。反復ごと系統別本数を5カラムに1個ずつ右詰として整数で順次記入する。

⑥測定データカード: 可変フォーマットを用いない場合のデータ記入は, 先の系統名カードの順序にしたがい第1反復区に分から, 5カラムあてに1個ずつ実数で記入するが, 1反復1系統のデータの分が終ればカードを改める。可変フォーマットを用いる場合は, その書式にしたがい同様の方法をとる。なお, 配列データの場合に生じる欠測値には-1, を記入する。

〔修正プログラム〕

(a) 印刷結果

修正のために入力されたデータが, ラベル項目, 測定データにかかわらず, 修正前のデータと対応されて印刷される。修正後の結果は, ラベル項目, 測定データともに全部あらためて印刷される。なお, 未登録データについて修正を行おうとするときは, 実行できないので, その旨のコメントが印刷される。

(b) データカードの記入の仕方

①修正項目指定カード: 第1カラムから第6カラムまでに左詰として登録番号を書く。第7カラムから第8カラムまでは空白とする。次からの2カラムあてに修正に必要なラベル項目には1, 不必要なラベル項目には0を入出力プログラムの際の順序にしたがって右詰で記入する。測定データ数および測定データの修正の有無については, そのあとの2カラムずつに必要な場合は1, 無い場合は0を右詰で記入する。

②修正カード: ラベル項目のうち植栽系統名コード以外は1枚のカードを1項目の修正にあてる。修正項目指定カードで修正を指定した項目について, 修正データを順次記入すれば良いが, 書式は, コードで記入されるものについては, 第1カラムから第5カラムまでに右詰として記入する。実名を用いるラベル項目については表1に示した各カラム数内の字数とする。

植栽系統名コードの修正カードは, 第1カラムから第5カラムに植栽系統番号, 第6カラムから第10カラムに修正の種類区分, 第11カラムから第15カラムには修正後の系統名コードのそれぞれを右詰に記入する。なお, 植栽系統番号は修正前チェックリストに出力された系統名の順番である。修正の種類区分は, 削除が負の整数, 訂正が0, 追加, 投入は正の整数とする。また, すべて修正は, 修正の種類区分に関係なく,

植栽系統番号の若い順序で行われるので、そのようなカードの順序とする。なお、追加挿入は植栽系統番号で指定した系統の次に挿入される。ある植栽系統番号の次に複数の系統を挿入追加するには植栽系統番号を同じにしたカードをつみ重ねれば、その順序で

表1 実名を用いるラベル項目の使用カラム数とその書式

項 目	使用カラム	書 式
設定年月日	1 ~ 8	4I2
設定箇所名	1 ~ 44	11A4
標 高	1 ~ 5	I5
傾斜方位	1 ~ 8	A8
傾斜区分	1 ~ 4	A4
土 壌 型	1 ~ 8	A8
植栽密度	1 ~ 5	I5
系 統 数	1 ~ 5	I5
調査年月日	1 ~ 8	4I2
林 齢	1 ~ 5	I5
調 査 回 数	1 ~ 5	I5
調 査 者	1 ~ 60	15A4
コ メ ン ト	(1 ~ 80) X 3	20A4

追加挿入される。なお、植栽系統名コードの修正カードの最後はブランクカードとする。

測定データの修正についての記入方法は配列データの場合、第1カラムから第5カラムまでに反復番号、第6カラムから第10カラムまでに系統番号、第11カラムから第15カラムまでに行番号、第16カラムから第20カラムまでに列番号を整数で右詰に記入し、第21カラムから第25カラムまでに訂正する数値を実数で記入する。非配列データの場合に反復別系統ごとの本数修正を行う場合は、第1カラムから第5カラムまでに反復番号、第6カラムから第10カラムまでに系統番号、第11カラムから第16カラムに訂正する本数をそれぞれ整数で右詰に記入する。測定データの修正は、第1カラムから第5カラムまでに修正データの反復番号、第6カラムから第10カラムまでに系統番号、第11カラムから第15カラムまでに何番目のデータであるかをそれぞれ整

数で右詰に記入し、第16カラムから第20カラムまでに修正記号を右詰に記入する。修正記号は挿入の場合は正の整数、訂正の場合は0、削除の場合は負の整数を用いる。訂正、挿入の場合は、第21カラムから第25カラムまでに修正データを実数で記入する。

以上の本数およびデータの修正カードの順序は、入力の際の順序と同様に、反復1の1番目の系統から順次行う。

頭初に登録したデータの反復数、系統数、行、列数の訂正を行い、それにとりなうデータを訂正登録する場合は次のように処理される。すなわち、データ登録は、あらためて登録されるように扱われるので、データ登録で説明した「④配列と可変フォーマットカード」以下に、正しいカードを与えることによって訂正される。

(2) 実名ファイル記憶のためのプログラム

[入出力プログラム]

(a) 印刷結果

各ラベル項目別に、コードと実名の対照表が入力され同時に印刷されるが、項目の種類は表2に示すとおりである。系統名については、全樹種をひとまとめにした一つの対

表2 項目別実名の字数

項 目	字 数
検 定 林 名	12
育 種 基 本 区 名	8
育 種 区 名	12
検 定 区 名	12
設 定 県 局 名	8
所 在 県 名	8
樹 種 名	12
植栽配置の種類名	12
形 質 名	8
系 統 名	12

照表では大き過ぎるので、全樹種を通ずる全系統名を3つの樹種グループに区分した。
したがって、印刷結果も3つの対照表として示される。

(b) カードの書き方

①アイテム数指定カード：各5カラムに右詰として検定林数、育種基本区数、育種区数、検定区数、設定県局数、所在県数、樹種数、植栽配置の種類数、調査形質数、樹種グループごとの系統数を順次記入する(12I5)。なお、上記の項目数は10項目であり、() 内に書式として示した12I5の12個と一致しないが、その理由は、前述したように、全樹種を通ずる全系統を3つの樹種グループに区分したことに関連し、記入欄を3個設けたためである。

②実名カード：アイテム数指定カードの順序と、そこで指定された各ラベル項目の実名数にしたがい、実名を順次記入するが、記入の方法は、1枚に1個あてとし、字数は印刷の結果で述べたと同様にする。

[修正プログラム]

チェックリストによりチェックした結果、実名に誤りがある場合や、各ラベル項目の実名に追加のある場合は、このプログラムを用いて修正する。

(a) 印刷結果

修正のための入力データが印刷され、その後修正された項目と、修正された実名が印刷される。

(b) カードの書き方

①修正項目指定カード：5カラムに右詰として、入力カードと同様の順序にしたがい、修正の必要のある項目には1、不必要な項目には0を記入するか、もしくは空白とする(12I5)。

②修正増減数カード：あらかじめ各項目の修正箇所数のうち、挿入、削除の関係から増減数を求め、入力カードと同様の順序でその数を5カラムに右詰として整数で記入する(12I5)。

③修正の種類区分カード：修正は挿入、訂正、削除に区分され、いずれの場合も修正の数だけのカードが必要である。

挿入の場合は、最初の5カラムに右詰として挿入すべき箇所の前のコードを整数で記入し、次の5カラムに右詰として正の整数を記入する。この正の整数は挿入であることの記号である。さらに字数8文字の項目の修正の場合は第11カラムから第18カラム

までに左詰として、挿入すべき実名を記入する。12文字の項目の場合は第11カラムから第22カラムまでに同様に記入する。

訂正の場合は、訂正すべき実名のコードを最初の5カラムに整数で右詰に記入し、次の5カラムに右詰として、訂正記号として0を記入する。以下の訂正すべき実名の記入の仕方は挿入と同様である。

削除の場合は、削除すべき実名コードを最初の5カラムに右詰として整数で記入し、次の5カラムに削除記号として負の整数を右詰に記入する。

なお、一つの項目に対する修正の終わったカードの次にはブランクカードを入れて次の項目の修正へ移る。この操作を順次行うが、この順序は①修正項目指定カードで示した順序で行う。なお、各項目内における修正は、挿入、訂正、削除の区分に関係なく、コードの順序とする。

3. 登録データについての解析プログラムの例

登録された1検定林データについて、2元分類の分散分析の例を示す。

(1) 印刷結果

- (a) 各ラベル項目
- (b) データ一覧表
- (c) 反復ごと系統別本数一覧表
- (d) 反復ごと系統別平均値と反復別平均値および系統別平均値一覧表
- (e) 反復を無視した系統別本数と合計、および系統別平均値
- (f) 反復ごと系統別標準偏差、および反復ごと系統別に求めた偏差平方和と反復ごと系統別に求めた自由度をそれぞれ合計した値から算出した系統別標準偏差
- (g) (d)と(f)を用いて求めた各変動係数
- (h) 2元分類の分散分析表

(2) データカードの記入の仕方

登録番号を6カラムに左詰で記入する。

表3 DATA SHEET

記録データの例

WRITTEN BY

① パネルカード 1枚目	TEST01, 256	3	2	52	56	8	1973	4	144	36	2	17	2	11	14
	検査番号	検査コード	検査量単位	検査量	検査結果	検査場所	検査年月日	検査回数	検査日数	検査時間	検査回数	検査時間	検査回数	検査時間	検査回数
2枚目	195N	NW	1	2	3000	5									
	検査結果	検査結果	検査結果	検査結果	検査結果	検査結果	検査結果	検査結果	検査結果	検査結果	検査結果	検査結果	検査結果	検査結果	検査結果
3枚目	1978.10.30	5	2	1	112	547	707	1	75	7	1	1	1	1	1
	検査年月日	検査回数	検査日数	検査時間	検査回数	検査時間	検査回数	検査時間	検査回数	検査時間	検査回数	検査時間	検査回数	検査時間	検査回数
② コメントカード	コレはデータ入力ミスでテストデータ														
③ 系統カード	866	880	851	949	901										

表3 DATA SHEET

WRITTEN BY

PAGE 2 OF 3

④ 配列と可変データカード	3	5	4	0											
	反復回数	反復回数	反復回数	反復回数	反復回数	反復回数	反復回数	反復回数	反復回数	反復回数	反復回数	反復回数	反復回数	反復回数	反復回数
⑤ 本数カード	1	0.95	0.94	1	0.45	-1	0.95	1.06	0.94	-1	1.3	0.88	1.09	1.1	-1
	1.3	0.85	1.35	-1											
	-1	0.5	0.89	1.02	1	-1	0.72	1.04	1.05	0.7	-1	-1	1.3	0.7	0.36
	0.63	1.47	1.15	1.12											
	1.7	1.8	1.65	1.39	1.1	1.8	1.05	-1	1.5	1.5	-1	1.24	0.62	1.25	1.3
	0.94	1.35	0.62	1.25											
	-1	0.7	1	0.73	-1	0.8	0.86	0.85	1.32	0.8	0.7	0.84	1.05	0.6	-1
	0.96	-1	1.05	0.98											
	0.9	-1	1.64	1.5	1.26	1.5	0.85	1.5	1.47	-1	0.21	1.45	1.64	1.27	1.8
	1.34	1.37	1.26	1.8											
	1.35	1.76	1.07	1.32	-1	1.09	0.93	0.73	1.01	0.69	1.58	1.34	0.91	1.32	1.44
	1.54	1.62	-1	-1											
	0.55	0.66	0.55	-1	0.6	0.98	0.65	0.81	0.7	0.65	0.62	0.79	0.52	0.54	0.72
	0.53	1.09	0.64	-1											
	1.1	2.2	1.5	0.73	-1	1.04	1.82	1.74	1.23	1.65	1.95	1.52	1.5	0.81	0.7
	0.62	0.79	0.52	0.54											
	-1	1.45	-1	1.45	1.32	1.15	0.92	0.9	1.04	1.55	1.24	1.2	1.8	1.79	1.12

表 3 DATA SHEET

PROBLEM _____ WRITTEN BY _____ PAGE 3 OF 3

[illegible]

登録データの修正用

PROBLEM 登録丁文の修正例 PAGE 1 OF 2
WRITTEN BY _____

[illegible]

表 4 DATA SHEET

PROBLEM _____ WRITTEN BY _____ PAGE 2 OF 2

1	2	1	5	31.5
2	2	2	5	40.53
2	2	4	1	11.43
2	2	5	2	31.53
3	3	5	1	10.21
3	3	5	5	4-1.
			7	

表 5 DATA SHEET

PROBLEM 異名アイル記述 WRITTEN BY _____ PAGE 1 OF 7

11	1306	5	18	61	61	47	51	6	10	3717	3161	1868	5
	決定林	有樹記数	有樹記数	決定林	決定林	有樹記数	有樹記数	有樹記数	有樹記数	有樹記数	有樹記数	有樹記数	有樹記数
	ウアアキヨ	1											
	ウアアキヨ	2											
	ウアアキヨ	3											
	ウアアキヨ	4											
	ウアアキヨ	5											
	ウアアキヨ	6											
	ウアアキヨ	7											
	ウアアキヨ	8											
	ウアアキヨ	9											
	ウアアキヨ	10											
	ウアアキヨ	11											
	ウアアキヨ	12											
	ウアアキヨ	13											
	ウアアキヨ	14											
	ウアアキヨ	15											
	ウアアキヨ	16											
	ウアアキヨ	17											
	ウアアキヨ	18											
	ウアアキヨ	19											
	ウアアキヨ	20											

表 5 DATA SHEET

WRITTEN BY

PROBLEM

	植栽系統名 (サエグワ-ア)
1	サエグワ
2	サエグワ
3	サエグワ
4	サエグワ
5	サエグワ
6	サエグワ
7	サエグワ
8	サエグワ
9	サエグワ
10	サエグワ
11	ハナマキ
12	ハナマキ
13	トオ
14	トオ
15	トオ
16	トオ
17	トオ
18	トオ
19	トオ
20	トオ
21	トオ
22	トオ
23	トオ
24	トオ
25	トオ
26	トオ
27	トオ
28	トオ
29	トオ
30	トオ
31	トオ
32	トオ
33	トオ
34	トオ
35	トオ
36	トオ
37	トオ
38	トオ
39	トオ
40	トオ
41	トオ
42	トオ
43	トオ
44	トオ
45	トオ
46	トオ
47	トオ
48	トオ
49	トオ
50	トオ
51	トオ
52	トオ
53	トオ
54	トオ
55	トオ
56	トオ
57	トオ
58	トオ
59	トオ
60	トオ
61	トオ
62	トオ
63	トオ
64	トオ
65	トオ
66	トオ
67	トオ
68	トオ
69	トオ
70	トオ
71	トオ
72	トオ
73	トオ
74	トオ
75	トオ
76	トオ
77	トオ
78	トオ
79	トオ
80	トオ
81	トオ
82	トオ
83	トオ
84	トオ
85	トオ
86	トオ
87	トオ
88	トオ
89	トオ
90	トオ
91	トオ
92	トオ
93	トオ
94	トオ
95	トオ
96	トオ
97	トオ
98	トオ
99	トオ
100	トオ

以下同様。植栽系統の名称(サエグワ-ア)・E: アリウム数指定カードで指定は数(3161)まで続ける。

表 5 DATA SHEET

WRITTEN BY

PROB 1.1

[illegible]

図-2 登録データの印刷

NUMBER	TEST01		
TEST-PLANTATION	カンイハ 11		
BRADING REGION	カントウ		
BREEDING DISTRICT	カントウハイ		
DISTRICT AS UNITY OF TESTING	イハ ^ニ ラキ ケンナン		
ESTABLISHER	トウキヨウキョク		
PREFECTURE	イハ ^ニ ラキケン		
DATE OF ESTABLISHMENT	1973, 4, 1		
LOCALITY	イハ ^ニ ラキ ケン イナシキ クマン クキサキ ムラ マツノサト 1 ハンチ		
ALTITUDE	195		
DIRECTION OF EXPOSURE	NW N		
ANGLE OF SLOPE	キコウ		
SOIL TYPE	BLD		
SPECIES	ス キ		
DESIGN OF PLANTING	ハンフ ^ニ ク(カンセ ^ニ ン)		
PLANTING STOCK DENSITY	3000/HA		
NUMBER OF STRAINS INCLUDED	5		
DATE OF EXAMINATION	1978, 10, 30		
AGE	5		
REPEATED EXAMINATION	2		
TRAITS	シ ^ニ コウ		
PERSON IN CHARGE	サトウ ムトウ アカシ カツムラ		
COMMENT	コレ ハ シ ^ニ ダ ^ニ イ ケンテイリン チヨウリ チ ^ニ -タ トウロク ノ テスト チ ^ニ -タ テ ^ニ ス		
PLUS TREE OR NATIVE CULTIVAR	(1)カミツカ ^ニ 11	(2)シオ ^ニ 2	(3)ワカマ ^ニ 5
	(4)アハ ^ニ シ 2	(5)トネ 5	

NUMBER OF REPLICATIONS 3
 NUMBER OF STRAINS 5
 NUMBER OF ROW IN PLOTS 5
 NUMBER OF COLUMNS IN PLOTS 4

REPLICATION 1
 STRAIN

(1)カミツカ 11	ROW NO.				
	1	1.00	0.95	0.94	1.00
	2	0.45	-1.00	0.95	1.06
	3	0.94	-1.00	1.30	0.88
	4	1.09	1.10	-1.00	-1.00
	5	1.30	0.85	1.35	-1.00
(2)シオ 2.	ROW NO.				
	1	-1.00	0.50	0.89	1.02
	2	1.00	-1.00	0.72	1.04
	3	1.05	0.70	-1.00	-1.00
	4	1.30	0.70	0.36	1.73
	5	0.63	1.47	1.15	1.12
(3)カカ 5	ROW NO.				
	1	1.70	1.80	1.65	1.39
	2	1.10	1.80	1.05	-1.00
	3	1.50	1.50	1.40	-1.00
	4	1.24	0.62	1.25	1.30
	5	0.94	1.35	0.62	1.25
(4)マハ 2	ROW NO.				
	1	-1.00	0.70	1.00	0.73
	2	-1.00	0.80	0.86	0.85
	3	1.32	0.80	0.70	0.84
	4	1.05	0.60	-1.00	0.96
	5	0.96	-1.00	1.05	0.98
(5)ト 5	ROW NO.				
	1	-1.00	19000.00	1.64	1.50
	2	1.26	1.50	0.85	1.50
	3	1.47	-1.00	0.21	1.45
	4	1.64	1.27	1.80	1.33
	5	1.34	1.37	1.26	1.80

REPLICATION 2
 STRAIN

(1)カミツカ 11	ROW NO.				
	1	1.35	1.76	1.07	1.32
	2	-1.00	1.09	0.93	0.73
	3	1.01	0.69	1.58	1.34
	4	0.91	1.32	1.44	1.56
	5	1.54	1.62	1.50	-1.00
(2)ハカ 1	ROW NO.				
	1	0.55	0.66	0.55	-1.00
	2	0.60	0.98	0.65	0.81
	3	0.70	0.65	0.62	0.79
	4	0.52	0.54	0.72	-1.00
	5	0.53	1.09	0.64	0.53
(3)カミツカ 3	ROW NO.				
	1	1.10	2.20	1.50	0.73
	2	-1.00	1.04	1.82	1.74
	3	1.23	1.65	1.95	1.52
	4	1.50	0.81	0.70	0.65
	5	0.62	0.79	0.52	0.54
(4)マハ 3	ROW NO.				
	1	1.43	1.45	-1.00	1.45
	2	1.32	1.15	0.92	0.90
	3	1.04	1.55	1.24	1.20
	4	1.80	1.79	1.12	1.43
	5	0.90	1.23	-1.00	1.34
(5)ト 5	ROW NO.				
	1	-1.00	1.52	1.20	1.02
	2	1.13	1.56	1.53	1.50
	3	0.70	-1.00	2.40	1.50
	4	0.70	-1.00	2.40	1.50
	5	1.53	1.50	0.70	2.40

REPLICATION STRAIN 3

(1)カミツカ 11	ROW NO.				
	1	1.33	2.10	1.05	1.80
	2	1.56	1.07	1.19	0.81
	3	2.10	1.80	-1.00	-1.00
	4	1.84	1.85	-1.00	2.10
	5	2.00	-1.00	1.28	1.07
(2)シタ 2	ROW NO.				
	1	0.75	1.24	1.10	0.70
	2	0.60	0.90	0.40	0.98
	3	-1.00	0.76	0.86	0.92
	4	1.03	0.80	1.10	0.62
	5	0.60	0.73	0.93	1.40
(3)カカ 5	ROW NO.				
	1	1.74	1.03	-1.00	-1.00
	2	1.77	1.69	1.70	1.36
	3	2.00	1.42	1.25	1.36
	4	1.05	1.04	0.90	1.25
	5	1.35	1.66	1.14	1.10
(4)アハ 2	ROW NO.				
	1	0.89	1.43	0.70	0.82
	2	0.70	0.80	0.53	0.76
	3	0.64	0.91	0.85	0.74
	4	0.52	0.64	0.91	0.85
	5	0.55	0.87	0.45	0.55
(5)ハ 5	ROW NO.				
	1	-1.00	2.40	1.21	2.20
	2	2.60	2.30	1.68	1.10
	3	1.50	1.61	2.20	1.73
	4	2.00	1.78	-1.00	2.20
	5	1.73	2.00	1.78	-1.20

図-3 登録データの修正

OUTPUT OF C L S I F FILE AND S T D A T FILE BEFORE AND AFTER CORRECTION

DATA NO = TEST01

CATEGORIES

TEST-PLANTATION	ERRATA	256	CORRECT	255
ESTABLISHER	ERRATA	56	CORRECT	8
DATE OF ESTABLISHMENT	ERRATA	1973, 4, 1	CORRECT	1968, 4, 1
ALTITUDE	ERRATA	195	CORRECT	210
SOIL TYPE	ERRATA	BLD	CORRECT	BLE
PLANTING STOCK DENSITY	ERRATA	3000	CORRECT	3500
AGE	ERRATA	5	CORRECT	10
REPEATED EXAMINATION	ERRATA	2	CORRECT	3
CORRD OF STRAIN	NO	KEY	ERRATA	CORRECT
	2	0	880	882
	3	0	851	858
	4	0	949	950

MEASUREMENTS	REP.NO.	STR.NO.	ROW NO.	COL.NO.	ERRATA	CORRECT
	1	1	3	2	-1.00	0.99
	1	2	1	1	-1.00	0.99
	1	2	3	3	-1.00	0.99
	1	2	3	4	-1.00	0.99
	1	4	5	2	-1.00	0.99
	1	5	1	2	19000.00	1.90
	1	5	3	2	-1.00	1.33
	2	1	5	3	-1.00	1.50
	2	2	5	4	-1.00	0.53
	2	4	1	1	-1.00	1.43
	2	5	2	3	-1.00	1.53
	3	5	1	1	-1.00	0.21
	3	5	5	4	-1.20	-1.00

NUMBER	TEST01
TEST PLANTATION	カンイハ 10
BREEDING REGION	カントウ
BREEDING DISTRICT	カントウハイ
DISTRICT AS UNITY OF TESTING	イハムラキ ケンナン
ESTABLISHER	イハムラキケン
PREFECTURE	イハムラキケン
DATE OF ESTABLISHMENT	1968, 4, 1
LOCALITY	イハムラキ ケン イナシキ クマン クキヤキ ムラ マツノサト 1 ハンチ
ALTITUDE	210
DIRECTION OF EXPOSURE	NW N
ANGLE OF SLOPE	キコウ
SOIL TYPE	BLE
SPECIES	ス キ
DESIGN OF PLANTING	ハンフオク(カンセマン)
PLANTING STOCK DENSITY	3500/HA
NUMBER OF STRAINS INCLUDED	5
DATE OF EXAMINATION	1978, 10, 30
AGE	10
REPEATED EXAMINATION	3
TRAITS	シキコウ
PERSON IN CHARGE	サトウ ムトウ アカシ カツムラ
COMMENT	コレ ハ シキタイ ケンテイリン チョウヤ テーダ トウロク ノ テスト テーダ テス

PLUS TREE OR NATIVE CULTIVAR	(1)カミツカ 11	(2)ハカ 1	(3)カミツカ 3
	(4)マエハシ 3	(5)トネ 5	

NUMBER OF REPLICATIONS	3
NUMBER OF STRAINS	5
NUMBER OF ROW IN PLOTS	5
NUMBER OF COLUMNS IN PLOTS	4

REPLICATION 1
STRAIN

(1)カミツカ 11	ROW NO				
	1	1.00	0.95	0.94	1.00
	2	0.45	-1.00	0.95	1.06
	3	0.94	0.99	1.30	0.88
	4	1.09	1.10	-1.00	-1.00
	5	1.30	0.85	1.35	-1.00
(2)ハカ 1	ROW NO				
	1	0.99	0.50	0.89	1.02
	2	1.00	-1.00	0.72	1.04
	3	1.05	0.70	0.99	0.99
	4	1.30	0.70	0.36	1.73
	5	0.63	1.47	1.15	1.12
(3)カミツカ 3	ROW NO				
	1	1.70	1.80	1.65	1.39
	2	1.10	1.80	1.05	-1.00
	3	1.50	1.50	1.40	-1.00
	4	1.24	0.62	1.25	1.30
	5	0.94	1.35	0.62	1.25
(4)マエハシ 3	ROW NO				
	1	-1.00	0.70	1.00	0.73
	2	-1.00	0.80	0.86	0.85
	3	1.32	0.80	0.70	0.84
	4	1.05	0.60	-1.00	0.96
	5	0.96	0.99	1.05	0.98
(5)トネ 5	ROW NO				
	1	-1.00	1.90	1.64	1.50
	2	1.26	1.50	0.85	1.50
	3	1.47	1.33	0.21	1.45
	4	1.64	1.27	1.80	1.33
	5	1.34	1.37	1.26	1.80

REPLICATION STRAIN 2

(1)カミツカ* 11	ROW NO				
	1	1.35	1.76	1.07	1.32
	2	-1.00	1.09	0.93	0.73
	3	1.01	0.69	1.58	1.34
	4	0.91	1.32	1.44	1.56
	5	1.54	1.62	1.50	-1.00
(2)ハカ* 1	ROW NO				
	1	0.55	0.66	0.55	-1.00
	2	0.60	0.98	0.65	0.81
	3	0.70	0.65	0.62	0.79
	4	0.52	0.54	0.72	-1.00
	5	0.53	1.09	0.64	0.53
(3)カミツカ* 3	ROW NO				
	1	1.10	2.20	1.50	0.73
	2	-1.00	1.04	1.82	1.74
	3	1.23	1.65	1.95	1.52
	4	1.50	0.81	0.70	0.65
	5	0.62	0.79	0.52	0.54
(4)アハ* 3	ROW NO				
	1	1.43	1.45	-1.00	1.45
	2	1.32	1.15	0.92	0.90
	3	1.04	1.55	1.24	1.20
	4	1.80	1.79	1.12	1.43
	5	0.90	1.23	-1.00	1.34
(5)トネ 5	ROW NO				
	1	-1.00	1.52	1.20	1.02
	2	1.13	1.56	1.53	1.50
	3	0.70	-1.00	2.40	1.50
	4	0.70	-1.00	2.40	1.50
	5	1.53	1.50	0.70	2.40

REPLICATION STRAIN 3

(1)カミツカ* 11	ROW NO				
	1	1.33	2.10	1.05	1.80
	2	1.56	1.07	1.19	0.81
	3	2.10	1.80	-1.00	-1.00
	4	1.84	1.85	-1.00	2.10
	5	2.00	-1.00	1.28	1.07
(2)ハカ* 1	ROW NO				
	1	0.75	1.24	1.10	0.70
	2	0.60	0.90	0.40	0.98
	3	-1.00	0.76	0.86	0.92
	4	1.03	0.80	1.10	0.62
	5	0.60	0.73	0.93	1.40
(3)カミツカ* 3	ROW NO				
	1	1.74	1.03	-1.00	-1.00
	2	1.77	1.69	1.70	1.36
	3	2.00	1.42	1.25	1.36
	4	1.05	1.04	0.90	1.25
	5	1.35	1.66	1.14	1.10
(4)アハ* 3	ROW NO				
	1	0.89	1.43	0.70	0.82
	2	0.70	0.80	0.53	0.76
	3	0.64	0.91	0.85	0.74
	4	0.52	0.64	0.91	0.85
	5	0.55	0.87	0.45	0.55
(5)トネ 5	ROW NO				
	1	0.21	2.40	1.21	2.20
	2	2.60	2.30	1.68	1.10
	3	1.50	1.61	2.20	1.73
	4	2.00	1.78	-1.00	2.20
	5	1.73	2.00	1.78	-1.00

図-4 実名ファイルの印刷

TESTPLANTATION

1	トウアオキヨク 1
2	トウアオキヨク 2
3	トウアオキヨク 3
4	トウアオキヨク 4
5	トウアオキヨク 5
6	トウアオキヨク 6
7	トウアオキヨク 7
8	トウアオキヨク 8
9	トウアオキヨク 9
10	トウアオキヨク 10
11	トウアオキヨク 11
12	トウアオキヨク 12
<hr/>	
1298	ケ キーカヨ 22 スキ
1299	ケ キーカヨ 23 スキ
1300	ケ キーカヨ 24 スキ
1301	ケ キーカヨ 25 ヒノ
1302	ケ キーカヨ 26 ヒノ
1303	ケ キーカヨ 27 ヒノ
1304	ケ キーカヨ 28 ヒノ
1305	ケ キーカヨ 29 ヒノ
1306	ケ キーカヨ 30 ヒノ

BREEDING REGION

1	ホツカイトウ
2	トウホク
3	カントウ
4	カンサイ
5	キョウシュウ

BREEDING DISTRICT

1	ホツカイトウ チュウフ
2	ホツカイトウ トウフ
3	ホツカイトウ セイナンフ
4	トウホク トウフ
5	トウホク セイフ
6	キタカントウ
7	カントウハイ
8	チュウフ カンカフ
9	トウカイ
10	キンキ
11	セトナイカイ
12	ニホンカイカントウフ
13	ニホンカイカンセイフ
14	シコクホクフ
15	シコクナンフ
16	キタキョウシュウ
17	ナカキョウシュウ
18	ミナミキョウシュウ

DISTRICT AS UNITY OF TESTING

1	ネムロ
2	トカチ ワシロ
3	オホツカイ
4	チユウオコウチ
5	ホクフ ニホンカイ
6	ヒタカ ソラチ
7	シリヤシ イフ
8	中略
155	ホクサツ
156	ナンサツ
157	アイウ
158	オオスミ
159	オオシマ
160	クマケ
161	

ESTABLISHER

1	ホツカイトウ
2	アオモリ ケン
3	イワテ ケン
4	ミヤキ ケン
5	アキタ ケン
6	ヤマカタ ケン
7	フクシマ ケン
8	中略
52	アオモリ ケン
53	アキタ ケン
54	ミヤキ ケン
55	ヤマカタ ケン
56	フクシマ ケン
57	ナカノ ケン
58	ナカノ ケン
59	オオサカ ケン
60	コウチ ケン
61	クマエト ケン

PREFECTURE

1	ホツカイトウ
2	アオモリ ケン
3	イワテ ケン
4	ミヤキ ケン
5	アキタ ケン
6	ヤマカタ ケン
7	フクシマ ケン
8	中略
40	ナカノ ケン
41	ナカノ ケン
42	ナカノ ケン
43	クマエト ケン
44	オオサカ ケン
45	ミヤキ ケン
46	ナカノ ケン
47	オオサカ ケン

SPCIES

- 1 スキ
- 2 ヒノキ
- 3 アカマツ
- 4 クロマツ
- 5 カウマツ
- 6 クイマツ
- 7 マンシユウカウ
- リウキユウマツ
- 43 中略
- 44 チョウ
- 45 トロノキ
- 46 カツ
- 47 オヒヨウニシ
- 48 ハルニシ
- 49 シナノキ
- 50 オオハナナキ
- 51 オオハナタ

DESIGN OF PLANTING

- 1 タンホク コンコウ
- 2 ハンフク(カンセツ)
- 3 ハンフク(17ヶ年)
- 4 P.コンコウ(ソロイ)
- 5 P.コンコウ(フソロイ)
- 6 タンホク*ク*ル*フ*

TRAITS

1. シュコウ
2. イタシタ コウ
3. ネモトチヨウケイ
4. キヨウコチヨウケイ
5. イタハリチヨウケイ
6. イタハリハシケイ
7. イタチヨウケイ
8. イタチカ
9. ミキ マカ
10. ミキ ネシ

PLUS TREE

GROUP 1

- 1 タイショウ 1
- 2 タイショウ 2
- 3 タイショウ 3
- 4 タイショウ 4
- 5 タイショウ 5
- 6 タイショウ 6
- 7 タイショウ 7
- 8 タイショウ 8
- 9 タイショウ 9
- 10 タイショウ 10
11. サツホ 1
- サツホ 2
- サツホ 3
- 中略
- 3681
3682. タイカ
3683. メア
3684. キシ
3685. コウ
3686. カセ

GROUP 2.

1. タイショウ 1
- 2 タイショウ 2
3. タイショウ 3
- 4 タイショウ 4
- 5 タイショウ 5
- 6 タイショウ 6
- 7 タイショウ 7
- 8 タイショウ 8
- 9 タイショウ 9
- 10 タイショウ 10
- 11 ハナマキ 1
- ハナマキ 2
- 中略
- 3125
- 3126 ヒロキ
- 3127 トノ 1
- 3128 トノ 2
- 3129 トノ 3
- 3130 トノ 4

GROUP 3.

- 1 タイショウ 1
- 2 タイショウ 2
3. タイショウ 3
- 4 タイショウ 4
- 5 タイショウ 5
- 6 タイショウ 6
- 7 中略
- 1830
1831. ス 28
1832. ス 29
1833. ス 31
1834. ス 32
1835. ス 34
1836. ス 37
1837. ス 38

図-5 実名ファイルの修正

CORRECTION OF INDEX-CORDING (C T O P D FILE)

NUMBER OF INDIVIDUAL ITEMS

CATEGORY	NUMBERS CORRECTED	DIFFERENCES IN NUMBER AFTER CORRECTION
TEST-PLANTATION	21	1327
BREEDING REGION	0	5
BREEDING DISTRICT	0	18
DISTRICT AS UNITY OF TESTING	0	161
ESTABLISHER	0	61
PREFECTURE	0	47
SPECIES	0	51
DESIGN OF PLANTING	0	6
TRAITS	0	10
PLUS TREE OR NATIVE CULTIVAR		
GROUP 1	0	3686
GROUP 2	0	3130
GROUP 3	0	1837

OUTPUT OF ITEMS BEFORE AND AFTER CORRECTION OF TEST-PLANTATION

CODE	KEY	ERRATA	CORRECT
1306	1	ケ キ-カコ"28 ヒノ	I キ-キク 21-2ス
1306	1	ケ キ-カコ"28 ヒノ	I キ-クス 22-2ス
1306	1	ケ キ-カコ"28 ヒノ	I キ-クス 22-3ス
1306	1	ケ キ-カコ"28 ヒノ	I キ-クマ 4-2ス2
1306	1	ケ キ-カコ"28 ヒノ	I キ-クマ 4-3ス2
1306	1	ケ キ-カコ"28 ヒノ	I キ-クマ 6-2ス2
1306	1	ケ キ-カコ"28 ヒノ	I キ-クマ 6-3ス2
1306	1	ケ キ-カコ"28 ヒノ	I キ-クマ 12-2ス
1306	1	ケ キ-カコ"28 ヒノ	I キ-クマ 12-3ス
1306	1	ケ キ-カコ"28 ヒノ	I キ-クマ 16-2ス
1306	1	ケ キ-カコ"28 ヒノ	I キ-クマ 16-3ス
1306	1	ケ キ-カコ"28 ヒノ	I キ-クマ 21-2ス
1306	1	ケ キ-カコ"28 ヒノ	I キ-クマ 21-3ス
1306	1	ケ キ-カコ"28 ヒノ	I キ-クマ 22-2ス
1306	1	ケ キ-カコ"28 ヒノ	I キ-クマ 22-3ス
1306	1	ケ キ-カコ"28 ヒノ	I キ-クマ 23-2ス
1306	1	ケ キ-カコ"28 ヒノ	I キ-クマ 23-3ス
1306	1	ケ キ-カコ"28 ヒノ	I キ-クマ 28-2ス
1306	1	ケ キ-カコ"28 ヒノ	I キ-クマ 28-3ス
1306	1	ケ キ-カコ"28 ヒノ	I キ-クマ 34-2ス
1306	1	ケ キ-カコ"28 ヒノ	I キ-クマ 34-3ス

TOTAL =1327

TEST-PLANTATION

1	トウアキ37 1
2	トウアキ37 2
3	トウアキ37 3
4	トウアキ37 4
5	トウアキ37 5
6	トウアキ37 6
7	トウアキ37 7
8	トウアキ37 8
9	トウアキ37 9
10	トウアキ37 10
11	トウアキ37 11
12	トウアキ37 12
13	トウアキ37 13
14	トウアキ37 14
15	トウアキ37 15
16	トウアキ37 16
17	トウアキ37 17
18	トウアキ37 18
19	トウアキ37 19
20	トウアキ37 20
21	トウアキ37 21
22	トウアキ37 22
23	トウアキ37 23
24	トウアキ37 24
25	トウアキ37 25
26	トウアキ37 26
27	トウアキ37 27
28	トウアキ37 28
中略	
1300	
1301	ケ キ-カコ"24 スキ
1302	ケ キ-カコ"25 ヒノ
1303	ケ キ-カコ"26 ヒノ
1304	ケ キ-カコ"27 ヒノ
1305	ケ キ-カコ"28 ヒノ
1306	I キ-キク 21-2ス
1307	I キ-クス 22-2ス
1308	I キ-クス 22-3ス
1309	I キ-クマ 4-2ス2
1310	I キ-クマ 4-3ス2
1311	I キ-クマ 6-2ス2
1312	I キ-クマ 6-3ス2
1313	I キ-クマ 12-2ス
1314	I キ-クマ 12-3ス
1315	I キ-クマ 16-2ス
1316	I キ-クマ 16-3ス
1317	I キ-クマ 21-2ス
1318	I キ-クマ 21-3ス
1319	I キ-クマ 22-2ス
1320	I キ-クマ 22-3ス
1321	I キ-クマ 23-2ス
1322	I キ-クマ 23-3ス
1323	I キ-クマ 28-2ス
1324	I キ-クマ 28-3ス
1325	I キ-クマ 34-2ス
1326	I キ-クマ 34-3ス
1327	

図-6 二元分類の分散分析

NUMBER	TEST01
TEST-PLANTATION	カンイハ 10
BRRDING REGION	カントウ
BREEDING DISTRICT	カントウグイ
DISTRICT AS UNITY OF TESTING	イハラキ ケンナン
ESTABLISHER	イハラキケン
PREFECTURE	イハラキケン
DATE OF ESTABLISHMENT	1968, 4, 1
LOCALITY	イハラキ ケン イナシキ クワン クキヤキ ムラ マツノサト 1 ハンチ
ALTITUDE	210
DIRECTION OF EXPOUSURE	NW N
ANGLE OF SLOPE	キコウ
SOIL TYPE	BLE
SPECIES	ス キ
DESIGN OF PLANTING	ハンフク(カンセン)
PLANTING STOCK DENSITY	3500/HA
NUMBER OF STRAINS INCLUDED	5
DATE OF EXAMINATION	1978, 10, 30
AGE	10
REPEATED EXAMINATION	3
TRAITS	シバコウ
PERSON IN CHRGE	サトウ ムラ アカシ カワムラ
COMMENT	コレ ハ シバタイ ケンテイリン チョウヤ チョ-タ トコロ ノ テスト チョ-タ テス
PLUS TREE OR NATIVE CULTIVAR	(1)カミツカ 11 (2)ハカ 1 (3)カミツカ 3 (4)マエハシ 3 (5)トネ 5

NUMBER OF REPLICATIONS 3
NUMBER OF STRAINS 5
NUMBER OF ROW IN PLOTS 5
NUMBER OF COLUMNS IN PLOTS 4

REPLICATION STRAIN		1				
(1)カミツカ 11	ROW NO.					
	1	1.00	0.95	0.94	1.00	
	2	0.45	-1.00	0.95	1.06	
	3	0.94	0.99	1.30	0.88	
	4	1.09	1.10	-1.00	-1.00	
	5	1.30	0.85	1.35	-1.00	
(2)ハカ 1	ROW NO.					
	1	0.99	0.50	0.89	1.02	
	2	1.00	-1.00	0.72	1.04	
	3	1.05	0.70	0.99	0.99	
	4	1.30	0.70	0.36	1.73	
	5	0.63	1.47	1.15	1.12	
(3)カミツカ 3	ROW NO.					
	1	1.70	1.80	1.65	1.39	
	2	1.10	1.80	1.05	-1.00	
	3	1.50	1.50	1.40	-1.00	
	4	1.24	0.62	1.25	1.30	
	5	0.94	1.35	0.62	1.25	
(4)マエハシ 3	ROW NO.					
	1	-1.00	0.70	1.00	0.73	
	2	-1.00	0.80	0.86	0.85	
	3	1.32	0.80	0.70	0.84	
	4	1.05	0.60	-1.00	0.96	
	5	0.96	0.99	1.05	0.98	
(5)トネ 5	ROW-NO.					
	1	-1.00	1.90	1.64	1.50	
	2	1.26	1.50	0.85	1.50	
	3	1.47	1.33	0.21	1.45	
	4	1.64	1.27	1.80	1.33	
	5	1.34	1.37	1.26	1.80	

REPLICATION
STRAIN 2

(1)カミツカ 11	ROW NO.				
	1	1.35	1.76	1.07	1.32
	2	-1.00	1.09	0.93	0.73
	3	1.01	0.69	1.58	1.34
	4	0.91	1.32	1.44	1.56
	5	1.54	1.62	1.50	-1.00
(2)ハカ 1	ROW NO.				
	1	0.55	0.66	0.55	-1.00
	2	0.60	0.98	0.65	0.81
	3	0.70	0.65	0.62	0.79
	4	0.52	0.54	0.72	-1.00
	5	0.53	1.09	0.64	0.53
(3)カミツカ 3	ROW NO.				
	1	1.10	2.20	1.50	0.73
	2	-1.00	1.04	1.82	1.74
	3	1.23	1.65	1.95	1.52
	4	1.50	0.81	0.70	0.65
	5	0.62	0.79	0.52	0.54
(4)アイハシ 3	ROW NO.				
	1	1.43	1.45	-1.00	1.45
	2	1.32	1.15	0.92	0.90
	3	1.04	1.55	1.24	1.20
	4	1.80	1.79	1.12	1.43
	5	0.90	1.23	-1.00	1.34
(5)トネ 5	ROW NO.				
	1	-1.00	1.52	1.20	1.02
	2	1.13	1.56	1.53	1.50
	3	0.70	-1.00	2.40	1.50
	4	0.70	-1.00	2.40	1.50
	5	1.53	1.50	0.70	2.40

REPLICATION
STRAIN 3

(1)カミツカ 11	ROW NO.				
	1	1.33	2.10	1.05	1.80
	2	1.56	1.07	1.19	0.81
	3	2.10	1.80	-1.00	-1.00
	4	1.84	1.85	-1.00	2.10
	5	2.00	-1.00	1.28	1.07
(2)ハカ 1	ROW NO.				
	1	0.75	1.24	1.10	0.70
	2	0.60	0.90	0.40	0.98
	3	-1.00	0.76	0.86	0.92
	4	1.03	0.80	1.10	0.62
	5	0.60	0.73	0.93	1.40
(3)カミツカ 3	ROW NO.				
	1	1.74	1.03	-1.00	-1.00
	2	1.77	1.69	1.70	1.36
	3	2.00	1.42	1.25	1.36
	4	1.05	1.04	0.90	1.25
	5	1.35	1.66	1.14	1.10
(4)アイハシ 3	ROW NO.				
	1	0.89	1.43	0.70	0.82
	2	0.70	0.80	0.53	0.76
	3	0.64	0.91	0.85	0.74
	4	0.52	0.64	0.91	0.85
	5	0.55	0.87	0.45	0.55
(5)トネ 5	ROW NO.				
	1	0.21	2.40	1.21	2.20
	2	2.60	2.30	1.68	1.10
	3	1.50	1.61	2.20	1.73
	4	2.00	1.78	-1.00	2.20
	5	1.73	2.00	1.78	-1.00

NUMBER OF TREES IN PLOT

	R 1	R 2	R 3	TOTAL
(1)カミツカ 11	16	18	16	50
(2)ハカ 1	19	18	19	56
(3)カミツカ 3	18	19	18	55
(4)マエハシ 3	17	18	20	55
(5)トネ 5	19	17	18	54
TOTAL	89	90	91	270

MEAN OF PLOT

	R 1	R 2	R 3	TOTAL	MEAN
(1)カミツカ 11	1.009	1.264	1.559	3.833	1.278
(2)ハカ 1	0.966	0.674	0.864	2.504	0.835
(3)カミツカ 3	1.303	1.190	1.378	3.872	1.291
(4)マエハシ 3	0.894	1.292	0.755	2.941	0.980
(5)トネ 5	1.391	1.458	1.791	4.639	1.546
TOTAL	5.563	5.879	6.348	17.789	1.186
MEAN	1.113	1.176	1.270	17.789	1.186

TOTALS AND MEANS WITHIN INDIVIDUAL STRAINS

	NUMBER	TOTAL	MEAN
(1)カミツカ 11	50	63.860	1.277
(2)ハカ 1	56	46.900	0.837
(3)カミツカ 3	55	70.880	1.289
(4)マエハシ 3	55	53.560	0.974
(5)トネ 5	54	83.440	1.545
MEAN	270	318.640	1.180

STANDARD DEVIATION IN PLOT

	R 1	R 2	R 3	TOTAL
(1)カミツカ 11	16	18	16	50
(2)ハカ 1	19	18	19	56
(3)カミツカ 3	18	19	18	55
(4)マエハシ 3	17	18	20	55
(5)トネ 5	19	17	18	54

COEFFICIENT OF VARIABILITY (%)

	R 1	R 2	R 3	
(1)カミツカ 11	21.0	25.2	28.3	26.3
(2)ハカ 1	33.9	23.5	28.3	30.5
(3)カミツカ 3	26.6	44.7	22.9	31.9
(4)マエハシ 3	19.4	20.9	28.4	22.8
(5)トネ 5	26.9	37.5	31.3	32.2

ANALYSIS OF VARIANCE

FACTOR	DF	SS	MS	FO
REPLICATION	2	0.0625	0.0312	0.628
STRAIN	4	0.9450	0.2362	4.749
ERROR 1	8	0.3980	0.0497	
TOTAL	14	1.4054		
ERROR 2	255	32.7901	0.1286	

図-7 データ登録プログラム

LINE NO.	STATEMENT	OKITAC 4500	FORTAN	SOURCE PROGRAM LIST	PAGE	0001
0001	C REGISTRATION PROGRAM					REGP1001
0002	C MAIN PROGRAM					REGP1002
0003	C					REGP1003
0004	C	COMMON	STRNAM(100,3),NSTR			REGP1004
0005	C					REGP1005
0006	CALL LEBOUT					REGP1006
0007	CALL DATIN					REGP1007
0008	END					REGP1008

LINE NO.	STATEMENT	OKITAC 4500	FORTAN	SOURCE PROGRAM LIST	PAGE	0002
0001	C SUBPROGRAM FOR OUTPUT OF CATEGORIES (FOR C L S I F FILE)					REGP2001
0002	C					REGP2002
0003						REGP2003
0004	SUBROUTINE LEBOUT					REGP2004
0005	REAL LOTP					REGP2005
0006	INTEGER BRRE,BRDI,UNIT,PRRE,PREF,DATEST(4),ALTI,SPEC,DESPL,DENPL,NSTR					REGP2006
0007	1 DATEXA(4),AGEPL,REPEX,TRAI,STRA(102)					REGP2007
0008	DOUBLE PRECISION DATNO,CDATNO,DIREC,SOFY,XEND					REGP2008
0009	DIMENSION LOTP(11),PECHA(15),COHH(60),TRUNAM(64,3)					REGP2009
0010	COMMON STRNAM(100,3),NNSTR					REGP2010
0011	DATA XEND/5H999999/					REGP2011
0012	REWIND CTOPD					REGP2012
0013	REWIND CLSIF1					REGP2013
0014	REWIND CLSIF2					REGP2014
0015	READ(5,101) DATNO,NOTP,BRRE,BRDI,UNIT,PRRE,PREF,(DATEST(1),I=1,4)					REGP2015
0016	1,(LOTP(I),I=1,11)					REGP2016
0017	101 FORMAT(A6,I5,I3,4I2,11A4)					REGP2017
0018	READ(5,102) ALTI,DIREC,ANGSL,SOFY,SPEC,DESPL,DENPL,NSTR					REGP2018
0019	102 FORMAT(14,A8,A4,A8,2I3,2I5)					REGP2019
0020	READ(5,103) (DATEXA(I),I=1,4),AGEPL,REPEX,TRAI,(PECHA(I),I=1,15)					REGP2020
0021	103 FORMAT(4I2,3I3,3X,15A4)					REGP2021
0022	READ(5,104) (COHH(I),I=1,60)					REGP2022
0023	104 FORMAT(20A4)					REGP2023
0024	DO 20 I=1,102					REGP2024
0025	20 STRA(I)=0					REGP2025
0026	READ(5,108) (STRA(I),I=1,NSTR)					REGP2026
0027	108 FORMAT(16I5)					REGP2027
0028	IF(SPEC.EQ.1) ICORRD=1					REGP2028
0029	IF((SPEC.GT.1).AND.(SPEC.LT.8)) ICORRD=2					REGP2029
0030	IF(SPEC.GT.7) ICORRD=3					REGP2030
0031	READ(CTOPD,300)			NN,MM,II,JJ,LL,NU,MJ,IJ,KK,KJ1,KJ2,KJ3		REGP2031
0032	300 FORMAT(12I5,452X)					REGP2032
0033	WRITE(6,400) DATNO					REGP2033
0034	400 FORMAT(1H1,6HNUMBER,24X,A8)					REGP2034
0035	500 WRITE(6,500)					REGP2035
0036	FORMAT(1H0,15HTEST-PLANTATION)					REGP2036
0037	DO 40 I=1,NN,42					REGP2037
0038	READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(H,N),N=1,3),H=1,42)					REGP2038
0039	600 FORMAT(128A4)					REGP2039
0040	18=1					REGP2040
0041	IF(18*41					REGP2041
0042	IF((NOTP.GE.18).AND.(NOTP.LE.1E)) GO TO 45					REGP2042
0043	GO TO 40					REGP2043
0044	45 M=NOTP-(1-1)					REGP2044
0045	WRITE(6,700) (TRUNAM(H,N),N=1,3)					REGP2045
0046	700 FORMAT(1H+,30X,3A4)					REGP2046
0047	40 CONTINUE					REGP2047
0048	WRITE(6,800)					REGP2048
0049	800 FORMAT(1H0,14HBRDRING REGION)					REGP2049
0050	READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(H,N),N=1,2),H=1,64)					REGP2050

LINE NO.

STATEMENT

```

0051 WRITE(6,700) (TRUNAM(BRRE,N),N=1,2)
0052 WRITE(6,900)
0053 900 FORMAT(1H0,17HBREEDING DISTRICT)
0054 READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,3),M=1,42)
0055 WRITE(6,700) (TRUNAM(BRDI,N),N=1,3)
0056 WRITE(6,1000)
0057 1000 FORMAT(1H0,28HDISTRICT AS UNITY OF TESTING)
0058 DO 50 I=1,JJ,42
0059 READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,3),M=1,42)
0060 IE=1+41
0061 IF((UNIT,GE,I).AND.(UNIT,LE,IE)) GO TO 55
0062 GO TO 50
0063 55 M=UNIT-(I-1)
0064 WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,3)
0065 50 CONTINUE
0066 WRITE(6,1100)
0067 1100 FORMAT(1H0,11HSTABLER)
0068 DO 60 I=1,LL,64
0069 READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,2),M=1,64)
0070 IE=1+63
0071 IF((PRE,GE,I).AND.(PRE,LE,IE)) GO TO 65
0072 GO TO 60
0073 65 M=PRE-(I-1)
0074 WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,2)
0075 60 CONTINUE
0076 WRITE(6,1200)
0077 1200 FORMAT(1H0,10HPREFECTURE)
0078 DO 70 I=1,NJ,64
0079 READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,2),M=1,64)
0080 IE=1+63
0081 IF((PRE,GE,I).AND.(PRE,LE,IE)) GO TO 75
0082 GO TO 70
0083 75 M=PRE-(I-1)
0084 WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,2)
0085 70 CONTINUE
0086 WRITE(6,1300) (DATE(I),I=1,4)
0087 1300 FORMAT(1H0,21HDATE OF ESTABLISHMENT,9X,212,1H,12,1H,12)
0088 WRITE(6,1400) (LOTP(I),I=1,11)
0089 1400 FORMAT(1H0,8HLOCALITY,22X,11A4)
0090 WRITE(6,1500) ALT1
0091 1500 FORMAT(1H0,8HALTITUDE,22X,14)
0092 WRITE(6,1600) DIREC
0093 1600 FORMAT(1H0,22HDIRECTION OF EXPOSURE,8X,A8)
0094 WRITE(6,1700) ANGSL
0095 1700 FORMAT(1H0,14HANGLE OF SLOPE,16X,A4)
0096 WRITE(6,1800) SOFY
0097 1800 FORMAT(1H0,9H50IL TYPE,21X,A8)
0098 WRITE(6,1900)
0099 1900 FORMAT(1H0,7HSPECIES)
0100 DO 80 I=1,MJ,42

```

REGP2051
REGP2052
REGP2053
REGP2054
REGP2055
REGP2056
REGP2057
REGP2058
REGP2059
REGP2060
REGP2061
REGP2062
REGP2063
REGP2064
REGP2065
REGP2066
REGP2067
REGP2068
REGP2069
REGP2070
REGP2071
REGP2072
REGP2073
REGP2074
REGP2075
REGP2076
REGP2077
REGP2078
REGP2079
REGP2080
REGP2081
REGP2082
REGP2083
REGP2084
REGP2085
REGP2086
REGP2087
REGP2088
REGP2089
REGP2090
REGP2091
REGP2092
REGP2093
REGP2094
REGP2095
REGP2096
REGP2097
REGP2098
REGP2099
REGP2100

LINE NO.

STATEMENT

```

0101 READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,3),M=1,42)
0102 IE=1+41
0103 IF((SPEC,GE,I).AND.(SPEC,LE,IE)) GO TO 85
0104 GO TO 80
0105 85 M=SPEC-(I-1)
0106 WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,3)
0107 80 CONTINUE
0108 WRITE(6,2000)
0109 2000 FORMAT(1H0,18HDESIGN OF PLANTING)
0110 DO 90 I=1,IJ,42
0111 READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,3),M=1,42)
0112 IE=1+41
0113 IF((DESP,GE,I).AND.(DESP,LE,IE)) GO TO 95
0114 GO TO 90
0115 95 M=DESP-(I-1)
0116 WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,3)
0117 90 CONTINUE
0118 WRITE(6,2100) DENPL
0119 2100 FORMAT(1H0,22HPLANTING STOCK DENSITY,8X,15,3H/HA)
0120 WRITE(6,2200) NSTR
0121 2200 FORMAT(1H0,26HNUMBER OF STRAINS INCLUDED,2X,15)
0122 WRITE(6,2250) (DATEA(I),I=1,4)
0123 2250 FORMAT(1H0,19HDATE OF EXAMINATION,11X,212,1H,12,1H,12)
0124 WRITE(6,2300) AGEPL
0125 2300 FORMAT(1H0,3HAGE,27X,13)
0126 WRITE(6,2400) REPEX
0127 2400 FORMAT(1H0,20HREPEATED EXAMINATION,10X,13)
0128 WRITE(6,2500)
0129 2500 FORMAT(1H0,6HTRAITS)
0130 DO 110 I=1,KK,64
0131 READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,2),M=1,64)
0132 IE=1+63
0133 IF((TRA1,GE,I).AND.(TRA1,LE,IE)) GO TO 115
0134 GO TO 110
0135 115 M=TRA1-(I-1)
0136 WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,2)
0137 110 CONTINUE
0138 WRITE(6,2600) (PECHA(I),I=1,15)
0139 2600 FORMAT(1H0,15HPERSON IN CHARGE,15X,15A4)
0140 WRITE(6,2700) (COMM(I),I=1,60)
0141 2700 FORMAT(1H0,7HCOMMENT,23X,20A4/(1H,30X,20A4))
0142 WRITE(6,2800)
0143 2800 FORMAT(1H0,28HPLUS TREE OR NATIVE CULTIVAR)
0144 L=1
0145 180 CONTINUE
0146 IF(L,EO,3) KJ=KJ3
0147 IF(L,EO,2) KJ=KJ2
0148 IF(L,EO,1) KJ=KJ1
0149 IF(L,NE,ICORRO) GO TO 120
0150 DO 130 I=1,KJ,42

```

REGP2101
REGP2102
REGP2103
REGP2104
REGP2105
REGP2106
REGP2107
REGP2108
REGP2109
REGP2110
REGP2111
REGP2112
REGP2113
REGP2114
REGP2115
REGP2116
REGP2117
REGP2118
REGP2119
REGP2120
REGP2121
REGP2122
REGP2123
REGP2124
REGP2125
REGP2126
REGP2127
REGP2128
REGP2129
REGP2130
REGP2131
REGP2132
REGP2133
REGP2134
REGP2135
REGP2136
REGP2137
REGP2138
REGP2139
REGP2140
REGP2141
REGP2142
REGP2143
REGP2144
REGP2145
REGP2146
REGP2147
REGP2148
REGP2149
REGP2150


```

LINE NO.      STATEMENT
0151          READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,3),M=1,42)
0152          IB=1
0153          IE=IB+41
0154          DO 140 J=1,NSTR
0155          IF((STRA(J),GE,IB).AND.(STRA(J),LE,IE)) GO TO 145
0156          GO TO 140
0157          145 M=STRA(J)-(J-1)
0158          DO 150 L=1,3
0159          STRNAM(J,L)=TRUNAM(M,L)
0160          150 CONTINUE
0161          140 CONTINUE
0162          130 CONTINUE
0163          GO TO 160
0164          120 CONTINUE
0165          DO 170 J=1,KJ,42
0166          READ(CTOPD,2900)
0167          2900 FORMAT(512X)
0168          170 CONTINUE
0169          L=L+1
0170          GO TO 180
0171          160 CONTINUE
0172          WRITE(6,3000) ( I,(STRNAM(I,J),J=1,3),I=1,NSTR)
0173          3000 FORMAT(1H+,30X,5(1H(,13,1H),3A4,2X)
0174          /,1H,30X,5(1H(,13,1H),3A4,2X))
0175          MNSTR=NSTR
0176          WRITE(CLSIF2,100) DATNO,NOTP,BRRE,BRDI,UNIT,PRRE,PREF,
0177          (DATEST(I),I=1,4),(LOTP(I),I=1,11),ALTI,DIREC,ANGSL,SOFY,REGP2177
0178          2 SPEC,DESPL,DENPL,NSTR,(DATEXA(I),I=1,4),AGEPL,REPEX,TRAI,REGP2178
0179          (PECHA(I),I=1,15),(COMM(I),I=1,60)
0180          100 FORMAT(A6,15I5,3,4I2,11A4,14,A8,A4,2I3,2I5,4I2,3I3,15A4,60A4,
0181          77X)
0182          WRITE(CLSIF2,200) (STRA(I),I=1,102)
0183          200 FORMAT(102I5,2X)
0184          22 CONTINUE
0185          DO 25 J=1,102
0186          25 STRA(J)=0
0187          READ(CLSIF1,100) CDATNO,NOTP,BRRE,BRDI,UNIT,PRRE,PREF,
0188          (DATEST(I),I=1,4),(LOTP(I),I=1,11),ALTI,DIREC,ANGSL,SOFY,REGP2188
0189          2 SPEC,DESPL,DENPL,NSTR,(DATEXA(I),I=1,4),AGEPL,REPEX,TRAI,REGP2189
0190          (PECHA(I),I=1,15),(COMM(I),I=1,60)
0191          IF(CDATNO.EQ.DATNO) GO TO 12
0192          WRITE(CLSIF2,100) CDATNO,NOTP,BRRE,BRDI,UNIT,PRRE,PREF,
0193          (DATEST(I),I=1,4),(LOTP(I),I=1,11),ALTI,DIREC,ANGSL,SOFY,REGP2192
0194          2 SPEC,DESPL,DENPL,NSTR,(DATEXA(I),I=1,4),AGEPL,REPEX,TRAI,REGP2194
0195          (PECHA(I),I=1,15),(COMM(I),I=1,60)
0196          IF(CDATNO.EQ.XEND) GO TO 23
0197          READ(CLSIF1,200) (STRA(I),I=1,102)
0198          WRITE(CLSIF2,200) (STRA(I),I=1,102)
0199          GO TO 22
0200          12 WRITE(6,107) DATNO

```

```

LINE NO.      STATEMENT
0201          107 FORMAT(//////1H,16H????? DATA NO = ,A8,15H15 ALREADY USED,
0202          1 16H ELSEWHERE ?????)
0203          STOP
0204          23 ENDFILE CLSIF2
0205          RETURN
0206          END

```



```

LINE NO.      STATEMENT
0001          C SUBPROGRAM FOR OUTPUT OF MEASUREMENTS ( FOR S T D A T FILE )
0002          C
0003          SUBROUTINE DATAIN
0004              COMMON STRNAM(100,3),NSTR
0005              INTEGER RIP,ROW,COLUM
0006              DIMENSION M(10,100),IBUFF(102),XDATA(512)
0007              DOUBLE PRECISION F(10),FD,REP(10),BRANK
0008
0009              DATA REP/6H H 1,6H H 2,6H H 3,6H H 4,6H H 5,6H H 6,
0010                  1 6H H 7,6H H 8,6H H 9,6H H 10,FD/8H(16F5,0)/,
0011                  2 BRANK/8H /
0012          C
0013              REWIND STDAT
0014              READ(5,100) RIP,ROW,COLUM,IFD
0015              100 FORMAT(4I5)
0016              WRITE(STDAT,105) RIP,ROW,COLUM
0017              105 FORMAT(3I5,497X)
0018              DO 35 I=1,10
0019                  35 F(I)=BLANK
0020                  F(I)=FD
0021                  IF(IFD.NE.0) READ(5,200) (F(I),I=1,10)
0022              200 FORMAT(10A8)
0023              WRITE(6,300) RIP,NSTR
0024              300 FORMAT(1H,122HNUMBER OF REPLICATIONS,8X,15/1H ,17HNUMBER OF STRAIN,REGP3024
0025                  15,13X,15)
0026              IF(ROW.COLUM.EQ.0) GO TO 5
0027              WRITE(6,250) ROW,COLUM
0028              250 FORMAT(1H ,22HNUMBER OF ROW IN PLOTS,8X,15/1H ,25HNUMBER OF COLUMNS,REGP3028
0029                  1 IN PLOTS,5X,15)
0030              N=ROW*COLUM
0031              DO 40 I=1,RIP
0032                  DO 40 J=1,NSTR
0033                      M(I,J)=N
0034              40 CONTINUE
0035              GO TO 30
0036              5 CONTINUE
0037              READ(5,400) ((M(I,J),J=1,NSTR),I=1,RIP)
0038              400 FORMAT(16I5)
0039              WRITE(6,420) (REP(I),I=1,RIP)
0040              420 FORMAT(1H0,29HNUMBER OF TREES IN PLOT /1H ,11HSTRAIN NAME,6X,REGP3040
0041                  1 10(4X,A6))
0042                  DO 10 J=1,NSTR
0043                      WRITE(6,500) J,(STRNAM(J,K),K=1,3),(M(I,J),I=1,RIP)
0044              500 FORMAT(1H ,1H(,13,1H),3A4,10I10)
0045              10 CONTINUE
0046                  DO 15 L=1,102
0047                      15 IBUFF(L)=0
0048                      N=0
0049                      DO 20 I=1,RIP
0050                          DO 20 J=1,NSTR

```

```

LINE NO.      STATEMENT
0051          N=N+1
0052          IBUFF(N)=M(I,J)
0053          IF(N.NE.102) GO TO 20
0054          WRITE(STDAT,600) (IBUFF(L),L=1,102)
0055          DO 25 L=1,102
0056              25 IBUFF(L)=0
0057          N=0
0058          20 CONTINUE
0059          IF(N.NE.0) WRITE(STDAT,600) (IBUFF(L),L=1,102)
0060          600 FORMAT(102I5,2X)
0061          30 CONTINUE
0062              DO 50 I=1,RIP
0063                  WRITE(6,700) I
0064              700 FORMAT(1H,12HREPLICATION ,15/1H ,7HSTRAIN )
0065              DO 50 J=1,NSTR
0066                  DO 55 L=1,512
0067                      55 XDATA(L)=-9999.99
0068              WRITE(6,800) J,(STRNAM(J,K),K=1,3)
0069              800 FORMAT(1H0,1H(,13,1H),3A4)
0070              N=M(I,J)
0071              READ(5,F) (XDATA(L),L=1,N)
0072              IF(ROW.EQ.0) GO TO 60
0073              WRITE(6,1000)
0074              1000 FORMAT(1H+,15X,9HROW NO. )
0075              DO 70 IK=1,ROW
0076                  KB=COLUM*(IK-1)+1
0077                  KE=COLUM*IK
0078                  WRITE(6,1100) IK,(XDATA(L),L=KB,KE)
0079              1100 FORMAT(1H ,18X,15,7X,10F10.2/(1H ,30X,10F10.2))
0080              70 CONTINUE
0081              GO TO 80
0082          60 CONTINUE
0083              WRITE(6,1200) (XDATA(L),L=1,N)
0084              1200 FORMAT(1H+,30X,10F10.2/(1H ,30X,10F10.2))
0085              80 CONTINUE
0086              DO 90 IK=1,N,64
0087                  KB=IK
0088                  KE=KB+63
0089              WRITE(STDAT,1300) (XDATA(L),L=KB,KE)
0090              1300 FORMAT(64F8.2)
0091              90 CONTINUE
0092              50 CONTINUE
0093              ENDFILE STDAT
0094              STOP
0095              RETURN
0096              END

```


図-8 登録データの修正プログラム

```

OKITAC 4500      FORTRAN      SOURCE PROGRAM LIST      PAGE 0001

LINE NO.      STATEMENT
0001      C CORRECTION PROGRAM FOR CLSIF AND STDA T FILE
0002      C MAIN PROGRAM
0003      C
0004      INTEGER BRRE,BRDI,UNIT,PRRE,PREF,DATEST,ALTI,SPEC,DESPL,DENPL,
0005      1 DATEXA,AGEPL,REPEX,TRAI,STRA
0006      REAL
0007      1 LOTP
0008      DOUBLE PRECISION DATNO,DIREC,SOFY
0009      COMMON /A/ IAGE,IS,NSTR
0010      1 /B/ DATNO,NOTP,BRRE,BRDI,UNIT,PRRE,PREF,DATEST(4),
0011      2 LOTP(11),ALTI,DIREC,ANGSL,SOFY,SPEC,DESPL,DENPL,
0012      3 DATEXA(4),AGEPL,REPEX,TRAI,PECHA(15),COMM(60),
0013      4 STRA(102)
0014      5 /D/ STRNAM(100,3)
0015      6 /E/ IM,ID
0016      C
0017      CALL SLEBIN ( $1,$2 )
0018      1 CALL LEBOUT
0019      2 CALL DATAIO ( $1 )
0020      END

```

```

OKITAC 4500      FORTRAN      SOURCE PROGRAM LIST      PAGE 0002

LINE NO.      STATEMENT
0001      C SUBPROGRAM FOR CORRECTION OF CLSIF FILE
0002      C
0003      SUBROUTINE SLEBIN ( *,* )
0004      INTEGER BRRE,BRDI,UNIT,PRRE,PREF,DATEST,ALTI,SPEC,DESPL,DENPL,
0005      1 DATEXA,AGEPL,REPEX,TRAI,STRA
0006      REAL
0007      1 LOTP
0008      DIMENSION ITRA(102),TRA4(60)
0009      DOUBLE PRECISION DATNO,DIREC,SOFY,TRAB,XEND,CDATNO
0010      COMMON /A/ IAGE,IS,NSTR
0011      1 /B/ DATNO,NOTP,BRRE,BRDI,UNIT,PRRE,PREF,DATEST(4),
0012      2 LOTP(11),ALTI,DIREC,ANGSL,SOFY,SPEC,DESPL,DENPL,
0013      3 DATEXA(4),AGEPL,REPEX,TRAI,PECHA(15),COMM(60),
0014      4 STRA(102)
0015      5 /D/ STRNAM(100,3)
0016      6 /E/ IM,ID
0017      DATA
0018      XEND/5H999999/
0019      C
0020      REWIND CLSIF
0021      READ(5,100)
0022      COATNO,INOTP,IBRRE,IBRDI,IUNIT,IPRRE,IPREF,IDATES,
0023      1 ILOTP,IALTI,IDIREC,LANGSL,ISOFY,ISPEC,IDESPL,IDENPL,
0024      2 INSTR,IDATEX,IAGEPL,IPEX,ITRAI,IPECHA,ICOM,ISTRA,
0025      3 IRIP,IROW,ICOLU,IM,ID
0026      100 FORMAT(A6,2X,28I2)
0027      2 READ(CLSIF,200)
0028      DATNO,NOTP,BRRE,BRDI,UNIT,PRRE,PREF,
0029      1 (DATEST(1),I=1,4),(LOTP(1),I=1,11),ALTI,DI,REC,ANGSL,
0030      2 SOFY,SPEC,DESPL,DENPL,NSTR,(DATEXA(1),I=1,4),AGEPL,REPEX,
0031      3 TRAI,(PECHA(1),I=1,15),(COMM(1),I=1,60)
0032      200 FORMAT(A6,I5,5I3,4I2,11A4,14A8,A4,A8,2I3,2I5,4I2,3I3,15A4,60A4,
0033      1 77X)
0034      IF(DATNO.EQ.XEND) GO TO 10
0035      IF(DATNO.EQ.CDATNO) GO TO 15
0036      READ(CLSIF,300)
0037      300 FORMAT(512X)
0038      GO TO 2
0039      10 WRITE(6,3200) CDATNO
0040      3200 FORMAT(1H1,16H????? DATA NO = ,A8,23HIS NOT REGISTERED ????? )
0041      STOP
0042      15 WRITE(6,400) DATNO
0043      400 FORMAT(1H1,48HOUTPUT OF CLSIF FILE AND STDA T FILE ,
0044      1 27HBEFORE AND AFTER CORRECTION
0045      2 //1H0,10HDATA NO = ,A8
0046      3 //1H0,10HCATEGORIES)
0047      LS=0
0048      IS=0
0049      IAGE=0
0050      IF(INOTP.EQ.0) GO TO 20
0051      READ(5,500) ITRA5
0052      500 FORMAT(15)
0053      WRITE(6,600) NOTP,ITRA5
0054      600 FORMAT(1H0,1X,15HTEST-PLANTATION,20X,

```



```

LINE NO.      STATEMENT
0051      1 NOTP=ITRAS
0052      LS=LS+1
0053      20 IF(IIPRE.EQ.0) GO TO 25
0054      READ(5,500) ITRAS
0055      WRITE(6,700) BRRE,ITRAS
0056      700 FORMAT(1H0,1X,15HBRREDDING RAGION,20X,
0057      1 BRRE=ITRAS
0058      7HERRATA ,15,10X,8HCORRECT ,15)
0059      LS=LS+1
0060      25 IF(IIPRE.EQ.0) GO TO 30
0061      READ(5,500) ITRAS
0062      WRITE(6,800) BRDI,ITRAS
0063      800 FORMAT(1H0,1X,17HBRREDDING DISTRICT,18X,
0064      1 BRDI=ITRAS
0065      7HERRATA ,15,10X,8HCORRECT ,15)
0066      LS=LS+1
0067      30 IF(IUNIT.EQ.0) GO TO 35
0068      READ(5,500) ITRAS
0069      WRITE(6,900) UNIT,ITRAS
0070      900 FORMAT(1H0,1X,28HDISTRICT AS UNITY OF TESTING,7X,
0071      1 UNIT=ITRAS
0072      7HERRATA ,15,10X,8HCORRECT ,15)
0073      LS=LS+1
0074      35 IF(IIPRE.EQ.0) GO TO 40
0075      READ(5,500) ITRAS
0076      WRITE(6,1000) PRRE,ITRAS
0077      1000 FORMAT(1H0,1X,11HESTABLISHES,24X,
0078      1 PRRE=ITRAS
0079      7HERRATA ,15,10X,8HCORRECT ,15)
0080      LS=LS+1
0081      40 IF(IIPREF.EQ.0) GO TO 45
0082      READ(5,500) ITRAS
0083      WRITE(6,1100) PREF,ITRAS
0084      1100 FORMAT(1H0,1X,10HPREFECTURE,25X,
0085      1 PREF=ITRAS
0086      7HERRATA ,15,10X,8HCORRECT ,15)
0087      LS=LS+1
0088      45 IF(IDATES.EQ.0) GO TO 50
0089      READ(5,510) (ITRA(I),I=1,4)
0090      510 FORMAT(4I2)
0091      WRITE(6,1200) (DATEST(I),I=1,4),(ITRA(I),I=1,4)
0092      1200 FORMAT(1H0,1X,21HDATE OF ESTABLISHMENT,14X,
0093      1 7HERRATA ,212,1H,12,1H,12,5X,
0094      2 8HCORRECT ,212,1H,12,1H,12)
0095      DO 55 I=1,4
0096      DATEST(I)=ITRA(I)
0097      55 CONTINUE
0098      LS=LS+1
0099      50 IF(ILOTP.EQ.0) GO TO 60
0100

```

CORD2051
CORD2052
CORD2053
CORD2054
CORD2055
CORD2056
CORD2057
CORD2058
CORD2059
CORD2060
CORD2061
CORD2062
CORD2063
CORD2064
CORD2065
CORD2066
CORD2067
CORD2068
CORD2069
CORD2070
CORD2071
CORD2072
CORD2073
CORD2074
CORD2075
CORD2076
CORD2077
CORD2078
CORD2079
CORD2080
CORD2081
CORD2082
CORD2083
CORD2084
CORD2085
CORD2086
CORD2087
CORD2088
CORD2089
CORD2090
CORD2091
CORD2092
CORD2093
CORD2094
CORD2095
CORD2096
CORD2097
CORD2098
CORD2099
CORD2100

```

LINE NO.      STATEMENT
0101      READ(5,520) (TRA4(I),I=1,11)
0102      520 FORMAT(20A4)
0103      WRITE(6,1300) (LOTP(I),I=1,11),(TRA4(I),I=1,11)
0104      1300 FORMAT(1H0,1X,8HLOCALITY,19X,8HERRATA ,11A4
0105      1 /1H ,
0106      2 28X,8HCORRECT ,11A4)
0107      DO 65 I=1,11
0108      LOTP(I)=TRA4(I)
0109      65 CONTINUE
0110      LS=LS+1
0111      60 IF(IALTI.EQ.0) GO TO 70
0112      READ(5,500) ITRAS
0113      WRITE(6,1400) ALTI,ITRAS
0114      1400 FORMAT(1H0,1X,8HALTITUDE,27X,
0115      1 ALTI=ITRAS
0116      7HERRATA ,15,10X,8HCORRECT ,15)
0117      LS=LS+1
0118      70 IF(IDIREC.EQ.0) GO TO 75
0119      READ(5,530) TRAB
0120      530 FORMAT(A8)
0121      WRITE(6,1500) DIREC,TRAB
0122      1500 FORMAT(1H0,1X,21HDIRECTION OF EXPOSURE,14X,7HERRATA ,A8,7X,
0123      1 DIREC=TRAB
0124      8HCORRECT ,A8)
0125      LS=LS+1
0126      75 IF(ANGSL.EQ.0) GO TO 80
0127      READ(5,540) TRA4(1)
0128      540 FORMAT(A4)
0129      WRITE(6,1600) ANGSL,TRA4(1)
0130      1600 FORMAT(1H0,1X,14HANGLE OF SLOPE,21X,7HERRATA ,A4,11X,
0131      1 ANGSL=TRA4(1)
0132      8HCORRECT ,A4)
0133      LS=LS+1
0134      80 IF(SOFTY.EQ.0) GO TO 85
0135      READ(5,530) TRAB
0136      WRITE(6,1700) SOFTY,TRAB
0137      1700 FORMAT(1H0,1X,9H50IL TYPE,26X,7HERRATA ,A8,7X,8HCORRECT ,A8)
0138      LS=LS+1
0139      85 IF(ISPEC.EQ.0) GO TO 90
0140      READ(5,500) ITRAS
0141      WRITE(6,1800) SPEC,ITRAS
0142      1800 FORMAT(1H0,1X,7HSPECIES,28X,
0143      1 SPEC=ITRAS
0144      7HERRATA ,15,10X,8HCORRECT ,15)
0145      LS=LS+1
0146      90 IF(IDESPL.EQ.0) GO TO 95
0147      READ(5,500) ITRAS
0148      WRITE(6,1900) DESPL,ITRAS
0149      1900 FORMAT(1H0,1X,18HDESIGN OF PLANTING,17X,
0150      1 7HERRATA ,15,10X,8HCORRECT ,15)

```

CORD2101
CORD2102
CORD2103
CORD2104
CORD2105
CORD2106
CORD2107
CORD2108
CORD2109
CORD2110
CORD2111
CORD2112
CORD2113
CORD2114
CORD2115
CORD2116
CORD2117
CORD2118
CORD2119
CORD2120
CORD2121
CORD2122
CORD2123
CORD2124
CORD2125
CORD2126
CORD2127
CORD2128
CORD2129
CORD2130
CORD2131
CORD2132
CORD2133
CORD2134
CORD2135
CORD2136
CORD2137
CORD2138
CORD2139
CORD2140
CORD2141
CORD2142
CORD2143
CORD2144
CORD2145
CORD2146
CORD2147
CORD2148
CORD2149
CORD2150

LINE NO.

STATEMENT

```

0151 DESPL=ITRAS
0152 LS=LS+1
0153 95 IF(IDENPL.EQ.0) GO TO 105
0154 READ(5,500) ITRAS
0155 WRITE(6,2000) DENPL,ITRAS
0156 2000 FORMAT(1H0,1X,22HPANTING STOCK DENSITY,13X,
0157 7HERRATA ,15,10X,8HCORRECT ,15)
0158 1 DENPL=ITRAS
0159 LS=LS+1
0160 105 IF(INSTR.EQ.0) GO TO 110
0161 READ(5,500) NNSTR
0162 WRITE(6,2100) NNSTR
0163 2100 FORMAT(1H0,1X,26HNUMBER OF STRAINS INCLUDED,9X,
0164 7HERRATA ,15,10X,8HCORRECT ,15)
0165 1 IAG=IAG+1
0166 LS=LS+1
0167 110 IF(IDATEX.EQ.0) GO TO 115
0168 READ(5,510) (ITRA(I),I=1,4)
0169 WRITE(6,2200) (DATEX(I),I=1,4),(ITRA(I),I=1,4)
0170 2200 FORMAT(1H0,1X,19HDATE OF EXAMINATION,16X,
0171 7HERRATA ,212,1H,12,1H,12,5X,
0172 8HCORRECT ,212,1H,12,1H,12)
0173 DO 120 I=1,4
0174 DATEX(I)=ITRA(I)
0175 120 CONTINUE
0176 LS=LS+1
0177 115 IF(IAGEPL.EQ.0) GO TO 125
0178 READ(5,500) ITRAS
0179 WRITE(6,2300) AGEPL,ITRAS
0180 2300 FORMAT(1H0,1X,3HAGE,32X, 7HERRATA ,15,10X,8HCORRECT ,15)
0181 AGEPL=ITRAS
0182 LS=LS+1
0183 125 IF(IPEX.EQ.0) GO TO 130
0184 READ(5,500) ITRAS
0185 WRITE(6,2400) REPEX,ITRAS
0186 2400 FORMAT(1H0,1X,20HREPEATED EXAMINATION,15X,
0187 7HERRATA ,15,10X,8HCORRECT ,15)
0188 1 REPEX=ITRAS
0189 LS=LS+1
0190 130 IF(ITRAI.EQ.0) GO TO 135
0191 READ(5,500) ITRAS
0192 WRITE(6,2500) TRAI,ITRAS
0193 2500 FORMAT(1H0,1X,6HTRAITS,29X, 7HERRATA ,15,10X,8HCORRECT ,15)
0194 TRAI=ITRAS
0195 LS=LS+1
0196 135 IF(IPECHA.EQ.0) GO TO 140
0197 READ(5,520) (TRA4(I),I=1,15)
0198 WRITE(6,2600) (PECHA(I),I=1,15),(TRA4(I),I=1,15)
0199 2600 FORMAT(1H0,1X,16HPERSON IN CHARGE,11X,8HERRATA ,15A4,
0200 1 /1H ,28X,

```

LINE NO.

STATEMENT

```

0201 DO 145 I=1,15
0202 PECHA(I)=TRA4(I)
0203 145 CONTINUE
0204 LS=LS+1
0205 140 IF(ICOM.EQ.0) GO TO 150
0206 READ(5,520) (TRA4(I),I=1,60)
0207 WRITE(6,2700) (COMM(I),I=1,60)
0208 2700 FORMAT(1H0,1X,7HCOMMENT,20X,8HERRATA ,20A4/(1H ,36X,20A4))
0209 WRITE(6,2750) (TRA4(I),I=1,60)
0210 2750 FORMAT(1H0,28X,
0211 DO 155 I=1,60
0212 COMM(I)=TRA4(I)
0213 155 CONTINUE
0214 LS=LS+1
0215 150 CONTINUE
0216 C
0217 READ(CLSIF,210) (STRA(I),I=1,102)
0218 210 FORMAT(10215,2X)
0219 BACK SPACE CLSIF
0220 IF(ISTRA.EQ.0) GO TO 160
0221 WRITE(6,2800)
0222 2800 FORMAT(1H0,1X,15HCCORD OF STRAIN,20X,
0223 5H NO,5X,5H KEY,5X,6HERRATA,4X,7HCORRECT/)
0224 1 READ(5,550) NO,KEY,ITRAS
0225 550 FORMAT(315)
0226 N=0
0227 DO 165 I=1,NNSTR
0228 IF(NO.NE.1) GO TO 167
0229 IF( KEY ) 161,162,163
0230 161 WRITE(6,3000) NO,KEY,STRA(I)
0231 3000 FORMAT(1H ,36X,4(15,5X))
0232 GO TO 168
0233 162 WRITE(6,3000) NO,KEY,STRA(I),ITRAS
0234 GO TO 164
0235 163 WRITE(6,3000) NO,KEY,STRA(I),ITRAS
0236 N=N+1
0237 ITRA(N)=STRA(I)
0238 164 CONTINUE
0239 N=N+1
0240 ITRA(N)=ITRAS
0241 168 CONTINUE
0242 READ(5,550) NO,KEY,ITRAS
0243 IF(NO.EQ.1) GO TO 162
0244 GO TO 165
0245 167 CONTINUE
0246 N=N+1
0247 ITRA(N)=STRA(I)
0248 165 CONTINUE
0249 IF(INSTR.NE.0) NNSTR=NNSTR
0250 160 CONTINUE

```



```

LINE NO.      STATEMENT
0251 IF(LS.EQ.0) GO TO 215
0252 BACK SPACE CLSIF
0253 WRITE(CLSIF,200) DATNO,NOTP,BRRE,BROI,UNIT,PREF,PREF,
0254 1 (DATEST(1),I=1,4),(LOTP(1),I=1,11),ALTI,DIREC,ANGSL,SOFY,
0255 2 SPEC,DESPL,DENPL,NSTR,(DATEXA(1),I=1,4),AGEPL,REPEX,TRAI,
0256 3 (PECHA(1),I=1,15),(COMM(1),I=1,60)
0257 215 IF(LSTRA.EQ.0) GO TO 205
0258 DO 175 I=1,102
0259 175 STRA(I)=0
0260 DO 180 I=1,NSTR
0261 180 STRA(I)=ITRA(I)
0262 WRITE(CLSIF,210) (STRA(I),I=1,102)
0263 205 CONTINUE
0264 IF(IRIP.NE.0) IAG=IAG+1
0265 IF(IROW.NE.0) IAG=IAG+1
0266 IF(ICOL.NE.0) IAG=IAG+1
0267 IF(IAG.EQ.0) GO TO 170
0268 WRITE(6,2900)
0269 2900 FORMAT(///1H0,47HDO OVER AGAIN FRESH INPUT OF DATA ON S T D A T,
0270 6H FILE)
0271 1 RETURN 1
0272 170 IF(IN.NE.0) IS=IS+1
0273 IF(ID.NE.0) IS=IS+1
0274 IF(IS.NE.0) RETURN 2
0275 RETURN 1
0276 END

```

CORD2251
 CORD2252
 CORD2253
 CORD2254
 CORD2255
 CORD2256
 CORD2257
 CORD2258
 CORD2259
 CORD2260
 CORD2261
 CORD2262
 CORD2263
 CORD2264
 CORD2265
 CORD2266
 CORD2267
 CORD2268
 CORD2269
 CORD2270
 CORD2271
 CORD2272
 CORD2273
 CORD2274
 CORD2275
 CORD2276

```

LINE NO.      STATEMENT
0001 C SUBPROGRAM FOR OUTPUT OF CORRECTED CATEGORIES
0002 C
0003 SUBROUTINE LEBOUT
0004 1 INTEGER BRRE,BROI,UNIT,PREF,PREF,DATEST,ALTI,SPEC,DESPL,DENPL,
0005 1 DATEXA,AGEPL,REPEX,TRAI,STRA
0006 REAL LOTP
0007 DOUBLE PRECISION DATNO,DIREC,SOFY
0008 DIMENSION TRUNAM(64,3)
0009 COMMON /A/ IAG, IS,NSTR
0010 1 /8/ DATNO,NOTP,BRRE,BROI,UNIT,PREF,PREF,DATEST(4),
0011 2 LOTP(11),ALTI,DIREC,ANGSL,SOFY,SPEC,DESPL,DENPL,
0012 3 DATEXA(4),AGEPL,REPEX,TRAI,PECHA(15),COMM(60),
0013 4 STRA(102)
0014 5 /D/ STRNAM(100,3)
0015 C
0016 REWIND CTOPD
0017 READ(CTOPD,300)
0018 IF(SPEC.EQ.1) ICORRD=1
0019 IF((SPEC.GT.1).AND.(SPEC.LT.8)) ICORRD=2
0020 IF(SPEC.GT.7) ICORRD=3
0021 300 FORMAT(12I5,452X)
0022 WRITE(6,400) DATNO
0023 400 FORMAT(1H1,6HNUMBER,24X,A8)
0024 WRITE(6,500)
0025 500 FORMAT(1H0,15HTEST PLANTATION)
0026 DO 40 I=1,NH,42
0027 READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,3),M=1,42)
0028 600 FORMAT(12B4)
0029 18=1
0030 IE=18+41
0031 IF((NOTP.GE.18).AND.(NOTP.LE.1E)) GO TO 45
0032 GO TO 40
0033 45 M=NOTP-(1-1)
0034 WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,3)
0035 700 FORMAT(1H+,30X,3A4)
0036 40 CONTINUE
0037 WRITE(6,800)
0038 800 FORMAT(1H0,14HBRDING REGION)
0039 READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,2),M=1,64)
0040 WRITE(6,700) (TRUNAM(BRRE,N),N=1,2)
0041 WRITE(6,900)
0042 900 FORMAT(1H0,17HBREEDING DISTRICT)
0043 READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,3),M=1,42)
0044 WRITE(6,700) (TRUNAM(BROI,N),N=1,3)
0045 WRITE(6,1000)
0046 1000 FORMAT(1H0,28HDISTRICT AS UNITY OF TESTING)
0047 DO 50 I=1,JJ,42
0048 READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,3),M=1,42)
0049 IE=1+41
0050 IF((UNIT.GE.1).AND.(UNIT.LE.1E)) GO TO 55

```

CORD3001
 CORD3002
 CORD3003
 CORD3004
 CORD3005
 CORD3006
 CORD3007
 CORD3008
 CORD3009
 CORD3010
 CORD3011
 CORD3012
 CORD3013
 CORD3014
 CORD3015
 CORD3016
 CORD3017
 CORD3018
 CORD3019
 CORD3020
 CORD3021
 CORD3022
 CORD3023
 CORD3024
 CORD3025
 CORD3026
 CORD3027
 CORD3028
 CORD3029
 CORD3030
 CORD3031
 CORD3032
 CORD3033
 CORD3034
 CORD3035
 CORD3036
 CORD3037
 CORD3038
 CORD3039
 CORD3040
 CORD3041
 CORD3042
 CORD3043
 CORD3044
 CORD3045
 CORD3046
 CORD3047
 CORD3048
 CORD3049
 CORD3050


```

LINE NO.      STATEMENT
0051          GO TO 50
0052      55 M=UNIT-(I-1)
0053      WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,3)
0054      50 CONTINUE
0055      WRITE(6,1100)
0056      1100 FORMAT(1H0,11HESTABLISHER)
0057      DO 60 I=1,LL,64
0058      READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,2),M=1,64)
0059      IE=1*63
0060      IF((PRRE-GE.I).AND.(PRRE-LE.IE)) GO TO 65
0061      GO TO 60
0062      65 M=PRRE-(I-1)
0063      WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,2)
0064      60 CONTINUE
0065      WRITE(6,1200)
0066      1200 FORMAT(1H0,10HPREFECTURE)
0067      DO 70 I=1,NJ,64
0068      READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,2),M=1,64)
0069      IE=1*63
0070      IF((PREF-GE.I).AND.(PREF-LE.IE)) GO TO 75
0071      GO TO 70
0072      75 M=PREF-(I-1)
0073      WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,2)
0074      70 CONTINUE
0075      WRITE(6,1300) (DATEST(I),I=1,4)
0076      1300 FORMAT(1H0,21HDATE OF ESTABLISHMENT,9X,2I2,1H,,I2,1H,,I2)
0077      WRITE(6,1400) (LOTP(I),I=1,11)
0078      1400 FORMAT(1H0,8HLOCALITY,22X,11A4)
0079      WRITE(6,1500) ALTI
0080      1500 FORMAT(1H0,8HALTITUDE,22X,14)
0081      WRITE(6,1600) DIREC
0082      1600 FORMAT(1H0,22HDIRECTION OF EXPOSURE,8X,A8)
0083      WRITE(6,1700) ANGSL
0084      1700 FORMAT(1H0,14HANGLE OF SLOPE,16X,A4)
0085      WRITE(6,1800) SOFY
0086      1800 FORMAT(1H0,9HSOIL TYPE,21X,A8)
0087      WRITE(6,1900)
0088      1900 FORMAT(1H0,7HSPECIES)
0089      DO 80 I=1,NJ,42
0090      READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,3),M=1,42)
0091      IE=1*41
0092      IF((SPEC-GE.I).AND.(SPEC-LE.IE)) GO TO 85
0093      GO TO 80
0094      85 M=SPEC-(I-1)
0095      WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,3)
0096      80 CONTINUE
0097      WRITE(6,2000)
0098      2000 FORMAT(1H0,18HDESIGN OF PLANTING)
0099      DO 90 I=1,IJ,42
0100      READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,3),M=1,42)

```

CORD3051
CORD3052
CORD3053
CORD3054
CORD3055
CORD3056
CORD3057
CORD3058
CORD3059
CORD3060
CORD3061
CORD3062
CORD3063
CORD3064
CORD3065
CORD3066
CORD3067
CORD3068
CORD3069
CORD3070
CORD3071
CORD3072
CORD3073
CORD3074
CORD3075
CORD3076
CORD3077
CORD3078
CORD3079
CORD3080
CORD3081
CORD3082
CORD3083
CORD3084
CORD3085
CORD3086
CORD3087
CORD3088
CORD3089
CORD3090
CORD3091
CORD3092
CORD3093
CORD3094
CORD3095
CORD3096
CORD3097
CORD3098
CORD3099
CORD3100

```

LINE NO.      STATEMENT
0101      IE=1*41
0102      IF((DESPL-GE.I).AND.(DESPL-LE.IE)) GO TO 95
0103      GO TO 90
0104      95 M=DESPL-(I-1)
0105      WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,3)
0106      90 CONTINUE
0107      WRITE(6,2100) DENPL
0108      2100 FORMAT(1H0,22HPLANTING STOCK DENSITY,8X,15,3H/HA)
0109      WRITE(6,2200) NSTR
0110      2200 FORMAT(1H0,26HNUMBER OF STRAINS INCLUDED,12X,15)
0111      WRITE(6,2250) (DATEXA(I),I=1,4)
0112      2250 FORMAT(1H0,19HDATE OF EXAMINATION,11X,2I2,1H,,I2,1H,,I2)
0113      WRITE(6,2300) AGEPL
0114      2300 FORMAT(1H0,3HAGE,27X,13)
0115      WRITE(6,2400) REPEX
0116      2400 FORMAT(1H0,20HREPEATED EXAMINATION,10X,13)
0117      WRITE(6,2500)
0118      2500 FORMAT(1H0,6HTRAITS)
0119      DO 110 I=1,KK,64
0120      READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,2),M=1,64)
0121      IE=1*63
0122      IF((TRAI-GE.I).AND.(TRAI-LE.IE)) GO TO 115
0123      GO TO 110
0124      115 M=TRAI-(I-1)
0125      WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,2)
0126      110 CONTINUE
0127      WRITE(6,2600) (PECHA(I),I=1,15)
0128      2600 FORMAT(1H0,15HPERSON IN CHARGE,15X,15A4)
0129      WRITE(6,2700) (COMM(I),I=1,60)
0130      2700 FORMAT(1H0,7HCOMMENT,23X,20A4/(1H ,30X,20A4))
0131      WRITE(6,2800)
0132      2800 FORMAT(1H0,28HPLUS TREE OR NATIVE CULTIVAR)
0133      L=1
0134      180 CONTINUE
0135      IF(L-EO,3) KJ=KJ3
0136      IF(L-EO,2) KJ=KJ2
0137      IF(L-EO,1) KJ=KJ1
0138      IF(L-NE,1CORRD) GO TO 120
0139      DO 130 I=1,KJ,42
0140      READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,3),M=1,42)
0141      IB=1
0142      IE=1*41
0143      DO 140 J=1,NSTR
0144      IF((STRA(J)-GE,IB).AND.(STRA(J)-LE,IE)) GO TO 145
0145      GO TO 140
0146      145 M=STRA(J)-(I-1)
0147      DO 150 L=1,3
0148      STRAM(J,L)=TRUNAM(M,L)
0149      150 CONTINUE
0150      140 CONTINUE

```

CORD3101
CORD3102
CORD3103
CORD3104
CORD3105
CORD3106
CORD3107
CORD3108
CORD3109
CORD3110
CORD3111
CORD3112
CORD3113
CORD3114
CORD3115
CORD3116
CORD3117
CORD3118
CORD3119
CORD3120
CORD3121
CORD3122
CORD3123
CORD3124
CORD3125
CORD3126
CORD3127
CORD3128
CORD3129
CORD3130
CORD3131
CORD3132
CORD3133
CORD3134
CORD3135
CORD3136
CORD3137
CORD3138
CORD3139
CORD3140
CORD3141
CORD3142
CORD3143
CORD3144
CORD3145
CORD3146
CORD3147
CORD3148
CORD3149
CORD3150

LINE NO.	STATEMENT	
0151	130 CONTINUE	COR03151
0152	GO TO 160	COR03152
0153	120 CONTINUE	COR03153
0154	DO 170 I=1,KJ,42	COR03154
0155	READ(CTOPD,2900)	COR03155
0156	2900 FORMAT(512X)	COR03156
0157	170 CONTINUE	COR03157
0158	L=L+1	COR03158
0159	GO TO 180	COR03159
0160	160 CONTINUE	COR03160
0161	WRITE(6,3000) (1,(STRNAM(I,J),J=1,3),I=1,NSTR)	COR03161
0162	3000 FORMAT(1H,30X,5(1H(,13,1H),3A4,2X)/	COR03162
0163	1 (1H,30X,5(1H(,13,1H),3A4,2X)))	COR03163
0164	IF(IAG,NE,0) RETURN	COR03164
0165	IF(15,EQ,0) STOP	COR03165
0166	IS=0	COR03166
0167	RETURN	COR03167
0168	END	COR03168

LINE NO.	STATEMENT	
0001	C SUBPROGRAM FOR OUTPUT OF S T D A T FILE BEFORE AND AFTER CORRECTION	COR04001
0002	C	COR04002
0003	SUBROUTINE DATAIO (*)	COR04003
0004	INTEGER RIP,ROW,COLUM	COR04004
0005	COMMON /A/ IAG,IS,NSTR	COR04005
0006	1 /D/ STRNAM(100,3)	COR04006
0007	2 /F/ RIP,ROW,COLUM,IFD	COR04007
0008	3 /E/ IM,ID	COR04008
0009	C	COR04009
0010	REWIND STDAT	COR04010
0011	REWIND TEMFIL	COR04011
0012	IF(IAG,EQ,0) GO TO 5	COR04012
0013	READ(5,5010) RIP,ROW,COLUM,IFD	COR04013
0014	GO TO 15	COR04014
0015	5 IF(15,NE,0) READ(STDAT,7010) RIP,ROW,COLUM	COR04015
0016	IF(15,EQ,0) READ(TEMFIL,7010) RIP,ROW,COLUM	COR04016
0017	15 CONTINUE	COR04017
0018	IF(ROW*COLUM) 10,30,20	COR04018
0019	20 CALL DATIN1	COR04019
0020	GO TO 40	COR04020
0021	30 CALL DATIN2	COR04021
0022	40 RETURN 1	COR04022
0023	10 STOP	COR04023
0024	5010 FORMAT(415)	COR04024
0025	7010 FORMAT(315,497X)	COR04025
0026	END	COR04026

LINE NO.

STATEMENT

C SUBPROGRAM FOR LOCATION SPECIFIED MEASUREMENTS

C

```

0001 SUBROUTINE DATINI
0002 INTEGER RIP,ROW,COLUM
0003 DOUBLE PRECISION FD(10),BRANK,F
0004 DIMENSION XDATA(512)
0005 COMMON /A/ IAG,IS,NSTR
0006 /D/ STRNAM(100,3)
0007 1
0008 2
0009 3
0010 /F/ RIP,ROW,COLUM,IFD
0011 DATA F/8H(16F5.0)/,BRANK/8H
0012
0013 IF(IAG.NE.0) GO TO 10
0014 IF(IS.EQ.0) GO TO 6
0015 WRITE(TEMFIL,7030) RIP,ROW,COLUM
0016 WRITE(6,6010)
0017 IPN=ROW*COLUM
0018 READ(5,5010) J RIP,JSTR,JROW,JCOL,TRUX
0019 DO 20 I=1,RIP
0020 DO 20 J=1,NSTR
0021 DO 30 K=1,IPN,64
0022 KE=K*63
0023 DO 35 M=K,KE
0024 35 XDATA(M)=-9999.99
0025 30 READ(STDAT,7010) (XDATA(M),M=K,KE)
0026 50 CONTINUE
0027 IF(I.NE.JRIP.OR.J.NE.JSTR) GO TO 40
0028 HNO=COLUM*(JROW-1)+JCOL
0029 WRITE(6,6025) J RIP,JSTR,JROW,JCOL,XDATA(HNO),TRUX
0030 6025 FORMAT(1H,5X,2110,3X,2110,3X,2F10.2)
0031 XDATA(HNO)=TRUX
0032 READ(5,5010) J RIP,JSTR,JROW,JCOL,TRUX
0033 GO TO 50
0034 40 CONTINUE
0035 DO 60 K=1,IPN,64
0036 KE=K*63
0037 60 WRITE(TEMFIL,7020) (XDATA(M),M=K,KE)
0038 20 CONTINUE
0039 ENDFILE TEMFIL
0040 RETURN
0041 10 CONTINUE
0042 WRITE(TEMFIL,7030) RIP,ROW,COLUM
0043 DO 5 I=1,10
0044 5 FD(I)=BRANK
0045 FD(1)=F
0046 IF(IFD.NE.0) READ(5,5005) (FD(I),I=1,10)
0047 6 WRITE(6,6020) RIP,NSTR,ROW,COLUM
0048 IPN=ROW*COLUM
0049 DO 70 I=1,RIP
0050 WRITE(6,6050) I

```

CORD5001
CORD5002
CORD5003
CORD5004
CORD5005
CORD5006
CORD5007
CORD5008
CORD5009
CORD5010
CORD5011
CORD5012
CORD5013
CORD5014
CORD5015
CORD5016
CORD5017
CORD5018
CORD5019
CORD5020
CORD5021
CORD5022
CORD5023
CORD5024
CORD5025
CORD5026
CORD5027
CORD5028
CORD5029
CORD5030
CORD5031
CORD5032
CORD5033
CORD5034
CORD5035
CORD5036
CORD5037
CORD5038
CORD5039
CORD5040
CORD5041
CORD5042
CORD5043
CORD5044
CORD5045
CORD5046
CORD5047
CORD5048
CORD5049
CORD5050

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST

PAGE 0014

LINE NO.

STATEMENT

```

0051 DO 70 J=1,NSTR
0052 IF(IAG.EQ.0) GO TO 80
0053 DO 75 M=1,512
0054 75 XDATA(M)=-9999.99
0055 READ(5,FD) (XDATA(M),M=1,IPN)
0056 DO 105 K=1,IPN,64
0057 KE=K*63
0058 105 WRITE(TEMFIL,7020) (XDATA(M),M=K,KE)
0059 GO TO 90
0060 80 CONTINUE
0061 DO 100 K=1,IPN,64
0062 KE=K*63
0063 100 READ(TEMFIL,7010) (XDATA(M),M=K,KE)
0064 90 CONTINUE
0065 WRITE(6,6030) J, (STRNAM(J,L),L=1,3)
0066 DO 110 K=1,ROW
0067 KB=COLUM*(K-1)+1
0068 KE=COLUM*K
0069 110 WRITE(6,6040) K,(XDATA(M),M=KB,KE)
0070 70 CONTINUE
0071 ENDFILE TEMFIL
0072 STOP
0073 5010 FORMAT(415,F5.0)
0074 5005 FORMAT(10A8)
0075 6010 FORMAT(1H0,13H MEASUREMENTS
0076 1 /1H,5X,10H REP.NO.,10H STR.NO.,3X,
0077 2 10H ROW NO.,10H COL.NO.,3X,10H ERRATA,
0078 3 10H CORRECT/)
0079 6030 FORMAT(1H0,1H(,13,1H),3A4,3X,9HROW NO )
0080 6040 FORMAT(1H,18X,15,7X,10F10.2/(1H,30X,10F10.2))
0081 6050 FORMAT(1H1,12HREPLICATION,15 /1H,7HSTRAIN )
0082 6020 FORMAT(1H1,22HNUMBER OF REPLICATIONS,8X,15/
0083 1 1H,17HNUMBER OF STRAINS,13X,15
0084 2 /1H,22HNUMBER OF ROW IN PLOTS,8X,15
0085 3 /1H,25HNUMBER OF COLUMNS IN PLOTS,5X,15)
0086 7010 FORMAT(64F8.0)
0087 7020 FORMAT(64F8.2)
0088 7030 FORMAT(315,497X)
0089 END

```

CORD5051
CORD5052
CORD5053
CORD5054
CORD5055
CORD5056
CORD5057
CORD5058
CORD5059
CORD5060
CORD5061
CORD5062
CORD5063
CORD5064
CORD5065
CORD5066
CORD5067
CORD5068
CORD5069
CORD5070
CORD5071
CORD5072
CORD5073
CORD5074
CORD5075
CORD5076
CORD5077
CORD5078
CORD5079
CORD5080
CORD5081
CORD5082
CORD5083
CORD5084
CORD5085
CORD5086
CORD5087
CORD5088
CORD5089


```

LINE NO.      STATEMENT
0001      C SUBPROGRAM FOR LOCATION NOT SPECIFIED MEASUREMENTS
0002      C
0003      SUBROUTINE DATIN2
0004      INTEGER RIP,ROW,COLM
0005      DOUBLE PRECISION FD(10),BRANK,REP(10),F
0006      DIMENSION TRAX(512),XDATA(512),IBUF(102),M(10,100),MH(10,100)
0007      COMMON /A/ IAG,IS,NSTR
0008      1 /D/ STRNAM(100,3)
0009      2 /E/ IM,IO
0010      3 /F/ RIP,ROW,COLM,IFD
0011      DATA F/8H(16F5.0)/,BRANK/8H
0012      1 REP/6H H 1,6H H 2,6H H 3,6H H 4,6H H 5,6H H 6,
0013      2 6H H 7,6H H 8,6H H 9,6H H 10/
0014      C
0015      IF(IAG,NE.0) GO TO 10
0016      IF(IS,EO.0) GO TO 20
0017      WRITE(TEMFIL,7030) RIP,ROW,COLM
0018      READ(STDAT,7010) (IBUF(I),I=1,102)
0019      N=0
0020      DO 15 I=1,RIP
0021      DO 15 J=1,NSTR
0022      N=N+1
0023      M(I,J)=IBUF(N)
0024      MH(I,J)=IBUF(N)
0025      IF(N,NE.102) GO TO 15
0026      READ(STDAT,7010) (IBUF(K),K=1,102)
0027      N=0
0028      15 CONTINUE
0029      IF(IM,EO.0) GO TO 30
0030      WRITE(6,6010)
0031      40 READ(5,5010) JRIP,JSTR,NTRU
0032      IF((JRIP*JSTR).EQ.0) GO TO 30
0033      WRITE(6,6020) JRIP,JSTR,M(JRIP,JSTR),NTRU
0034      MH(JRIP,JSTR)=NTRU
0035      GO TO 40
0036      10 CONTINUE
0037      WRITE(TEMFIL,7030) RIP,ROW,COLM
0038      READ(5,5020) ((MH(I,J),J=1,NSTR),I=1,RIP)
0039      30 CONTINUE
0040      DO 31 K=1,102
0041      31 IBUF(K)=0
0042      N=0
0043      DO 25 I=1,RIP
0044      DO 25 J=1,NSTR
0045      N=N+1
0046      IBUF(N)=MH(I,J)
0047      IF(N,NE.102) GO TO 25
0048      WRITE(TEMFIL,7010) (IBUF(K),K=1,102)
0049      DO 26 K=1,102
0050      26 IBUF(K)=0

```

```

LINE NO.      STATEMENT
0051      N=0
0052      25 CONTINUE
0053      IF(N,NE.0) WRITE(TEMFIL,7010) (IBUF(K),K=1,102)
0054      IF(IAG,NE.0) GO TO 60
0055      GO TO 50
0056      20 CONTINUE
0057      N=0
0058      READ(TEMFIL,7010) (IBUF(K),K=1,102)
0059      DO 35 I=1,RIP
0060      DO 35 J=1,NSTR
0061      N=N+1
0062      MH(I,J)=IBUF(N)
0063      IF(N,NE.102) GO TO 35
0064      READ(TEMFIL,7010) (IBUF(K),K=1,102)
0065      N=0
0066      35 CONTINUE
0067      60 CONTINUE
0068      WRITE(6,6030) RIP,NSTR
0069      WRITE(6,6035) (REP(I),I=1,RIP)
0070      DO 45 J=1,NSTR
0071      WRITE(6,6040) J, (STRNAM(J,L),L=1,3),(MH(I,J),I=1,RIP)
0072      45 CONTINUE
0073      50 CONTINUE
0074      IF(IAG,NE.0) GO TO 70
0075      IF(IS,EO.0) GO TO 71
0076      IF(ID,NE.0) GO TO 80
0077      JRIP=0
0078      JSTR=0
0079      GO TO 90
0080      80 CONTINUE
0081      WRITE(6,6050)
0082      READ(5,5030) JRIP,JSTR,N05,KEY,TRUX
0083      90 CONTINUE
0084      DO 55 I=1,RIP
0085      DO 55 J=1,NSTR
0086      DO 56 K=1,512
0087      TRAX(K)=-9999.99
0088      N=M(I,J)
0089      DO 65 K=1,N,64
0090      KE=K+63
0091      65 READ(STDAT,7020) (XDATA(NH),NH=K,KE)
0092      IF(JRIP,EO.1,AND,JSTR,EO.J) GO TO 100
0093      DO 75 K=1,N
0094      75 TRAX(K)=XDATA(K)
0095      GO TO 136
0096      100 CONTINUE
0097      NO=N05
0098      NC=0
0099      DO 85 K=1,N
0100      85 IF(NO,NE.K) GO TO 130

```



```

LINE NO.      STATEMENT
0101          IF( KEY ) 140,150,160
0102          140 WRITE(6,6060) JRIP,JSTR,NO,KEY,XDATA(K)
0103          GO TO 170
0104          160 WRITE(6,6060) JRIP,JSTR,NO,KEY,XDATA(K),TRUX
0105          NC=NC+1
0106          TRAX(NC)=XDATA(K)
0107          GO TO 180
0108          150 WRITE(6,6060) JRIP,JSTR,NO,KEY,XDATA(K),TRUX
0109          180 NC=NC+1
0110          TRAX(NC)=TRUX
0111          170 READ(5,5030) JRIP,JSTR,NOS,KEY,TRUX
0112          NO=NOS
0113          IF(JRIP,NE,I,OR,JSTR,NE,J) NO=0
0114          IF(NO,EQ,K) GO TO 150
0115          GO TO 85
0116          130 NC=NC+1
0117          TRAX(NC)=XDATA(K)
0118          85 CONTINUE
0119          136 CONTINUE
0120          N=NM(I,J)
0121          DO 95 K=1,N,64
0122          KE=K*63
0123          95 WRITE(TEMFIL,7020) (TRAX(KN),KN=K,KE)
0124          55 CONTINUE
0125          ENDFILE TEMFIL
0126          RETURN
0127          70 CONTINUE
0128          DO 5 I=1,10
0129          5 FD(I)=BRANK
0130          FD(I)=F
0131          IF(IFD,NE,0) READ(5,5005) (FD(I),I=1,10)
0132          71 CONTINUE
0133          DO 105 I=1,RIP
0134          WRITE(6,6080) I
0135          DO 105 J=1,NSTR
0136          N=NM(I,J)
0137          IF(IAG,NE,0) GO TO 210
0138          DO 115 K=1,N,64
0139          KE=K*63
0140          115 READ(TEMFIL,7020) (XDATA(KN),KN=K,KE)
0141          GO TO 220
0142          210 CONTINUE
0143          DO 126 KN=1,512
0144          XDATA(KN)=-9999.99
0145          READ(5,FD) (XDATA(KN),KN=1,N)
0146          DO 125 K=1,N,64
0147          KE=K*63
0148          125 WRITE(TEMFIL,7020) (XDATA(KN),KN=K,KE)
0149          220 WRITE(6,6090) J, (STRNAM(J,L),L=1,3),(XDATA(KN),KN=1,N)
0150          105 CONTINUE

```

```

LINE NO.      STATEMENT
0151          ENDFILE TEMFIL
0152          STOP
0153          5005 FORMAT(10A8)
0154          5010 FORMAT(3I5)
0155          5020 FORMAT(16I5)
0156          5030 FORMAT(4I5,F5.0)
0157          6010 FORMAT(1H,24H NUMBER OF TREES IN PLOT
0158          1 /1H,5X,10H RIP,NO.,10H STR.NO.,3X,
0159          2 10H ERRATA,10H CORRECT)
0160          6020 FORMAT(1H,5X,2I10,3X, 2I10)
0161          6030 FORMAT(1H,22HNUMBER OF REPLICATIONS,8X,15
0162          1 /1H,17HNUMBER OF STRAINS,13X,15
0163          2 /1H,23HNUMBER OF TREES IN PLOT)
0164          6035 FORMAT(1H,11HSTRAIN NAME,6X,10(4X,A6))
0165          6040 FORMAT(1H,1H(,13,1H),3A4,10I10)
0166          6050 FORMAT(1H,12HMEASUREMENTS
0167          1 /1H,5X,10H RIP,NO.,10H STR.NO.,3X,
0168          2 5H NO.,5H KEY,2X,10H ERRATA,10H CORRECT)
0169          6060 FORMAT(1H,5X,2I10,3X,2I5, 2X,2F10.2)
0170          6080 FORMAT(1H,12HREPLICATION,15/1H,7HSTRAIN )
0171          6090 FORMAT(1H,1H(,13,1H),3A4,13X,10F10.2/(1H,30X,10F10.2))
0172          7010 FORMAT(102I5,2X)
0173          7020 FORMAT(64F8.2)
0174          7030 FORMAT(3I5,497X)
0175          END

```


図-9 実名ファイル記憶のためのプログラム

LINE NO.	STATEMENT	OKITAC 4500	FORTAN	SOURCE PROGRAM LIST	PAGE	0001
0001	C PROGRAM FOR ENTERING INDEX-CORDING INTO DISCS (FOR C T O P D FILE)					COD11001
0002	C MAIN PROGRAM					COD11002
0003	C					COD11003
0004	REWIND CTOPD					COD11004
0005	READ(5,5000)	NN,MM,II,JJ,LL,NJ,MJ,IJ,JK,KJ1,KJ2,KJ3				COD11005
0006	FORMAT(1215)					COD11006
0007	WRITE(CTOPD,7000)	NN,MM,II,JJ,LL,NJ,MJ,IJ,JK,KJ1,KJ2,KJ3				COD11007
0008	FORMAT(1215,452X)					COD11008
0009	WRITE(6,125)					COD11009
0010	125 FORMAT(1H1,15HTEST-PLANTATION)					COD11010
0011	CALL LIST (NN,42)					COD11011
0012	WRITE(6,275)					COD11012
0013	FORMAT(1H1,15HREEDING REGION)					COD11013
0014	CALL LIST (MM,64)					COD11014
0015	WRITE(6,300)					COD11015
0016	300 FORMAT(1H1,17HREEDING DISTRICT)					COD11016
0017	CALL LIST (II,42)					COD11017
0018	WRITE(6,325)					COD11018
0019	325 FORMAT(1H1,28HDISTRICT AS UNITY OF TESTING)					COD11019
0020	CALL LIST (JJ,42)					COD11020
0021	WRITE(6,400)					COD11021
0022	400 FORMAT(1H1,11HSTABILISHER)					COD11022
0023	CALL LIST (LL,64)					COD11023
0024	WRITE(6,425)					COD11024
0025	425 FORMAT(1H1,10HPREFECTURE)					COD11025
0026	CALL LIST (NJ,64)					COD11026
0027	WRITE(6,450)					COD11027
0028	450 FORMAT(1H1,7HSPESIES)					COD11028
0029	CALL LIST (MJ,42)					COD11029
0030	WRITE(6,475)					COD11030
0031	475 FORMAT(1H1,18HDESIGN OF PLANTING)					COD11031
0032	CALL LIST (IJ,42)					COD11032
0033	WRITE(6,550)					COD11033
0034	350 FORMAT(1H1,6HTRAITS)					COD11034
0035	CALL LIST (KK,64)					COD11035
0036	WRITE(6,500)					COD11036
0037	500 FORMAT(1H1,10HPLUS TREES/1H ,6HGROUP1)					COD11037
0038	CALL LIST (KJ1,42)					COD11038
0039	WRITE(6,525)					COD11039
0040	525 FORMAT(1H1,6HGROUP2)					COD11040
0041	CALL LIST (KJ2,42)					COD11041
0042	WRITE(6,550)					COD11042
0043	550 FORMAT(1H1,6HGROUP3)					COD11043
0044	CALL LIST (KJ3,42)					COD11044
0045	ENDFILE CTOPD					COD11045
0046	STOP					COD11046
0047	END					COD11047

LINE NO.	STATEMENT	OKITAC 4500	FORTAN	SOURCE PROGRAM LIST	PAGE	0002
0001	C SUBPROGRAM					COD12001
0002	C					COD12002
0003	SUBROUTINE LIST (NOT, ID)					COD12003
0004	DIMENSION TRUNAM(64,3),FMT(20),FRC(20),FMT2(3),FRC3(3),					COD12004
0005	1 FRC2(3)					COD12005
0006	DATA BRANK/4H /,					COD12006
0007	1 FMT3/4H(126,4HA4,8,4HX) /,					COD12007
0008	2 FMT2/4H(128,4HA4) ,4H /,					COD12008
0009	3 FRC3/4H(3A4,4H) ,4H /,					COD12009
0010	4 FRC2/4H(2A4,4H) ,4H /,					COD12010
0011	IC=3					COD12011
0012	DO 5 I=1,20					COD12012
0013	FMT(I)=BRANK					COD12013
0014	5 FRC(I)=BRANK					COD12014
0015	DO 10 I=1,3					COD12015
0016	FMT(I)=FMT3(I)					COD12016
0017	10 FRC(I)=FRC3(I)					COD12017
0018	IFC(ID,EQ,42) GO TO 15					COD12018
0019	IC=2					COD12019
0020	DO 35 I=1,3					COD12020
0021	FMT(I)=FMT2(I)					COD12021
0022	35 FRC(I)=FRC2(I)					COD12022
0023	15 CONTINUE					COD12023
0024	ICODE=0					COD12024
0025	DO 20 I=1,NOT, ID					COD12025
0026	DO 25 J=1, ID					COD12026
0027	DO 25 K=1, IC					COD12027
0028	25 TRUNAM(J,K)=BRANK					COD12028
0029	IFC(IE,GT, ID) IE=ID					COD12029
0030	READ(5,FRC) ((TRUNAM(J,K),K=1,IC),J=1,IE)					COD12030
0031	WRITE(CTOPD,FMT) ((TRUNAM(J,K),K=1,IC),J=1,IE)					COD12031
0032	DO 30 J=1, IE					COD12032
0033	ICODE=ICODE+1					COD12033
0034	30 WRITE(6,6000) ICODE, (TRUNAM(J,K),K=1,IC)					COD12034
0035	20 CONTINUE					COD12035
0036	RETURN					COD12036
0037	6000 FORMAT(1H ,15,2X,3A4)					COD12037
0038	END					COD12038
0039						COD12039
0040						COD12040

図-10 実名ファイルの修正プログラム

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST PAGE 0001

```

LINE NO.      STATEMENT
0001      C PROGRAM FOR CORRECTION OF C T O P D FILE
0002      C MAIN PROGRAM
0003      C
0004      COMMON /A/ NNP,MMP,IIP,JJP,LLP,NJP,MJP,IJP,KKP,KJP1,KJP2,KJP3
0005      /B/ NN,MM,II,JJ,LL,NJ,MJ,IJ,KK,KJ1,KJ2,KJ3,
0006      NNN,MMM,III,JJJ,LLL,NNJ,MMJ,IJ,KKK,KKJ1,KKJ2,KKJ3
0007      C
0008      IC2=2
0009      IC3=3
0010      IC42=42
0011      IC64=64
0012      READ(5,50) NNP,MMP,IIP,JJP,LLP,NJP,MJP,IJP,KKP,KJP1,KJP2,KJP3
0013      50 FORMAT(12I5)
0014      REWIND CTOPD
0015      REWIND TENFIL
0016      CALL PART1
0017      IF(NNP.EQ.0) GO TO 1
0018      WRITE(6,100)
0019      100 FORMAT(1H0,47HOUTPUT OF ITEMS BEFORE AND AFTER CORRECTION OF ,
0020      1SHTEST-PLANTATION)
0021      1 CALL PART2 (NNP,NN,NNN,IC42,IC3)
0022      IF(MMP.EQ.0) GO TO 2
0023      WRITE(6,200)
0024      200 FORMAT(1H0,47HOUTPUT OF ITEMS BEFORE AND AFTER CORRECTION OF ,
0025      1SHBREEDING REGION)
0026      2 CALL PART2 (MMP,MM,MMM,IC64,IC2)
0027      IF(IIP.EQ.0) GO TO 3
0028      WRITE(6,300)
0029      300 FORMAT(1H0,47HOUTPUT OF ITEMS BEFORE AND AFTER CORRECTION OF ,
0030      17HBREEDING DISTRICT)
0031      3 CALL PART2 (IIP,II,III,IC42,IC3)
0032      IF(JJP.EQ.0) GO TO 4
0033      WRITE(6,400)
0034      400 FORMAT(1H0,47HOUTPUT OF ITEMS BEFORE AND AFTER CORRECTION OF ,
0035      28HDISTRICT AS UNITY OF TESTING)
0036      4 CALL PART2 (JJJ,JJ,JJJ,IC42,IC3)
0037      IF(LLP.EQ.0) GO TO 5
0038      WRITE(6,500)
0039      500 FORMAT(1H0,47HOUTPUT OF ITEMS BEFORE AND AFTER CORRECTION OF ,
0040      11HESTABLISHER)
0041      5 CALL PART2 (LLP,LL,LLL,IC64,IC2)
0042      IF(NJP.EQ.0) GO TO 6
0043      WRITE(6,600)
0044      600 FORMAT(1H0,47HOUTPUT OF ITEMS BEFORE AND AFTER CORRECTION OF ,
0045      10HPREFECTURE)
0046      6 CALL PART2 (NJP,NJ,NNJ,IC64,IC2)
0047      IF(MJP.EQ.0) GO TO 7
0048      WRITE(6,700)
0049      700 FORMAT(1H0,47HOUTPUT OF ITEMS BEFORE AND AFTER CORRECTION OF ,
0050      17HSPECIES)

```

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST PAGE 0002

```

LINE NO.      STATEMENT
0051      7 CALL PART2 (MJP,MJ,MMJ,IC42,IC3)
0052      IF(IJP.EQ.0) GO TO 8
0053      WRITE(6,800)
0054      800 FORMAT(1H0,47HOUTPUT OF ITEMS BEFORE AND AFTER CORRECTION OF ,
0055      18HDESIGN OF PLANTING)
0056      8 CALL PART2 (IJP,IJ,IJJ,IC42,IC3)
0057      IF(KKP.EQ.0) GO TO 9
0058      WRITE(6,900)
0059      900 FORMAT(1H0,47HOUTPUT OF ITEMS BEFORE AND AFTER CORRECTION OF ,
0060      6HTRAITS)
0061      9 CALL PART2 (KKP,KK,KKK,IC64,IC2)
0062      IF(KJP1.EQ.0) GO TO 10
0063      WRITE(6,1000)
0064      1000 FORMAT(1H0,47HOUTPUT OF ITEMS BEFORE AND AFTER CORRECTION OF ,
0065      19HPLUS TREE (GROUP 1))
0066      10 CALL PART2 (KJP1,KJ1,KKJ1,IC42,IC3)
0067      IF(KJP2.EQ.0) GO TO 11
0068      WRITE(6,1100)
0069      1100 FORMAT(1H0,47HOUTPUT OF ITEMS BEFORE AND AFTER CORRECTION OF ,
0070      19HPLUS TREE (GROUP 2))
0071      11 CALL PART2 (KJP2,KJ2,KKJ2,IC42,IC3)
0072      IF(KJP3.EQ.0) GO TO 12
0073      WRITE(6,1200)
0074      1200 FORMAT(1H0,47HOUTPUT OF ITEMS BEFORE AND AFTER CORRECTION OF ,
0075      19HPLUS TREE (GROUP 3))
0076      12 CALL PART2 (KJP3,KJ3,KKJ3,IC42,IC3)
0077      ENDFILE TENFIL
0078      CALL FILOUT
0079      END

```



```

LINE NO. STATEMENT
C SUBPROGRAM FOR CORRECTION OF PARAMETER
C SUBROUTINE PART1
C COMMON /B/ NN,MM,II,JJ,LL,NJ,MJ,IJ,KK,KJ1,KJ2,KJ3,
1 NNN,MMM,III,JJJ,LLL,NNJ,MMJ,IIJ,KKK,KKJ1,KKJ2,KKJ3
C READ(GTODP,100) NN,MM,II,JJ,LL,NJ,MJ,IJ,KK,KJ1,KJ2,KJ3
100 FORMAT(12I5,452X)
105 READ(5,105) NND,HMD,IID,JJD,LLD,NJD,MJD,IJD,KKD,KJD1,KJD2,KJD3
105 FORMAT(12I5)
NN=NN+NND
MM=MM+MMD
II=II+IID
JJ=JJ+JJD
LL=LL+LLD
NNJ=NNJ+NJD
MMJ=MMJ+MJD
IIJ=IIJ+IID
KK=KK+KKD
KKJ1=KKJ1+KJD1
KKJ2=KKJ2+KJD2
KKJ3=KKJ3+KJD3
WRITE(6,200)
200 FORMAT(1H1,45H CORRECTION OF INDEX-CORDING ( C T O P D FILE)
1 /1H,26H NUMBER OF INDIVIDUAL ITEMS
2 /1H, 8HCATEGORY,22X,17HNUMBERS CORRECTED,3X,11HDIFFERENCES,
3 10H IN NUMBER
4 /1H,50X,16H AFTER CORRECTION//)
WRITE(6,300) NND,NNN,HMD,MMH,IID,III,JJD,JJJ,LLD,LLL,NJD,NNJ,MJD,
1 MMJ
WRITE(6,301) IJD,IIJ,KKD,KK,KJ1,KKJ1,KJ2,KKJ2,KJ3,KKJ3
300 FORMAT(1H,16H TEST-PLANTATION,19X,15,15X,15
1 /1H,16H BREEDING REGION,19X,15,15X,15
2 /1H,18H BREEDING DISTRICT,17X,15,15X,15
3 /1H,29H DISTRICT AS UNITY OF TESTING,6X,15,15X,15
4 /1H,12H ESTABLISHER,23X,15,15X,15
5 /1H,11H PREFECTURE,24X,15,15X,15
6 /1H, 8H SPECIES,27X,15,15X,15)
301 FORMAT(1H,19H DESIGN OF PLANTING,16X,15,15X,15
1 /1H, 7H TRAITS,28X,15,15X,15
2 /1H,29H PLUS TREE OR NATIVE CULTIVAR
3 /1H,9H GROUP 1,26X,15,15X,15
4 /1H,9H GROUP 2,26X,15,15X,15
5 /1H,9H GROUP 3,26X,15,15X,15)
WRITE(TEMPFIL,100) NNN,MMM,III,JJJ,LLL,NNJ,MMJ,IIJ,KKK,KKJ1,KKJ2,
1 KKJ3
1 RETURN
END

```

[illegible]

LINE NO.	STATEMENT	
0051	N=N+1	CC003051
0052	K=K+1	CC003052
0053	DO 60 M=1,IC	CC003053
0054	TRA(N,M)=TEM(J,M)	CC003054
0055	60 CONTINUE	CC003055
0056	GO TO 110	CC003056
0057	50 CONTINUE	CC003057
0058	LL=0	CC003058
0059	IF(KEY) 70,80,90	CC003059
0060	70 WRITE(6,FW) NO,KEY,(TEM(J,M),M=1,IC),(GNAME(M),M=1,IC)	CC003060
0061	GO TO 150	CC003061
0062	90 WRITE(6,FW) NO,KEY,(TEM(J,M),M=1,IC),(GNAME(M),M=1,IC)	CC003062
0063	N=N+1	CC003063
0064	K=K+1	CC003064
0065	DO 120 M=1,IC	CC003065
0066	TRA(N,M)=TEM(J,M)	CC003066
0067	120 CONTINUE	CC003067
0068	IF(N.NE.ID) GO TO 140	CC003068
0069	WRITE(TEMFIL,FMT) ((TRA(L,M),M=1,IC),L=1,ID)	CC003069
0070	N=0	CC003070
0071	DO 125 L=1,ID	CC003071
0072	DO 125 M=1,IC	CC003072
0073	125 TRA(L,M)=BRANK	CC003073
0074	GO TO 140	CC003074
0075	80 WRITE(6,FW) NO,KEY,(TEM(J,M),M=1,IC),(GNAME(M),M=1,IC)	CC003075
0076	140 N=N+1	CC003076
0077	K=K+1	CC003077
0078	DO 130 M=1,IC	CC003078
0079	TRA(N,M)=GNAME(M)	CC003079
0080	130 CONTINUE	CC003080
0081	110 CONTINUE	CC003081
0082	IF(N.NE.ID) GO TO 150	CC003082
0083	WRITE(TEMFIL,FMT) ((TRA(L,M),M=1,IC),L=1,ID)	CC003083
0084	DO 115 L=1,ID	CC003084
0085	DO 115 M=1,IC	CC003085
0086	115 TRA(L,M)=BRANK	CC003086
0087	N=0	CC003087
0088	150 CONTINUE	CC003088
0089	IF(LL.NE.0) GO TO 40	CC003089
0090	READ(5,200) NO,KEY,(GNAME(M),M=1,IC)	CC003090
0091	LL=1	CC003091
0092	IF(IND.NE.NO) GO TO 40	CC003092
0093	LL=0	CC003093
0094	GO TO 80	CC003094
0095	40 CONTINUE	CC003095
0096	30 CONTINUE	CC003096
0097	WRITE(6,400) K	CC003097
0098	400 FORMAT(1H*,60X,7HTOTAL =,I4)	CC003098
0099	IF(N.EQ.0) GO TO 1	CC003099
0100	WRITE(TEMFIL,FMT) ((TRA(L,M),M=1,IC),L=1,ID)	CC003100

LINE NO.	STATEMENT	
0101	1 RETURN	CC003101
0102	END	CC003102


```

LINE NO.      STATEMENT
0001      C SUBPROGRAM FOR OUTPUT AFTER CORRECTION
0002      C
0003      SUBROUTINE FILOUT
0004      COMMON /A/ NNP,NMP,IIP,JJP,LLP,NJP,MJP,IJP,KKP,KJP1,KJP2,KJP3
0005      C
0006      REWIND TENFIL
0007      IC2=2
0008      IC3=3
0009      IC4=42
0010      IC5=64
0011      READ(TENFIL,50) NN,MM,II,JJ,LL,NJ,MJ,IJ,KK,KJ1,KJ2,KJ3
0012      50 FORMAT(12I5,452X)
0013      IF(NNP.EQ.0) GO TO 1
0014      WRITE(6,100)
0015      100 FORMAT(1H1,15HTEST-PLANTATION)
0016      1 CALL OUTP (NNP,NN,IC4,IC3)
0017      IF(NMP.EQ.0) GO TO 2
0018      WRITE(6,200)
0019      200 FORMAT(1H1,15HBREEDING REGION)
0020      2 CALL OUTP (NMP,MM,IC5,IC2)
0021      IF(IIP.EQ.0) GO TO 3
0022      WRITE(6,300)
0023      300 FORMAT(1H1,17HBREEDING DISTRICT)
0024      3 CALL OUTP (IIP,II,IC4,IC3)
0025      IF(JJP.EQ.0) GO TO 4
0026      WRITE(6,400)
0027      400 FORMAT(1H1,28HDISTRICT AS UNITY OF TESTING)
0028      4 CALL OUTP (JJP,JJ,IC4,IC3)
0029      IF(LLP.EQ.0) GO TO 5
0030      WRITE(6,500)
0031      500 FORMAT(1H1,11HSTABILISHER)
0032      5 CALL OUTP (LLP,LL,IC5,IC2)
0033      IF(NJP.EQ.0) GO TO 6
0034      WRITE(6,600)
0035      600 FORMAT(1H1,10HPREFECTURE)
0036      6 CALL OUTP (NJP,NJ,IC5,IC2)
0037      IF(MJP.EQ.0) GO TO 7
0038      WRITE(6,700)
0039      700 FORMAT(1H1,6HSPICES)
0040      7 CALL OUTP (MJP,MJ,IC4,IC3)
0041      IF(IJP.EQ.0) GO TO 8
0042      WRITE(6,800)
0043      800 FORMAT(1H1,18HDESIGN OF PLANTING)
0044      8 CALL OUTP (IJP,IJ,IC4,IC3)
0045      IF(KKP.EQ.0) GO TO 9
0046      WRITE(6,900)
0047      900 FORMAT(1H1,6HTRAITS)
0048      9 CALL OUTP (KKP,KK,IC5,IC2)
0049      IF(KJP1.EQ.0) GO TO 10
0050      WRITE(6,1000)

```

```

LINE NO.      STATEMENT
0051      1000 FORMAT(1H1, 9HPLUS TREE/1H,7HGROUP 1)
0052      10 CALL OUTP (KJP1,KJ1,IC4,IC3)
0053      IF(KJP2.EQ.0) GO TO 11
0054      WRITE(6,1100)
0055      1100 FORMAT(1H1,7HGROUP 2)
0056      11 CALL OUTP (KJP2,KJ2,IC4,IC3)
0057      IF(KJP3.EQ.0) GO TO 12
0058      WRITE(6,1200)
0059      1200 FORMAT(1H1,7HGROUP 3)
0060      12 CALL OUTP (KJP3,KJ3,IC4,IC3)
0061      STOP
0062      RETURN
0063      END

```


LINE NO.	STATEMENT	PAGE
0001	C SUBPROGRAM	0009
0002	C	CCDD5001
0003	SUBROUTINE OUTP (IP,NOT,ID,MM)	CCDD5002
0004	DIMENSION GNAME(64,3)	CCDD5003
0005	C	CCDD5004
0006	IF(IP,NE,0) GO TO 10	CCDD5005
0007	DO 20 I=1,NOT,ID	CCDD5006
0008	READ(TEMFIL,100)	CCDD5007
0009	100 FORMAT(512X)	CCDD5008
0010	20 CONTINUE	CCDD5009
0011	RETURN	CCDD5010
0012	10 CONTINUE	CCDD5011
0013	ICODE=0	CCDD5012
0014	DO 30 I=1,NOT,ID	CCDD5013
0015	JE=NOT-(I-1)	CCDD5014
0016	IF(JE,GT,ID) JE=ID	CCDD5015
0017	READ(TEMFIL,200) ((GNAME(L,M),M=1,MM),L=1,ID)	CCDD5016
0018	200 FORMAT(128A4)	CCDD5017
0019	DO 30 J=1,JE	CCDD5018
0020	ICODE=ICODE+1	CCDD5019
0021	WRITE(6,300) ICODE,(GNAME(J,M),M=1,MM)	CCDD5020
0022	300 FORMAT(1H,110,2X,3A4)	CCDD5021
0023	30 CONTINUE	CCDD5022
0024	RETURN	CCDD5023
0025	END	CCDD5024
		CCDD5025

図-11 二元分類分散分析のプログラム

LINE NO.	STATEMENT	PAGE
0001	C STATISTICAL ANALYSIS PROGRAM (INCLUDES TWO WAY ANALYSIS OF VARIANCE)	0001
0002	C	ANDV1001
0003	COMMON NSTR,STRNAM(100,3),RIP,SUMX(10,100),SSOX(10,100),H(10,100)	ANDV1002
0004	INTEGER RIP,ROW,COLUH	ANDV1003
0005	DOUBLE PRECISION SUMX,SSOX	ANDV1004
0006	C	ANDV1005
0007	CALL LEBOUT	ANDV1006
0008	CALL DATIN2	ANDV1007
0009	CALL ANOVA	ANDV1008
0010	END	ANDV1009
		ANDV1010


```

LINE NO.      STATEMENT
0001      C SUBPROGRAM FOR OUTPUT OF CATEGORIES
0002      C
0003      SUBROUTINE LEBOUT
0004      COMMON NSTR,STRNAM(100,3),RIP,SUMX(10,100),S50X(10,100),
0005      1      MH(10,100)
0006      REAL LOTP
0007      INTEGER BRRE,BRDI,UNIT,PRRE,PREF,DATEST(4),ALTI,SPEC,DESPL,DENPL,ANOV2001
0008      1      DATEXA(4),AGEPL,REPEX,TRAI,STRA(102),RIP,ROW,COLUM ANOV2002
0009      DOUBLE PRECISION CDATNO,DATNO,DIREC,SOFY,XEND ANOV2003
0010      DIMENSION LOTP(11),PECHA(15),CONH(60),TRUNAM(64,3) ANOV2004
0011      DATA XEND/5H999999/ ANOV2005
0012      C ANOV2006
0013      REWIND CLSIF ANOV2007
0014      REWIND CTOPD ANOV2008
0015      READ(5,25) CDATNO ANOV2009
0016      25 FORMAT(A8) ANOV2010
0017      2 READ(CLSIF,100) DATNO,NOTP,BRRE,BRDI,UNIT,PRRE,PREF, ANOV2011
0018      1      (DATEST(1),I=1,4),(LOTP(1),I=1,11),ALTI,DIREC,ANGSL,SOFY, ANOV2012
0019      2      SPEC,DESPL,DENPL,NSTR,(DATEXA(1),I=1,4),AGEPL,REPEX, ANOV2013
0020      3      TRAI,(PECHA(1),I=1,15),(CONH(1),I=1,60) ANOV2014
0021      100 FORMAT(A6,I5,I13,4I2,11A4,14A8,A4,A8,2I3,2I5,4I2,3I3,15A4,60A4, ANOV2015
0022      1      77X) ANOV2016
0023      IF(DATNO.NE.XEND) GO TO 3 ANOV2017
0024      WRITE(6,3100) CDATNO ANOV2018
0025      3100 FORMAT(1H1,16H????? DATA NO = ,A8,23HIS NOT REGISTERED ?????) ANOV2019
0026      STOP ANOV2020
0027      3 READ(CLSIF,200) (STRA(1),I=1,102) ANOV2021
0028      200 FORMAT(102I5,2X) ANOV2022
0029      IF(DATNO.NE.CDATNO) GO TO 2 ANOV2023
0030      IF(SPEC.EQ.1) ICORRD=1 ANOV2024
0031      IF((SPEC.GT.1).AND.(SPEC.LT.8)) ICORRD=2 ANOV2025
0032      IF(SPEC.GT.7) ICORRD=3 ANOV2026
0033      READ(CTOPD,300) MN,MH,II,JJ,LL,NJ,MJ,IJ,KK,KJ1,KJ2,KJ3 ANOV2027
0034      300 FORMAT(12I5,452X) ANOV2028
0035      WRITE(6,400) DATNO ANOV2029
0036      400 FORMAT(1H1,6HNUMBER,24X,A8) ANOV2030
0037      WRITE(6,500) ANOV2031
0038      500 FORMAT(1H0,15HTEST-PLANTATION) ANOV2032
0039      DO 40 I=1,MN,42 ANOV2033
0040      READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,3),M=1,42) ANOV2034
0041      600 FORMAT(128A4) ANOV2035
0042      1B=1 ANOV2036
0043      IE=IB+41 ANOV2037
0044      IF((NOTP.GE.IB).AND.(NOTP.LE.IE)) GO TO 45 ANOV2038
0045      GO TO 40 ANOV2039
0046      45 M=NOTP-(I-1) ANOV2040
0047      WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,3) ANOV2041
0048      700 FORMAT(1H+,30X,3A4) ANOV2042
0049      40 CONTINUE ANOV2043
0050      WRITE(6,800) ANOV2044

```

```

LINE NO.      STATEMENT
0051      800 FORMAT(1H0,14HBRDING REGION) ANOV2051
0052      READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,2),M=1,64) ANOV2052
0053      WRITE(6,700) (TRUNAM(BRRE,N),N=1,2) ANOV2053
0054      WRITE(6,900) ANOV2054
0055      900 FORMAT(1H0,17HBREEDING DISTRICT) ANOV2055
0056      READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,3),M=1,42) ANOV2056
0057      WRITE(6,700) (TRUNAM(BRDI,N),N=1,3) ANOV2057
0058      WRITE(6,1000) ANOV2058
0059      1000 FORMAT(1H0,28HDISTRICT AS UNITY OF TESTING) ANOV2059
0060      DO 50 I=1,JJ,42 ANOV2060
0061      READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,3),M=1,42) ANOV2061
0062      IE=I+41 ANOV2062
0063      IF((UNIT.GE.I).AND.(UNIT.LE.IE)) GO TO 55 ANOV2063
0064      GO TO 50 ANOV2064
0065      55 M=UNIT-(I-1) ANOV2065
0066      WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,3) ANOV2066
0067      50 CONTINUE ANOV2067
0068      WRITE(6,1100) ANOV2068
0069      1100 FORMAT(1H0,11HTESTABLSHER) ANOV2069
0070      DO 60 I=1,LL,64 ANOV2070
0071      READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,2),M=1,64) ANOV2071
0072      IE=I+63 ANOV2072
0073      IF((PRRE.GE.I).AND.(PRRE.LE.IE)) GO TO 65 ANOV2073
0074      GO TO 60 ANOV2074
0075      65 M=PRRE-(I-1) ANOV2075
0076      WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,2) ANOV2076
0077      60 CONTINUE ANOV2077
0078      WRITE(6,1200) ANOV2078
0079      1200 FORMAT(1H0,10HPREFECTURE) ANOV2079
0080      DO 70 I=1,NJ,64 ANOV2080
0081      READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,2),M=1,64) ANOV2081
0082      IE=I+63 ANOV2082
0083      IF((PREF.GE.I).AND.(PREF.LE.IE)) GO TO 75 ANOV2083
0084      GO TO 70 ANOV2084
0085      75 M=PREF-(I-1) ANOV2085
0086      WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,2) ANOV2086
0087      70 CONTINUE ANOV2087
0088      WRITE(6,1300) (DATEST(1),I=1,4) ANOV2088
0089      1300 FORMAT(1H0,21HDATE OF ESTABLISHMENT,9X,2I2,1H,12,1H,12) ANOV2089
0090      WRITE(6,1400) (LOTP(1),I=1,11) ANOV2090
0091      1400 FORMAT(1H0,8HLOCALITY,22X,11A4) ANOV2091
0092      WRITE(6,1500) ALTI ANOV2092
0093      1500 FORMAT(1H0,8HALTITUDE,22X,14) ANOV2093
0094      WRITE(6,1600) DIREC ANOV2094
0095      1600 FORMAT(1H0,22HDIRECTION OF EXPOSURE,8X,A8) ANOV2095
0096      WRITE(6,1700) ANGSL ANOV2096
0097      1700 FORMAT(1H0,14HANGLE OF SLOPE,16X,A4) ANOV2097
0098      WRITE(6,1800) SOFY ANOV2098
0099      1800 FORMAT(1H0,9H50IL TYPE,21X,A8) ANOV2099
0100      WRITE(6,1900) ANOV2100

```


LINE NO.

STATEMENT

```

0101 1900 FORMAT(1H0,7HSPECIES)
0102 DO 80 I=1,MJ,42
0103 READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,3),M=1,42)
0104 IE=I+41
0105 IF((SPEC,GE,I).AND.(SPEC,LE,IE)) GO TO 85
0106 GO TO 80
0107 85 M=SPEC-(I-1)
0108 WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,3)
0109 80 CONTINUE
0110 WRITE(6,2000)
0111 2000 FORMAT(1H0,18HDESIGN OF PLANTING)
0112 DO 90 I=1,IJ,42
0113 READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,3),M=1,42)
0114 IE=I+41
0115 IF((DESPL,GE,I).AND.(DESPL,LE,IE)) GO TO 95
0116 GO TO 90
0117 95 M=DESPL-(I-1)
0118 WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,3)
0119 90 CONTINUE
0120 WRITE(6,2100) DENPL
0121 2100 FORMAT(1H0,22HPLANTING STOCK DENSITY,8X,15,3H/HA)
0122 WRITE(6,2200) NSTR
0123 2200 FORMAT(1H0,26HNUMBER OF STRAINS INCLUDED,2X,15)
0124 WRITE(6,2250) (DATEXA(I),I=1,4)
0125 2250 FORMAT(1H0,19HDATE OF EXAMINATION,11X,212,1H,,12,1H,,12)
0126 WRITE(6,2300) AGEPL
0127 2300 FORMAT(1H0,3HAGE,27X,13)
0128 WRITE(6,2400) REPEX
0129 2400 FORMAT(1H0,20HREPEATED EXAMINATION,10X,13)
0130 WRITE(6,2500)
0131 2500 FORMAT(1H0,6HTRAITS)
0132 DO 110 I=1,KK,64
0133 READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,2),M=1,64)
0134 IE=I+63
0135 IF((TRAI,GE,I).AND.(TRAI,LE,IE)) GO TO 115
0136 GO TO 110
0137 115 M=TRAI-(I-1)
0138 WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,2)
0139 110 CONTINUE
0140 WRITE(6,2600) (PECHA(I),I=1,15)
0141 2600 FORMAT(1H0,15HPERSON IN CHRG,15X,15A4)
0142 WRITE(6,2700) (COMM(I),I=1,60)
0143 2700 FORMAT(1H0,7HCOMMENT,23X,20A4/(1H ,30X,20A4))
0144 WRITE(6,2800)
0145 2800 FORMAT(1H0,28HPLUS TREE OR NATIVE CULTIVAR)
0146 L=1
0147 180 CONTINUE
0148 IF(L,EQ,3) KJ=KJ3
0149 IF(L,EQ,2) KJ=KJ2
0150 IF(L,EQ,1) KJ=KJ1

```

ANOV2101
ANOV2102
ANOV2103
ANOV2104
ANOV2105
ANOV2106
ANOV2107
ANOV2108
ANOV2109
ANOV2110
ANOV2111
ANOV2112
ANOV2113
ANOV2114
ANOV2115
ANOV2116
ANOV2117
ANOV2118
ANOV2119
ANOV2120
ANOV2121
ANOV2122
ANOV2123
ANOV2124
ANOV2125
ANOV2126
ANOV2127
ANOV2128
ANOV2129
ANOV2130
ANOV2131
ANOV2132
ANOV2133
ANOV2134
ANOV2135
ANOV2136
ANOV2137
ANOV2138
ANOV2139
ANOV2140
ANOV2141
ANOV2142
ANOV2143
ANOV2144
ANOV2145
ANOV2146
ANOV2147
ANOV2148
ANOV2149
ANOV2150

LINE NO.

STATEMENT

```

0151 IF(L,NE,ICORRD) GO TO 120
0152 DO 130 I=1,KJ,42
0153 READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,3),M=1,42)
0154 IB=I
0155 IE=IB+41
0156 DO 140 J=1,NSTR
0157 IF((STRA(J),GE,IB).AND.(STRA(J),LE,IE)) GO TO 145
0158 GO TO 140
0159 145 M=STRA(J)-(I-1)
0160 DO 150 L=1,3
0161 STRAM(J,L)=TRUNAM(M,L)
0162 150 CONTINUE
0163 140 CONTINUE
0164 130 CONTINUE
0165 GO TO 160
0166 120 CONTINUE
0167 DO 170 I=1,KJ,42
0168 READ(CTOPD,2900)
0169 2900 FORMAT(512X)
0170 170 CONTINUE
0171 L=L+1
0172 GO TO 180
0173 160 CONTINUE
0174 WRITE(6,3000) (1, (STRNAM(I,J),J=1,3),I=1,NSTR)
0175 3000 FORMAT(1H,,30X,5(1H,,13,1H),3A4,2X)/
0176 1 (1H ,30X,5(1H,,13,1H),3A4,2X))
0177 RETURN
0178 END

```

ANOV2151
ANOV2152
ANOV2153
ANOV2154
ANOV2155
ANOV2156
ANOV2157
ANOV2158
ANOV2159
ANOV2160
ANOV2161
ANOV2162
ANOV2163
ANOV2164
ANOV2165
ANOV2166
ANOV2167
ANOV2168
ANOV2169
ANOV2170
ANOV2171
ANOV2172
ANOV2173
ANOV2174
ANOV2175
ANOV2176
ANOV2177
ANOV2178


```

LINE NO.      STATEMENT
0001          C SUBPROGRAM FOR SUM OF VARIABLE AND SUM OF SQUARE
0002          C
0003          SUBROUTINE DATIN2
0004              COMMON NSTR,STRNAM(100,3),RIP,SUMX(10,100),SSOX(10,100),M(10,100)
0005              INTEGER RIP,ROW,COLUM
0006              DIMENSION IBUFF(102),XS(512)
0007              DOUBLE PRECISION XD(512),SUMX,SSOX,SX,SSX
0008          C
0009              REWIND STDAT
0010              READ(STDAT,100) RIP,ROW,COLUM
0011              100 FORMAT(3I5)
0012              WRITE(6,200) RIP,NSTR
0013              200 FORMAT(1H1,22HNUMBER OF REPLICATIONS,8X,15/1H ,17HNUMBER OF STRAIN,10X,15,13X,15)
0014              IF(ROW*COLUM.EQ.0) GO TO 5
0015              WRITE(6,300) ROW,COLUM
0016              300 FORMAT(1H ,22HNUMBER OF ROW IN PLOTS,8X,15/1H ,25HNUMBER OF COLUMNS,10X,15,13X,15)
0017              1 IN PLOTS,5X,15)
0018              N=ROW*COLUM
0019              DO 20 I=1,RIP
0020                  DO 20 J=1,NSTR
0021                      DO 20 K=1,NSTR
0022                          GO TO 30
0023                      20 M(I,J)=N
0024                      30 CONTINUE
0025                      READ(STDAT,400) (IBUFF(I),I=1,102)
0026                      400 FORMAT(102I5,2X)
0027                      N=0
0028                      DO 40 I=1,RIP
0029                          DO 40 J=1,NSTR
0030                              N=N+1
0031                              M(I,J)=IBUFF(N)
0032                              IF(N.EQ.102) GO TO 40
0033                              READ(STDAT,400) (IBUFF(K),K=1,102)
0034                              N=0
0035                              40 CONTINUE
0036                              30 CONTINUE
0037                              DO 50 I=1,RIP
0038                                  WRITE(6,500) I
0039                                  500 FORMAT(1H1,12HREPLICATION ,15/1H ,6HSTRAIN)
0040                                  DO 50 J=1,NSTR
0041                                      WRITE(6,600) J, (STRNAM(J,L),L=1,3)
0042                                      600 FORMAT(1H0,1H(,13,1H),3A4)
0043                                      N=M(I,J)
0044                                      SX=0.
0045                                      SSX=0.
0046                                      DO 70 K=1,N,64
0047                                          KE=K+63
0048                                          READ(STDAT,700) (XD(L),L=K,KE)
0049                                          700 FORMAT(640B.0)
0050                                  70 CONTINUE

```

```

LINE NO.      STATEMENT
0051          DO 80 K=1,N
0052              XS(K)=XD(K)
0053              IF(XS(K).LT.0.) GO TO 85
0054              SX=XS+XD(K)
0055              SSX=SSX+XD(K)*XD(K)
0056              GO TO 80
0057              85 M(I,J)=M(I,J)-1
0058              80 CONTINUE
0059              IF(ROW.EQ.0) GO TO 71
0060              WRITE(6,900)
0061              900 FORMAT(1H+,18X,7HROW NO.)
0062              DO 72 K=1,ROW
0063                  KB=COLUM*(K-1)+1
0064                  KE=COLUM*K
0065                  WRITE(6,1000) K,(XS(L),L=KB,KE)
0066                  1000 FORMAT(1H ,18X,15,7X,10F10.2/(1H ,30X,10F10.2))
0067                  72 CONTINUE
0068                  GO TO 73
0069                  71 CONTINUE
0070                  WRITE(6,1100) (XS(L),L=1,N)
0071                  1100 FORMAT(1H+,30X,10F10.2/(1H ,30X,10F10.2))
0072                  73 CONTINUE
0073                  SUMX(I,J)=SX
0074                  SSOX(I,J)=SSX
0075                  50 CONTINUE
0076                  RETURN
0077                  END

```



```

LINE NO.      STATEMENT
0001      C SUBPROGRAM FOR A N O V A
0002      C
0003      SUBROUTINE ANOVA
0004      COMMON NSTR,STRNAM(100,3),RIP,SUMX(10,100),SSOX(10,100),M(10,100),ANOV4004
0005      DIMENSION NTSTR(100),NTRIP(10),RXMEN(10),TXRIPS(10),SD(10),CV(10),ANOV4005
0006      DOUBLE PRECISION TSUMX,GTG,TSOX,TSDD,TSRIP,TXSTR(100),TXRIP(10),ANOV4006
0007      1 SUMSTR(100),SUMX,SSOX,SSSD(10,100),AVERAG,XMEN(10,100),TSSTR,
0008      2 REP(12),SSDSTR,CF
0009      INTEGER RIP
0010      EQUIVALENCE (SUMX(1),XMEN(1)),(SSOX(1),SSSD(1)),
0011      1 (RXMEN(1),SD(1),CV(1)),(TXSTRS,SGTX,TSTR,TSUMXS,SDSTR),
0012      2 (STRMEN,GMEN,CVSTR),(AVERAG,SSDSTR,CF)
0013      DATA REP/6H R 1.6H R 2.6H R 3.6H R 4.6H R 5.6H R 6,
0014      6H R 7.6H R 8.6H R 9.6H R 10.6H TOTAL,6H MEAN/
0015      C
0016      NGT=0
0017      TSUMX=0.
0018      GTX=0.
0019      TSOX=0.
0020      TSDD=0.
0021      TSRIP=0.
0022      DO 10 J=1,NSTR
0023      NTSTR(J)=0
0024      TXSTR(J)=0.
0025      SUMSTR(J)=0.
0026      10 CONTINUE
0027      DO 20 I=1,RIP
0028      NTRIP(I)=0
0029      TXRIP(I)=0.
0030      DO 30 J=1,NSTR
0031      N=M(I,J)
0032      NTSTR(J)=NTSTR(J)+N
0033      NTRIP(I)=NTRIP(I)+N
0034      NGT=NGT+N
0035      TSUMX=TSUMX+SUMX(I,J)
0036      SUMSTR(J)=SUMSTR(J)+SUMX(I,J)
0037      DSSD(I,J)=SSOX(I,J)-SUMX(I,J)*SUMX(I,J)/FLOAT(N)
0038      TSDD=TSDD+DSSD(I,J)
0039      AVERAG=SUMX(I,J)/FLOAT(N)
0040      XMEN(I,J)=AVERAG
0041      TXSTR(J)=TXSTR(J)+AVERAG
0042      TXRIP(I)=TXRIP(I)+AVERAG
0043      GTX=GTX+AVERAG
0044      TSOX=TSOX+AVERAG*AVERAG
0045      30 CONTINUE
0046      TSRIP=TSRIP+TXRIP(I)*TXRIP(I)
0047      20 CONTINUE
0048      DO 40 J=1,NSTR
0049      TSSTR=TSSTR+TXSTR(J)*TXSTR(J)
0050      40 CONTINUE

```

```

LINE NO.      STATEMENT
0051      WRITE(6,100) (REP(I),I=1,RIP),REP(11)
0052      100 FORMAT(1H1,23HNUMBER OF TREES IN PLOT /1H0,17X,12(3X,A6))
0053      DO 50 J=1,NSTR
0054      WRITE(6,200) J, (STRNAM(J,L),L=1,3),(M(I,J),I=1,RIP),NTSTR(J)
0055      200 FORMAT(1H 1H(,13,1H),3A4,12I9)
0056      50 CONTINUE
0057      WRITE(6,300) REP(11),(NTRIP(I),I=1,RIP),NGT
0058      300 FORMAT(1H0,A6,11X,12I9)
0059      WRITE(6,400) (REP(I),I=1,RIP),REP(11),REP(12)
0060      400 FORMAT(1H1,12HMEAN OF PLOT/1H0,17X,12(3X,A6))
0061      DO 60 J=1,NSTR
0062      DO 70 I=1,RIP
0063      RXMEN(I)=XMEN(I,J)
0064      70 CONTINUE
0065      TXSTRS=TXSTR(J)
0066      STRMEN=TXSTR(J)/FLOAT(RIP)
0067      WRITE(6,500) J, (STRNAM(J,L),L=1,3),(RXMEN(I),I=1,RIP),TXSTRS,
0068      1 STRMEN
0069      500 FORMAT(1H 1H(,13,1H),3A4,12F9.3)
0070      60 CONTINUE
0071      SGTX=GTX
0072      GMEN=GTG/FLOAT(RIP*NSTR)
0073      DO 80 I=1,RIP
0074      TXRIPS(I)=TXRIP(I)
0075      RXMEN(I)=TXRIP(I)/FLOAT(NSTR)
0076      80 CONTINUE
0077      WRITE(6,600) REP(11),(TXRIPS(I),I=1,RIP),SGTX,GMEN
0078      WRITE(6,600) REP(12),(RXMEN(I),I=1,RIP),SGTX,GMEN
0079      600 FORMAT(1H0,A6,11X,12F9.3)
0080      WRITE(6,700)
0081      700 FORMAT(1H1,42HTOTALS AND MEANS WITHIN INDIVIDUAL STRAINS
0082      1 /1H0,17X,10H NUMBER,5X,10H TOTAL,5X,10H MEAN)
0083      DO 90 J=1,NSTR
0084      TSTR=SUMSTR(J)
0085      STRMEN=SUMSTR(J)/FLOAT(NTSTR(J))
0086      WRITE(6,800) J, (STRNAM(J,L),L=1,3),NTSTR(J),TSTR,STRMEN
0087      800 FORMAT(1H 1H(,13,1H),3A4,110,2F15.3)
0088      90 CONTINUE
0089      GMEN=TSUMX/FLOAT(NGT)
0090      TSUMXS=TSUMX
0091      WRITE(6,900) REP(12),NGT,TSUMXS,GMEN
0092      900 FORMAT(1H0,A6,11X,110,2F15.3)
0093      WRITE(6,1000) (REP(I),I=1,RIP)
0094      1000 FORMAT(1H1,26HSTANDARD DEVIATION IN PLOT /1H0,17X,10(4X,A6))
0095      DO 110 J=1,NSTR
0096      SSDSTR=0.
0097      DO 120 I=1,RIP
0098      N=M(I,J)
0099      SSD=DSSD(I,J)/FLOAT(N-1)
0100      SD(I)=SORT(SSD)

```


LINE NO.	STATEMENT	
0101	SSDSTR=SSDSTR+DSSD(I,J)	ANOV4101
0102	120 CONTINUE	ANOV4102
0103	SDSTR=SSDSTR/FLOAT(NTSTR(J)-RIP)	ANOV4103
0104	SDSTR=SDSTR(FLOAT(NTSTR(J)-RIP)	ANOV4104
0105	WRITE(6,1100) J, (STRNAM(J,L),L=1,3), (SD(I),I=1,RIP),SDSTR	ANOV4105
0106	1100 FORMAT(1H,1H(13,1H),3A4,11F10.3)	ANOV4106
0107	110 CONTINUE	ANOV4107
0108	WRITE(6,1200) (REP(I),I=1,RIP)	ANOV4108
0109	1200 FORMAT(1H,130HCOEFFICIENT OF VARIABILITY (% /1H0,17X,10(4X,A6))	ANOV4109
0110	DO 130 J=1,NSTR	ANOV4110
0111	SSDSTR=0.	ANOV4111
0112	DO 140 I=1,RIP	ANOV4112
0113	N=M(I,J)	ANOV4113
0114	SSD=DSSD(I,J)/FLOAT(N-1)	ANOV4114
0115	SSD=SSD(FLOAT(N-1))	ANOV4115
0116	CV(I)=SSD/XHEN(I,J)*100.	ANOV4116
0117	SSDSTR=SSDSTR+DSSD(I,J)	ANOV4117
0118	140 CONTINUE	ANOV4118
0119	SDSTR=SSDSTR/FLOAT(NTSTR(J)-RIP)	ANOV4119
0120	SDSTR=SDSTR(FLOAT(NTSTR(J)-RIP)	ANOV4120
0121	STRMEN=TXSTR(J)/FLOAT(RIP)	ANOV4121
0122	CVSTR=SDSTR/STRMEN*100.	ANOV4122
0123	WRITE(6,1300) J, (STRNAM(J,L),L=1,3), (CV(I),I=1,RIP),CVSTR	ANOV4123
0124	1300 FORMAT(1H,1H(13,1H),3A4,11F10.1)	ANOV4124
0125	130 CONTINUE	ANOV4125
0126	CF=GTG*GX/FLOAT(NSTR*RIP)	ANOV4126
0127	SST=TSOX-CF	ANOV4127
0128	SSRIP=TSRIP/FLOAT(NSTR)-CF	ANOV4128
0129	SSSTR=TSSTR/FLOAT(RIP)-CF	ANOV4129
0130	SSERR=SST-SSRIP-SSSTR	ANOV4130
0131	IDFT=NSTR*RIP-1	ANOV4131
0132	IDFRIP=RIP-1	ANOV4132
0133	IDFSTR=NSTR-1	ANOV4133
0134	IDFERR=IDFT-IDFRIP-IDFSTR	ANOV4134
0135	IDFP=NGT-NSTR*RIP	ANOV4135
0136	STRMS=SSSTR/FLOAT(IDFSTR)	ANOV4136
0137	RIPMS=SSRIP/FLOAT(IDFRIP)	ANOV4137
0138	ERRMS=SSERR/FLOAT(IDFERR)	ANOV4138
0139	PMS=TSST/FLOAT(IDFP)	ANOV4139
0140	SSP=TSST	ANOV4140
0141	FSTR=STRMS/ERRMS	ANOV4141
0142	FRIP=RIPMS/ERRMS	ANOV4142
0143	WRITE(6,1400)	ANOV4143
0144	1400 FORMAT(///1H,20HANALYSIS OF VARIANCE	ANOV4144
0145	1 WRITE(6,1500) /1H0,10X,6HFACTOR,17X,2HDF,18X,2HSS,18X,2HMS,8X,2HFO)	ANOV4145
0146	FORMAT(1H0,10X,11HREPLICATION,4X,110,2F20.4,F10.3/1H0,10X,	ANOV4146
0147	1 6HSTRAIN,9X,110,2F20.4,F10.3)	ANOV4147
0148	WRITE(6,1600) IDFERR,SSERR,ERRMS,IDFT,SST,IDFP,SSP,PMS	ANOV4148
0149	1600 FORMAT(1H0,10X,7HERROR 1,8X,110,2F20.4/1H0,10X,5HTOTAL,10X,110,	ANOV4149
0150		ANOV4150

LINE NO.	STATEMENT	
0151	1 F20.4/1H0,10X, 7HERROR 2,8X,110,2F20.4)	ANOV4151
0152	STOP	ANOV4152
0153	RETURN	ANOV4153
0154	END	ANOV4154

育苗における生物農薬の開発

育苗における生物農薬の開発

I 試験担当者

保護部昆虫科天敵微生物研究室 片桐一正 岩田善三 串田 保 島津光明
 保護部昆虫科昆虫第一研究室 萩原 実
 木曾分場保護研究室 小沢孝弘

II 試験目的

育苗における根切虫（コガネムシ類の幼虫）については、従来BHCを使用して駆除が行なわれてきていたが、昭和46年度からのBHC等の使用禁止にともない代替農薬をもって駆除を行なっている。しかし効果の面、環境保全の面等からこれら農薬使用にともなうマイナス面の問題提起がなされてきている。これらの背景の下に、新しい、安全な根切虫防除法の開発が強く求められている。その1つとして、天敵微生物による、いわゆる生物的防除法の開発がとりあげられた。すなわち本研究ではコガネムシからみ出される病原微生物を増殖施用し、根切虫防除技術を開発することを目的とする。

III 試験の経過と得られた成果

1. 天敵微生物の検索と有力種の選定

(1) 検索された微生物

東京都下浅川実験林苗畑、静岡県下苗畑、大門山国有林カラマツ造林地等に発生したコガネムシ類幼虫から検索、分離された病原微生物は表1のとおりである。

表-1 根切虫から分離された微生物

(a) 糸状菌

Beauveria bassiana
B. tenella
Metarrhizium anisopliae
Isaria fumosorosea
Paecilomyces sp.
Synnematium jonesii

Fusarium sp.

(b) 細菌

Milky disease (*Bacillus popilliae*?)

(c) ウイルス

Entomopoxvirus sp.1. (Ac - Epv)

" " 2. (Mc - Epv)

(2) 有力糸状菌の選定

室内および苗畑における接種試験により使用するに適した菌を選定した。

室内試験ではドウガネブイブイ、ナガチャコガネ、アカビロードコガネの3種類について終齢幼虫を対象に行なった。供試菌はそれぞれ蚕蛹煎汁液体培地で7日間静置培養したものから菌糸および分生胞子の浮遊液を調製し、浸漬法によって接種した。

結果を表2に示す。総体的に罹病率の高かったのは *Beauveria tenella* であった。また虫種別にみるとドウガネブイブイが比較的感染性が強く、いずれの菌にも高い感染率を示した。

表-2 オオスジコガネから分離した菌の各種コガネムシ幼虫に対する病原性
(死亡頭数)

供試苗	接種方法 供試虫	浸 漬			蚕蛹培養菌接触		
		アカビ ロード	ナガチャ	ドウガネ	アカビ ロード	ナガチャ	ドウガネ
<i>B. bassiana</i>		0	1	3	2	1	5
<i>B. tenella</i>		1	2	3	2	2	5
<i>M. anisopliae</i>		0	2	4	1	1	1
<i>Paecilomyces</i> sp.		0	1	2	1	2	1
<i>I. fumosorosea</i>		0	1	3	3	3	4
cont.		0	0	0	1	0	1

注 各5頭供試, 接種月日 1973.4.28

野外試験は、ドウガネブイブイの被害大発生地域である静岡県林試の協力を得て、同試験圃内の苗畑において行なった。

供試菌は *Beauveria tenella*, *B. bassiana*, *Metarrhizium anisopliae*, *Paecilomyces* sp. 等を用い、これらを蚕蛹培養したものを苗床に鋤き込む方法および

ヒノキ苗木の根本に鋤き込む方法によって防除効果をみた。

この結果、苗木被害率は10月調査でいずれも90%以上と高く処理間に差は認められなかったが、幼虫生存率で *B. tenella* および *M. anisopliae* の両区が多少低かった。

この結果に基づいて *B. tenella* と *M. anisopliae* 両菌の施用方法をかえた試験を行なった。すなわち、蚕蛹に培養したこれらの菌を、さらにバーク堆肥に増量培養し(後述)、その施用効果をみた。

表-3に結果を示す。

表-3 *B. tenella* および *M. anisopliae* の施用効果

(a) 糸状菌処理による苗木の被害率 (単位: %)

処 理 区	小 苗 区				大 苗 区			
	激 害	中 害	微 害	実被害	激 害	中 害	微 害	実被害
<i>B. tenella</i> 菌+バーク堆肥	4.1	9.2	36.6	13.3	0.0	2.9	28.6	2.9
<i>B. tenella</i> 菌単用	2.6	9.2	37.9	11.8	0.0	7.1	35.7	7.1
<i>M. anisopliae</i> 菌+バーク堆肥	66.2	19.2	9.8	85.4	2.4	15.3	59.0	17.7
<i>M. anisopliae</i> 単用	49.0	35.3	11.8	84.3	14.3	30.0	44.3	44.3
バーク堆肥(対照区)	96.1	3.9	0.0	100.0	20.0	30.0	41.4	50.0
ワラ堆肥(対照区)	98.0	2.0	0.0	100.0	77.1	22.9	0.0	100.0

(b) 糸状菌処理による幼虫の生息数(4㎡当り) (単位: 頭)

処 理 区	小 苗 区				大 苗 区			
	大型幼虫	中型幼虫	小型幼虫	計	大型幼虫	中型幼虫	小型幼虫	計
<i>B. tenella</i> 菌+バーク堆肥	1.8	0.7	0.0	2.0	0.8	1.0	0.7	2.0
<i>B. tenella</i> 菌単用	1	0	1	1	0	1	0	1
<i>M. anisopliae</i> 菌+バーク堆肥	7.3	2.3	0.3	9.9	7.7	1.7	0.0	9.4
<i>M. anisopliae</i> 単用	5	4	1	10	2.0	4	0	24
バーク堆肥(対照区)	12	11	2	25	26	7	1	34
ワラ堆肥(対照区)	14	7	0	21	21	8	1	30

(c) 糸状菌処理による幼虫の罹病数(4㎡当り) (単位: 頭)

処 理 区	小 苗 区				大 苗 区			
	大型幼虫	中型幼虫	小型幼虫	計	大型幼虫	中型幼虫	小型幼虫	計
<i>B. tenella</i> 菌+バーク堆肥	4.0	1.3	0.0	5.3	6.0	0.7	0.0	6.7
<i>B. tenella</i> 菌単用	3	0	0	3	2	2	0	4
<i>M. anisopliae</i> 菌+バーク堆肥	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.7
<i>M. anisopliae</i> 単用	0	0	0	0	0	0	0	0
バーク堆肥(対照区)	0	0	0	0	0	0	0	0
ワラ堆肥(対照区)	0	0	0	0	0	0	0	0

この結果、*B.tenella* 菌、*M.anisopliae* 菌ともに施用効果があることが判った。特に *B.tenella* は、苗木被害率、幼虫生息率、施用菌による罹病率ともに有効さを示す結果であった。

以上のことから、根切虫防除に、主として、*B.tenella* 菌、および *M.anisopliae* 菌を利用する技術を開発することにした。

(3) Entomopoxvirus (EPV) の伝染性

ドウガネブイブイ幼虫から検索された EPV について、防除利用の可能性を探るための基礎試験として、幼虫齢期別接種試験を行なった。接種の方法は、虫体浸漬、添食、土壤汚染、流行地土壤利用などによった。EPV としては前年発病した 3 齢幼虫を冷蔵保存したものをを用いた。

結果は表-4 のとおりである。

表からも判るように、幼虫は 1, 2 齢期とも感受性であるが、3 齢期は感受性が劣る。発病死は 3 齢期になってから起る場合が多い。流行個体群では若齢のうちに感染していると考えられる。EPV 量の多い程発病率は高くなる。土壤中に EPV を混入する方法が比較的発病率が高い。この場合、土壤 1 g 当り EPV 封入体 10^4 個以上が良い。最も接種液が節減されるのは注入である、等の結果が得られた。

この結果から大量培養の点で困難があるが、効果の点では EPV も有力微生物の 1 つであることが判明した。

表-4 ドウガネブイブイの EPV 感染性

(1) 卵, 1 令, 常温, 個体別飼育

処 理	令	供試頭数	EPV 死 (死亡までの日数)	その他死	生 残
③ 9 月 14 日 卵		39	3 (44, 63, 87)	12	24
Cont.	"	4	0	0	4
① 9 16 1 令		27	6 (39, 90, 97, 116, 116, 116)	13	8
② 9 14 "		17	0	14	3
③ 9 16 "		18	0	8	10
Cont.	"	4	0	1	3

処理 ① EPV 10^{-2} 50 ml を 7,500 g のバーク堆肥に混入しこれをさらに 2,000 g の赤土に混合したものを用いて Cup 当り 50 g 用いて飼育した。

② EPV 10^{-2} 液に人参 (細刻したもの) を浸漬風乾して給餌

③ EPV 10^{-2} 液に卵又は虫体を浸漬

(2) 1 令, 孵化後 1~3 日, 大型飼育ビン集団飼育

処理 ④ (EPV 10^{-2} 50 ml + 600 g バーク) ... 1 飼育ビン当り EPV バーク 160 g + 砂 384 g	
⑤ (EPV 10^{-2} 50 ml + 4.6 Kg 砂) ... 1 飼育ビン当り EPV 砂 0.9 g + 普通砂 31 Kg	
Cont. は ④, ⑤ の EPV のないもの	
EPV の発生を認めた飼育ビン	
④ 処理区 5 ビン中 3 ビン (15 日後に 2 頭, 44 日後に 4 頭)	
⑤ " 5 ビン中 2 ビン (15 日後に 1 頭, 44 日後に 1 頭)	

(3) 2, 3 令, 常温, 個体別飼育

処 理	令	供試頭数	EPV 死 (死亡までの日数)	その他死	生 残	羽 化
経口注入	3	51	0	8	20	23
25 μ l/頭	{ 2	5	1 (142)	1	3	
人参添食	2	5	3 (27, 118, 142)	1	1	
土壤散布 (4 ml/cup)	2	2	2 (104, 104)	0	0	
Cont.	2	5	0	0	5	

接種液 精製 Spheroid 4.6×10^{-6} /ml 液, 5 月 18 日接種

(4) 2, 3 令, 23~25℃, 個体別飼育

処 理	令	供試頭数	EPV 死 (死亡までの日数)	その他死	生 残
虫体浸漬	2	25	1 (42)	6	18
人参添食	{ 2	32	2 (9, 42)	7	23
	{ 3	10	0	1	9
土壤表面	{ 2	20	0	3	17
フンム	{ 3	10	0	2	8
経口注入	{ 2	5	1 (62)	0	4
	{ 3	15	0	1	14
肛門注入	3	7	0	1	6
Cont.	3	10	0	0	10

接種液 精製 Spheroid 4.6×10^{-7} /ml 11 月 9 日接種

(5) EPV 流行地土壤による飼育, 供試虫採集地瀬戸市 22~25℃ 個体別飼育

土 壤	供試頭数	EPV 死 (死亡までの日数)	継続中
下善さつま床堆肥土	35	1 (33)	
中瀬 "	23	1 (33)	

2 *Beauveria tenella* 菌の特質

有力天敵微生物としてとり上げる *B. tenella* について、形態上、培養上の特徴も加味して菌の性質を調べた。

B. tenella (和名赤色黄きょう病菌ともいう) は、野外昆虫病原菌として最もよく知られている黄きょう病菌 (*Beauveria bassiana*) と極めて近く、形態的には *B. bassiana* の分生胞子が球形であるのに対して、*B. tenella* は楕球形をしている。*Beauveria* 属の形態的特徴を備え、分生胞子の大きさは $2.5 \sim 4.0 \times 2.3 \sim 2.7 \mu$ である。胞子の色は無色であるが菌叢上に集まっている時には白色ないし淡黄色に見える。

(1) 培養上の特性

湿度条件と菌糸の発育との関係を知るために蚕蛹煎汁寒天平板培地に直径 2 mm のコロニーを植え、温度を変えて発育状況を調べた。次に光の条件の影響を知るため、上述と同様の平板上のコロニーを 23℃ に保ち、20 W 蛍光灯を 50 cm の距離から常時照射したものと、黒布で完全に光を遮断したものについて発育を比較した。pH と菌糸の発育は、上述培地の pH を HCl と Na_2CO_3 を用いて調製し、滅菌後の pH が 4.0, 5.0, 6.0, 6.2 (無補正), 7.0, 8.0, 8.8 となる培地で発育状態をみた。湿度については、蚕蛹に菌を培養し、これを塩類を用いた湿度階 20~30%, 40~50%, 70~80%, 90~100% に保存し、発育状況をみた。

結果は次のとおりである。

(a) 温度と発育

5~25℃ の範囲では温度の高い程発育良好、0℃, 30℃ では発育が抑えられる。35℃ では全く発育しない。このうち 0℃ では発育抑制だけで生存していたが、35℃ では菌が死滅した (表-5)。

表-5 *Beauveria tenella* の温度条件と発育 (コロニーの直径/mm)

温度 (℃)	5 日後 $\bar{x} \pm SD$	10 日後 $\bar{x} \pm SD$
0	0	0
5	+	5.5 \pm 0.87
10	6.7 \pm 0.29	15.0 \pm 0
15	11.2 \pm 0.29	26.3 \pm 0.29
20	15.5 \pm 1.32	32.0 \pm 2.78
25	21.5 \pm 0.50	41.3 \pm 1.76
30	18.0 \pm 0.50	19.2 \pm 1.61
35	0	0
常温	2.8 \pm 0.58	8.0 \pm 0.50

(b) 光と発育

光をあてた方が菌糸の発育が劣り、菌叢も扁平、黄色化する。胞子形成は光をあてた方が早い。暗黒下では菌糸の発育がきわめて良好である。

(c) pH と発育

pH 4.0~8.8 の範囲では、pH が大きい程発育が良く、5.0 以下の酸性では抑制される。また培地の色が菌糸の発育とともに変わり、pH 6.0 以上ではピンクに染色され、pH が大きい程濃くなる。(表-6)

表-6 *Beauveria tenella* の培地 pH 条件と発育 (コロニーの直径/mm)

pH	5 日後 $\bar{x} \pm SD$	10 日後 $\bar{x} \pm SD$
4.0	16.0 \pm 0.82	30.3 \pm 8.64
5.0	21.3 \pm 0.87	42.0 \pm 1.35
6.0	23.6 \pm 0.63	47.1 \pm 0.48
6.2	22.3 \pm 0.29	43.1 \pm 2.67
7.0	25.3 \pm 1.04	49.6 \pm 0.75
8.0	26.5 \pm 0.82	49.3 \pm 1.50
8.8	26.4 \pm 0.63	50.0 \pm 1.69

(d) 湿度と発育

80% 以下では発育に差がみられず、全体として発育はよくなかったが、90~100% では旺盛に発育し、菌糸束の発育もきわめて盛んであった。

(2) 各種昆虫に対する病原性

わが国では害虫防除に病原微生物を利用するに当たって、養蚕業への影響を常に考慮しなければならない。そのためカイコに対する微生物の病原性は各微生物とも調べられていなければならない。*B. tenella* は幸にしてカイコに対して、黄きょう病菌 *B. bassiana* 等他の野外昆虫寄生菌に比較して病原性の低い方である。したがってこの点では利用可能な菌である。

B. tenella がどのような範囲の昆虫にどの程度の病原性を示すかについて調べた結果について以下に示す。

供試したコガネムシは、ドウガネブイブイの卵および各齢幼虫、オオスジコガネ老熟幼虫、マメコガネ老熟幼虫、ナガチャコガネ 3 齢、老熟幼虫および蛹、クロコガネ 3 齢幼虫、ビロードコガネ 3 齢幼虫等である。また鱗翅目幼虫としてヨトウおよびマツケムシを供試した。コ

メツキムシ、シオヤアブに対する病原性についても調べた。

B. tenella は、蚕蛹煎汁寒天培地で継代培養した種菌を大量培養し、分生孢子やいわゆる blastospore を得て供試した。

接種は、孢子浮遊液への浸漬、孢子の虫体表面への塗布、飼育土壌混和等によった。

結果は表-7 に示すとおりである。

(a) ドウガネブイブイに対する感染性

卵に接種しても感染する。菌が卵殻を通して侵入し感染する。ふ化幼虫に対して感染力は強い。中央致死濃度は 10^6 spores/ml 前後で、 10^7 spores/ml では高率に発病する。

幼虫が死亡するまでの期間は高濃度接種ほど短かく4~9日である。

液培養のものでは3~5日間培養物が比較的強い病原性を示した。

表-7 各種昆虫に対する病原性

A ドウガネブイブイ

(1) 卵Dippingによる接種(主として13日間培養したもの)						(2) ふ化幼虫, Dippingによる接種((1)に同じ)		
Conidia 濃度	供試数	感染死		その他死	健全	供試数	感染死	補正死亡率
		卵	ふ化後死					
10^7 /ml	10	0	4	3	3	10	7	78%
10^6	10	1	3	1	5	10	6	50
10^5	10	1	0	3	6	10	1	44
10^4	10	0	0	4	6	10	0	0
cont.	10	0	0	8	2	10	0	0

(3) 1 齢幼虫, 土壌混入(100gの土に2頭に形成されたConidiaを混入原体とする)				
混入土の倍率	供試数	感染死亡	その他の死亡	20日後までの死亡(死亡までの日数)
× 2	10	7	3	8(7,12,20,20,20,25,28)
× 4	10	4	5	6(7,7,32,67)
× 8	10	7	3	3(7,20,28,49,51,57,97)
× 16	10	4	5	4(28,57,75,97)
cont.	10	0	4	0

(4) 老熟幼虫, Dippingによる接種(4.24-5.12 18日間培養のもの)				
Conidia 濃度	供試数	感染死	その他死	羽化成虫(死亡までの日数)
10^7 /ml	10	9(3)	0	1(7,9,9,12,12,22,22,44,52)
10^6	10	4(1)	1	5(12,12,12,22)
10^5	10	2(1)	3	5(12,13)
10^4	10	3(2)	2	5(26,26,26)
cont.	10	0	4	()内は蛹化後の発病死

(5) 老熟幼虫, 平板上コロガシによる塗布(42日間培養した平板)				
供試数	5頭	感染死亡	5頭	死亡までの日数 12~22 平均17日
cont.	5頭	羽化	5頭	

B オオスジコガネ老熟幼虫

菌態・濃度	老熟幼虫10頭中			前蛹10頭中の		
	感染死(A,B,C)	その他死	羽化	感染死(A,B,C)	その他死	羽化
Blasto- ×1	9(4,7,9/9)	1	0	7(3,7,7/7)	3	0
spore ×10	7(7,7,6/7)	2	1	7(7,7,7/7)	3	0
(20日培養)×100	1(14)	3	6(1)	6(9,14,6/6)	4	0
Conidia 10^7 /ml	9(4,7,7/9)	1	0			
(52日培養)体表塗布	0	2	8(1)	9(7,9,9/9)	1	0
cont.	1	3	6(1)	0	2	8

A, B, C: 死亡までの日数 A: 死亡の始まるまでの日数, B: 死亡が最も多く起った日までの日数, C: 2W以内の死亡の全死亡に対する割合

C マメコガネ老熟幼虫

菌態・濃度	10頭中の感染死	寄生バエ	その他	羽化
Blasto- ×1	1	6	0	3
spore ×10	0	4	0	6
(35日培養)×100	1	4	0	5
Conidia 10^7 /ml	2	4	2	2
(67日培養) 10^6	1	3	2	4
10^5	0	5	3	2
cont.	0	8	0	2

D ナガチャコガネ老熟・前蛹

菌態と接種法	10頭中の感染死	その他死	羽化	(成虫感染)
Conidia 塗布(コロガシ)	0	3	7	(2)
" 土壌混入	0	0	10	(5)
Mycel(平板)土中埋め込み	1	4	5	(0)
培養蛹(127日)土中埋め込み	0	4	6	(2)
Blastospore dipping	6	1	3	(1)
" 土壌混和30ml	3	1	6	(2)
" " 50ml	0	1	9	(5)
Mycel(平板菌糸)土中埋め込み	0	0	10	(7)
(寒天とも) "	0	1	9	(6)
" (液体培地)土壌混和*	0	1	4	(0)
cont.	0	4	6	(0)

* 5頭供試

E ナガチャコガネ 3 齢

ナガチャコガネ 3 齢				
Conidia 塗布 (コロガシ) (41 日平板)				
回	感染死	その他死	羽化 (成虫感染)	
1	2	2	6	(5)
2	1	3	6	(5)
cont.	0	0	10	(1)

F その他のコガネ虫類

接種方法	クロガネ 3 齢 5 頭中			ビロードコガネ 3 齢 5 頭中		
	感染死	その他死	羽化	感染死	その他死	羽化
Conidia $85 \times 10^6 / \text{ml}$ 液 dip.	3	1	1	0	1	4(1)
(20 日培養) 平板塗布 (コロガシ)	1	1	3(1)	0	3	2(2)
平板培養 1 cm 土中混入				2	1	2(2)
Blasto- $85 \times 10^6 / \text{ml}$ 液 dip.				0	2	3
spore 塗布				0	3	2
0.5 g を 100 g 土壌へ混入				1	1	3(2)
cont.	0	1	2	0	1	4

() 内は成虫羽化後発病 (感染) 死したもの

G ヨトウガ

B. tenella による死亡率 (5.18)		
接種方法	供試虫数	感染率
平板胞子上をはい回らせる	8	12.5%
液培養物中に浸漬	8	87.5%
対 照	8	0

H コメツキムシ, シオヤアブ, Conidia $10^7 / \text{ml}$ 液 dipping

種 名	供試頭数	感染死	その他死	備 考
コメツキムシ老熟幼虫	7	1	0	
" 中型 "	1	0	0	
" 小型 "	2	0	0	
計	10	1	0	
Cont.	1	0	0	
シオヤアブ老熟幼虫	5	1	2	羽化後成虫 1 感染
" 小計 "	5	0	1	(ハエ)
計	10	1	3	
Cont.	2	0	1	(不明)

(b) オオスジコガネに対する感染性

10^7 spores/ml 液ではほぼ 100% 感染する。特に蛹に対して感染力が強かった。死亡までの期間は 4~7 日が最も多く、90% 以上が 14 日以内に死亡した。

(c) マメコガネに対する感染性

高濃度接種で感染性は強くない。

(d) その他のコガネムシ類に対する感染性

ナガチャコガネ幼虫に対しては感染力が弱い。分生胞子の高濃度接種でも感染率は低い。成虫には感染しやすい。クロコガネ幼虫にはよく感染する。ビロードコガネ幼虫に対しては感染しにくい。しかし土壌混入ではわずかの感染を認める。

(e) ヨトウガおよびマツカレハ幼虫に対する感染性

液培養を接種源とした場合、浸漬法によって強い感染力が示された。マツケムシに対しては、近縁種の *B. bassiana* が高い感染性を示し、分生胞子 $10^5 / \text{ml}$ 濃度で 90~100% の感染率であるのに対し、 $10^6 / \text{ml}$ で 40% 以下の感染率しか示さず、マツカレハに対して感染力が弱いことが判った。

(f) コメツキムシ, シオヤアブに対する病原性

コガネムシ類の天敵であるコメツキムシ, シオヤアブ等に対する病原性をみると

B. tenella はこれらに対して全く病原性がないとはいえない。高濃度の conidia 接種により発病する個体がみられる。シオヤアブは成虫も感受性である。

(3) 2, 3 の農薬による影響

実際の苗畑では各種農薬, 化学肥料等合成化学物質の影響を受けないところは無いといってよく、また従来の防除体系の中に新技術を組み込み、適用していく上にも、天敵微生物が農薬を中心とする化学物質によって受ける影響を調査しておくことは必要である。このため *B. tenella* について、2, 3 の農薬による発育阻害の程度について調べた。

供試薬剤: 殺虫剤 MEP (50%), MPP (50%), DEP (50%), ダイアジノン (40%);

殺菌剤: ダイファー (72%), ダイセン (65%),

除草剤: 塩素酸ナトリウム (95%), スルファミン酸アンモン (75%), 2,4-Dソーダ塩 (95%), グラモキソン (24%)。

以上の薬剤を、殺虫剤については 500, 1000, 2000 倍液, 殺菌剤と除草剤は 250, 500, 1000 倍液として、菌を培養した蚕蛹を処理し、その後の菌糸の発育状況をみた。

菌培養の各濃度液による処理時間は5分、30分、60分、24時間とし、所定時間後水洗してから、ろ紙を敷いたシャーレに入れ、湿度を充分保つようにした上で25℃に保存し、その2日後より3日ないし4日間菌糸の発育を観察記録した。

結果を表-8に示す。

表-8 農薬が *B. tenella* 発育に及ぼす影響

(a) 殺虫剤による影響(6日後)

濃度 時間 薬剤	500				1000				2000				cont.			
	5	30	60	24	5	30	60	24	5	30	60	24	5	30	60	24
MEP	16	12	16	1	13	14	18	7	17	20	18	10	19	20	20	18
MPP	13	13	17	5	14	15	19	7	15	20	18	10				
DEP	11	17	18	11	15	19	20	15	17	20	20	20				
ダイア	15	6	10	4	14	17	15	3	18	19	19	4				

注：数値は菌糸の発育しないもの0、旺盛な発育4、その中間を1、2、3として表示、時間は5、30、60分、24時間

(b) 除草剤および殺菌剤の影響(5日後)

濃度 時間 薬剤	250				500				1000				cont.			
	5	30	60	24	5	30	60	24	5	30	60	24	5	30	60	24
ダイファ	16	13	15	15	17	16	17	15	19	16	17	12	17	11	16	19
ダイセン	17	13	16	13	14	13	14	12	12	11	15	16				
グラモキ	12	10	6	1	17	12	6	3	18	16	15	3				
塩素酸ナトリウム	17	16	13	17	17	17	14	13	16	16	16	16				
スルファ	17	16	17	14	17	17	19	18	12	18	17	17	16	14	13	18
2,4-D	17	15	15	12	18	14	16	12	16	14	13	18				

注：上に同じ

殺虫剤では、処理時間別にはいずれの場合も5分、30分、60分の間にほとんど差がなく、24時間になると発育が阻害される傾向がみられた。濃度別ではいずれも高濃度ほど影響が大きい。前述したように60分以下ではその差は顕著でなかった。薬種ではダイアジノンの影響が大きく、次いでMEP、MPPの順となりDEPは菌の発育にほとんど影響を与えなかった。5分間浸漬した後水洗しなかったものも水洗区との差はみられなかった。

除草剤および殺菌剤は、処理時間、濃度別にはあまり差がなく、影響も少なかったが、グ

ラモキソンによって菌の発育が阻害されることが判った。殺菌剤でも濃度間の差は明らかでないが、24時間浸漬処理では多少影響を受ける傾向がみられた。

このように、農薬による菌の発育阻害が、薬種によってはほとんどみられないことが判ったが、これは本種を農薬と併用しうることを示すものと考えられる。

(4) 土壌混和した分生胞子の感染性

B. tenella 菌は分生胞子によって伝播する。土中の病死体あるいは有機質媒体等で形成された、または散布等によって導入された胞子のコガネムシ幼虫に対する感染性について調べた。

供試した菌はドウガネブイブイ病死体より分離し蚕蛹煎汁寒天培地で培養したものである。また供試虫にはオオスジコガネ1齢幼虫を用いた。

土壌混和では、50gの土壌に 10^7 この分生胞子を混和した場合は、それで飼育した幼虫の感染率は30~40%であり、発病までの期間も長く100日以上にわたるものも多かった。これに対し、オオスジコガネ老熟幼虫を発病させ、その体表面に形成された分生胞子1頭分全部を21Kgの土壌に混和させた場合は、100%の死亡率となり、50%死亡までの期間も1か月以内と短かった。この率での混和は胞子の混和率が土壌1Kg当り 2×10^8 この分生胞子量よりもはるかに多量であることが推測される。

この混和率よりもさらに高濃度になるように混和した土壌を、22℃、自然室温、野外(風雨、日光にさらされた状態、いずれも10月~11月の間)の各状態に保ち、経時的な感染性の変化を調べると、いずれの状態に置いた場合でもはじめの20日間にはほとんど活性減退がみられなかった。30日目ではやや感染率が低下しはじめ、活性の減退はその後も続いているが、50日後でもなお活性が残る。室内保存のもの40日以降の活性減退は他の条件のものよりも著しかった。野外と22℃では大きな差がみられなかった。

土壌中で50日後でもなお胞子の活性が残っていることは注目値する。土壌中で分生胞子がどのような状態で活性をとどめているかについてはさらに調査が必要である。

3 *Beauveria tenella* 菌の大量増殖法

大量増殖法は野外施用態との関連で考えなければならない。たとえば分生胞子を直接施用する場合は、分生胞子を大量に得る方法を探らなければならない。本菌の施用態は後述(4項)するように、分生胞子の場合もその1方法として試験されているが、今までのところ最も効果が安定しているのは、増殖菌を媒体とともに土壌中に混入(鋤き込み)をすることである。したがって、それに適した増殖法が必要となる。

(1) 培養法

蚕蛹煎汁液体培地 10 ml で種菌を培養 (10 日間) した。3 l 三角フラスコに乾燥蚕蛹 500 g, 水 600 ml を加え綿栓をし、これをオートクレーブで 120℃ 15 分間滅菌し、その中に前記培養液を入れ、25℃ 20 日間培養した。さらに、この菌の繁殖した蚕蛹をとり出し、増量する目的で、その 400 g を 80 kg のパーク堆肥 (日本産広葉樹) に混合し、ポリバケツ (15 l) に入れ、蒸散を防ぐため蓋をして 25℃ に保った。その結果、*B. tenella* 菌は蚕蛹を核として菌糸を堆肥内に伸長させ、15~20 日間でパーク堆肥内全体に菌糸がよく繁殖した。同様の方法で *M. anisopliae* の増殖も行なったが、この場合は菌糸の繁殖は少なく、濃緑色胞子を全面に形成した。

B. tenella の最終的な増殖法は上述した手順を標準とする。

(2) 媒体と容器

上述のようにパーク堆肥 (完熟したもの) で、*B. tenella* はよく繁殖し、これが増殖の媒体として有効であるが、パーク堆肥に代るものとして、マッシュルーム堆肥、稲わら堆肥、乾燥豚ふん、オガクズ堆肥等を用いて増殖実験を行なった。この結果次のことが判明した。

菌糸の発育は、マッシュルーム堆肥が最もよく、次いで稲わら堆肥であったが、マッシュルーム堆肥よりもはるかに劣る。牛ふんを混入したオガクズ堆肥では菌糸の繁殖はみられなかった。オガクズのみの堆肥ではパーク堆肥以上に良く繁殖する。乾燥豚ふんは未醗酵であったためか菌糸の繁殖はみられなかった。またサトウキビのしほり粕の完熟した堆肥では菌の繁殖は良い。

容器はビニール袋、フルコン袋等ポリバケツに代るものが試みられ、いずれも使用できるが、フルコン袋のような空気の通しの比較的良いものが良好であった。

(3) 岐阜営林署緑ヶ丘苗畑での大量増殖

苗畑で適用試験を実施するため、必要量の菌増量を現地で行なうことを試みた。本試験は当時同苗畑事業所主任神出技官と同所職員の協力で行なわれた。

神出氏等が設置した増殖装置は、同所堆肥舎内に、縦 1 m 横 3.8 m 深さ 0.22 m の木箱 (蓋なし) を置き、温床線を張って保温するようにしたものである。これに 420 kg のパーク堆肥を入れ、菌培養した蚕蛹約 11 kg を加えて混和し 21℃~24℃ の間の温度に保った。サーモスタットは 200 V 50 W のものを用いた。堆肥を入れるに当たっては箱の内壁にビニール (有孔) を敷いた。また上面も同じビニールで覆った。

緑ヶ丘苗畑ではこのような木箱の装置を 8 と製作し、苗の大量培養に供した。

冬期約 40 日間この状態で放置しておいた結果、菌の発育はきわめて良好で、雑菌の発育もみられず、増殖は成功した。ポリバケツでの発育結果よりも菌の発育は良好であった。ただし温床線に触れる部分は乾燥して菌の発育も他の部分と比較すると劣った。

なお同時に米ぬかを混合した部分も試験的につくり、菌の発育をみたが、途中醗酵が起こり、発熱したため、菌が発育しなかった。

4. *Beauveria tenella* 菌施用効果

(1) 緑ヶ丘苗畑における試験

B. tenella をパーク堆肥で増殖し、十分に菌の繁殖したパークを苗畑に、苗植付け前に鋤き込む方法で菌を施用した。

試験区

- A : 菌培養パーク堆肥 (以下菌パークと略称する) $2 \text{ Kg}/\text{m}^2 + \text{MPP } 5\% \text{ 粒剤 } 6 \text{ g}/\text{m}^2$
B-b : ワラ堆肥 $2 \text{ Kg}/\text{m}^2$
B-1 : 菌量少ないパーク $2 \text{ Kg}/\text{m}^2$
B-2 : 米ぬか菌パーク $2 \text{ Kg}/\text{m}^2$
B-3 : 菌パーク $4 \text{ Kg}/\text{m}^2$
C : 菌パーク $1 \text{ Kg} +$ 無菌パーク $1 \text{ Kg} + \text{MPP } 6 \text{ g}/\text{m}^2$
D : 無菌パーク $2 \text{ Kg}/\text{m}^2$
E : 菌パーク $1 \text{ Kg} +$ 無菌パーク $1 \text{ Kg}/\text{m}^2$
F : 無菌パーク $2 \text{ Kg} + \text{MPP } 6 \text{ g}/\text{m}^2$
G : 菌パーク $2 \text{ Kg}/\text{m}^2$
H : 無処理

各区 $12 \text{ m} \times 27 \text{ m}$

結果を表一 9 に示す。これは 10 月 27 日に掘り取り調査をした結果である。

ドウガネブイブイ 幼虫による被害は、7 月中旬の薬剤処理の結果防止されていることから、7、8 月の新幼虫によるものが大きいと考えられる。この頃の幼虫への菌の寄生力が今回の試験では無かったか少なかった。菌のみでは被害防止が困難であることを思わせた。

しかし菌を導入した区にのみ菌による死亡が、いずれも 50% 以上みられた。このことは菌による防除の可能性があることを示している。

表からもわかるが、枯死苗数、健全苗数、と菌の有無、採集時の幼虫密度とは相関が認め

られなかった。

一方バイジット (MPP) を入れた区は、全体に幼虫密度が少なかった。軟化病症状のものは密度の高い部分程高率である傾向であったが、病因は不明である。

表一 菌施用畑掘取り結果

採集 (調査) 時の幼虫数, $\frac{1}{2}m^2$ 平均 \pm S. E.

区	生 幼 虫	B. ten.	死 軟	計
A	0.25 \pm 0.16	0.25 \pm 0.16	0	0.50 \pm 0.19
B			B-b B-1 B-2	1.40 \pm 0.24 1.0 0, B-3 1 \pm 0.58
C	0.20 \pm 0.13	0.20 \pm 0.13	0.10	0.50 \pm 0.22
D	1.00 \pm 0.30	0	0.60 \pm 0.27	1.60 \pm 0.40
E	0.50 \pm 0.22	0.80 \pm 0.33	0.10	1.40 \pm 0.34
F	0.60 \pm 0.40	0	0.30 \pm 0.21	0.90 \pm 0.55
G	0.30 \pm 0.15	1.10 \pm 0.41	0.10	1.50 \pm 0.50
H	1.40 \pm 0.27	0	0.90 \pm 0.23	2.30 \pm 0.42
A 3 \times 3	1.33 \pm 0.88	3.00 \pm 0.58	0.33	4.67 \pm 0.88 ($\sqrt{m^2}$)
G 3 \times 3	0.67 \pm 0.33	1.67 \pm 0.67	0.33	2.67 \pm 0.33 ($\sqrt{m^2}$)

枯死苗数 $\frac{1}{2}m^2 = 30$ 株当り \pm S. E.

		根量少+枯死	根 量 多
A	2.32 \pm 0.34	9.89 \pm 1.56	1.000 \pm 1.40
B	B-b: 7.70 \pm 1.26, B-1: 1.000 \pm 2.01 B-2: 8.80 \pm 2.21, B-3: 9.50 \pm 1.22		
C	2.86 \pm 0.34	9.30 \pm 2.04	1.050 \pm 1.86
D	3.30 \pm 0.39	1.010 \pm 1.49	7.60 \pm 1.09
E	6.46 \pm 0.36	1.370 \pm 1.03	7.90 \pm 0.62
F	3.80 \pm 0.57	5.80 \pm 1.67	1.310 \pm 1.45
G	3.56 \pm 0.47	7.40 \pm 1.26	8.10 \pm 1.29
H	3.16 \pm 0.28	6.70 \pm 0.92	1.080 \pm 0.96
A 3 \times 3	2.100 \pm 0.82	—	0
G 3 \times 3	2.620 \pm 0.20	—	0

採集虫の飼育結果

	A	B	C	D	E	F	G	H
		B-b B-1 B-3 協-4						
加温	$\frac{2}{4}$ Bt	$\frac{1}{2}$ 軟	$\frac{1}{1}$ 軟	$\frac{1}{1}$ 軟	0	$\frac{1}{2}$ Bt	$\frac{1}{3}$ 軟	$\frac{1}{3}$ Bt
~1211								0
常温	$\frac{1}{3}$ Bt	0	$\frac{1}{1}$ 軟	$\frac{1}{1}$ Bt	$\frac{1}{1}$ 軟	$\frac{1}{1}$ 軟	0	$\frac{1}{3}$ 軟
								$\frac{2}{3}$ Bt
								$\frac{1}{3}$ 軟
								$\frac{3}{4}$ 軟

注 A 3 \times 3, G 3 \times 3 は夏期 (7.19) ダイアジノン, EDB 処理を行なわなかった部分, 他は全面的に処理。

(2) 松本営林署塩尻苗畑における試験

試験区

A: 蚕蛹培養した B. tenella をポリバケツを用いてパーク堆肥に培養したもの 160 Kg をトラクターで 50 m^2 に鋤き込む。

B: パークで増殖した B. tenella 208 Kg を 100 m^2 にトラクターで鋤き込む。

C: 対照区, 菌を施用しないだけで他の施業は各区と共通。

D: 蚕蛹培養菌約 4 Kg を約 40 m^2 に, ヒノキ 2 年生床にすじ状に施用。単用。

E: 蚕蛹培養菌 1.3 Kg, クローバの畦畔に 1 列に溝を掘り, ここに施用, 単用。

F: B. tenella 及び Metarrhizium anisopliae を大豆, 蚕蛹に培養し, これをヒノキ植穴に 4~5 こづつ入れる。

G: 深さ 10 cm の位置に M. anisopliae 蚕蛹培養菌をサンドウィッチ状に植穴へ施用。

H: 同上のように B. tenella の大豆培養菌を植穴へサンドウィッチ状に施用。

I: G 区と同じ。

J: 無処理, 対照区。

K: B. tenella 蚕蛹培養 5.5 Kg 20 m \times 3 列 = 60 m に列条施用

" 大豆 " 5.4 "

M. anisopliae 蚕蛹培養 5.3 "

" 大豆 5.0 "

各区のうち A, B, C は夫々 5 m \times 10 m, 5 m \times 10 m, 10 m \times 10 m の大きさ, F 区は 1 m \times 10 m の小区が 12 区すなわち F-1~F-12 まで, G 区 1 m \times 3 m, H 区 1 m \times 2 m, I 区 1 m \times 3 m, J 区 1 m \times 3 m, このうち F-1, 6, 11 は F 区の対照区である。

試験区設定時の根切虫掘取り調査結果は次のとおりであった。

調査区 0.5 m \times 1.0 m 深さ 50 cm まで

区数 15

採集根切虫数 生存虫 661 頭 平均 44 頭/区

死亡虫 4 頭

(M. anisopliae 菌分離)

平均 1 m^2 当り 88 頭であったが, 実際には分布は集中的であり, 0 頭~346 頭までの範囲であった。根切虫以外の昆虫として, ヤガ幼虫, ヨトウ, ゴミムシ, ハネカクシ, テント

ウ、それにヤスデもみられた。

表-10 幼虫密度調査結果(塩尻苗畑)

		(アカビロードコガネ数 平均頭/0.5m ²)			
		調査月日			
区	虫 態	52. 3.29	52. 6.30	52.10.26	53.11.16
A	幼 虫	1.0		1.0	5.7
	計	1.0		1.0	5.7
B	成 虫	0	0.7	0	0
	幼 虫	4.0	0	2.0	8.8
	計	4.0	0.7	2.0	8.8
C	成 虫	0	1.0	0	0
	幼 虫	7.0	1.0(蛹)	0	7.3
	計	7.0	2.0	0	7.3
D	成 虫	—	1.0	0	—
	幼 虫	—	0.8(蛹)	3.3	—
	計	—	1.8	3.3	—
D' (Dのcont.)	成 虫	—	2.0	0	—
	幼 虫	—	1.8(蛹)	8.0	—
	計	—	3.8	8.0	—
K1.2(Bt蚕蛹)	幼 虫	0	0	1.5	6.0
	計	0	0	1.5	6.0
5.6(Bt大豆)	幼 虫	0	0	0	6.0
	計	0	0	0	6.0
3.4(Ma大豆)	幼 虫	0	0	0.5	20.0
	計	0	0	0.5	20.0
7.8(Ma蚕蛹)	幼 虫	0	0	1.0	9.0
	計	0	0	1.0	9.0
9.10(cont.)	幼 虫	0	0	2.5	18.5
	計	0	0	2.5	18.5
F(Bt大豆)	成 虫	—	23.0±5.0		
	蛹	—	14.0±2.7		
	幼 虫	—	2.0±0.6	5.7±0.8	19.3±3.2
	計	—	39.0		
(Ma大豆)	成 虫	—	10.0±1.9		
	蛹	—	5.0±2.1		
	幼 虫	—	0.5±0.2	7.0±3.5	15.0±3.5
	計	—	15.5		
(Ma蚕蛹)	成 虫	—	10.5±2.6		
	蛹	—	4.5±2.0		
	幼 虫	—	1.7±0.6	9.7±4.8	14.7±3.3
	計	—	16.7		
(cont.)	成 虫	—	23.8±6.8		
	蛹	—	14.5±4.7		
	幼 虫	—	4.1±2.3	5.3±1.7	25.0±4.0
	計	—	42.4		

(3) 林試構内苗畑における試験

Beauveria tenella 菌の供試形態別の効果をみるため、林試構内で施用試験を行なった。

供試形態

A:大豆に培養したもの。

B:蚕蛹 "

C:Aをバーク堆肥で増殖したもの。

D:B "

E:Aを粉末にし、セラチンカプセルに詰めたもの。

F:B "

G:Aを乾燥せず練り団子にしたもの。

H:Aの粉末

I:B "

これらを1m×1mの床に施用し、ドウガネブイブイ1齢幼虫を各20頭放飼して、秋までの幼虫残存率を調べた。各1m²区はハッポースチロール枠を埋めて仕切った。また各処理は3繰返して、A、Bは施用量の異なる2処理区をそれぞれ設けた。

結果は表-11のとおりである。

これらの結果を総合すると、大豆に培養したものよりも、蚕蛹に培養したものの方が、全体として好結果がみられる。またBすなわち蚕蛹に培養したものを大量に施用した区とIすなわち蚕蛹に培養してからこれを粉末にしたものを施用した区とが総合的に最も有効であったが、I区のような粉末状のものが有効であることが確認されれば、本菌を実用的に施用する場合の剤形の開発に有益なヒントとなると考えられる。

表-11 施用態別施用試験結果

処理区	ドウガネ数 (3令老熟)	ヒメコガネ数	ヒメ× $\frac{1}{3}$ +ドウガ ネ数	掘り取り後の死亡 数(P.t.による もののみ)	60本中 の被害激 苗数
A	7, 1, 5 = 13	8, 5, 5 = 18	19	4, 1, 5 = 10	56
A	1, 2, 6 = 9	9, 14, 13 = 36	21	3, 7, 6 = 16	54
B	2, 0, 1 = 3	23, 13, 4 = 40	16	10, 10, 5 = 25	17
B	3, 1, 0 = 4	5, 7, 6 = 18	10	3, 5, 5 = 13	16
C	3, 6, 5 = 14	35, 25, 6 = 66	47	12, 5, 1 = 18	21
D	1, 8, 5 = 14	20, 72, 4 = 51	31	7, 4, 9 = 20	45
E	2, 2, 3 = 7	0, 1, 4 = 5	9	0, 2, 0 = 2	30
F	5, 8, 6 = 19	4, 8, 4 = 16	24	0, 0, 1 = 1	30
G	0, 0, 0 = 0	4, 26, 16 = 48	14	0, 0, 0 = 0	31
H	2, 1, 4 = 7	7, 31, 9 = 29	17	0, 2, 5 = 7	41
I	4, 3, 1 = 8	0, 9, 6 = 15	13	2, 10, 6 = 18	18
cont.1	2, 4, 5 = 11	2, 0, 2, 0 = 22	18	1, 0, 1 = 2	50
2	1, 2, 1 = 4	13, 72, 6 = 46	19	0, 0, 0 = 0	16
3	4, 2, 4 = 10	3, 15, 21 = 30	20	0, 7, 9 = 16	59
4	2, 3, 4 = 9	2, 4, 9 = 18	15	0, 0, 1 = 1	5

5 *Beauveria tenella* 以外の微生物の利用(1) *Metarrhizium anisopliae* の利用

黒きろう病菌 *M. anisopliae* は, *B. tenella* の各種試験中にも同時に供試されてきており, *B. tenella* と同様に利用できることは, 上述のとおりである。さらに, *B. tenella* の感染性が弱い根切虫に対して強い感染力をもつ場合がある。塩尻苗畑の場合のようにピロードコガネ類の優占する地域では *B. tenella* の効果は低いことが多い。そのため本菌の利用を併行することによってピロードコガネ防除の効果を上げることについて検討をした。

M. anisopliae の分生孢子または液体培養物の濃度段階液を調製し, 幼虫の浸漬法によって接種をした。結果は表-12 に示した。

これによるとピロードコガネは *M. anisopliae* に対してきわめて感受性であり, 特に本菌の分生孢子の感染力が強いようであった。死亡までの日数も11日前後が多く, 3週間以

内に全部死亡した。

表-12 *M. anisopliae* のピロードコガネに対する病原性

ピロードコガネ3令, 個体別飼育

菌 態	濃 度	10頭中 の感染死	その他死	(死亡までの日数)
Conidia	10^7 / ml	9 (8)	0	(11-11)
	10^6	5 (5)	0	(7-17)
	10^5	3 (1)	2	(14-)
	10^4	1 (1)	1	(17-)
Conidia	10^7	7 (5)	1	(11-11)
+ ママレモン	10^6	5 (3)	0	(11-11)
	10^5	4 (2)	3	(11-)
	10^4	3 (0)	2	(38-)
Conidia	塗 布 (コロガシ)	10 (8)	0	(11-11)
Blastospore	× 1	2 (1)	0	(11-)
	× 10	5 (3)	1	(7-)
	× 10 ²	1	1	(38-)
Cont. 無 接 種		0	0	
// ママレモン液		2	3	

日数は死亡が始まるまでの期間と最も多く死亡が起った日までの期間を示す。

() 内は22日以内の死亡

これらのことから, 根切虫の種構成によっては *B. tenella* と *M. anisopliae* は併用するのが有効である場合が推察される。

(2) ウイルスの病原性

ドウガネブイブイ大発生地域の静岡県浜北地方の個体群に流行した Entomopoxvirus 病を人為的に流行せしめるための基礎調査として室内において伝染性の実験を行なった。ドウガネブイブイの EPV (EPV-Ac) のほか, オオスジコガネ幼虫からもボックス様ウイルスが検索された。このウイルス (Mc-Virus) も同時に供試し, 伝染力を調べた。

表-13 に結果を示す。

これらの表から, 両ウイルスともドウガネブイブイやオオスジコガネに対して高い病原性

を示し、病死体の1000倍液を土壌に散布混和すると高い死亡率が得られることが判明した。

この利用も大量増殖に困難がある点を除けば効果の面からみれば有効である。

表-13 ウイルスの病原性

(1) ドウガネブイブイに対するEPV-Acの病原性

	供 試 虫					
	卵			1 令 幼 虫		
	供 試 数	病 死 数	その他の死	供 試 数	病 死 数	その他の死
接種液濃度 0	25	1	6	25	0	3
10 ⁻⁵	25	7	3	25	6	2
10 ⁻⁴	25	19	2	25	17	1
10 ⁻³	25	25	0	25	25	0
10 ⁻²	25	25	0	25	25	0

(2) ドウガネブイブイに対するMc-Virusの病原性

	供 試 虫					
	卵			1 令 幼 虫		
	供 試 数	病 死 数	その他の死	供 試 数	病 死 数	その他の死
接種液濃度 0	25	0	3	25	0	3
10 ⁻⁵	25	6	2	25	3	0
10 ⁻⁴	25	10	1	25	5	1
10 ⁻³	25	14	1	25	19	0
10 ⁻²	25	24	0	25	25	0

(3) ヒメコガネに対するEPV-AcおよびMc-Virusの病原性

	EPV-Ac 接種			Mc-Virus 接種		
	供試数(卵を供試)	病 死 数	その他の死	供試数(1令供試)	病 死 数	その他の死
接種液濃度 0	25	0	4	25	0	8
10 ⁻⁵	25	0	4	25	0	9
10 ⁻⁴	25	1	0	25	1	8
10 ⁻³	25	0	0	25	1	9
10 ⁻²	25	1	2	25	5	11

(4) オオスジコガネに対するMc-Virusの病原性

	供 試 虫					
	卵			1 令 幼 虫		
	供 試 数	病 死 数	その他の死	供 試 数	病 死 数	その他の死
接種液濃度 0	25	0	14	25	0	9
10 ⁻⁵	25	2	9	25	0	8
10 ⁻⁴	25	1	10	25	3	9
10 ⁻³	25	5	5	25	8	5
10 ⁻²	25	12	4	25	14	4

(3) *Bacillus popilliae* (乳化病菌)の伝染性

乳化病菌は既に米国ではマメコガネの防除剤として開発、実用化されているものであるが、本研究開始以前にシロスジコガネから本病原が検索されたので、これのマメコガネ等への病原性について調べた。

シロスジコガネ病死体より採取した*B. popilliae* 菌(細菌:大桿菌の1種)をスライドグラスに塗布し、3年5か月冷蔵保存しておいたものを殺菌水で再浮遊させ、供試虫に注入または添食接種した。

表-14に結果を示す。

シロスジコガネで増殖された*B. popilliae* の1種がマメコガネの幼虫に病原性を示し、経口的に伝染する菌であることが判った。マメコガネに対しては若齢の方により強い病原性を示すかもしれない。コフキコガネ幼虫も注入すれば感染することが判明した。

表-14 乳化病菌の感染性

(1) マメコガネ(終令)幼虫・注射

供試数	死 亡 要 因	死 亡 数	死 亡 率
28頭	<i>B. popilliae</i>	2頭	7.1%
	クチナガハリバエ寄生	11	39.3
	Bacteria	4	14.3
	ダニ寄生	1	3.6
	線虫寄生	5	17.9
	不明死	2	7.1
	羽 化	3	10.7
			<u>100</u>

(2) マメコガネ(2令)幼虫・添食

供試数	死 亡 要 因	死 亡 数	死 亡 率
10頭	<i>B. popilliae</i>	6頭	60%
	Bacteria	2	20
	不明死	1	10
	羽 化	1	10

(3) コフキコガネ(終令)幼虫・注射

供試数	死 亡 要 因	死 亡 数
2頭	<i>B. popilliae</i>	1頭
	羽 化	1

IV まとめ

苗畑における根切虫被害防除のための生物農薬の開発研究に当たって、先づコガネムシ類の天敵微生物が検索された。糸状菌(カビ類)、細菌類、ウイルス等広範囲にわたる多くの天敵微生物が検索されたが、有力微生物として糸状菌 *Beauveria tenella* 及び *Metarrhizium anisopliae* が、感染実験や観察の結果、とり上げられた。このうち、*B. tenella* は最有力であり、これについて、種々の面から調査、試験が行なわれた。

B. tenella は蚕蛹煎汁や Sabouraud 寒天等普通の培地で簡単に培養できる。温度は 25℃ 前後も最適であり pH はアルカリ側がより良い、光は菌糸の発育を阻害するが、胞子の形成を促進する。湿度は高い程発育が良い。

ドウガネブイブイ、オオスジコガネ、クロコガネ等に対しては病原性が強く示されるが、ナガチャコガネ、ヒメコガネ、マメコガネ等には病原性が弱い。これらの幼虫は *B. tenella* よりもむしろ *M. anisopliae* により感受性である。したがって、実用に当たっては根切虫の種構成を調べた上で、菌の選択を行えば良い。

B. tenella は、MEP、DEP、MPP、等の殺虫剤と併用できるが、ダイアジノンでは多少発育阻害が認められた。殺菌剤、除草剤等も 24 時間処理では *B. tenella* の発育を阻害するが、これらの実用上の影響については未調査である。ただし除草剤の中には強い発育阻害をもたらすものがある。

土中に *B. tenella* の胞子を入れると、約 30 日後から活性の減退がはじまるが、50 日後でも活性が残る。伝播、感染が分生胞子によって行なわれるので、土中での分生胞子の活力の接続が比較的長いことは、利用に当たって有利である。

B. tenella の施用実験の結果、本菌をバーク堆肥に増量増殖させて、これを苗床に鋤き込むことによって、根切虫の被害防止ができることがわかった。このため、バーク堆肥を用いて菌を培養する方法が考案された。すなわち、種菌を先ず蚕蛹に培養し、ついでその蚕蛹を完熟したバーク堆肥に混和し(重量比 5% 位が最も有効) 約 25℃ で 2、3 週間以上保つと、堆肥に菌糸が充分に繁殖し、施用できるようになる。バーク堆肥の外、トウキビカス堆肥、ワラ堆肥、マッシュルーム堆肥等も利用できるが、いずれにしても十分に熟したものをを用いないと増殖途中で酸酵、発熱して菌が繁殖しなくなる。

増殖はポリバケツ、ビニール袋、等を用いても良く、また大量には温床式に行なっても良い。

この方法は *B. tenella* のみでなく、*M. anisopliae* にも適用できる。

バーク堆肥を用いる方法は有効であるが、施用時期や方法が限られてしまうので、できれば施

用し易い剤態に加工することが望ましい。そのため、蚕蛹を中心としたもの、大豆を中心としたもの、それに他の媒体を用いるもの等を、粒状、粉末状、固形体等に加工・製剤し、その効果を検討したが、剤態と効果との間に一定の関係がみ出せない。この点は残された大きな問題点の一つである。

病原性、あるいは伝染力という点からは、Virus 類が最も有力である。しかし、この実用のためには、ウイルスの大量増殖の困難性が克服されなければならない。若し大量増殖が容易にできるようになれば、最も有力な微生物となると思われる。また *Bacillus* sp. の利用も更に検討される可きであろう。この *Bacillus* は時に流行病となって、すなわち強い伝播力と起病力をもって、根切虫(宿主) 個体群の密度抑制に大きな役割を果たすであろうからである。

V 関連業績

1. 青木襄児, 片桐一正, 串田 保: コガネムシに寄生する 3 種糸状菌, 応動昆, 19, 17~22, 1975.
2. 串田 保, 片桐一正, 藤下章男: 糸状菌による苗畑コガネムシの防除 I. 日林講 85, 214~215, 1974.
3. 藤下章男, 串田 保, 片桐一正: 糸状菌による苗畑コガネムシの防除 II. 日林講 85, 215~217, 1974.
4. 片桐一正: 糸状菌によるコガネムシの防除 今月の農薬 6 月, 86~89, 1975.
5. 串田 保, 久保園正昭: コガネむし幼虫の防除に利用する *Beauveria tenella* 菌について. 森林防疫 24, 93~96, 1975.
6. 藤下章男, 串田 保, 片桐一正: 糸状菌による苗畑コガネムシの防除 III. — 土壌全面混和による実用化試験 —. 日林講 86, 374~375, 1975.
7. 串田 保, 片桐一正, 青木襄児: コガネムシから分離された *Beauveria tenella* 菌, 日林講 86, 372~373, 1975.
8. 青木襄児, 柳瀬久良子, 串田 保: 黄きょう病症状を現わす数種昆虫病原糸状菌の蚕に対する病原性とその和名. 日蚕雑 44, 365~370, 1975.
9. 藤下章男, 串田 保: 糸状菌による土壌害虫の防除試験(1). *Beauveria tenella* 菌のドウガネブイブイ幼虫に対する野外施用効果, 静岡林試研報(8), 1~13, 1976.
10. 片桐一正, 串田 保, 春日三平, 大庭道夫: ドウガネブイブイの昆虫ボックスウイルス病, 応動昆 19, 243~252, 1975.

11. 串田 保, 片桐一正: 糸状菌 *Beauveria tenella* のコガネムシに対する感染性. 日林論 88, 325~327, 1977.
12. 串田 保, 片桐一正, 福泉ヤス: 土壌混和した *Beauveria tenella* 菌胞子の感染性. 日林論 89, 303~304, 1978.
13. 片桐一正, 岩田善三: 近年における森林害虫の天敵微生物に関する試験研究 I. 森林防疫 27, 60~64, 1978.
14. 片桐一正, 岩田善三: 近年における森林害虫の天敵微生物に関する試験研究 II. 森林防疫 27, 72~75, 1978.
15. 天敵微生物研究室業試資料 1975~1978年度.

治山ダムクラックの特性解析 と破壊防止技術の確立

治山ダムクラックの特性解析と破壊防止技術の確立

I 試験担当者

九州支場防災研究室長

陶 山 正 憲

" 室員

竹 下 幸, 真 島 征 夫

防災部治山第三研究室

竹 内 美 次

大阪営林局コンクリート試験室

II 試験の目的

公共性の高い治山ダムの各種機能を強度上より安全に発揮させるため、クラック（き裂、ひび割れ）の発生または拡大が危惧される各種治山ダムの実態を把握し、治山ダムクラックならびに治山ダム材としてのコンクリートクラックの特性を構造・材料力学の両面から解析し、クラックによる治山ダムの危険度判定とコンクリートの破壊機構を明らかにする。これによって、治山ダムの安全設計と事故診断技術の確立のための基礎資料を得る。

III 試験の経過とその概要

本試験は昭和51年度から53年度まで3年間実施されたものであり、次の二つの研究項目からなる。研究項目別の試験概要と年次経過は次のとおりである。

1. 治山ダムにおけるクラック挙動の実態と特性解析（現地試験）

治山ダムに発生するクラックの実態を把握するため、熊本営林局管内（昭和51年度～52年度）、高知営林局管内（昭和51年度～52年度）、大阪営林局管（昭和51年度）、青森営林局管内（昭和51年度）、愛知県豊田事務所管内（昭和51年度）において実態調査を行い、治山ダムにおけるクラックの発生位置、クラックの進行方向、クラックの寸法（幅、長さ）と規模（奥行き）などの特徴を整理分類し、クラックの形態と発生要因について検討を行った。

次に、治山ダムに発生したクラックがいかなる挙動を示すかについて具体的に究明するため、実態調査の結果を勘案して、熊本・高知の両営林局管内におけるクラック発生ダムから治山ダム6基を選定し、昭和52～53年度までクラックと伸縮継目の開口変位量を実測し、治山ダムダムクラックの挙動特性を明らかにした。

2. コンクリートにおけるクラックの発生機構と破壊現象の解明（室内実験）

治山ダム材としてのコンクリートのクラック発生機構と破壊機構、クラック発生によるコンクリートの強度低下現象、クラック入りコンクリートの最適基準強度の評価法、クラックの発生要因を除去するためのコンクリートの配合・打設・養生条件など、コンクリートとクラックの問題に関する基礎的検討を行うため、林業試験場防災部（昭和51年度）、林業試験場九州支場（昭和52年度～53年度）および大阪営林局コンクリート試験室（昭和52年度～53年度）で、各種コンクリートの破壊靱性試験を実施した。本試験の方法と得られた成果等については、研究項目別にⅣ、Ⅴ章にそれぞれ取りまとめた。

Ⅳ 治山ダムにおけるクラック挙動の実態と特性解析

1. 研究の背景と目的

近時、セメントコンクリートの著しい品質向上と、いわゆる“生コン”の普及にともなって、治山ダムの堤体材料にも良質のコンクリートが容易に使用されるようになってきたが、その反面皮肉にも、コンクリートダムに発生するクラック（き裂、ひび割れ）の問題が各方面で憂慮されるようになった。治山ダムに発生するクラックは、貫通クラック～表面クラック、垂直方向クラック～水平方向クラックなど多種多様で、その発生・進行・伝播・停止などの原因が、ダムに働く内力あるいは外力、ダムの形状、材質、施工法などのいずれに起因するのかいまだ明らかにされていないが、いずれにしても公共性の高い治山ダムの安全設計と事故診断上、早急に解決すべき問題である。このような現状を打開するため、治山ダムに発生するクラックの実態を調査し、その結果を勘案してクラックの挙動を現地で測定した。

本章では、上記実態調査と挙動測定結果のまとめとして、まず治山ダムクラックの実態とその特徴について検討し、次に治山ダムクラックのモデル化とその解析を行い、最後に現実の治山ダムクラックと伸縮継目（EOJ）の開口変位量の変化について若干の破壊力学的考察を加える。

2. 治山ダムクラックの実態とその特徴

(1) 調査方法

治山ダムに発生するクラックの実態を把握するため、熊本・高知・大阪・青森の各営林局管内ならびに愛知県下において、クラックの発生が認められた表-1の治山ダム33基について現地調査を実施した。この中には、クラックがダム本体以外の水叩部等に発生している治山ダムも含まれているので、ここではこれを除外して図1～25の25基の治山ダムを対

象にして、

1) クラックの発生位置

2) クラックの規模

3) クラックの発生方向

4) クラックの形態

などを調査・実測した。

(2) 治山ダムクラックの発生位置

治山ダムの堤体にクラックが発生している25例について、ダムの形状とクラックの発生位置（2次元的位置）を示すと図-1～25のようになる。これらの治山ダムクラックは、ダムの材質とともにその発生位置に特徴的傾向がうかがわれるので、ここではまず、治山ダムに発生するクラックを、その発生位置とダムの材質により次の6つのタイプに分類し、それぞれの特徴について検討を加える。

A：水抜孔から発生するクラック

これは治山ダムの水抜孔から発生するクラックで、このタイプの典型的な例はダム18、20、30で、このほかにダム2、4、5、9、15、16、19にもこのタイプのクラックが認められる。この場合、水抜孔の形状はダム4、5、16、30が短形で、他の6基は円形水抜孔である。発生したクラックの進行方向は、ダム2の場合のみ水平方向に伸びているが、他は全て垂直方向に伸びている。

B：各種の継目から発生するクラック

これは治山ダムの打継目、伸縮継目、縁切り部などから発生するクラックで、このタイプの典型的な例はダム4、19で、そのほかにダム3、5、8、16、21にもこのタイプのクラックが認められる。なおダム8は練積ダム、ダム16は玉石コンクリートダムである。

C：ダム形状の変換点から発生するクラック

これは治山ダムの構造上、形状が急変する袖の立ち上り部などから発生するクラックで、このタイプの例はダム7～13、17の計8基に認められるが、特にダム7、12のクラックはこのタイプの典型的な例である。なお、ダム9、13以外は玉石コンクリートダムないし練積ダムであることに注目したい。

D：天端から発生するクラック

これは治山ダムの水通し天端や袖天端から発生するクラックで、このタイプの例はダム

表-1 クラックの発生が認められた治山ダムとその諸元

ダム 番号	ダム名	ダム 材 料	ダ ム 諸 元		
			ダム長 (m)	ダム高 (m)	体 積 (m ³)
1	桜島長谷川1号谷止	純 コ ン	70.4	7.0	1,504.3
2	桜島中津野川1号谷止	純 コ ン	29.5	6.0	501.2
3	桜島横石沢1号谷止	純 コ ン	43.5	7.0	807.8
4	眉山4溪10号谷止	純 コ ン	109.0	6.0	1,932.3
5	宇美山4号谷止	純 コ ン	47.0	5.0	300.8
6	柳井谷1号谷止	玉 コ ン	43.0	10.0	1,381.3
7	柳井谷2号谷止	玉 コ ン	53.2	7.5	1,168.3
8	柳井谷5号谷止	練 積	34.0	10.0	1,230.7
9	松邦川1号床固	純 コ ン	62.0	5.0	667.7
10	檜尾谷6号床固	玉 コ ン	44.5	7.0	883.8
11	檜尾谷13号床固	玉 コ ン	35.5	5.0	443.8
12	祖谷川平谷2号床固	玉 コ ン	57.0	9.5	1,467.0
13	祖谷川平谷3号床固	純 コ ン	54.0	8.0	1,563.0
14	祖谷川平谷7号床固	純 コ ン	61.4	6.0	1,693.3
15	祖谷川平谷9号床固	純 コ ン*	74.5	5.0	1,680.6
16	仏通寺山1号堰堤	玉 コ ン	52.0	10.0	1,719.2
17	三ッ目内川床固	玉 コ ン	59.0	4.0	245.5
18	島田川2号床固	純 コ ン	34.0	3.0	
19	飛金沢堰堤	純 コ ン	49.0	10.5	1,082.7
20	食場沢堰堤	純 コ ン	26.0	4.0	
21	秋山沢堰堤	純 コ ン	48.0	6.0	
22	本内川堰堤	純 コ ン	36.0	5.0	
23	大森沢堰堤	純 コ ン	58.5	9.5	408.0
24	ミチノ沢堰堤	純 コ ン	41.0	7.0	
25	勘七沢堰堤	純 コ ン	33.5	6.0	
26	寒湯沢1号堰堤	純 コ ン	34.5	6.0	
27	寒湯沢2号堰堤	純 コ ン	44.5	6.0	636.0
28	寒湯沢3号堰堤	純 コ ン	43.0	5.0	528.2
29	筒砂子沢堰堤	大砂利コン	59.0	4.5	578.6
30	西広瀬谷止	純 コ ン	17.5	3.0	76.2
31	大坂1号谷止	純 コ ン	23.0	5.5	202.5
32	大坂2号谷止	純 コ ン	36.0	7.4	606.8
33	大坂床固	純 コ ン	34.0	4.0	208.6

水 抜 孔		伸 縮 継 目 (本数)	施 工 年 度	所 轄	
寸 法 (m)	個 数			営林局名 (県 名)	営林 署 名 (事務所名)
0.3 φ	5	3	1 9 7 6	熊 本	鹿 児 島
0.3 φ	5	0	1 9 7 6		
0.3 φ	5	3	1 9 7 6		
0.5 × 0.5	2	5	1 9 7 5		
0.5 × 0.5	2	1	1 9 7 5		
0.7 × 0.5	3	0	1 9 6 1	高 知	大 桧
0.6 × 0.4	5	0	1 9 5 8		
0.5 × 0.4	6	0	1 9 5 7		
0.5 × 0.5	5	0	1 9 5 7		
0.5 2 φ	7	2	1 9 7 5		
0.7 × 0.5	2	0	1 9 6 0		
0.7 × 0.4	3	0	1 9 6 8		
0.6 φ	3	0	1 9 6 8		
0.8 φ	1	縁 切	1 9 6 4		
0.8 φ	1	縁 切	1 9 6 3		
0.5 2 φ	5	2	1 9 7 7		
0.5 2 φ	5	2	1 9 7 6		
0.5 × 0.5	3	0	1 9 6 2		
0.5 × 0.5	3	0			
0.5 φ	2	0	1 9 7 1		三 本 木 簾 ケ 沢 白 石 川 尻 川
0.4 φ	2	0	1 9 7 4		
0.4 φ	3	0	1 9 7 4		
0.4 φ	4	1	1 9 7 4		
0.5 φ	4	1	1 9 7 4		
0.5 φ	5	1	1 9 7 4		
			1 9 7 5		
0.4 φ	2	1	1 9 7 6		
0.4 φ	2	1	1 9 7 5		
—	0	0	1 9 7 2		
0.4 φ	2	1	1 9 7 4		
0.5 φ	2	1	1 9 7 5		
0.4 × 0.4	5	1	1 9 6 3		
0.5 × 0.5	1	0	1 9 7 5	(愛 知)	(豊 田)
0.4 × 0.4	1	0	1 9 7 3		
0.4 × 0.4	1	1	1 9 7 3		
—	0	1	1 9 7 3		

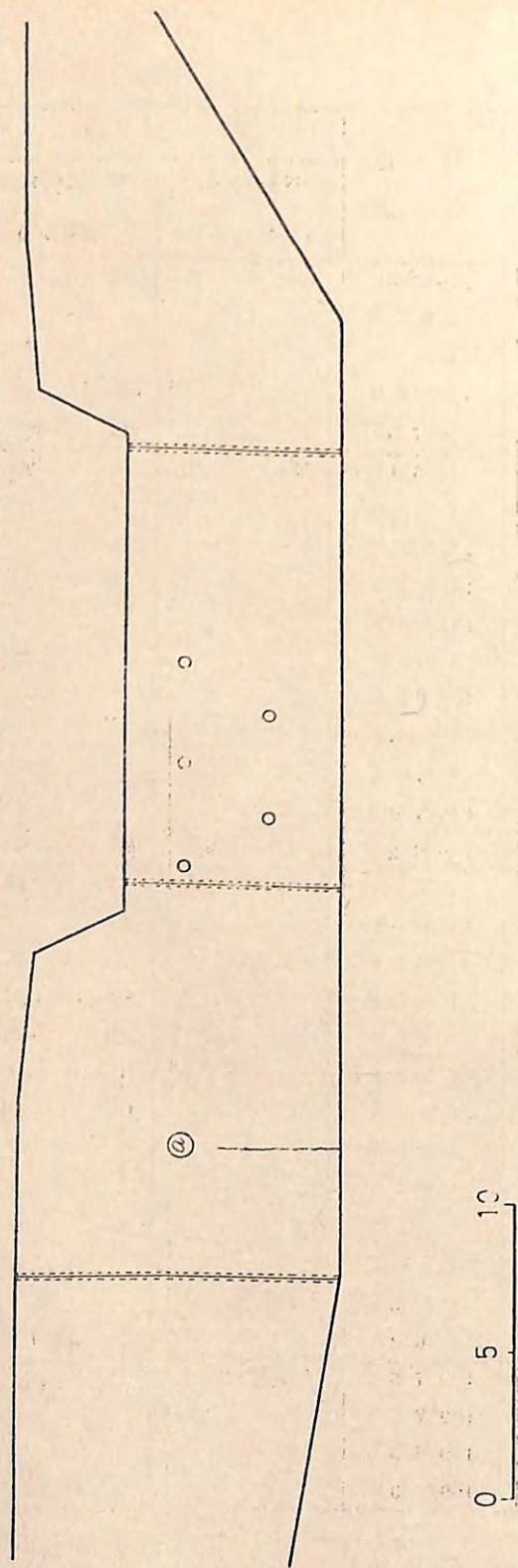


図-1 桜島長谷川1号谷止(1)の形状とクラック発生位置

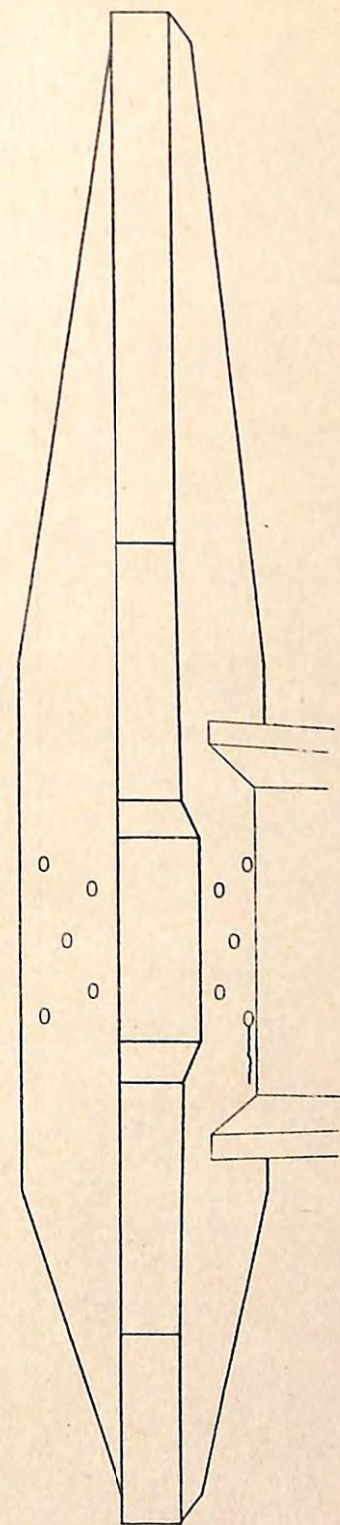
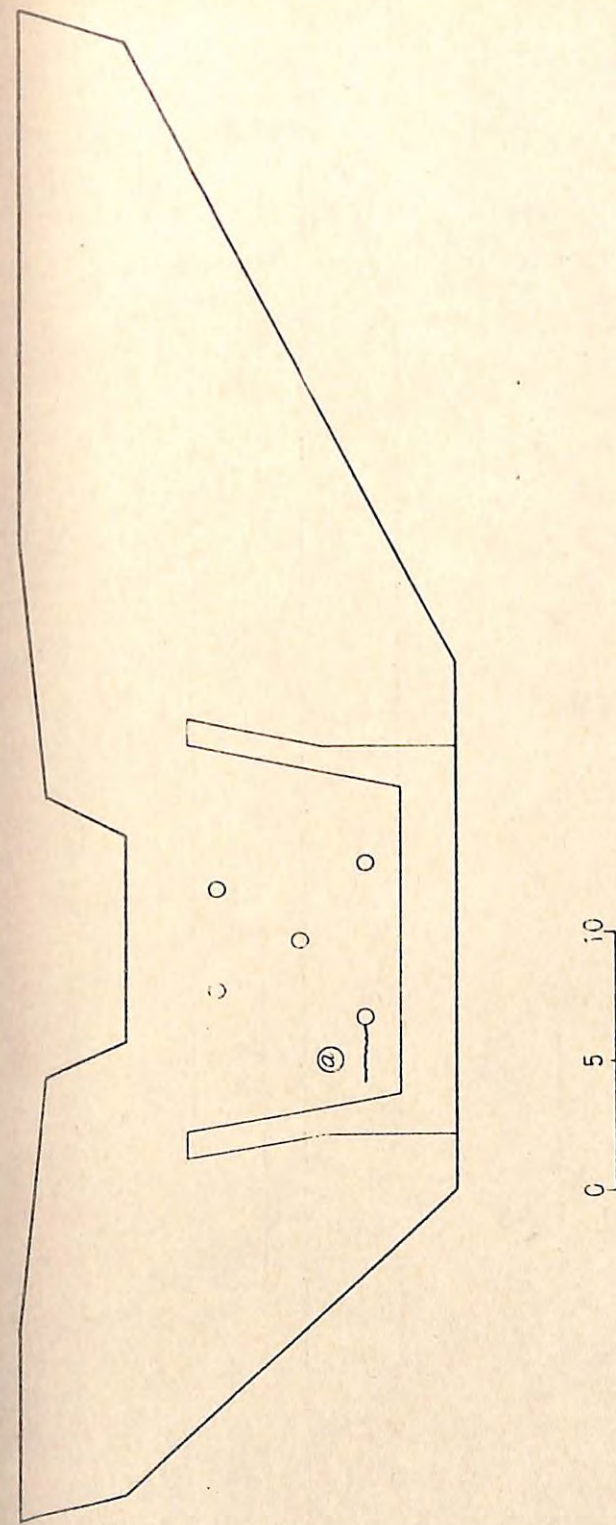


図-2 桜島中津野川1号谷止(2)の形状とクラック発生位置

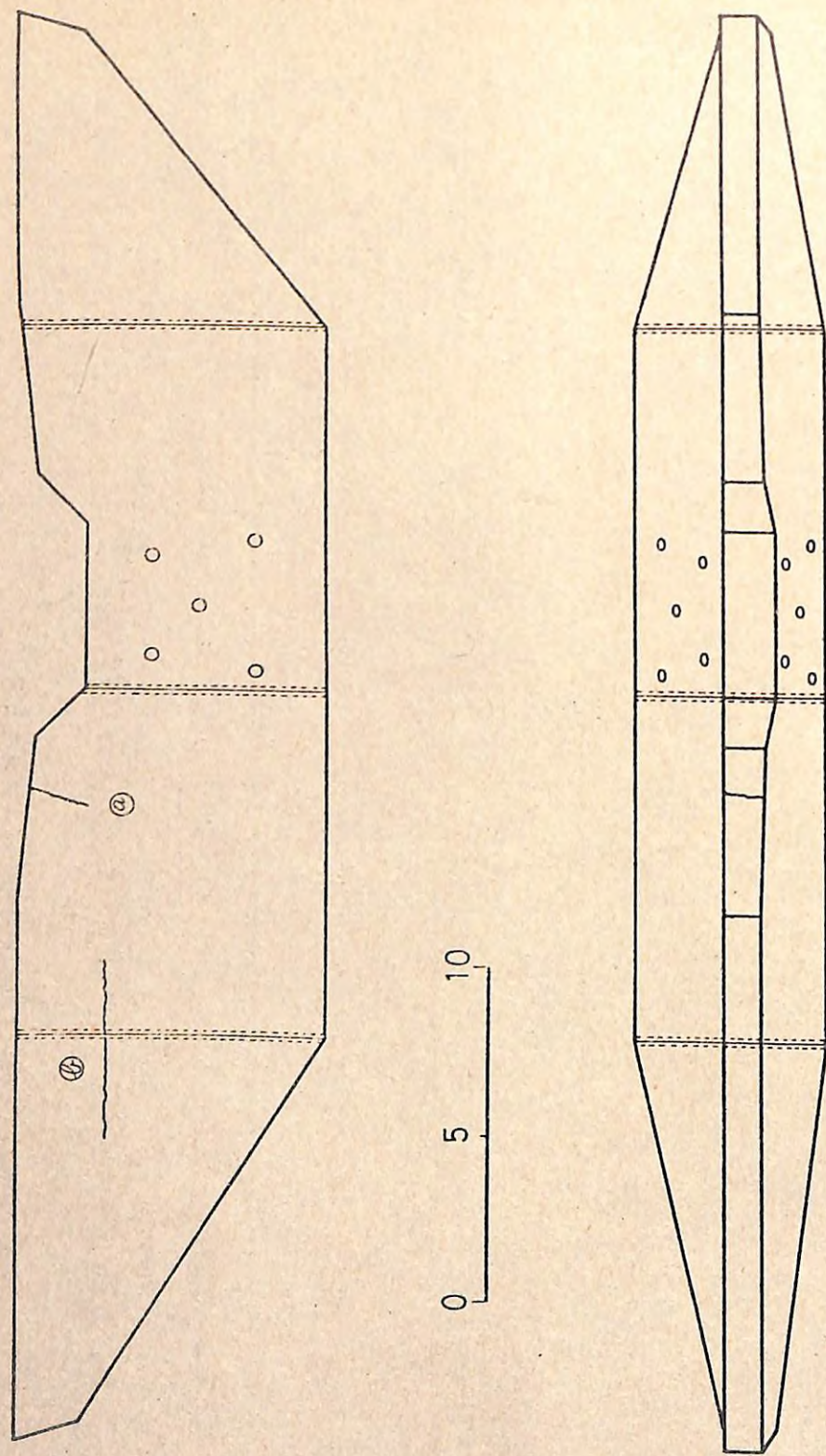


図-3 桜島横石沢1号谷止(3)の形状とクラック発生位置

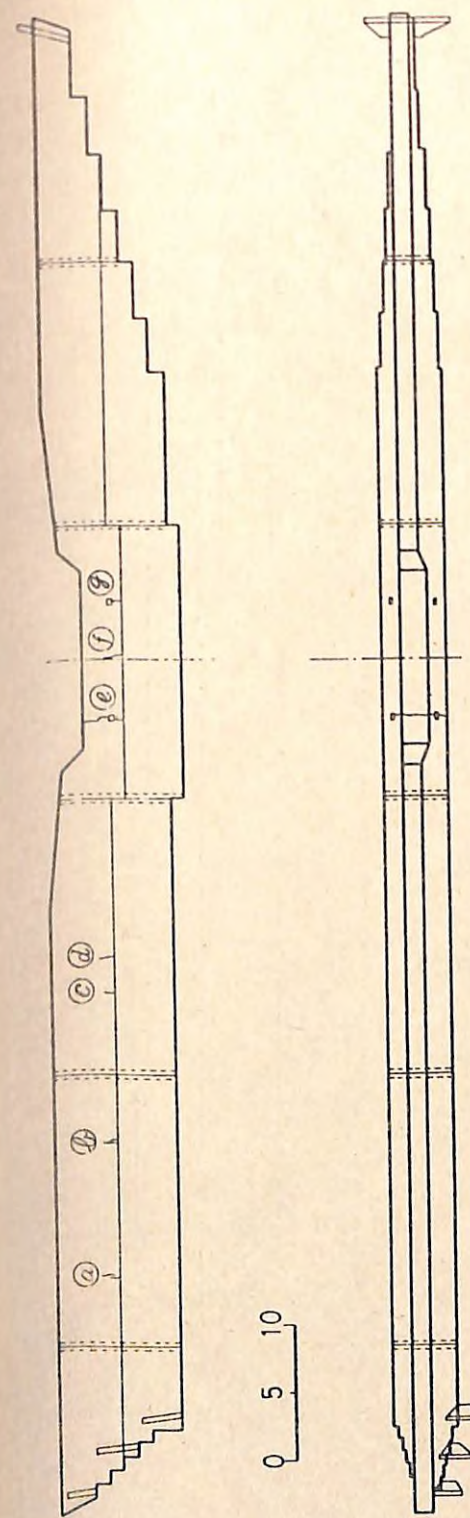


図-4 眉山4溪10号谷止(4)の形状とクラック発生位置

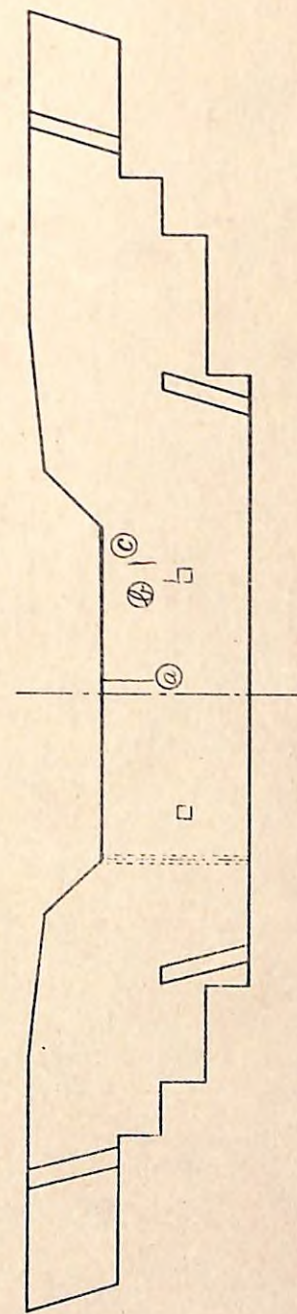
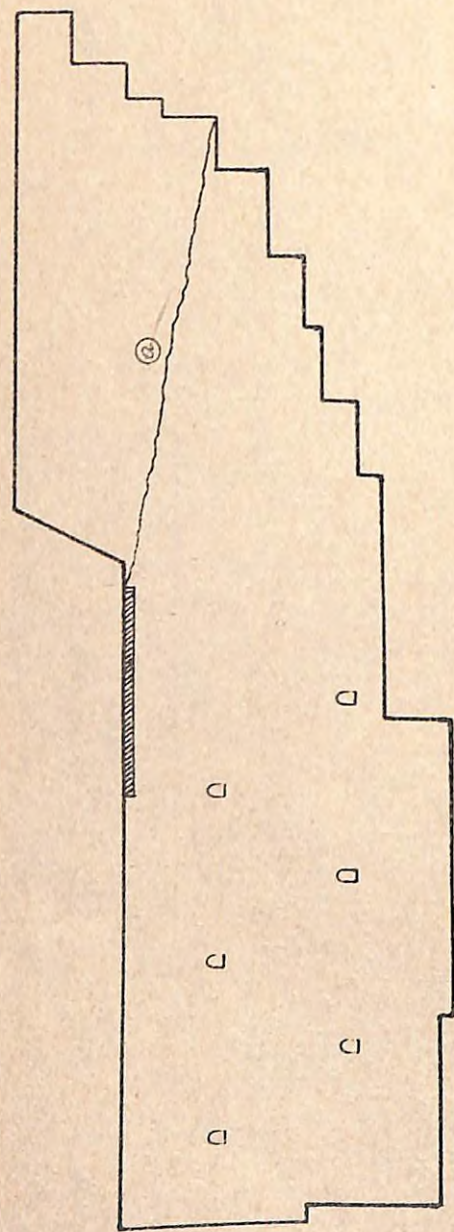


図-5 宇美山4号谷止(5)の形状とクラック発生位置



0 5 10

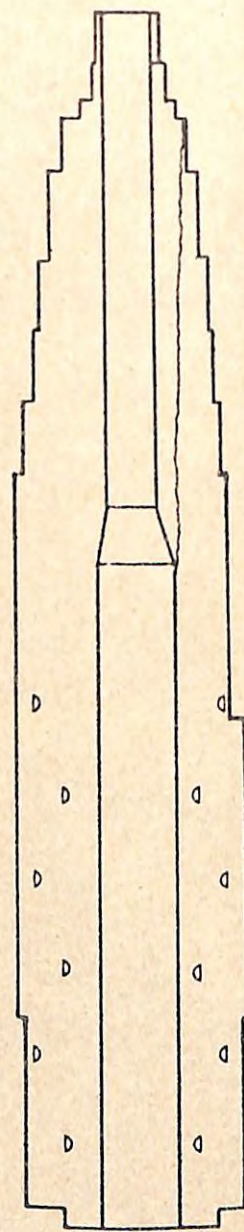
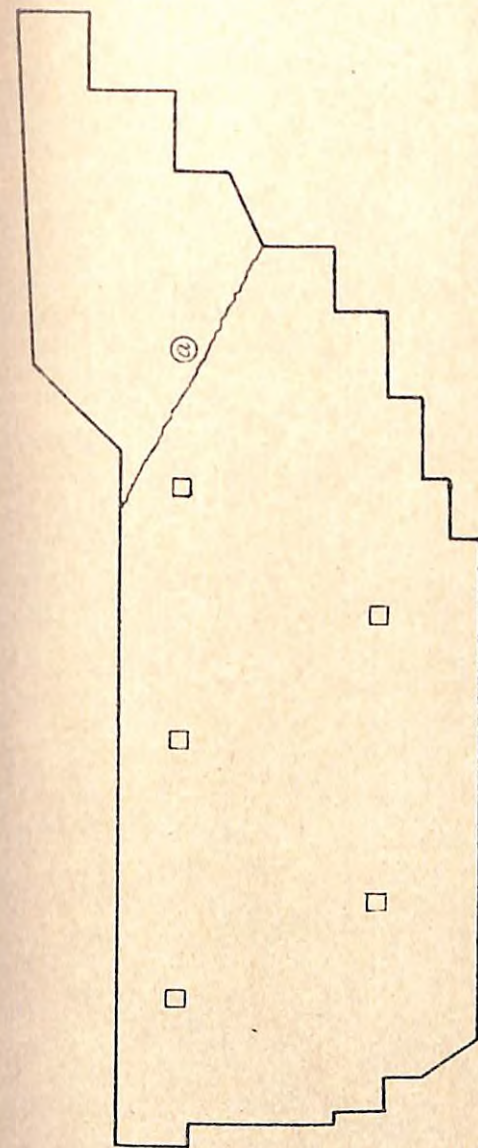


図-6 柳井谷2号谷止(7)の形状とクラック発生位置



0 5 10

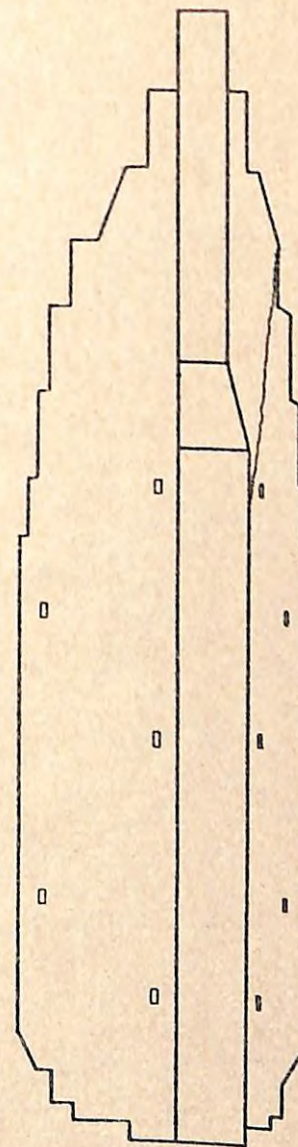


図-7 柳井谷5号谷止(8)の形状とクラック発生位置

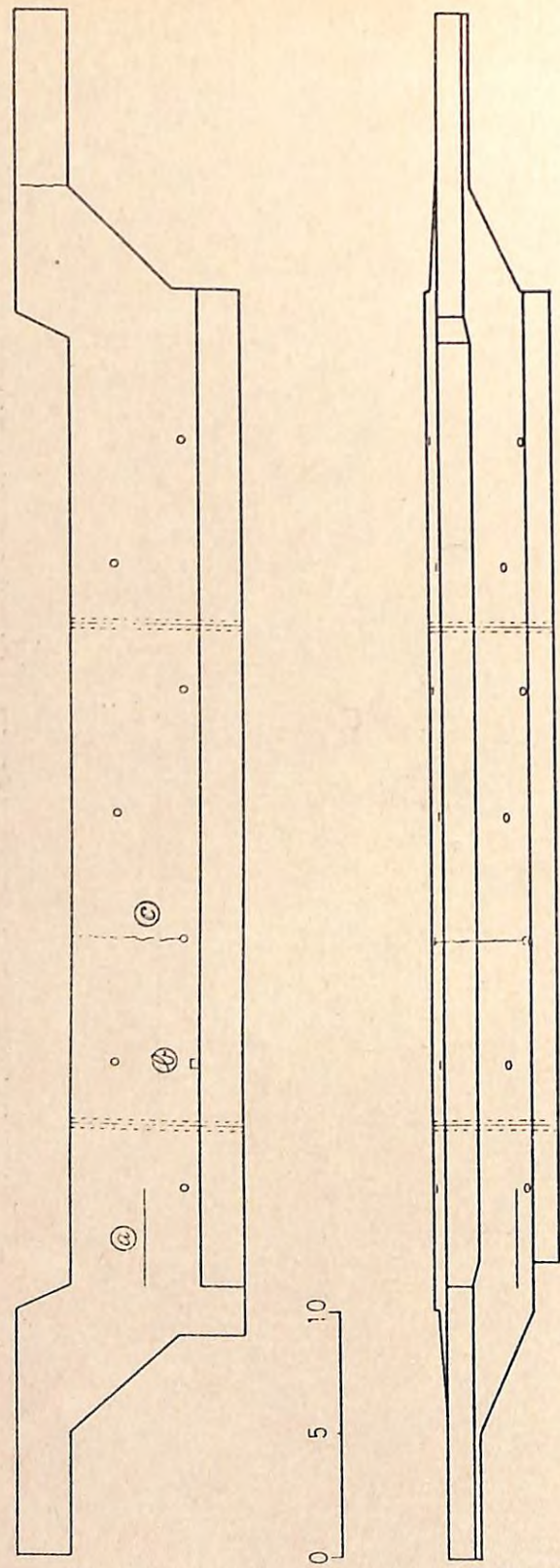


図-8 松邦川1号床固(9)の形状とクラック発生位置

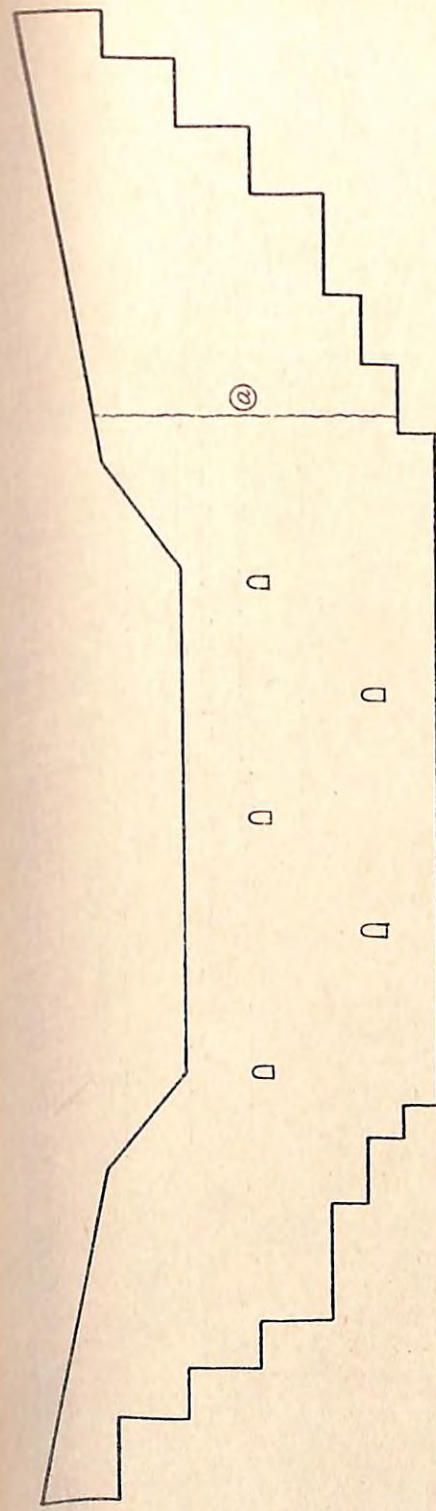


図-9 檜尾谷6号床固(10)の形状とクラック発生位置

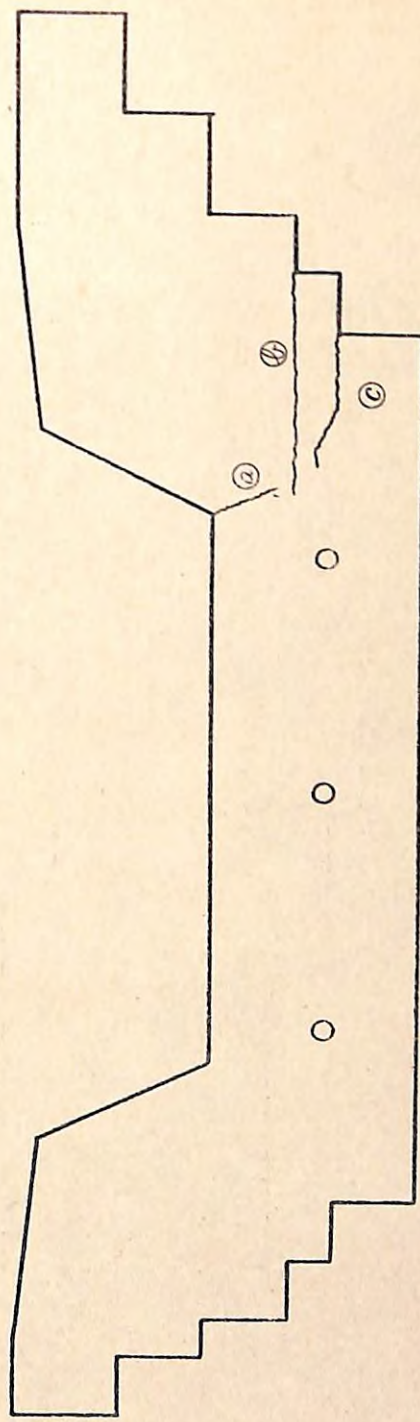


図-10 檜尾谷13号床固(11)の形状とクラック発生位置

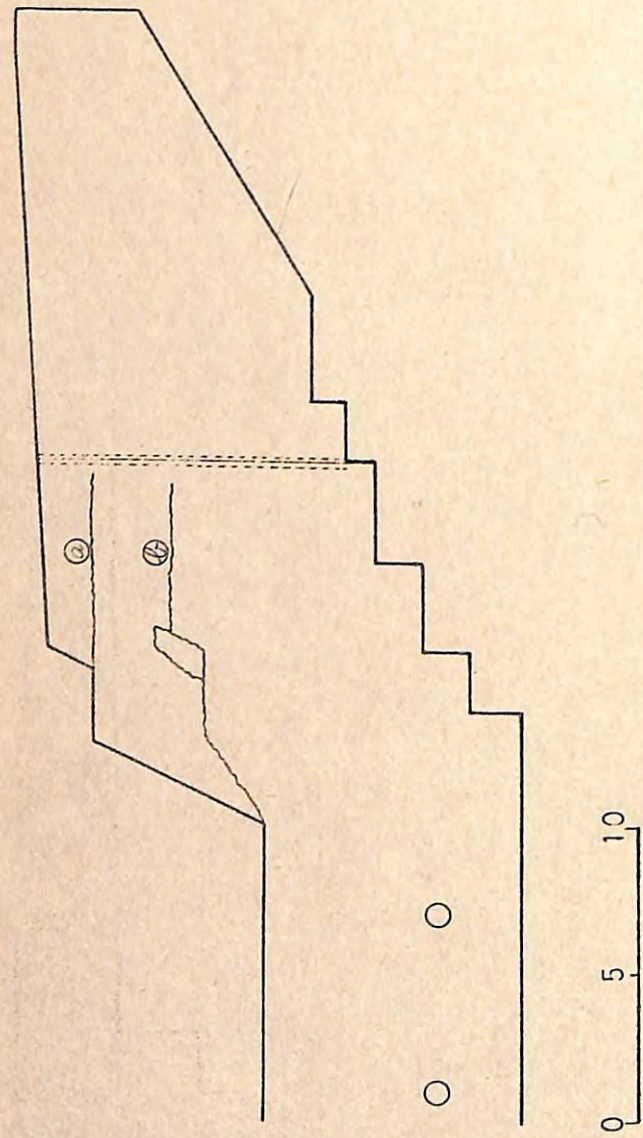


図-11 祖谷川平谷2号床固(12)の形状とクラック発生位置

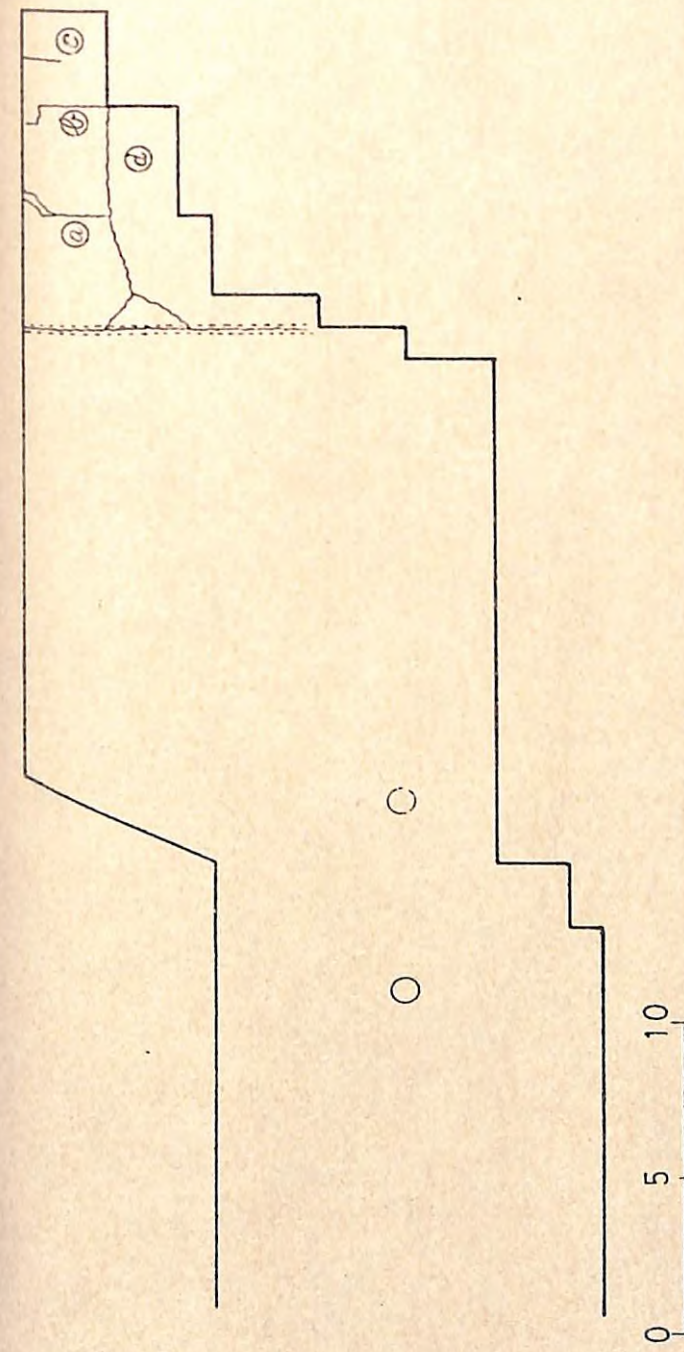
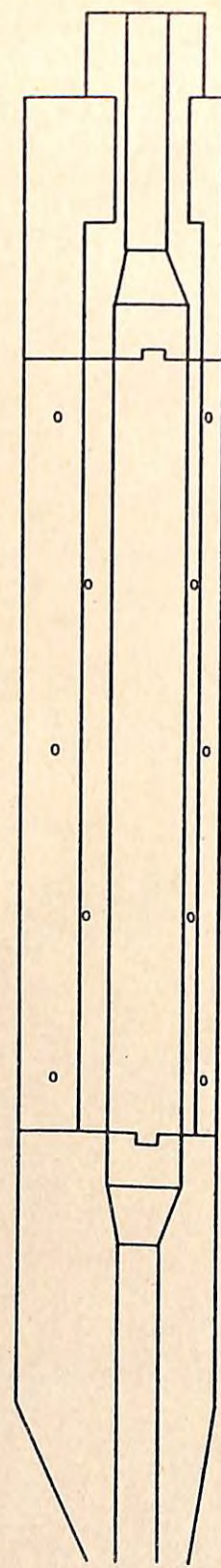
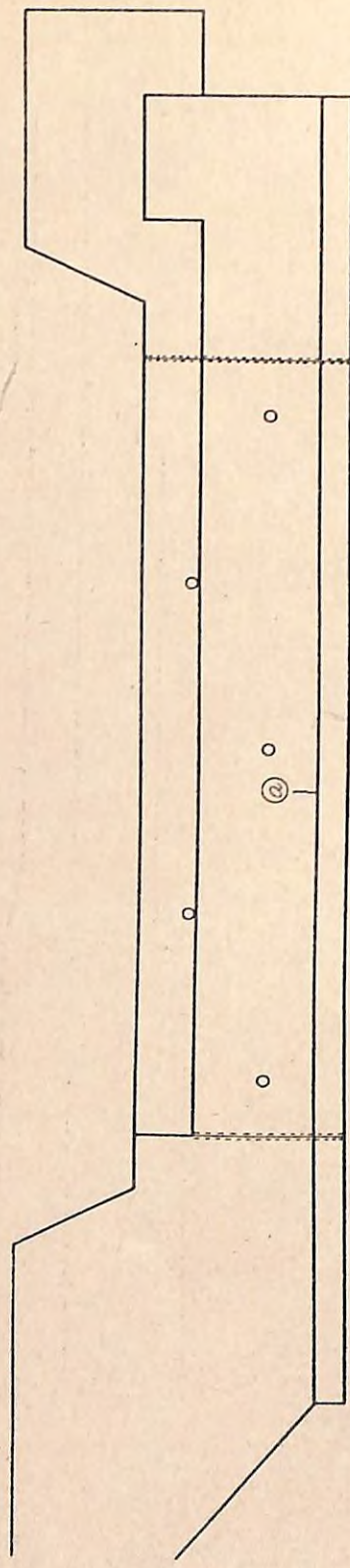
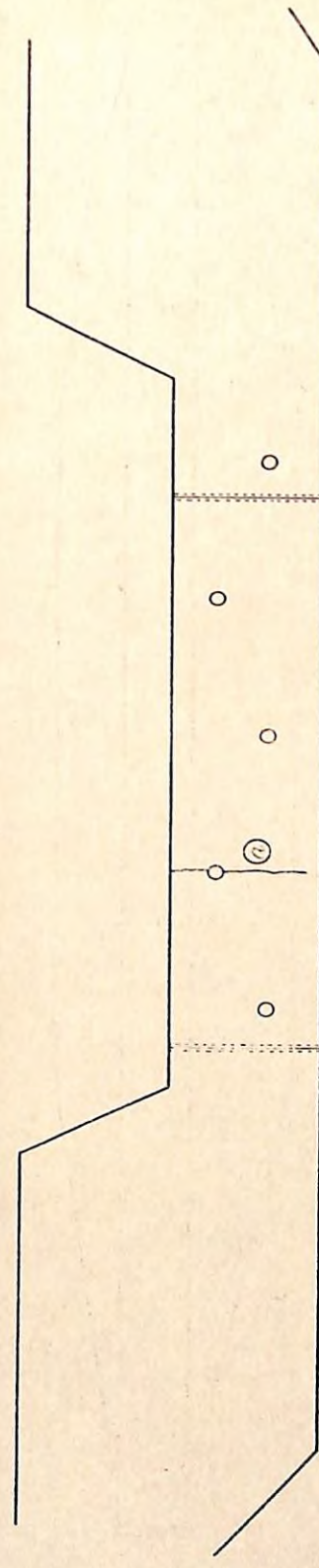


図-12 祖谷川平谷3号床固(13)の形状とクラック発生位置



図一13 祖谷川平谷7号床固(14)の形状とクラック発生位置



図一14 祖谷川平谷9号床固(15)の形状とクラック発生位置

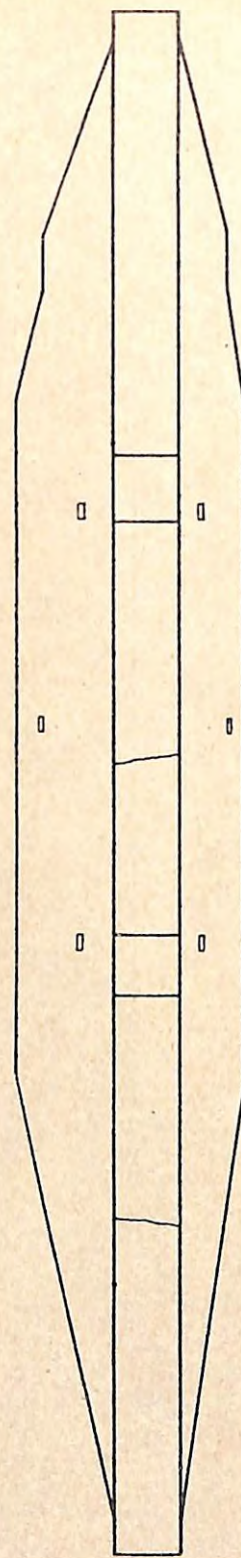
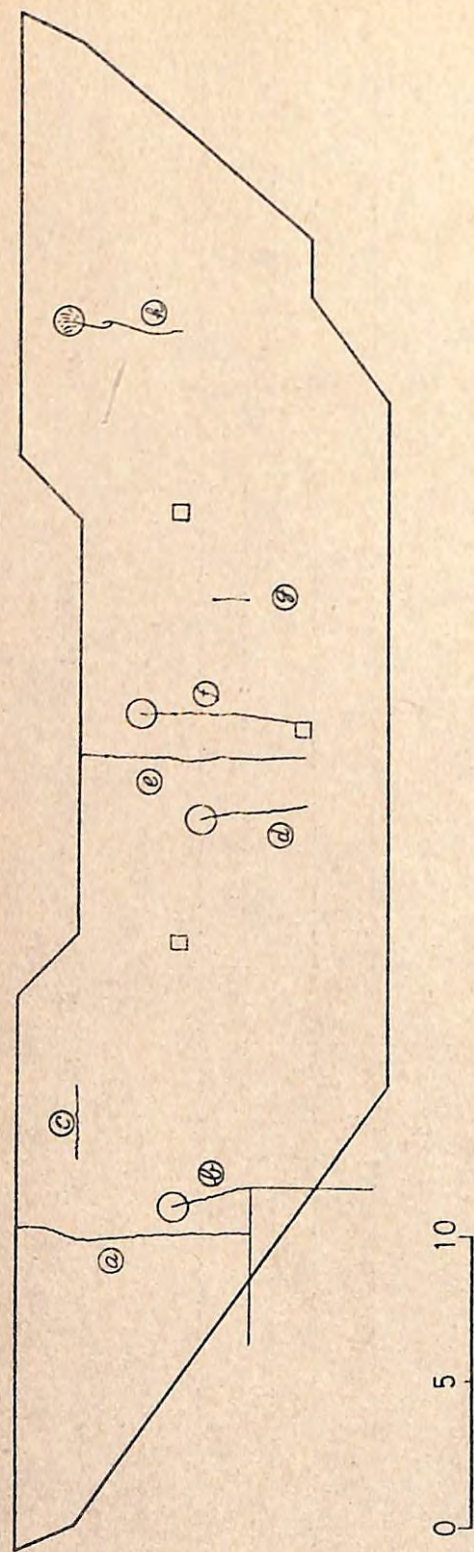


図-15 仏通寺山1号堰堤(16)の形状とクラック発生位置
(クラック先端の○印はクラック挙動測定用マーキング)

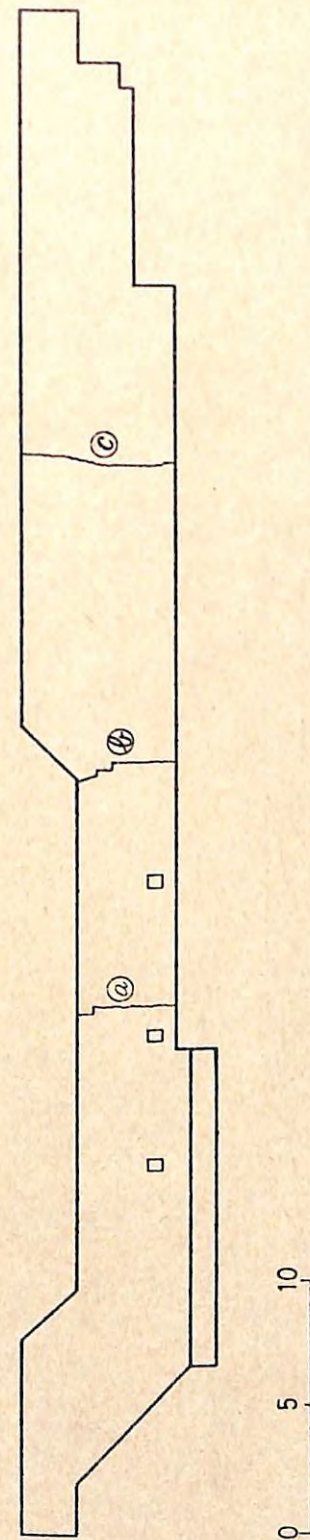


図-16 三ッ目内川床固(17)の形状とクラック発生位置

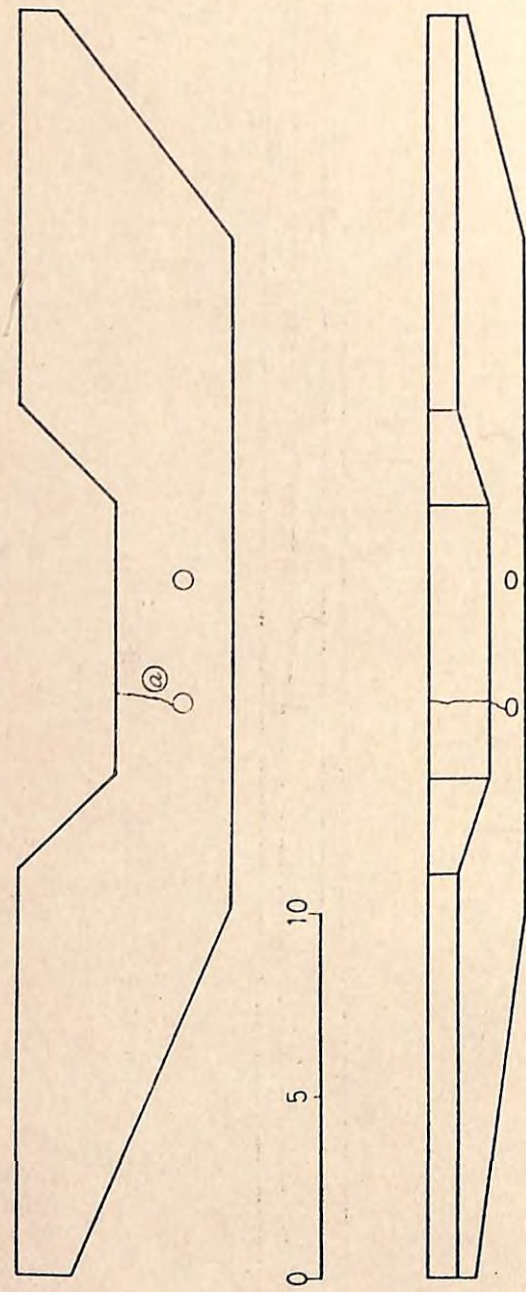


図-17 島田川2号床固(18)の形状とクラック発生位置

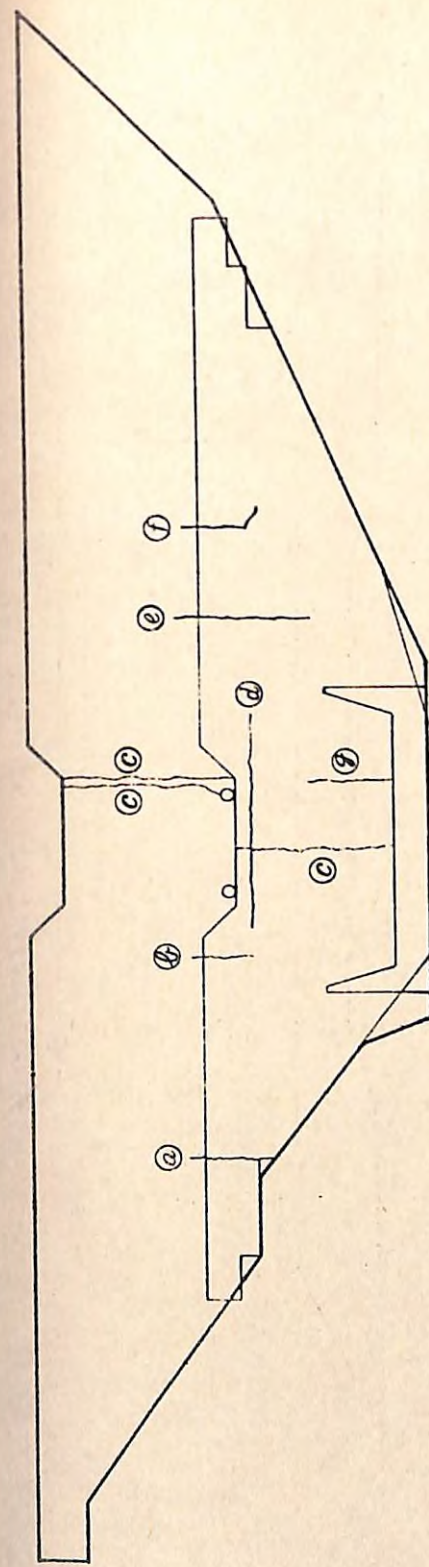
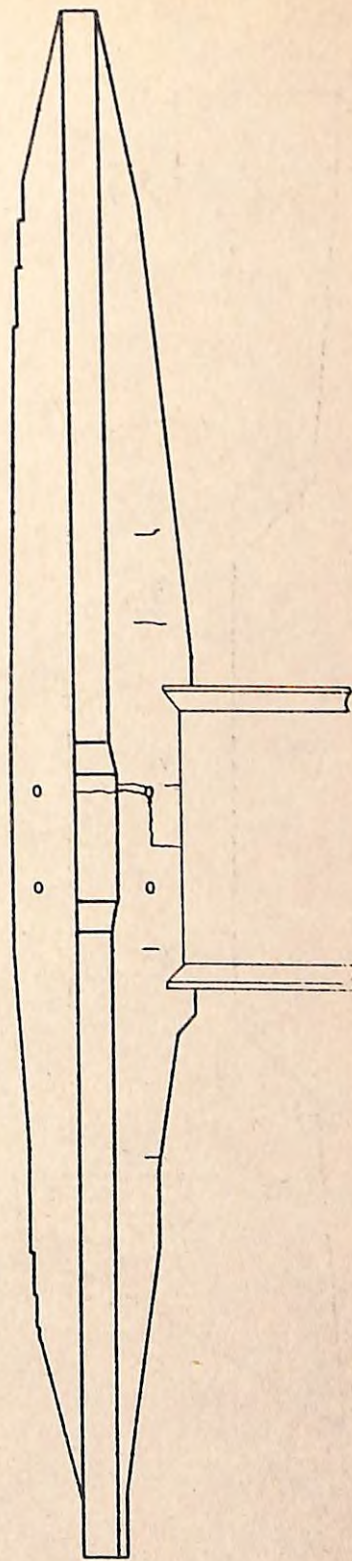
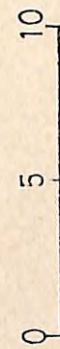
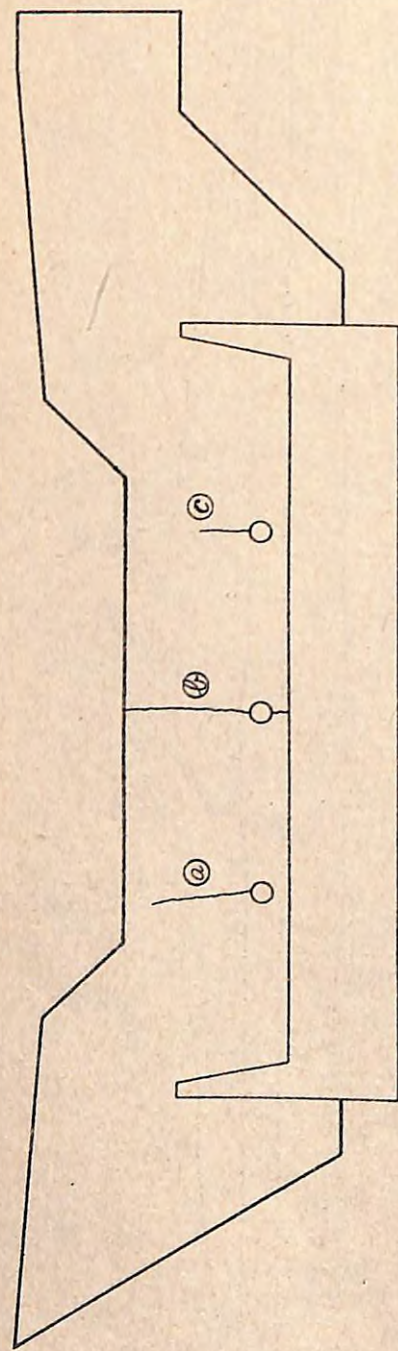


図-18 飛金沢堰堤(19)の形状とクラック発生位置





0 5 10

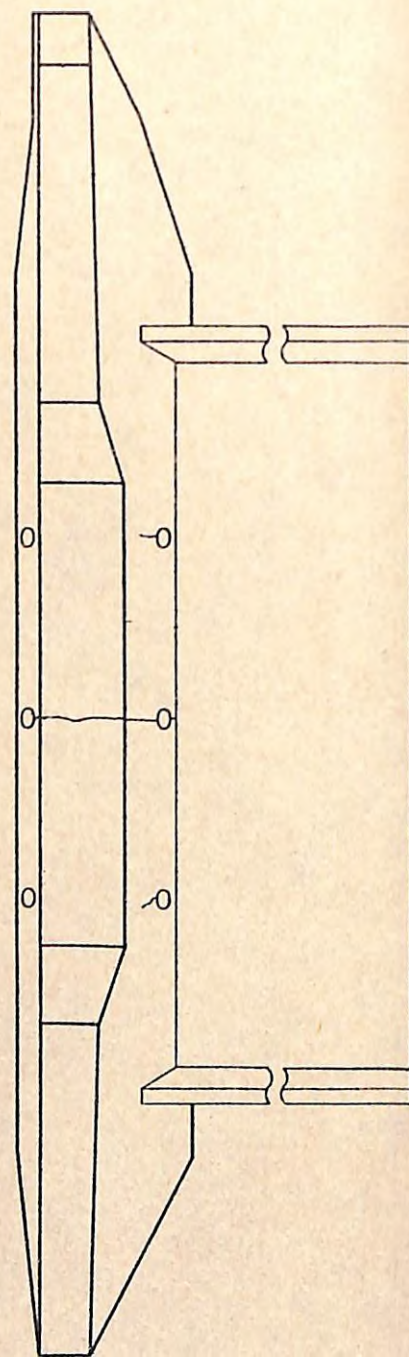
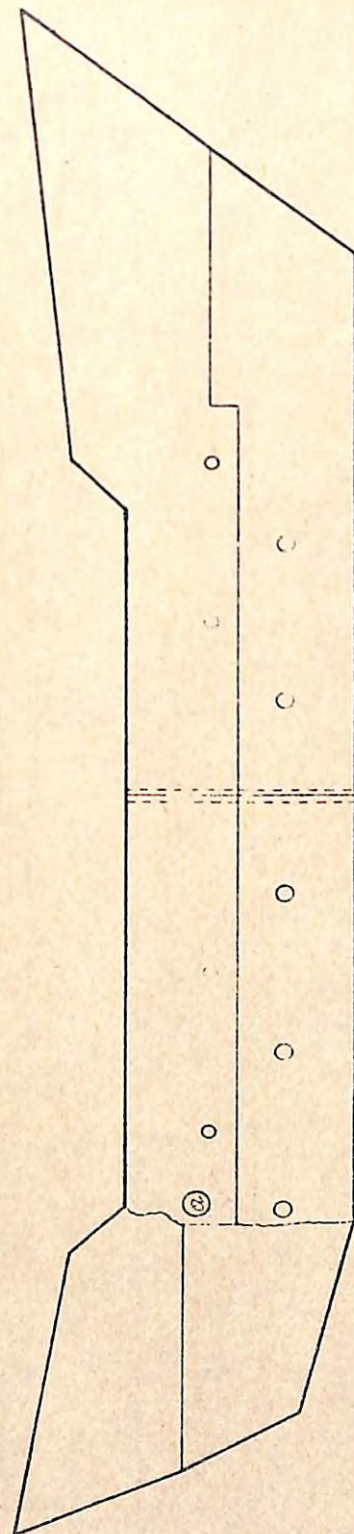


図-19 食場沢堰堤(20)の形状とクラック発生位置



0 5 10

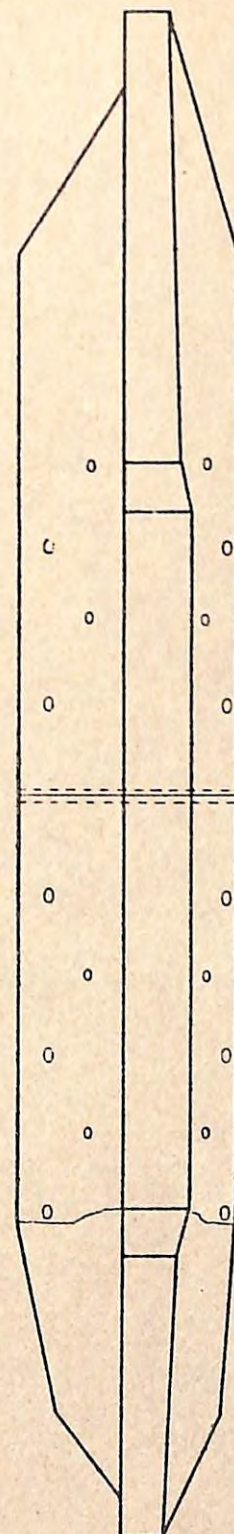


図-20 秋山沢堰堤(21)の形状とクラック発生位置

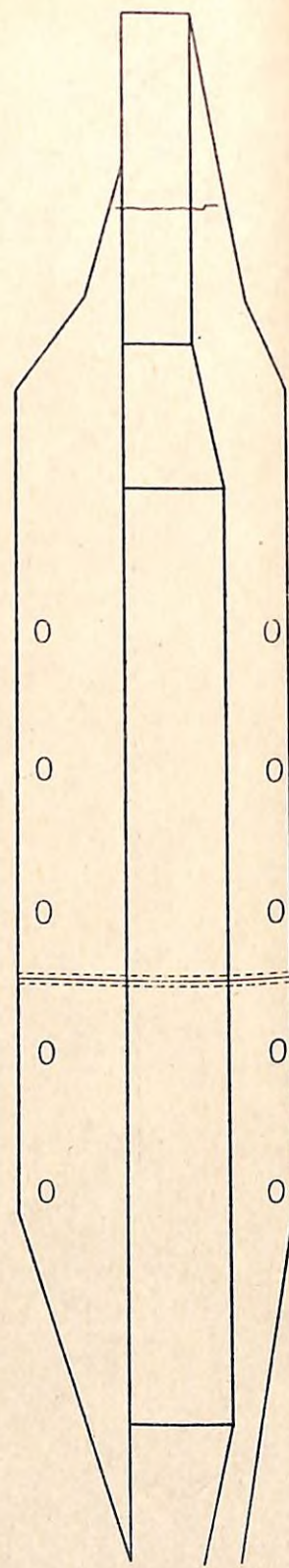
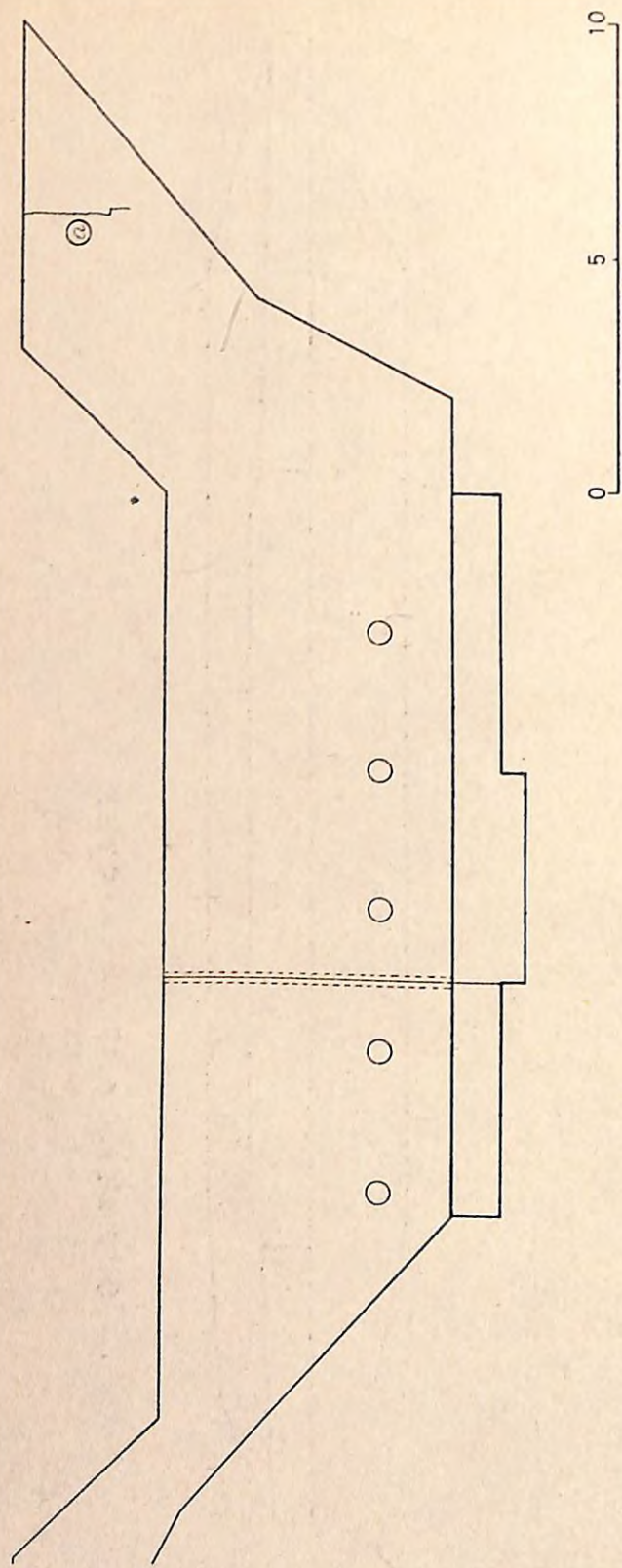


図-21 本内川堰堤 (22) の形状とクラック発生位置

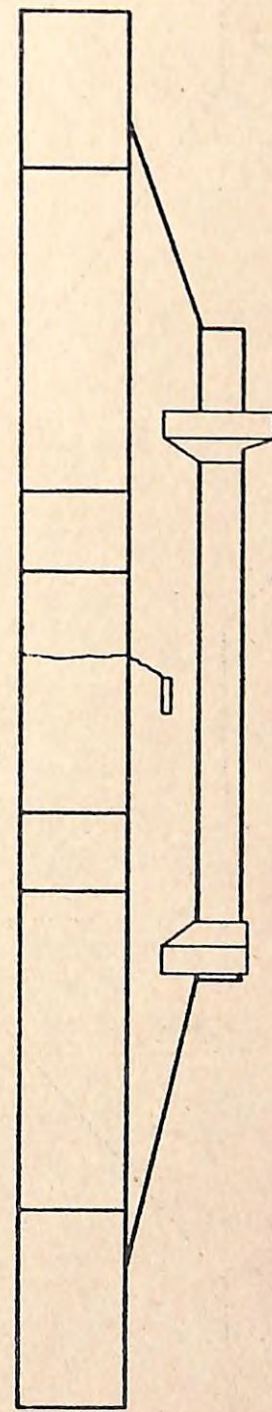
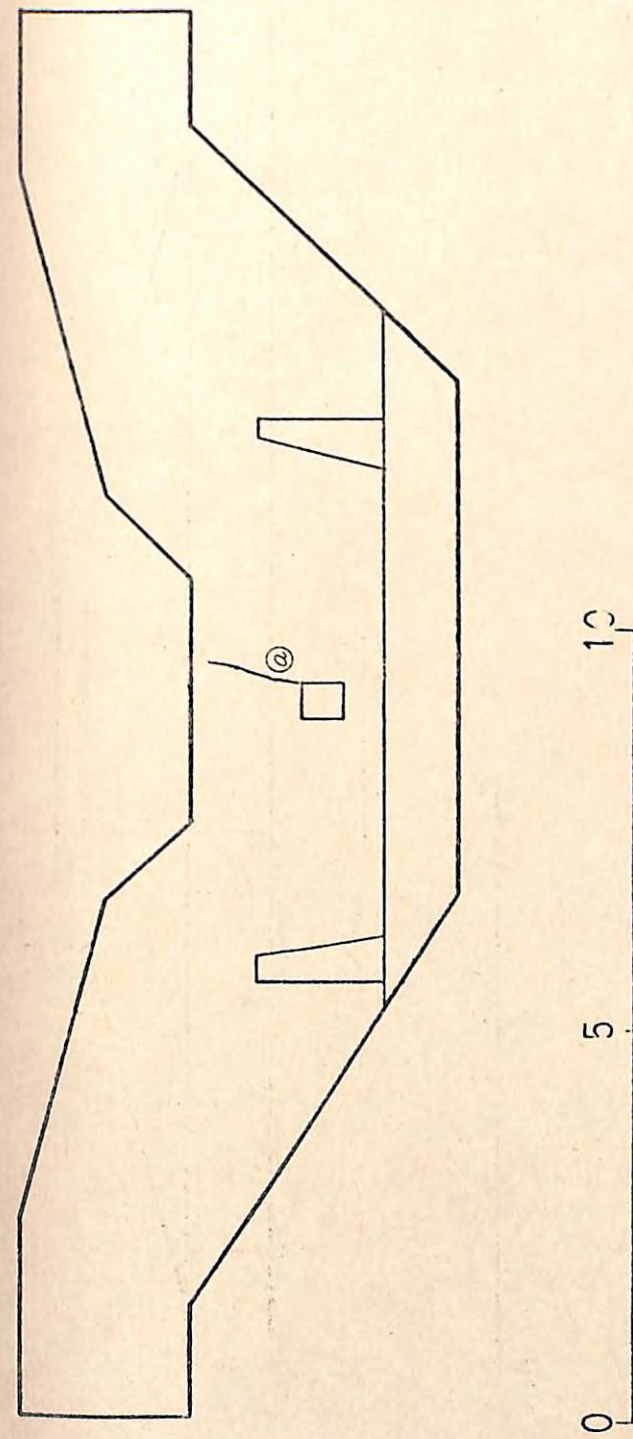
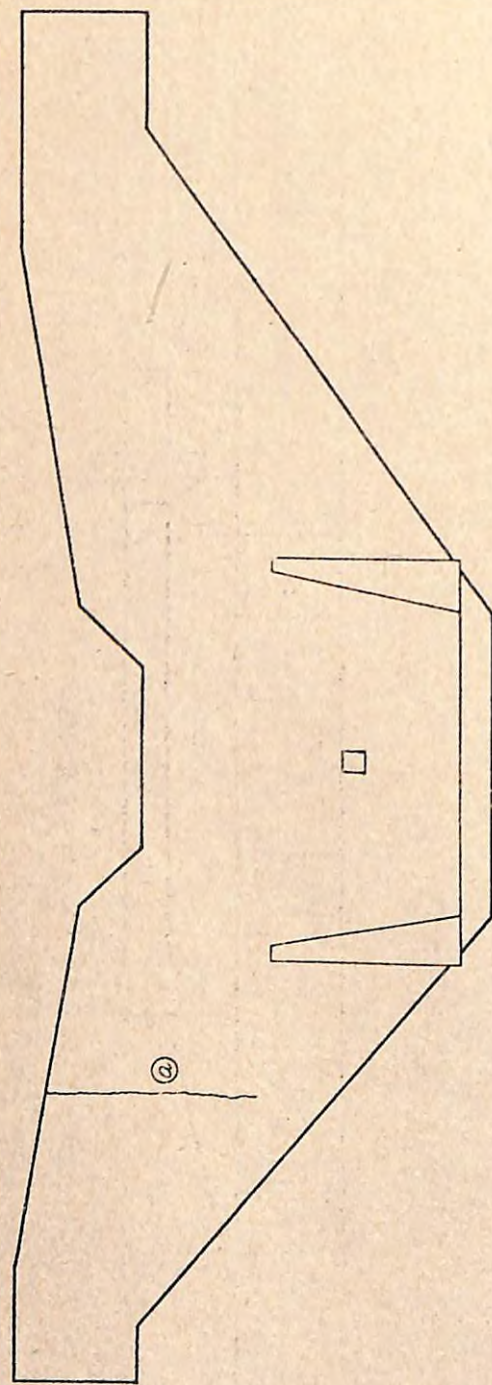


図-22 西広瀬谷止 (30) の形状とクラック発生位置



0 5 10

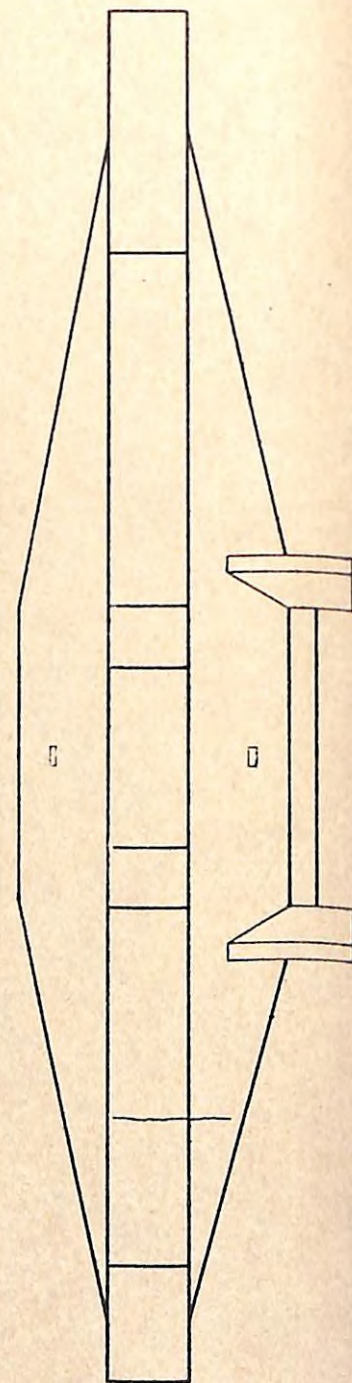
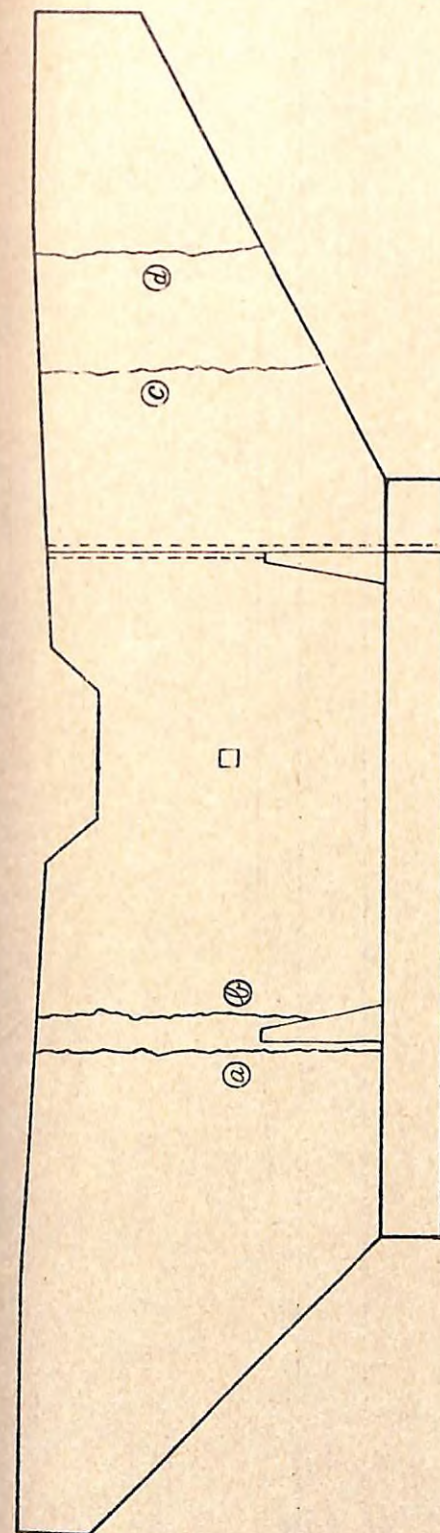


図-23 大坂1号谷止(31)の形状とクラック発生位置



0 5 10

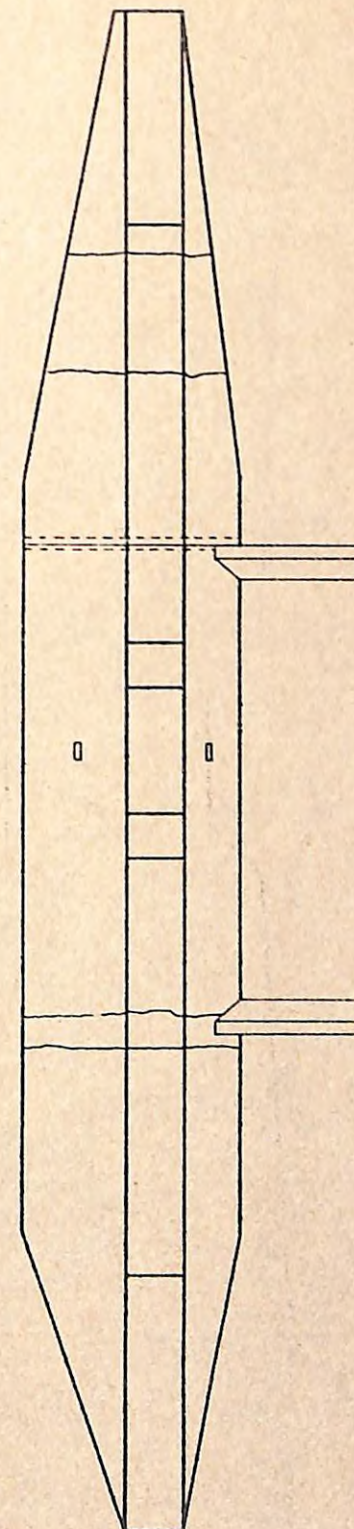


図-24 大坂2号谷止(32)の形状とクラック発生位置

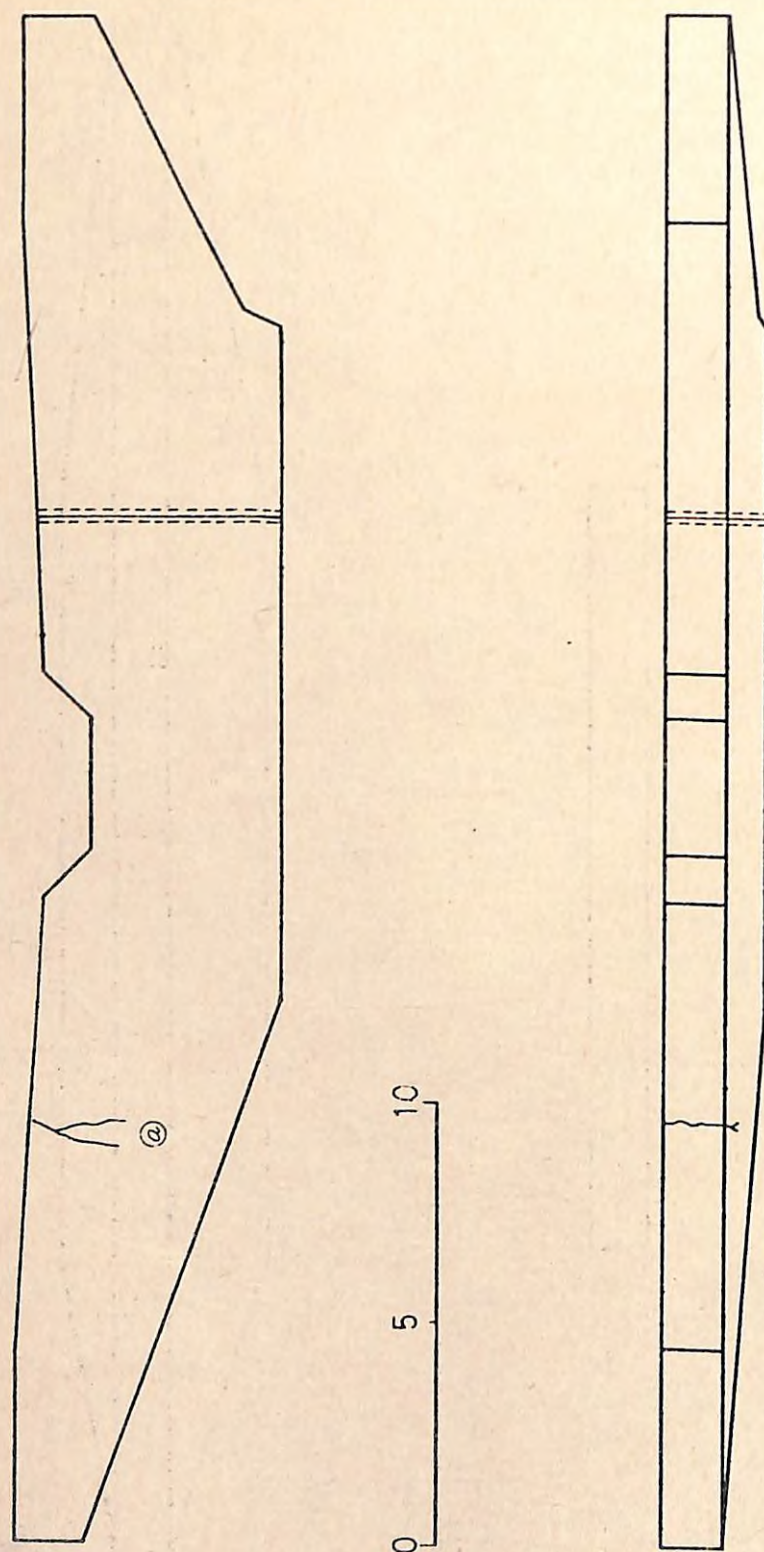


図-25 大坂床固(33)の形状とクラック発生位置

3, 5, 13, 16, 17, 22, 31~33の計9基に認められるが、特にダム32のクラックはこのタイプの典型的な例である。なお、ダム16, 17は玉石コンクリートダムである。

E: ダム底から発生するクラック

これは治山ダムの堤底から発生するクラックで、このタイプの例はダム1, 10, 14, 19に認められる。なお、ダム10は玉石コンクリートダムである。

(3) 治山ダムクラックの規模

25基の治山ダムの堤体に発生した63本のクラックを詳細に観察すると、クラックの規模(3次元的位置と大きさ)として次の3種類が考えられる。

A: 表面クラック

これは治山ダムの表面に認められるクラックで、貫通に至らないクラックである。なお、ここで検出された63本のクラックの中で、表面クラックは31本であった。

B: 内部クラック

これは治山ダムの表面には現われないクラックで、ダムの内部に発生しているクラックである。この検出は困難であるが、現在AE(アコースティック・エミッション)法の適用が考えられる。

C: 貫通クラック

これは治山ダムの上流面から下流面まで貫通しているクラックで、完全な貫通クラックが発生すると、ダム体はその面で分離されることになる。ここでは22基のダムに32本の貫通クラックが確認された。

(4) 治山ダムクラックの発生方向

治山ダムクラックの形状をダムの構造との関連において巨視的にみると、クラックの進行方向によって次の3種類に大別できる。

A: 垂直クラック

治山ダムクラックが、ダム正面図上で上下方向に位置するもので、一般に治山ダムに発生するクラックはこのタイプが最も多い。この垂直方向クラックは、治山ダムの構造上、ダムの破壊を惹起する危険性はあまり高くないが、水理上の問題点は残される。なお、伸縮継目も構造的には人工の垂直クラックとみなされる。

このタイプのクラックは、63例中47例である。

B: 傾斜クラック

クラックがダム軸に対して、ある角度をもって発生するタイプで、治山ダムクラックの例としては垂直クラックほど多くはないが、ダムの破壊に対する危険性は最も高い。傾斜クラックの発生原因は種々考えられるが、いずれにしてもこのタイプのクラックは、ダムの構造上、せん断性クラックとみなされる。

このタイプのクラックは、63例中15例検出された。

○：水平クラック

治山ダムクラックが、ダム底面に平行に位置するタイプで、一般的には治山ダムでは発見しにくい。これは治山ダムの構造上、部分的に水平クラックが発生しても、ダムの自重によりクラックの開口が阻止される結果と考えられる。従って、このタイプのクラックは、自重によるクラック面での水平せん断抵抗力が全ての外力より大であれば、これによって上部構造物を支持しうるのでダムの破壊は生じないが、水平クラックが貫通クラックに発達すれば、ダム破壊の危険性は十分高くなるものと推察される。

このタイプのクラックは、63例中わずか2例で、ダム16のクラック○と19-dで、いずれも表面クラックである。

(5) 治山ダムクラックの形態

治山ダムクラックを詳細に観察すると、同一方向のクラックでも微視的には直線クラックのみではなく、一般的には次のようなクラックが合成された巨視的クラックが多くみられる。

A：直線クラック

治山ダムクラックとしては最も多く見られるタイプで、本調査例中47例がこのタイプに属する。

B：屈折クラック

治山ダムクラックとしてはあまり多くは認められないタイプで、これはクラックが折れ曲って進行したものである。本調査例中13例がこのタイプのクラックである。

○：分岐クラック

このタイプは治山ダムにはほとんど見られないクラックで、本調査でもわずかに2例しか発見されなかった。このタイプのクラックは、クラックの先端が二つ以上に枝分かれして停止している。

以上、治山ダムクラックの実態を、クラックの発生位置、規模、発生方向、形態などの観点から分類すると、表-2のような特徴が結論的にうかがわれる。

表-2 治山ダムに発生したクラックの特徴

ダム 番号	クラック 番号	クラック長 (m)	クラックの種類			
			発生位置	規模	発生方向	形態
1	a	4.0	E	A	A	A
2	a	2.4	A	A	C	A
3	a	1.8	D	C	B	A
	b	5.4	B	A	C	A
4	a	1.2	B	A	A	B
	b	1.2	B	A	A	C
	c	0.9	B	A	A	A
	d	1.1	B	A	A	A
	e	3.0	A	C	A	B
	f	1.1	B	A	B	A
5	g	0.5	A	A	A	A
	a	1.7	D	C	A	A
	b	0.6	A	A	A	A
	c	0.8	B	A	A	A
7	a	13.4	C	C	B	A
8	a	8.8	C	C	B	A
9	a	4.0	B	A	C	A
	b	3.0	A	C	C	A
	c	4.2	A	C	A	A
	d	2.0	C	C	A	A
10	a	8.4	E	C	A	A
11	a	1.6	C	C	B	A
	b	5.8	C	A	C	B
	c	3.6	C	A	C	B
12	a	6.6	C	A	C	A
	b	13.5	C	C	B	B
13	a	2.9	D	C	A	B
	b	3.0	C	C	A	B
	c	1.2	D	A	A	A
	d	8.1	C	C	B	C
14	a	0.8	E	A	A	A

ダム 番号	クラック 番 号	クラック長 (m)	クラックの種類			
			発生位置	規 模	発生方向	形 態
1 5	a	4.6	A	C	A	A
1 6	a	8.0	D	C	A	A
	b	2.6	B	A	B	A
	c	2.5	B	A	C	A
	d	3.5	B	A	B	A
	e	7.6	D	C	A	A
	f	5.0	A	A	A	A
	g	1.2	B	A	A	A
	h	4.0	B	A	A	C
1 7	a	4.0	D	C	A	B
	b	4.5	C	C	B	B
	c	5.4	D	C	A	A
1 8	a	2.0	A	C	B	A
1 9	a	1.9	B	A	A	A
	b	1.8	B	A	A	A
	c	11.6	A	C	A	B
	d	8.2	B	A	C	A
	e	3.6	B	A	A	A
	f	2.8	B	A	A	B
	g	2.6	E	A	A	A
2 0	a	1.8	A	A	B	A
	b	3.0	A	C	A	A
	c	0.9	A	A	A	A
2 1	a	7.0	B	C	A, B	A, B
2 2	a	2.4	D	C	A	B
3 0	a	1.3	A	C	B	A
3 1	a	3.5	D	C	A	A
3 2	a	5.0	D	C	A	A
	b	5.0	D	C	A	A
	c	4.0	D	C	A	A
	d	3.3	D	C	A	A
3 3	a	2.0	D	C	B	C

3. 治山ダムクラックのモデル化とその解析

治山ダムに発生するクラックを綿密に観察すると、巨視的には単純な単一直線クラックのように見えても、部分的には傾斜、屈折、分岐などの形態を示し、その等価クラックは極めて複雑である。従って、現実の治山ダムクラックを力学的に解析するには、まず単位クラックモデルの設定、次にそれら単位モデルの集成、最後に確率過程論的処理などの過程を順次たどる必要がある。ここでは、その第1段階として、現実の治山ダムに認められる各種クラックの特性解析に有効であると考えられる単位クラックモデルとして図-26の3種類を例にとり、それらのクラックモデルの挙動について破壊力学的考察を加える。

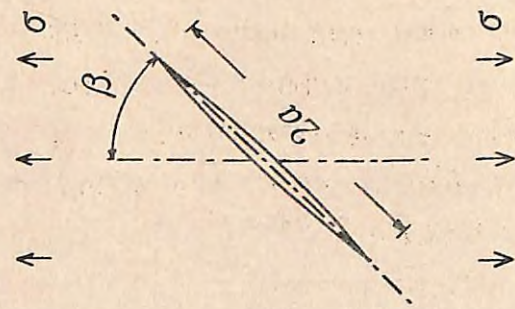
(1) 傾斜クラックの伝播方向

現実の材料中に発生したクラックが主応力方向に直角に位置する場合には、クラックは一般にその延長線の方に直進する。しかしながら、現実の材料中に存在する潜在性欠陥は、必ずしも主応力方向に位置するとは限らず、たとえば、二次元応力状態下においては一般に、モードⅠ、Ⅱの2つのクラックの基本変形モードが混在する。このような場合、クラックはその延長線の方には直進せず、一般には曲進または屈進する。このような混合モード下における図-26(1)の傾斜クラックの伝播方向については、いわゆる“最大周方向応力説”すなわち“クラックはその先端における周方向応力が最大になる方向へ伝播を開始する”という説を用いて解析すれば、クラックの傾斜角 β とその伝播方向 θ との関係が求められる。北川らの解析結果によると、

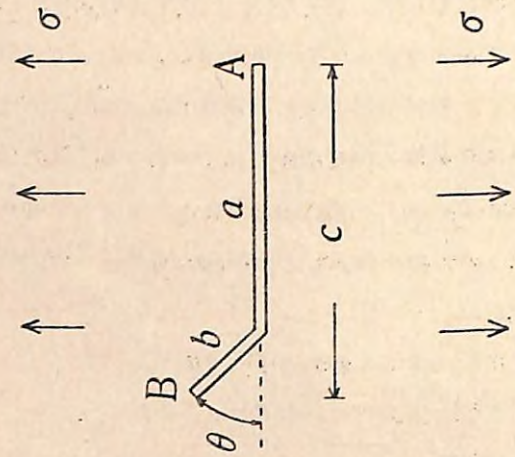
$$\begin{aligned} \beta = 0^\circ \text{ のとき } \theta = 70^\circ, \quad \beta = 20^\circ \text{ のとき } \theta = 65^\circ, \\ \beta = 40^\circ \text{ のとき } \theta = 57^\circ, \quad \beta = 60^\circ \text{ のとき } \theta = 44^\circ, \\ \beta = 80^\circ \text{ のとき } \theta = 20^\circ \text{ となる。} \end{aligned}$$

(2) 屈折クラックの伝播方向

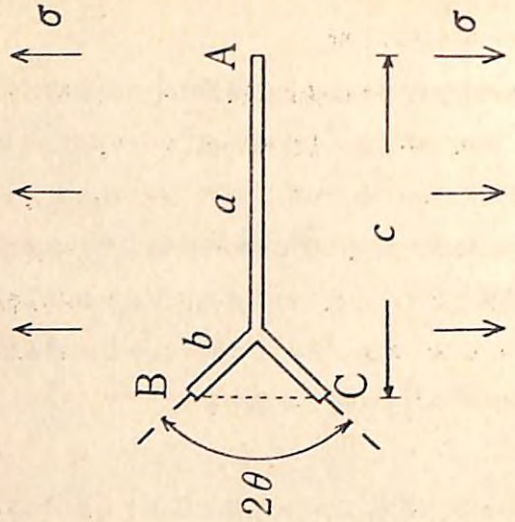
図-26(2)のようにクラックの先の曲がった屈折クラックの伝播方向についても、前記の最大周方向応力説を適用して解析できる。すなわち、クラックの一端Bの応力を、この点を座標原点とする極座標による σ_θ で解析し、 σ_θ が最大になる方向にクラックが伸びると考えれば、屈折部分BC間のどこからどの方向にクラックが屈進していくかを判定することができる。結果として、屈折クラックからのクラックの伝播方向は、引張方向に対してほぼ直角の方向になることが証明された。このクラックモデルも、治山ダムクラックの伝播形態を考えるうえで重要なモデルと思われる。



(1) 傾斜クラック



(2) 屈折クラック



(3) 分岐クラック

図-26 治山ダムの単位クラックモデル

(3) 分岐クラックのアレスト効果

コンクリートのぜい性破壊などでは、クラック先端が複数個に分岐する現象が知られている。これを分岐クラックと呼び、その基本的なモデルとして、図-26(3)のように一端が対称に分岐したフォーク形クラックの解析結果がある。これによると、治山ダムのクラックが一度分岐を生じると、クラックの成長速度の減少あるいは停止に至る現象（クラックアレスト効果）を説明することができる。また分岐角 $2\theta = 30^\circ$ の場合には、クラック先端の左右の応力状態が対称となり、その前後では応力拡大係数 K の符号の逆転が生じる事実から、実際に観察されるクラックの分岐が、ほとんど 30° 前後の角度で分岐する現象を力学的に証明することができる。なお、応力拡大係数についてはV章で詳細に触れる。

4. 治山ダムクラックと伸縮継目の挙動特性解析

治山ダムに発生したクラックのその後の挙動を予測し、それが進行性クラックであるか否かを判定することは、治山ダムの効果的利用と事故診断上重要な問題であるにもかかわらず、その判定法は未だ確立されていない。このような現状打開のため、治山ダムクラックの開口変位量（COD）の測定方法を検討するとともに、クラックのCODと伸縮継目（ECT）の経時的挙動を測定した。ここでは、測定結果について若干の検討を行う。

(1) 試験地区の概要

治山ダムクラックとクラック発生防止法として施工される伸縮継目について、その開口変位量の変化を経時的に測定するため、長崎営林署管内眉山4溪10号谷止、鹿児島営林署管内桜島横石沢1号・長谷川1号・中津野川1号の各谷止、徳島営林署管内租谷川平谷7号・9号床固、計6基の治山ダムを選定した。これら3地区の概況を次に示す。

1) 眉山地区（長崎県島原市）

過去数次にわたる温泉火山の噴火にともなう地震の影響を受けて、山体各所にひずみや割れ目が多く発生し、0溪～7溪まで8つの崩壊地が現存している。流域の面積は539haで、うち4溪は48haである。

地質は風化の著しい角閃安山岩からなり、地形は急峻であり、4溪の傾斜角は山腹部で138%、扇状地で18%に達する。

2) 桜島地区（鹿児島県桜島町）

活火山桜島の北西斜面に位置し、北岳を中心として放射状に10溪流があり、総面積3,200haである。当地区は暖帯に属し（年平均気温18.6℃）、降水量も多い（年平均降水量2,352mm）。本調査対象のダムのある長谷川、横石沢、中津野川の地質は、上中

流部が北岳集塊岩と北岳溶岩流，下流部が北岳裾野層（ボラおよび火山灰）である。地形は山頂直下急崖部で46%，山腹緩斜面で19～25%の傾斜である。

3) 祖谷川平谷地区（徳島県三好郡東祖谷山村）

四国の破砕帯地すべりの中でも，もっとも代表的な地すべり地帯で，吉野川支流祖谷川の水源に近い標高850m以上の地域である。年平均降水量は2,700mmにも達し，冬の積雪量も多い。

地質は三波川変成岩（黒色千板岩，緑色片岩，石英片岩）と御荷鉾緑色岩類からなり，断層・破砕が発達している。地形は左岸の山腹傾斜が標高925m以下で47%，925～1,275mで27%，1,275m以上で58%である。なお，平谷3号ダムの左岸側から堤体に作用する地すべり推力（H）の推定値は， $H=630\sim700$ （ton/m）といわれている。

(2) 治山ダムクラックの開口変位量の測定方法

治山ダムクラックの挙動を測定する方法としては，

- 1) き裂変位計で表面クラックの開口変位量の変化を測定する。
- 2) クラック先端に図-16の○印のように塗料でマーキングしてクラックの挙動を追跡する。
- 3) ダムサイト両岸に設定した固定点に対するダム体の変位量を計測する。

などが考えられるが，測定の精度，能率，経済性などとともに機器の堅牢性も考慮して，

1) の方法を採用した。

表面クラックと伸縮継目の開口変位量の測定には，図-27のようなひずみゲージを応用した防水性の“き裂変位変換器”（共和電業製BCD-5B型，容量±5mm，定格出力±2,000μ）を使用した。この変換器をクラックおよび伸縮継目に直角にまたいで固定するため，堤体コンクリートの変換器取り付け予定位置にドリル（φ10mm刃）で2箇所穿孔し，この孔に変換器の固定具としてグリップアンカを挿入し，これに出力を調整しながら変換器を取り付けた。開口変位量の変化に伴う変換器の出力は，静ひずみ指示器で毎月1回実測した。

この測定期間は，

- 1) 眉山地区：昭和52年11月～53年10月
- 2) 桜島地区：昭和52年10月～53年10月
- 3) 祖谷川地区：昭和52年9月～53年6月

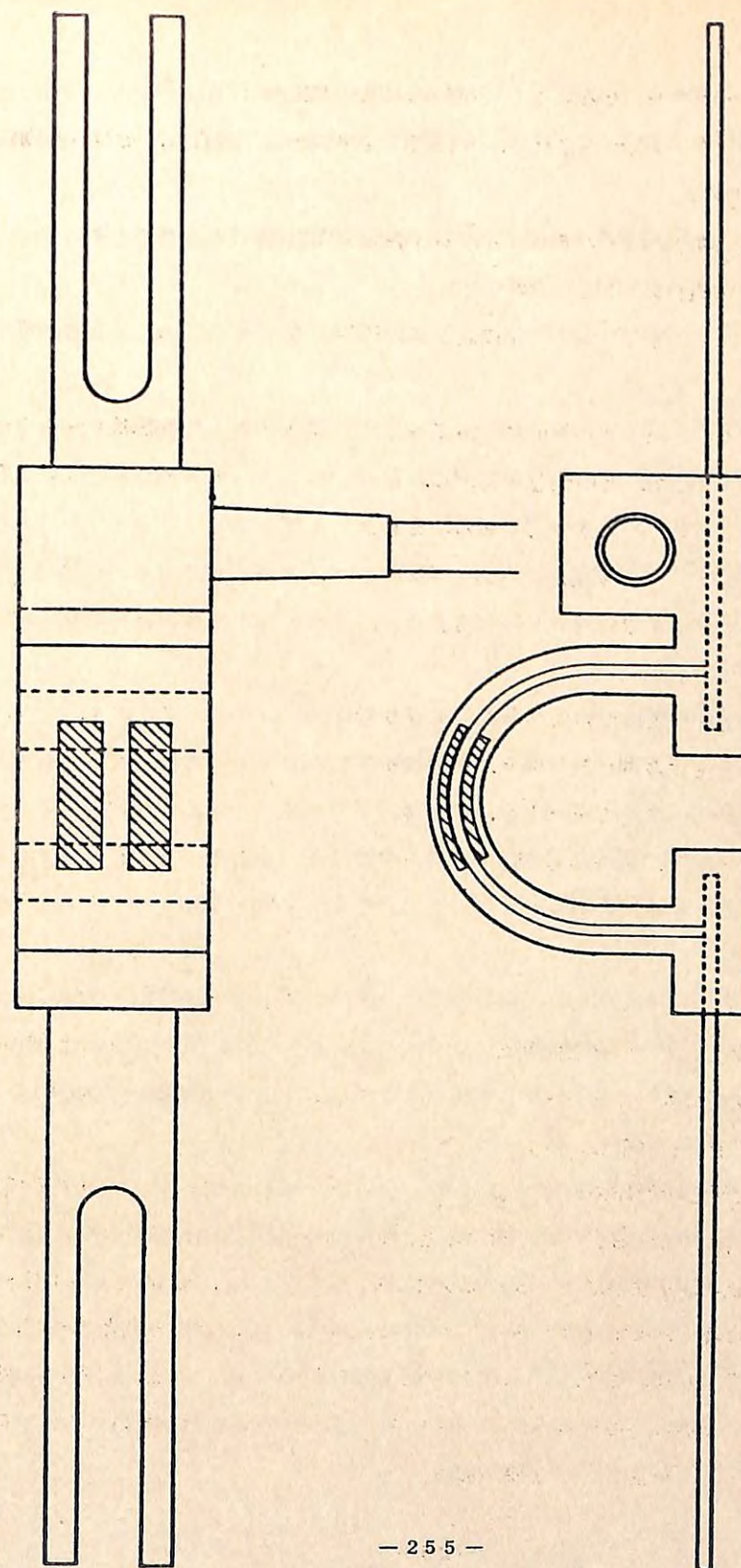


図-27 き裂変位変換器BCD-5B型（斜線部分はひずみゲージ）

のように地区ごとに若干異なる。ここで祖谷川地区の測定終了月が特に早いのは、昭和53年6月下旬の豪雨による大出水のため、き裂変位変換器が破損流亡し、その後の測定が不能になったためである。

図-28には、測定対象ダム6基におけるき裂変位変換器の取り付け位置を示す。

(3) クラックと伸縮継目の開口変位量の変化

治山ダムのクラックと伸縮継目の開口変位量の経時的变化を地区別、ダム別に図-29に示す。

まず、眉山地区の4溪10号谷止についてみると、伸縮継目(変換器№1~4)は冬期に1.5~3.0mm程度開くが、その後急激に閉じ、夏期には2.3~8.3mm位閉じる。この傾向は堤体の両端部より中央部の方が顕著である。これに対してクラック(№5~9)のCODは通年的にやや閉じたままで変化が小さい。結果として、この谷止の2本のクラックは、現在のところ進行性クラックではないと推定されるが、それにしても伸縮継目の経年の挙動の大きさは注目に値する。

次に、祖谷川平谷地区についてみると、平谷9号床固ではクラック(№1, 2), 伸縮継目(№3, 4)ともに冬期に若干開き、その後次第に閉じていくのに反し、平谷7号床固の伸縮継目は、冬期にはほとんど停止し、その後若干の変化はあるが夏期には開く傾向がうかがわれる。結果として、平谷9号床固のクラックは現在停止しているものと考えられるが、平谷7号床固の伸縮継目の夏期における開きは、地すべり側圧の影響ではないかと推察される。

最後に桜島地区についてみると、横石沢1号・中津野川1号・長谷川1号谷止の全てのクラック、伸縮継目が同一の挙動傾向を示している。しかしながら、クラックと伸縮継目の最大閉塞時期が夏期ではなく4月~6月に現われるのは、桜島の火山活動に起因するものかどうかについて若干の検討を加える。

京都大学防災研究所附属桜島火山観測所で、昭和52年10月~53年9月までに得られた桜島の火山活動に関する資料を分析すると、地表面の辺長変化は図-30、月別の爆発・地震回数と月最大地面振幅は表-3のようになる。結果として、昭和53年4月~6月までの期間中に特に著しい火山活動があったとは考えられないが、他の期間と比べて、①地表面の辺長変化が若干大きいこと、②5, 6月の爆発回数がやや多いこと、などの傾向がうかがわれる。しかしながら、これらの要因が治山ダムクラックの挙動におよぼす影響については、今後さらに定量的に検討を行う必要がある。

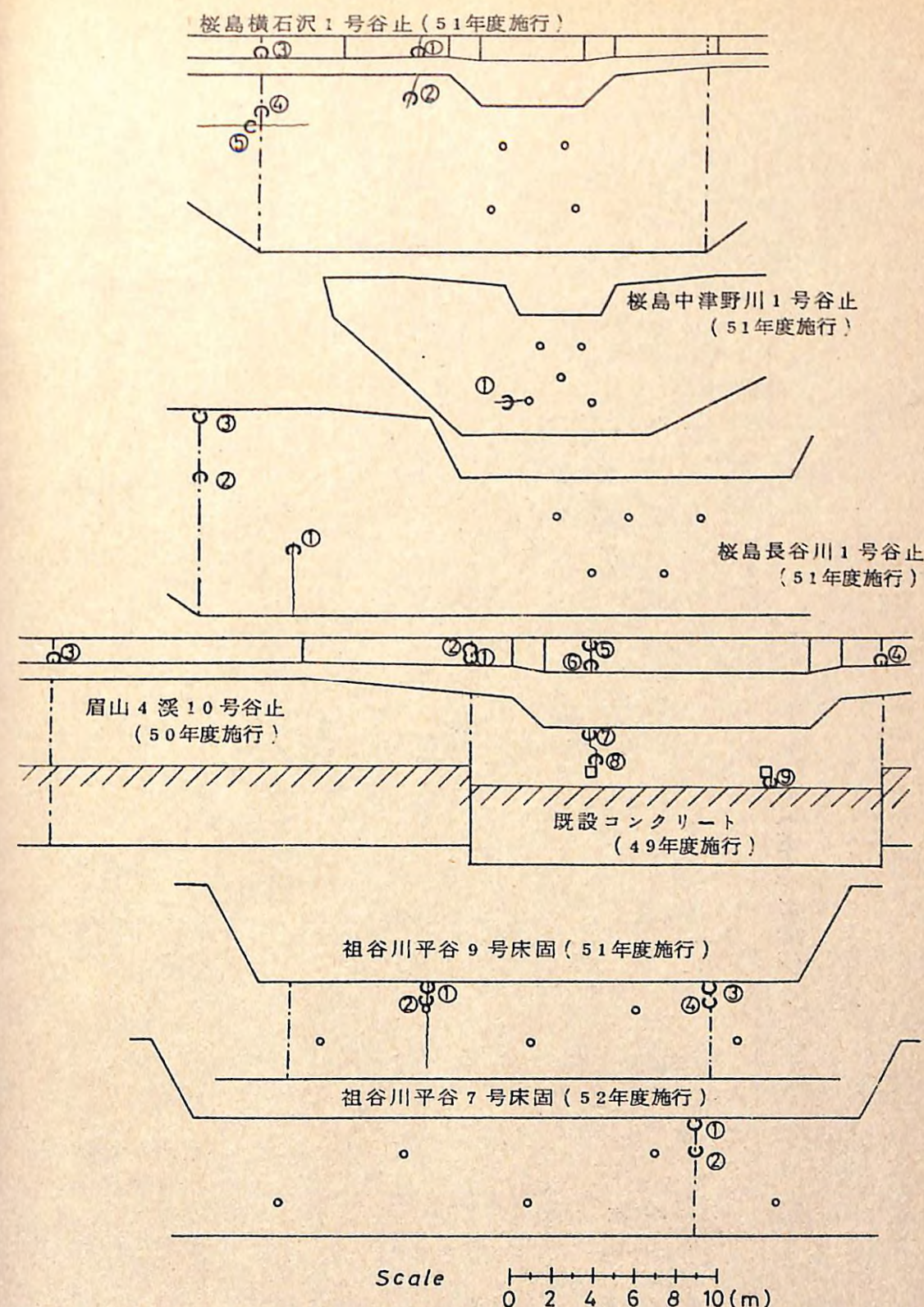


図-28 治山ダムクラックと伸縮継目(1点鎖線)へのき裂変位変換器(○数字)の取付け位置

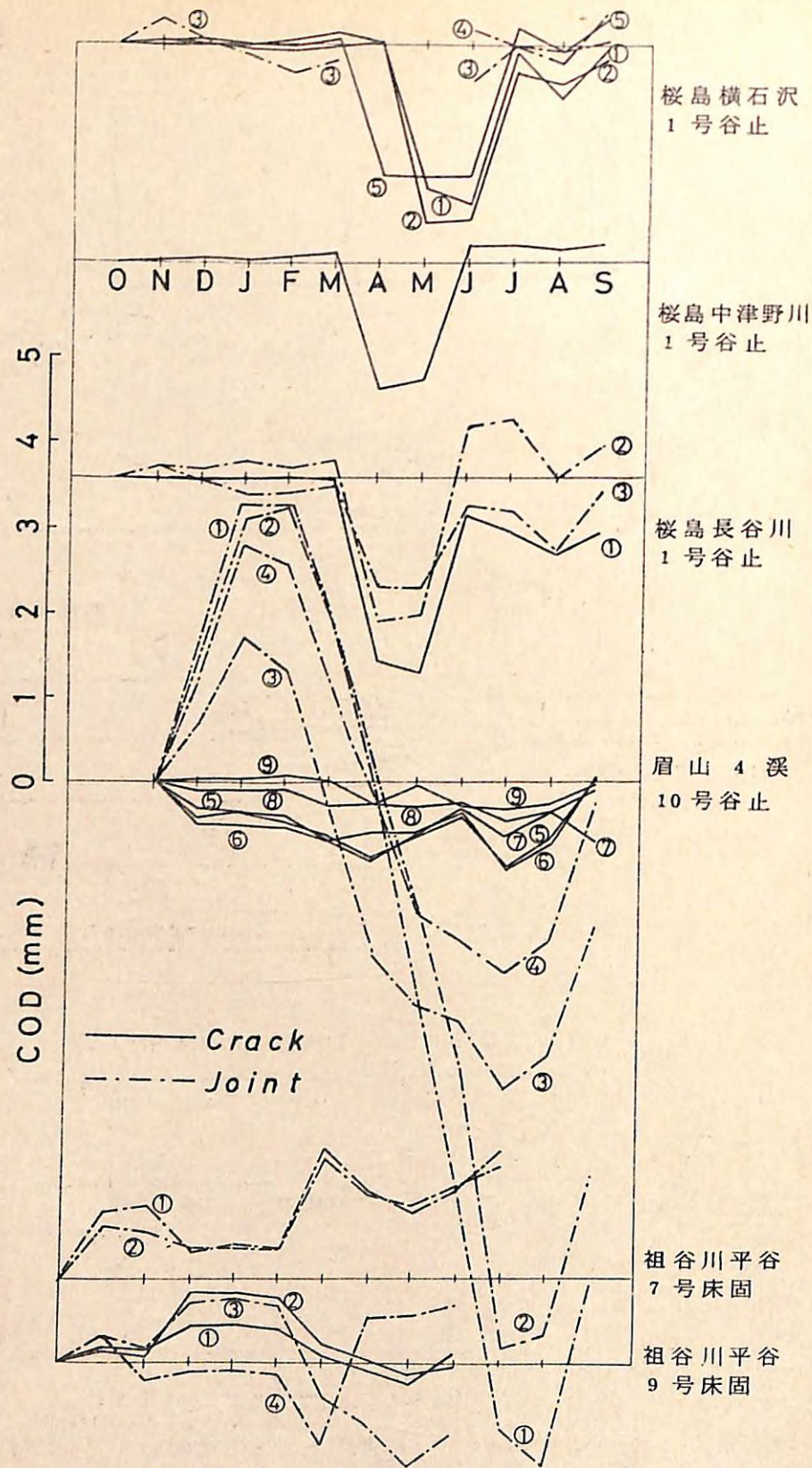


図-29 治山ダムのクラックと伸縮継目の開口変位量の変化

(初期辺長)

愛宕山	春田山	2012.827 m
春田山	城山	2985.683 m
城山	愛宕山	2004.080 m

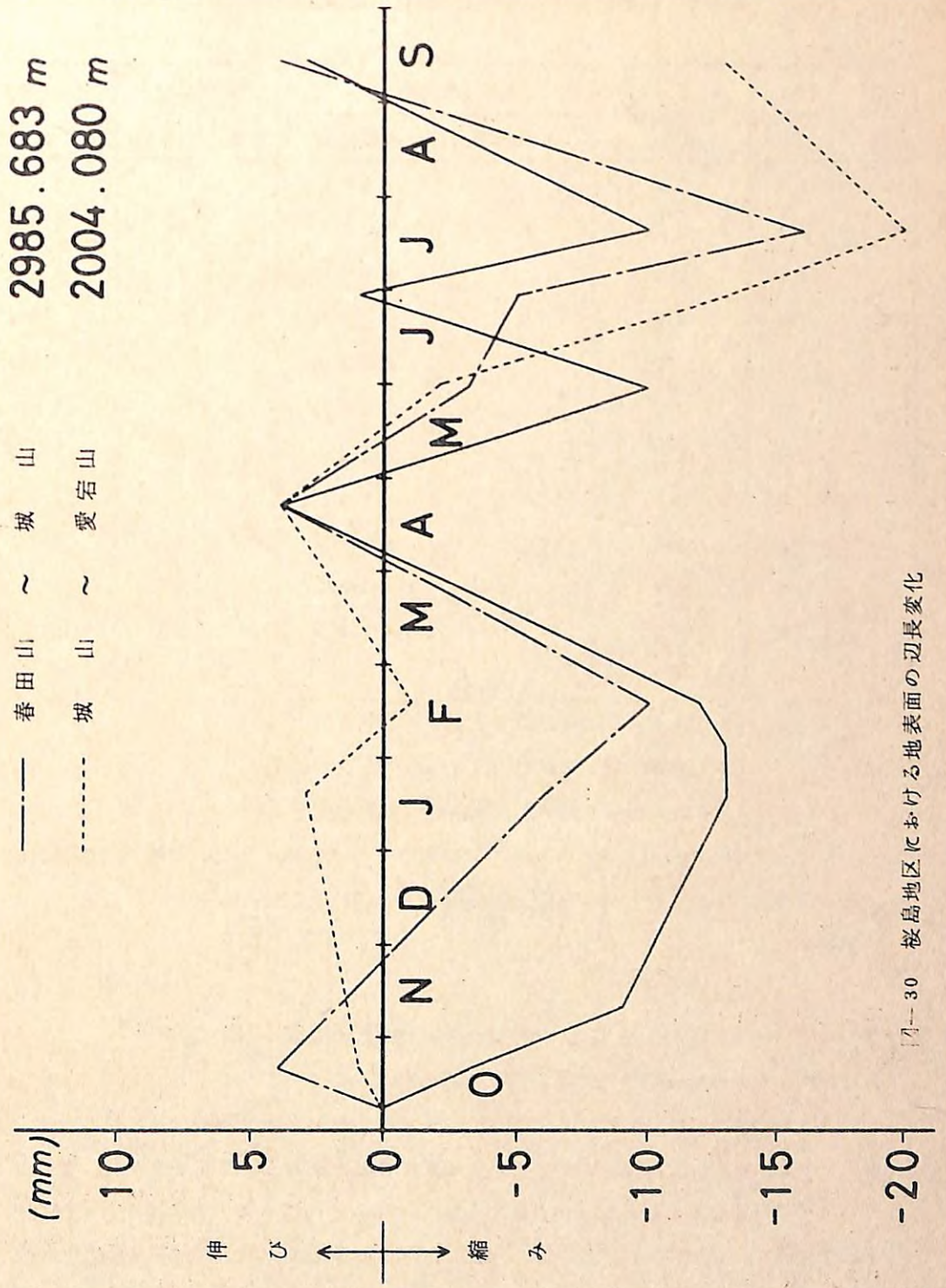


図-30 桜島地区における地表面の辺長変化

表一 桜島における月別火山爆発・地震回数と月最大振幅

昭和 年	月	爆発回数	地震回数		上下動の最大 振幅 (mm)	合成最大 振幅 (μ)
			A型地震	B型地震		
52	10	20	6	5385	30	418
	11	22	11	6684	56	482
	12	29	1	8300	19	187
53	1	17	10	7068	18	194
	2	7	6	4978	14	130
	3	22	4	7468	20	200
	4	12	3	7334	21	185
	5	28	2	6149	28	267
	6	33	11	8009	23	217
	7	23	6	14435	18	179
	8	31	0	6147	22	225
	9	22	1	5968	18	207

(注) A型地震：震源の深さ1～15Km

B型地震：震源の深さ1Km以内(火口近傍)

合成最大振幅：水平動と上下動の最大振幅を合成したもの

以上、3地区の治山ダムクラックの開口変位量の測定結果について若干の検討を加えたが、さらに今後の問題点として、自記記録装置による開口変位量の時間ないし日変化を把握する必要がある。

V コンクリートにおけるクラックの発生機構と破壊現象の解明

1. コンクリートの強度解析への破壊力学の適用性について

治山ダムの材料には、現在コンクリートが最も多く使用されている。コンクリートのようなセメント硬化体は、圧縮強度に比して引張強度が著しく低いという特性を示し、その破壊は“割れ”の形態をとることが一般に認められている。これはセメント硬化体が複雑な複合機構を示すと共に、材質的には空隙や微小き裂のような、き裂または力学的にき裂と等価と見なされる欠陥(不連続部)を含むぜい性材料であることが、その主たる原因と考えられる。すなわ

ち、欠陥材の強度は一般に、欠陥の形状、寸法、方向、位置、分布などによって変わるものと考えられるが、従来の公称応力基準では、このような材料中の欠陥を正確には評価できない。従って、コンクリートのようなセメント硬化体の強度評価には、“平滑材”としての強度と共に“き裂材”としての強度を合わせ考える必要がある。このようなき裂材強度の評価には、現在、破壊力学的手法を適用するのが最も効果的であり、この手法の適用によって、コンクリートのクラック発生機構と破壊現象の解明にも有効であると考えられる。

さて、コンクリートのようなセメント硬化体の強度解析に破壊力学を最初に適用したのはKapranであり、その後いくつかの適用例があるが、これら一連の研究は破壊力学の初期の成果を適用したものである。その後1970年にIrwinによって新しい破壊力学が成立されて以来、破壊力学は急速な進歩をとげ、現在までに金属材料はじめ多くの材料について、破壊力学の新しい成果の適用による破壊靱性値の決定などに関する研究が広く行われている。

破壊力学は、欠陥の存在あるいは発生が危惧される材料・構造物を強度上安全に使用するための新しい工学的な方法論であり、その適用範囲は広く、特にぜい性材料の破壊強度の解析には、線形破壊力学が極めて有効なアプローチである。この線形破壊力学における力学的環境のパラメータの概念を把握するため、材料力学におけるそれと比較して、表一4に示す。

表一4 材料力学と線形破壊力学における力学的環境のパラメータの比較

($G \equiv K^2/E$, E は縦弾性係数)

	現象例	力学的環境のパラメータ	左の現象の起きる条件式	材料強度のパラメータ
材料力学	降伏	応力 σ またはひずみ ϵ	$\sigma = \sigma_{ys}$	降伏点 σ_{ys}
線形破壊力学	ぜい性破壊	応力拡大係数 K またはエネルギー解放率 G	$K = K_c$ または $G = G_c$	破壊靱性 K_c または G_c

まず、材料力学では、外力によって構造物中に生じる応力 σ やひずみ ϵ を求め、その σ や ϵ のもとで材料が破損または破壊しないかどうか、あるいは逆に、材料強度 σ_{ys} が与えられたとき、いかなる外力までは耐えうるかを検討する。そのとき σ や ϵ という力学的環境を表わすパラメータを媒介として、一般的には材料強度と構造物強度とが対応づけられる。

これに対して破壊力学では、き裂進展に伴う弾性エネルギーの解放率を考えることと、き裂先端近傍の応力場の強さの限界値をとることとは等価であることを示し、この両条件を支配する

単一のパラメータとして、応力拡大係数 (Stress Intensity Factor, K) またはエネルギー解放率 ($G \equiv K^2/E$) を導入している。この K や G は上例の σ や ε に相当するもので、表-4 のようにいずれも力学的環境を表わすパラメータとなるので、 K や G を媒介として材料強度と構造物強度を対応づけることができる。

この応力拡大係数には、き裂および対象物体の形状、寸法、方法、位置、分布などのすべての力学的境界条件を含ませることができるので、この K ひとつを決定すれば、任意物体中の任意き裂の力学的条件を一義的に決定することができる。つまり、き裂の先端から発生する破壊は、き裂の極く周辺の応力だけに支配され、その破壊の発生、進行は K の関数になると考えるのである。従って、連続体と見なされる物体であれば、いかなる材料にも破壊力学の適用が基本的には可能となる。

この論法にたてば、コンクリートのようなセメント硬化体は、巨視的には連続体 (弾性学的には、ある材料のヤング率がほとんど同じであれば、その材料は連続体と見て差しつかえない) と見なしうるので、コンクリートにも破壊力学の適用が可能となるわけである。コンクリートへの破壊力学の適用性が確認できれば、次の段階として、破壊力学によるコンクリートの破壊に関する一般的な検討ができる。例えば、コンクリート構造物に線状または面状の欠陥が想定されるとき、公称応力ではこれを評価できないが、破壊力学ではそれを解決することができる。

さて、Irwin の理論によると、き裂を含む弾性体に外力が作用するとき、き裂面は変位の不連続面になるので、き裂面の変形は変位の (x, y, z) 座標に関する成分に対応して、図-31 に示す三つの成分に分けられる。

その結果、き裂端近傍の任意点の応力分布は、この独立した3種類の変形モードに対応する応力の和で与えられる。ここでモード I は開口型、モード II は面内すべり型、モード III は面外すべり型と呼ばれ、これに対応する応力拡大係数をそれぞれ K_I 、 K_{II} 、 K_{III} で示す。

具体的な例として、図-32 のようにクラックを含む弾性体に変形を受ける場合、クラック先端における上記三つの変形モードに対する応力は、二次元問題としてクラックの先端に座標の原点をとれば、Williams の固有関数展開を使って解析できる。すなわち、極座標 (r, θ) における応力成分 σ_{ij} は、これら三つのモードのそれぞれについて、

$$\sigma_{ij} = \frac{A_1}{\sqrt{r/a}} f_1^{ij}(\theta) + A_2 f_2^{ij}(\theta) + A_3 \sqrt{r/a} f_3^{ij}(\theta) + \dots \quad (1)$$

のように \sqrt{r} の級数に展開できる。ここで a はき裂の長さ、 $f_1^{ij}(\theta)$ 、 $f_2^{ij}(\theta)$ 、 $f_3^{ij}(\theta)$ …… は各変形モードについて既知の θ のみの無次元関数、 A_1 、 A_2 、 A_3 、

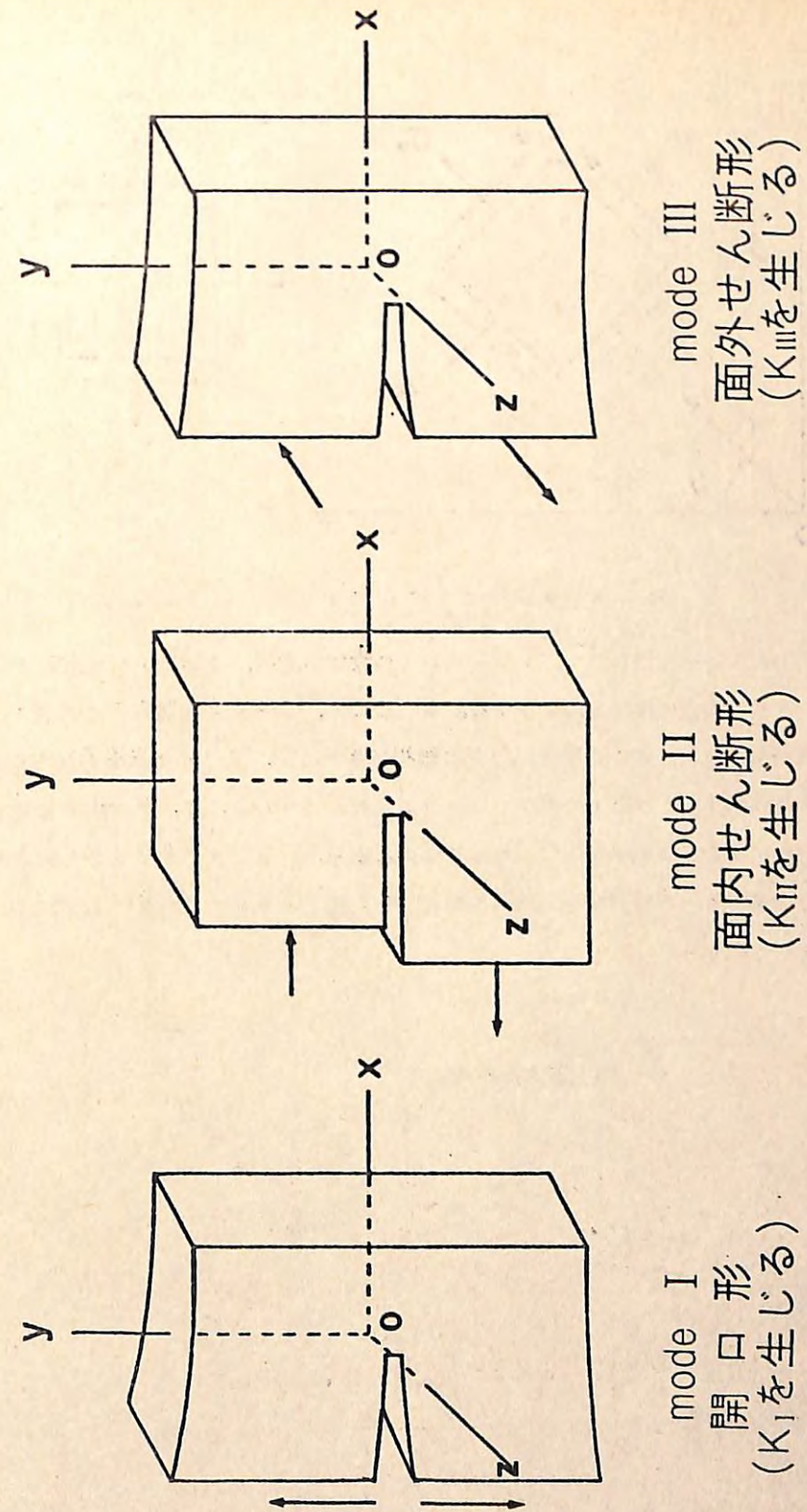


図-31 特異性をもつクラックの変形モード

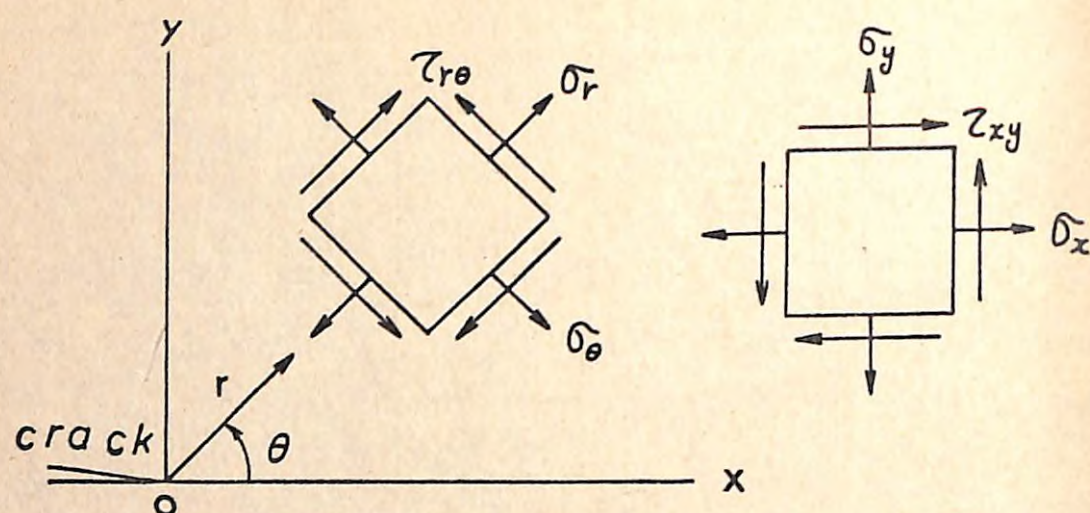


図-32 極座標におけるクラック先端近傍の応力成分表示

.....は応力の次元をもつ係数で、クラックおよび物体の形状、寸法によって変化するが、同一の形状、寸法の場合には外力に比例する。もしここで、クラック先端のごく近傍 ($a \gg r$) の応力場に注目すれば、式(1)の第2項以下は無視できるので、クラック先端近傍の応力分布は、 $1/\sqrt{r}$ の特異性をもつ第1項のみで十分近似される。また x, y, z 方向の変位 u, v, w は、応力に比例するひずみを積分したものであるから、 \sqrt{r} に比例することになる。

以上三つの基本モードに対する理論解析の結果を、応力と変位の具体的な数式について示せば、次のようになる。

モード I (開口形の変形)

$$\begin{bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \tau_{xy} \end{bmatrix} = \frac{K_I}{\sqrt{2\pi r}} \cos \frac{\theta}{2} \begin{bmatrix} 1 - \sin \frac{\theta}{2} \sin \frac{3\theta}{2} \\ 1 + \sin \frac{\theta}{2} \sin \frac{3\theta}{2} \\ \sin \frac{\theta}{2} \cos \frac{3\theta}{2} \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$\begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix} = \frac{K_I}{2G} \sqrt{\frac{r}{2\pi}} \begin{bmatrix} \cos \frac{\theta}{2} (\kappa - 1 + 2 \sin^2 \frac{\theta}{2}) \\ \sin \frac{\theta}{2} (\kappa + 1 - 2 \cos^2 \frac{\theta}{2}) \end{bmatrix} \quad (3)$$

モード II (面内すべり形の変形)

$$\begin{bmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \tau_{xy} \end{bmatrix} = \frac{K_{II}}{\sqrt{2\pi r}} \begin{bmatrix} -\sin \frac{\theta}{2} (2 + \cos \frac{\theta}{2} \cos \frac{3\theta}{2}) \\ \sin \frac{\theta}{2} \cos \frac{\theta}{2} \cos \frac{3\theta}{2} \\ \cos \frac{\theta}{2} (1 - \sin \frac{\theta}{2} \sin \frac{3\theta}{2}) \end{bmatrix} \quad (4)$$

$$\begin{bmatrix} u \\ v \end{bmatrix} = \frac{K_{II}}{2G} \sqrt{\frac{r}{2\pi}} \begin{bmatrix} \sin \frac{\theta}{2} (\kappa + 1 + 2 \cos^2 \frac{\theta}{2}) \\ -\cos \frac{\theta}{2} (\kappa - 1 - 2 \sin^2 \frac{\theta}{2}) \end{bmatrix} \quad (5)$$

モード III (面外すべり形の変形)

$$\begin{bmatrix} \tau_{xz} \\ \tau_{yz} \end{bmatrix} = \frac{K_{III}}{\sqrt{2\pi r}} \begin{bmatrix} -\sin \frac{\theta}{2} \\ \cos \frac{\theta}{2} \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$w = \frac{2K_{III}}{G} \sqrt{\frac{r}{2\pi}} \sin \frac{\theta}{2} \quad (7)$$

ただし、式(3), (5)において、

$$K = \begin{cases} 3 - 4\nu & (\text{平面ひずみ状態}) \\ (3 - \nu) / (1 + \nu) & (\text{平面応力状態}) \end{cases}$$

であり、 ν はポアソン比、 $G = E / 2(1 + \nu)$ はせん断弾性係数、 E は縦弾性係数である。

式(2)~(7)の三つの係数 K_I, K_{II}, K_{III} は、式(1)の第1項の係数 $A_1 \sqrt{\pi a}$ に相当するもので、それぞれモード I, モード II, モード III の応力拡大係数である。従って、任意き裂の先端近傍の応力と変位の分布は、式(2)~(7)の和として与えられる。すなわち、一般的な弾性応力状態におけるすべてのき裂の挙動は、これら三つの応力拡大係数で完全に表現できることになる。なお K の次元は $[FL^{-3/2}]$ であり、その単位は一般に、 $kg \cdot mm^{-3/2}$, $kg \cdot cm^{-3/2}$, $Ksi \sqrt{in}$, $lbf \cdot in^{-3/2}$, $N \cdot m^{-3/2}$ などで表わされ、主な換算率は、

$$1 Ksi \sqrt{in} = 3.543 kg \cdot mm^{-3/2}$$

$$1 kg \cdot mm^{-3/2} = 3.162 kg \cdot cm^{-3/2}$$

となる。

さて、破壊力学では一般に、き裂をモデル化して、そのモデルに対する K の値を適用している。従って、そのモデルで実際のクラック入り材料や構造物を説明できるかどうか、また K の

いかなる関数になるか、ということは破壊靱性試験によって決定する必要がある。これが本試験の一つの目標である。

本章では、昭和51年度～53年度に実施した各種コンクリートの破壊靱性試験の結果を報告し、その結果に基づいて、コンクリートのクラック発生機構、クラックによるコンクリートの強度低下現象とき裂材コンクリートのK基準強度、鋼繊維補強コンクリートの破壊靱性などについて、破壊力学的検討を加える。

2. 破壊靱性試験とKの計算方法

(1) 供試コンクリートの種類と使用骨材の粒度

コンクリートのクラック発生機構や破壊機構は、骨材の形状・粒径・粒度などの影響を受けるものと考えられるので、細骨材には川砂と豊浦標準砂を、粗骨材には川砂利と碎石を準備した。使用した骨材の種類とその粒度は、細骨材が表-5に示す2種類、粗骨材が表-6に示す5種類である。また、鋼繊維補強コンクリート用には表-7の2種類の鋼繊維を使用し、ブレンコンクリートとの比較に便ならしめた。なお、セメントは普通ポルトランドセメントを使用した。

表-5 使用した細骨材の粒度

細骨材種	フルイ残留重量比 (%)							FM値	比重	材質
	5.0	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15	0.075			
a	0	13	33	59	90	100		2.95	2.61	川砂
b	0	0	0	0	0	0	100	—	2.62	標準砂

表-6 使用した粗骨材の粒度

粗骨材種	フルイ残留重量比 (%)					FM値	比重	材質
	25	20	15	10	5			
A	0	50	80	90	100	7.40	2.66	川砂利
B	0	44	78	89	100	7.34	2.66	川砂利
C	0	21	50	82	100	7.03	2.66	川砂利
D	0	0	35	65	100	6.65	2.66	碎石
E	0	0	30	60	100	6.60	2.66	川砂利

表-7 使用した鋼繊維の寸法と材質

鋼繊維の種類	厚さ (mm)	幅 (mm)	長さ (mm)	材質	製造法
ISF 25	0.25	0.50	25	普通鋼	薄板切断法
ISF 32	0.50	0.50	32	亜鉛メッキ	

表-8 コンクリートの系列別配合

系列	重量配合比					使用骨材種			空気量 (%)	スランプ [フロー値] (cm)	ブリーディング率 (%)
	セメント	水	細骨材	粗骨材	鋼繊維	細骨材	粗骨材	鋼繊維			
I	1.0	0.52	2.5	—	—	a	—	—	1.8	[21.2]	
II	1.0	0.52	2.5	3.5	—	a	C	—	2.4	8.1	6.0
III	1.0	0.52	2.5	3.5	—	a	D	—	2.6	5.5	
IV	1.0	0.60	2.1	2.1	—	b	E	—	3.7	8.0	
V	1.0	0.60	2.1	2.1	—	b	A	—	3.5	7.5	
VI	1.0	0.60	3.0	2.7	—	a	B	—	3.5	19.0	13.6
VII	1.0	0.60	3.0	3.0	—	a	E	—	3.6	10.0	8.8
VIII	1.0	0.60	3.0	3.0	—	a	A	—	4.5	18.0	11.3
IX	1.0	0.60	3.0	3.0	0.26	a	E	ISF 25	4.7	3.0	
X	1.0	0.60	3.0	3.0	0.26	a	E	ISF 32	5.3	5.5	

供試コンクリートは表-8に示す10系列で、細・粗骨材の種類、鋼繊維の有無、および材料の重量配合比などによって分類した。なお、表-8で、系列Iはモルタル、KとXは鋼繊維補強コンクリート、他はブレンコンクリートである。

(2) 破壊靱性試験の方法と試験片の作製方法

コンクリートのような脆性材料の破壊靱性の決定には、ASTMの平面ひずみ破壊靱性試験法に準拠した曲げ試験法と、中央スリット入り円板による圧縮試験法が、既に筆者らによって提案されている。これら二つの試験方法には、それぞれに長所と短所があるが、①コンクリートは一般に圧縮材として使用されること、②試験装置としてコンクリートの耐圧試験機がそのまま利用できること、③試験片の作製が比較的容易であること、などに注目すれば、後者の方が有利であると考えられる。従って、本試験では、中央スリット入り円板による圧縮破壊靱性試験法を採用することにした。

まず試験片の形状は、図-33に示す中央スリット入り円板で、その寸法は直径 $2R=20\text{ cm}$ 、板厚 $t=2R/3$ 、スリット長 $2a=4\text{ cm}$ 、スリット幅 $2c=1\text{ mm}$ を目標に成形した。これとは別に、スリット入り円板と同一直径、同一板厚の無スリット円板試験片も作製し、スリット入り円板試験片との比較に便ならしめた。

次に、試験片の作製は、表-8に示すコンクリートの系列別に、所定の配合比に秤量した各試料を可搬傾胴型コンクリートミキサで3分間練り混ぜ、これを試作の試験片成形用円筒型枠に突き棒で打込んだ。ここで用いた試作の型枠は、内径 20 cm の塩ビパイプを所定の寸法(長さ 7.67 cm)に切断し、これに円形の底板(板厚 1 cm)を取りつけたものである。なお、スリット入り円板試験片の成形用型枠には、図-33のような板厚 1 mm のステンレス製スリット板(両刃)を、上記底板の中心に挿入・固定した。

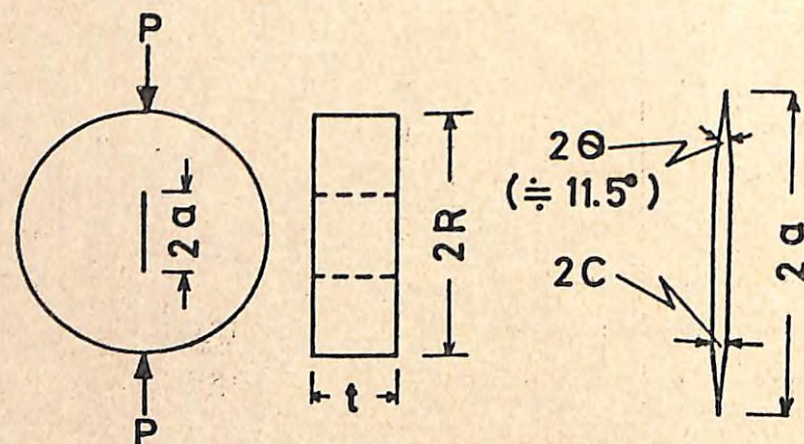


図-33 中央スリット入り円板試験片の形状と荷重方法

打込み終了後24時間、型枠のまま湿空中(20°C)で養生したのち脱型し、その後試験日まで水中(20°C)で養生した。なお、試験時の材令は全て28日に統一した。作製した試験片の総数は473個で、その系列別内訳は表-9に示す。

圧縮による破壊靱性試験の方法は、図-33に示す中央スリット入り円板の中心に、集中圧縮荷重を負荷する方法である。その際、荷重線と円板スリットの傾斜角 β を表-9のように、 $0^{\circ} \leq \beta \leq 90^{\circ}$ で変化させ、それぞれの破壊荷重を測定するとともに、クラック発生位置と伝播方向などを詳細に観測した。荷重速度はほぼ一定(平均 2 ton/min)に保ち、試験片が破断するまで加圧し、破壊荷重と破断時の最大荷重を測定した。使用した試験機はアムスラ型耐圧試験機(200 ton)で、使用容量は 25 ton である。

表-9 コンクリートの系列別試験片数

コンクリートの系列	バッチ数	試験片数	中央スリット入り円板(β°)							無スリット円板
			0	15	30	45	60	75	90	
I	2	50	9	0	8	8	8	0	8	9
II-1	2	48	9	0	7	6	7	0	7	12
II-2	2	48	11	0	7	7	7	0	7	9
II-3	2	44	9	0	7	7	7	0	7	7
III	2	33	9	0	5	5	6	0	0	8
IV	1	25	5	0	4	3	4	0	4	5
V	1	25	5	0	4	3	4	0	4	5
VI	2	50	7	5	6	6	6	5	6	9
VII	2	50	7	5	6	6	6	5	6	9
VIII	2	50	7	5	6	6	6	5	6	9
IX	1	25	6	0	4	3	4	0	3	5
X	1	25	5	0	4	3	4	0	4	5
合計	20	473	89	15	68	63	69	15	62	92

(注) 試験片1個あたりの公称容積は $2,094\text{ cm}^3$

(3) 応力拡大係数 K の近似解と計算方法

中央スリット入り円板が、スリット線に沿って集中圧縮荷重を受ける場合($\beta=0^{\circ}$ のとき)の応力拡大係数 K_I は、円板の中心を座標軸の中心とする極座標系(α, ρ)を用いて、

$$K_I = \sigma_a(\alpha = \beta, \rho = a) \cdot \sqrt{\pi a} \quad \dots\dots\dots (8)$$

で表わされる。式(8)の解は $a/R = 0.7$ までは有効数字4桁まで一致するが、無スリット円板が集中圧縮荷重を受ける場合には、荷重線に沿って一様な引張応力、

$$\sigma_t = P/\pi R t \quad \dots\dots\dots (9)$$

が発生するので、 $\beta=0^{\circ}$ のすべての a/R に対して式(8)を無次元化すると、無次元応力拡大係数 F は、

$$F = K_I / (P \sqrt{a/\pi} / R t) \quad \dots\dots\dots (10)$$

で表わされ、これは一定 ($F=1.0$) となる。

しかしながら、この無次元応力拡大係数 F の式 (10) は外部の境界条件を無視しているため、現実には $F=1.0$ になるかどうかを確認する必要がある。これについては、式 (10) の計算値と a/R との関係が図-34 に示されている。すなわち、図-34 を見ると、 F 値は a/R の増加とともに増大するが、 $a/R \leq 0.4$ 程度までは、 F 値は、

$$F = 1.0 + 1.5 (a/R)^2 \dots\dots\dots (11)$$

で実用上十分な精度で近似できることがわかる。本実験に使用した試験片の寸法は、 $a/R=0.2$ であるので、ここでは式 (11) を適用して、破壊荷重 (P_F) に対する破壊靱性値 (K_{IF}) と最大荷重 (P_M) に対する最大応力拡大係数 (K_{IM}) を、

$$K_I = F P \sqrt{a/\pi R t} \dots\dots\dots (12)$$

で計算することにした。

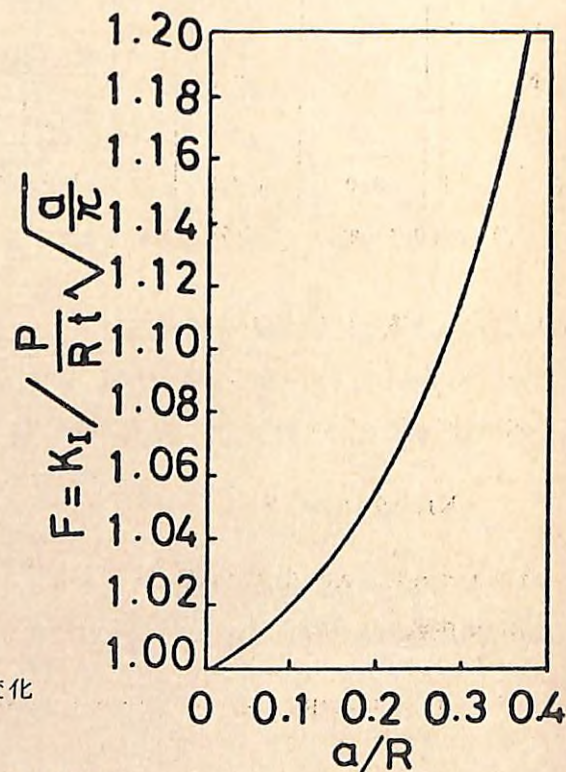


図-34 無次元応力拡大係数の変化

3. コンクリートのクラック発生・伝播機構に関する検討

(1) クラックの発生から破壊に至る機構

中央スリット入りコンクリート円板に、図-33 のような集中圧縮荷重を負荷し、次第に荷

重を上げると、クラックの発生・伝播現象が確認できる。この現象は、供試コンクリートのいずれの系列にも同様の傾向がうかがわれるので、ここでは系列Ⅳのコンクリートを例にとり、その現象を説明する。

さて、図-35 に示すコンクリート円板試験片の写真の場合、まず、スリットの両端に発生した①のクラックは、それぞれ図の矢印の方向に進行・伝播し、いずれも荷重点付近で一旦停止する。これを“1次クラック”と呼ぶ。さらに荷重を上げると、今度は上下両荷重点近傍の円板縁から②のクラックが2次的に発生し、それぞれ矢印の方向に進行する。このクラックを“2次クラック”と呼ぶ。この2次クラックが1次クラックと合体する瞬間に、一旦停止していたクラック①が急速にクラック③まで成長し、一挙に最終破断に至る。これが中央スリット入りコンクリート円板の一般的な破壊機構であるが、無スリット円板はもちろんのこと、スリット入り円板でもスリット傾斜角 β によってクラックの発生・伝播・破壊機構は異なるので、系列Ⅳのコンクリートについて β 別の試験片の写真を、図-36～43 に示した。

まず、 $0^\circ \leq \beta \leq 60^\circ$ の場合には、図-36～40 に示すいずれのクラックも、上例のようにスリット先端から発生し、その後もほぼ上例と同様の過程をたどって破壊に至る。このような現象は、鋼材、ガラス、大理石、エポキシ樹脂、アクリル樹脂など比較的均質な材料にも同様に認められている傾向であり、この点については、コンクリートへの破壊力学の適用性が十分考えられるわけである。

次に、 $\beta \geq 75^\circ$ では、図-41、42 のようにクラックはほとんどスリット先端以外から発生する。この事実は、スリットと理想き裂との差に起因するもので、この場合スリット幅の影響が現われたものと考えられる。これについては、スリット幅を可能な限り小さくして、その効果について検討する必要がある。

また、無スリット円板が集中圧縮荷重を受ける場合には、式(9)の引張応力が荷重線に沿って発生するので、理論的にはクラックは円板の中心を通り、荷重線の方に一直線に発生・進行するはずである。しかしながら、現実には図-43 に示すように、コンクリートクラックは円板の中心を避けて曲進する場合が多い。これは、コンクリートの材質的な不均質性を裏付ける証拠と推察される。これを要するに、コンクリートのようなぜい性不均質材料の強度試験に従来の無き裂試験片を適用する場合の限界を示すものであり、これを改善する方法として、破壊力学の有効性が指摘されよう。

(2) スリット傾斜角とクラックの発生方向に関する検討

一般に、材料中に潜在するスリット端から発生する新しいクラックの発生角度は、第V章3

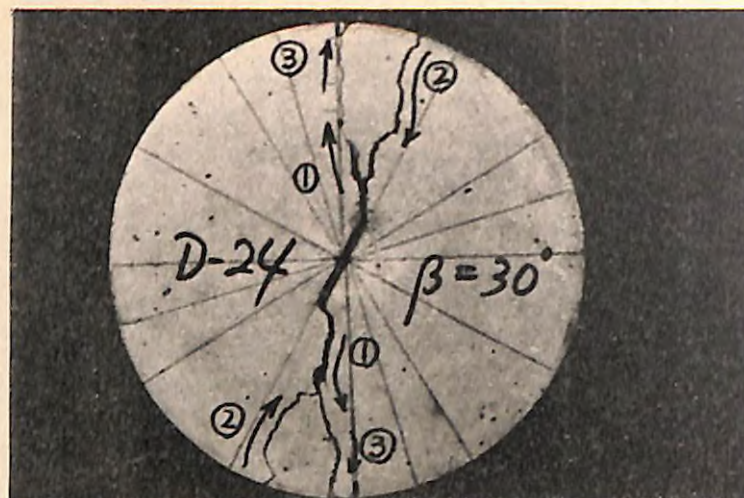


図-35 コンクリートのクラック発生・伝播過程

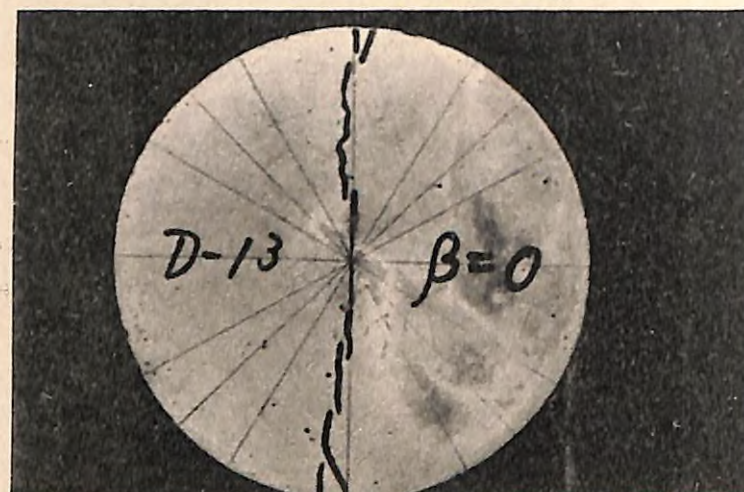


図-36 コンクリート円板の破壊様相 ($\beta = 0^\circ$ の場合)

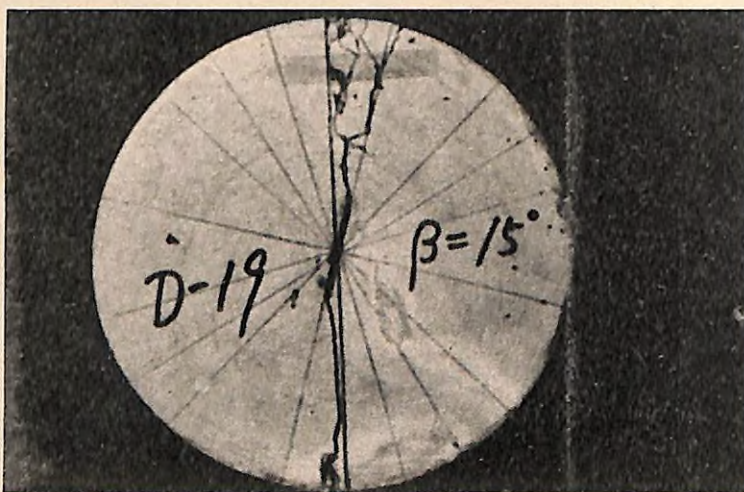


図-37 コンクリート円板の破壊様相 ($\beta = 15^\circ$ の場合)

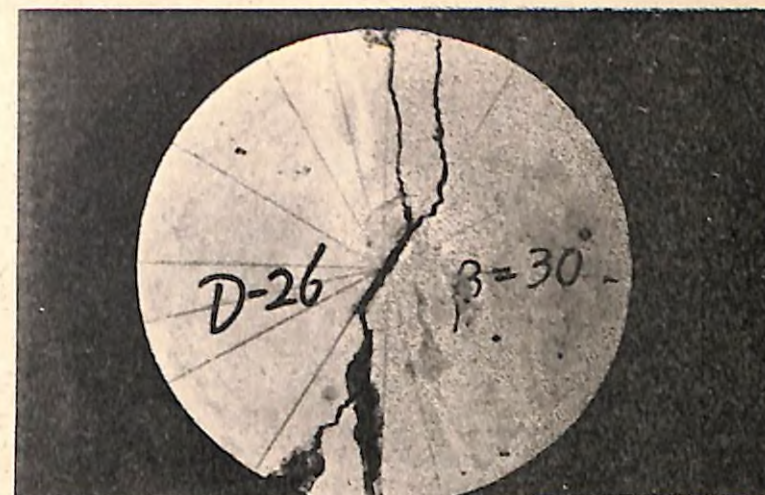


図-38 コンクリート円板の破壊様相 ($\beta = 30^\circ$ の場合)



図-39 コンクリート円板の破壊様相 ($\beta = 45^\circ$ の場合)

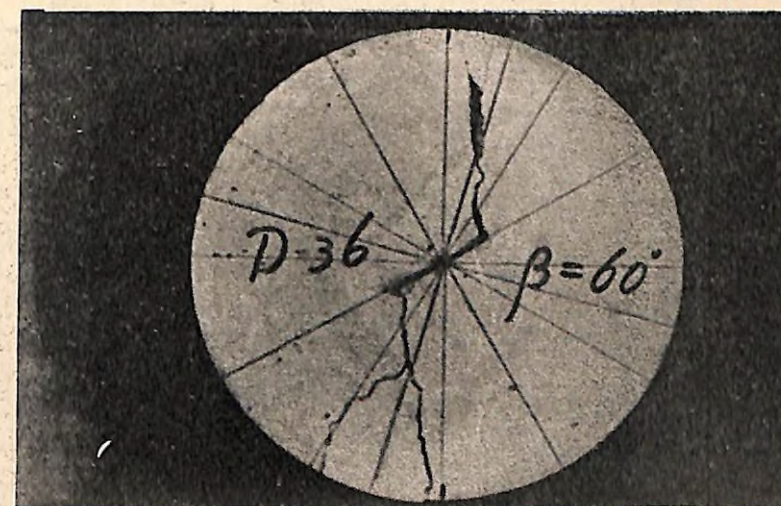


図-40 コンクリート円板の破壊様相 ($\beta = 60^\circ$ の場合)

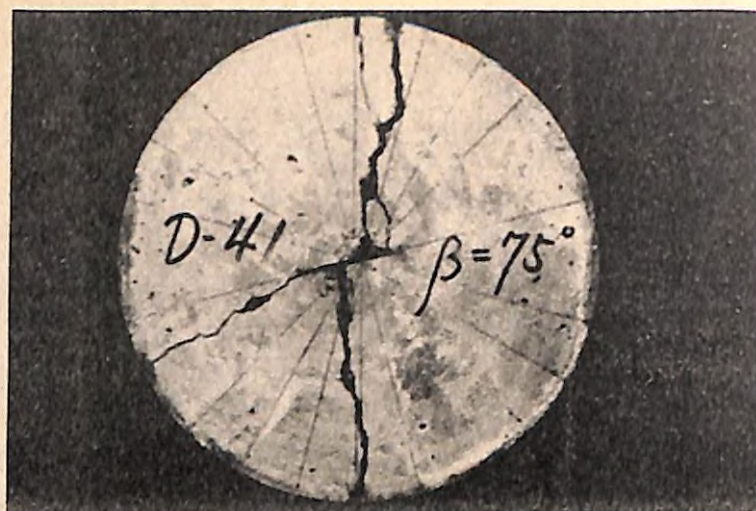


図-41 コンクリート円板の破壊様相 (β = 75° の場合)

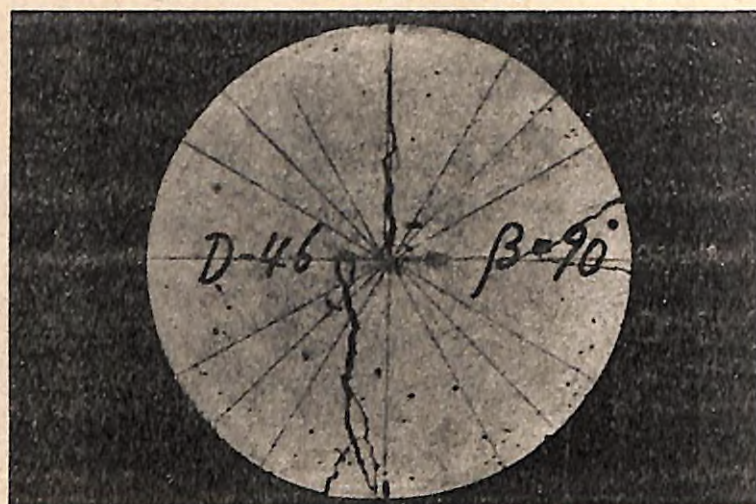


図-42 コンクリート円板の破壊様相 (β = 90° の場合)



図-43 無スリットコンクリート円板の破壊様相

節に記した、スリット端における“最大周方向応力説”によって解析解が求められる。この最大周方向応力説によれば、図-31の第1モードと第2モードの応力拡大係数比 K_I/K_{II} は、

$$K_I/K_{II} = |1 - 3\cos\theta| / \sin\theta \quad \dots\dots\dots (13)$$

のようにクラック発生角 θ の関数として表わされる。この解法に従って、 $a/R = 0.2$ のときのスリット傾斜角 β に対する θ の理論曲線を式(13)から求め、これをコンクリートの系列I, II, III, VI, VII, VIIIの実験値とともに図-44, 45に示した。

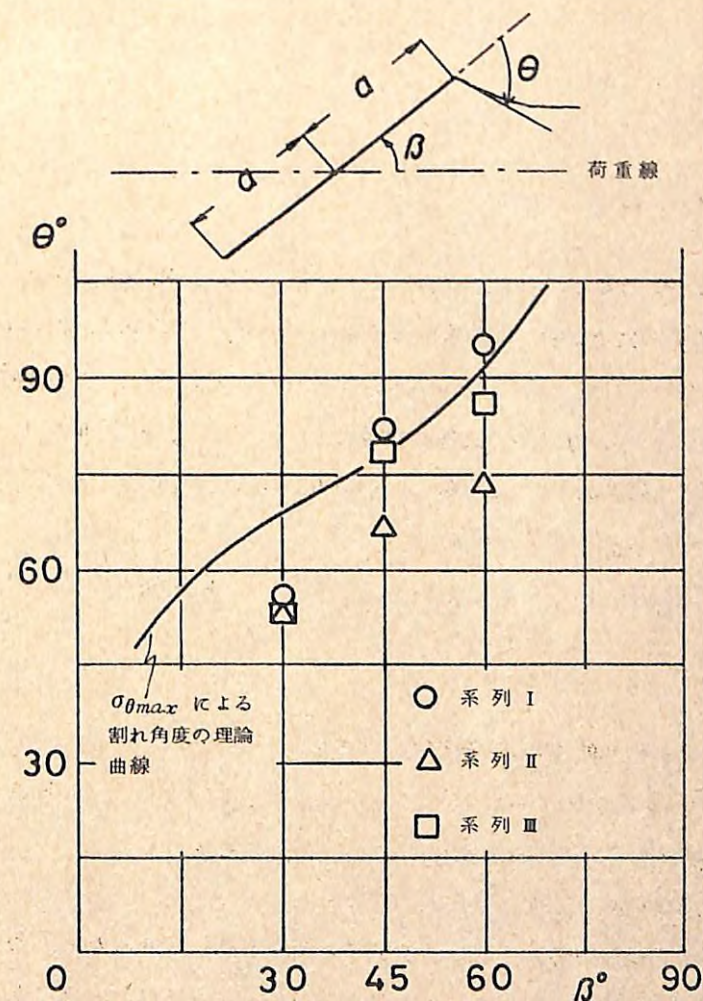


図-44 スリット傾斜角 β に対するクラック発生角 θ の理論曲線と実験値 (系列I, II, III)

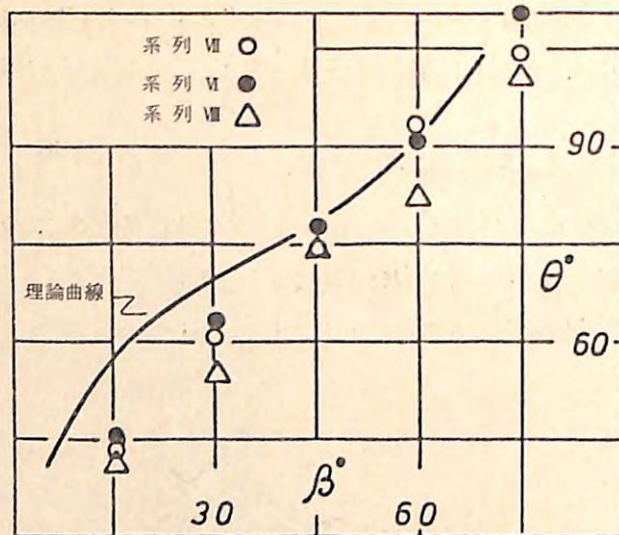


図-45 スリット傾斜角 β に対するクラック発生角 θ の理論曲線と実験値 (系列Ⅵ, Ⅶ, Ⅷ)

結果として, $30^\circ < \beta < 75^\circ$ では, 系列Ⅰのモルタルと系列Ⅵ, Ⅶのコンクリートに対する θ の実験値が理論曲線に比較的に傾向がうかがわれるが, $\beta \leq 30^\circ$ と $\beta \geq 75^\circ$ の場合には, 6 系列とも θ の実験値が理論曲線を下回る現象が認められる。また, $\beta = 45^\circ$ の場合には, 系列Ⅱ以外のコンクリートの θ 値がほぼ理論曲線にのるのに対し, 系列Ⅱのコンクリートだけは, θ の実験値が全ての β に対して理論曲線よりかなり低下する現象については, 材質とともに測定方法についても更に検討する必要がある。

なお, $\beta = 90^\circ$ の場合には, クラックはほとんどスリット先端以外から発生する傾向が認められた。

4. き裂材コンクリートの強度に関する破壊力学的検討

本章で取り上げた一連の試験の総括として, クラックを含むコンクリートが強度的にいかなる特徴を示すかについて, 以下に若干の破壊力学的検討を加える。

(1) コンクリートの強度におよぼすスリットの影響

スリット傾斜角 β が破壊時の最大荷重 P_M におよぼす影響をみるため, 各 β に対する 6 系列のコンクリートの P_M 値を図-46に示した。なお, 図-46には, 無スリット円板コンクリートの P_M 値も併記した。結果として, スリット入りコンクリート円板の強度は, スリット傾斜角 β の変化による影響を若干受けるが, その法則性は顕著に現われない。また, スリットに

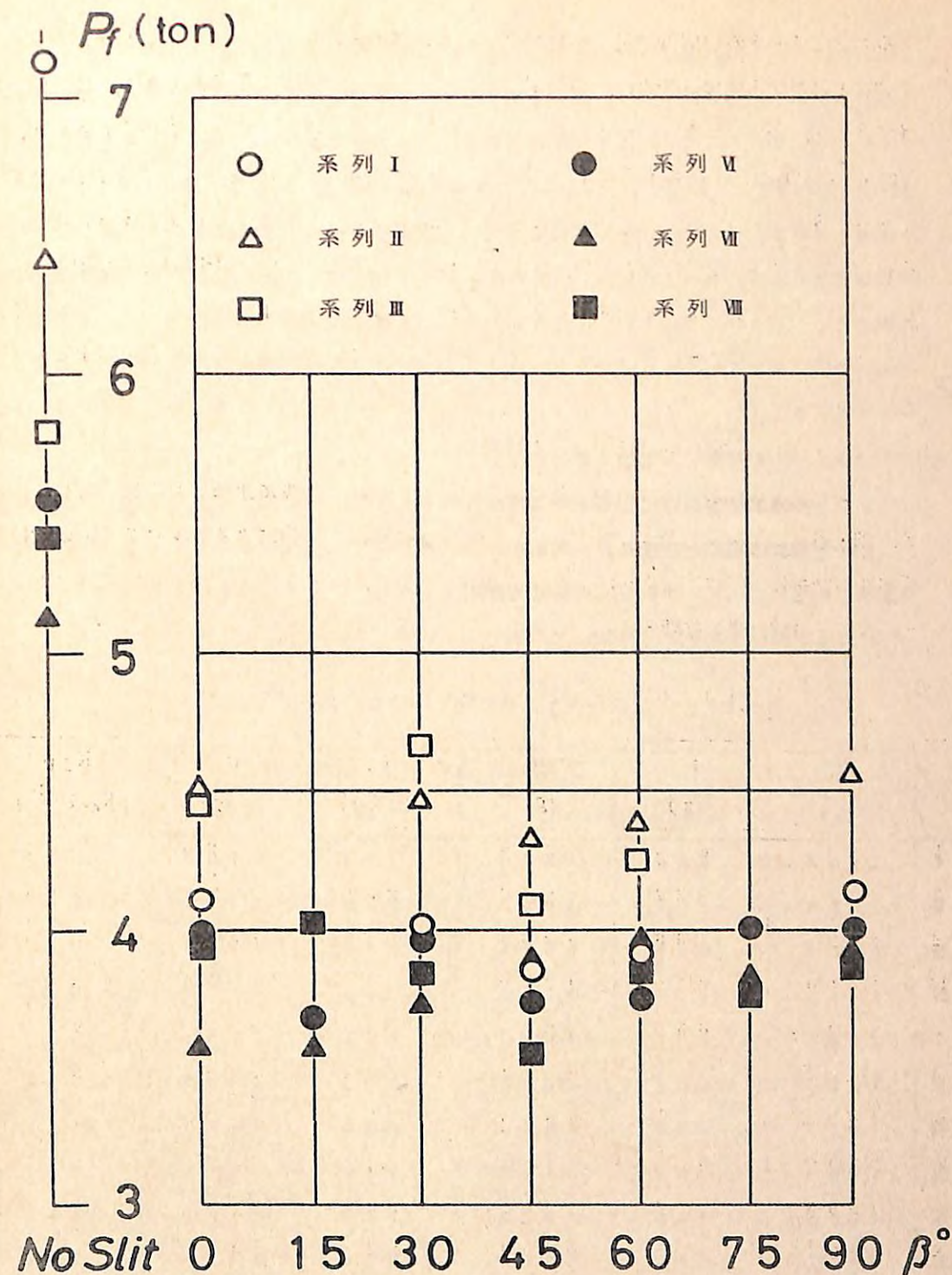


図-46 スリット傾斜角 β に対するコンクリートの破壊荷重

よるコンクリートの強度低下現象をコンクリートの系列別にみると、無スリットコンクリートの強度1に対する強度低下率は、系列Iでは最小値が5.4% ($\beta=45^\circ$ のとき)、最大値が60% ($\beta=0^\circ, 90^\circ$ のとき)、以下同様に系列IIでは6.6% ($\beta=45^\circ$)、7.0% ($\beta=0^\circ, 90^\circ$)、系列IIIでは7.0% ($\beta=45^\circ$)、8.0% ($\beta=30^\circ$)、系列IVでは6.7% ($\beta=15^\circ$)、7.3% ($\beta=0^\circ, 75^\circ, 90^\circ$)、系列Vでは7.0% ($\beta=0^\circ, 15^\circ$)、7.6% ($\beta=60^\circ, 90^\circ$)、系列VIでは6.6% ($\beta=45^\circ$)、7.6% ($\beta=15^\circ$)となる。これを要するに、 $a/R=0.2$ の中央スリットがコンクリートの円板強度におよぼす影響は、系列Iのモルタルが最も大きく、その強度低下率は5.4~6.0%であり、6系列のコンクリートの強度低下率を総括すると5.4~8.0%となる。

(2) コンクリートの強度におよぼす骨材の影響

コンクリートの破壊強度に影響をおよぼす要因としては、一般に水セメント比、骨材の配合比、細・粗骨材の種類と粒度などが考えられる。ここでは、圧縮によるコンクリートの破壊靱性試験の結果について、上記要因の影響を検討するため、表-8に示した10系列のコンクリートによる試験結果を整理・要約して、表-10に示した。

表-10 コンクリートの系列別平均強度 ($\beta=0^\circ$ の場合)

	R (cm)	t (cm)	W (g)	γ (g/cm ³)	P _F (Kg)	K _{IF} (Kg/cm ^{3/2})
I	10.08	6.56	4566	2.23	4120	52.7
II	10.08	6.67	4946	2.39	4510	56.5
III	10.08	6.68	4964	2.39	4340	54.5
IV	10.10	6.59	4799	2.29	4315	54.8
V	10.06	6.57	4800	2.31	4184	53.5
VI	10.06	6.60	4861	2.34	4007	51.0
VII	10.08	6.63	4846	2.30	3560	45.1
VIII	10.09	6.60	4822	2.29	3940	50.1
IX	10.05	6.56	4932	2.37	4490	57.6
X	10.07	6.55	4869	2.34	4410	56.7

(注) R: 円板半径, t: 円板厚, W: 円板重量, γ : 単位容積重量

まず、細骨材の材質による影響については、水セメント比と粗骨材の種類が等しい系列IV、VIIと系列V、VIIIのコンクリートのK_{IF}を比較すると、いずれも標準砂使用コンクリートの方がK_{IF}値は高くなる。

次に、粗骨材の材質による影響については、水セメント比、骨材の重量配合比、使用細骨材種が等しい系列II、IIIのコンクリートのK_{IF}を比較すると、川砂利使用のコンクリートの方が碎石使用のコンクリートよりK_{IF}値は高くなる。

また、粗骨材の最大粒径の影響については、水セメント比、骨材の重量配合比、使用細骨材種がそれぞれ等しい系列IVとV、系列I、II、IIIを比較検討すると、水セメント比が6.0%のときは系列V>系列IV、水セメント比が5.2%のときは系列II>系列III>系列Iとなり、いずれの場合も、骨材の最大粒径が大きいほど、コンクリートとK_{IF}値は高くなることがわかる。

なお、水セメント比の影響については、他の条件が異なるため断定はし難いが、一般的には水セメント比5.2%のコンクリートの方がその比6.0%のコンクリートよりK_{IF}値は高くなる傾向がうかがわれる。

ここで要約した系列別のK_{IF}の平均値は、いずれもその変動係数Cが5~7%の実験値を平均したものであり、実験値間のばらつきが極めて小さい。従って、ここで得られた結論は、実用上十分安定したものであることを附記する。

(3) コンクリートの強度におよぼす鋼繊維の影響

鋼繊維補強コンクリート(SFRC)は、コンクリートの中に鋼繊維を分散混入させて、ブレンコンクリートの弱点を補う複合材料であり、引張強度や曲げ強度特性とともに、じん性(破壊に至らしめる仕事量)が著しく向上されることが注目されている。従って、治山ダム材料として適所に利用すれば、その効果の向上に役立つものと考えられる。

さて、本試験に使用した鋼繊維は表-7の2種類で、これを重量でセメントの2.6%混入したものを、それぞれ系列K、Xとした。これら2種類の鋼繊維補強コンクリートによる試験結果を整理・要約して、これを前記の表-10に示した。

まず、鋼繊維がコンクリートのK_{IF}におよぼす影響については、水セメント比、骨材の重量配合比、使用細・粗骨材種などがいずれも等しい系列VIIのコンクリートと比較すれば、鋼繊維補強コンクリートのK_{IF}値は系列VIIのブレンコンクリートより圧倒的に高くなることが確認される。この現象は、条件の異なる他のブレンコンクリートに比べても認められる。

なお、鋼繊維の種類がコンクリートのK_{IF}におよぼす影響については、顕著な差は認められないが、この場合には、鋼繊維の寸法の小さい方が、K_{IF}値は若干高くなる傾向を示した。こ

れについては今後さらに鋼繊維の種類を増加して検討を加える必要がある。

参 考 文 献

- 1) 陶山正憲外2名：破壊力学によるコンクリート構造物の強度解析(第2報)，土木学会30回
年次学術議，49～50，1975年10月
- 2) 北川英夫・陶山正憲：Fracture Mechanics Study on the Size Effect for
the Strength of Cracked Concrete Materials, Proc. 19th Japan
Congress on Materials Research, 156～159, 1976年3月
- 3) 陶山正憲：き裂材としての岩盤の強度解析への破壊力学的手法の適用について，日林誌，
58(4)，141～149，1976年4月
- 4) 陶山正憲：Fracture Toughness of Cement Concrete Materials as
Construction Members, Proc. 2nd International Conference on Mecha-
nical Behavior of Materials, 1300～1304, 1976年8月
- 5) 陶山正憲：治山構造物の強度解析に対する破壊力学の考察(Ⅱ)，87回日林論，353～354
1976年10月
- 6) 陶山正憲・竹内美次：治山ダムに発生するクラックの挙動・特性について，87回日林論，
355～356，1976年10月
- 7) 陶山正憲：き裂材としてのコンクリート強度の破壊力学的研究，新砂防，№101，9～16，
1976年12月
- 8) 陶山正憲：アカマツき裂材の破壊靱性試験，日林九支研論，31号，273～274，1977
年10月
- 9) 陶山正憲：セメント硬化体の応力拡大係数について，日林九支研論，31号，275～276，
1977年10月
- 10) 陶山正憲：治山ダムクラックの発生原因と挙動特性，日林九支研論，31号，277～278，
1977年10月
- 11) 陶山正憲：治山構造物の強度解析に対する破壊力学の考察(Ⅲ)，88回日林論，349～350
1977年10月
- 12) 陶山正憲：治山ダムクラックの変位測定について，53年度砂防学会発表概要集，56～57，
1978年5月

- 13) 陶山正憲：破壊力学による砂防工材の強度解析(Ⅱ)，53年度砂防学会発表概要集，58～59，
1978年5月
- 14) 陶山正憲：治山ダムのひび割れと安全性，林業技術，№444，29～32，1979年3月
- 15) 陶山正憲：コンクリートの強度評価法について，54年度砂防学会発表概要集，86～87，
1979年6月
- 16) 陶山正憲：破壊力学による砂防工材の強度解析，54年度砂防学会発表概要集，88～89，
1979年6月

林野火災の総合消火技術の最適化

林野火災の総合消火技術の最適化

I 試験担当者

防災部防災科気象研究室長

本 木 茂

II 試験目的

林野火災に対する消火技術の研究は山地の複雑な環境条件下に発生する火災時の諸現象により、効率的な消防資機材の導入並びに消火技術の活用を困難としているが、最近ヘリコプターによる空中消火方法の実用化をはじめ、各種の機械力を活用した合理的な消火技術の開発が計られ、近代化が進められている。

火災の延焼を防止し火勢の鎮圧を計る手法を基幹とする林野火災の消火方法は、現地での火災性状と燃焼条件に適合した技術の対応が第1で効率化には多くの課題がある。このため林野火災の被害実態資料による解析数値を基に火災特性を明らかにし、効果的な消防技術を検討して総合消火技術の運用と最適化を進める研究を実施した。

III 試験結果

毎年全国各地で数多く発生し莫大な損害額を計上してしばしば社会問題ともなる最近の林野火災は、山地住民社会の変革と森林利用の多様化により多発傾向となり対策に多くの問題を提起している。

火災は乾燥した冬期の1～5月までを出火の危険期とし3、4月に最高の発生を見る。地域別には可燃物の季節変化に対応して移動し、九州・四国・中国と南位地域から、積雪の消える5月北海道地区での発生で終る。発生件数は毎年5,000件以上にものぼるが、被害が大きく問題が多いのは、件数は僅かであるが10ha以上の焼失面積を持つ火災である。

表-1に焼損面積別の損害を示した。

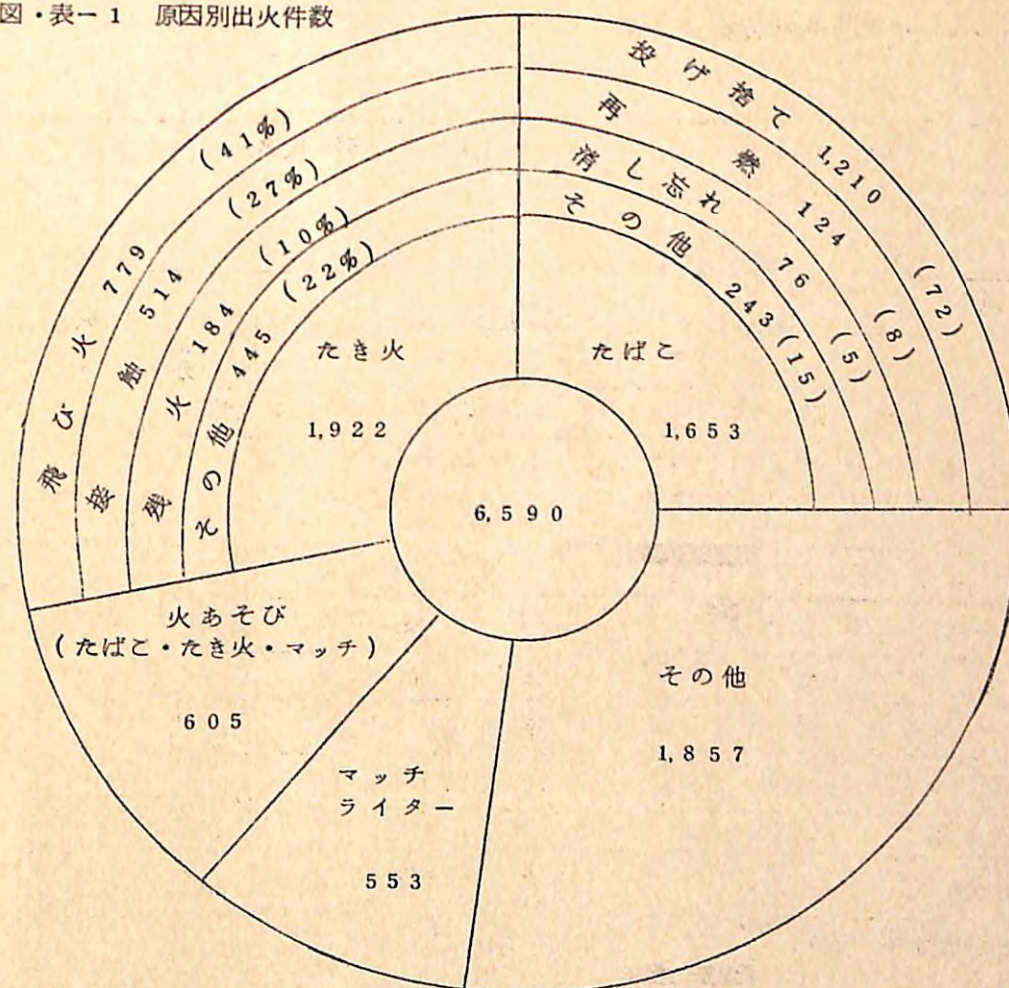
図表-1に原因別出火件数と主原因の内訳を図示したが、「たばこ」、「たき火」の不始末による出火が約半数を占めているほか、原因の90%が利用者の不注意であり、入山者のモラルの問題とする現状に多くの課題がある。

表-1 焼損面積別損害

種 別 区 分	出 火		焼 損		損 害	
	件 数	%	面 積	%	額	%
1 a 未 満	597	9	—	0	(千円) 4,354	1
1 a ~ 5 a	2,107	31	42.6	1	36,304	1
5 a ~ 10 a	747	11	46.4	1	18,379	1
10 a ~ 50 a	1,969	29	401.0	5	129,653	5
50 a ~ 100 a	411	6	264.2	4	80,963	3
1 ha ~ 2 ha	325	5	407.8	5	134,016	5
2 ha ~ 3 ha	136	3	307.6	4	84,945	3
3 ha ~ 5 ha	115	3	418.0	6	110,350	4
5 ha ~ 10 ha	87	1	583.6	7	131,787	5
10 ha 以 上	98	2	5,041.0	67	2,040,477	72
計	6,592		7,512.2		2,771,228	

※ 数値は昭和48~52年の5ケ年間の平均

図・表-1 原因別出火件数



※ 数値は昭和48~52年の5ケ年の平均で()内は%を示す。

原因	出 火	件 数	%
た き 火		1,922	29
た ば こ		1,653	25
火 あ そ び		605	9
マ ッ チ ラ イ タ ー		553	8
そ の 他		1,857	28
計		6,590	

1. 林野火災の実態

林野火災の現況を実態解析するため森林の焼損面積が10ha以上の林野火災について提出された消防庁保管の「林野火災対策資料」の昭和47年から50年までの約200件の報告事例

表-2 林野火災対策調査資料

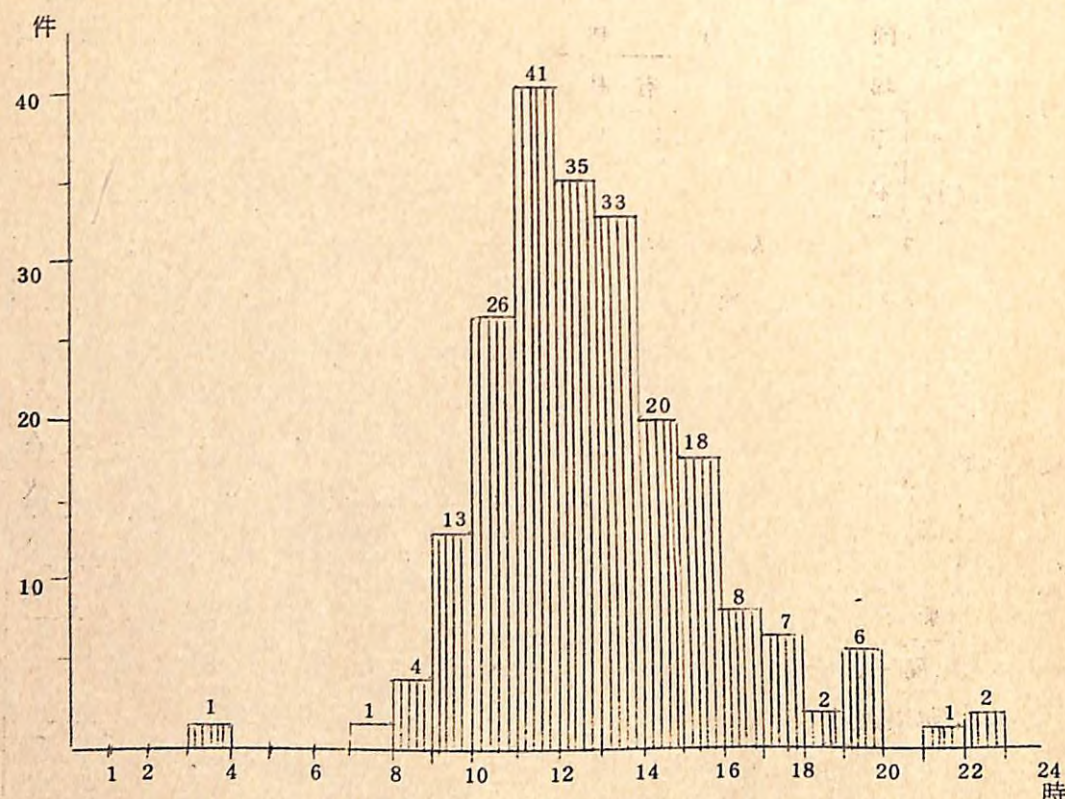
火元	市区		町	丁目	番地	号	氏名
	郡		町				
日時	出火	年	月	日	覚知	現場到着	火勢鎮圧
	時	時	分	分	時	分	月 日 時 分
出火原因				原因の詳細と発見当時の状況			
発火源		経過		着火物		失火者	
						発見者 出火原因	
火元とその付近の状況				気象の状況			
火元の位置		森林種別		天気		相対湿度	
斜面方位		人天別		風向		実効湿度	
傾斜		樹種		平均風速		事前10日間降雨量	
斜面長		林令		最大風速		最終降雨日からの経過日数	
地被物の量		樹高		気温		火災警報発令	
地被物の種類				観測日時及び場所			
被災地の地況林況の全容				その他の参考事項			
森林の焼損状況	区分	主な樹種	面積	材積	損害額	その他の参考事項	
	針葉樹林		アール	m ³	千円		
	広葉樹林						
	混交林						
	無立木地						
	計						

		府県	郡	市町村		
覚知方法	損害程度	区	分	面積	損害額	
		森	有	林	アール	千円
		国	有	林		
		都道府県	有	林		
		市町村	有	林		
		私	有	林		
		原野及び牧野				
		その他(建物機械)				
消防施設等の状況						
消防ポンプ自動車		台		消防従事者総数	人	
可搬式動力ポンプ		台		消防隊員数	人	
水利 A		個		他町村応援消防隊員数	人	
" B		個		自衛隊員数	人	
既設防火線等		m		協力者等の数	人	
伐開した防火線延長		m		焼止り線の状況		
最も効果のあった消防機器						
延焼速度		火災動態				
		燃焼タイプ				
人損の有無		負傷数				
地元民の避難等の有無と態様						

につき記載項目別に検討を行った。(表-2参照)

(1) 出火時刻 図-1に出火時刻の分布を示した。

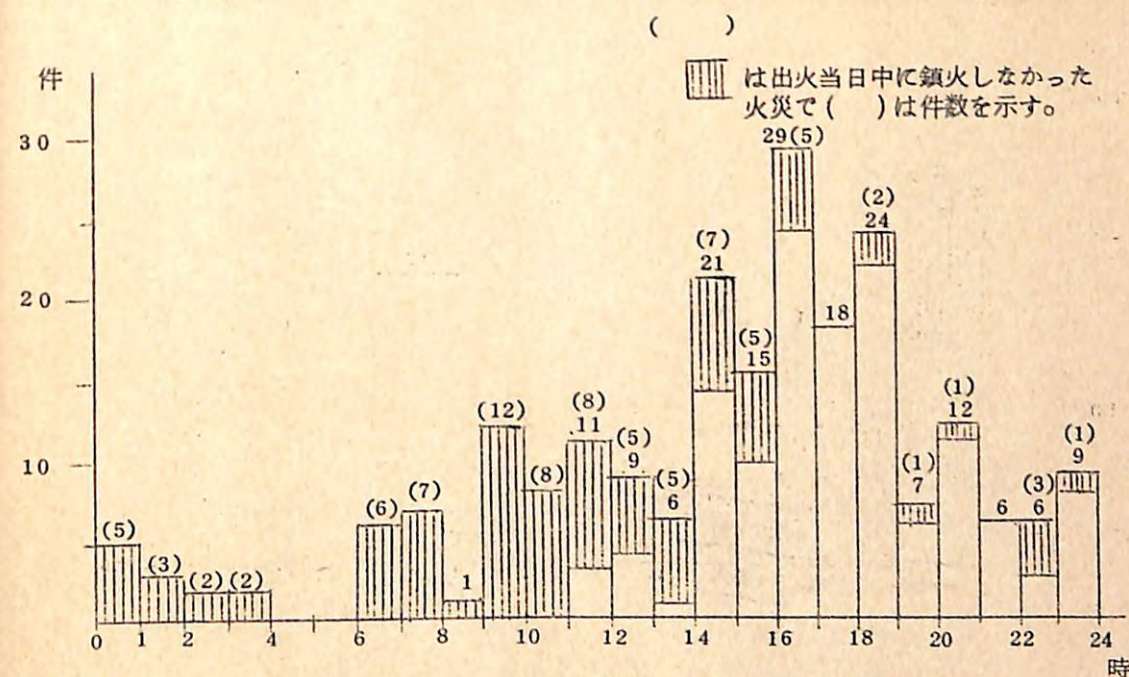
図-1 出火時刻の分布



出火時間は午前10時頃から午後4時頃までの出火が多く、入山者の活動最盛時と休憩・昼食等火の取り扱い時間に対応して最高値を示している。午後4時以降日没後までかなりの出火があるのは、残り火の小さい火種からの出火で火災に発展するまでにかなりの時間を必要としているためと思われる。

(2) 鎮火時刻 図-2に鎮火時刻の分布を示した。

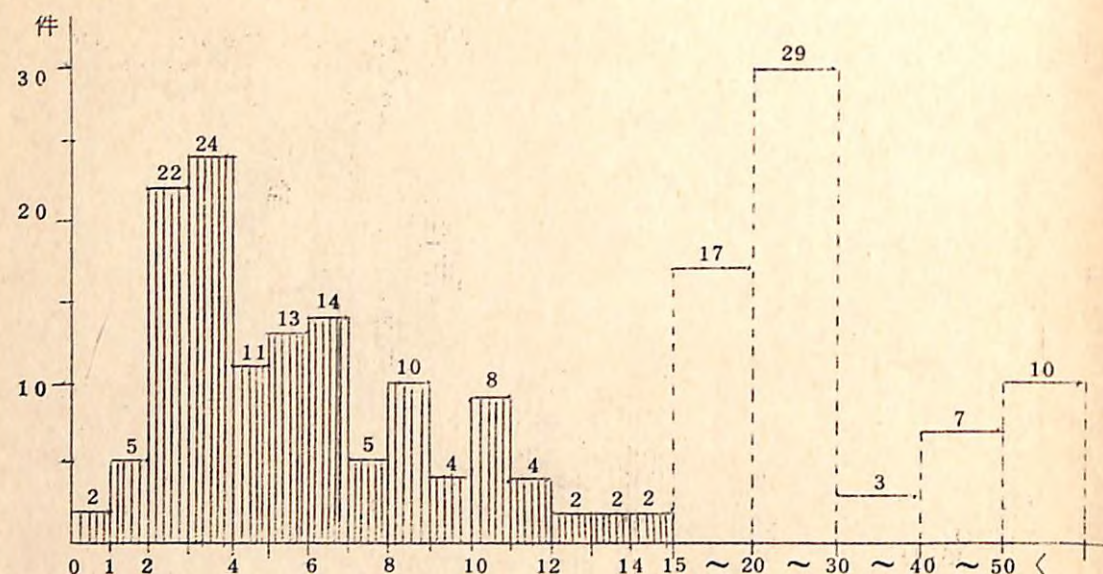
図-2 鎮火時刻分布図



出火当日中に鎮火した火災は消火活動が効果を表わし、気象条件が火勢鎮圧に有利となる15時以降20時までには大部分鎮火している。日没までに消火が困難となった火災は夜間空気湿度が増加し、風も弱まるので自然鎮火するものもあるが、早期時の消火作業によりほとんどが午前中に鎮火している。午前中に完全消火が出来なかった火災は日中気温が上り、湿度が低くなり、風も強くなる等の悪条件下で再度火災規模を大きくし2日以上も燃焼が続けるが夜間時の気象環境の影響を受け早朝時の鎮火が多い。

(3) 火災時間 出火から鎮火までの火災継続時間の分布を図・表-2に示した。現地条件が大きい力となるが104a以上の焼損面積を持つ火災の場合でも、10時間以内に消滅する火災が全体の57%と過半数を占めており夜間・早朝時の消火効果を示している。30時間以上にも及ぶ長時間火災が11%と多いのは、広地域に拡大した火災の夜間にまで及ぶ消火活動が困難となり、早朝時の消火活動も成功しなかったためである。50時間以上数日間にも及ぶ大火災は事例が僅かであるが、悪条件が重なり、消火作業も限界となるので影響被害も最高となる。

図・表-2 火災時間（出火から鎮火までの時間）分布図



火災 区 分	件 数	%
(時間)		
0 ~ 5	64	33
5 ~ 10	46	24
10 ~ 15	18	9
15 ~ 20	17	8
20 ~ 30	29	15
30 ~ 40	3	2
40 ~ 50	7	4
50 <	10	5
計	194	

(4) 火災の覚知方法と出動時間 林野火災を発見し出火地点を確認して、いち早く関係機関に通報して消火活動が開始出来るよう各種の対策が実施されている。警備体制の十分な都市部より離れ、遠い山地で発生する林野火災は小規模時の早期発見が困難で出火確認後も通報の手段が限られているため、対応にも時間が掛り初期消火の時期を失する場合が多いので大火

災に発展する危険が大きい。表-3に覚知通報方法と消防機関の出動時間の内訳を示した。

表-3 覚知方法と出動時間

種 別	件 数	%
加 入 電 話	82	41
火災専用電話	82	41
駆け込み通報	17	8
望 楼	6	3
巡 視	2	1
現 場	6	3
有線放送	1	1
へり偵察	1	1
そ の 他	2	1
計	199	100

区 分 時 間	覚知までの時間		現場到着までの時間 (A)		現場到着までの時間 (B)		備 考
	件 数	%	件 数	%	件 数	%	
(分)							
0 ~ 30	153	72	115	76	104	52	現場到着までの時間
30 ~ 60	28	13	25	16	46	23	A=覚知からの時間
1 ~ 1.5 (時間)	16	8	6	4	22	11	B=出火からの時間
1.5 ~ 2	9	4	3	2	9	5	
2 <	6	3	3	2	19	9	
計	212	100	152	100	200	100	

通報手段としては有線の通信機関を利用した場合が82%とほとんどで、望楼・駆け込み等の直接的な通知事例は僅である。

消防機関が覚知するまでの時間はほとんどの場合が30分以内で、1時間以上も掛ったのは全体の15%ほどで奥地の通報手段が限られた特別の場合であろう。消防機関が体制を整え火災現地に到着し活動を開始するまでの出動時間は、76%までが覚知から30分以内と非常に短かく、60分ほどの出動時間で大部分の火災現場で消火作業が開始されて居る実態は、多くの林野火災の現地条件に対応する消防力の充実を示すものとして非常に力強い。

(5) 出火点附近の地況 表-4に出火点附近の地況状態を条件区分した。

出火位置は頂上・峰筋の上部出火が案外と少なく、活動基地が多く入山者の行動経路の密な山腹・山麓部と沢筋での出火が75%と多いのは、基地でのたき火の不始末、行動中のタバコの投げ捨て等に起因する出火と思われる。出火が多い危険な斜面としては日射が強く可燃物の乾燥度の高いW～S寄りの方向が最高である。斜面が15度以上の傾斜地で100～200mほどの斜面長を持つ山地は危険度が高く、山腹地区での出火は乾燥した可燃物により火勢が強くなり急傾斜斜面の影響が加わって急速に火災が拡大され大火災に発展する危険が大きい。

表-4 出火点附近の地況

位置	火災	件数	%
頂上		9	4
山腹		58	29
山麓		59	29
沢筋		34	17
峰筋		13	6
その他		30	15
計		203	100

斜面方位	出火	件数	%	斜面長 m	出火	件数	%	斜面傾斜	出火	件数	%
N		25	12	0～50		17	10	平地度 (5°未満)		24	11
NE		17	8	50～100		17	10	緩斜地 (5～15°)		39	18
E		35	17	100～200		40	23	中傾斜地 (15～30°)		89	43
SE		15	7	200～300		26	15	急斜地 (30°以上)		60	28
S		43	22	300～400		13	7	計		212	100
SW		32	16	400～500		18	10				
W		29	14	500<		44	25				
NW		9	4	計		175	100				
計		205	100								

表-5 出火点附近の林況

林種	火災	件数	%	樹種	火災	件数	%	区分	火災	件数	%
人工林		37	18	マツ		52	35	国有林		24	10
天然林		24	12	カラマツ		15	10	公有林		7	3
未立木地		17	8	スギ		12	8	市町村有林		29	12
草地		89	44	ヒノキ		6	4	私有林		176	75
開墾地		1	1	スギ・ヒノキマツ混雑		45	30	計		236	100
伐採跡地		20	10	広葉樹		20	13				
不明		16	8	クヌギナラ		20	13				
計		204	100	計		150	100				

(6) 出火点附近の林況 出火点附近の森林状況を表-5に示した。草地からの出火が44%と多く次いで人工林・天然林内での出火が多い。樹種としては樹脂分の多いマツが35%と最高で次いでスギ・ヒノキ等の燃え易い主林木の針葉樹林地での出火が多い。火災期に着葉のない広葉樹林は着火性も近いので出火も少ない。所有区分では被害の75%が人の出入りの多い里山の私有林地が占め、奥地林の多い国公有林では出火は僅かである。

表-6 出火点附近の地上可燃物

種類	出火	件数	%	量	出火	件数	%
シダ類		59	31	無		4	2
落葉・落枝・雑		53	28	疎(少しある)		9	5
ササ・ススキ・カヤ類		33	17	中(ほぼ全面にある)		111	58
スギ・マツの落枝落葉		22	12	密(密に全面にある)		68	35
マツ・カラマツ・雑		11	6	計		192	100
伐採跡地		11	6				
計		189	100				

(7) 出火地附近の地上可燃物 表-6に出火地点附近の地上可燃物の状況を示した。引火性の強いシダ類の密生地と、乾燥した落葉・落枝が林内に重積している場所での出火は最高で、伐採跡地のように重量燃料が散積している場所では着火性が悪く出火は案外と少ない。

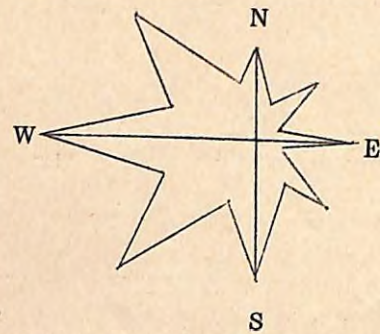
以上、出火地点附近の環境諸条件から出火の危険を判定すると、着火性の強い可燃物質が全面に在るSW方向の乾燥斜面は、林野火災の出火の危険性は非常に高い。とくに山腹以下の地域は入山者の火の取扱いも多いので出火も多い。

(8) 出火時の気象 火災時の気象条件を要素別に分類し検討を行なった。記載されている気象数値は火災現地での測定記録は少なく、大半は所管の消防本部又は近くの気象官署の観測値で複雑な現地の火災現象との対応には適確を失するが、推定には充分な資料として解析を進めた。

(i) 出火時の風 火災時の風の条件は火源の起因に、火災の拡大、燃焼状態にと環境気象条件としては最も大きい影響をあたえている。出火事例から出火率の風向・風速・最大風速の分布傾向を図表-3・4・5に示した。

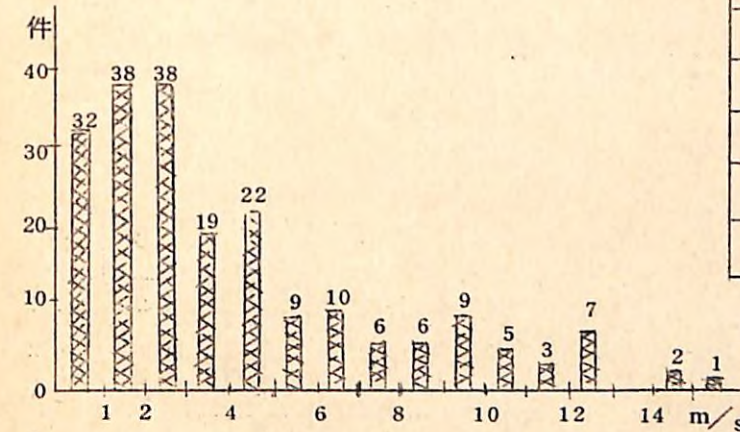
出火時の半数は風速が5 m/s以下で南～西方向の風の場合で、最大風速も9 m/s以下の場合が10 m/s以上の強風が吹き荒れる時よりも出火の危険は大きくなっている。

図表-3 出火時の風向



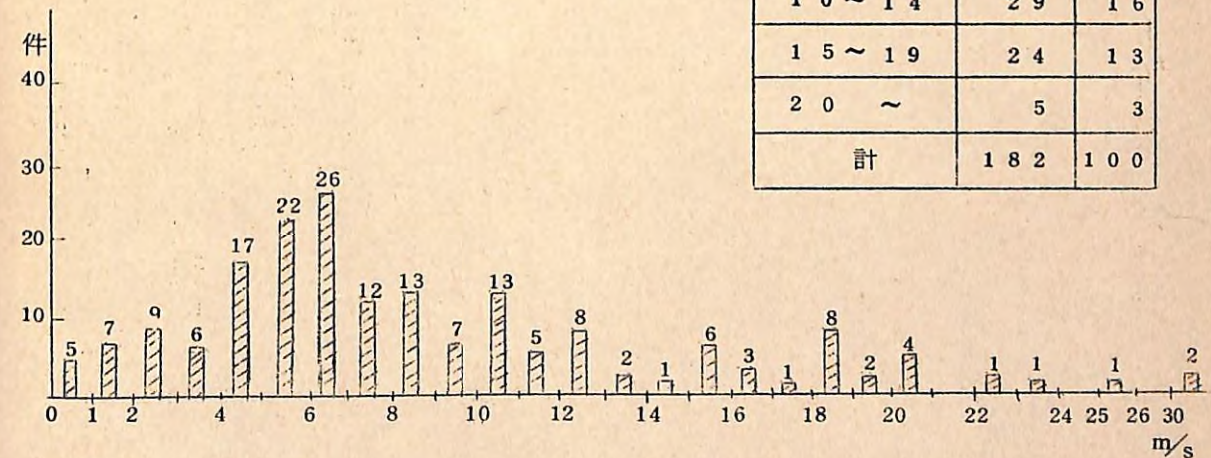
風 向	出 火	件 数	%
N		13	6
N N E		4	2
N E		11	5
E N E		1	1
E		12	6
E S E		2	1
S E		12	6
S S E		6	3
S		20	9
S S W		8	4
S W		28	13
W S W		13	6
W		31	14
W N W		10	5
N W		35	16
N N W		6	3
計		212	100

図・表-4 出火時の平均風速



風 速	出 火	件 数	%
0 ~ 1		32	15
1 ~ 4		95	46
5 ~ 6		31	15
6 ~ 9		22	11
10 ~ 14		24	12
15 ~		3	1
計		207	100

図・表-5 出火時の最大風速

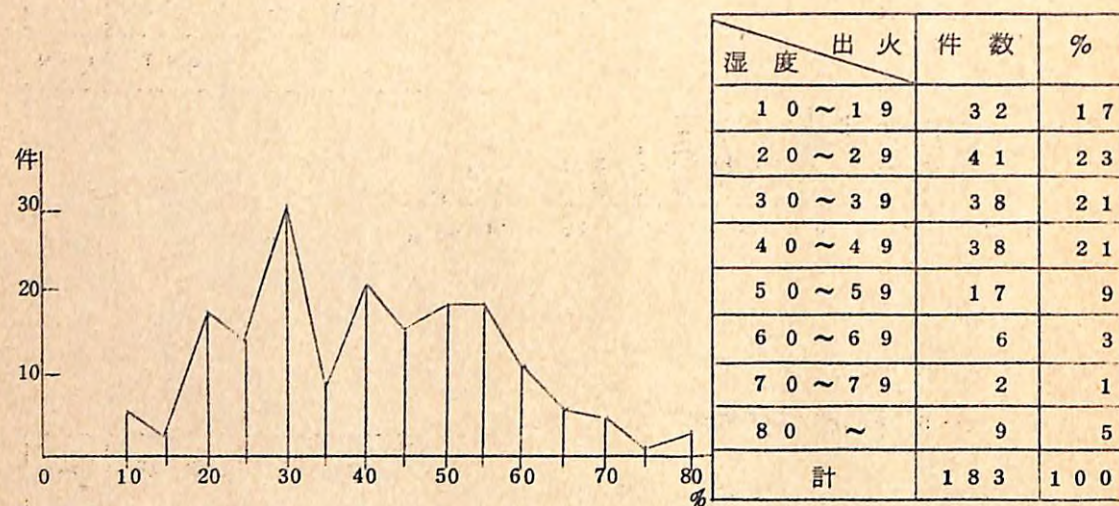


風 速	出 火	件 数	%
0 ~ 4		44	24
5 ~ 9		80	44
10 ~ 14		29	16
15 ~ 19		24	13
20 ~		5	3
計		182	100

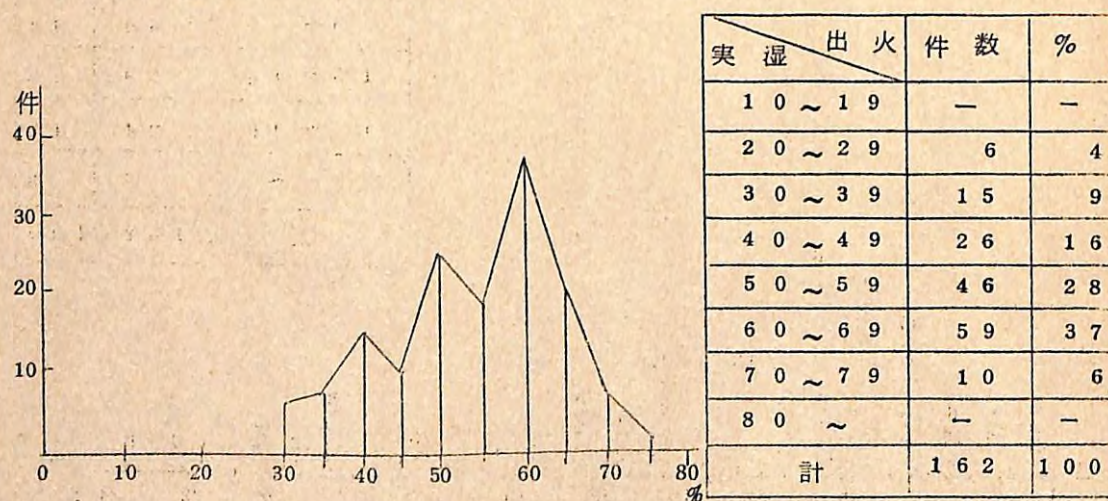
(ii) 出火時の湿度と実効湿度 出火件数と湿度・湿度区分と出火の関係を図表-6に、実効湿度との関係を図表-7に示した。

出火の危険条件に強い影響をもつ湿度変化は、空気が乾燥して湿度数値が小さくなるほど出火の危険は大きくなるのが当然であるが、空中湿度が50%以下になると早くも危険が大変に大きくなり20%台で最大となる。可燃物の乾燥度合を示す実効湿度は実効湿度が50%以下の絶乾に近い値を示す状態よりも、60%前後の燃料木材の乾燥度の場合の方が出火が多く危険である。

図・表-6 出火時の湿度

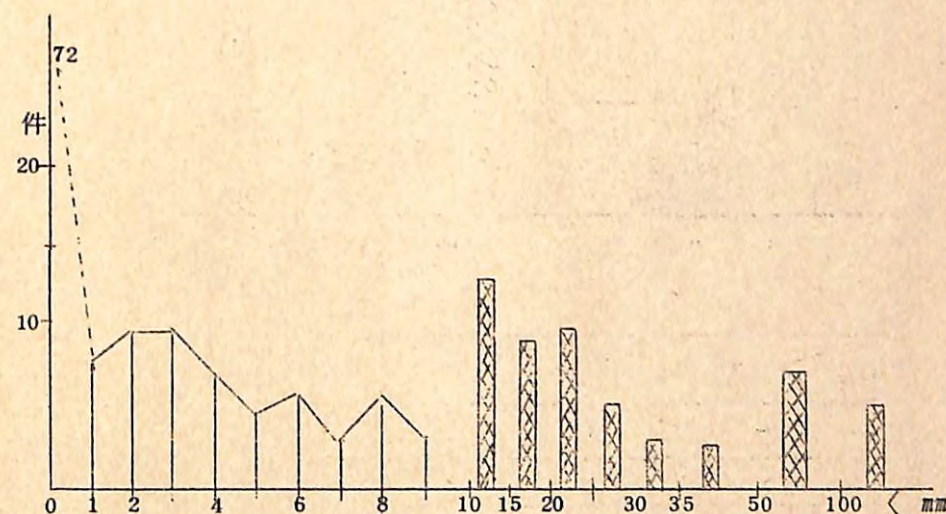


図・表-7 出火時の実効湿度



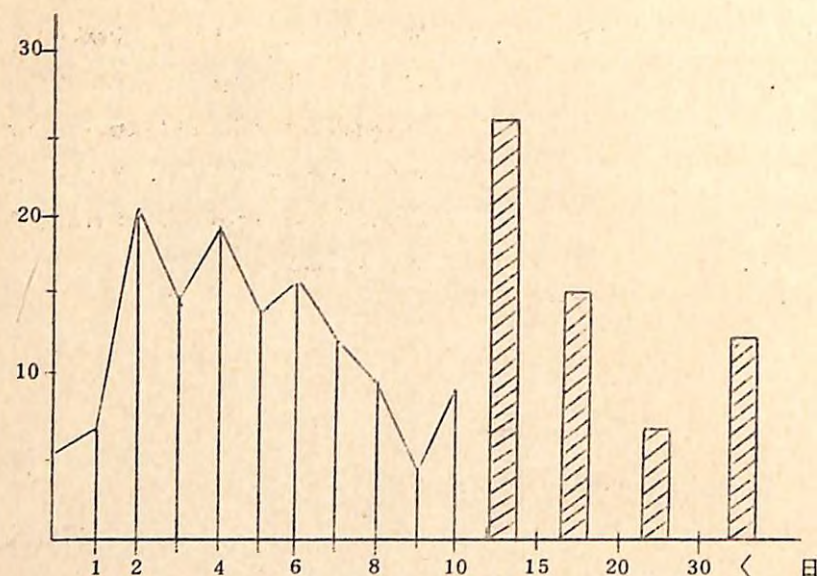
(iii) 出火時の降雨量 地上の可燃物をぬらし出火条件の安全弁とも云われる降雨量は、火災に対する大きい消火効果を持つ重要な気象要因でもある。図・表-8に示す出火前10日間の降雨量から出火の危険度を考察すると、降雨量0の無降雨日が10日以上続いた場合は危険度は最高で、10日間に5mm未満の少量の降雨での出火を含めると全出火数の58%にもなり大きい危険度を示している。20mm以上の降雨量が有ると出火は極端に少なくなる。図・表-9の最終降雨日からの経過日数によると少量の降雨量では、好天気が続く2日目には相当数の火災発生がある。事前の降雨量にもよるが無降雨日が5日ほどで第1の出火の山があり、10日以上続いた場合に第2の多発期が見られる。

図・表-8 出火前10日間の降雨量(mm)



降雨量	出火件数	%
0 mm	72	39
1 ~ 4	35	19
5 ~ 9	23	13
10 ~ 19	21	11
20 ~ 29	15	8
30 ~ 50	6	3
50 ~ 100	7	4
100 <	5	3
計	184	100

図・表-9 最終降雨日からの経過日数



日数	出火	件数	%
0 ~ 1		12	6
2 ~ 4		55	29
5 ~ 7		42	22
8 ~ 10		24	12
11 ~ 20		41	21
21 ~ 30		7	4
30 <		12	6
計		193	100

(Ⅳ) その他の気象条件との関係を表-7にまとめた。乾燥条件に影響の大きい出火危険期の気温は10~14℃で25%の出火率があり、これと前後する温度区を合せると全体の半数を占める。火災当日の天気は80%が晴天日で雲に覆われた曇天日や雨天の日は多湿となるため出火はごく少数である。無降雨の好天日が続く、湿度も極端に低くなって火災発生危険が最高の条件で発令される火災警報発令日での出火が意外と少ないのは、警戒・警備が徹底され、万全が計られる結果で、異常乾燥注意報、強風注意報等の発令日に出火

が多いのと対比注目すべきである。

表-7 出火時の気象

温度	出火	件数	%	天気	出火	件数	%	発令	出火	件数	%
0 ~ 4℃		17	8	快 晴		23	11	火災警報			
5 ~ 9		33	15	晴		179	80	有		34	16
10 ~ 14		52	25	くもり		17	8	無		180	84
15 ~ 19		33	15	雨		1	1	計		214	100
20 ~ 24		42	20	計		220	100				
25 ~ 29		21	10								
30 <		14	7								
計		212	100								

以上の結果を総合すると林野火災が発生し、延焼が拡大して大火災に発展する環境気象条件としては、長期間降雨が無く高温低湿の晴天日に5~10m/sの風が吹く場合は、出火の危険が最高となり大火災に発展する危険も大きい。

2. 消火対策 林野火災の実態に基づく消火技術・方法等消火対策の検討を行なった。

複雑な現地の環境条件と火災特性に対応した各種の対策が実施されているが、山村の過疎・老令化は従来の人力消火の限界ともなり、機動性のある省力消火技術の開発が進められ方法の近代化が計られている。

表-8に最近の林野火災消火に最も効果のあった消火機器を、表-9に火災鎮圧の直接原因の調査結果を示した。火叩き、鎌、鋏等を利用した人力消火が機動力を活用した消防ポンプ自動車等になり、山地での水利の積極的な使用を計る新しい技術の開発が大きい効果を示している。鎮火の直接的な原因に於ても機械力を活用した積極的な人為消火が70%と多いのは当然であるが、降雨等の気象変化の影響とか、空地等の条件変化を利用した場合も確実な効果を期待出来るので重要である。

消防機器、消火技術、消火方法等最近の林野火災対策の検討を進めよう。

表-8 最も効果のあった消火機器

種 類	可動件数	民有林	国有林	計	%
消 防 ポンプ 自動車		43	6	49	19
可搬式動力ポンプ		54	4	58	23
チェーン・シューター		33	9	42	17
鎌・鋸・スコップ 鍬		29	21	50	20
火 叩 き		26	5	31	12
刈払機・チェーンソー				7	3
噴霧機・注水機器				3	1
そ の 他				12	5
計		(185)	(45)	252	

表-9 火災鎮圧の直接原因

区 分	件 数	民有林	国有林	計	%
降 雨	9	3	12	5	30
風その他の変化	16	—	16	6	
崖・斜面・広場・空地	19	—	19	8	
可燃物の不足	5	1	6	2	
その他自然によるもの	20	2	22	9	70
注 水	77	15	92	37	
土 か け	8	1	9	4	
叩 き 消 し	21	4	25	10	
防 火 線 伐 開	25	10	35	14	
その他人為によるもの	11	1	12	5	
計	211	37	248	100	

(i) 消防機器 林野火災の消火に必要な機材としては警戒・巡視用機器から、輸送・通信等多部門で使用する物まで含めると多用途の諸機器の配備が必要である。直接消火作業に必要な林野火災用消防機器を使用区分別に表-10に一覧した。

消火用機器の主力も火叩き・鎌・斧・鉋等の個人用作業機材から、動力刈払機、チェーンソーから消防ポンプまで動力機械の活用が進み、新しい消火技術の導入で効果をあげている。とくに最近の山道路の発達は大規模作業車の山地利用をも可能とし、航空機使用の実用化と共に林野火災消火技術の多様化が進み大きい威力となっている。

表-10 林野火災消防用機器

直消	人力によるもの { 火叩き, シャベル, 水のり付手動ポンプ, 背負式消火器, バケツ
接火	動力によるもの { 動力消防ポンプ, 動力散粉機, 航空機
間消	人力によるもの { 斧, 鋸, 鉋, 鎌, シャベル, 唐鍬, つるはし, 鉄熊手, レーキ
接火	動力によるもの { チェンソー, 動力刈払機, 伐開機, ブルドーザー, トラクター, 航空機
運搬	{ スクランブラー(2輪車) 林野工作車, 航空機
水利	{ 水撃ポンプ, フローティングポンプ, 背負水のり, 組立水槽, 軽量可搬ポンプ

(ii) 消火技術 林野火災の消火は次の3項の技術を主体とする直接・間接の消火方法が実施されている。

- ① 可燃物を除去する。(防火線・通路等)
- ② 発火温度以下にする。(注水・散土等)
- ③ 酸素を断つ。(水・土等で火面を覆う)

作業は所要の消火機器を活用して火災の現地条件に対応した各種の消火方法が実施されているが、苛酷な現地の火災特性を充分配慮、検討して対処しなければ大きい効果は期待出来ない。現地特性の2, 3を述べると

- ① 広い面積をもつ林野に存在する多くの可燃物は、質、量とも同一ではないので燃焼が複雑である。(火勢の状況)
- ② 山地の地形による気象の異常変化は、非常に危険な燃焼動態となる。(気象条件特に風向、風速の影響)
- ③ 山地斜面の延焼速度は極めて早く、飛火による延焼拡大も多く都市の建物火災と異なった長い火線をもつ。

④ 現地は人里から遠い山地が多く交通・水利などは極めて悪い。

(iii) 直接消火 火災規模の小さい初期火災の場合、延焼速度がおそく火勢の弱くなった地点で直接火点に消火作業を実施する方法で、手近な作業用機器を使用した叩き消し、踏み消し、散水、覆土などの簡単な方法での効果も大きい。最近では山林奥地まで道路が整備されているので、行動力のある各種車輛の活用により火災の拡大を防ぎ、注水消火による効果も大きい。ヘリコプターによる空中消火も消火剤による直接消火方法で期待の成果を示している。

(iv) 間接消火 火勢が強く、燃焼が広い地域に拡大した火災の場合は直接火点に接近して消火作業を行なうことが困難となるので、一定の区域を犠牲にして火線を離れた所で消火作業を行なって、延焼を阻止し火災の鎮圧を計る間接消火方法を実施する。犠牲区間内は地上の可燃物を取り除くか、焼き払いを行なって臨時の防火線を作るほか、空地、道路などを利用した緩衝区の設定も消火活動路としての活用も計られるので大きい効果をあげている。

直接、間接の消火方法のほか林野火災の場合は可燃物の燃焼の特異性から以下の消火方法が行なわれている。

(v) 残火処理消火 広い焼失区域内に散在する未消火の火源を発見して、再燃を防止し完全鎮火を計る消火方法で林野火災では特に重要である。火災跡地内に放置されている老木、枯損木、切かぶ、根かぶ、空洞木等に潜在する残火は、オキの状態では長時間残り再燃の危険も大きいので、僅かの火種に対しても充分注水、覆土等を行なって完全消火を確認しなければならない。

(vi) 迎え火消火 火災の規模が拡大して消火が非常に困難となった場合に、延焼危険区内の前方に誘導火災を起して本火災との火線の合致線で火災の鎮圧を計り、前方の焼失区域で火災の発展を阻止する方法を迎え火消火法と云う。古くから大火災時大きい効果が期待出来る消火方法として数多くの実績も有るが、充分な事前の準備と実施位置、時期等の適確な判断が重要で、対応技術もむづがしく実施には慎重を期さねばならない。

(vii) 飛び火消火 林野火災ではしばしば出火時の強風に乗って、火の着いた球果、枝葉等が相当距離を飛び第2、第3の火源となって火災を拡大し消火を困難としている。飛び火の種類、火状、発生要因の風の強さ等の条件にもよるが飛び火警戒が必要な範囲を表-11に示した。

表-11 飛び火警戒範囲の基準

(イ) 風速5米以下の場合	火点から約100米～300米風下
(ロ) 風速10米以下の場合	火点から約300米～700米風下
(ハ) 風速15米以下の場合	火点から約700米～1,500米風下
(ニ) 風速15米以上の場合	火点から約1,500米～3,000米風下

現地条件の影響が大きい林野火災では燃焼区域内の火災状態を常に監視し飛び火を警戒して延焼火源の早期消火に努めなければならない。

(viii) 空中消火 航空機による林野火災の空中消火は火災場上空から火点に直接消火剤を散布して消火効果を期待する直接消火方法と、火線の前方に消火剤を散布した防火帯を作り、火災の延焼阻止を計る間接消火方法が実施されている。このほか航空機の3次元的行動性を活用した現地偵察、通信連絡、員材輸送等の他部門での活躍は大きい。現在実用化が計られている大、中型ヘリコプターによる消火剤の散布パターンの基準型を図-3に示した。

0.5ℓ/m²以上の密度散布区は一般の地表火では充分の阻止効果を示す消火有効区域である。

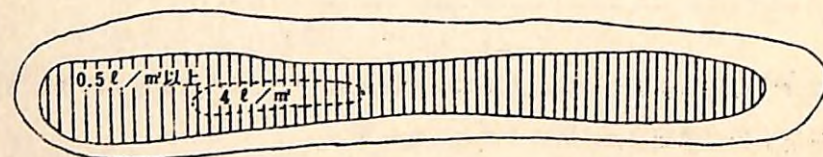
最近の林野火災において空中消火活動のために出動する自衛隊所属のヘリコプターの活躍は多く、53年中14火災に出動機数は54機で現地での消火剤散布飛行回数は423回にも達して林野火災消火に大きい力となっている。

(ix) その他の消火方法 消火効力の大きい水利の得にくい山地で積極的に注水消火を可能にする技術の開発が進められている。比較的水脈に近い山地とか里山地域での火災では、携帯に便利な小型ポンプを数台連結、中継方式で谷川の水や沢水を山腹または山頂まで揚水して、各種の消火活動に使用して大きい効果をあげている。また山地交通路の整備は消防タンク自動車等の大型機械の活用と対応を可能としたが、防止効果の大きい消火拠点としての活用も期待されるので、大きい幅員を持った道路網の一層の整備を望みたい。

以上林野火災に対する消火技術と消火方法の概要を述べたが、出火時には可能な限りの消火用資機材を動員して、現地の火災状態に対応した各種の消火技術を活用した早期消火

大型バートル107型機の散布パターン

機速	60ノット(≒120km/h)
高度	100フィート(≒30m)
散布巾	30~40m
散布長	180~200m
有効散布巾	15~25
〃〃長	150m
最大播種量	6ℓ/m ²
風向・風速	SW. 5.2 S/m



中型ヘリコプターH-18機による散布パターン

機速	60ノット(≒120 km/h)
高度	100フィート(≒30m)
散布巾	25~30m
散布長	130~150m
有効散布巾	8~15m
〃〃長	110m
最大播種量	4ℓ/m ²
風向・風速	S. 2.0 S/m

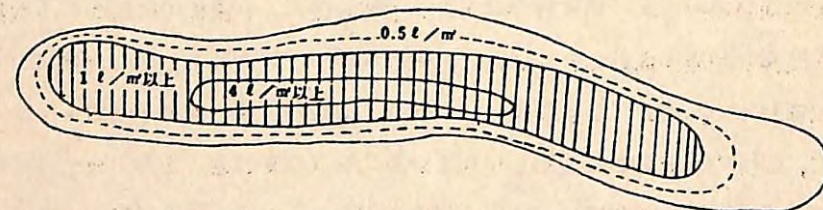


図 - 3

に努め、残火消火を実施して完全鎮火を計らねばならない。

3. 消火拠点と防火施設

林野火災の燃焼を阻止し、火勢を鎮圧して各種の消防力を投入して火災の鎮圧消火を計る地点を消火拠点と呼び、現地の環境条件と火災性状を判断して決定する。一般には稜線部とか地形、方位が変化する所、有効巾を持った道路等が利用される。

(i) 防火線、防火林等の防火施設もそれが防火効果と共に消火拠点としての活用が計られる。

全国各地に現存する防火線の実態を表-12に、防火林の現状を表-13に示した。

表-14に現有防火線、防火林の設定位置を区分したが、大部分は峯筋の山地上部にあって火災時の防止効果を期待するとともに、消火拠点としての活用も計画された合理的な施設である。

表-12 防火線の実態

都道府県	個所数	幅 m	延長 m	面積 ha	地形		
					峯	中腹	麓
青森 宮城 秋田 山形	4	3-15	5,000	2.8	2	2	
	79	0.6-20	106,145	101.3	66	1	
	131	2-12.6	151,123	73.7	45	7	1
	92	2.5-10	142,886	54.8	75	9	2
	42	2-15	66,348	22.7	14	10	
福井 茨城 栃木 群馬 埼玉	2	15-30	4,500	6.9	1		
	0						
	27	2.5-10	51,635	31.6	9	5	
	10	3-10	29,818	13.0	11	1	1
	20	1.5-4	56,130	18.0	20		
千葉 神奈川 新潟 富山 石川	14	6-12	35,540	27.2	8		
	35	3-15	33,180	35.4	32		
	38	6-15	78,498	84.8	16	5	1
	0						
	0						
福山 山形 長崎 岐阜 静岡	9	5	32,870	16.6		9	
	0						
	64	5-20	71,076	78.3	28	21	
	39	2-20	75,367	49.9	16	10	
	0						
愛知 三重 滋賀 京都 大阪	94	24-20	152,381	138	44	18	2
	43	2-18	164,416	126.4	13	3	3
	3	8-22	8,672	17.8	2		1
	1	5.5-6	2,700	1.6	1		
	0						
大分 奈良 和歌山 鳥取 岡山	不明						
	22	2.5-10	37,250	28.7	10	2	
	1	12	750	0.9	1		
	23	2-17	68,618	84.1	15	9	1
	12	3-17	7,010	7.5	2	2	
島根 広島 山口 徳島 香川	3	3-4	2,000	7.4	3		
	2	10	9,255	9.3	2		
	0						
	53	3-6	91,745	41.1	29	4	
	80	4-8	541,745	215.6	28		
愛媛 高知 福岡 佐賀 熊本	35	2	79,207	15.7	23	2	
	5	5-20	7,000	5.3	5		
	131	2-20	212,082	166.1	30	5	
	62	3-10	45,005	35.1	53	11	2
	83	1.5-10	70,900	41.7	24	18	1
大分 熊本 分岐 島根 鹿嶋 沖	48	3-15	82,539	55.8	12	15	2
	281	4-10	296,578	193.6	28	80	
	499	2-18	704,833	622.0	66	62	4
	88	5-40	157,193	114.2	47	3	
	18	3-7	3,978	2.1	2	2	
計	1	4.7	3,000	1.4			
	2,194	0.6-40	3,688,973	2,548.4	783	316	21

	種 類									所 属 別		
平地	掘地	伐開	清掃	焼払	溝切	土塁	剝取	林内	林周	国有	公有	私有
3 1 3 1	46 11 22	4 6 16 11 9	3 16			15	14	4 4 3	19 1 12	1	1 62 27 81 9	3 15 2 10 14
	1 1 1	 6 7			1 2	1 2		3 6	1 20		2 4 11 17	
		8 8			32			12	8	1 4	7 32 15	2
		9 6 13				28		34	16 5	6	9 30 22	7 1
1	11	25 15	18 1	3	1	1		23 1 2 1		7	34 5 2 1	31 2
1 4	 7	9 14 5	3			1		10 1 3	9 1	1 2	18 6 6	2 1 18 5 3
1		2 26						3 6			2 31 68	2
	5	35 5 34 8 25		39 1	12 1			1 32 5	12	30	34 4 50 39	1 5 8 6
5 14 1	 2 3	28 94 38 46	 32 2	1 16 39 2	 1 1	1 4		3 2 41		5 12 7	16 110 47 33 1 1	16 1 60 5 1
39	143	498	117	101	51	53	14	200	93	131	719	298

表-13 防火林の実態

都道府県	個所数	設置箇所				幅 m	延長 m	防火林 面積ha
		峯	中腹	山腹	平地			
北海道	13	6	7	3	3	18-70	19,530	77.1
青森	3					15-20	1,417	2.5
岩手						10-69	3,400	7.32
茨城	4							3.5
千葉	3	3				5	4,710	0.2
滋賀	4	2	2			20-50	1,750	5.75
兵庫	6	5	1			6-22	11,731	15.3
奈良	6	6				15-20	2,500	3.15
和歌山	2	2				15-30	4,320	12.51
鳥取	2					15	1,800	11.72
岡山	2	2				20-30	1,430	4.03
佐賀	5	5				6-8	3,800	2.91
熊本	10					10-25	7,440	19.01
宮崎						5-16	29,370	41.93
鹿児島	3					8-10	6,500	6.4
計	63	31	10	3	3	5-70	99,698	244.83

樹種	樹列数	樹高 m	植栽本数	所 属		
				国 有	公 有	私 有
						3
						2
カラマツ	3-7	10-18	1,120-7,000			3
アカガシ, シラカシ, サンゴジュ	2	10-17	866-1,140	3		
トチノキ, シデ, ミズキ		5-10			4	
サンゴジュ, ヤマモモ, カシ, ネズミモチ, 広	2-4	4-12	5,000-18,514		6	
サンゴジュ, イチョウ, ブラタナス	3-5	1.5	4,000-9,000			2
ヤマモモ, トベラ	10-20	0.2-2	2,550-52,800			2
カラマツ, サンゴジュ	7	8	1,860-2,330		2	
サンゴジュ, ヤマモモ	9-10		3,500-5,000		1	1
ザツ(天然林)		5-7	2,400-12,800		3	2
サンゴジュ, ヤマモモ, ネズ ミモチ, クローバー	2-10	0.3-0.5	3,325-26,000		10	
						5
広	7-30	8-12	20,000-30,000		3	
	2-30	0.3-18	866-52,800	3	38	20

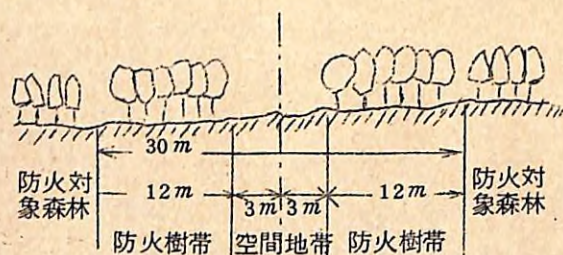
表-14 防火線・防火林の位置

種 区 分	防 火 線		防 火 林	
	ヶ 所	%	ヶ 所	%
峯 筋	7 8 3	6 8	3 1	6 6
山 腹	3 1 6	2 7	1 0	2 2
山 麓	2 1	2	3	6
平 地	3 9	3	3	6
計	1,1 5 9	1 0 0	4 7	1 0 0

示すと、防火林を造成する場合対象地域の火災特性を理解し、現地の地況、林況をよく検討して、設定位置、方向、造成方式および植栽適用樹種の選定等を基礎としている。

防火林の設定位置としては被災時に最大の効果が期待される山頂の峯筋方向が最適で、対用樹種としては防火性の強い常緑の広葉樹が良く、複層林型が理想である。一例を図-4に示したが施設が十分な機能を表わすためには造成後林内の下刈り、可燃物の除去等の手入れを行ない十分な保守管理の実行が重要である。

図-4 標準型



(iii) 保護樹帯 国有林の皆伐更新地の斜面上部に設置される保護樹帯も防火性の高い施設で消火拠点としての効果も大きい。とくに主要峯筋に設置された幅員50m以上の常緑広葉樹を主体とする残存樹林は、位置環境や構造条件からも林地の保護・保全機能と共に大きい防火の機能も有している。

概説した以上の各施設自体十分な防火機能を示すと同時に、出火時での消火拠点としての効果も期待出来る固定的な施設として重要である。

既存の防火線や防火林等の防火施設の他に最近造成が進められている2, 3の防火施設がある。

(ii) 防火林造成事業 防火線・防火林の機能を併せ活用した施設で、昭和47年から林野庁の指導で各県の林野火災危険地域で造成が行なわれている。設置の基準要領の概要を

現地の環境条件と消火拠点効果を林野火災時の焼け止り位置の調査結果を表-15にまとめた。

表-15 焼け止り位置

条 件	位 置
「地 形」	峯筋, 山腹, 山麓, 平地
「樹 種」	針葉樹林, 針広混交林, 広葉樹林, 牧草地, 無立木地
「気 象」	風向の変化, 降雨
「防 火 線」	既設防火線, 臨時防火線
「防 火 林」	
「自然障害」	各種道路, 鉄道, 河川, 崖, 岩石地
「消火作業」	火叩, 注水, 土かけ, 迎火

要因別に火線が停止した部位、種別等を検討すると、各々条件特性を活用し環境変化の影響で、十分な阻止機能を示し、消火拠点としての効果を表わしている。防火施設の設置計画と、消火拠点運用の基礎資料として利用が大きい。

試験結果を総察して表-16に出火原因別の防止対策を、消火拠点を活用した各種の防火施設の効果を期待して延焼防止対策の試案を表-17に提示した。

表-16 原因別出火防止対策

出火場所 原因	路 傍	原 野	田 畑	ハイウエー	林 地	予 防 方 法
たばこ マッチ ライター	火災期前に枯草の除去	原野周辺と原野内道路沿いに防火緑地造成	周辺雑草清掃	危険ヶ所のウィーピンググラスを防火草に改植	道路沿いに防火樹混植(防火林)無立木地は防火緑地	防火宣伝, 歩行中の喫煙禁止, 喫煙所設置 タバコの持込禁止, 入林制限 巡視
たき火	火災期前に枯草枝の除去	同上 防火緑地造成	たき火地周辺の清掃 消火施設	防火線 防火緑地 防火林	防火線 防火緑地 防火林	防火宣伝, 消火器の設置義務付, 火災危険時の火気制限, 巡視, たき火の警戒, 残火処理の徹底
火 入		防火線 防火緑地 防火林	同 上	同 上	同 上	巡視, 火災危険期, 火災危険日に火入制限集団火入, 技術指導, 防火施設の完備と火入地の準備 火入地周囲の防火線完備
火 遊 (放 火)		同 上	同 上	同 上	同 上	巡視, 教育
落 雷					峯上や沢の枯損立木は伐倒する。 防火線, 防火林, 防火緑地	巡視

表-17 延焼防止対策

林況 地況	原 野	落葉広葉樹林	常緑広葉樹林	針広混交林	針葉樹林	社寺仏閣、家屋 通 信 施 設
平坦地	火災期前に全 面刈るか火入 周辺5m巾の 刈払と域内道 路沿いに防火 緑地	林内道路沿いと林 周に防火林と地上 清掃幅5m 一区画10ha毎に境 に防火線、この両 側に防火樹植栽	火災期前の林 内道路沿いと 林周林内の落 葉落枝の清掃 5m幅	左に同じ	左に同じ その両側に 5m幅に 防火林	施設周囲 20-50m空地 その外周に 防火林
山 麓	上に同じ 但し刈払幅10 m	同 上 但し刈払幅10m	同 上 但し刈払幅10 m	同 上 幅10m	同 上 幅10m	同 上
中 腹	同 上 小峯上に副防 火線	同 上 小峯上に防火林	同 上 小峯上に防火 線	同 上 小峯上に防火 林	同 上 小峯上に防 火林	同 上 樹列幅10列以上
峯 筋	峯上に主防火 線 その両側に防 火林が防火緑 地	同 上	峯上に主防火 線 その両側10m 巾の林内清掃	峯上に主防火 線 その両側10m 巾に防火林	同 左	同 上

こんごの問題点

林野火災の実態特性に対応する効果的な消火技術の決定は、火災時の現地環境条件に対応した消火方法の実施と、各種の防火施設の効果的運用を基とする総合消火技術の活用であろう。より適確な効果を期待し、より技術の最適化を求めため、残されたこんごの問題として

- ① 消火活動路網の一層の整備を計る。
- ② あらゆる火災状況変化に対応する効果的な消火技術の完成。
- ③ 省力的林野火災用消火資機材の開発。
- ④ 空陸一体となった消火体制の確立。

などの研究解析を第1に、対応する施策の実現を推進して、林野火災に対する総合消火技術の最適化を完成せねばならない。