

受入ID-1519990825D00044

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

(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ている。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, 粟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, 地域施業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<sup>(2)</sup>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, 地域施業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。

地域施業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業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	地域施業計画
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。<sup>(2)</sup> 三田<sup>(1)</sup>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。<sup>(2)</sup>

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-2 地形因子ごとのメッシュサイズ

		25	50	10 <sup>2</sup>	25 × 10 <sup>2</sup>	5 × 10 <sup>2</sup>	10 <sup>3</sup>	5 × 10 <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup>	2 × 10 <sup>4</sup>	M
地形	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-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<sup>(1)</sup>。

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<sup>(3), (4)</sup>を参照されたい。

(2) メッシュ情報収集上の問題点

1. メッシュ情報入力自動化の試み

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自動化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-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メッシュの代わりに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地理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、時間的制約のため充分な修正ができず、色を誤判定した個所が少数であるが生じた。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				
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

樹種	正		誤		個所数
	正	誤	正	誤	
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	→	ピンク		14
	コゲ茶	→	紫		16
	小計				116

この操作により、樹種、齡級、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。一面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、齡級、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。



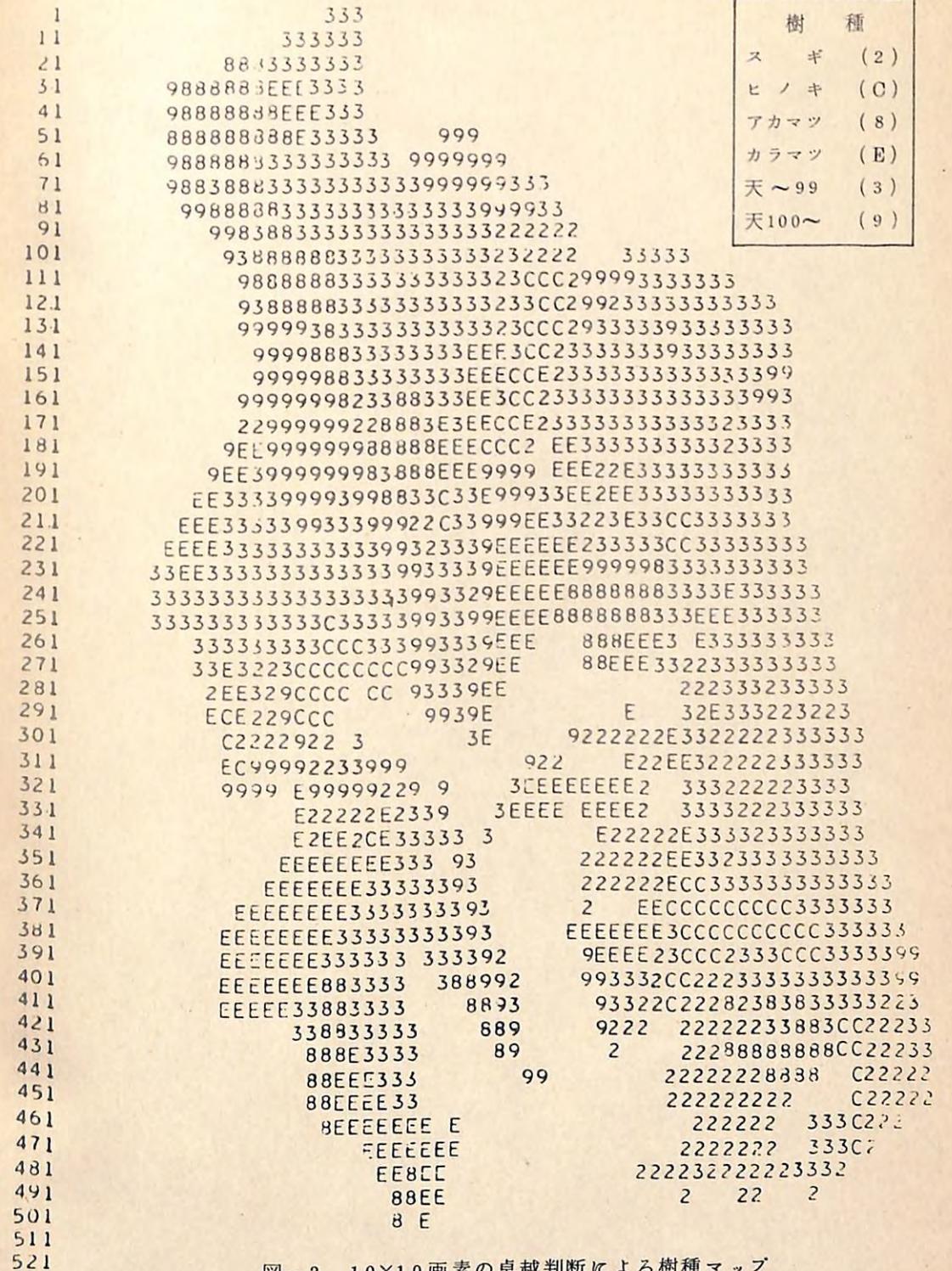


図-2 10×10画素の卓越判断による樹種マップ

1	33	
21	883333	
41	8888E33	9
61	38883333339993	
81	9883333333222	
101	98883333323C29333	
121	9883333323C93333333	
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	EEE3CCCC333
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	555		
11	555555		
21	95555555		
31	599999999555		
41	5999999999555		
51	99999999955555	55555	
61	999999955555555	55555555	
71	599999955555555555	55555555	
81	559999955555555555	55555	
91	599599555555555555	999	
101	559999CC5555555555	59999	55555
111	59999CC5555555555	5AAA955555555555	
121	5599CCC5555555555	55AA95545555555555	
131	55555CC5555555555	5AA955555555555555	
141	5555CCC5555555555	5AA955555555555555	
151	55555CC5555555555	5AA955555555555555	
161	5C55555C55CC55CC5A295	555555555555555	
171	C555555C5CCCC25CCAA29	5	555585555
181	5C555555CCCCC22CAAA2	22	55585555
191	5CC5555555C5CCA222555	222999	55555555
201	CC555555555555C	A2525555222999	5555555
211	CCC5555555555555D	555555225595595	775555555
221	CCCC5555555555555D	555522225555555775555555	
231	5C555555555555555555	52222C55599555555555	
241	55555555555555555555	522229999995555955555	
251	555555555557555555555222	99999955599555555	
261	5525555557755555555222	9992295	555555555
271	522544577777775555D522	992955	EE55555555
281	225545777	77	555522
291	272C25777	55552	5
301	27C522522	5	552
311	27555522555	59	999555777115555
321	555	55555CC5	5
331	CCCCCCC555	5CC9	9999
341	2CCCC1C55555	5	5CC9
351	CCCCCCCC555	55	9999
361	CCCCCCCC55555556		9999
371	CCCCCCCC555555555		55557775555
381	CCCCCCCC555555555	5	2275555255557555555
391	CCCCCCCC555555	555556	7777772255D555555555
401	CCCCCCD775555	5CC556	77777722655555555555
411	CCCCC5577	CC5	7
421	C	5599	7
431	99C2	C5	22A3666666A5555555
441	9CC22	C55	9222225366666AA555555
451	CCC222		5929935A669
461	CC222222	2	AA55555555
471	2222222		55553AA9999
481	22C22		5555555555
491	CC21		55523A9999999955555555
501	C	2	53
511			99999955994448B557
521			999C9599999448B555
			99999999999 48BB55
			999999999 48BB55
			333399 52548B
			33333 5554B
			333533333335552
			3
			3

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

図-5 10×10画素の卓越判断による令級マップ

1	55		
21	995555		
41	9999955	5	
61	99995555555555		
81	5995555555	59	
101	599C55555	5A95555	
121	5CC55555	5A55555555	
141	55C5555CCA	9555555555	
161	5555C5C5CCA5	555555	
181	C5555CC2255229	5555	
201	C555555CA55555999	5555	
221	C555555555552255555555		
241	55555555555222999555555		
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 999594435
441	C22		9999 4B3
461	222		333 5533
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	標高
600 ~	(9)
700 ~	(O)
800 ~	(2)
900 ~	(3)
1000 ~	(E)
1100 ~	(8)
1200 ~	(1)
1300 ~	(D)

1 100333  
 6 1110300  
 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 画素の卓越判断による標高マップ

		標高
1	DDD	600 <sup>7</sup> (9)
11	8811DD	700~(C)
21	EEE8881DD	800~(2)
31	C22333EEF811DD	900~(3)
41	CC22333FE811DD	1000~(E)
51	CC22223EE811DD) 1188	1100~(8)
61	CC22233EE8811DD) D118CEE	1200~(1)
71	CCC22233EE8811DD) D118EE333	1300~(D)
81	CCC22233EE88111DD) 118EE33222	
91	CC22233EEE888111188EE332222	
101	CC223333EE881188EEEE322222 3EE	
111	CC222233E881118EE333222CC222233EE88	
121	CCC22223EE88118E333222C2223333EEEE8111	
131	9CCCC2223EE8888EE32222CC2233333EEEE88811	
141	99CCC22233E88EE33222CCC22333EEE3E888811	
151	9999CCC2233E8EE3222CCC22333EEEEEEEE8881	
161	CCCC99CCC2233EE3322CCC22233EEEEEEEEEE88	
171	C2CC999CCC223E3322CCC222233EEFEFEFEFE88	
181	CC222CC99CC22233222CCC22333EEFEFEFE33F88	
191	CC22222C999CC2233222CCCC22333333EEE33EEEE8	
201	C22233322C999CC2222CC4CCC22222333333333EE8	
211	22222333322C999CCC22C99C22C2222223333EEEE8	
221	322233333322CCC99CCCC9CC222C2222222333EEEEE	
231	333333333322CCC99CCC99C222222222223333EEEEE	
241	E333E3333333222C999CC99C222222222223333E333E	
251	EEEELE3223222222C999C99CC2222222222233333E	
261	EEE33222222222CC999C99CC2 22CC?22222333333EE	
271	33322222222CCCC999999CC CCCC222222233233FE	
281	22222C22C CCCC 99999C C 2 2222222333	
291	2222CCCCC 9999C C CC2222223333	
301	22CCCCCCC 9999C 9CCCCCCCC222222333E	
311	CCCC999999 9 9CCCCCCCCCCCC222223333E	
321	CCC999C999CC99 9CCCC2222222C222333EE	
331	CCCCCCCC999 9CCC22222222222333EE	
341	CCC2CCCCCCC9 999 222233222222333EE	
351	CCC222C22CC9999 CCC222233222222333EE	
361	2222222222CC999 CCCC223333233323333EE	
371	322222233322CC999 CCCC223323233333E3EE88	
381	322223333323222C999 CCCC2222222222333EE881	
391	3333223322222 2CC989 C22222222222333EE881	
401	EE3333222222 2C99 9 C22222222222333EE8811	
411	EEE33332222 C988 C22222222222333EE8811	
421	EEEEF3222 988 CCCC CC22223EEF888811	
431	33222 98 CC CC222233FE88881	
441	32222 98 CCC2222333EE88881	
451	E33322 CCCC222333EE88883	
461	EE3322CC CC2222333EE888	
471	3222222 CCC2222333EE88	
481	32222 CCCC2222333EEF	
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 CCC3333333E
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 <sup>m</sup> (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

表一七 分類ごとのメッシュ数と面積

令級	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)	
	(A) 画素数	(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	(E) メッシュ数 (E) 画素換算面積	(F) メッシュ数 (F) 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)	25,75	102 25,50	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	86,630	3,487 87,175	855 85,500	219 87,600		

備考：面積は画素数

表一八 分類ごとのメッシュ数と面積

標高	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)	
	(A) 画素数	(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	(E) メッシュ数 (E) 画素換算面積	(F) メッシュ数 (F) 画素換算面積
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		
1,000 ~ (E)	20,914	851 21,275	210 21,000	51 24,400		
1,100 ~ (8)	10,628	419 10,475	99 9,900	26 10,400		
1,200 ~ (1)	48,665	203 5,075	53 5,300	11 4,400		
1,300 ~ (D)	2,258	84 2,100	24 2,400	6 2,400		

備考：面積は画素数

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 $\ell_1$ 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、 $\ell_1$ 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( $\epsilon$ )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 $\epsilon$ 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 $\epsilon$ 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 $\alpha$ 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 $\ell_1$ の面積比( $P_0$ )に対する相対誤差を一定限度内に押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 $\epsilon$ を越えない確率は $1-\alpha$ となる。

この理論を用いて三田ら<sup>(1)</sup>は、面積比率( $P_0$ ), 許容誤差( $\epsilon$ ), 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

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

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

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

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、最小単位の面積歩合は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

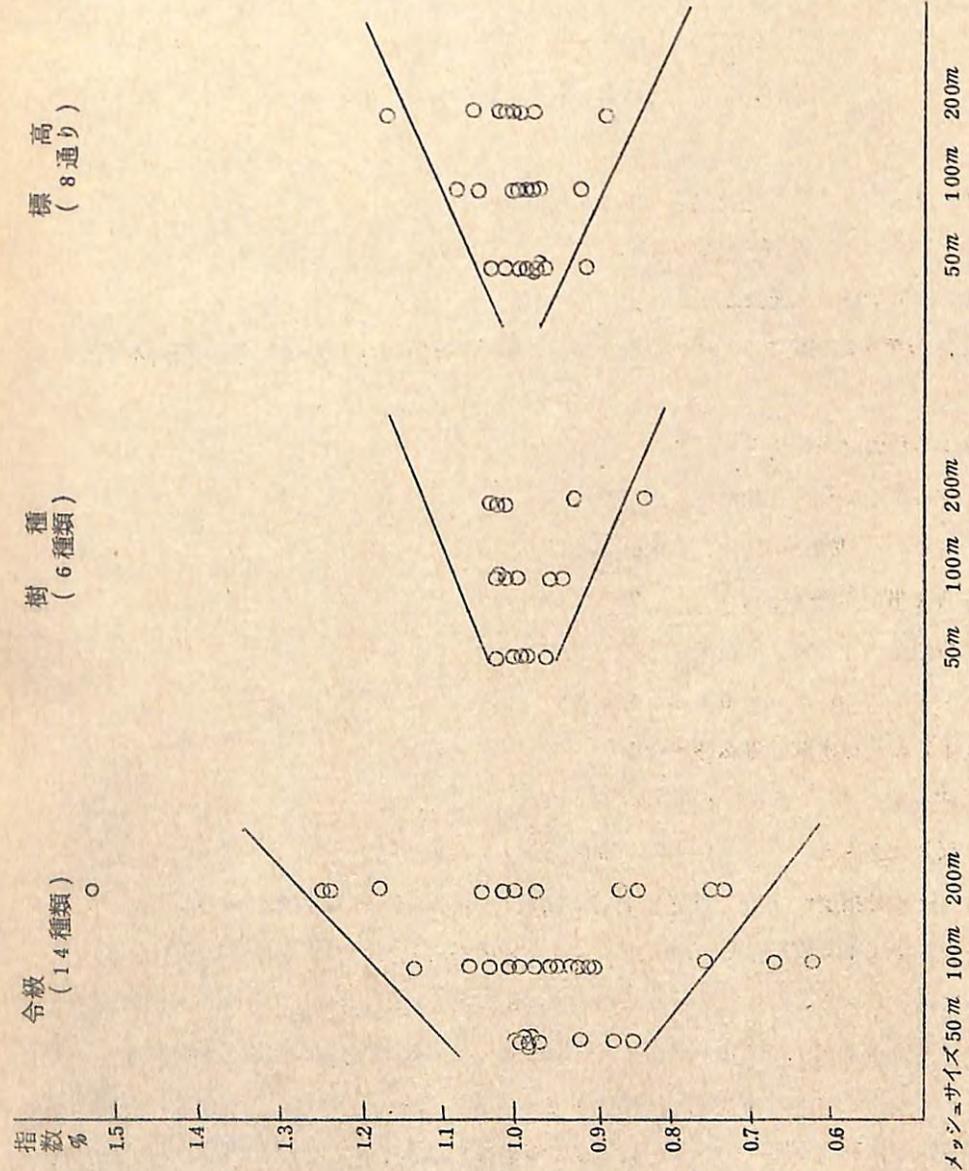


図-10 モデル地でのメッシュサイズと面積推定精度

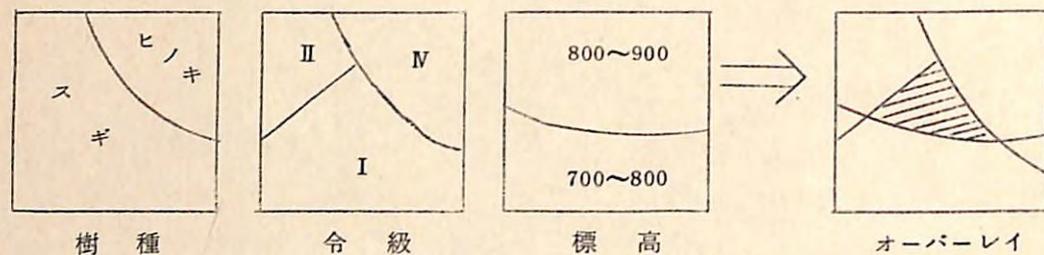


図-11 メッシュオーバーレイの原理

(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	令級	標高
スギ	Ⅸ	1,000m以下

ケースⅡ（間伐林分指定）

樹種	令級	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

	20x20画素 (200mメッシュ)		10x10画素 (100mメッシュ)		5x5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
ケースⅠ (伐期林分指定)	1	(400)	2	(400)	3	(500)	3	422
ケースⅡ (間伐林分指定)	2	(2,800)	3	(2,200)	3	(2,325)	5	2,363
ケース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 333333333333  
333333 3 3333333333  
3333 3333333333  
333 33333333  
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、卓越判断のいづれでも採用できる。

#### 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「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めれば、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。

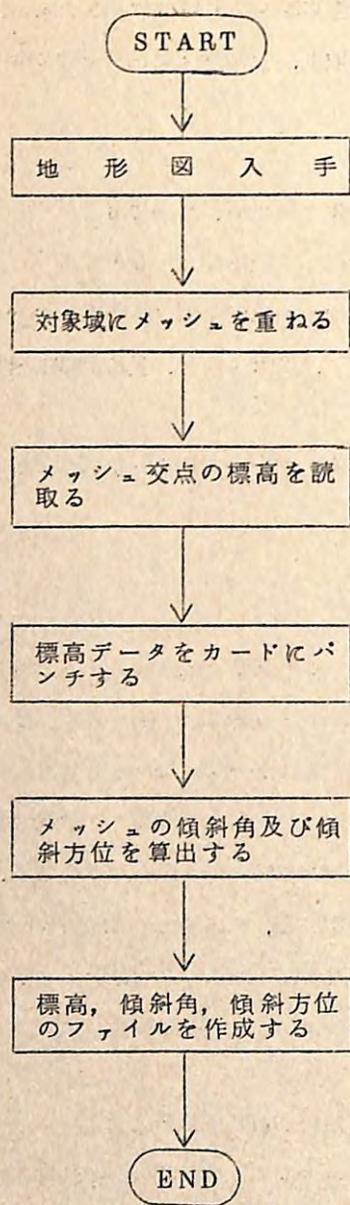


図13 地形図から直接標高を読取る場合のフロー

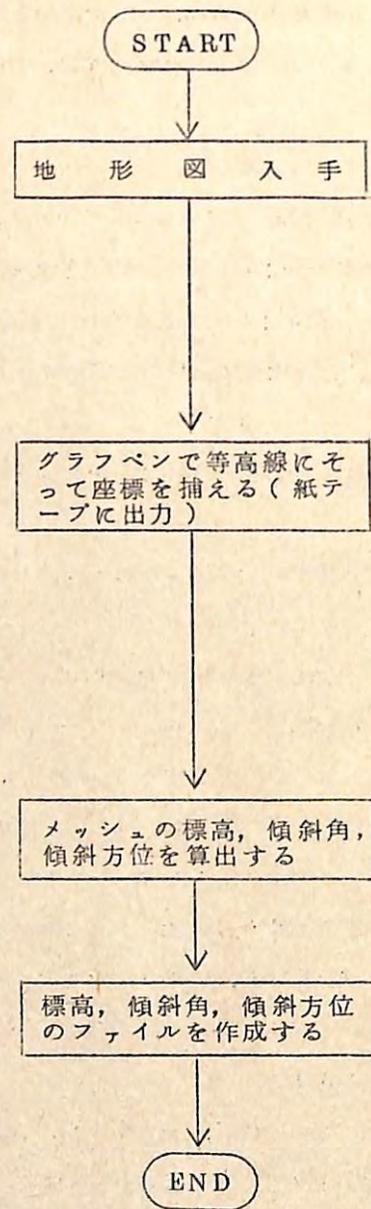


図15 グラフペンを用いて標高を算出する場合のフロー

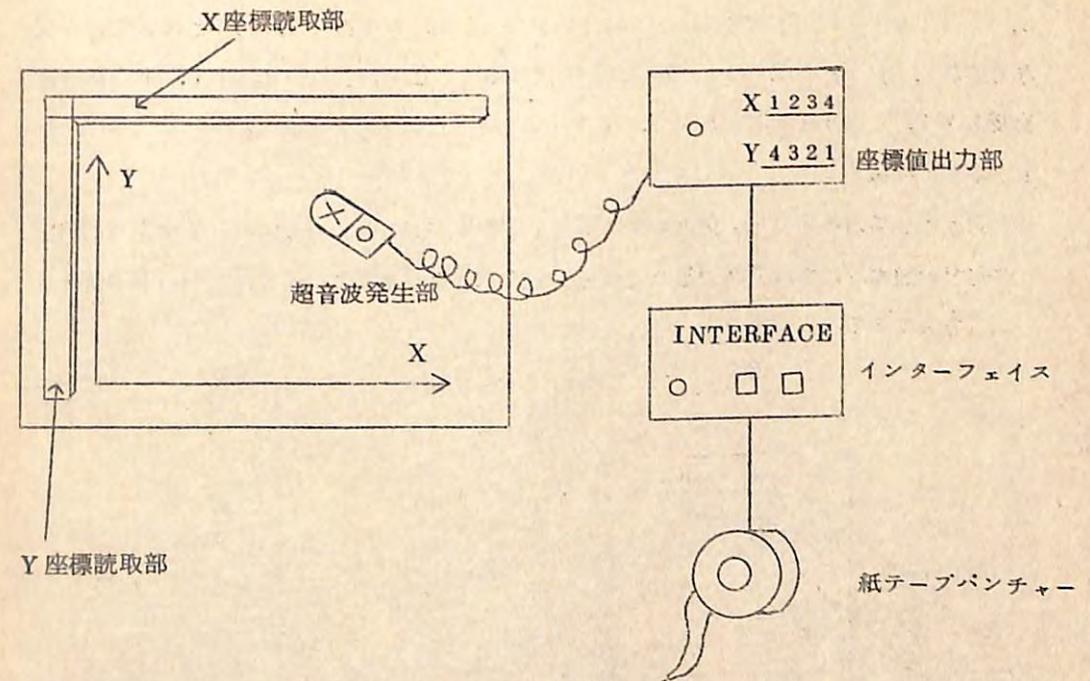


図-14 グラフペンシステム

## 2. グラフペンシステムを用いた標高算出法

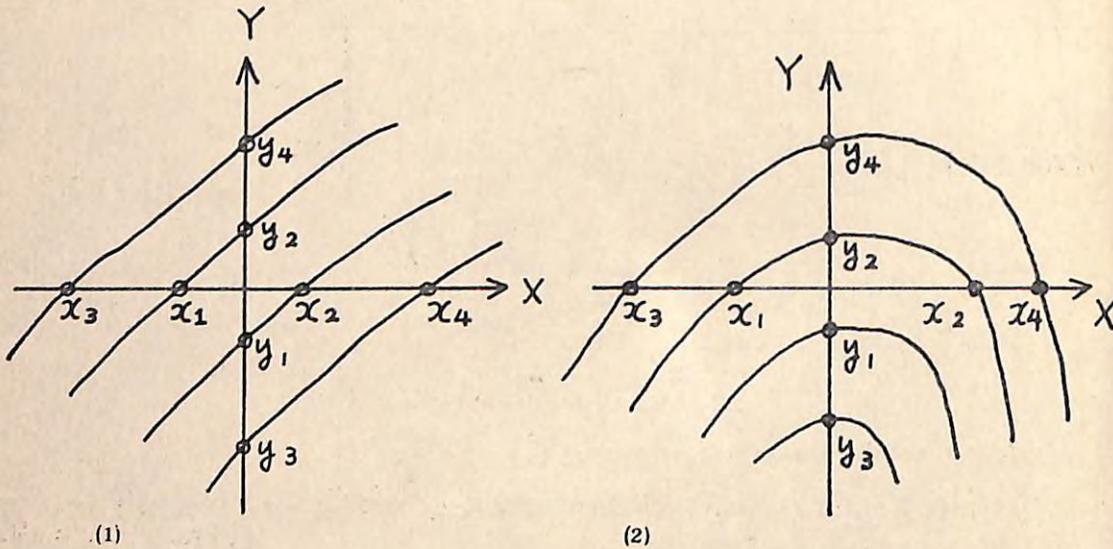
標高の算出法はメッシュの境界線と等高線の交点の座標をデータとして記憶させて行方方法について検討した。なお、メッシュは長方形のメッシュとし、境界線は、X軸、Y軸に平行な直線(それぞれ $XY_i$ ,  $YX_j$ と表わす)を想定した。この方法は、使用する計算機のメモリ使用量が少なくすむ特色がある。例えば、メッシュ数が横100個、縦100個の計10,000個であり、1本のメッシュ境界線と交わる等高線が100本である地形の場合に、グラフペンで入力するポイント数は一般的に約50,000ポイントとなるが、この入力に必要とするメモリは、約40Kワードで済み、ミニコンピューター(NEAC-MS50, 128kW)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

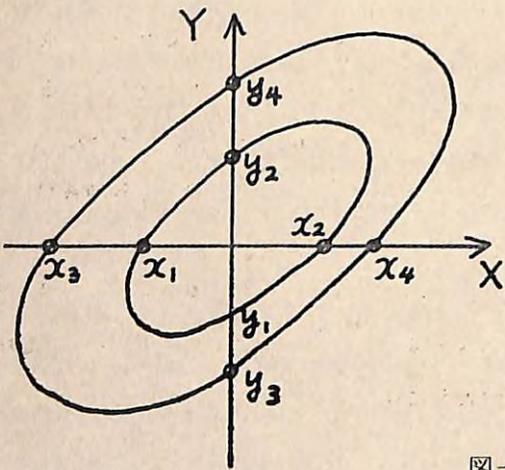
(1) 単純平均法

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(1)の場合 標高  $h = (h_1 + h_2) / 2$

図16-1(2)の場合  $h = (3h_1 + h_2) / 4$

図16-1(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(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16-1(2)の場合

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

図16-1(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(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,  $(y_3, h_3), (y_1, h_2), (y_2, h_1), (y_4, h_3)$

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(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  $\theta$  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  $\phi$  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。

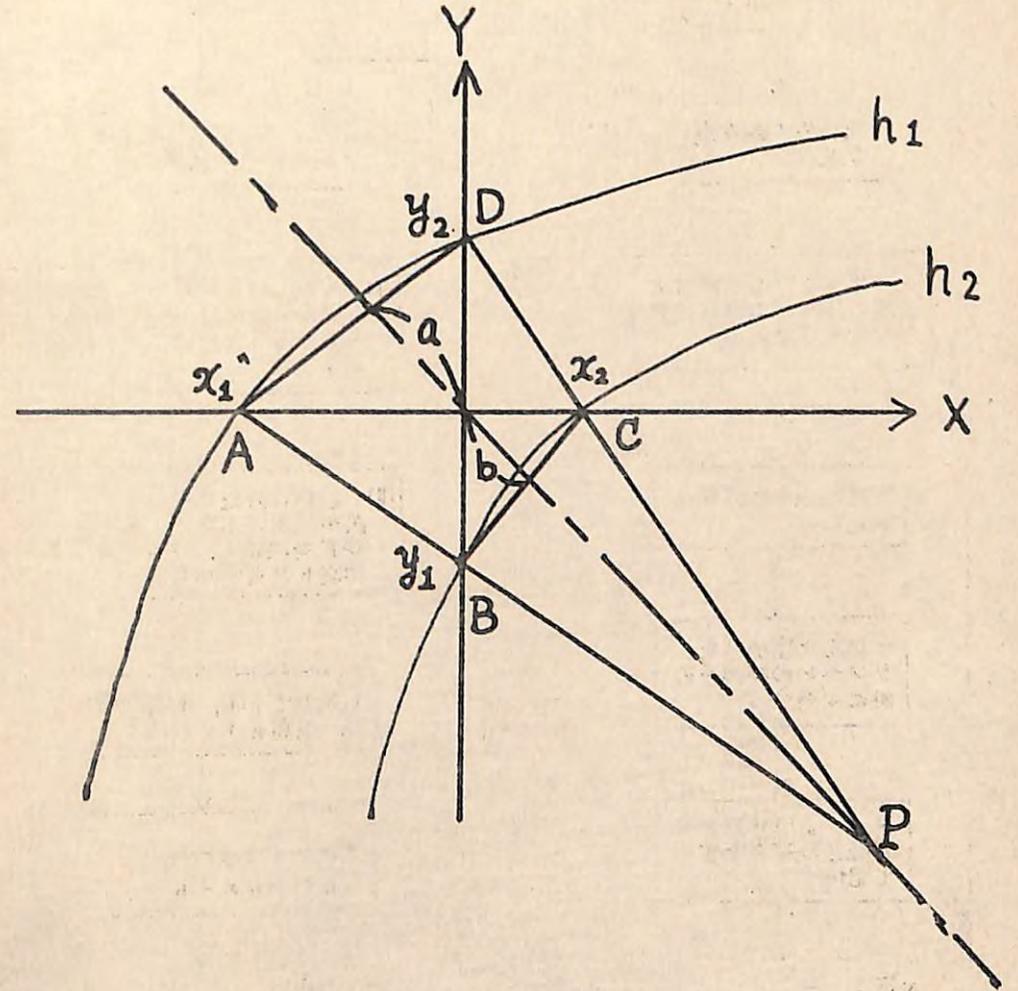


図-17 平面近似法 (図 4-1)の場合)  
 $\triangle PAD$ を想定し、図中の  $a, b$  の長さを求め、  
 $h = (bh_1 + ah_2) / (a + b)$   
 によってメッシュ交点の標高を求める。

図 18 多項式近似法のフロー

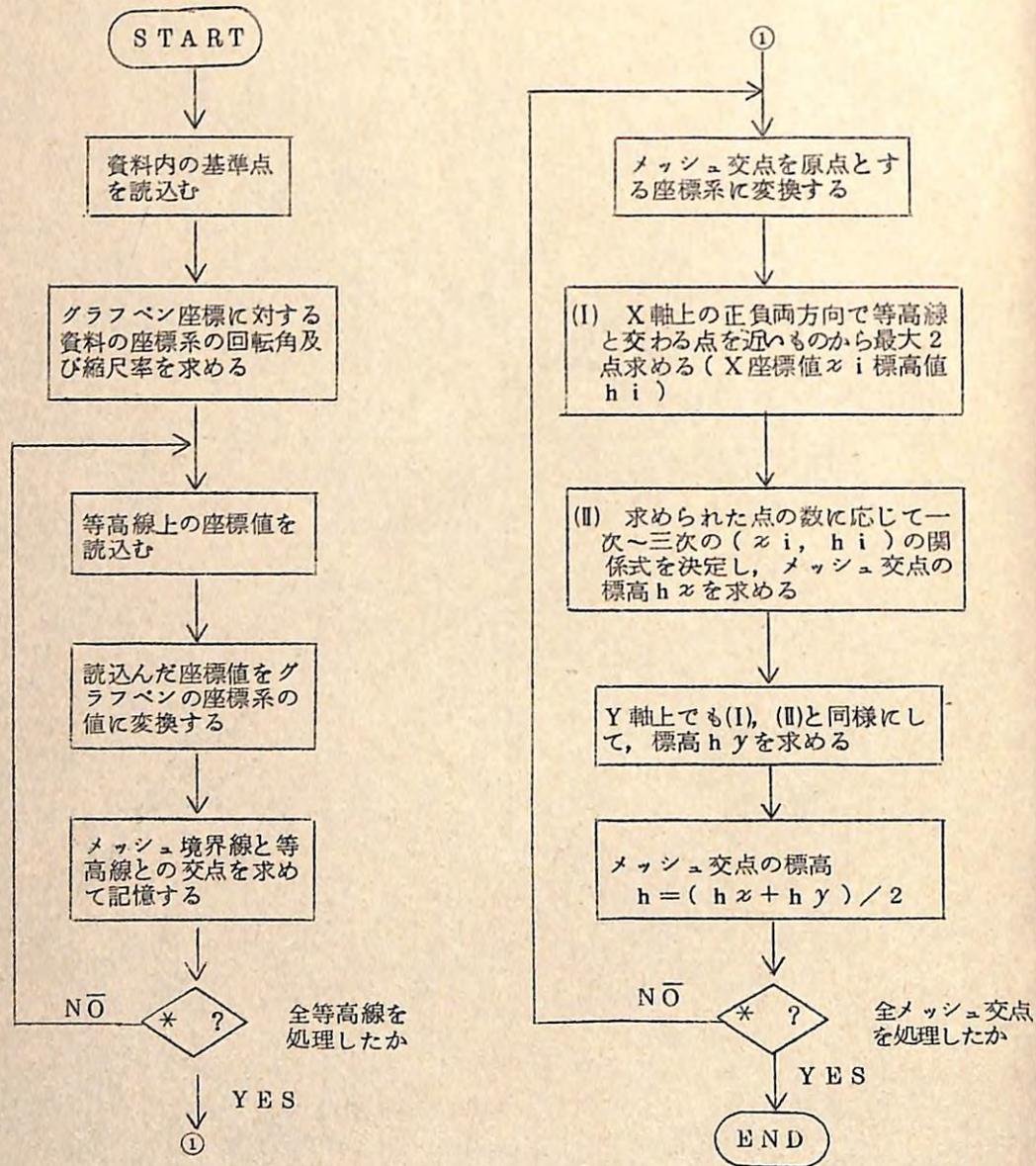
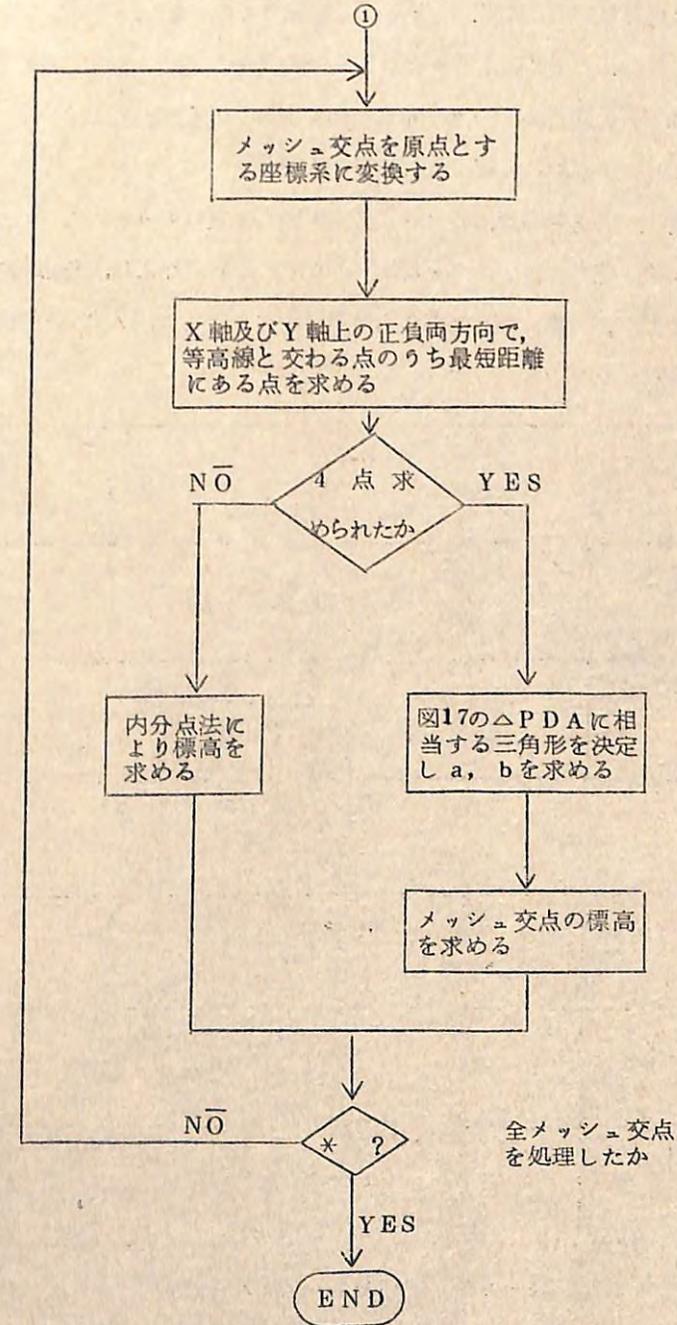


図 19 平面近似法のフロー

(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。

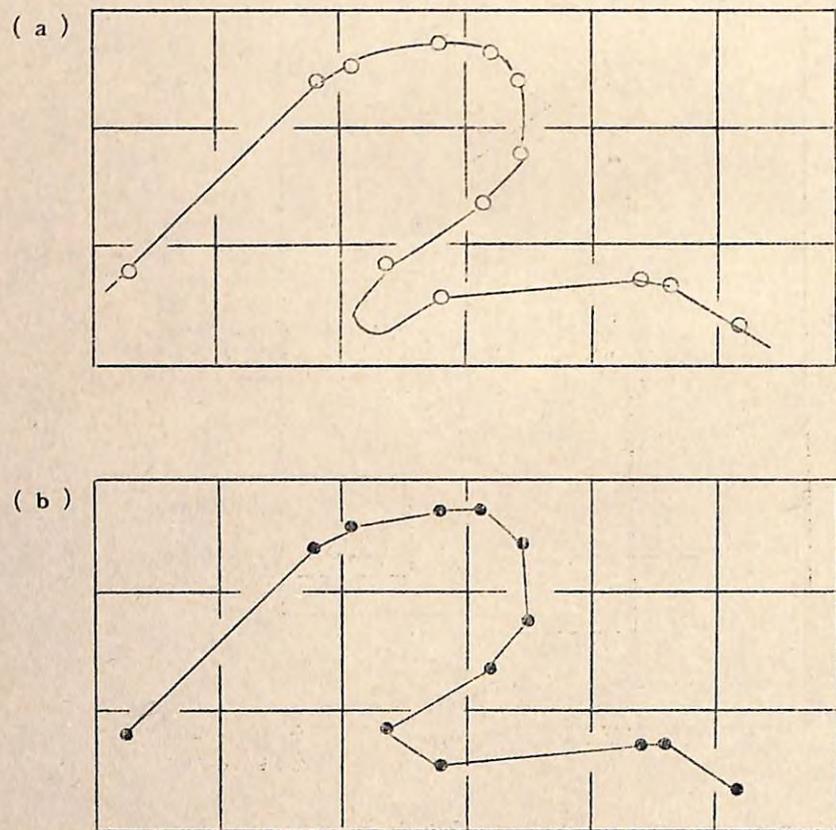


図-20 等高線上の座標入力点(a)  
とコンピュータ内の仮想等高線(b)

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

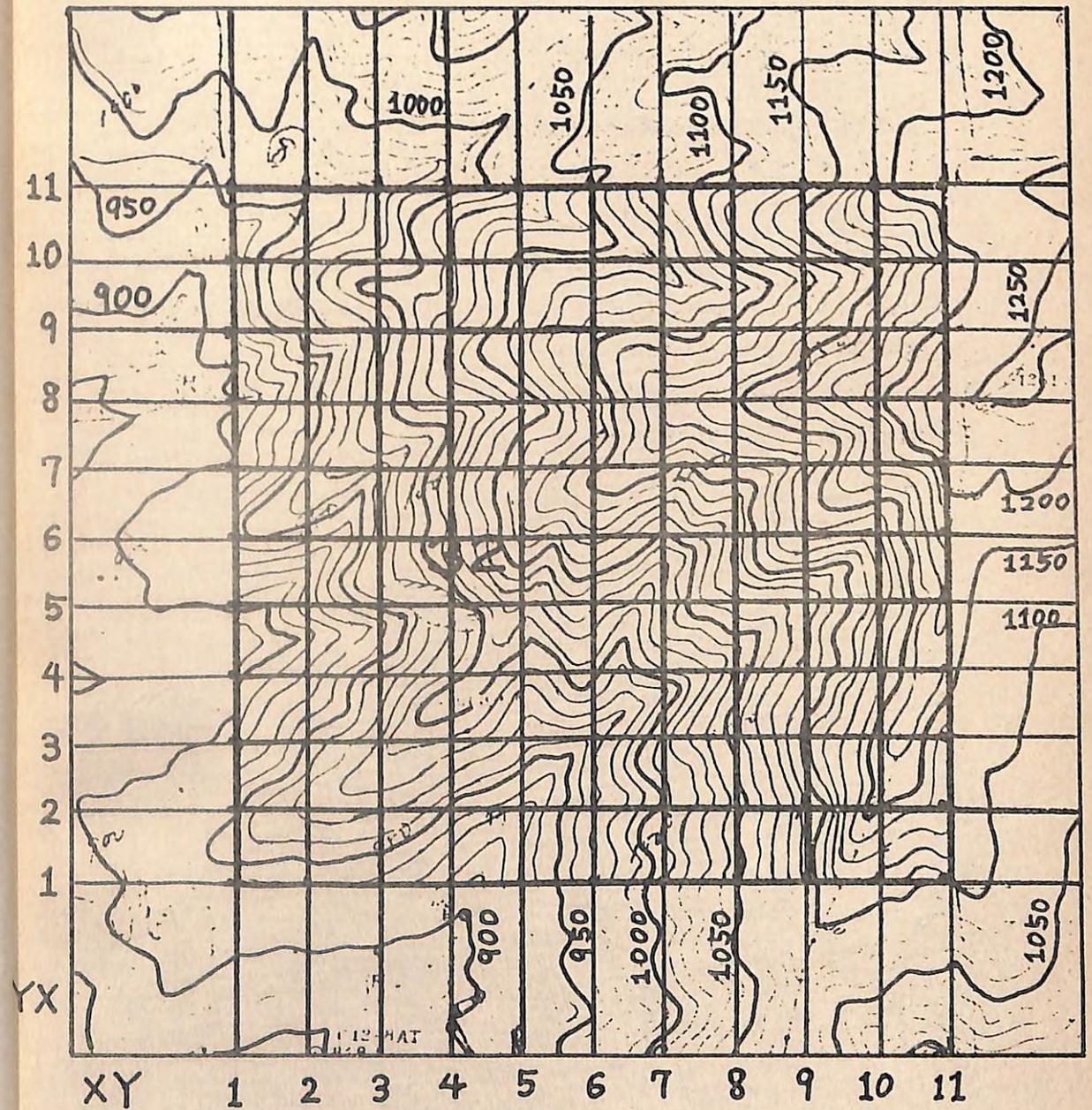


図-21 対象とした地形図 (原  $1/5,000$ )

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<sub>i</sub>、地形図から直接読み取った標高

h<sub>i</sub>、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。

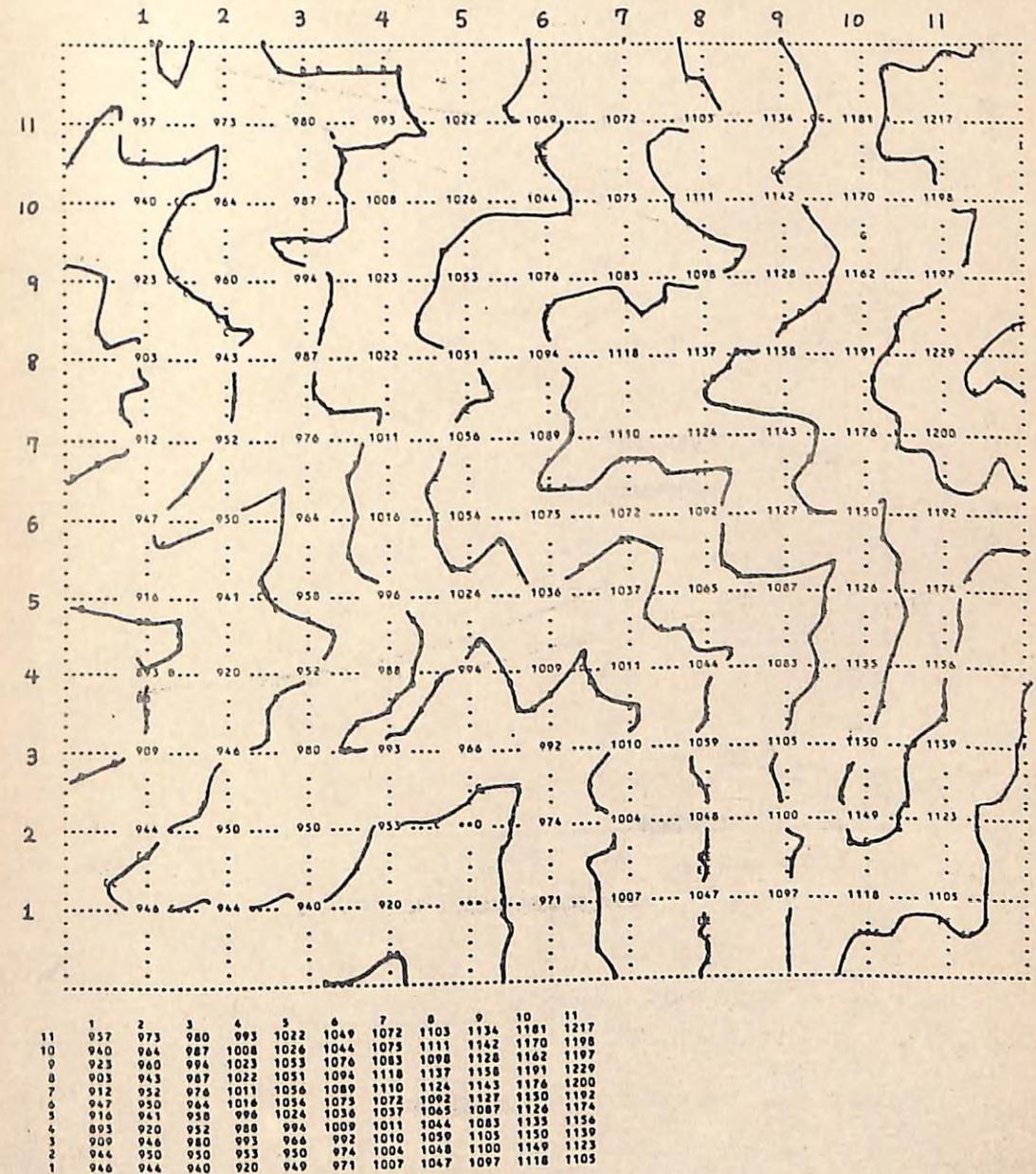
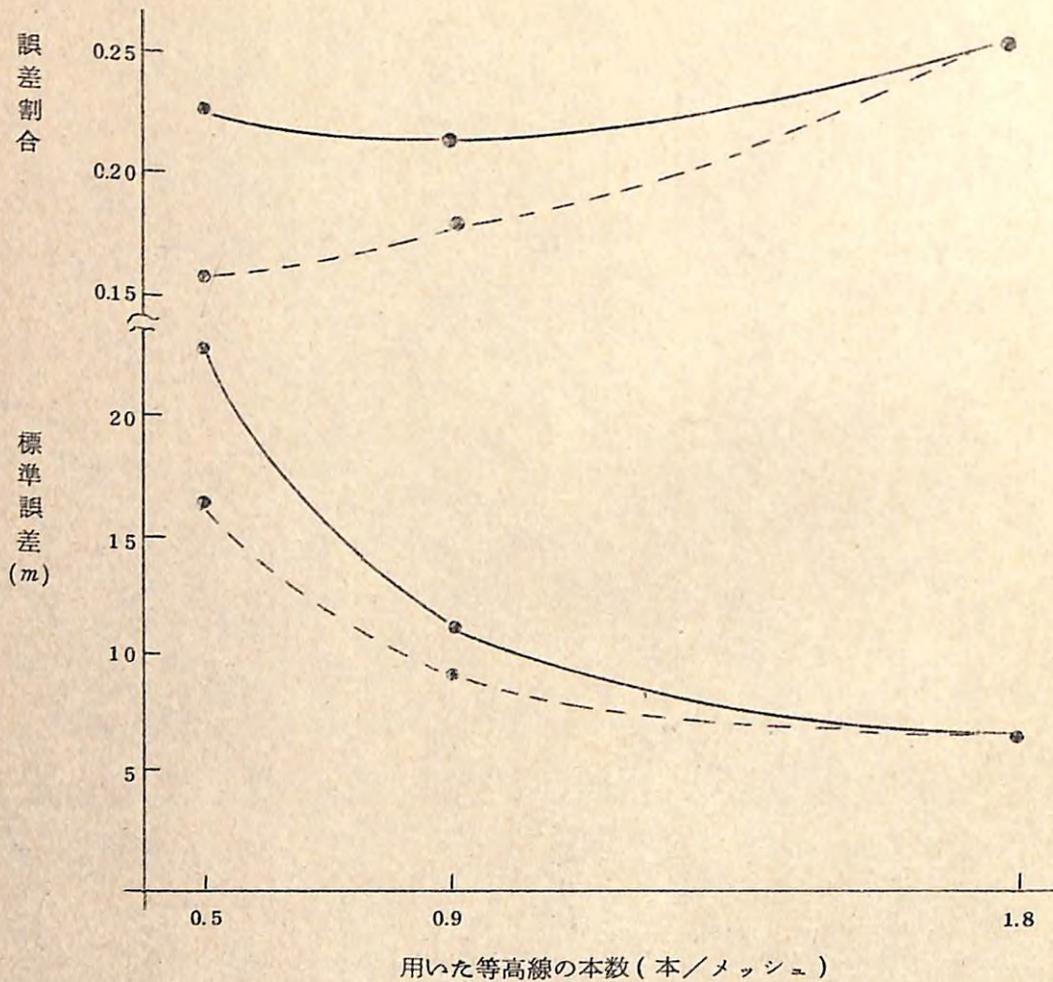


図-22 出力結果の例  
(メッシュ幅：50m、等高線間隔：50m、平面近似法)



●——— 多項式近似法  
 ○----- 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い場合にも、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ーで地形図情報を自動的に入力した場合は、地形図全体が自動的にファイルされるので、スキャンラインの選択によって、1つのデータファイルから自由な大きさのメッシュを何通りも取扱いすることができる。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、傾斜角や方位角の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す。

# 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り<sup>1)</sup>。林業で使われている現在の大カマについてみると意外に新しく、約150年前、大蔵永常<sup>2)</sup>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、小カ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」<sup>3)</sup>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、秋田管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。

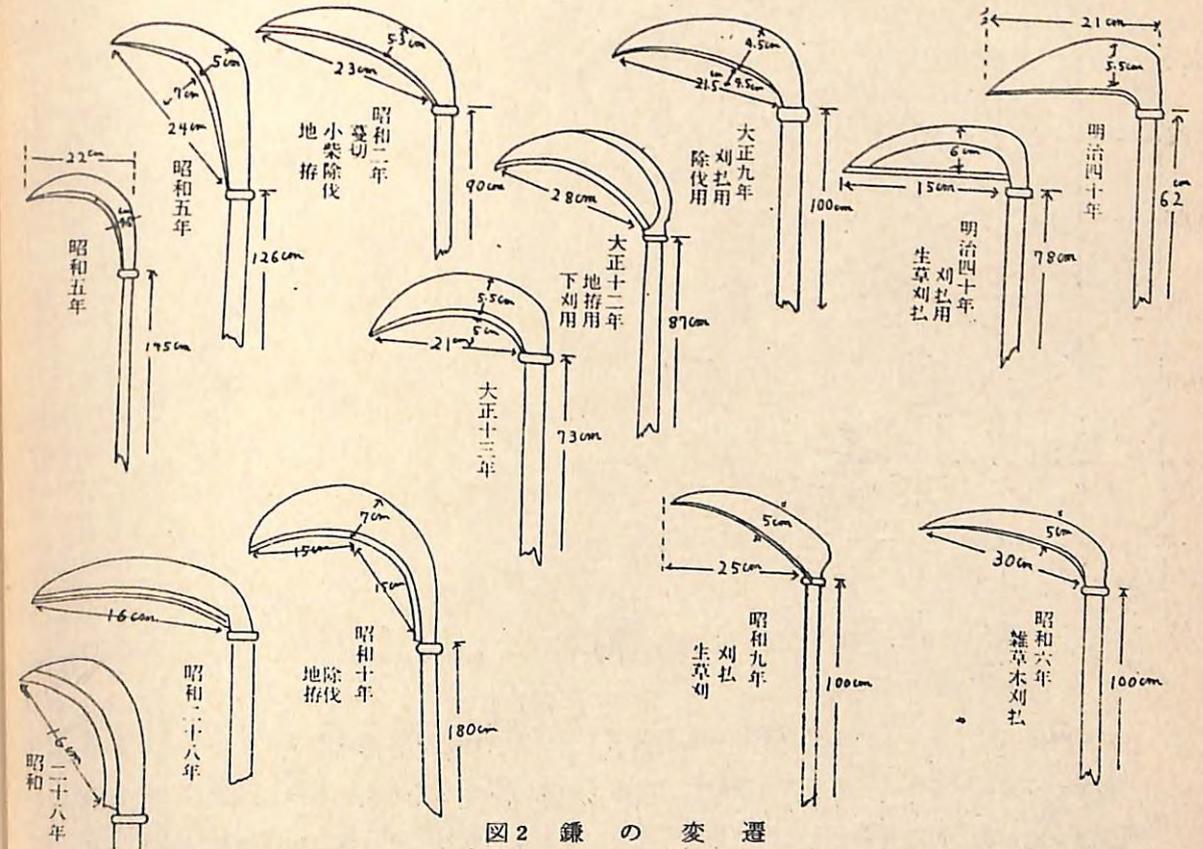


図2 鎌の変遷

### 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「鍛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

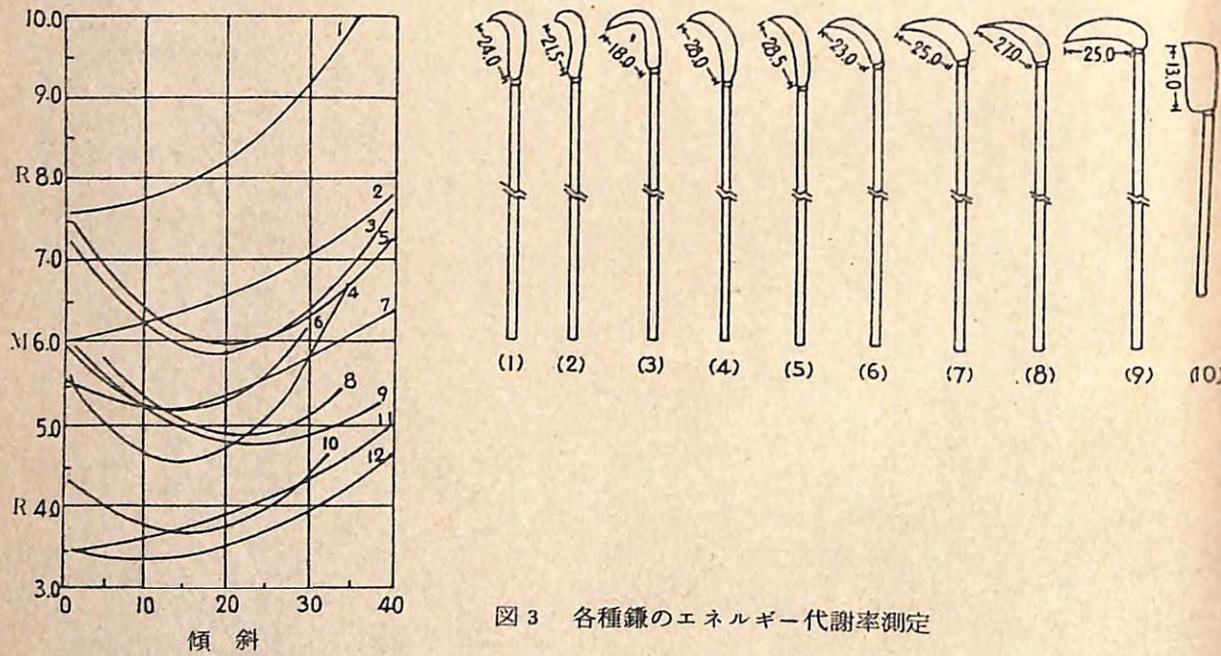


図3 各種鎌のエネルギー代謝率測定

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。

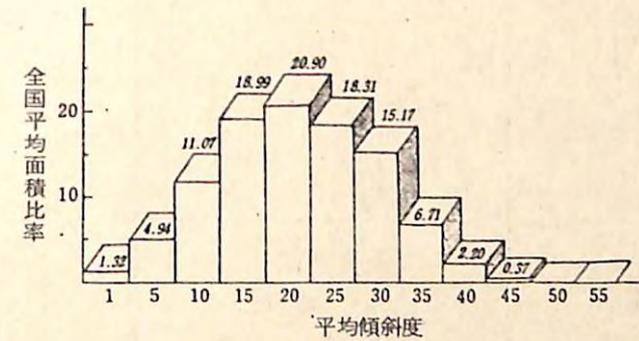


図4 造林作業地の傾斜別面積比率

### 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。

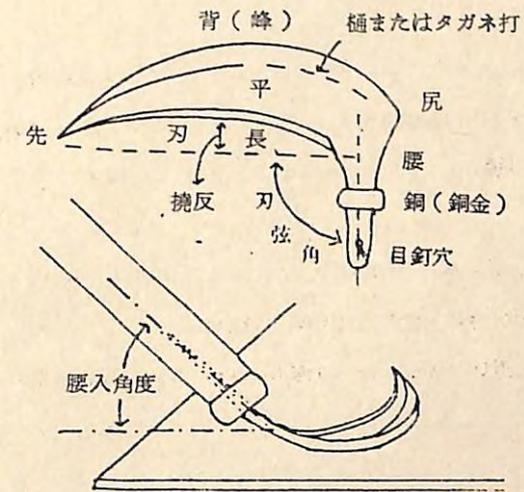


図5 鎌の名称

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、

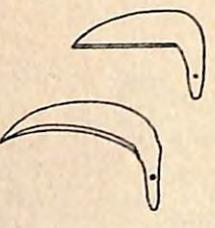
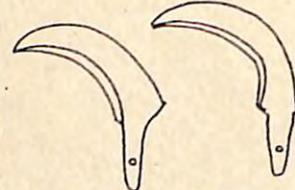
		
鍋づる型 三日月鎌	蕨型 鷹鎌	鉈型 鶴鎌
重量(平均) 250g 刃長(平均) 26cm 刃幅(平均) 6cm 腰入角(平均) 11.9° 刃弦角(平均) 100°	重量(平均) 550g 刃長(平均) 23cm 刃幅(平均) 7cm 腰入角(平均) 15.9° 刃弦角(平均) 104.6°	重量(平均) 670g 刃長(平均) 26cm 刃幅(平均) 7cm 腰入角(平均) 16.5° 刃弦角(平均) 111.2°
下刈用	下刈・地拵兼用	地拵用
雑草, つる, ぼうが	雑草, つる, 雑木, ささ, 細い枝条	雑木, 根曲竹, 枝条

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。

○蕨型(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) 刃身が円形に近いため、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(鶴鎌)

- (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。

一般的に重量についての男女差は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い人の肩から上、一握りの所にカマの胴金の位置がくる長さであり、蕨型、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。このように使い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。カマの刃は使い人の掌幅の5~9倍の範囲で、使い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

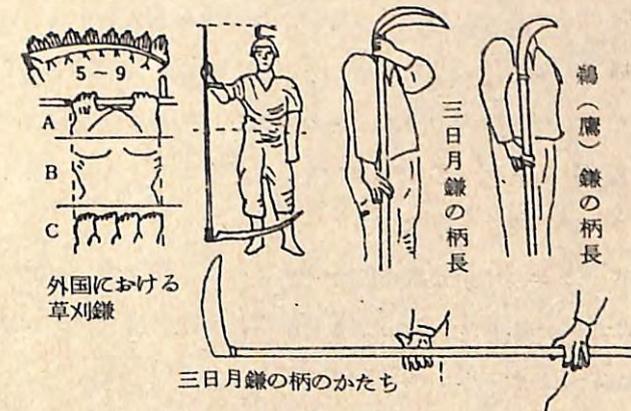


図7 鎌の柄の適正長さ

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。蕨型、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

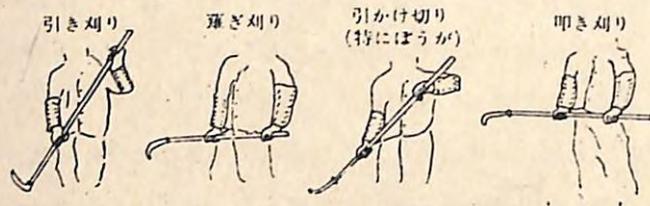


図8 カマを持つての構え方

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〉

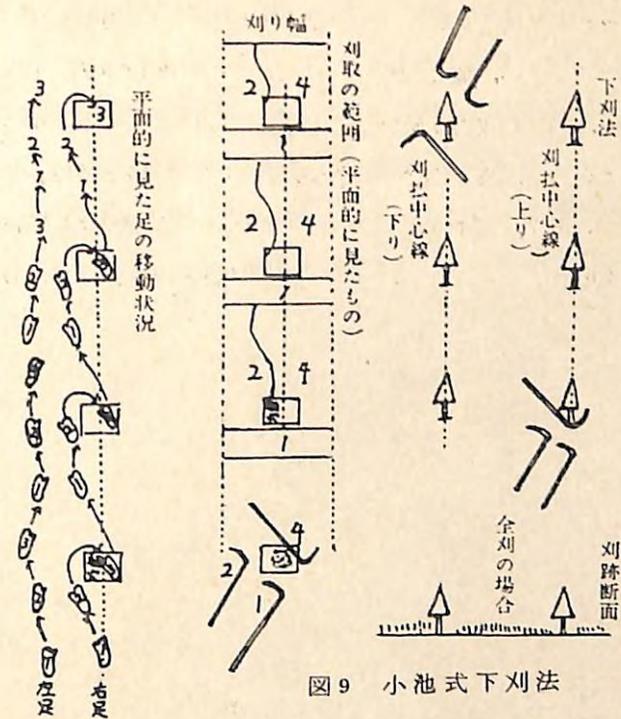


図9 小池式下刈法

第2の鎌の範囲が刈り終わった時、即ち、第2の足が最後の移動を終った時、左足はそのままで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。

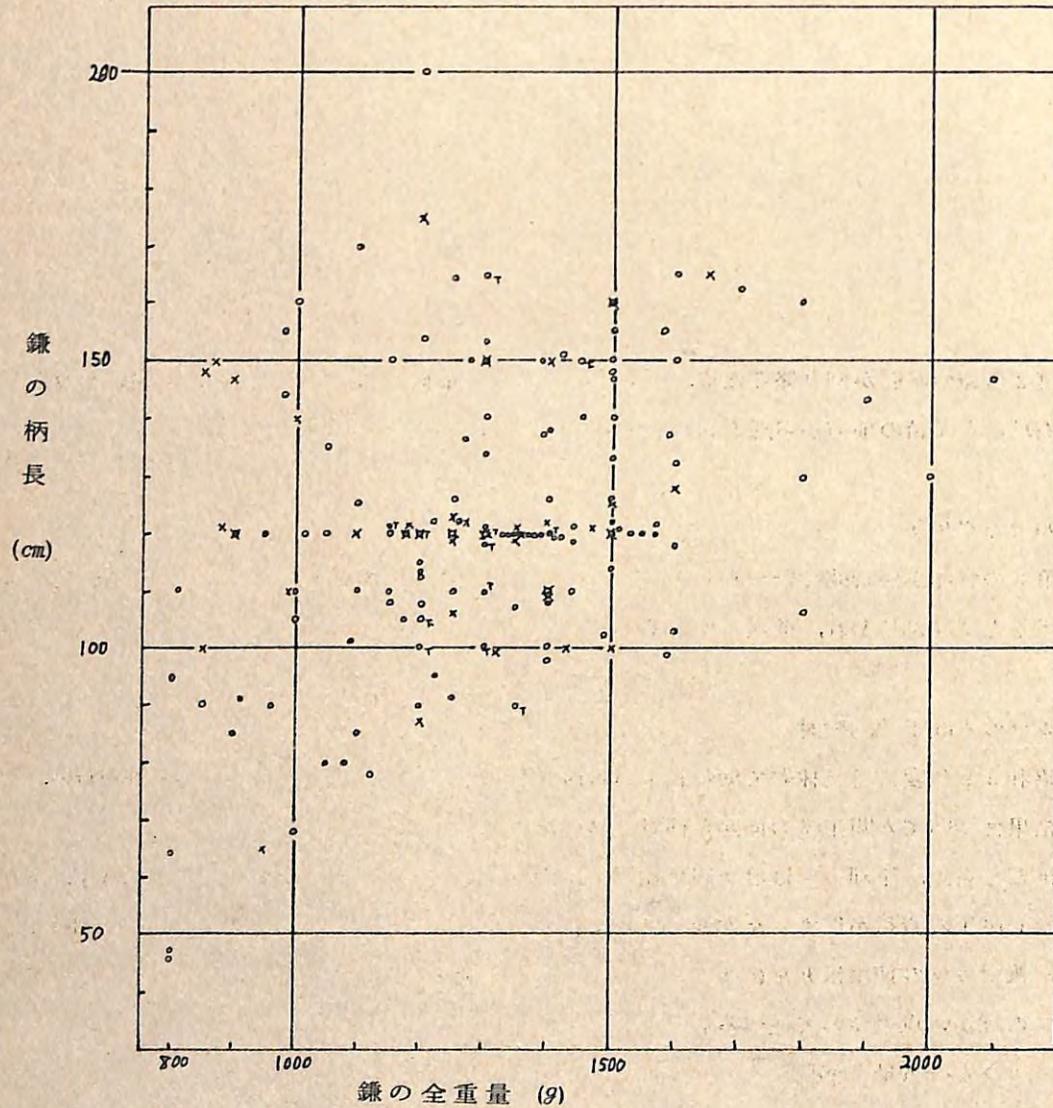


図10 地ごしらえ鎌の柄長と重量

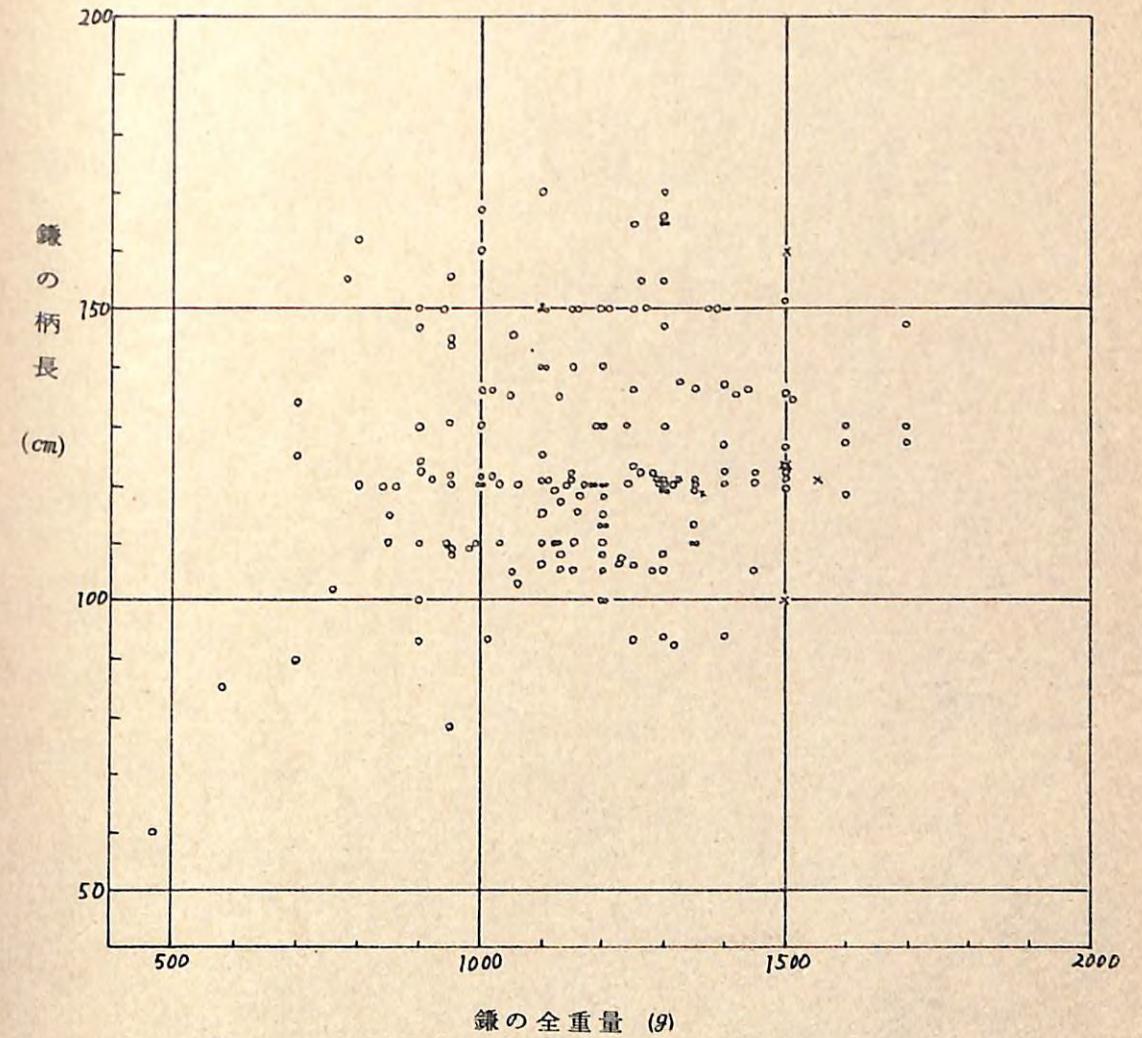


図11 下刈鎌の柄長と重量

先にも述べたごとく、地ごしらえカマ(鉋カマ)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。

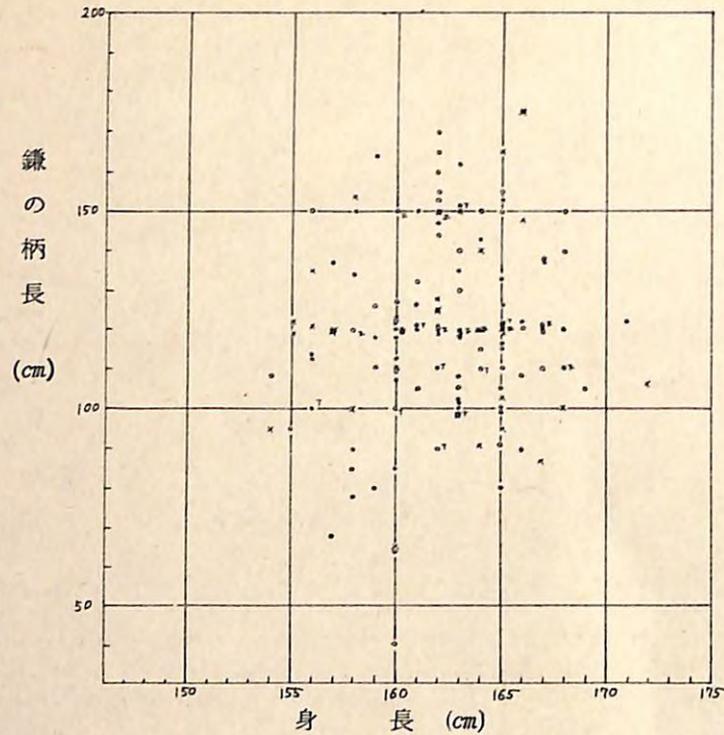


図 12 地ごしらえ鎌の柄長と作業者の身長

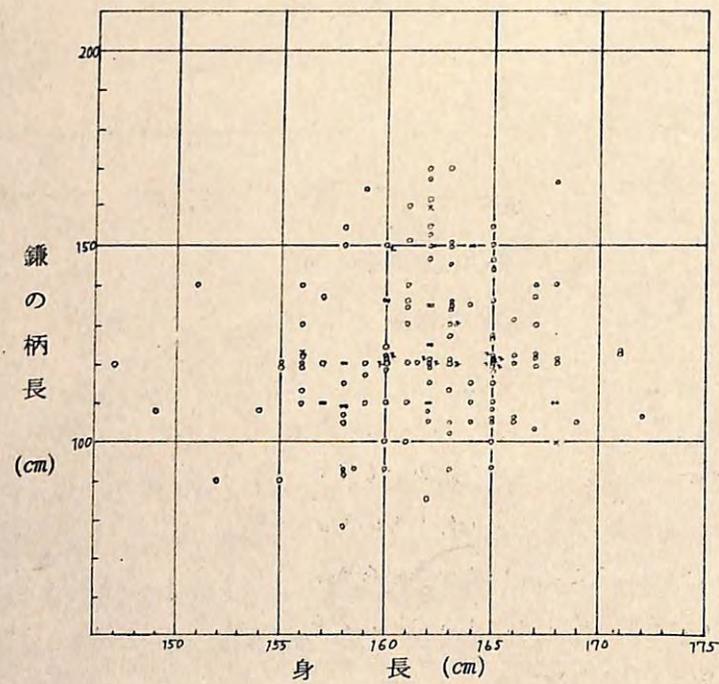


図 13 下刈鎌の柄長と作業者の身長

㊦ 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規律的にカマを振って刈払い（薙刈り）場合に刃弦角 $90^\circ$ に対して $100^\circ$ では1.4倍、 $120^\circ$ 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 $160^\circ$ であるとしている。また薙き曳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 $90^\circ$ に対して $100^\circ$ では1.4倍、 $120^\circ$ では2倍となるが、単なる対象物を刈払い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向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。

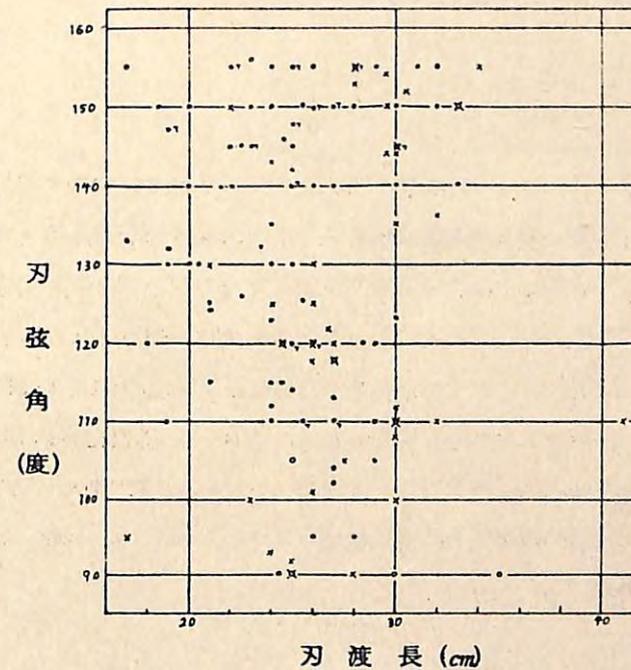


図 14 地ごしらえ鎌の刃弦角と刃渡り

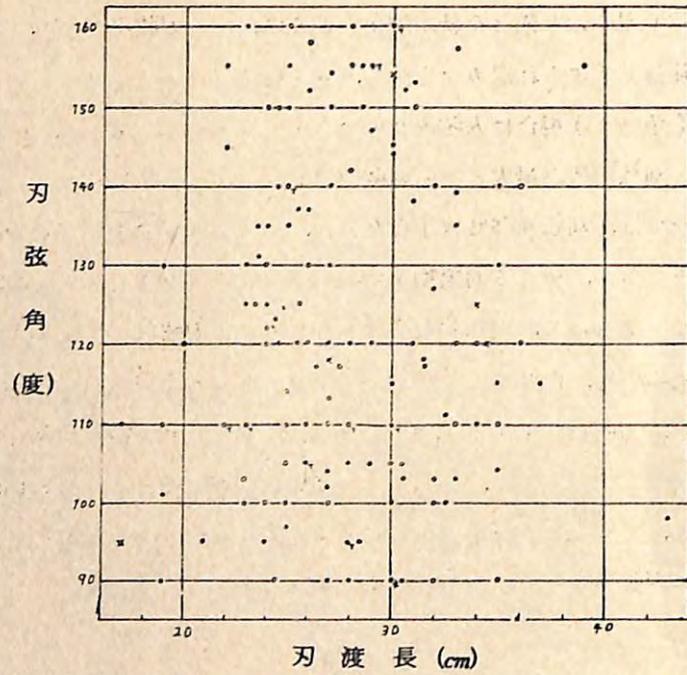


図15 下刈鎌の刃弦角と刃渡長

④ 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う。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。

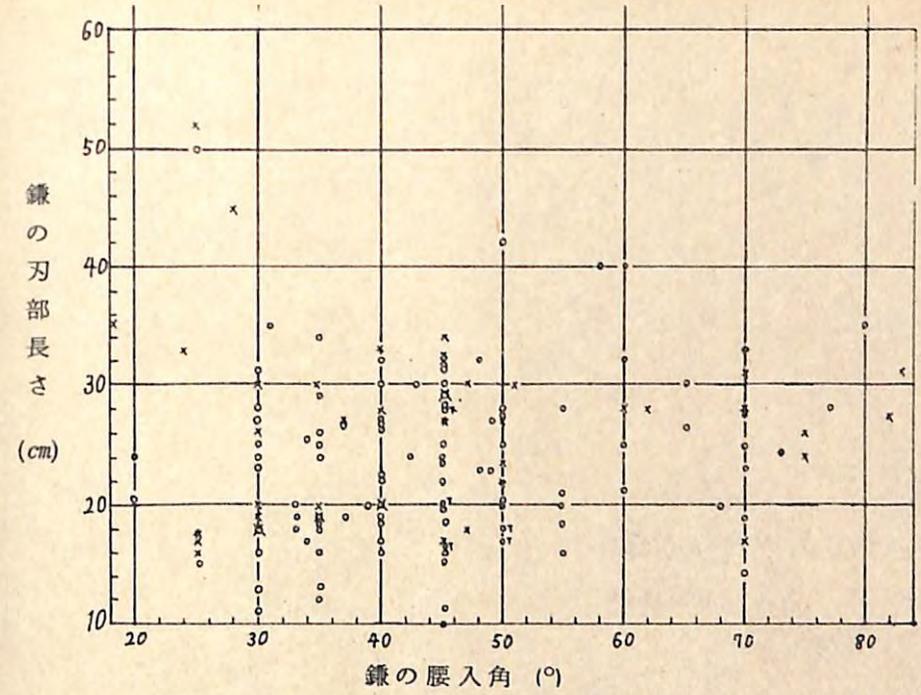


図16 地ごしらえ鎌の刃長と腰入角

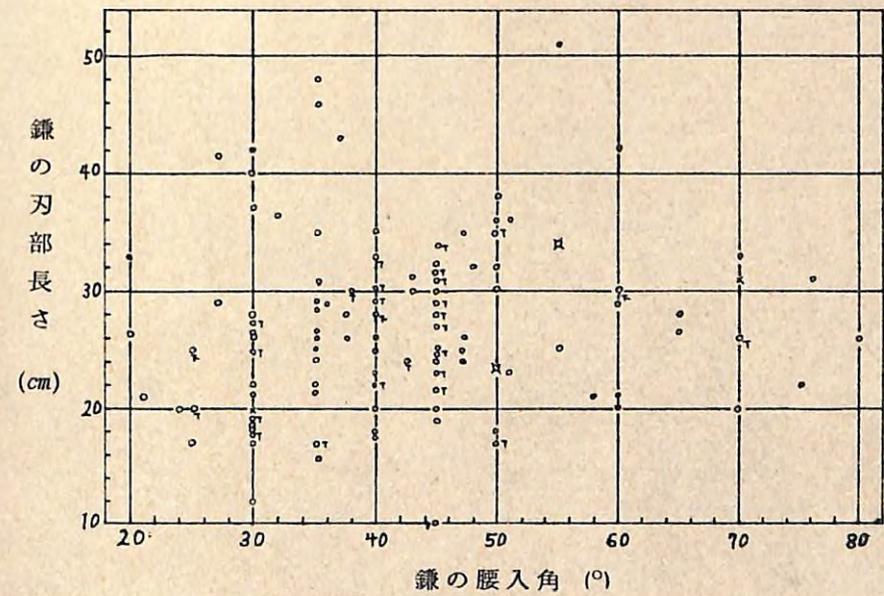


図17 下刈鎌の刃長と腰入角

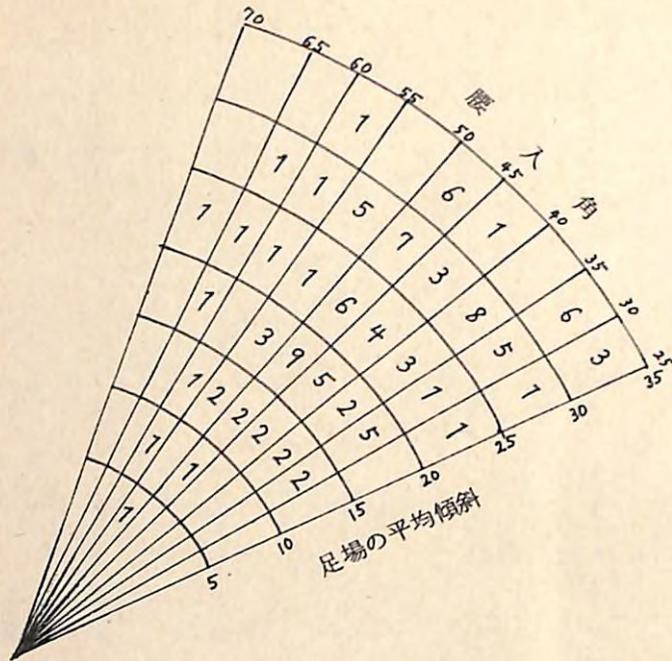


図18 地ごしらえ鎌の腰入角と足場の傾斜

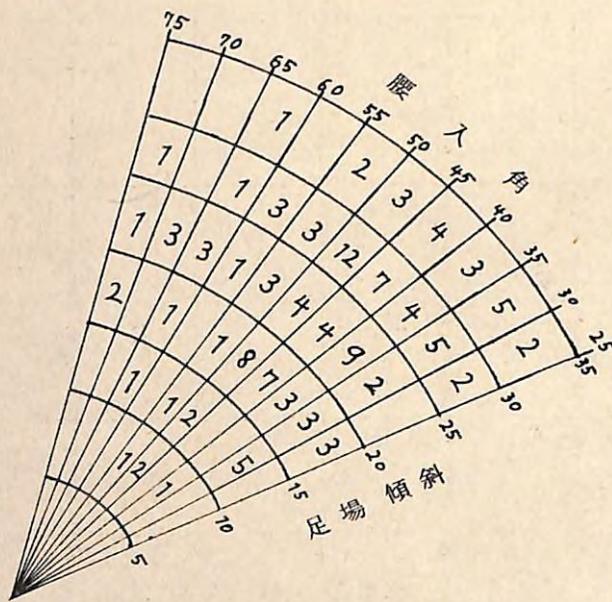


図19 下刈鎌の腰入角と足場傾斜

㊦ 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

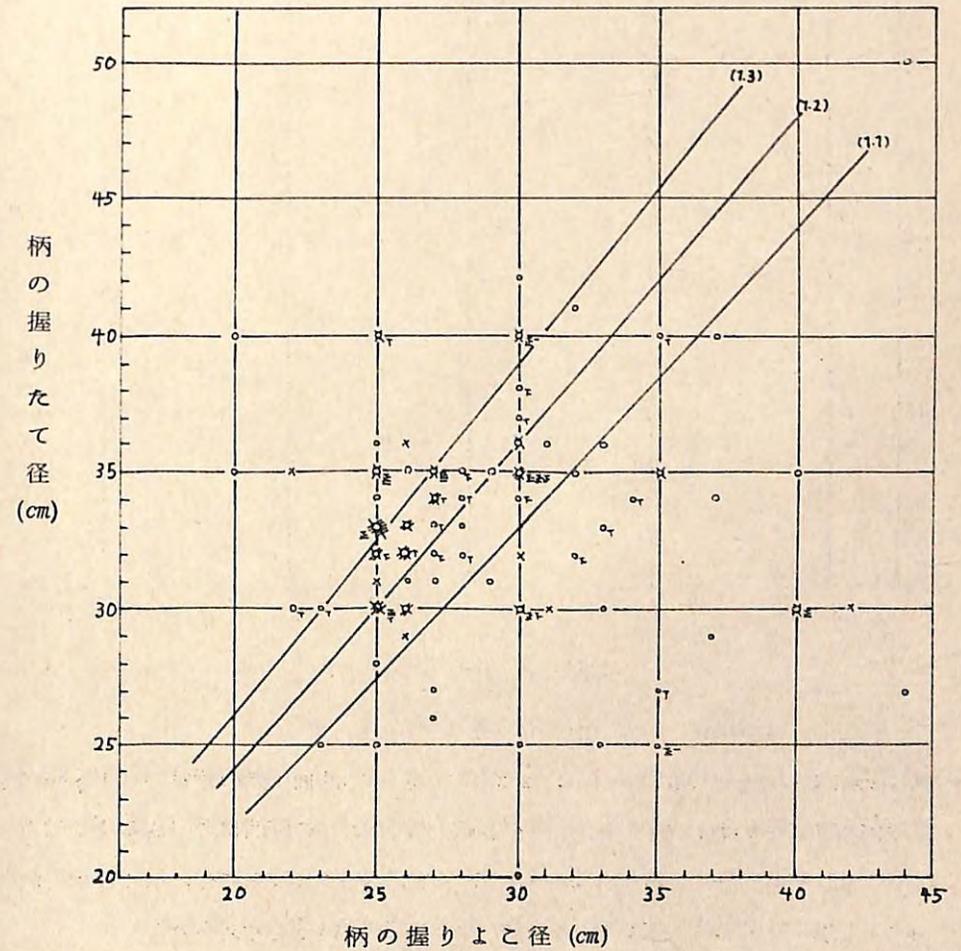


図20 地ごしらえ鎌の柄のたて径とよこ径

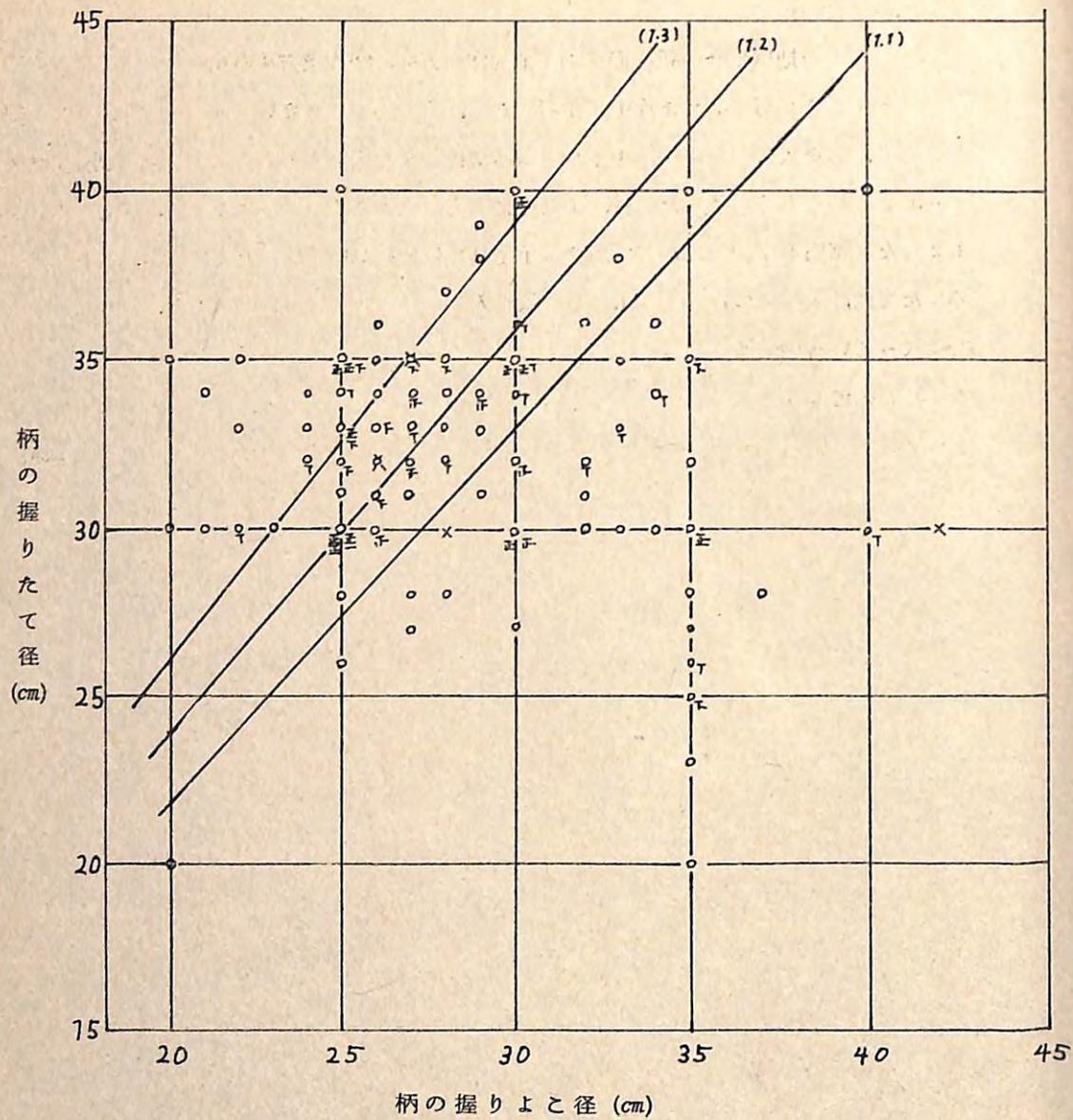


図 21 下刈鎌の柄のたて径とよこ径

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。

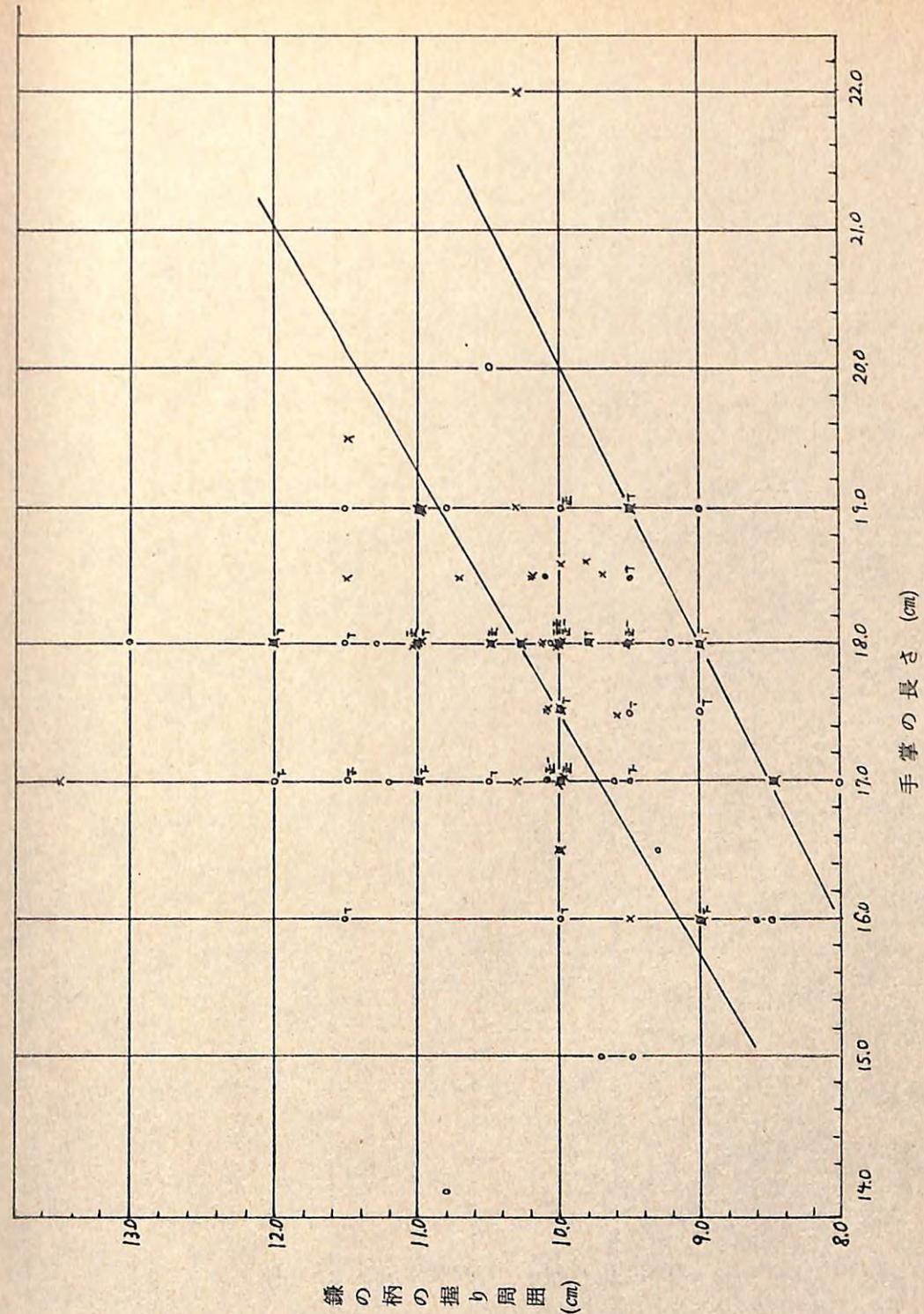


図 22 地ごしらえ鎌の握り周囲と手掌の長さ

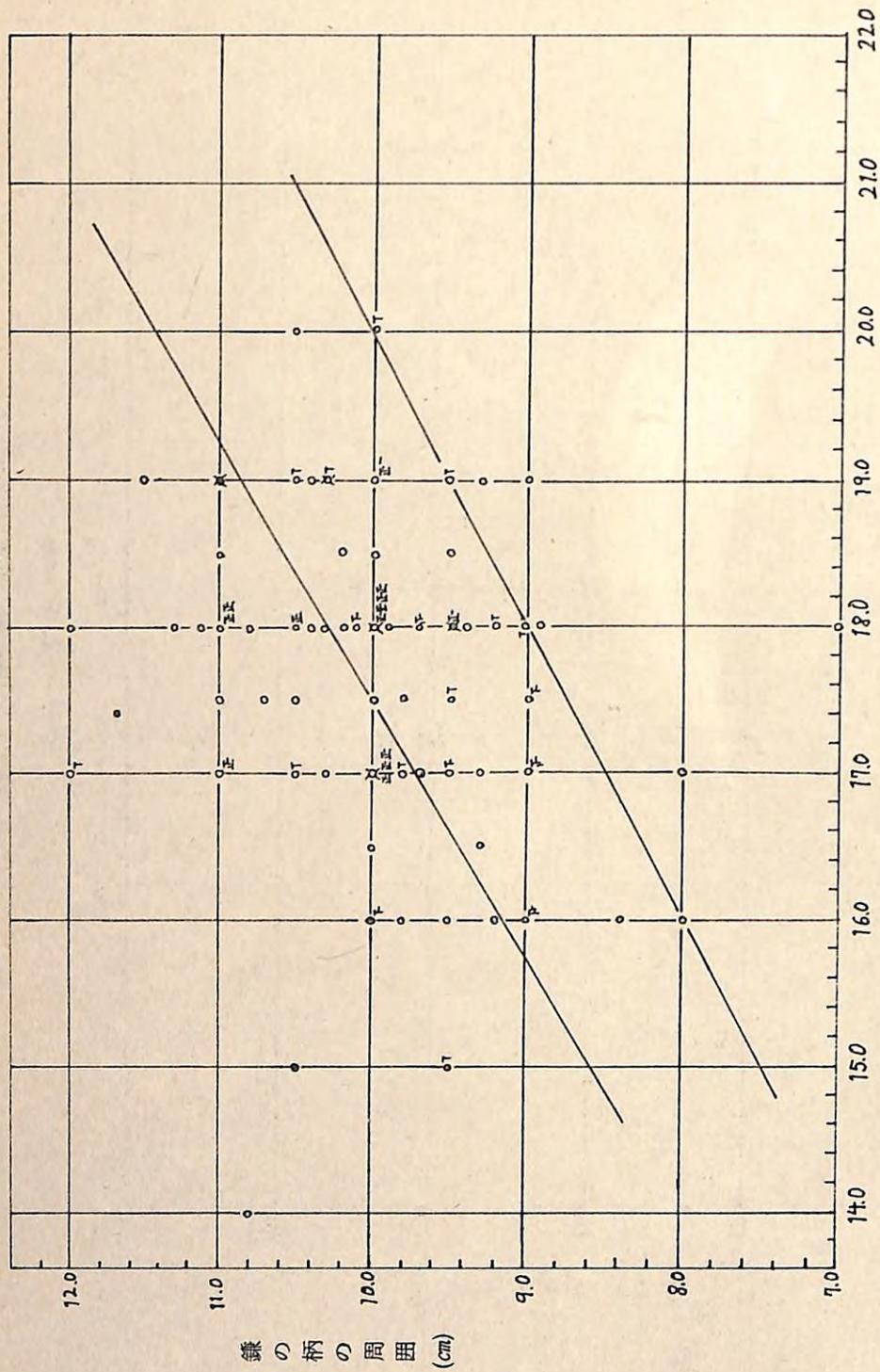


図23 下刈鎌の柄の周囲と手掌の長さ

㊥ 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。

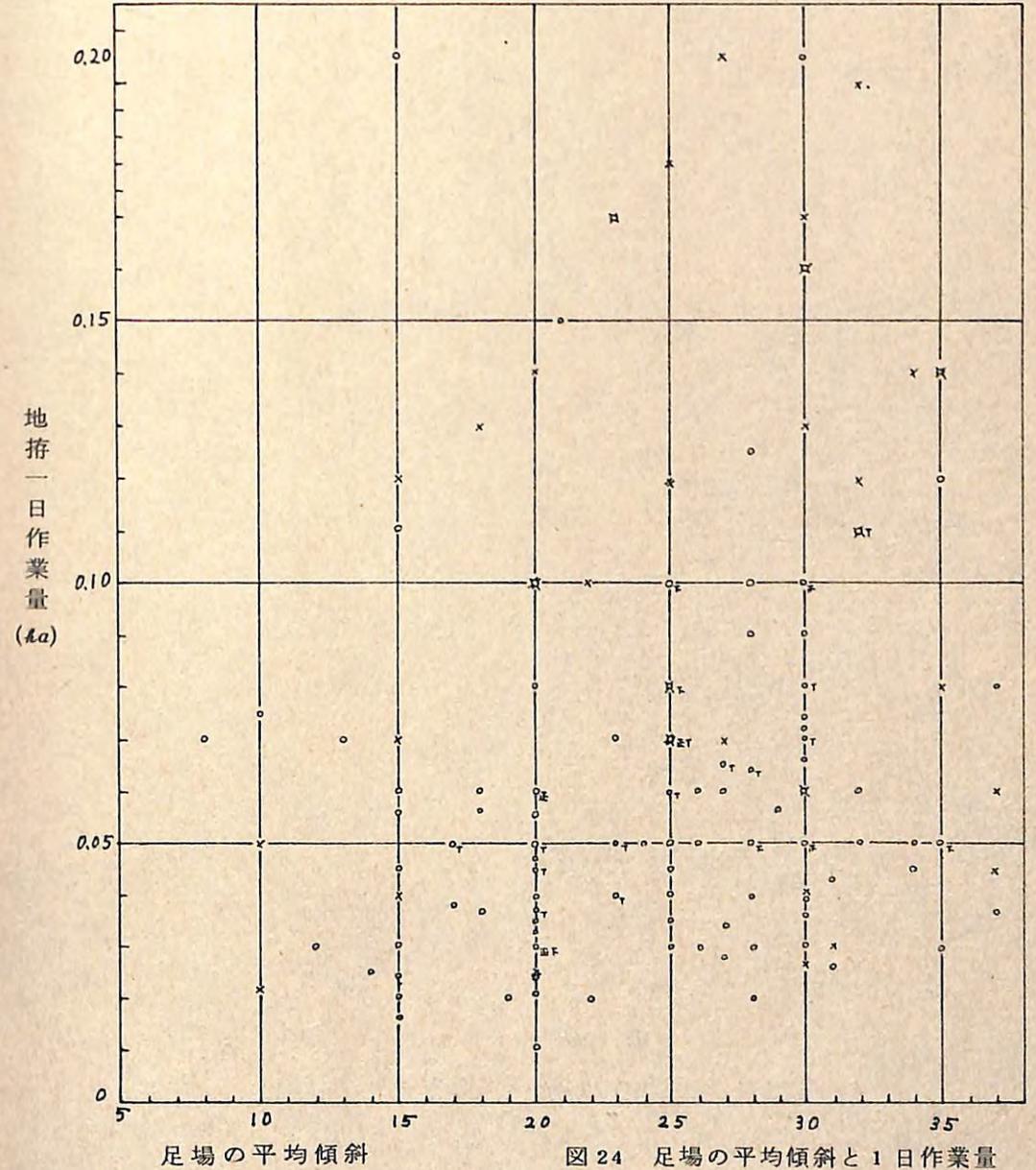


図24 足場の平均傾斜と1日作業量

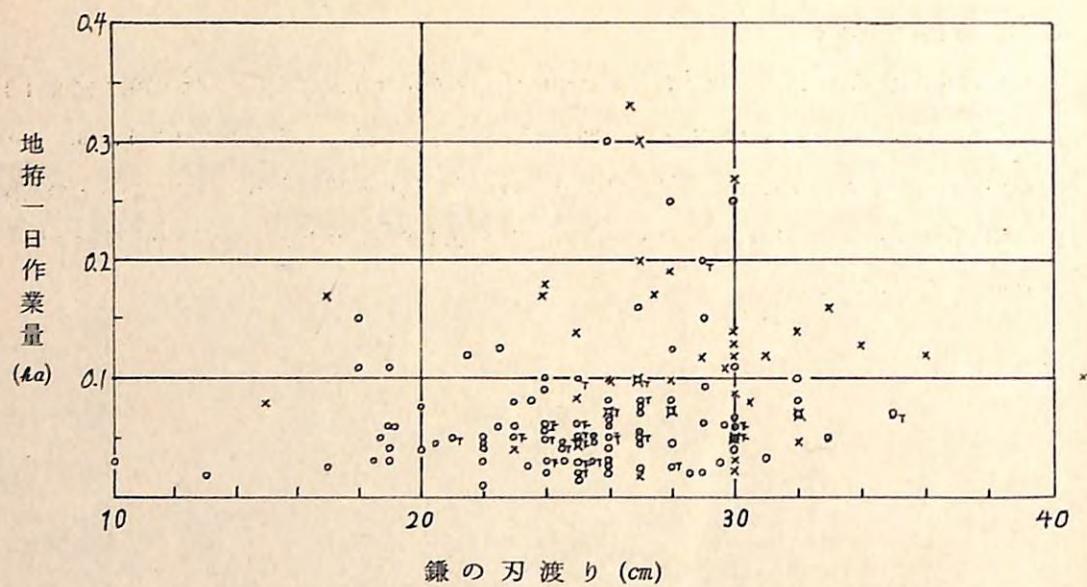


図25 カマの刃渡りと1日作業量

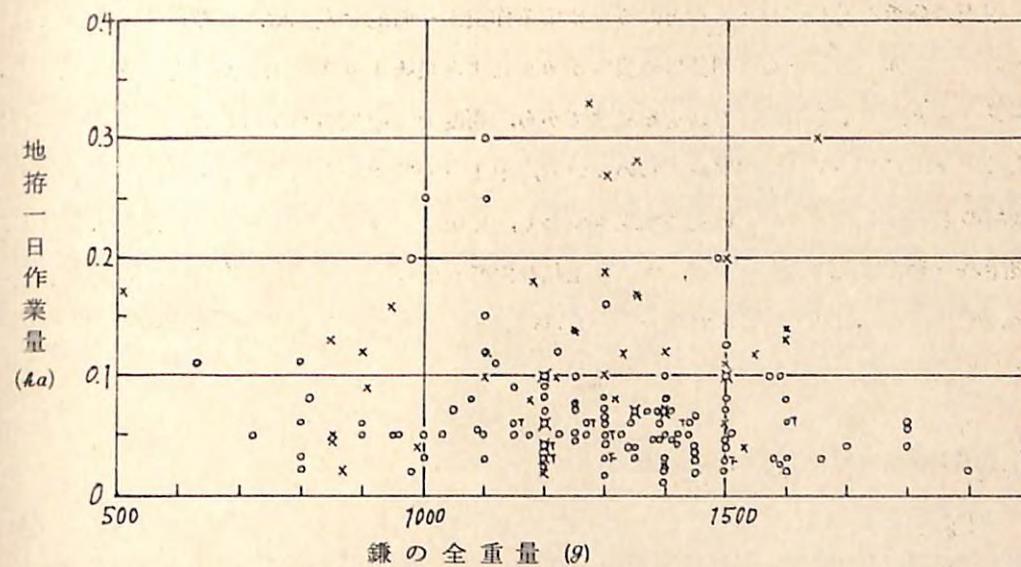


図27 カマの全重量と1日作業量

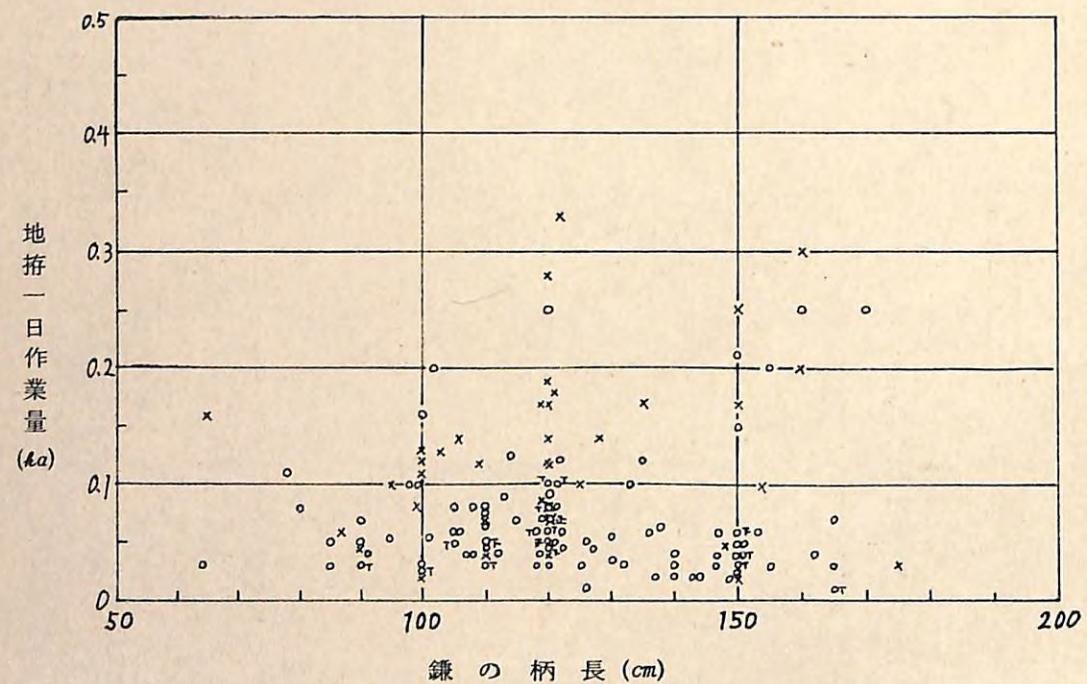


図26 カマの柄長と1日作業量

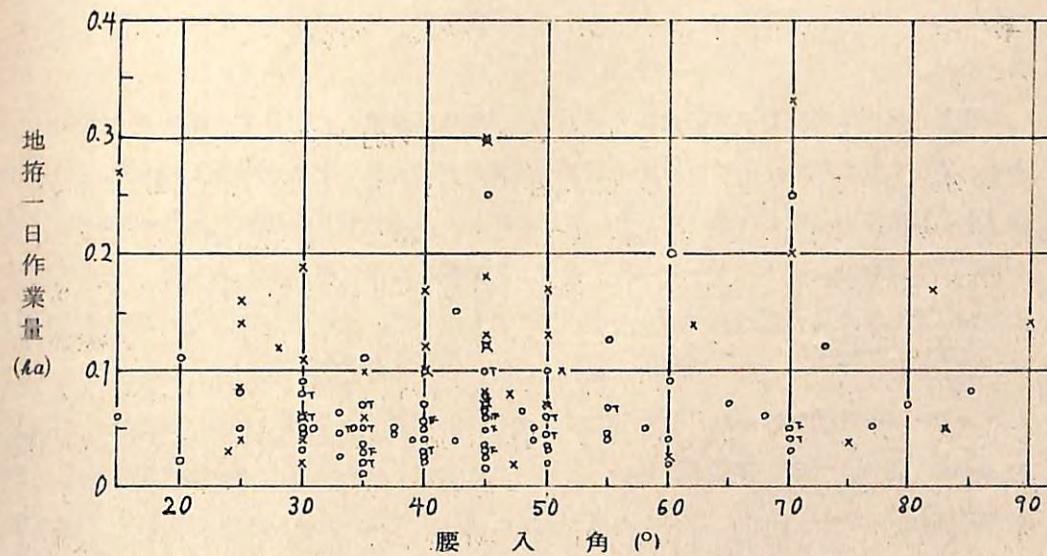


図28 カマの腰入角と1日作業量

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、除草剤などに変わり、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うすれる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たり、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。」とされている。

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し得ない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事は、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事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。

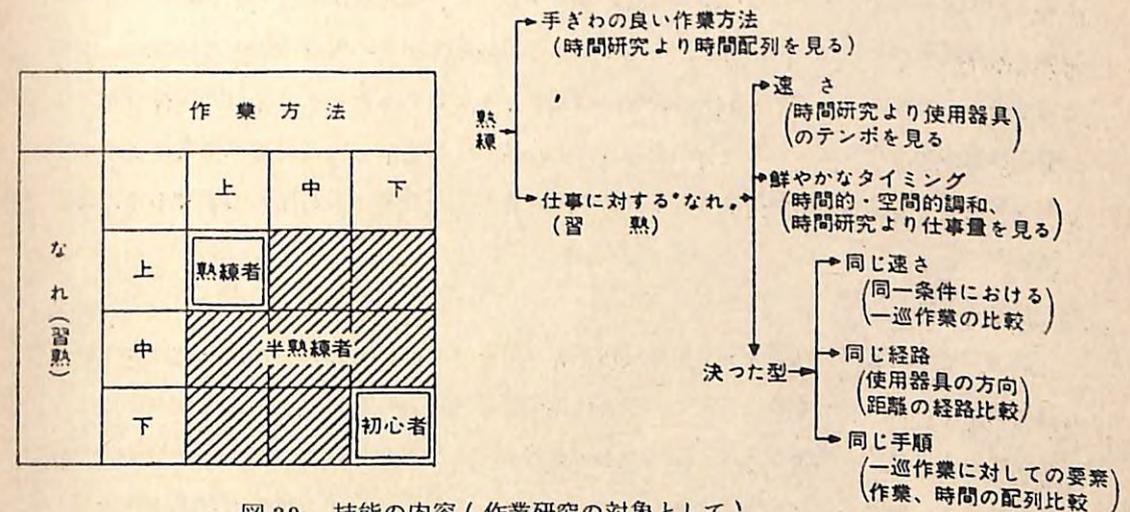


図29 技能の内容（作業研究の対象として）

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、分布の状況をみ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が大きくなった時、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ほらい、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ほらい、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。

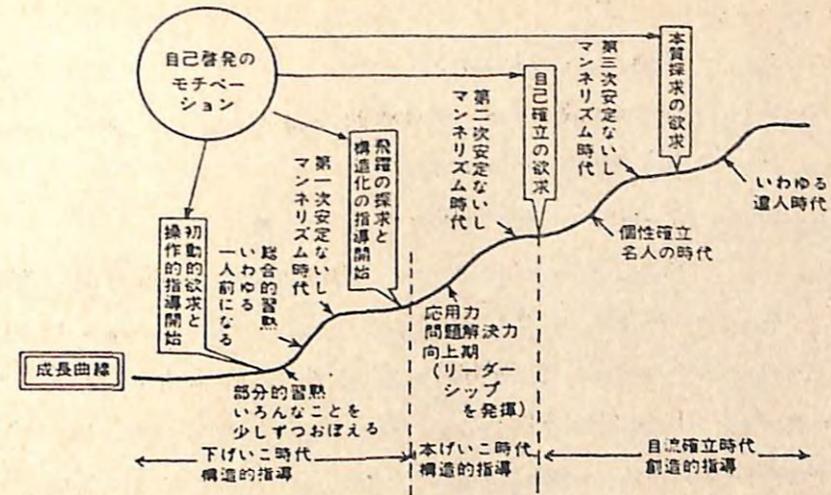


図30 自己啓発的な技能の進歩

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

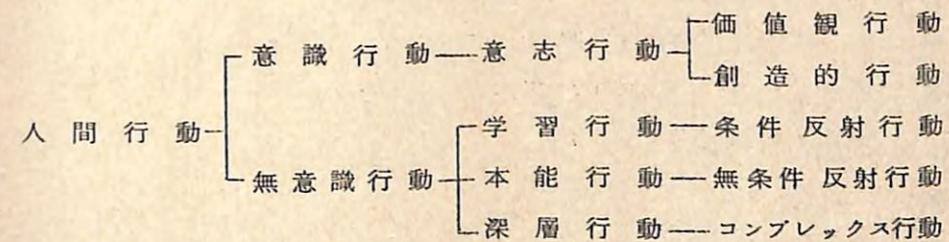


図31 人間行動の内容

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 669 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 秋田管林局管内管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掘削し、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掘削をおこない、切取った土砂は適当な土捨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、土を掘削する能力はやや劣るとはいえ、余分な掘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掘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<sup>1)</sup>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「山腹掘削排土処理機の性能」

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、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	12850kg	6800kg
定格出力	76PS/1900RPM	55PS/2000RPM
バケット容量	0.45m <sup>3</sup>	0.8m <sup>3</sup>

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。

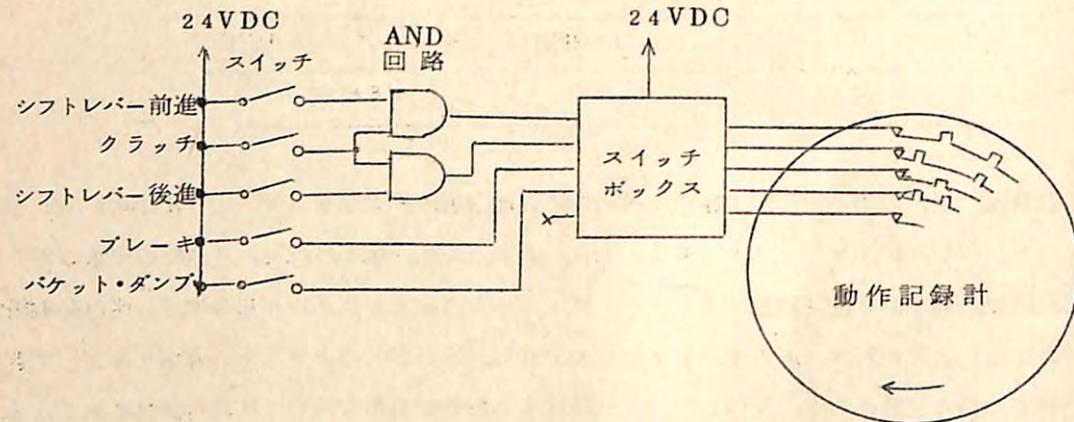


図-1. 動作記録計の概要

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。

記録紙は円形の用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

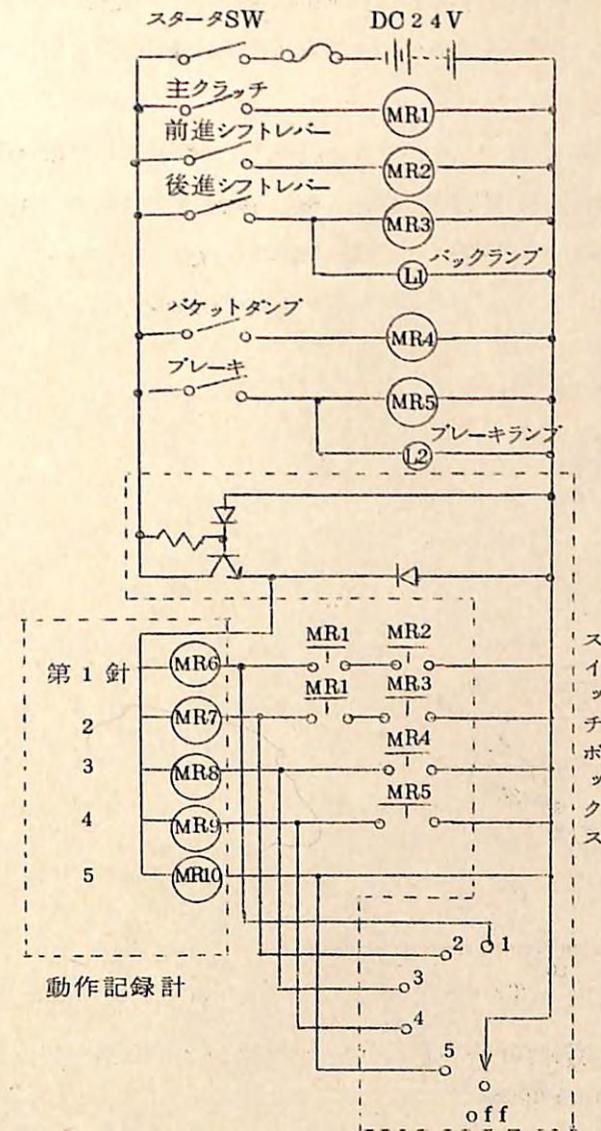


図-2. 動作記録計の回路図

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

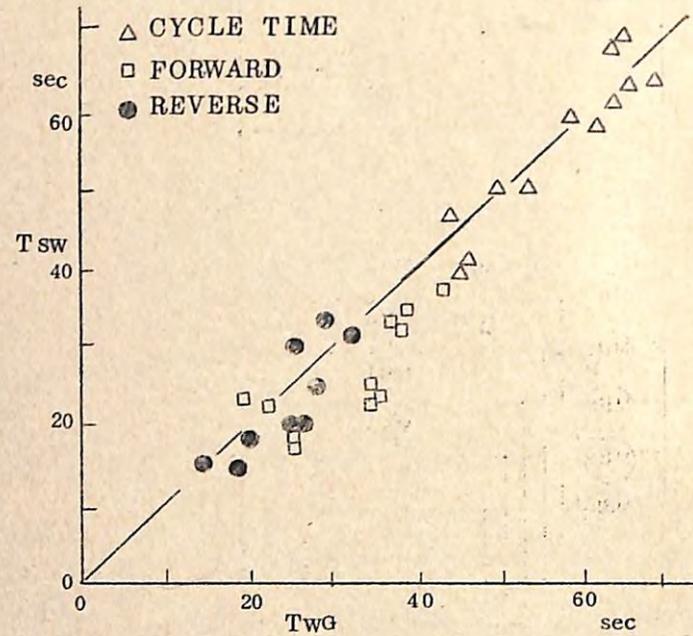


図-3 動作記録計(TWG)とストップウォッチ(TSW)による時間観測の比較

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。したがってストップ

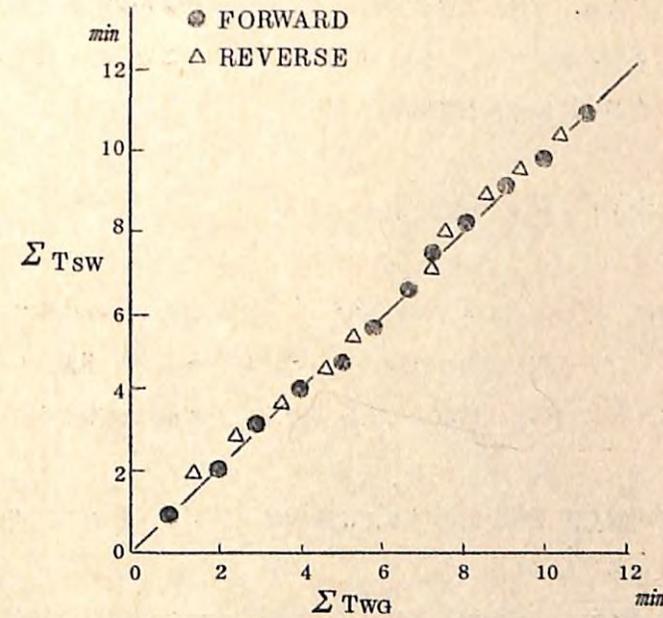


図-4 作業道作設作業の時間観測の動作記録計(ΣTwg)とストップウォッチ法(ΣTsw)による結果の比較(累計時間)

ブ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パ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 $25^\circ$ の斜面で、そこに幅員 $3.4\text{ m}$ 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設した後、トラクタショベルで、幅員 $3.8\text{ m}$ に拡幅し、切取った土砂を前方の土捨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 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )	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	$30^\circ$	中位
2	11.5	43.4	0.82	0.38	$30^\circ$	やや困難
3	11.7	25.8	0.85	0.22	$24^\circ$	困難, 岩掘り起し
4	10.0	45.5	0.81	0.35	$20^\circ$	中位
5	10.3	58.5	0.86	0.43	$27^\circ$	中位
6	13.1	55.2	0.84	0.53	$19^\circ$	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にはできず、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 $10\sim 12$ 秒、普通の土砂の掘削が主で困難の度合いが中位の条件の場合に $13\sim 15$ 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いにより、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 $40\sim 60\text{ m}^3/\text{hr}$ 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 $1\text{ m}$ 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

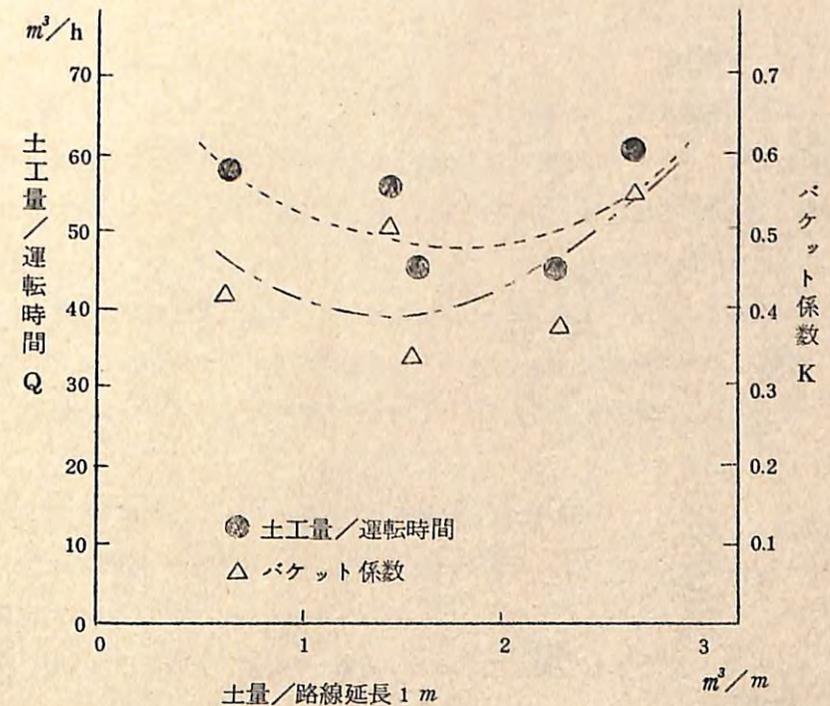


図-5 運転時間1時間あたりの土工量およびバケット係数

したため、データ数が少く、確定的なことはいえないが、土量が多くなると少くとも工期(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	6.1	38.6	0.82	1.0	5.2	中位
スイングトラクタショベル	4.7	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6.1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 $\ell$ : 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

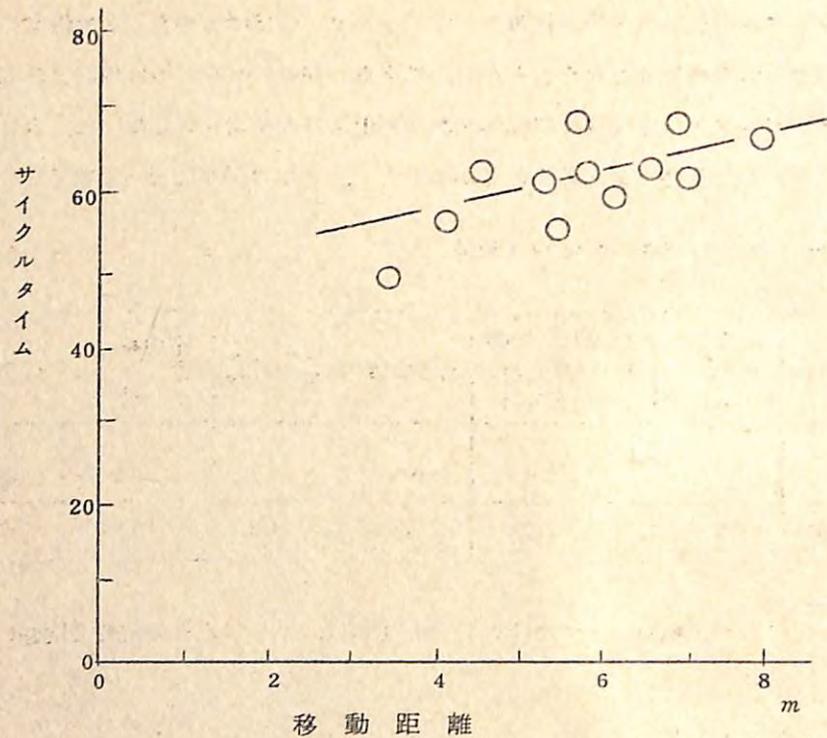


図-6 トラクタショベルのサイクルタイムと移動距離

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には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工期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度自由に旋回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、上部構造が旋回するため、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旋回するだけでよく、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との工期の差は、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工期が、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工期が大きかったが、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掘削をおこない，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1.5ha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、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

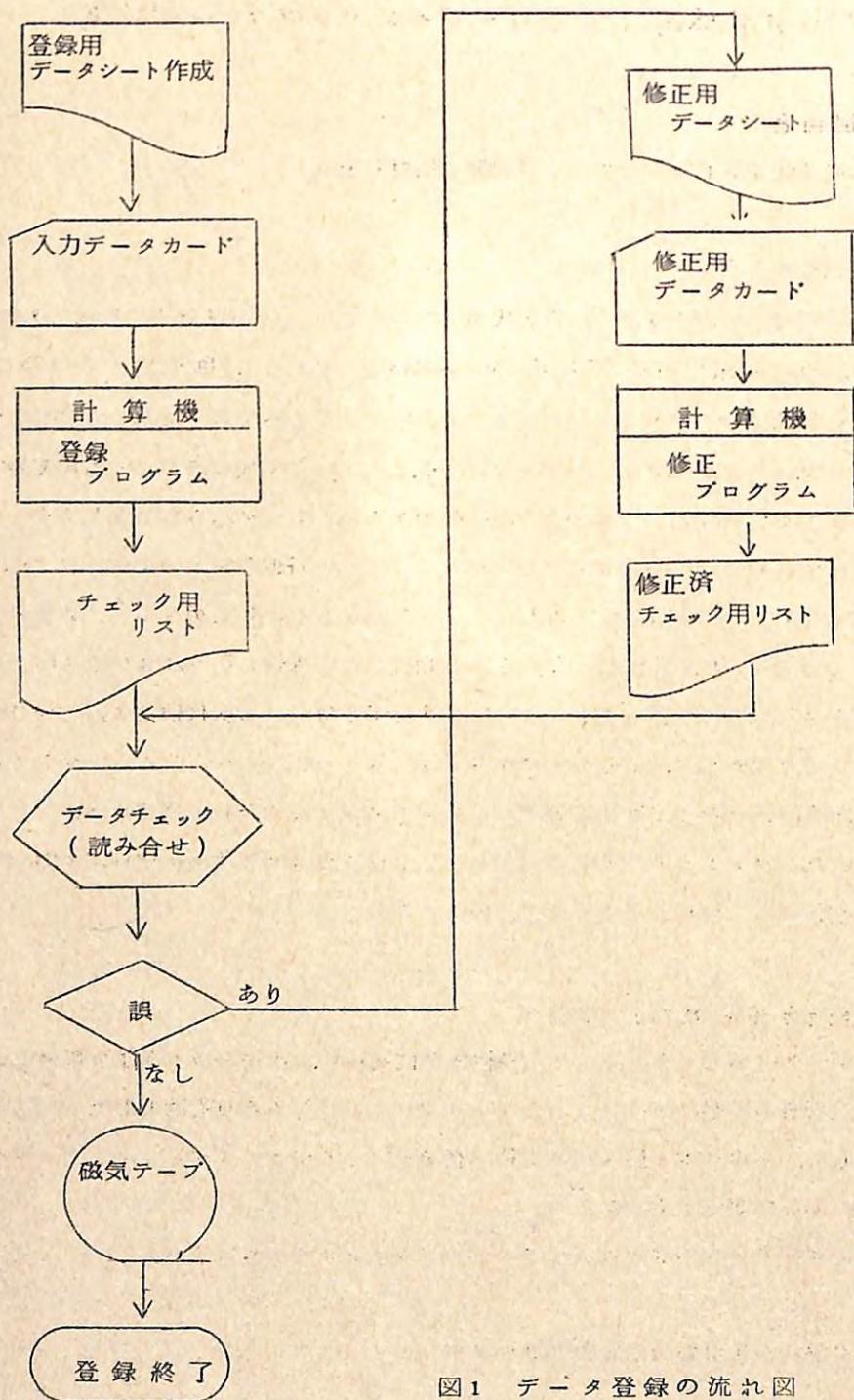


図1 データ登録の流れ図

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)。頭初に各反復ごと系統別本数が印刷され、次に反復ご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歴で記入し，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（*kg*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歴で記入し，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不要である。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，挿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、あらかじめ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、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空白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

WRITTEN BY

PAGE 1 OF 3

① 可変カード	TEST01, 256	3	2	52	56	8	1973	4	1/11/11	2	11	11	14
1 枚目	検査番号	検査番号	検査番号	検査番号	検査番号	検査番号	検査番号	検査番号	検査番号	検査番号	検査番号	検査番号	検査番号
2 枚目	195N NW	検査番号	検査番号	検査番号	検査番号	検査番号							
3 枚目	1978.10.30	検査番号	検査番号	検査番号	検査番号	検査番号							
② コメントカード	コピエのやり方について												
③ 統計カード	866	880	851	949	901								

表 3 DATA SHEET

WRITTEN BY

PAGE 2 OF 3

④ 配列と可変カード	3	5	4	0											
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.
⑥ 測定値カード	1	1.3	0.85	1.35	-1.	0.72	1.04	1.05	0.7	-1.	1.3	0.7	0.36	1.73	
	1	0.63	1.47	1.15	1.12	1.1	1.8	1.05	-1.	1.5	1.4	-1.	1.24	0.62	
	1	1.7	1.8	1.65	1.39	1.1	1.8	1.05	-1.	1.5	1.4	-1.	1.24	0.62	
	1	0.94	1.35	0.62	1.25	1.1	1.8	1.05	-1.	1.5	1.4	-1.	1.24	0.62	
	1	-1.	0.7	1.	0.73	-1.	0.8	0.86	0.85	1.32	0.8	0.7	0.84	1.05	
	1	0.96	-1.	1.05	0.98	1.26	1.5	0.85	1.5	1.47	-1.	0.21	1.45	1.64	
	1	1.34	1.37	1.26	1.8	1.09	0.93	0.73	1.01	0.69	1.58	1.34	0.91	1.32	
	1	1.35	1.76	1.07	1.32	-1.	1.54	1.62	-1.	1.58	1.34	0.91	1.32	1.44	
	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	
	1	0.53	1.09	0.64	-1.	1.1	2.2	1.5	0.73	-1.	1.04	1.74	1.23	1.65	
	1	0.62	0.79	0.52	0.54	1.32	1.15	0.92	0.9	1.04	1.55	1.24	1.2	1.8	
	1	-1.	1.45	-1.	1.45	1.32	1.15	0.92	0.9	1.04	1.55	1.24	1.2	1.8	



表 4 DATA SHEET

PROBLEM

1	5	37.5
2	5	40.53
2	1	11.43
2	2	37.53
3	1	10.21
3	5	4-1.
	7	7

表 5 DATA SHEET

PROBLEM

異名アイル記憶

1306	5	18	161	61	47	51	6	10	3717	3161	1868	5
検定林	育種区	育種区	検定区	検定区	育種区	育種区	育種区	育種区	育種区	育種区	育種区	育種区
ウアアヨ	1											
ウアアヨ	2											
ウアアヨ	3											
ウアアヨ	4											
ウアアヨ	5											
ウアアヨ	6											
ウアアヨ	7											
ウアアヨ	8											
ウアアヨ	9											
ウアアヨ	10											
ウアアヨ	11											
ウアアヨ	12											
ウアアヨ	13											
ウアアヨ	14											
ウアアヨ	15											
ウアアヨ	16											
ウアアヨ	17											
ウアアヨ	18											
ウアアヨ	19											
ウアアヨ	20											



表 5 DATA SHEET

PROBLEM

WRITTEN BY

1	ス		
2	シキ		
3	アカツ		
4	コロツ		
5	カラムツ		
6	クノリツ		
7	以下同様	植種名	アリの巣指定カードで指定(左数)を記し続行す。
8	タシバク		
9	ハシバク		
10	ハカク		
11	P.コバク		
12	P.コバク		
13	タシバク		
14	シユク		
15	エダシク		
16	ネコシク		
17	キコシク		
18	エダシク		
19	シキ		
20	シキ		

表 5 DATA SHEET

PROBLEM

WRITTEN BY

1	ス		
2	シキ		
3	アカツ		
4	コロツ		
5	カラムツ		
6	クノリツ		
7	以下同様	植種名	アリの巣指定カードで指定(左数)を記し続行す。
8	タシバク		
9	ハシバク		
10	ハカク		
11	P.コバク		
12	P.コバク		
13	タシバク		
14	シユク		
15	エダシク		
16	ネコシク		
17	キコシク		
18	エダシク		
19	シキ		
20	シキ		
21	シキ		
22	シキ		
23	シキ		
24	シキ		
25	シキ		
26	シキ		
27	シキ		
28	シキ		
29	シキ		
30	シキ		
31	シキ		
32	シキ		
33	シキ		
34	シキ		
35	シキ		
36	シキ		
37	シキ		
38	シキ		
39	シキ		
40	シキ		
41	シキ		
42	シキ		
43	シキ		
44	シキ		
45	シキ		
46	シキ		
47	シキ		
48	シキ		
49	シキ		
50	シキ		
51	シキ		
52	シキ		
53	シキ		
54	シキ		
55	シキ		
56	シキ		
57	シキ		
58	シキ		
59	シキ		
60	シキ		
61	シキ		
62	シキ		
63	シキ		
64	シキ		
65	シキ		
66	シキ		
67	シキ		
68	シキ		
69	シキ		
70	シキ		
71	シキ		
72	シキ		
73	シキ		
74	シキ		
75	シキ		
76	シキ		
77	シキ		
78	シキ		
79	シキ		
80	シキ		
81	シキ		
82	シキ		
83	シキ		
84	シキ		
85	シキ		
86	シキ		
87	シキ		
88	シキ		
89	シキ		
90	シキ		
91	シキ		
92	シキ		
93	シキ		
94	シキ		
95	シキ		
96	シキ		
97	シキ		
98	シキ		
99	シキ		
100	シキ		
101	シキ		
102	シキ		
103	シキ		
104	シキ		
105	シキ		
106	シキ		
107	シキ		
108	シキ		
109	シキ		
110	シキ		
111	シキ		
112	シキ		
113	シキ		
114	シキ		
115	シキ		
116	シキ		
117	シキ		
118	シキ		
119	シキ		
120	シキ		
121	シキ		
122	シキ		
123	シキ		
124	シキ		
125	シキ		
126	シキ		
127	シキ		
128	シキ		
129	シキ		
130	シキ		
131	シキ		
132	シキ		
133	シキ		
134	シキ		
135	シキ		
136	シキ		
137	シキ		
138	シキ		
139	シキ		
140	シキ		
141	シキ		
142	シキ		
143	シキ		
144	シキ		
145	シキ		
146	シキ		
147	シキ		
148	シキ		
149	シキ		
150	シキ		
151	シキ		
152	シキ		
153	シキ		
154	シキ		
155	シキ		
156	シキ		
157	シキ		
158	シキ		
159	シキ		
160	シキ		
161	シキ		
162	シキ		
163	シキ		
164	シキ		
165	シキ		
166	シキ		
167	シキ		
168	シキ		
169	シキ		
170	シキ		
171	シキ		
172	シキ		
173	シキ		
174	シキ		
175	シキ		
176	シキ		
177	シキ		
178	シキ		
179	シキ		
180	シキ		
181	シキ		
182	シキ		
183	シキ		
184	シキ		
185	シキ		
186	シキ		
187	シキ		
188	シキ		
189	シキ		
190	シキ		
191	シキ		
192	シキ		
193	シキ		
194	シキ		
195	シキ		
196	シキ		
197	シキ		
198	シキ		
199	シキ		
200	シキ		
201	シキ		
202	シキ		
203	シキ		
204	シキ		
205	シキ		
206	シキ		
207	シキ		
208	シキ		
209	シキ		
210	シキ		
211	シキ		
212	シキ		
213	シキ		
214	シキ		
215	シキ		
216	シキ		
217	シキ		
218	シキ		
219	シキ		
220	シキ		
221	シキ		
222	シキ		
223	シキ		
224	シキ		
225	シキ		
226	シキ		
227	シキ		
228	シキ		
229	シキ		
230	シキ		
231	シキ		
232	シキ		
233	シキ		
234	シキ		
235	シキ		
236	シキ		
237	シキ		
238	シキ		
239	シキ		
240	シキ		
241	シキ		
242	シキ		
243	シキ		
244	シキ		
245	シキ		
246	シキ		
247	シキ		
248	シキ		
249	シキ		
250	シキ		
251	シキ		
252	シキ		
253	シキ		
254	シキ		
255	シキ		
256	シキ		
257	シキ		
258	シキ		
259	シキ		
260	シキ		
261	シキ		
262	シキ		
263	シキ		
264	シキ		
265	シキ		
266	シキ		
267	シキ		
268	シキ		
269	シキ		
270	シキ		
271	シキ		
272	シキ		
273	シキ		
274	シキ		
275	シキ		
276	シキ		
277	シキ		
278	シキ		
279	シキ		
280	シキ		
281	シキ		
282	シキ		
283	シキ		
284	シキ		
285	シキ		
286	シキ		
287	シキ		
288	シキ		
289	シキ		
290	シキ		
291	シキ		
292	シキ		
293	シキ		
294	シキ		
295	シキ		
296	シキ		
297	シキ		
298	シキ		
299	シキ		
300	シキ		
301	シキ		
302	シキ		
303	シキ		
304	シキ		
305	シキ		
306	シキ		
307	シキ		
308	シキ		
309	シキ		
310	シキ		
311	シキ		
312	シキ		
313	シキ		
314	シキ		
315	シキ		
316	シキ		
317	シキ		
318	シキ		
319	シキ		
320	シキ		
321	シキ		
322	シキ		
323	シキ		
324	シキ		
325	シキ		
326	シキ		
327	シキ		
328	シキ		
329	シキ		
330	シキ		
331	シキ		
332	シキ		
333			

表 5 DATA SHEET

PROBLEM

WRITTEN BY

1	アイ/ヨウ	
2	アイ/ヨウ	
3	アイ/ヨウ	
4	アイ/ヨウ	
5	アイ/ヨウ	
6	アイ/ヨウ	
7	アイ/ヨウ	
8	アイ/ヨウ	
9	アイ/ヨウ	
10	アイ/ヨウ	
11	ハ/マキ 1	
12	ハ/マキ 2	
13	ト/ 1	
14	ト/ 2	
15	ト/ 3	
16	ト/ 4	
17	ト/ 5	
18	シ/キ 1	
19	シ/キ 2	
20	イ/ノ/マキ 1	
21	セン/ダ/イ 1	
22	セン/ダ/イ 2	

以下同様には種裁系統の名称(オ2グループ)をア17ム数指定カードにて指定した数(3161)を記入する。

表 5 DATA SHEET

PROBLEM

WRITTEN BY

1	アイ/ヨウ	
2	アイ/ヨウ	
3	アイ/ヨウ	
4	アイ/ヨウ	
5	アイ/ヨウ	
6	アイ/ヨウ	
7	アイ/ヨウ	
8	アイ/ヨウ	
9	アイ/ヨウ	
10	アイ/ヨウ	
11	ケ/オ/マキ 1	
12	ケ/オ/マキ 2	
13	ケ/オ/マキ 3	
14	ケ/オ/マキ 4	
15	ケ/オ/マキ 5	
16	ケ/オ/マキ 6	
17	ケ/オ/マキ 7	
18	ケ/オ/マキ 8	
19	ケ/オ/マキ 9	
20	ケ/オ/マキ 10	
21	ケ/オ/マキ 11	
22	ケ/オ/マキ 12	

以下同様には種裁系統の名称(オ3グループ)をア17ム数指定カードにて指定した数(1866)を記入する。



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)ウサ 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)アハ 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)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 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

REP. NO.	ROW NO.	1	2	3	4	5
(1) カミツカ 11	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) シナ 2	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	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) シナ 2	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) シナ 5	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

CATEGORY	ERRATA	CORRECT		
TEST-PLANTATION	256	255		
ESTABLISHER	56	8		
DATE OF ESTABLISHMENT	1973, 4, 1	1968, 4, 1		
ALTITUDE	195	210		
SOIL TYPE	BLD	BLE		
PLANTING STOCK DENSITY	3000	3500		
AGE	5	10		
REPEATED EXAMINATION	2	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
BRRDING REGION	カントウ
BREEDING DISTRICT	カントウハイ
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	ハンワク(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 ムラ アカシ カワムラ
COMMENT	コレ ハ シマツイ ケンテイニン チヨウヤ テマ-ク トコロノ テスト テマ-ク テマ

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 REPLICASIONS	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

REPLICATION STRAIN	ROW NO				
( 1)カミツカ* 11	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	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	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	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	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

REPLICATION STRAIN	ROW NO				
( 1)カミツカ* 11	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	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	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	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	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
- 中 略
- 1298 ケ キーカコ 22 スキ
  - 1299 ケ キーカコ 23 スキ
  - 1300 ケ キーカコ 24 スキ
  - 1301 ケ キーカコ 25 ヒノ
  - 1302 ケ キーカコ 26 ヒノ
  - 1303 ケ キーカコ 27 ヒノ
  - 1304 ケ キーカコ 28 ヒノ
  - 1305 ケ キーカコ 29 ヒノ
  - 1306 ケ キーカコ 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 キョウシユウ

BREEDING DISTRICT

- 1 ホツカイトウ チユウフ
- 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 チユウフ シンカウ
- 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 キタキョウシユウ
- 17 ナカキョウシユウ
- 18 ミナミキョウシユウ

DISTRICT AS UNITY OF TESTING

- 1 ネムロ
  - 2 トカチ ワシロ
  - 3 オホツクカイ
  - 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 シリハシ イフリ
- 中 略
- 155
  - 156 ホクサツ
  - 157 ナンサツ
  - 158 アイウ
  - 159 オオスミ
  - 160 オオシマ
  - 161 クマケ

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
- 中 略
- 52
  - 53 アオモリ
  - 54 アキタ キヨク
  - 55 マエハシキヨク
  - 56 トウキヨウキヨク
  - 57 ナカノ キヨク
  - 58 ナコヤ キヨク
  - 59 オオサカ キヨク
  - 60 コウチ キヨク
  - 61 クマエト キヨク

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
- 中 略
- 40
  - 41 ナカノ ケン
  - 42 ナカノサキ ケン
  - 43 クマエト ケン
  - 44 オオサカ ケン
  - 45 ミヤサキ ケン
  - 46 カコシマ ケン
  - 47 オキタケ ケン

SPCIES

- 1 スキ
- 2 ヒノキ
- 3 アカマツ
- 4 クロマツ
- 5 カラマツ
- 6 クイマツ
- 7 マンシュウカラ  
シラカシマツ
- ~~43 中略~~
- 44 チコク
- 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 オオハナホナ

DESIGN OF PLANTING

- 1 タンネク コンコウ
- 2 ハンクク(カンセシ)
- 3 ハンクク(17メツ)
- 4 P.コンコウ(ソロイ)
- 5 P.コンコウ(フソロイ)
- 6 タンネク\*ク\*ル-フ

TRAITS

1. シコウ
2. イタシタコ
3. ネトチヨクイ
4. キヨウコチヨクイ
5. イタハリチヨクイ
6. イタハリハシヨクイ
7. イタチヨクイ
8. イタチカ
9. ミキマカ
10. ミキネシ

PLUS TREE

GROUP 1

- 1 タイヨウ 1
- 2 タイヨウ 2
- 3 タイヨウ 3
- 4 タイヨウ 4
- 5 タイヨウ 5
- 6 タイヨウ 6
- 7 タイヨウ 7
- 8 タイヨウ 8
- 9 タイヨウ 9
- 10 タイヨウ 10
11. ヲノホ 1
- ヲノホ 2
- ヲノホ 3
- ~~中略~~
- 3681
3682. タイカ
3683. マヤ
3684. キシ
3685. コウ
3686. カセ

GROUP 2.

1. タイヨウ 1
2. タイヨウ 2
3. タイヨウ 3
4. タイヨウ 4
5. タイヨウ 5
6. タイヨウ 6
7. タイヨウ 7
8. タイヨウ 8
9. タイヨウ 9
10. タイヨウ 10
11. ハナマキ 1
- ハナマキ 2
- ~~中略~~
3125. ヒロキ
3126. トノ 1
3127. トノ 2
3128. トノ 3
3129. トノ 4

GROUP 3.

1. タイヨウ 1
2. タイヨウ 2
3. タイヨウ 3
4. タイヨウ 4
5. タイヨウ 5
6. タイヨウ 6
7. タイヨウ 7
- ~~中略~~
- 1830
1831. 27 28
1832. 27 29
1833. 27 31
1834. 27 32
1835. 27 34
1836. 27 37
1837. 27 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	トウアキヨク 1
2	トウアキヨク 2
3	トウアキヨク 3
4	トウアキヨク 4
5	トウアキヨク 5
6	トウアキヨク 6
7	トウアキヨク 7
8	トウアキヨク 8
9	トウアキヨク 9
10	トウアキヨク 10
11	トウアキヨク 11
12	トウアキヨク 12
13	トウアキヨク 13
14	トウアキヨク 14
15	トウアキヨク 15
16	トウアキヨク 16
17	トウアキヨク 17
18	トウアキヨク 18
19	トウアキヨク 19
20	トウアキヨク 20
21	トウアキヨク 21
22	トウアキヨク 22
23	トウアキヨク 23
24	トウアキヨク 24
25	トウアキヨク 25
26	トウアキヨク 26
27	トウアキヨク 27
28	トウアキヨク 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	I キ-クマ 34-3ス

図-6 二元分類の分散分析

NUMBER	TEST01
TEST-PLANTATION	カンイハ <sup>10</sup>
BRRDING REGION	カントウ
BREEDING DISTRICT	カントウグイフ
DISTRICT AS UNITY OF TESTING	イハ <sup>10</sup> ラキ ケンナン
ESTABLISHER	イハ <sup>10</sup> ラキケン
PREFECTURE	イハ <sup>10</sup> ラキケン
DATE OF ESTABLISHMENT	1968, 4, 1
LOCALITY	イハ <sup>10</sup> ラキ ケン イナシキ ク <sup>10</sup> ン クキヤキ ムラ マツノサト 1 ハ <sup>10</sup> ンチ
ALTITUDE	210
DIRECTION OF EXPOUSURE	NW N
ANGLE OF SLOPE	キコウ
SOIL TYPE	BLE
SPECIES	ス キ <sup>10</sup>
DESIGN OF PLANTING	ハ <sup>10</sup> ン <sup>10</sup> ク(カンセ <sup>10</sup> ン)
PLANTING STOCK DENSITY	3500/HA
NUMBER OF STRAINS INCLUDED	5
DATE OF EXAMINATION	1978, 10, 30
AGE	10
REPEATED EXAMINATION	3
TRAITS	シ <sup>10</sup> コ <sup>10</sup> ク
PERSON IN CHRGE	サ <sup>10</sup> ウ ム <sup>10</sup> ウ ア <sup>10</sup> カ <sup>10</sup> シ カ <sup>10</sup> ク <sup>10</sup> ム
COMMENT	コレ ハ シ <sup>10</sup> タ <sup>10</sup> イ ケンテイリン チヨウヤ チ <sup>10</sup> -ク トク <sup>10</sup> ク ノ テスト チ <sup>10</sup> -ク チ <sup>10</sup> ス
PLUS TREE OR NATIVE CULTIVAR	( 1)カミツカ <sup>10</sup> 11 ( 2)ハカ <sup>10</sup> 1 ( 3)カミツカ <sup>10</sup> 3 ( 4)マヅハシ <sup>10</sup> 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	ROW NO.				
( 1)カミツカ <sup>10</sup> 11	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 <sup>10</sup> 1	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 <sup>10</sup> 3	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)マヅハシ <sup>10</sup> 3	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	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 <sup>11</sup>	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 <sup>1</sup>	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 <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>	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 <sup>5</sup>	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 <sup>11</sup>	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 <sup>1</sup>	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 <sup>3</sup>	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 <sup>3</sup>	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 <sup>5</sup>	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

FACTER	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

PAGE 0001

```

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST
STATEMENT
0001 C REGISTRATION PROGRAM
0002 C MAIN PROGRAM
0003 C
0004 COMMON STRNAM(100,3),NSTR
0005 C
0006 CALL LEBOUT
0007 CALL DATIN
0008 END
REGP1001
REGP1002
REGP1003
REGP1004
REGP1005
REGP1006
REGP1007
REGP1008
    
```

PAGE 0002

```

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST
STATEMENT
0001 C SUBPROGRAM FOR OUTPUT OF CATEGORIES ( FOR C L S I F FILE )
0002 C
0003 SUBROUTINE LEBOUT
0004 REAL LOTP
0005 INTEGER BRRE,BRDI,UNIT,PRRE,PREF,DATEST(4),ALTI,SPEC,DESPL,DENPL,NSTR
0006 DATEXA(4),AGEPL,REPEX,TRAI,STRA(102)
0007 DOUBLE PRECISION DATNO,CDATNO,DIREC,SOFY,XEND
0008 DIMENSION LOTP(11),PECHA(15),COHH(60),TRUNAH(64,3)
0009 COMMON STRNAM(100,3),NSTR
0010 DATA XEND/5H999999/
0011 C
0012 REWIND CTOPD
0013 REWIND CLSIF1
0014 REWIND CLSIF2
0015 READ(5,101) DATNO,NOTP,BRRE,BRDI,UNIT,PRRE,PREF,(DATEST(I),I=1,4),
0016 1,(LOTP(I),I=1,11)
0017 101 FORMAT(A6,I5,I3,I4,I2,I1A4)
0018 READ(5,102) ALTI,DIREC,ANGSL,SOFY,SPEC,DESPL,DENPL,NSTR
0019 102 FORMAT(I4,A8,A4,A8,2I3,2I5)
0020 READ(5,103) (DATEXA(I),I=1,4),AGEPL,REPEX,TRAI,(PECHA(I),I=1,15)
0021 103 FORMAT(4I2,3I3,3X,15A4)
0022 READ(5,104) (COHH(I),I=1,60)
0023 104 FORMAT(20A4)
0024 DO 20 I=1,102
0025 20 STRA(I)=0
0026 READ(5,108) (STRA(I),I=1,NSTR)
0027 108 FORMAT(16I5)
0028 IF(SPEC.EQ.1) ICORRD=1
0029 IF((SPEC.GT.1).AND.(SPEC.LT.8)) ICORRD=2
0030 IF(SPEC.GT.7) ICORRD=3
0031 READ(CTOPD,300) NH,MH,II,JJ,LL,NJ,MJ,IJ,KK,KJ1,KJ2,KJ3
0032 300 FORMAT(12I5,452X)
0033 WRITE(6,400) DATNO
0034 400 FORMAT(1H1,6HNUMBER,24X,A8)
0035 WRITE(6,500)
0036 500 FORMAT(1H0,15HTEST-PLANTATION)
0037 DO 40 I=1,NH,42
0038 READ(CTOPD,600) ((TRUNAH(H,N),N=1,3),H=1,42)
0039 600 FORMAT(128A4)
0040 IE=I
0041 IE=I8+41
0042 IF((NOTP.EQ.IB).AND.(NOTP.LE.IE)) GO TO 45
0043 GO TO 40
0044 45 M=NOTP-(I-1)
0045 WRITE(6,700) (TRUNAH(H,N),N=1,3)
0046 700 FORMAT(1H+,30X,3A4)
0047 40 CONTINUE
0048 WRITE(6,800)
0049 800 FORMAT(1H0,14HBRDRING REGION)
0050 READ(CTOPD,600) ((TRUNAH(H,N),N=1,2),H=1,64)
REGP2001
REGP2002
REGP2003
REGP2004
REGP2005
REGP2006
REGP2007
REGP2008
REGP2009
REGP2010
REGP2011
REGP2012
REGP2013
REGP2014
REGP2015
REGP2016
REGP2017
REGP2018
REGP2019
REGP2020
REGP2021
REGP2022
REGP2023
REGP2024
REGP2025
REGP2026
REGP2027
REGP2028
REGP2029
REGP2030
REGP2031
REGP2032
REGP2033
REGP2034
REGP2035
REGP2036
REGP2037
REGP2038
REGP2039
REGP2040
REGP2041
REGP2042
REGP2043
REGP2044
REGP2045
REGP2046
REGP2047
REGP2048
REGP2049
REGP2050
    
```

LINE NO.	STATEMENT	REGP
0051	WRITE(6,700) (TRUNAM(BRRE,N),N=1,12)	REGP2051
0052	WRITE(6,900)	REGP2052
0053	900 FORMAT(1H0,17HBREEDING DISTRICT)	REGP2053
0054	READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,3),M=1,42)	REGP2054
0055	WRITE(6,700) (TRUNAM(BRDI,N),N=1,3)	REGP2055
0056	WRITE(6,1000)	REGP2056
0057	1000 FORMAT(1H0,28HDISTRICT AS UNITY OF TESTING)	REGP2057
0058	DO 50 I=1,JJ,42	REGP2058
0059	READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,3),M=1,42)	REGP2059
0060	IE=1+41	REGP2060
0061	IF((UNIT,GE,I).AND.(UNIT,LE,IE)) GO TO 55	REGP2061
0062	GO TO 50	REGP2062
0063	55 M=UNIT-(I-1)	REGP2063
0064	WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,3)	REGP2064
0065	50 CONTINUE	REGP2065
0066	WRITE(6,1100)	REGP2066
0067	1100 FORMAT(1H0,11HSTABILISHER)	REGP2067
0068	DO 60 I=1,LL,64	REGP2068
0069	READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,2),M=1,64)	REGP2069
0070	IE=1+63	REGP2070
0071	IF((PRE,GE,I).AND.(PRE,LE,IE)) GO TO 65	REGP2071
0072	GO TO 60	REGP2072
0073	65 M=PRE-(I-1)	REGP2073
0074	WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,2)	REGP2074
0075	60 CONTINUE	REGP2075
0076	WRITE(6,1200)	REGP2076
0077	1200 FORMAT(1H0,10HPREFECTURE)	REGP2077
0078	DO 70 I=1,NJ,64	REGP2078
0079	READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,2),M=1,64)	REGP2079
0080	IE=1+63	REGP2080
0081	IF((PREF,GE,I).AND.(PREF,LE,IE)) GO TO 75	REGP2081
0082	GO TO 70	REGP2082
0083	75 M=PREF-(I-1)	REGP2083
0084	WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,2)	REGP2084
0085	70 CONTINUE	REGP2085
0086	WRITE(6,1300) (DATEST(I),I=1,4)	REGP2086
0087	1300 FORMAT(1H0,21HDATE OF ESTABLISHMENT,9X,212,1H,12,1H,12)	REGP2087
0088	WRITE(6,1400) (LOTP(I),I=1,11)	REGP2088
0089	1400 FORMAT(1H0,8HLOCALITY,22X,11A4)	REGP2089
0090	WRITE(6,1500) ALTI	REGP2090
0091	1500 FORMAT(1H0,8HALTITUDE,22X,14)	REGP2091
0092	WRITE(6,1600) DIREC	REGP2092
0093	1600 FORMAT(1H0,22HDIRECTION OF EXPOSURE,8X,8)	REGP2093
0094	WRITE(6,1700) ANGSL	REGP2094
0095	1700 FORMAT(1H0,14HANGLE OF SLOPE,16X,8)	REGP2095
0096	WRITE(6,1800) SOFY	REGP2096
0097	1800 FORMAT(1H0,9H50IL TYPE,21X,8)	REGP2097
0098	WRITE(6,1900)	REGP2098
0099	1900 FORMAT(1H0,7HSPECIES)	REGP2099
0100	DO 80 I=1,MJ,42	REGP2100

LINE NO.	STATEMENT	REGP
0101	READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,3),M=1,42)	REGP2101
0102	IE=1+41	REGP2102
0103	IF((SPEC,GE,I).AND.(SPEC,LE,IE)) GO TO 85	REGP2103
0104	GO TO 80	REGP2104
0105	85 M=SPEC-(I-1)	REGP2105
0106	WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,3)	REGP2106
0107	80 CONTINUE	REGP2107
0108	WRITE(6,2000)	REGP2108
0109	2000 FORMAT(1H0,18HDESIGN OF PLANTING)	REGP2109
0110	DO 90 I=1,IJ,42	REGP2110
0111	READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,3),M=1,42)	REGP2111
0112	IE=1+41	REGP2112
0113	IF((DESPL,GE,I).AND.(DESPL,LE,IE)) GO TO 95	REGP2113
0114	GO TO 90	REGP2114
0115	95 M=DESPL-(I-1)	REGP2115
0116	WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,3)	REGP2116
0117	90 CONTINUE	REGP2117
0118	WRITE(6,2100) DENPL	REGP2118
0119	2100 FORMAT(1H0,22HPLANTING STOCK DENSITY,8X,15,3H/HA)	REGP2119
0120	WRITE(6,2200) NSTR	REGP2120
0121	2200 FORMAT(1H0,26HNUMBER OF STRAINS INCLUDED,2X,15)	REGP2121
0122	WRITE(6,2250) (DATEXA(I),I=1,4)	REGP2122
0123	2250 FORMAT(1H0,19HDATE OF EXAMINATION,11X,212,1H,12,1H,12)	REGP2123
0124	WRITE(6,2300) AGEPL	REGP2124
0125	2300 FORMAT(1H0,3HAGE,27X,13)	REGP2125
0126	WRITE(6,2400) REPEX	REGP2126
0127	2400 FORMAT(1H0,20HREPEATED EXAMINATION,10X,13)	REGP2127
0128	WRITE(6,2500)	REGP2128
0129	2500 FORMAT(1H0,6HTRAITS)	REGP2129
0130	DO 110 I=1,KK,64	REGP2130
0131	READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,2),M=1,64)	REGP2131
0132	IE=1+63	REGP2132
0133	IF((TRAI,GE,I).AND.(TRAI,LE,IE)) GO TO 115	REGP2133
0134	GO TO 110	REGP2134
0135	115 M=TRAI-(I-1)	REGP2135
0136	WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,2)	REGP2136
0137	110 CONTINUE	REGP2137
0138	WRITE(6,2600) (PECHA(I),I=1,15)	REGP2138
0139	2600 FORMAT(1H0,15HPERSON IN CHARGE,15X,15A4)	REGP2139
0140	WRITE(6,2700) (COMM(I),I=1,60)	REGP2140
0141	2700 FORMAT(1H0,7HCOMMENT,23X,20A4/(1H,30X,20A4))	REGP2141
0142	WRITE(6,2800)	REGP2142
0143	2800 FORMAT(1H0,28HPLUS TREE OR NATIVE CULTIVAR)	REGP2143
0144	L=1	REGP2144
0145	180 CONTINUE	REGP2145
0146	IF(L,EO,3) KJ=KJ3	REGP2146
0147	IF(L,EO,2) KJ=KJ2	REGP2147
0148	IF(L,EO,1) KJ=KJ1	REGP2148
0149	IF(L,NE,ICORR) GO TO 120	REGP2149
0150	DO 130 I=1,KJ,42	REGP2150

```

LINE NO.          STATEMENT
0151          READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(H,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          M=STRA(J)-(I-1)
0158          DO 150 L=1,3
0159          STRNAM(J,L)=TRUNAM(H,L)
0160          CONTINUE
0161          CONTINUE
0162          CONTINUE
0163          GO TO 160
0164          CONTINUE
0165          DO 170 I=1,KJ,42
0166          READ(CTOPD,2900)
0167          FORMAT(512X)
0168          CONTINUE
0169          L=L+1
0170          GO TO 180
0171          CONTINUE
0172          WRITE(6,3000) ( I,(STRNAM(I,J),J=1,3),I=1,NSTR)
0173          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          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,I5,I5,I3,4I2,11A4,14,A8,A4,A8,2I3,2I5,4I2,3I3,15A4,60A4,
0181          77X)
0182          WRITE(CLSIF2,200) (STRA(I),I=1,102)
0183          200 FORMAT(102I5,2X)
0184          CONTINUE
0185          DO 25 I=1,102
0186          STRA(I)=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          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,REGP2193
0194          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 = ,A8,15HIS 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 ( FCH S T D A T FILE )
0002          C
0003          C SUBROUTINE DAIN
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             6H H 7,6H H 8,6H H 9,6H H 10,/FD/8H(16F5.0)/,
0011             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             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,1,22HNUMBER 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             N=0
0048             DO 20 I=1,RIP
0049             DO 20 J=1,NSTR
0050

```

```

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,12HREPLICATIONS ,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

PAGE 0001

```

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST
STATEMENT
C CORRECTION PROGRAM FOR CLSIF AND S D A T FILE
C MAIN PROGRAM
C
1 INTEGER BRRE,BRDI,UNIT,PRRE,PREF,DATEST,ALTI,SPEC,DESPL,DENPL,
  DATEXA,AGEPL,REPEX,TRAI,STRA
  REAL LOTP
  DOUBLE PRECISION DATNO,DIREC,SOFY
  COMMON /A/ IAGE,IS,NSTR
1 /B/ DATNO,NOTP,BRRE,BRDI,UNIT,PRRE,PREF,DATEST(4),
  LOTP(11),ALTI,DIREC,ANGSL,SOFY,SPEC,DESPL,DENPL,
3 DATEXA(4),AGEPL,REPEX,TRAI,PECHA(15),COMM(60),
4 STRA(102)
5 /D/ STRNAM(100,3)
6 /E/ IH, ID
C
  CALL SLEBIN ( $1,$2 )
1 CALL LEBOUT
2 CALL DATAID ( $1 )
  END
  
```

PAGE 0002

```

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST
STATEMENT
C SUBPROGRAM FOR CORRECTION OF CLSIF FILE
C
SUBROUTINE SLEBIN ( *,* )
INTEGER BRRE,BRDI,UNIT,PRRE,PREF,DATEST,ALTI,SPEC,DESPL,DENPL,
  DATEXA,AGEPL,REPEX,TRAI,STRA
  REAL LOTP
  DIMENSION ITRA(102),TRA4(60)
  DOUBLE PRECISION DATNO,DIREC,SOFY,TRAB,XEND,CDATNO
  COMMON /A/ IAGE,IS,NSTR
  /B/ DATNO,NOTP,BRRE,BRDI,UNIT,PRRE,PREF,DATEST(4),
  LOTP(11),ALTI,DIREC,ANGSL,SOFY,SPEC,DESPL,DENPL,
3 DATEXA(4),AGEPL,REPEX,TRAI,PECHA(15),COMM(60),
4 STRA(102)
5 /D/ STRNAM(100,3)
6 /E/ IH, ID
  DATA XEND/5H999999/
C
REWIND CLSIF
  READ(5,100) CDATNO,INOTP,IBRRE,IBRDI,IUNIT,IPRRE,IPREF,IDATES,
1 ILOTP,IALTI,IDIREC,LANGSL,I5OFY,ISPEC,IDESPL,IDENPL,
2 INSTR,IDATEX,IAGEPL,IREPEX,ITRAI,IPECHA,ICOM,ISTR,
3 IRIP,IROW,ICOLU, IH, ID
100 FORMAT(A6,2X,2B12)
2 READ(CLSIF,200) DATNO,NOTP,BRRE,BRDI,UNIT,PRRE,PREF,
1 (DATEST(1),I=1,4),(LOTP(I),I=1,11),ALTI,DI,REC,ANGSL,
2 SOFY,SPEC,DESPL,DEPL,NSTR,(DATEXA(I),I=1,4),AGEPL,REPEX,
3 TRAI,(PECHA(I),I=1,15),(COMM(I),I=1,60)
200 FORMAT(A6,I5,5I3,4I2,11A4,1,4,A8,A4,A8,2I3,2I5,4I2,3I3,15A4,60A4,
  77X)
1 IF(DATNO.EQ.XEND) GO TO 10
  IF(DATNO.EQ.CDATNO) GO TO 15
  READ(CLSIF,300)
300 FORMAT(512X)
  GO TO 2
10 WRITE(6,3200) CDATNO
3200 FORMAT(1H1,16H????? DATA NO = ,A8,23HIS NOT REGISTERED ????? )
  STOP
15 WRITE(6,400) DATNO
400 FORMAT(1H1,48HOUTPUT OF CLSIF FILE AND S D A T FILE ,
  27HBEFORE AND AFTER CORRECTION)
1 //1H0,10HDATA NO = ,A8
2 //1H0,10HCATEGORIES)
  LS=0
  IS=0
  IAGE=0
  IF(INOTP.EQ.0) GO TO 20
  READ(5,500) ITRAS
500 FORMAT(15)
  WRITE(6,600) NOTP,ITRAS
600 FORMAT(1H0,1X,15HTEST-PLANTATION,20X,
  
```

LINE NO.	STATEMENT	
0051	1	NOTP=ITRAS
0052		LS=LS+1
0053	20	IF(IBRRE.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		7HERRATA ,15,10X,8HCORRECT ,15)
0058	1	BRRE=ITRAS
0059		LS=LS+1
0060	25	IF(IBRDI.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		7HERRATA ,15,10X,8HCORRECT ,15)
0065	1	BRDI=ITRAS
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		7HERRATA ,15,10X,8HCORRECT ,15)
0072	1	UNIT=ITRAS
0073		LS=LS+1
0074	35	IF(IPPRE.EQ.0) GO TO 40
0075		READ(5,500) ITRAS
0076		WRITE(6,1000) PRRE,ITRAS
0077	1000	FORMAT(1H0,1X,11HESTABLISHER,24X,
0078		7HERRATA ,15,10X,8HCORRECT ,15)
0079	1	PRRE=ITRAS
0080		LS=LS+1
0081	40	IF(IPREF.EQ.0) GO TO 45
0082		READ(5,500) ITRAS
0083		WRITE(6,1100) PREF,ITRAS
0084	1100	FORMAT(1H0,1X,10HPREFECTURE,25X,
0085		7HERRATA ,15,10X,8HCORRECT ,15)
0086	1	PREF=ITRAS
0087		LS=LS+1
0088	45	IF(IDATES.EQ.0) GO TO 50
0089		READ(5,510) (ITRA(1),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		7HERRATA ,21Z,1H,12,1H,12,5X,
0094	1	8HCORRECT ,21Z,1H,12,1H,12)
0095	2	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		

LINE NO.	STATEMENT	
0101	READ(5,520) (TRA4(I),I=1,11)	
0102	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		71H ,
0106		DO 65 I=1,11
0107		LOTP(I)=TRA4(I)
0108	65	CONTINUE
0109		LS=LS+1
0110	60	IF(IALTI.EQ.0) GO TO 70
0111		READ(5,500) ITRAS
0112		WRITE(6,1400) ALTI,ITRAS
0113	1400	FORMAT(1H0,1X,8HALTITUDE,27X,
0114		7HERRATA ,15,10X,8HCORRECT ,15)
0115	1	ALTI=ITRAS
0116		LS=LS+1
0117	70	IF(IDIREC.EQ.0) GO TO 75
0118		READ(5,530) TRAB
0119	530	FORMAT(A8)
0120		WRITE(6,1500) DIREC,TRAB
0121	1500	FORMAT(1H0,1X,21HDIRECTION OF EXPOSURE,14X,7HERRATA ,A8,7X,
0122		8HCORRECT ,A8)
0123	1	DIREC=TRAB
0124		LS=LS+1
0125	75	IF(IANGSL.EQ.0) GO TO 80
0126		READ(5,540) TRA4(1)
0127	540	FORMAT(A4)
0128		WRITE(6,1600) ANGSL,TRA4(1)
0129	1600	FORMAT(1H0,1X,14HANGLE OF SLOPE,21X,7HERRATA ,A4,11X,
0130		8HCORRECT ,A4)
0131	1	ANGSL=TRA4(1)
0132		LS=LS+1
0133	80	IF(ISOFY.EQ.0) GO TO 85
0134		READ(5,530) TRAB
0135		WRITE(6,1700) SOFY,TRAB
0136	1700	FORMAT(1H0,1X,9HSOIL TYPE,26X,7HERRATA ,A8,7X,8HCORRECT ,A8)
0137		SOFY=TRAB
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		7HERRATA ,15,10X,8HCORRECT ,15)
0144	1	SPEC=ITRAS
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		7HERRATA ,15,10X,8HCORRECT ,15)

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

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,22HPLANTING STOCK DENSITY,13X,
0157      1       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,NNSTR
0163      2100 FORMAT(1H0,1X,26HNUMBER OF STRAINS INCLUDED,9X,
0164      1       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      1       7HERRATA ,212,1H,I2,1H,I2,5X,
0172      2       8HCORRECT ,212,1H,I2,1H,I2)
0173      DO 120 I=1,4
0174      DATEX(I)=ITRA(I)
0175      120 CONTINUE
0176      LS=LS+1
0177      115 IF(IAEPL.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(IREPEX.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      1       7HERRATA ,15,10X,8HCORRECT ,15)
0188      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(ISTR.AE.0) GO TO 160
0221      WRITE(6,2800)
0222      2800 FORMAT(1H0,1X,15HCORRD OF STRAIN,20X,
0223      1       5H NO,5X,5H KEY,5X,6HERRATA,4X,7HCORRECT/)
0224      READ(5,550) NO,KEY,ITRAS
0225      550 FORMAT(315)
0226      NO=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      ITR(N)=STRA(I)
0238      N=N+1
0239      ITR(N)=ITRAS
0240      CONTINUE
0241      READ(5,550) NO,KEY,ITRAS
0242      IF(NO.EQ.1) GO TO 162
0243      GO TO 165
0244      N=N+1
0245      ITR(N)=STRA(I)
0246      CONTINUE
0247      IF(INSTR.NE.0) NNSTR=NNSTR
0248      165 CONTINUE
0249      160 CONTINUE
0250

```

COR02151  
COR02152  
COR02153  
COR02154  
COR02155  
COR02156  
COR02157  
COR02158  
COR02159  
COR02160  
COR02161  
COR02162  
COR02163  
COR02164  
COR02165  
COR02166  
COR02167  
COR02168  
COR02169  
COR02170  
COR02171  
COR02172  
COR02173  
COR02174  
COR02175  
COR02176  
COR02177  
COR02178  
COR02179  
COR02180  
COR02181  
COR02182  
COR02183  
COR02184  
COR02185  
COR02186  
COR02187  
COR02188  
COR02189  
COR02190  
COR02191  
COR02192  
COR02193  
COR02194  
COR02195  
COR02196  
COR02197  
COR02198  
COR02199  
COR02200

COR02201  
COR02202  
COR02203  
COR02204  
COR02205  
COR02206  
COR02207  
COR02208  
COR02209  
COR02210  
COR02211  
COR02212  
COR02213  
COR02214  
COR02215  
COR02216  
COR02217  
COR02218  
COR02219  
COR02220  
COR02221  
COR02222  
COR02223  
COR02224  
COR02225  
COR02226  
COR02227  
COR02228  
COR02229  
COR02230  
COR02231  
COR02232  
COR02233  
COR02234  
COR02235  
COR02236  
COR02237  
COR02238  
COR02239  
COR02240  
COR02241  
COR02242  
COR02243  
COR02244  
COR02245  
COR02246  
COR02247  
COR02248  
COR02249  
COR02250

```

LINE NO.          STATEMENT
251 IF(LS.EQ.0) GO TO 215
252 BACK SPACE CLSIF
253 WRITE(CLSIF,200)
254 1 (DATEST(I),I=1,4),(LOTP(I),I=1,11),ALTI,DIREC,ANGSL,SOFY,
255 2 (SPEC,DESPL,DENPL,NSTR,(DATEXA(I),I=1,4),AGEPL,REPEX,TRAI,
256 3 (PECHA(I),I=1,15),(COMM(I),I=1,60)
257 215 IF(I$TRA.EQ.0) GO TO 205
258 DO 175 I=1,102
259 175 STRA(I)=0
260 DO 180 I=1,NSTR
261 180 STRA(I)=ITRA(I)
262 WRITE(CLSIF,210) (STRA(I),I=1,102)
263 205 CONTINUE
264 IF(IRIP.NE.0) IAG=IAG+1
265 IF(IROW.NE.0) IAG=IAG+1
266 IF(ICOL.NE.0) IAG=IAG+1
267 IF(IAG.EQ.0) GO TO 170
268 WRITE(6,2900)
269 2900 FORMAT(///1H0,47HDO OVER AGAIN FRESH INPUT OF DATA ON S T D A T,
270 6H FILE)
271 1 RETURN 1
272 170 IF(IN.NE.0) IS=IS+1
273 IF(ID.NE.0) IS=IS+1
274 IF(IS.NE.0) RETURN 2
275 2 RETURN 1
276 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
0002 C SUBPROGRAM FOR OUTPUT OF CORRECTED CATAGORIES
0003
0004 SUBROUTINE LEBOUT
0005 INTEGER BRRE,BRDI,UNIT,PRRE,PREF,DATEST,ALTI,SPEC,DESPL,DENPL,
0006 1 DATEXA,AGEPL,REPEX,TRAI,STRA
0007 REAL
0008 2 LOTP
0009 DOUBLE PRECISION DATNO,DIREC,SOFY
0010 DIMENSION TRUNAM(64,3)
0011 COMMON /A/ IAG, IS,NSTR
0012 /B/ DATNO,NOTP,BRRE,BRDI,UNIT,PRRE,PREF,DATEST(4),
0013 3 LOTP(11),ALTI,DIREC,ANGSL,SOFY,SPEC,DESPL,DENPL,
0014 4 DATEXA(4),AGEPL,REPEX,TRAI,PECHA(15),COMM(60),
0015 5 STRA(102)
0016 /D/ STRNAM(100,3)
0017
0018 C
0019 REWIND CTOPD
0020 READ(CTOPD,300)
0021 IF(SPEC.EQ.1) ICORRD=1
0022 IF((SPEC.GT.1).AND.(SPEC.LT.8)) ICORRD=2
0023 IF(SPEC.GT.7) ICORRD=3
0024 300 FORMAT(1215,452X)
0025 WRITE(6,400) DATNO
0026 400 FORMAT(1H1,6HNUMBER,24X,A8)
0027 WRITE(6,500)
0028 500 FORMAT(1H0,15HTEST PLANTATION)
0029 DO 40 I=1,NH,42
0030 READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,3),M=1,42)
0031 600 FORMAT(128A4)
0032 IB=I
0033 IE=IB+41
0034 IF((NOTP.GE.IB).AND.(NOTP.LE.IE)) GO TO 45
0035 GO TO 40
0036 45 M=NOTP-(I-1)
0037 WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,3)
0038 700 FORMAT(1H+,30X,3A4)
0039 40 CONTINUE
0040 WRITE(6,800)
0041 800 FORMAT(1H0,14HBRDING REGION)
0042 READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(H,N),N=1,2),M=1,64)
0043 WRITE(6,700) (TRUNAM(BRRE,N),N=1,2)
0044 700 WRITE(6,900)
0045 900 FORMAT(1H0,17HBREEDING DISTRICT)
0046 READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(H,N),N=1,3),M=1,42)
0047 WRITE(6,700) (TRUNAM(BRDI,N),N=1,3)
0048 700 WRITE(6,1000)
0049 1000 FORMAT(1H0,28HDISTRICT AS UNITY OF TESTING)
0050 DO 50 I=1,JJ,42
0051 IE=I+41
0052 READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,3),M=1,42)
0053 IF((UNIT.GE.I).AND.(UNIT.LE.IE)) 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  M=UNIT-(I-1)
0053  WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,3)
0054  CONTINUE
0055  WRITE(6,1100)
0056  FORMAT(1H0,11H ESTABLISHER)
0057  DO 60 I=1,LL,64
0058  READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,2),M=1,64)
0059  IE=I*63
0060  IF((PRR-GE.I).AND.(PRR-LE.IE)) GO TO 65
0061  GO TO 60
0062  M=PRR-(I-1)
0063  WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,2)
0064  CONTINUE
0065  WRITE(6,1200)
0066  FORMAT(1H0,10HPREFACTURE)
0067  DO 70 I=1,NJ,64
0068  READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,2),M=1,64)
0069  IE=I*63
0070  IF((PRF-GE.I).AND.(PRF-LE.IE)) GO TO 75
0071  GO TO 70
0072  M=PRF-(I-1)
0073  WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,2)
0074  CONTINUE
0075  WRITE(6,1300) (DATEST(I),I=1,4)
0076  FORMAT(1H0,21H DATE OF ESTABLISHMENT,9X,2I2,1H,,I2,1H,,I2)
0077  WRITE(6,1400) (LOTP(I),I=1,11)
0078  FORMAT(1H0,8H LOCALITY,22X,11A4)
0079  WRITE(6,1500) ALTI
0080  FORMAT(1H0,8H ALTITUDE,22X,14)
0081  WRITE(6,1600) DIREC
0082  FORMAT(1H0,22H DIRECTION OF EXPOUSURE,8X,A8)
0083  WRITE(6,1700) ANGLS
0084  FORMAT(1H0,14H ANGLE OF SLOPE,16X,A4)
0085  WRITE(6,1800) SOFY
0086  FORMAT(1H0,9H SOIL TYPE,21X,A8)
0087  WRITE(6,1900)
0088  FORMAT(1H0,7H SPECIES)
0089  DO 80 I=1,NJ,42
0090  READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,3),M=1,42)
0091  IE=I*41
0092  IF((SPEC-GE.I).AND.(SPEC-LE.IE)) GO TO 85
0093  GO TO 80
0094  M=SPEC-(I-1)
0095  WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,3)
0096  CONTINUE
0097  WRITE(6,2000)
0098  FORMAT(1H0,18H DESIGN OF PLANTING)
0099  DO 90 I=1,IJ,42
0100  READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,3),M=1,42)

```

```

LINE NO.      STATEMENT
0101  IE=I*41
0102  IF((DESPL-GE.I).AND.(DESPL-LE.IE)) GO TO 95
0103  GO TO 90
0104  M=DESPL-(I-1)
0105  WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,3)
0106  CONTINUE
0107  WRITE(6,2100) DENPL
0108  FORMAT(1H0,22H PLANTING STOCK DENSITY,8X,15,3H/HA)
0109  WRITE(6,2200) NSTR
0110  FORMAT(1H0,26H NUMBER OF STRAINS INCLUDED,2X,I5)
0111  WRITE(6,2250) (DATEXA(I),I=1,4)
0112  FORMAT(1H0,19H DATE OF EXAMINATION,11X,2I2,1H,,I2,1H,,I2)
0113  WRITE(6,2300) AGEPL
0114  FORMAT(1H0,3H AGE,27X,I3)
0115  WRITE(6,2400) REPEX
0116  FORMAT(1H0,20H REPEATED EXAMINATION,10X,I3)
0117  WRITE(6,2500)
0118  FORMAT(1H0,6H TRAITS)
0119  DO 110 I=1,KK,64
0120  READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,2),M=1,64)
0121  IE=I*63
0122  IF((TRAI-GE.I).AND.(TRAI-LE.IE)) GO TO 115
0123  GO TO 110
0124  M=TRAI-(I-1)
0125  WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,2)
0126  CONTINUE
0127  WRITE(6,2600) (PECHA(I),I=1,15)
0128  FORMAT(1H0,15H PERSON IN CHARGE,15X,15A4)
0129  WRITE(6,2700) (COMM(I),I=1,60)
0130  FORMAT(1H0,7H COMMENT,23X,20A4/(1H,30X,20A4))
0131  WRITE(6,2800)
0132  FORMAT(1H0,28H PLUS TREE OR NATIVE CULTIVAR)
0133  L=1
0134  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,ICORRD) 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=I
0142  IE=I*41
0143  DO 140 J=1,NSTR
0144  IF((STRAJ)-GE.IB).AND.(STRAJ)-LE.IE)) GO TO 145
0145  GO TO 140
0146  M=STRAJ-(I-1)
0147  DO 150 L=1,3
0148  STRNAM(J,L)=TRUNAM(M,L)
0149  CONTINUE
0150  CONTINUE

```

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(5I2X)	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(I5.EQ.0) STOP	COR03165
0166	I5=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,I5,NSTR	COR04005
0006	1 /D/ STRNAM(100,3)	COR04006
0007	2 /F/ RIP,ROW,COLUM,IFD	COR04007
0008	3 /E/ IM,ID	COR04008
0009		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(I5.NE.0) READ(STDAT,7010) RIP,ROW,COLUM	COR04015
0016	IF(I5.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(4I5)	COR04024
0025	7010 FORMAT(3I5,497X)	COR04025
0026	END	COR04026

```

LINE NO.      STATEMENT
C SUBPROGRAM FOR LOCATION SPECIFIED MEASUREMENTS
C
SUBROUTINE DATINI
INTEGER RIP,ROW,COLUM
DOUBLE PRECISION FD(10),BRANK,F
DIMENSION XDATA(512)
COMMON /A/ IAG,IS,NSTR
1 /D/ STRNAH(100,3)
2 /E/ IH,IO
3 /F/ RIP,ROW,COLUM,IFD
DATA F/8H(16F5.0)/,BRANK/8H

IF(IAG.NE.0) GO TO 10
IF(IS.EQ.0) GO TO 6
WRITE(TEMFIL,7030) RIP,ROW,COLUM
WRITE(6,6010)
IPN=ROW*COLUM
READ(5,5010) JRIP,JSTR,JROW,JCOL,TRUX
DO 20 I=1,RIP
DO 20 J=1,NSTR
DO 30 K=1,IPN,64
KE=K*63
DO 35 H=K,KE
35 XDATA(H)=-9999.99
30 READ(STDAT,7010) (XDATA(H),H=K,KE)
50 CONTINUE
IF(I.NE.JRIP.OR.J.NE.JSTR) GO TO 40
HNG=COLUM*(JROW-1)+JCOL
WRITE(6,6025) JRIP,JSTR,JROW,JCOL,XDATA(HNO),TRUX
6025 FORMAT(1H,5X,2I10,3X,2I10,3X,2F10.2)
XDATA(HNO)=TRUX
READ(5,5010) JRIP,JSTR,JROW,JCOL,TRUX
GO TO 50
40 CONTINUE
DO 60 K=1,IPN,64
KE=K*63
60 WRITE(TEMFIL,7020) (XDATA(H),H=K,KE)
20 CONTINUE
ENDFILE TEMFIL
RETURN
10 CONTINUE
WRITE(TEMFIL,7030) RIP,ROW,COLUM
DO 5 I=1,10
5 FD(I)=BRANK
FD(I)=F
IF(IFD.NE.0) READ(5,5005) (FD(I),I=1,10)
6 WRITE(6,6020) RIP,NSTR,ROW,COLUM
IPN=ROW*COLUM
DO 70 I=1,RIP
70 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

```

LINE NO.      STATEMENT
C SUBPROGRAM FOR LOCATION SPECIFIED MEASUREMENTS
C
SUBROUTINE DATINI
INTEGER RIP,ROW,COLUM
DOUBLE PRECISION FD(10),BRANK,F
DIMENSION XDATA(512)
COMMON /A/ IAG,IS,NSTR
1 /D/ STRNAH(100,3)
2 /E/ IH,IO
3 /F/ RIP,ROW,COLUM,IFD
DATA F/8H(16F5.0)/,BRANK/8H

IF(IAG.NE.0) GO TO 10
IF(IS.EQ.0) GO TO 6
WRITE(TEMFIL,7030) RIP,ROW,COLUM
WRITE(6,6010)
IPN=ROW*COLUM
READ(5,5010) JRIP,JSTR,JROW,JCOL,TRUX
DO 20 I=1,RIP
DO 20 J=1,NSTR
DO 30 K=1,IPN,64
KE=K*63
DO 35 H=K,KE
35 XDATA(H)=-9999.99
30 READ(STDAT,7010) (XDATA(H),H=K,KE)
50 CONTINUE
IF(I.NE.JRIP.OR.J.NE.JSTR) GO TO 40
HNG=COLUM*(JROW-1)+JCOL
WRITE(6,6025) JRIP,JSTR,JROW,JCOL,XDATA(HNO),TRUX
6025 FORMAT(1H,5X,2I10,3X,2I10,3X,2F10.2)
XDATA(HNO)=TRUX
READ(5,5010) JRIP,JSTR,JROW,JCOL,TRUX
GO TO 50
40 CONTINUE
DO 60 K=1,IPN,64
KE=K*63
60 WRITE(TEMFIL,7020) (XDATA(H),H=K,KE)
20 CONTINUE
ENDFILE TEMFIL
RETURN
10 CONTINUE
WRITE(TEMFIL,7030) RIP,ROW,COLUM
DO 5 I=1,10
5 FD(I)=BRANK
FD(I)=F
IF(IFD.NE.0) READ(5,5005) (FD(I),I=1,10)
6 WRITE(6,6020) RIP,NSTR,ROW,COLUM
IPN=ROW*COLUM
DO 70 I=1,RIP
70 WRITE(6,6050) I

```

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          SUBROUTINE DATIN2
0002          INTEGER RIP,ROW,COLUM
0003          DOUBLE PRECISION FD(10),BRANK,REP(10),F
0004          DIMENSION TRAX(512),XDATA(512),IBUF(102),M(10,100),MH(10,100)
0005          COMMON /A/ IAG,IS,NSTR
0006          /D/ STRNAM(100,3)
0007          /E/ IM,IO
0008          /F/ RIP,ROW,COLUM,IFD
0009          DATA F/8H(16F5.0)/,BRANK/8H
0010          REP/6H H 1,6H H 2,6H H 3,6H H 4,6H H 5,6H H 6,
0011          6H H 7,6H H 8,6H H 9,6H H 10/
0012
0013          IF(IAG.NE.0) GO TO 10
0014          IF(IS.EQ.0) GO TO 20
0015          WRITE(TEMPIL,7030) RIP,ROW,COLUM
0016          READ(STDAT,7010) (IBUF(I),I=1,102)
0017          N=0
0018          DO 15 I=1,RIP
0019             DO 15 J=1,NSTR
0020                M(I,J)=IBUF(N)
0021                MH(I,J)=IBUF(N)
0022            IF(N.NE.102) GO TO 15
0023            READ(STDAT,7010) (IBUF(K),K=1,102)
0024            N=0
0025            IF(IM.EQ.0) GO TO 30
0026            WRITE(6,6010) JRIP,JSTR,MTRU
0027            IF((JRIP*JSTR).EQ.0) GO TO 30
0028            MH(JRIP,JSTR)=MTRU
0029            GO TO 40
0030          CONTINUE
0031          WRITE(TEMPIL,7030) RIP,ROW,COLUM
0032          READ(5,5020) ((MH(I,J),J=1,NSTR),I=1,RIP)
0033          CONTINUE
0034          DO 31 K=1,102
0035             IBUF(K)=0
0036            N=0
0037            DO 25 I=1,RIP
0038               DO 25 J=1,NSTR
0039                  N=N+1
0040                  IF(N.NE.102) GO TO 25
0041                  WRITE(TEMPIL,7010) (IBUF(K),K=1,102)
0042                  DO 26 K=1,102
0043                     IBUF(K)=0
0044                    N=0
0045                    DO 25 I=1,RIP
0046                       DO 25 J=1,NSTR
0047                          N=N+1
0048                          IF(N.NE.102) GO TO 25
0049                          WRITE(TEMPIL,7010) (IBUF(K),K=1,102)
0050                          DO 26 K=1,102
0051                             IBUF(K)=0

```

```

LINE NO.      STATEMENT
0051          N=0
0052          IF(N.NE.0) WRITE(TEMPIL,7010) (IBUF(K),K=1,102)
0053          IF(IAG.NE.0) GO TO 60
0054          GO TO 50
0055          CONTINUE
0056          N=0
0057          READ(TEMPIL,7010) (IBUF(K),K=1,102)
0058          DO 35 I=1,RIP
0059             DO 35 J=1,NSTR
0060                N=N+1
0061                MH(I,J)=IBUF(N)
0062                IF(N.NE.102) GO TO 35
0063                READ(TEMPIL,7010) (IBUF(K),K=1,102)
0064                N=0
0065                CONTINUE
0066                WRITE(6,6030) RIP,NSTR
0067                WRITE(6,6035) (REP(I),I=1,RIP)
0068                DO 45 J=1,NSTR
0069                   WRITE(6,6040) J, (STRNAM(J,L),L=1,3),(MH(I,J),I=1,RIP)
0070                CONTINUE
0071                IF(IAG.NE.0) GO TO 70
0072                IF(IS.EQ.0) GO TO 71
0073                IF(ID.NE.0) GO TO 80
0074                JRIP=0
0075                JSTR=0
0076                GO TO 90
0077                WRITE(6,6050)
0078                CONTINUE
0079                READ(5,5030) JRIP,JSTR,N05,KEY,TRUX
0080                CONTINUE
0081                DO 55 I=1,RIP
0082                   DO 55 J=1,NSTR
0083                      DO 56 K=1,512
0084                         TRAX(K)=-9999.99
0085                         N=H(I,J)
0086                         DO 65 K=1,N,64
0087                            KE=K+63
0088                            IF(JRIP.EQ.1.AND.JSTR.EQ.0) GO TO 100
0089                            DO 75 K=1,N
0090                               GO TO 136
0091                            CONTINUE
0092                            NO=N05
0093                            NC=0
0094                            DO 85 K=1,N
0095                               IF(N0.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

```

CORD6101  
 CORD6102  
 CORD6103  
 CORD6104  
 CORD6105  
 CORD6106  
 CORD6107  
 CORD6108  
 CORD6109  
 CORD6110  
 CORD6111  
 CORD6112  
 CORD6113  
 CORD6114  
 CORD6115  
 CORD6116  
 CORD6117  
 CORD6118  
 CORD6119  
 CORD6120  
 CORD6121  
 CORD6122  
 CORD6123  
 CORD6124  
 CORD6125  
 CORD6126  
 CORD6127  
 CORD6128  
 CORD6129  
 CORD6130  
 CORD6131  
 CORD6132  
 CORD6133  
 CORD6134  
 CORD6135  
 CORD6136  
 CORD6137  
 CORD6138  
 CORD6139  
 CORD6140  
 CORD6141  
 CORD6142  
 CORD6143  
 CORD6144  
 CORD6145  
 CORD6146  
 CORD6147  
 CORD6148  
 CORD6149  
 CORD6150

```

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(1H0,24H 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(1H1,22HNUMBER OF REPLICATIONS,8X,15
0162              1 /1H ,17HNUMBER OF STRAINS,13X,15
0163              2 /1H0,23HNUMBER 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(1H0,12HMEASUREMENTS
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(1H1,12HREPLICATION ,15/1H ,7HSTRAIN )
0171              7010 FORMAT(1H0,1H(,13,1H),3A4,13X,10F10.2/(1H ,30X,10F10.2))
0172              7020 FORMAT(102I5,2X)
0173              7030 FORMAT(64F8.2)
0174              7030 FORMAT(3I5,497X)
0175              END

```

CORD6151  
 CORD6152  
 CORD6153  
 CORD6154  
 CORD6155  
 CORD6156  
 CORD6157  
 CORD6158  
 CORD6159  
 CORD6160  
 CORD6161  
 CORD6162  
 CORD6163  
 CORD6164  
 CORD6165  
 CORD6166  
 CORD6167  
 CORD6168  
 CORD6169  
 CORD6170  
 CORD6171  
 CORD6172  
 CORD6173  
 CORD6174  
 CORD6175

図-9 実名ファイル記憶のためのプログラム

```

LINE NO.          STATEMENT
C PROGRAM FOR ENTERING INDEX-CORDING INTO DISCS (FOR C T O P D FILE)
C MAIN PROGRAM
C
      REWIND CTOPD
      READ(5,5000)
      FORMAT(1215)
      NN,MM,II,JJ,LL,NJ,HJ,IJ,KK,KJ1,KJ2,KJ3
      WRITE(CTOPD,7000)
      NN,MM,II,JJ,LL,NJ,HJ,IJ,KK,KJ1,KJ2,KJ3
      7000 FORMAT(1215,452X)
      WRITE(6,125)
      125 FORMAT(1H1,15HTEST-PLANTATION)
      CALL LIST (NN,42)
      WRITE(6,275)
      275 FORMAT(1H1,15HBREEDING REGION)
      CALL LIST (MM,64)
      WRITE(6,300)
      300 FORMAT(1H1,17HBREEDING DISTRICT)
      CALL LIST (II,42)
      WRITE(6,325)
      325 FORMAT(1H1,28HDISTRICT AS UNITY OF TESTING)
      CALL LIST (JJ,42)
      WRITE(6,400)
      400 FORMAT(1H1,11HSTABILISHER)
      CALL LIST (LL,64)
      WRITE(6,425)
      425 FORMAT(1H1,10HPREFECTURE)
      CALL LIST (NJ,64)
      WRITE(6,450)
      450 FORMAT(1H1,7HSPECIES)
      CALL LIST (MJ,42)
      WRITE(6,475)
      475 FORMAT(1H1,18HDESIGN OF PLANTING)
      CALL LIST (IJ,42)
      WRITE(6,350)
      350 FORMAT(1H1,6HTRAITS)
      CALL LIST (KK,64)
      WRITE(6,500)
      500 FORMAT(1H1,10HPLUS TREES/1H ,6HGROUP1)
      CALL LIST (KJ1,42)
      WRITE(6,525)
      525 FORMAT(1H1,6HGROUP2)
      CALL LIST (KJ2,42)
      WRITE(6,550)
      550 FORMAT(1H1,6HGROUP3)
      CALL LIST (KJ3,42)
      ENDFILE CTOPD
      STOP
      END

```

```

LINE NO.          STATEMENT
C SUBPROGRAM
C
      SUBROUTINE LIST (NOT,ID)
      DIMENSION TRUNAM(64,3),FMT(20),FRC(20),FMT3(3),FMT2(3),FRC3(3),
      1 FRC2(3)
      DATA BRANK/4H /,
      1 FMT3/4H(126,4HA4,8,4HX) /,
      2 FMT2/4H(128,4HA4) ,4H /,
      3 FRC3/4H(3A4,4H) ,4H /,
      4 FRC2/4H(2A4,4H) ,4H /
      IC=3
      DO 5 I=1,20
      FMT(I)=BRANK
      5 FRC(I)=BRANK
      DO 10 I=1,3
      FMT(I)=FMT3(I)
      10 FRC(I)=FRC3(I)
      IFC(ID,EQ,42) GO TO 15
      IC=2
      DO 35 I=1,3
      FMT(I)=FMT2(I)
      35 FRC(I)=FRC2(I)
      15 CONTINUE
      ICODE=0
      DO 20 I=1,NOT,ID
      DO 25 J=1,IC
      DO 25 K=1,IC
      TRUNAM(J,K)=BRANK
      IE=NOT-(I-1)
      IFC(IE,GT,ID) IE=ID
      30 READ(5,FRC) ((TRUNAM(J,K),K=1,IC),J=1,IE)
      30 WRITE(CTOPD,FMT) ((TRUNAM(J,K),K=1,IC),J=1,IE)
      DO 30 J=1,IE
      ICODE=ICODE+1
      30 WRITE(6,6000) ICODE,(TRUNAM(J,K),K=1,IC)
      20 CONTINUE
      RETURN
      6000 FORMAT(1H ,15,2X,3A4)
      END

```

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	CCDD1001
0002	C MAIN PROGRAM	CCDD1002
0003		CCDD1003
0004	COMMON /A/ NNP,MMP,IIP,JJP,LLP,NJP,MJP,IJP,KKP,KJP1,KJP2,KJP3	CCDD1004
0005	/B/ NN,MM,II, JJ, LL, NJ, NU, IJ, KK,KJ1,KJ2,KJ3,	CCDD1005
0006	NNN,MMN,III,JJJ,LLL,NNJ,MMJ,IJ,KK,KKJ,KKJ2,KKJ3	CCDD1006
0007		CCDD1007
0008	IC2=2	CCDD1008
0009	IC3=3	CCDD1009
0010	IC42=42	CCDD1010
0011	IC64=64	CCDD1011
0012	READ(5,50) NNP,MMP,IIP,JJP,LLP,NJP,MJP,IJP,KKP,KJP1,KJP2,KJP3	CCDD1012
0013	50 FORMAT(12I5)	CCDD1013
0014	REWIND CTOPD	CCDD1014
0015	REWIND TEMFIL	CCDD1015
0016	CALL PART1	CCDD1016
0017	IF(NNP.EQ.0) GO TO 1	CCDD1017
0018	WRITE(6,100)	CCDD1018
0019	100 FORMAT(1H0,47HOUTPUT OF ITEMS BEFORE AND AFTER CORRECTION OF ,	CCDD1019
0020	15HTEST-PLANTATION)	CCDD1020
0021	1 CALL PART2 (NNP,NN,NNN,IC42,IC3)	CCDD1021
0022	IF(MMP.EQ.0) GO TO 2	CCDD1022
0023	WRITE(6,200)	CCDD1023
0024	200 FORMAT(1H0,47HOUTPUT OF ITEMS BEFORE AND AFTER CORRECTION OF ,	CCDD1024
0025	15HBREEDING REGION)	CCDD1025
0026	2 CALL PART2 (MMP,MM,MMN,IC64,IC2)	CCDD1026
0027	IF(IIP.EQ.0) GO TO 3	CCDD1027
0028	WRITE(6,300)	CCDD1028
0029	300 FORMAT(1H0,47HOUTPUT OF ITEMS BEFORE AND AFTER CORRECTION OF ,	CCDD1029
0030	17HBREEDING DISTRICT)	CCDD1030
0031	3 CALL PART2 (IIP,II,III,IC42,IC3)	CCDD1031
0032	IF(JJP.EQ.0) GO TO 4	CCDD1032
0033	WRITE(6,400)	CCDD1033
0034	400 FORMAT(1H0,47HOUTPUT OF ITEMS BEFORE AND AFTER CORRECTION OF ,	CCDD1034
0035	28HDISTRICT AS UNITY OF TESTING)	CCDD1035
0036	4 CALL PART2 (JJJ,JJ,JJJ,IC42,IC3)	CCDD1036
0037	IF(LLP.EQ.0) GO TO 5	CCDD1037
0038	WRITE(6,500)	CCDD1038
0039	500 FORMAT(1H0,47HOUTPUT OF ITEMS BEFORE AND AFTER CORRECTION OF ,	CCDD1039
0040	11HTESTABLER)	CCDD1040
0041	5 CALL PART2 (LLP,LL,LLL,IC64,IC2)	CCDD1041
0042	IF(NJP.EQ.0) GO TO 6	CCDD1042
0043	WRITE(6,600)	CCDD1043
0044	600 FORMAT(1H0,47HOUTPUT OF ITEMS BEFORE AND AFTER CORRECTION OF ,	CCDD1044
0045	10HPREFECTURE)	CCDD1045
0046	6 CALL PART2 (NJP,NJ,NNJ,IC64,IC2)	CCDD1046
0047	IF(MJP.EQ.0) GO TO 7	CCDD1047
0048	WRITE(6,700)	CCDD1048
0049	700 FORMAT(1H0,47HOUTPUT OF ITEMS BEFORE AND AFTER CORRECTION OF ,	CCDD1049
0050	7HSPECIES)	CCDD1050

OKITAC 4500 FORTRAN SOURCE PROGRAM LIST

PAGE 0002

LINE NO.	STATEMENT	
0051	7 CALL PART2 (MJP,MJ,MMJ,IC42,IC3)	CCDD1051
0052	IF(IJP.EQ.0) GO TO 8	CCDD1052
0053	WRITE(6,800)	CCDD1053
0054	800 FORMAT(1H0,47HOUTPUT OF ITEMS BEFORE AND AFTER CORRECTION OF ,	CCDD1054
0055	18HDESIGN OF PLANTING)	CCDD1055
0056	8 CALL PART2 (IJP,IJ,IJJ,IC42,IC3)	CCDD1056
0057	IF(KKP.EQ.0) GO TO 9	CCDD1057
0058	WRITE(6,900)	CCDD1058
0059	900 FORMAT(1H0,47HOUTPUT OF ITEMS BEFORE AND AFTER CORRECTION OF ,	CCDD1059
0060	6HTRAITS)	CCDD1060
0061	9 CALL PART2 (KKP,KK,KKK,IC64,IC2)	CCDD1061
0062	IF(KJP1.EQ.0) GO TO 10	CCDD1062
0063	WRITE(6,1000)	CCDD1063
0064	1000 FORMAT(1H0,47HOUTPUT OF ITEMS BEFORE AND AFTER CORRECTION OF ,	CCDD1064
0065	19HPLUS TREE (GROUP 1))	CCDD1065
0066	10 CALL PART2 (KJP1,KJ1,KKJ1,IC42,IC3)	CCDD1066
0067	IF(KJP2.EQ.0) GO TO 11	CCDD1067
0068	WRITE(6,1100)	CCDD1068
0069	1100 FORMAT(1H0,47HOUTPUT OF ITEMS BEFORE AND AFTER CORRECTION OF ,	CCDD1069
0070	19HPLUS TREE (GROUP 2))	CCDD1070
0071	11 CALL PART2 (KJP2,KJ2,KKJ2,IC42,IC3)	CCDD1071
0072	IF(KJP3.EQ.0) GO TO 12	CCDD1072
0073	WRITE(6,1200)	CCDD1073
0074	1200 FORMAT(1H0,47HOUTPUT OF ITEMS BEFORE AND AFTER CORRECTION OF ,	CCDD1074
0075	19HPLUS TREE (GROUP 3))	CCDD1075
0076	12 CALL PART2 (KJP3,KJ3,KKJ3,IC42,IC3)	CCDD1076
0077	ENDFILE TEMFIL	CCDD1077
0078	CALL FILOUT	CCDD1078
0079	END	CCDD1079

```

LINE NO.      STATEMENT
0001          C SUBPROGRAM FOR CORRECTION OF PARAMETER
0002          C
0003          C SUBROUTINE PART1
0004          C
0005          C COMMON /B/ NN,MM,II,JJ,LL,NJ,MJ,IJ, KK,KJ1,KJ2,KJ3,
0006          C NN,MM,III,JJJ,LLL,NNJ,MMJ,IJJ,KK,KKJ1,KKJ2,KKJ3
0007          C
0008          C READ(CTOPD,100) NN,MM,II,JJ,LL,NJ,MJ,IJ,KK,KJ1,KJ2,KJ3
0009          C
0010          C 100 FORMAT(12I5,452X)
0011          C READ(5,105) NND,NMD,IID,JJD,LLD,NJD,MJD,IJD,KKD,KJD1,KJD2,KJD3
0012          C 105 FORMAT(12I5)
0013          C
0014          C NNN=NN+NND
0015          C MMM=MM+MMD
0016          C III=II+IID
0017          C JJJ=JJ+JJD
0018          C LLL=LL+LLD
0019          C NNJ=NJ+NJD
0020          C MMJ=MJ+MJD
0021          C IJJ=IJ+IJD
0022          C KKK=KK+KKD
0023          C KJ1=KJ1+KJ1
0024          C KJ2=KJ2+KJ2
0025          C KJ3=KJ3+KJ3
0026          C WRITE(6,200)
0027          C 200 FORMAT(1H1,45HCORRECTION OF INDEX-CORDING (C T O P D FILE)
0028          C /1H0,26HNUMBER OF INDIVIDUAL ITEMS
0029          C /1H0,8HCATEGORY,22X,17HNUMBERS CORRECTED,3X,11HDIFFERENCES,
0030          C /1H,50X,16HAFTER CORRECTION/)
0031          C WRITE(6,300) NND,NNN,MMD,MMM,IID,III,JJD,JJJ,LLL,LLD,NJD,NNJ,MJD,
0032          C /1H,50X,16HAFTER CORRECTION/)
0033          C 300 FORMAT(1H,16H TEST-PLANTATION,19X,15,15X,15
0034          C /1H,16H BREEDING REGION,19X,15,15X,15
0035          C /1H,18H BREEDING DISTRICT,17X,15,15X,15
0036          C /1H,29H DISTRICT AS UNITY OF TESTING,6X,15,15X,15
0037          C /1H,12H ESTABLISHER,23X,15,15X,15
0038          C /1H,11H PREFECTURE,24X,15,15X,15
0039          C /1H,8H SPECIES,27X,15,15X,15
0040          C 301 FORMAT(1H,19H DESGIN OF PLANTING,16X,15,15X,15
0041          C /1H,7H TRAITS,28X,15,15X,15
0042          C /1H,29H PLUS TREE OR NATIVE CULTIVAR
0043          C /1H,9H GROUP 1,26X,15,15X,15
0044          C /1H,9H GROUP 2,26X,15,15X,15
0045          C /1H,9H GROUP 3,26X,15,15X,15)
0046          C WRITE(TEMPIL,100) NNN,MMM,III,JJJ,LLL,NNJ,MMJ,IJJ,KKK,KKJ1,KKJ2,
0047          C KKKJ3
0048          C RETURN
0049          C END

```

```

LINE NO.      STATEMENT
0001          C SUBPROGRAM FOR CORRECTION OF INDEXES
0002          C
0003          C SUBROUTINE PART2 (IP,NOT,NOT,ID,IC)
0004          C DIMENSION TEM(64,3),TRA(64,3),GNAME(3),FMT(20),FW(20),FMT3(8),
0005          C FMT2(8),FW3(8),FW2(8)
0006          C DATA FW3/4H(1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H3A4),4H5X,4H3A4//,CCD3006
0007          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3007
0008          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3008
0009          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3009
0010          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3010
0011          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3011
0012          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3012
0013          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3013
0014          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3014
0015          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3015
0016          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3016
0017          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3017
0018          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3018
0019          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3019
0020          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3020
0021          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3021
0022          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3022
0023          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3023
0024          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3024
0025          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3025
0026          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3026
0027          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3027
0028          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3028
0029          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3029
0030          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3030
0031          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3031
0032          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3032
0033          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3033
0034          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3034
0035          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3035
0036          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3036
0037          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3037
0038          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3038
0039          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3039
0040          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3040
0041          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3041
0042          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3042
0043          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3043
0044          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3044
0045          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3045
0046          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3046
0047          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3047
0048          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3048
0049          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3049
0050          C /1H,4H,15,4H5X,4H15,4H5X,4H2A4//,CCD3050

```

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,(TEH(J,M),M=1,IC),(GNAME(M),M=1,IC)	CC003060
0061	GO TO 150	CC003061
0062	90 WRITE(6,FW) NO,KEY,(TEN(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(NE.ID) GO TO 140	CC003068
0069	WRITE(TEHFIL,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,(TEN(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(NE.ID) GO TO 150	CC003082
0083	WRITE(TEHFIL,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(NE.O.0) GO TO 1	CC003099
0100	WRITE(TEHFIL,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	CC0D4001
0002		CC0D4002
0003	SUBROUTINE FILOUT	CC0D4003
0004	COMMON /A/ NNP,NMP,IIP,JJP,LLP,NJP,MJP,IJP,KKP,KJP1,KJP2,KJP3	CC0D4004
0005		CC0D4005
0006	REWIND TEMFIL	CC0D4006
0007	IC2=2	CC0D4007
0008	IC3=3	CC0D4008
0009	IC4=42	CC0D4009
0010	IC5=64	CC0D4010
0011	READ(TEMFIL,50) NN,MM,II,JJ,LL,NJ,MJ,IJ,KK,KJ1,KJ2,KJ3	CC0D4011
0012	FORMAT(12I5,452X)	CC0D4012
0013	IF(NNP.EQ.0) GO TO 1	CC0D4013
0014	WRITE(6,100)	CC0D4014
0015	100 FORMAT(1H1,15HTEST-PLANTATION)	CC0D4015
0016	1 CALL OUTP (NMP,NN,IC4,IC3)	CC0D4016
0017	IF(NMP.EQ.0) GO TO 2	CC0D4017
0018	WRITE(6,200)	CC0D4018
0019	200 FORMAT(1H1,15HBREEDING REGION)	CC0D4019
0020	2 CALL OUTP (NMP,MM,IC5,IC2)	CC0D4020
0021	IF(IIP.EQ.0) GO TO 3	CC0D4021
0022	WRITE(6,300)	CC0D4022
0023	300 FORMAT(1H1,17HBREEDING DISTRICT)	CC0D4023
0024	3 CALL OUTP (IIP,II,IC4,IC3)	CC0D4024
0025	IF(IJP.EQ.0) GO TO 4	CC0D4025
0026	WRITE(6,400)	CC0D4026
0027	400 FORMAT(1H1,28HDISTRICT AS UNITY OF TESTING)	CC0D4027
0028	4 CALL OUTP (JJP,JJ,IC4,IC3)	CC0D4028
0029	IF(LLP.EQ.0) GO TO 5	CC0D4029
0030	WRITE(6,500)	CC0D4030
0031	500 FORMAT(1H1,11HESTABLISHER)	CC0D4031
0032	5 CALL OUTP (LLP,LL,IC5,IC2)	CC0D4032
0033	IF(NJP.EQ.0) GO TO 6	CC0D4033
0034	WRITE(6,600)	CC0D4034
0035	600 FORMAT(1H1,10HPREFECTURE)	CC0D4035
0036	6 CALL OUTP (NJP,NJ,IC5,IC2)	CC0D4036
0037	IF(MJP.EQ.0) GO TO 7	CC0D4037
0038	WRITE(6,700)	CC0D4038
0039	700 FORMAT(1H1,6HSPICIES)	CC0D4039
0040	7 CALL OUTP (MJP,MJ,IC4,IC3)	CC0D4040
0041	IF(IJP.EQ.0) GO TO 8	CC0D4041
0042	WRITE(6,800)	CC0D4042
0043	800 FORMAT(1H1,18HDESIGN OF PLANTING)	CC0D4043
0044	8 CALL OUTP (IJP,IJ,IC4,IC3)	CC0D4044
0045	IF(KKP.EQ.0) GO TO 9	CC0D4045
0046	WRITE(6,900)	CC0D4046
0047	900 FORMAT(1H1,6HTRAITS)	CC0D4047
0048	9 CALL OUTP (KKP,KK,IC5,IC2)	CC0D4048
0049	IF(KJP1.EQ.0) GO TO 10	CC0D4049
0050	WRITE(6,1000)	CC0D4050

LINE NO.	STATEMENT	
0051	1000 FORMAT(1H1, 9HPLUS TREE/1H,7HGROUP 1)	CC0D4051
0052	10 CALL OUTP (KJP1,KJ1,IC4,IC3)	CC0D4052
0053	IF(KJP2.EQ.0) GO TO 11	CC0D4053
0054	WRITE(6,1100)	CC0D4054
0055	1100 FORMAT(1H1,7HGROUP 2)	CC0D4055
0056	11 CALL OUTP (KJP2,KJ2,IC4,IC3)	CC0D4056
0057	IF(KJP3.EQ.0) GO TO 12	CC0D4057
0058	WRITE(6,1200)	CC0D4058
0059	1200 FORMAT(1H1,7HGROUP 3)	CC0D4059
0060	12 CALL OUTP (KJP3,KJ3,IC4,IC3)	CC0D4060
0061	STOP	CC0D4061
0062	RETURN	CC0D4062
0063	END	CC0D4063

```

LINE NO.      STATEMENT
0001          C SUBPROGRAM
0002          C
0003          SUBROUTINE OUTP (IP,NOT,ID,MM)
0004          DIMENSION GNAME(64,3)
0005          C
0006          IF(IP.NE.0) GO TO 10
0007          DO 20 I=1,NOT,ID
0008          READ(TEMPIL,100)
0009          100 FORMAT(512X)
0010          20 CONTINUE
0011          RETURN
0012          10 CONTINUE
0013          ICODE=0
0014          DO 30 J=1,NOT,ID
0015          JE=NOT-(J-1)
0016          IF(JE.GT.ID) JE=ID
0017          READ(TEMPIL,200) ((GNAME(L,M),M=1,MM),L=1,ID)
0018          200 FORMAT(128A4)
0019          DO 30 J=1,JE
0020          ICODE=ICODE+1
0021          WRITE(6,300) ICODE,(GNAME(J,M),M=1,MM)
0022          300 FORMAT(1H ,110,2X,3A4)
0023          30 CONTINUE
0024          RETURN
0025          END
CC0D5001
CC0D5002
CC0D5003
CC0D5004
CC0D5005
CC0D5006
CC0D5007
CC0D5008
CC0D5009
CC0D5010
CC0D5011
CC0D5012
CC0D5013
CC0D5014
CC0D5015
CC0D5016
CC0D5017
CC0D5018
CC0D5019
CC0D5020
CC0D5021
CC0D5022
CC0D5023
CC0D5024
CC0D5025

```

図-11 二元分類分散分析のプログラム

```

LINE NO.      STATEMENT
0001          C STATISTICAL ANALYSIS PROGRAM ( INCLUDES TWO WAY ANALYSIS OF VARIANCE)ANDV1001
0002          C ANDV1002
0003          COMMON NSTR,STRNAM(100,3),RIP,SUMX(10,100),SSOX(10,100),H(10,100),ANDV1003
0004          INTEGER RIP,ROW,COLUH
0005          DOUBLE PRECISION SUMX,SSOX
0006          C
0007          CALL LEBOUT
0008          CALL DATIN2
0009          CALL ANDVA
0010          END
ANDV1004
ANDV1005
ANDV1006
ANDV1007
ANDV1008
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,ANDV2001
0008          DATEXA(4),AGEPL,REPEX,TRAI,STRA(102),RIP,ROW,COLU  ANDV2002
0009          DOUBLE PRECISION CDATNO,DATNO,DIREC,SOFY,XEND  ANDV2003
0010          DIMENSION LOTP(11),PECHA(15),COHM(60),TRUNAM(64,3)  ANDV2004
0011          DATA XEND/5H999999/  ANDV2005
0012          C
0013          REWIND CLSIF  ANDV2006
0014          REWIND CTOPD  ANDV2007
0015          READ(5,25) CDATNO  ANDV2008
0016          25 FORMAT(A8)  ANDV2009
0017          2 READ(CLSIF,100) DATNO,NOTP,BRRE,BRDI,UNIT,PRRE,PREF,  ANDV2010
0018          (DATEST(I),I=1,4),(LOTP(I),I=1,11),(ALTI,DIREC,ANGSL,SOFY,  ANDV2011
0019          SPEC,DESPL,DENPL,NSTR,(DATEXA(I),I=1,4),AGEPL,REPEX,  ANDV2012
0020          TRAI,(PECHA(I),I=1,15),(COHM(I),I=1,60)  ANDV2013
0021          100 FORMAT(A6,I5,I13,4I2,11A4,14,A8,A4,A8,2I3,2I5,4I2,3I3,15A4,60A4,  ANDV2014
0022          1 77X)  ANDV2015
0023          IF(DATNO.NE.XEND) GO TO 3  ANDV2016
0024          WRITE(6,3100) CDATNO  ANDV2017
0025          3100 FORMAT(1H1,16H????? DATA NO = ,A8,23HIS NOT REGISTERED ?????)  ANDV2018
0026          STOP  ANDV2019
0027          3 READ(CLSIF,200) (STRA(I),I=1,102)  ANDV2020
0028          200 FORMAT(102I5,2X)  ANDV2021
0029          IF(DATNO.NE.CDATNO) GO TO 2  ANDV2022
0030          IF(SPEC.EQ.1) ICORRD=1  ANDV2023
0031          IF((SPEC.GT.1).AND.(SPEC.LT.8)) ICORRD=2  ANDV2024
0032          IF(SPEC.GT.7) ICORRD=3  ANDV2025
0033          READ(CTOPD,300)  ANDV2026
0034          300 FORMAT(12I5,452X)  ANDV2027
0035          WRITE(6,400) DATNO  ANDV2028
0036          400 FORMAT(1H1,6HNUMBER,24X,A8)  ANDV2029
0037          WRITE(6,500)  ANDV2030
0038          500 FORMAT(1H0,15HTEST-PLANTATION)  ANDV2031
0039          DO 40 I=1,MN,42  ANDV2032
0040          READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,3),M=1,42)  ANDV2033
0041          600 FORMAT(128A4)  ANDV2034
0042          IB=1  ANDV2035
0043          IE=IB+41  ANDV2036
0044          IF((NOTP.GE.IB).AND.(NOTP.LE.IE)) GO TO 45  ANDV2037
0045          GO TO 40  ANDV2038
0046          45 M=NOTP-(I-1)  ANDV2039
0047          WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,3)  ANDV2040
0048          700 FORMAT(1H*,30X,3A4)  ANDV2041
0049          40 CONTINUE  ANDV2042
0050          WRITE(6,800)  ANDV2043

```

```

LINE NO.      STATEMENT
0051          800 FORMAT(1H0,14HBRDRING REGION)  ANDV2051
0052          READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,2),M=1,64)  ANDV2052
0053          WRITE(6,700) (TRUNAM(BRRE,N),N=1,2)  ANDV2053
0054          WRITE(6,900)  ANDV2054
0055          900 FORMAT(1H0,17HBRREEDING DISTRICT)  ANDV2055
0056          READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,3),M=1,42)  ANDV2056
0057          WRITE(6,700) (TRUNAM(BRDI,N),N=1,3)  ANDV2057
0058          WRITE(6,1000)  ANDV2058
0059          1000 FORMAT(1H0,28HDISTRICT AS UNITY OF TESTING)  ANDV2059
0060          DO 50 I=1,JJ,42  ANDV2060
0061          READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,3),M=1,42)  ANDV2061
0062          IE=I+41  ANDV2062
0063          IF((UNIT.GE.I).AND.(UNIT.LE.IE)) GO TO 55  ANDV2063
0064          GO TO 50  ANDV2064
0065          55 M=UNIT-(I-1)  ANDV2065
0066          WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,3)  ANDV2066
0067          50 CONTINUE  ANDV2067
0068          WRITE(6,1100)  ANDV2068
0069          1100 FORMAT(1H0,11HESTABLISHER)  ANDV2069
0070          DO 60 I=1,LL,64  ANDV2070
0071          READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,2),M=1,64)  ANDV2071
0072          IE=I+63  ANDV2072
0073          IF((PRRE.GE.I).AND.(PRRE.LE.IE)) GO TO 65  ANDV2073
0074          GO TO 60  ANDV2074
0075          65 M=PRRE-(I-1)  ANDV2075
0076          WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,2)  ANDV2076
0077          60 CONTINUE  ANDV2077
0078          WRITE(6,1200)  ANDV2078
0079          1200 FORMAT(1H0,10HPREFECTURE)  ANDV2079
0080          DO 70 I=1,NJ,64  ANDV2080
0081          READ(CTOPD,600) ((TRUNAM(M,N),N=1,2),M=1,64)  ANDV2081
0082          IE=I+63  ANDV2082
0083          IF((PREF.GE.I).AND.(PREF.LE.IE)) GO TO 75  ANDV2083
0084          GO TO 70  ANDV2084
0085          75 M=PREF-(I-1)  ANDV2085
0086          WRITE(6,700) (TRUNAM(M,N),N=1,2)  ANDV2086
0087          70 CONTINUE  ANDV2087
0088          WRITE(6,1300) (DATEST(I),I=1,4)  ANDV2088
0089          1300 FORMAT(1H0,21HDATE OF ESTABLISHMENT,9X,2I2,1H,,12,1H,,12)  ANDV2089
0090          WRITE(6,1400) (LOTP(I),I=1,11)  ANDV2090
0091          1400 FORMAT(1H0,8HLOCALITY,22X,11A4)  ANDV2091
0092          WRITE(6,1500) ALTI  ANDV2092
0093          1500 FORMAT(1H0,8HALTITUDE,22X,14)  ANDV2093
0094          WRITE(6,1600) DIREC  ANDV2094
0095          1600 FORMAT(1H0,22HDIRECTION OF EXPOSURE,8X,A8)  ANDV2095
0096          WRITE(6,1700) ANGL  ANDV2096
0097          1700 FORMAT(1H0,14HANGLE OF SLOPE,16X,A4)  ANDV2097
0098          WRITE(6,1800) SOFY  ANDV2098
0099          1800 FORMAT(1H0,9H50IL TYPE,21X,A8)  ANDV2099
0100          WRITE(6,1900)  ANDV2100

```

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) (DATEX(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 CHARGE,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
		IF(L.EQ.1) KJ=KJ1

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		STRAH(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) ( I, (STRAH(I,J),J=1,3),I=1,NSTR)
0175	3000	FORMAT(1H,30X,5(1H,13,1H),3A4,2X)/
0176		1 RETURN (1H,30X,5(1H,13,1H),3A4,2X))
0177		END
0178		END

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

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 SUH OF SQUARE
0002          C
0003          SUBROUTINE DATIN2
0004          COMMON NSTR,STRNAM(100,3),RIP,SUMX(10,100),SSOX(10,100),M(10,100),H(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,ANDV3013
0014          15,13X,15)
0015          IF(ROW*COLUM.EQ.0) GO TO 5
0016          WRITE(6,300) ROW,COLUM
0017          300 FORMAT(1H ,22HNUMBER OF ROW IN PLOTS,8X,15/1H ,25HNUMBER OF COLUMNS,ANDV3017
0018          1 IN PLOTS,5X,15)
0019          N=ROW*COLUM
0020          DO 20 I=1,RIP
0021          DO 20 J=1,NSTR
0022          20 M(I,J)=N
0023          GO TO 30
0024          5 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=5X+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
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,GTIX,TSOX,TSSD,TSRIP,TXSTR(100),TXRIP(10),
0007          SUMSTR(100),SUMX,SSOX,DSSD(10,100),AVERAG,XMEN(10,100),TSSSTR,
0008          REP(12),SSDSTR,CF
0009          INTEGER RIP
0010          EQUIVALENCE (SUMX(1),XMEN(1)),(SSOX(1),DSSD(1)),
0011          (RXMEN(1),SD(1),CV(1)),(TXSTRS,SGTX,TSTR,TSUMXS,SDSTR),
0012          (STRHEN,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
0016          C
0017          NGT=0
0018          TSUMX=0.
0019          GTIX=0.
0020          TSOX=0.
0021          TSSD=0.
0022          TSRIP=0.
0023          DO 10 J=1,NSTR
0024          NTSTR(J)=0
0025          TXSTR(J)=0.
0026          SUMSTR(J)=0.
0027
0028          10 CONTINUE
0029          DO 20 I=1,RIP
0030          NTRIP(I)=0.
0031          TXRIP(I)=0.
0032          DO 30 J=1,NSTR
0033          N=M(I,J)
0034          NTSTR(J)=NTSTR(J)+N
0035          NTRIP(I)=NTRIP(I)+N
0036          NGT=NGT+N
0037          TSUMX=TSUMX+SUMX(I,J)
0038          SUMSTR(J)=SUMSTR(J)+SUMX(I,J)
0039          DSSD(I,J)=SSOX(I,J)-SUMX(I,J)*SUMX(I,J)/FLOAT(N)
0040          AVERAG=SUMX(I,J)/FLOAT(N)
0041          XMEN(I,J)=AVERAG
0042          TXSTR(J)=TXSTR(J)+AVERAG
0043          TXRIP(I)=TXRIP(I)+AVERAG
0044          GTIX=GTIX+AVERAG
0045          TSOX=TSOX+AVERAG*AVERAG
0046
0047          30 CONTINUE
0048          TSRIIP=TSRIIP+TXRIP(I)*TXRIP(I)
0049          DO 40 J=1,NSTR
0050          TSSSTR=TSSSTR+TXSTR(J)*TXSTR(J)
0051          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          STRMEN
0069          500 FORMAT(1H ,1H(,13,1H),3A4,12F9.3)
0070          60 CONTINUE
0071          SGTX=GTIX
0072          GMEN=GTIX/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          /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	ANOV4101
0101	SSDSTR=SSDSTR+DSSD(I,J)	ANOV4101
0102	120 CONTINUE	ANOV4102
0103	SDSTR=SSDSTR/FLOAT(NTSTR(J))-RIP)	ANOV4103
0104	SDSTR=SQRT(SSDSTR)	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(1H1,30HCOEFFICIENT 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=SQRT(SSD)	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=SQRT(SSDSTR)	ANOV4120
0121	STRMEN=TXSTR(J)/FLOAT(CRIP)	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=GTGX*GX/FLOAT(NSTR*RIP)	ANOV4126
0127	SST=TSOX-CF	ANOV4127
0128	SSRIP=TSRIP/FLOAT(NSTR)-CF	ANOV4128
0129	SSSTR=SSSTR/FLOAT(RIP)-CF	ANOV4129
0130	SSERR=SST-SSRIP-SSSTR	ANOV4130
0131	IDFRIP=RIP-1	ANOV4131
0132	IDFSTR=NSTR-1	ANOV4132
0133	IDFERR=IDFT-IDFRIP-IDFSTR	ANOV4133
0134	IDFP=NGT-NSTR*RIP	ANOV4134
0135	STRMS=SSSTR/FLOAT(IDFSTR)	ANOV4135
0136	RIPMS=SSRIP/FLOAT(IDFRIP)	ANOV4136
0137	ERRMS=SSERR/FLOAT(IDFERR)	ANOV4137
0138	PMS=TSDD/FLOAT(IDFP)	ANOV4138
0139	SSP=TSDD	ANOV4139
0140	FSTR=STRMS/ERRMS	ANOV4140
0141	FRIP=RIPMS/ERRMS	ANOV4141
0142	WRITE(6,1400)	ANOV4142
0143	1400 FORMAT(///1H,20HANALYSIS OF VARIANCE	ANOV4143
0144	1 /1H0,10X,6HFACTOR,17X,2HDF,18X,2HSS,18X,2HMS,8X,2HFO)	ANOV4144
0145	WRITE(6,1500) IDFRIP,SSRIP,RIPMS,FRIP, IDFSTR,SSSTR,STRMS,FSTR	ANOV4145
0146	1500 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	ANOV4151
0151	1 STOP	ANOV4151
0152	RETURN	ANOV4152
0153	END	ANOV4153
0154		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が行なっている。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 bassianaB. tenellaMetarrhizium anisopliaeIsaria fumosoroseaPaecilomyces 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、いづ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
<u>B. bassiana</u>		0	1	3	2	1	5
<u>B. tenella</u>		1	2	3	2	2	5
<u>M. anisopliae</u>		0	2	4	1	1	1
<u>Paecilomyces</u> sp.		0	1	2	1	2	1
<u>I. fumosorosea</u>		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、同試構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、さらにパ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
<u>B. tenella</u> 菌+パーク堆肥	4.1	9.2	36.6	13.3	0.0	2.9	28.6	2.9
<u>B. tenella</u> 菌単用	2.6	9.2	37.9	11.8	0.0	7.1	35.7	7.1
<u>M. anisopliae</u> +パーク堆肥	66.2	19.2	9.8	85.4	2.4	15.3	59.0	17.7
<u>M. anisopliae</u> 単用	49.0	35.3	11.8	84.3	14.3	30.0	44.3	44.3
パーク堆肥(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(4m<sup>2</sup>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
<u>B. tenella</u> 菌+パーク堆肥	1.8	0.7	0.0	2.0	0.8	1.0	0.7	2.0
<u>B. tenella</u> 菌単用	1	0	1	1	0	1	0	1
<u>M. anisopliae</u> +パーク堆肥	7.3	2.3	0.3	9.9	7.7	1.7	0.0	9.4
<u>M. anisopliae</u> 単用	5	4	1	10	20	4	0	24
パーク堆肥(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(4m<sup>2</sup>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
<u>B. tenella</u> 菌+パーク堆肥	4.0	1.3	0.0	5.3	6.0	0.7	0.0	6.7
<u>B. tenella</u> 菌単用	3	0	0	3	2	2	0	4
<u>M. anisopliae</u> +パーク堆肥	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.7
<u>M. anisopliae</u> 単用	0	0	0	0	0	0	0	0
パーク堆肥(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、土壌汚染、流行地土壌利用などによった。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。土壌中に EPV を混入する方法が比較的発病率が高い。この場合、土壌 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 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	令	供試頭数	EPV 死 (死亡までの日数)	その他死	生 残
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 Kg				
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.	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 $\mu$ l / 頭	{	2	5	1 (142)	1	3
人参添食	2	5	3 (27, 118, 142)	1	1	
土壌散布	2	2	2 (104, 104)	0	0	
(4 ml / cup)	{	2	2			
Cont.	2	5	0	0	5	

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

#### (4) 2, 3 令, 23-25 $^{\circ}$ C, 個別飼育

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	
土壌表面	{	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  $4.6 \times 10^{-7}$  / ml 11 月 9 日接種

#### (5) EPV 流行地土壌による飼育, 供試虫採集地瀬戸市 22-25 $^{\circ}$ C 個別飼育

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ふ) 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みえる。

### (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°C 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  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  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 とす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°C の範囲では温度の高い程発育良好、0°C, 30°C では発育が抑えられる。35°C では全く発育しない。このうち 0°C では発育抑制だけで生存していたが、35°C 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 (°C)	5 日後		10 日後	
	$\bar{x}$	± SD	$\bar{x}$	± SD
0	0		0	
5	+		5.5 ± 0.87	
10	6.7 ± 0.29		15.0 ± 0	
15	11.2 ± 0.29		26.3 ± 0.29	
20	15.5 ± 1.32		32.0 ± 2.78	
25	21.5 ± 0.50		41.3 ± 1.76	
30	18.0 ± 0.50		19.2 ± 1.61	
35	0		0	
常温	2.8 ± 0.58		8.0 ± 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		10 日後	
	$\bar{x}$	± SD	$\bar{x}$	± SD
4.0	16.0 ± 0.82		30.3 ± 8.64	
5.0	21.3 ± 0.87		42.0 ± 1.35	
6.0	23.6 ± 0.63		47.1 ± 0.48	
6.2	22.3 ± 0.29		48.1 ± 2.67	
7.0	25.3 ± 1.04		49.6 ± 0.75	
8.0	26.5 ± 0.82		49.3 ± 1.50	
8.8	26.4 ± 0.63		50.0 ± 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* 等其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 spore	9(4,7,9/9)	1	0	7(3,7,7/7)	3	0
×10 (20日培養) ×100	7(7,7,6/7)	2	1	7(7,7,7/7)	3	0
Conidia $10^7/ml$	1(14)	3	6(1)	6(9,14,6/6)	4	0
(52日培養) 体表塗布	9(4,7,7/9)	1	0			
cont.	0	2	8(1)	9(7,9,9/9)	1	0
	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 spore	1	6	0	3
×10 (35日培養) ×100	0	4	0	6
Conidia $10^7/ml$	1	4	0	5
(67日培養) $10^6$	2	4	2	2
$10^5$	1	3	2	4
cont.	0	5	3	2
	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 $85 \times 10^6 / ml$ 液 dip. (20日培養) 平板塗布 (コロガシ)	3	1	1	0	1	4(1)
平板培養 1 cm 土中混入	1	1	3(1)	0	3	2(2)
Blasto- $85 \times 10^6 / ml$ 液 dip. spore 塗布				2	1	2(2)
0.5g を 100g 土壌へ混入				0	2	3
cont.	0	1	2	0	3	2
				1	1	3(2)
	0	1	2	0	1	4

( ) 内は成虫羽化後発病 (感染) 死したものの

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  $10^7 / ml$  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  $10^5 / ml$  濃度で 90~100% の感染率であるのに対し、 $10^6 / ml$  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术を組み込み, 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%), ダイアジン (40%);

殺菌剤: ダイフナー (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。

菌培養蛹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				
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	19	20	20	18
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
ダイファー	16	13	15	15	17	16	17	15	19	16	17	12				
ダイセン	17	13	16	13	14	13	14	12	12	11	15	16	17	11	16	19
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				
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か月以内と短かかった。この率での混和は胞子の混和率が土壌1kg当り $2 \times 10^8$ 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~1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℃では大きなちがいがみられなかった。

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。乾燥豚ふんは未発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 個製作し、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作り、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 Kg/m<sup>2</sup> + MPP 5% 粒剤 6 g/m<sup>2</sup>
- B-b : ワラ堆肥 2 Kg/m<sup>2</sup>
- B-1 : 菌量少ないパーク 2 Kg/m<sup>2</sup>
- B-2 : 米ぬか菌パーク 2 Kg/m<sup>2</sup>
- B-3 : 菌パーク 4 Kg/m<sup>2</sup>
- C : 菌パーク 1 Kg + 無菌パーク 1 Kg + MPP 6 g/m<sup>2</sup>
- D : 無菌パーク 2 Kg/m<sup>2</sup>
- E : 菌パーク 1 Kg + 無菌パーク 1 Kg/m<sup>2</sup>
- F : 無菌パーク 2 Kg + MPP 6 g/m<sup>2</sup>
- G : 菌パーク 2 Kg/m<sup>2</sup>
- H : 無処理

各区 12 m × 27 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。軟化病症状のものに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.

区	根量少+枯死	根量多
A	2.32 $\pm$ 0.34	9.89 $\pm$ 1.56
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	1.000 $\pm$ 1.40
C	2.86 $\pm$ 0.34	9.30 $\pm$ 2.04
D	3.30 $\pm$ 0.39	1.010 $\pm$ 1.49
E	6.46 $\pm$ 0.36	1.370 $\pm$ 1.03
F	3.80 $\pm$ 0.57	5.80 $\pm$ 1.67
G	3.56 $\pm$ 0.47	7.40 $\pm$ 1.26
H	3.16 $\pm$ 0.28	6.70 $\pm$ 0.92
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
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
常温	$\frac{1}{3}$ Bt	0	$\frac{1}{1}$ 軟	$\frac{1}{1}$ Bt	$\frac{1}{1}$ 軟	0	$\frac{1}{3}$ 軟	$\frac{2}{3}$ Bt
								$\frac{1}{3}$ 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	"
"	<u>M.anisopliae</u> 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<sup>2</sup>)

区	虫態	調査月日			
		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	—
K 1.2 (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	2.0.0
	計	0	0	0.5	2.0.0
7.8 (Ma蚕蛹)	幼虫	0	0	1.0	9.0
	計	0	0	1.0	9.0
9.1.0 (cont.)	幼虫	0	0	2.5	1.8.5
	計	0	0	2.5	1.8.5
F (Bt大豆)	成虫	—	2.3.0±5.0		
	蛹	—	1.4.0±2.7		
	幼虫	—	2.0±0.6	5.7±0.8	1.9.3±3.2
	計	—	3.9.0		
(Ma大豆)	成虫	—	1.0.0±1.9		
	蛹	—	5.0±2.1		
	幼虫	—	0.5±0.2	7.0±3.5	1.5.0±3.5
	計	—	1.5.5		
(Ma蚕蛹)	成虫	—	1.0.5±2.6		
	蛹	—	4.5±2.0		
	幼虫	—	1.7±0.6	9.7±4.8	1.4.7±3.3
	計	—	1.6.7		
(cont.)	成虫	—	2.3.8±6.8		
	蛹	—	1.4.5±4.7		
	幼虫	—	4.1±2.3	5.3±1.7	2.5.0±4.0
	計	—	4.2.4		

(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1m<sup>2</sup>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, 7, 24 = 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, 3, 19 = 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, 7, 26 = 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

黒きょう病菌 *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* のピロドコガネに対する病原性

ピロドコガネ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 + ママレモン	$10^7$	7 (5)	1	(11-11)
	$10^6$	5 (3)	0	(11-11)
	$10^5$	4 (2)	3	(11- )
	$10^4$	3 (0)	2	(38- )
Conidia (塗布 コロガシ)	$10^7$	10 (8)	0	(11-11)
	$\times 1$	2 (1)	0	(11- )
	$\times 10$	5 (3)	1	(7- )
Blastospore	$\times 10^2$	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

接種液濃度	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
0	25	1	6	25	0	3
10 <sup>-5</sup>	25	7	3	25	6	2
10 <sup>-4</sup>	25	19	2	25	17	1
10 <sup>-3</sup>	25	25	0	25	25	0
10 <sup>-2</sup>	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

接種液濃度	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
0	25	0	3	25	0	3
10 <sup>-5</sup>	25	6	2	25	3	0
10 <sup>-4</sup>	25	10	1	25	5	1
10 <sup>-3</sup>	25	14	1	25	19	0
10 <sup>-2</sup>	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

接種液濃度	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
0	25	0	4	25	0	8
10 <sup>-5</sup>	25	0	4	25	0	9
10 <sup>-4</sup>	25	1	0	25	1	8
10 <sup>-3</sup>	25	0	0	25	1	9
10 <sup>-2</sup>	25	1	2	25	5	11

(4) オオスジコガネに対するMc-Virusの病原性

接種液濃度	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
0	25	0	14	25	0	9
10 <sup>-5</sup>	25	2	9	25	0	8
10 <sup>-4</sup>	25	1	10	25	3	9
10 <sup>-3</sup>	25	5	5	25	8	5
10 <sup>-2</sup>	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、堆肥に菌糸が十分に繁殖し、施用できるようになる。バーク堆肥の外、トウキピカす堆肥、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ければ、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: こがね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



## 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）および大阪管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・青森の各管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 <sup>3</sup> )
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	
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	245.5
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	1,082.7
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	
24	ミチノ沢堰堤	純コン	41.0	7.0	408.0
25	勘七沢堰堤	純コン	33.5	6.0	487.5
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

水抜孔寸法 (m)	水抜孔個数	伸縮継目 (本数)	施工年度	所轄	
				営林局名 (県名)	営林署名 (事務所名)
0.3φ	5	3	1976	熊本	鹿児島
0.3φ	5	0	1976		
0.3φ	5	3	1976		
0.5×0.5	2	5	1975		長崎
0.5×0.5	2	1	1975		福岡
0.7×0.5	3	0	1961	高知	大橋
0.6×0.4	5	0	1958		
0.5×0.4	6	0	1958		
0.5×0.5	5	0	1957		
0.52φ	7	2	1975		徳島
0.7×0.5	2	0	1960		
0.7×0.4	3	0	1968		
0.6φ	3	0	1968		
0.8φ	1	縁切	1964		
0.8φ	1	縁切	1963		
0.52φ	5	2	1977		
0.52φ	5	2	1976		
0.5×0.5	3	0	1962	大阪	西条
0.5×0.5	3	0		青森	大鱒
0.5φ	2	0	1971		
0.4φ	2	0	1974		三本木
0.4φ	3	0	1974		鎌ヶ沢
0.4φ	4	1	1974		白石
0.5φ	4	1	1974		石尻
0.5φ	5	1	1974		川尻
			1975		古川
0.4φ	2	1	1976		
0.4φ	2	1	1975		
—	0	0	1972		
0.4φ	2	1	1974		
0.5φ	2	1	1975		
0.4×0.4	5	1	1963		中新田
0.5×0.5	1	0	1975	(愛知)	(豊田)
0.4×0.4	1	0	1973		
0.4×0.4	1	1	1973		
—	0	1	1973		

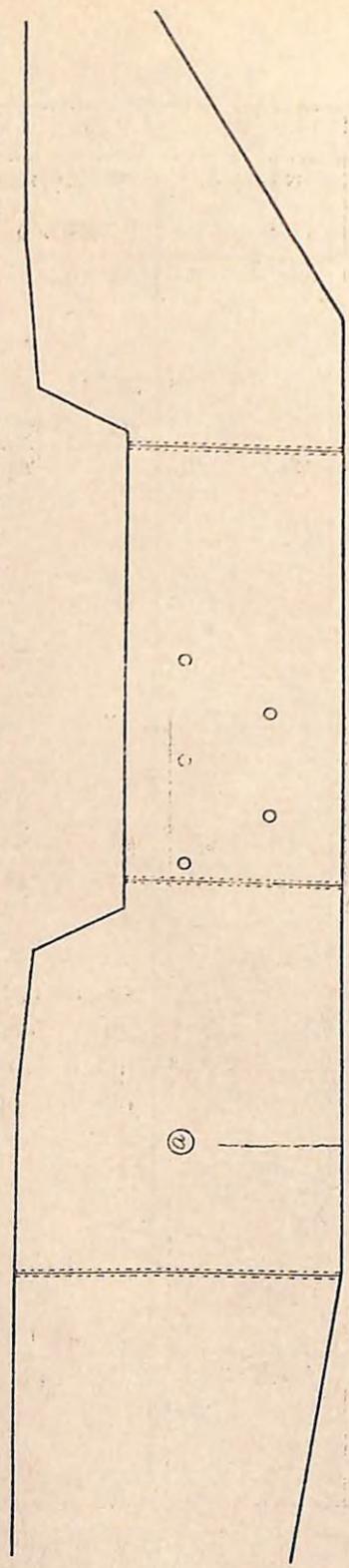


図-1 桜島長谷川1号谷止(1)の形状とクラック発生位置

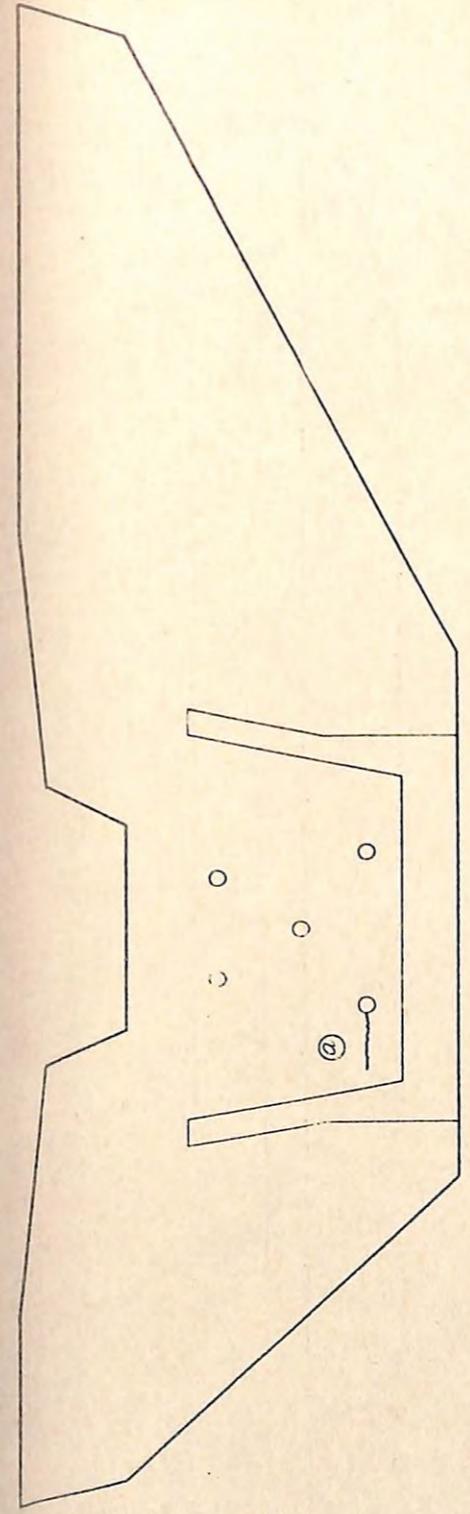
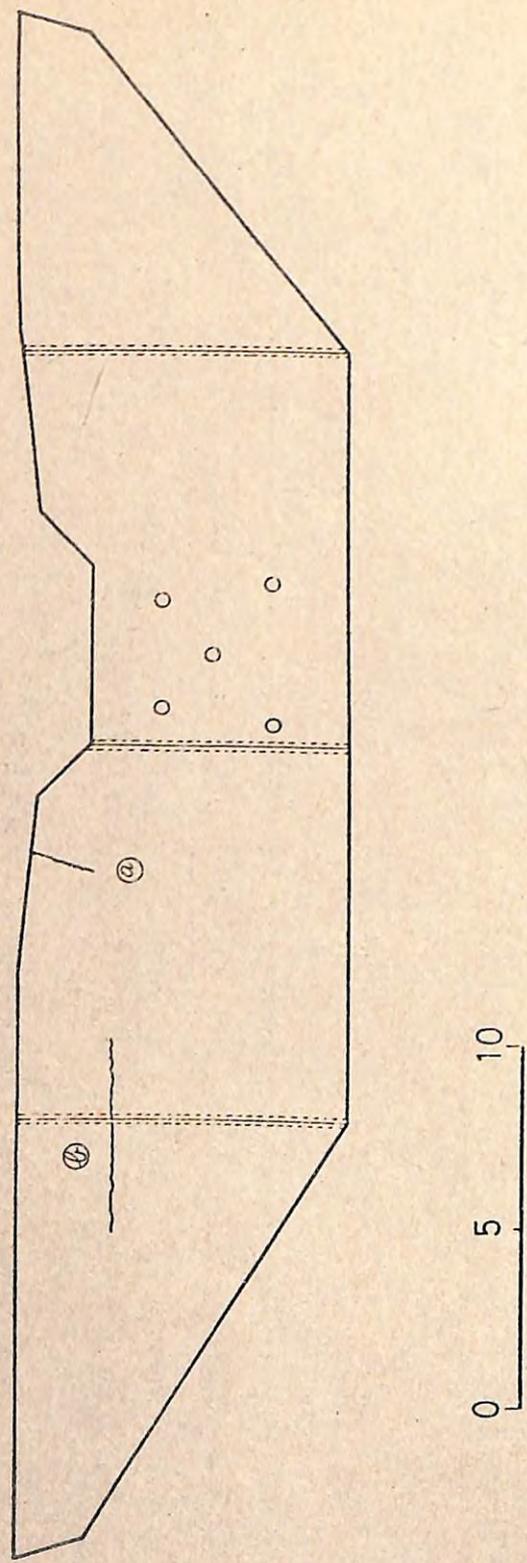
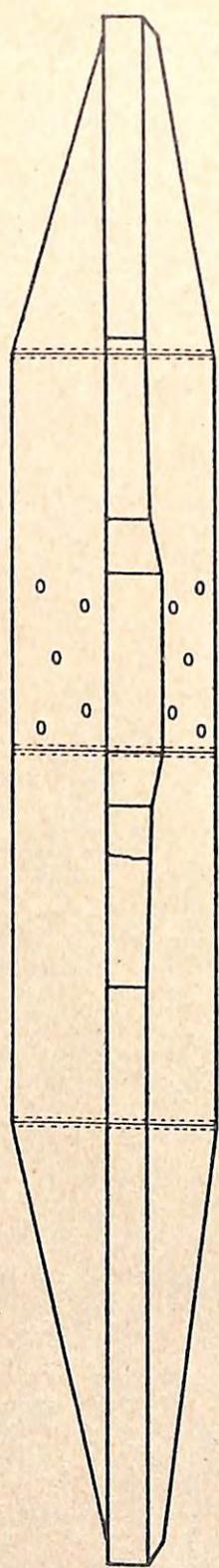


図-2 桜島中津野川1号谷止(2)の形状とクラック発生位置



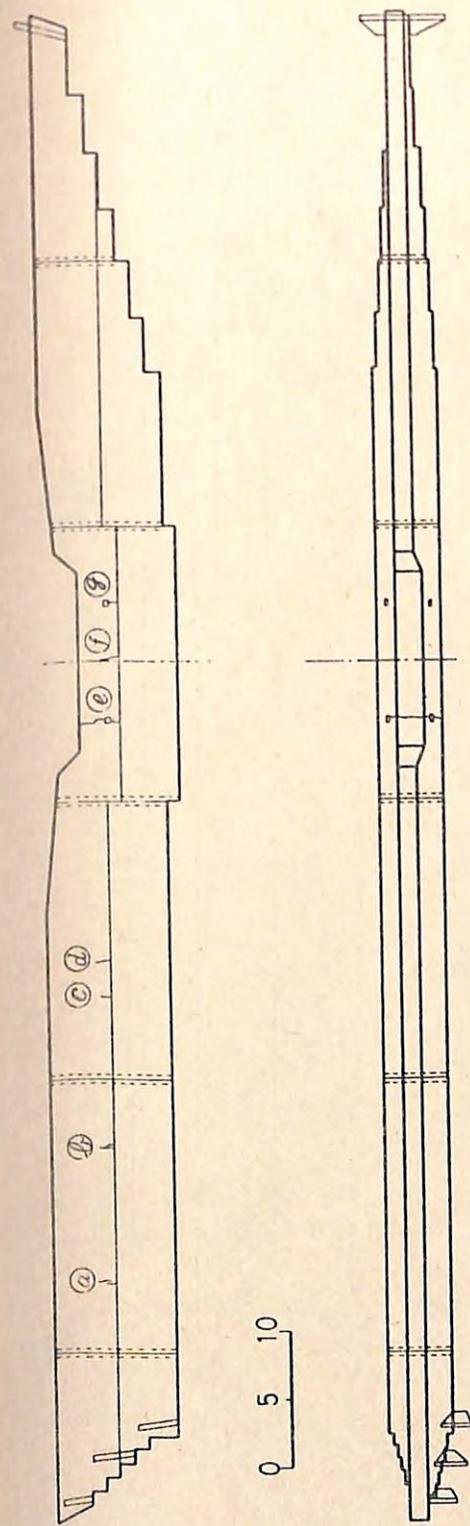
0 5 10

図-3 桜島横石沢1号谷止(3)の形状とクラック発生位置



0 5 10

図-4 眉山4溪10号谷止(4)の形状とクラック発生位置



0 5 10

図-5 宇美山1号谷止(5)の形状とクラック発生位置

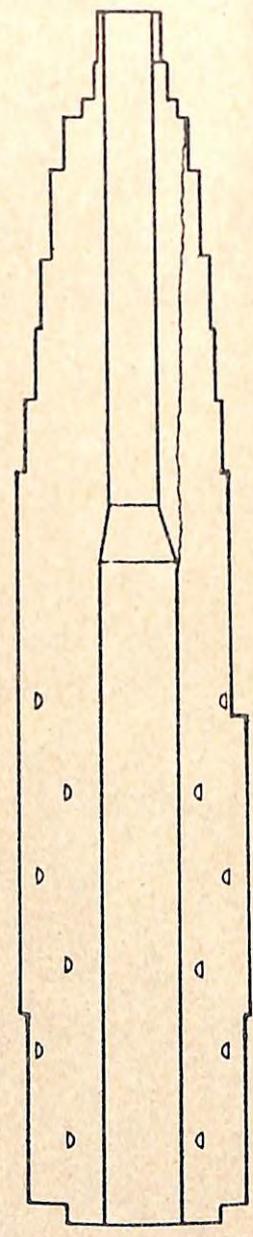
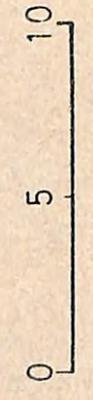
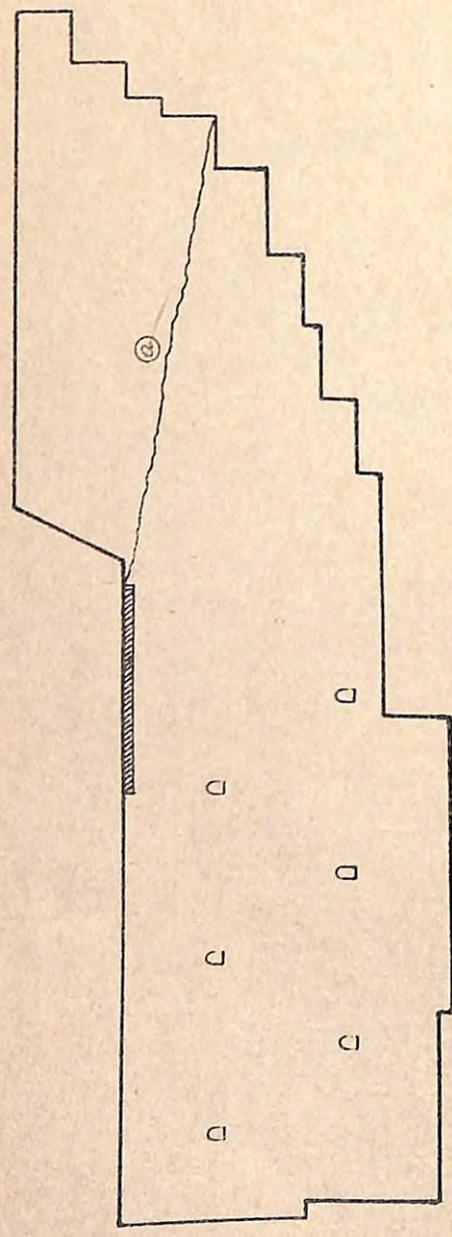


図-6 柳井谷2号谷止(7)の形状とクラック発生位置

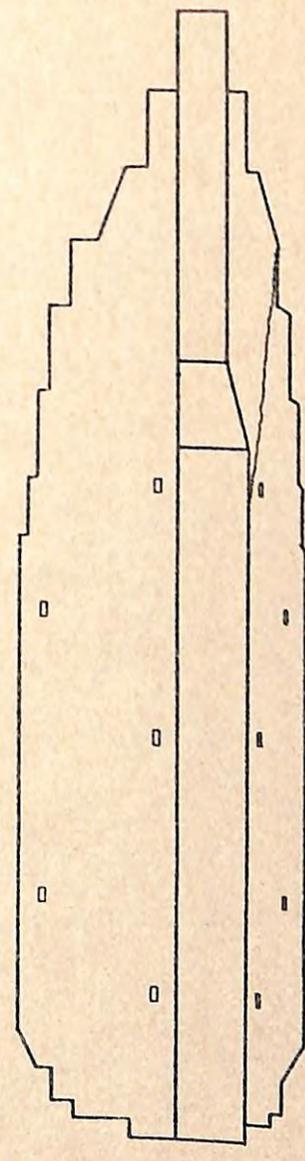
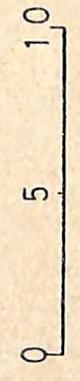
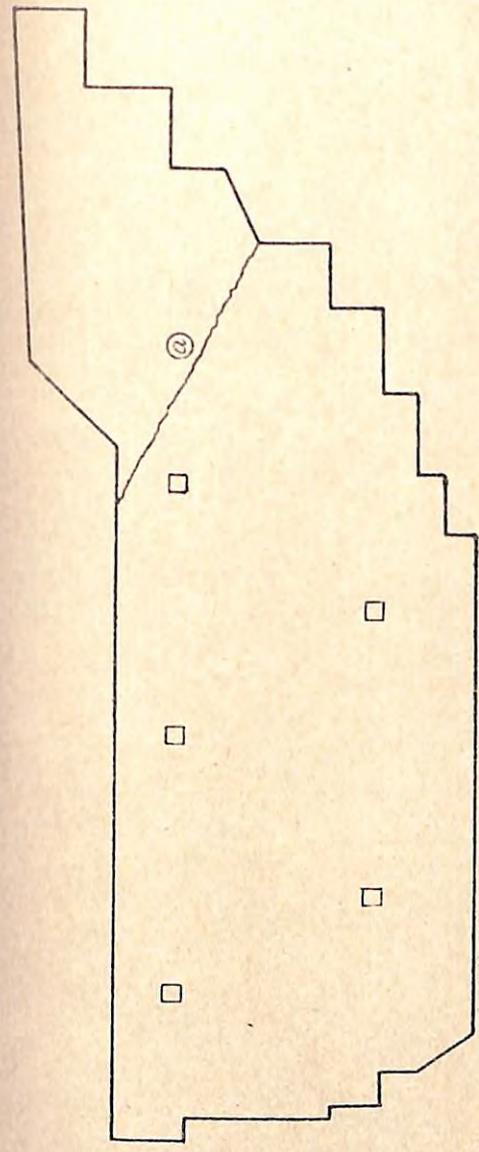


図-7 柳井谷5号谷止(8)の形状とクラック発生位置

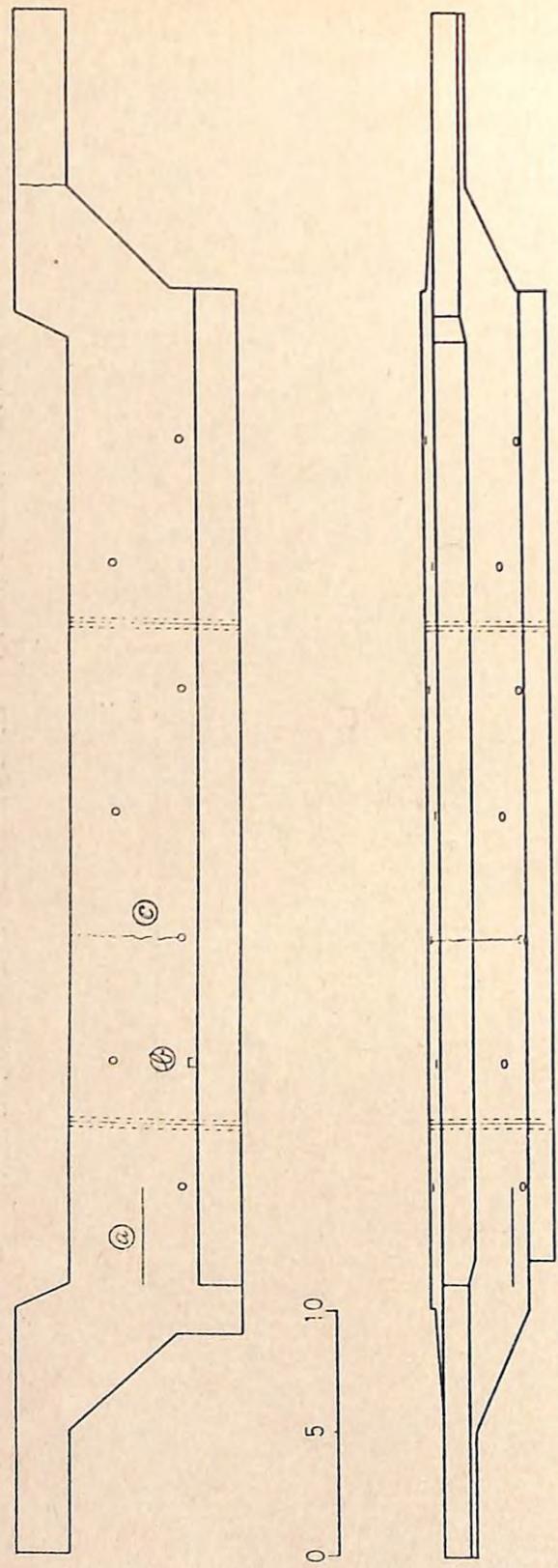


図-8 松邦川1号床固(9)の形状とクラック発生位置

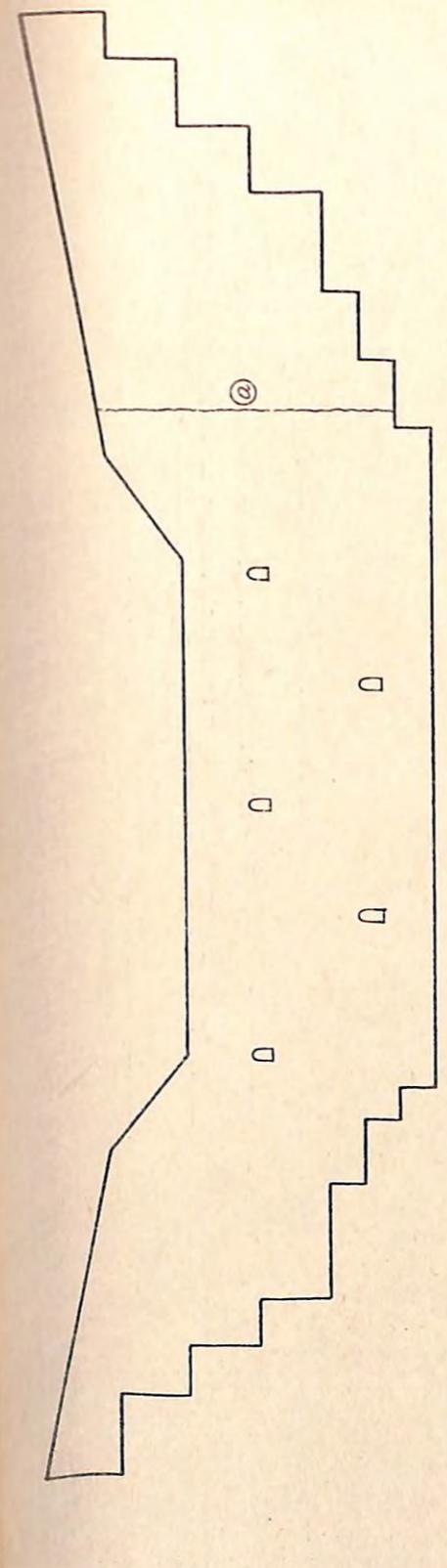


図-9 榎尾谷6号床固(10)の形状とクラック発生位置

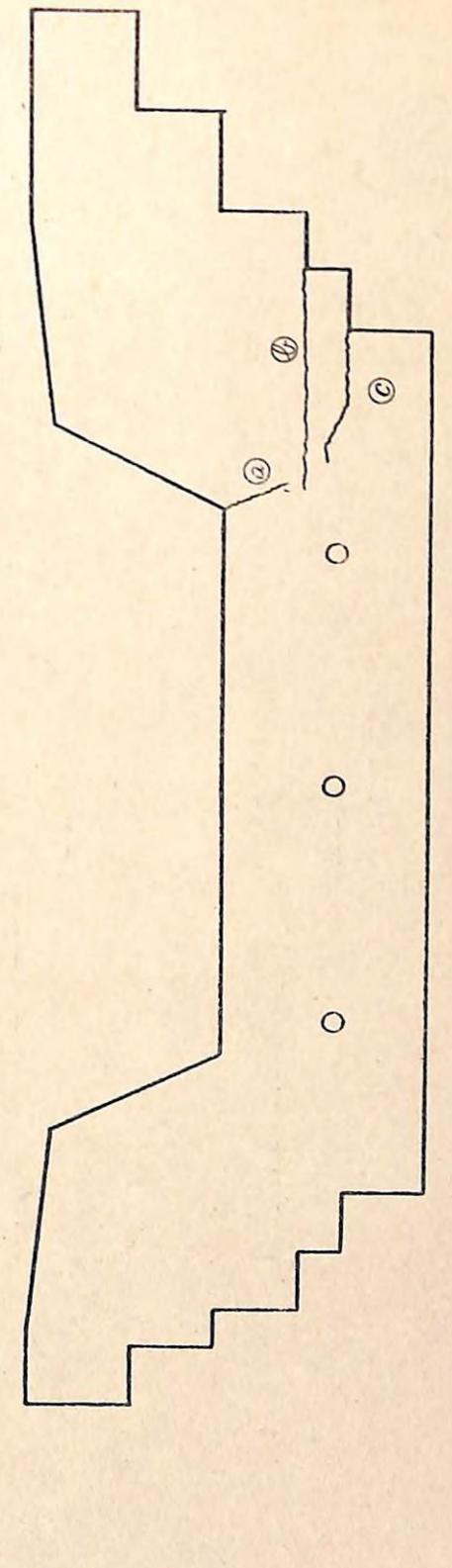


図-10 榎尾谷13号床固(11)の形状とクラック発生位置

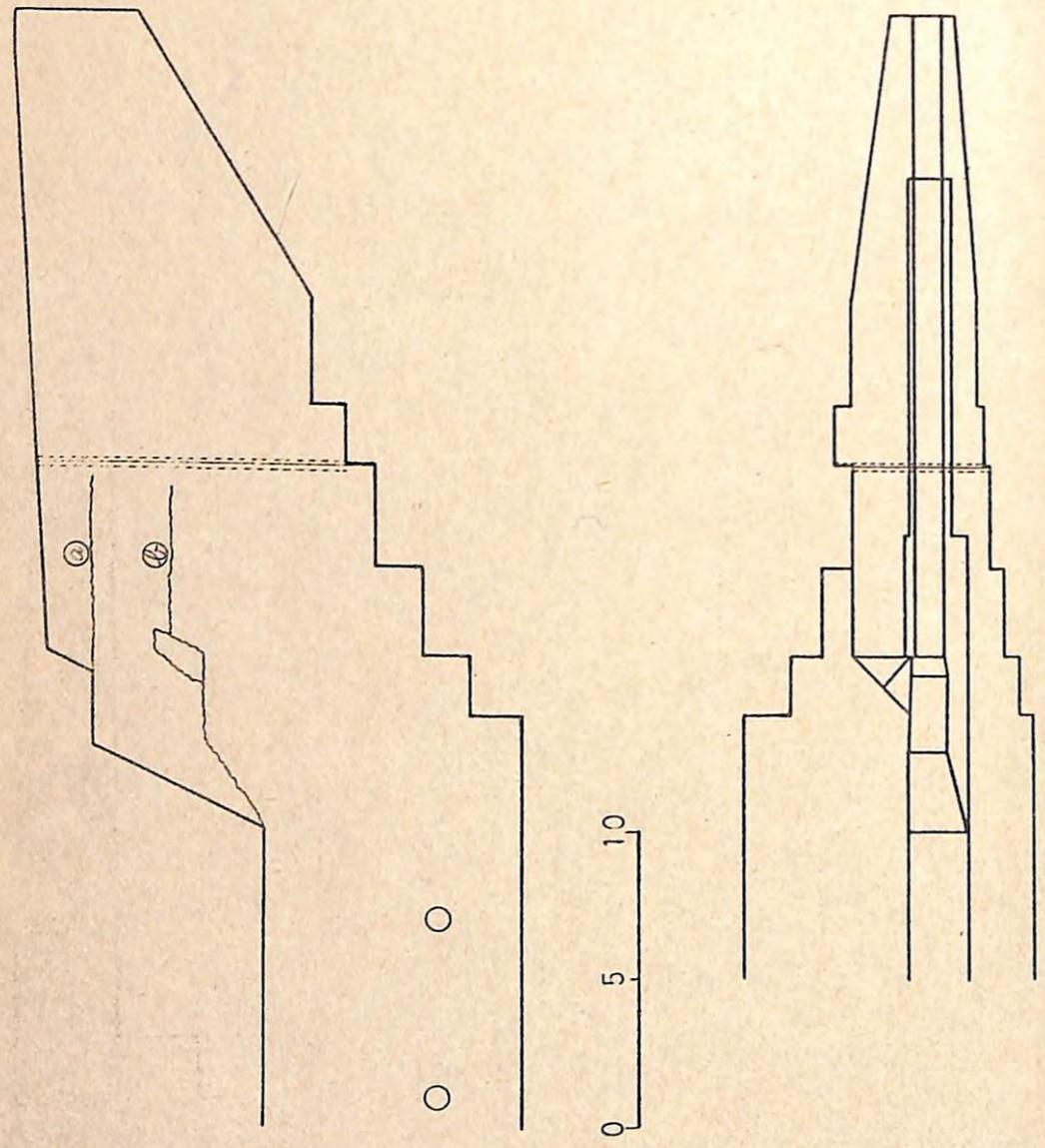


図-11 祖谷川平谷2号床固(12)の形状とクラック発生位置

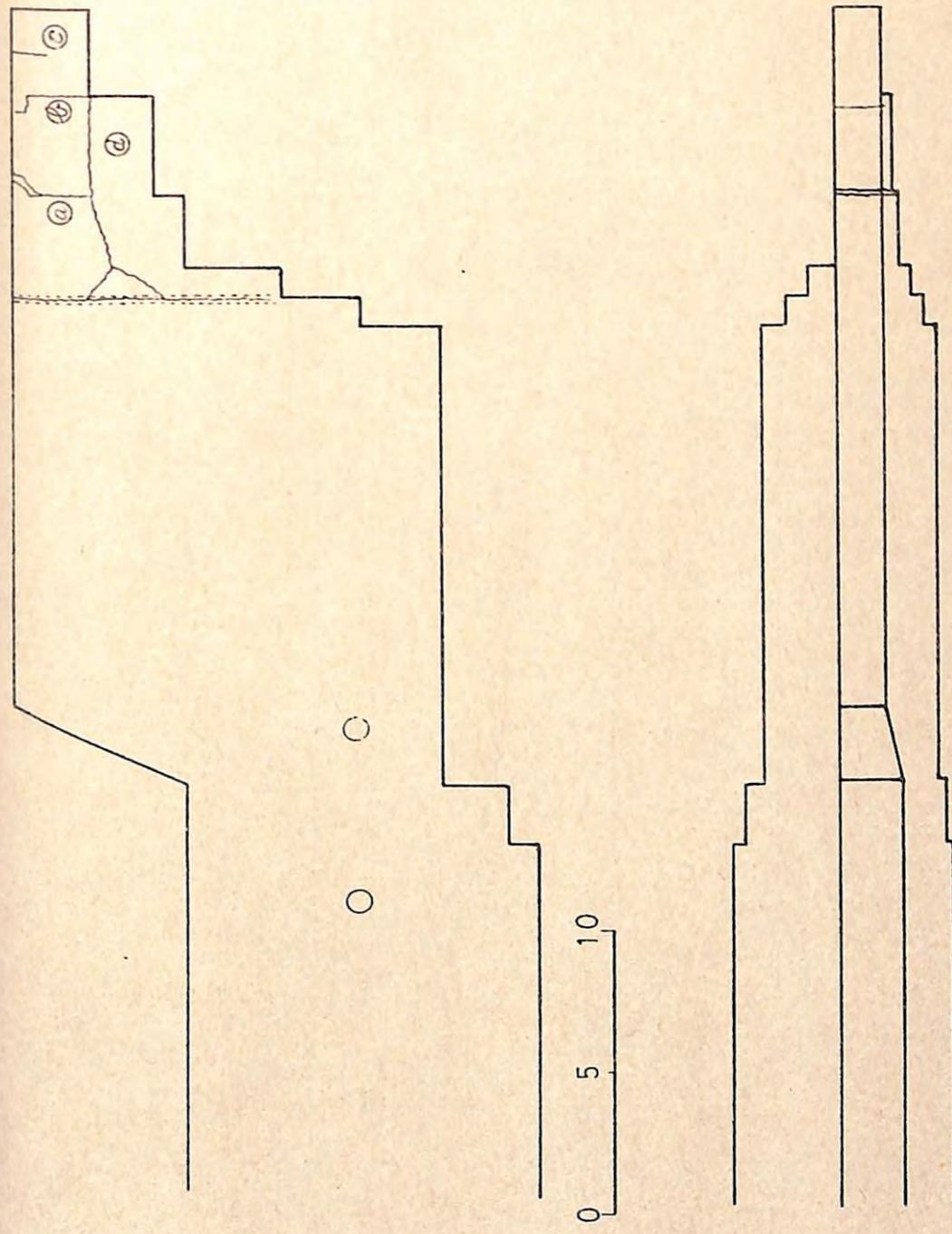


図-12 祖谷川平谷3号床固(13)の形状とクラック発生位置

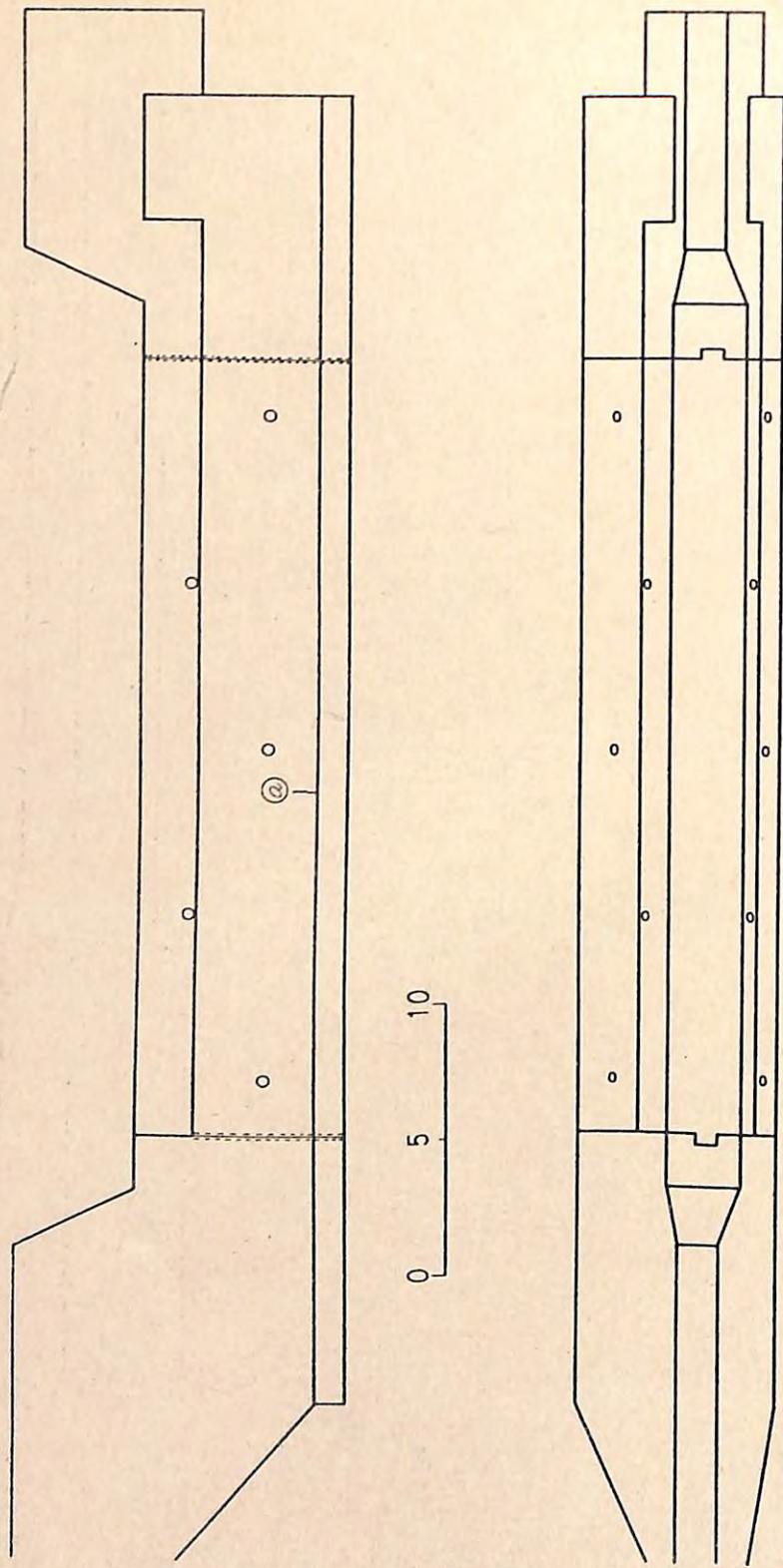


図-13 祖谷川平谷7号床固(14)の形状とクラック発生位置

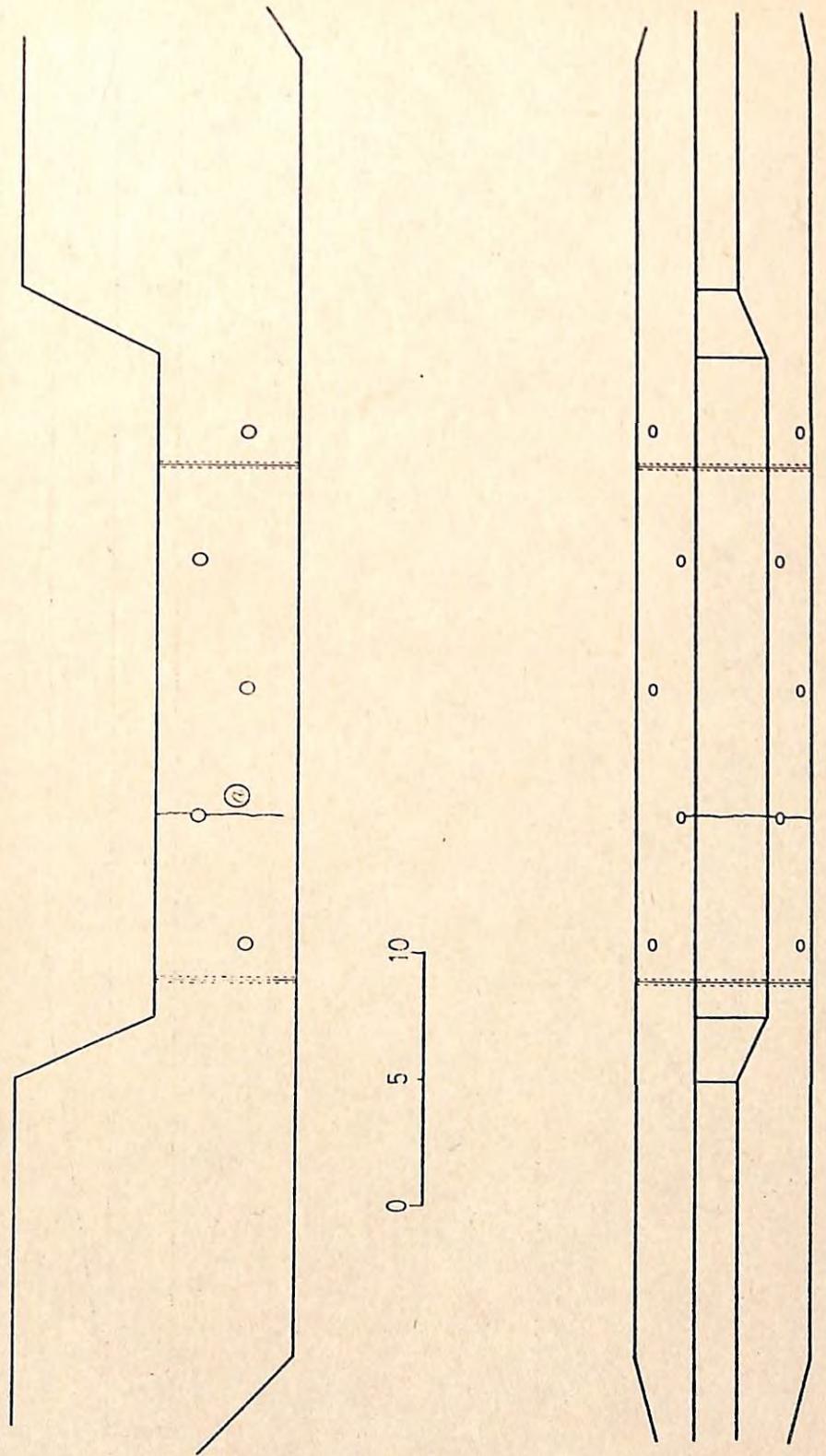


図-14 祖谷川平谷9号床固(15)の形状とクラック発生位置

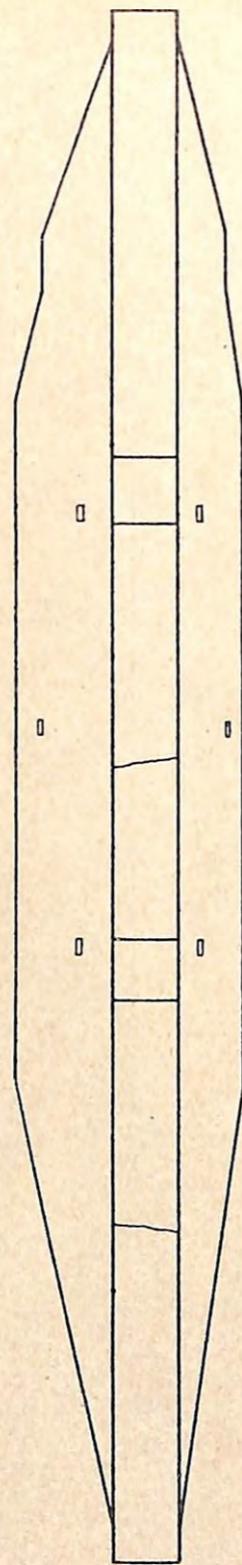
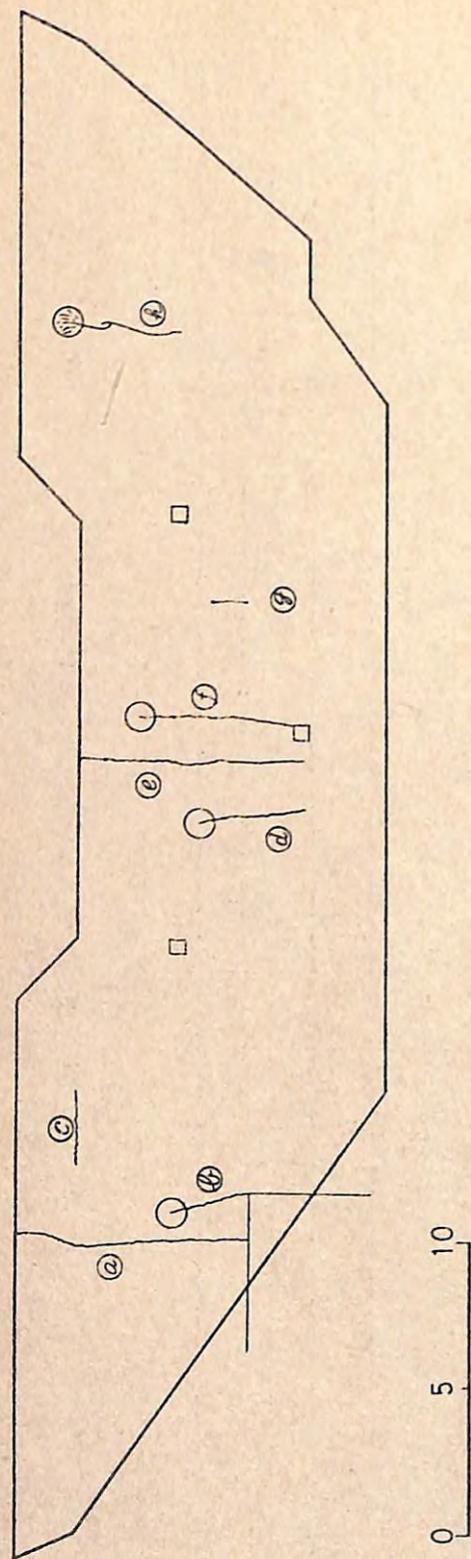


図-15 仏通寺山1号堰堤(16)の形状とクラック発生位置  
(クラック先端の○印はクラック挙動測定用マーキング)

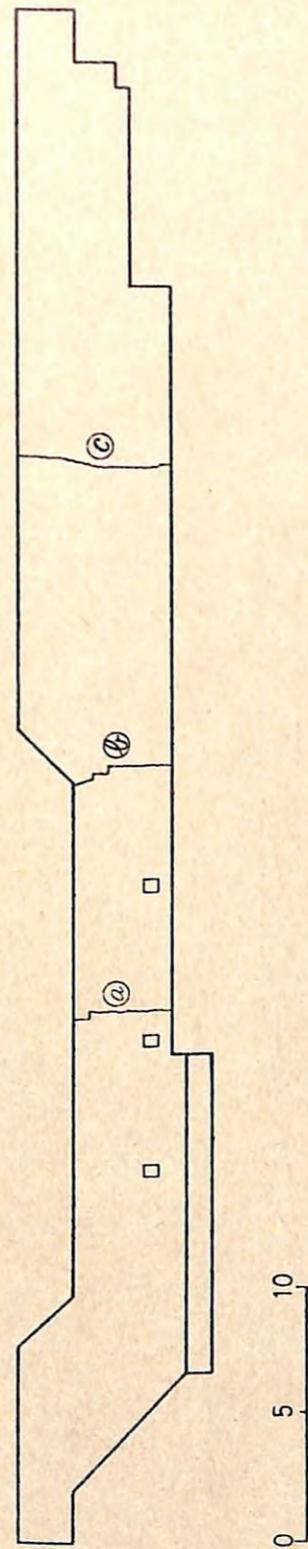


図-16 三ッ目内川床固(17)の形状とクラック発生位置

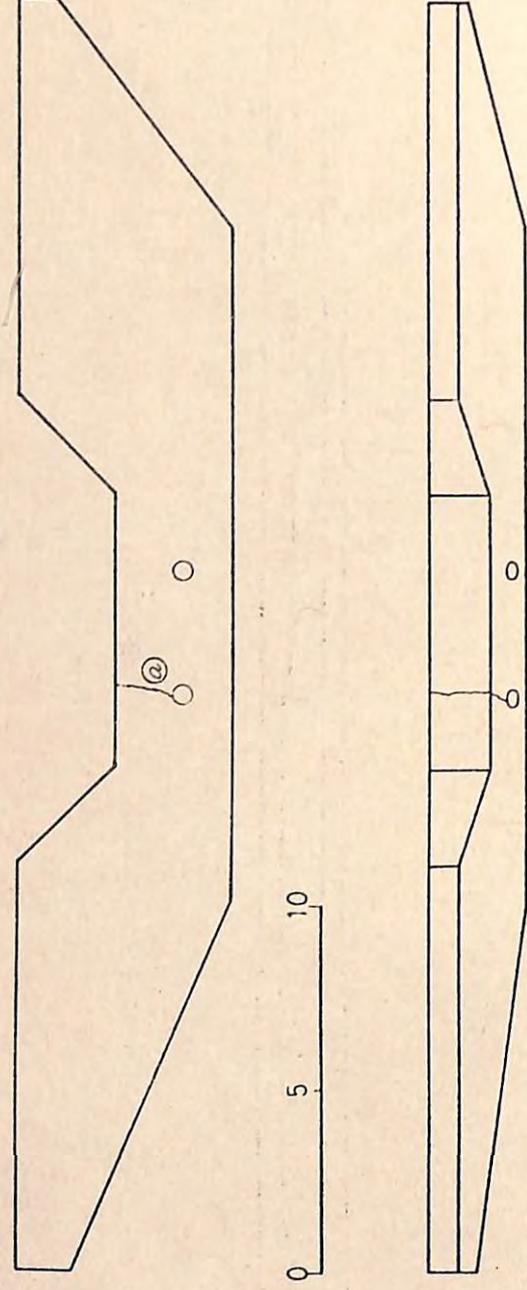


図-17 島田川2号床固(18)の形状とクラック発生位置

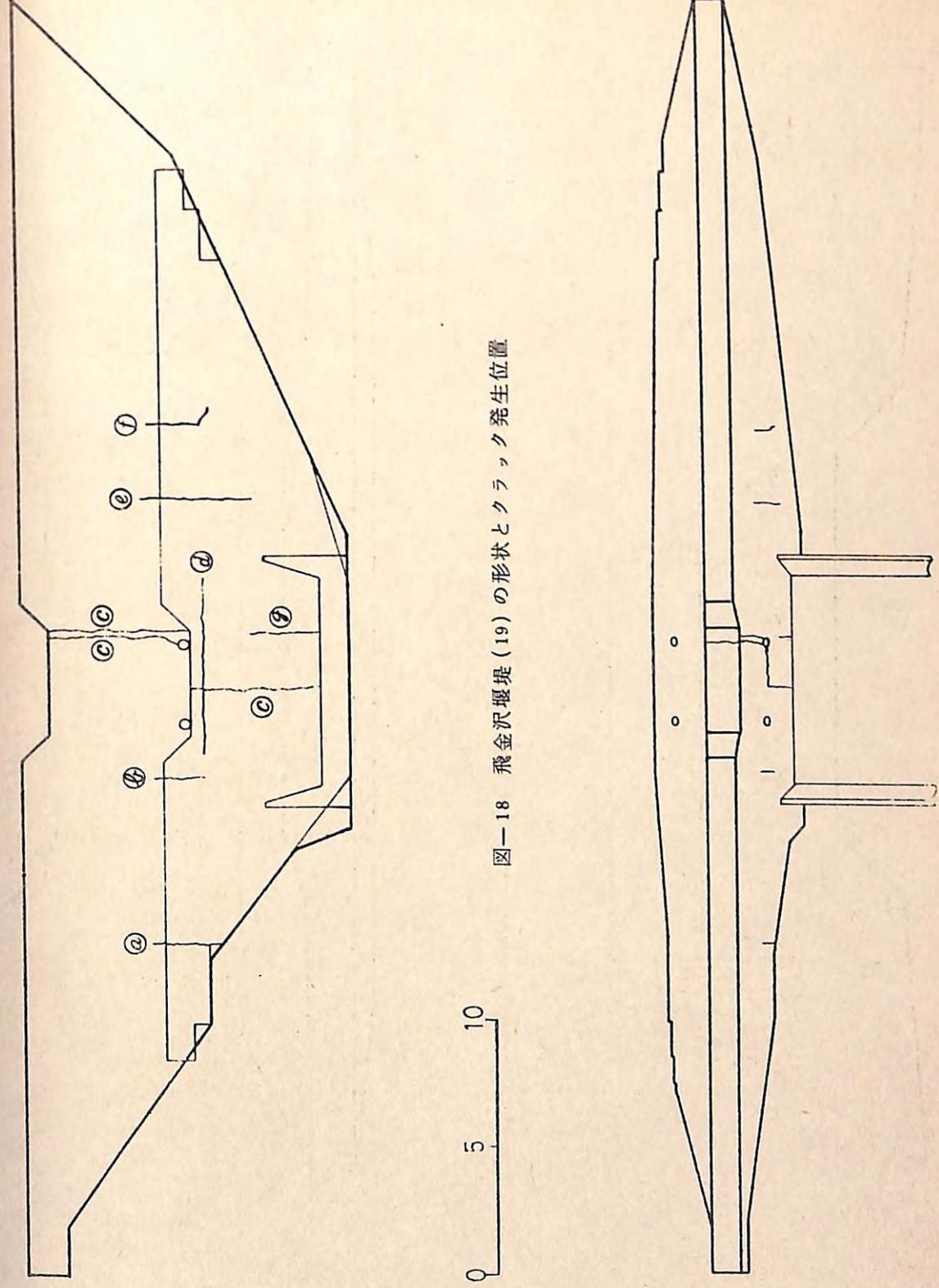


図-18 飛金沢堰堤(19)の形状とクラック発生位置

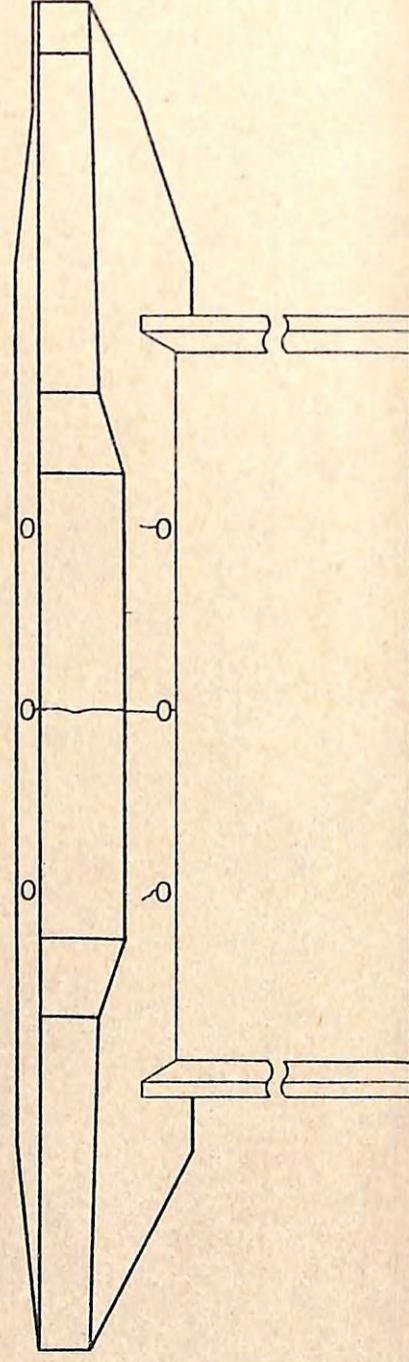
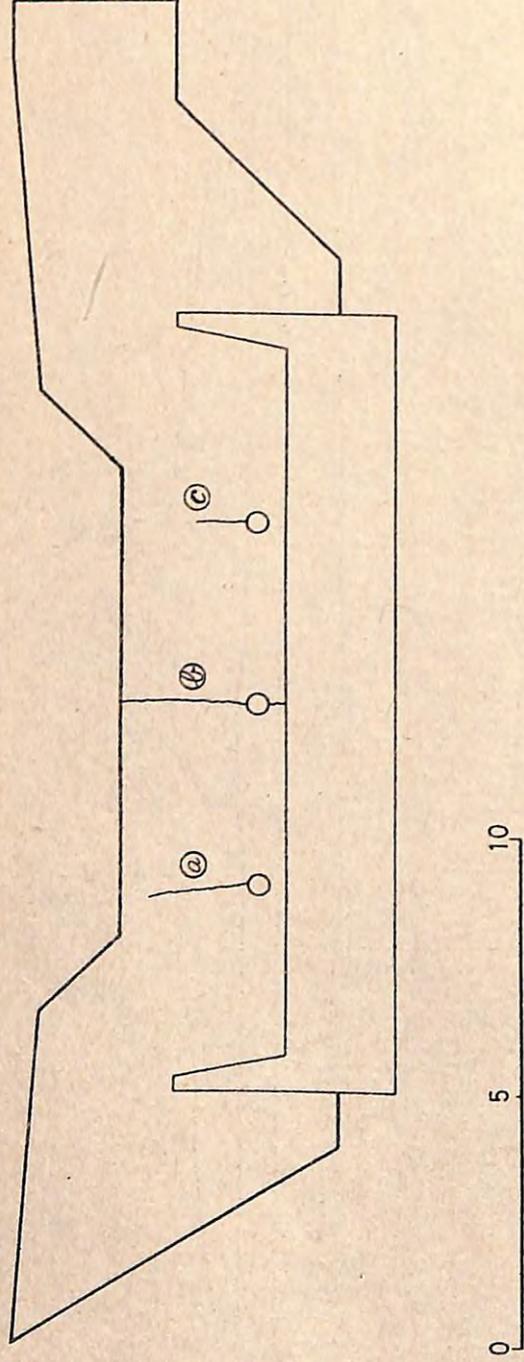


図-19 食場沢堰堤(20)の形状とクラック発生位置

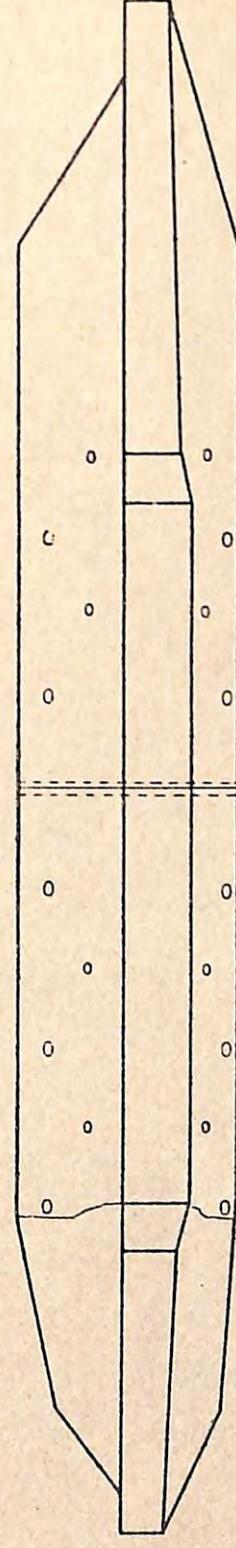
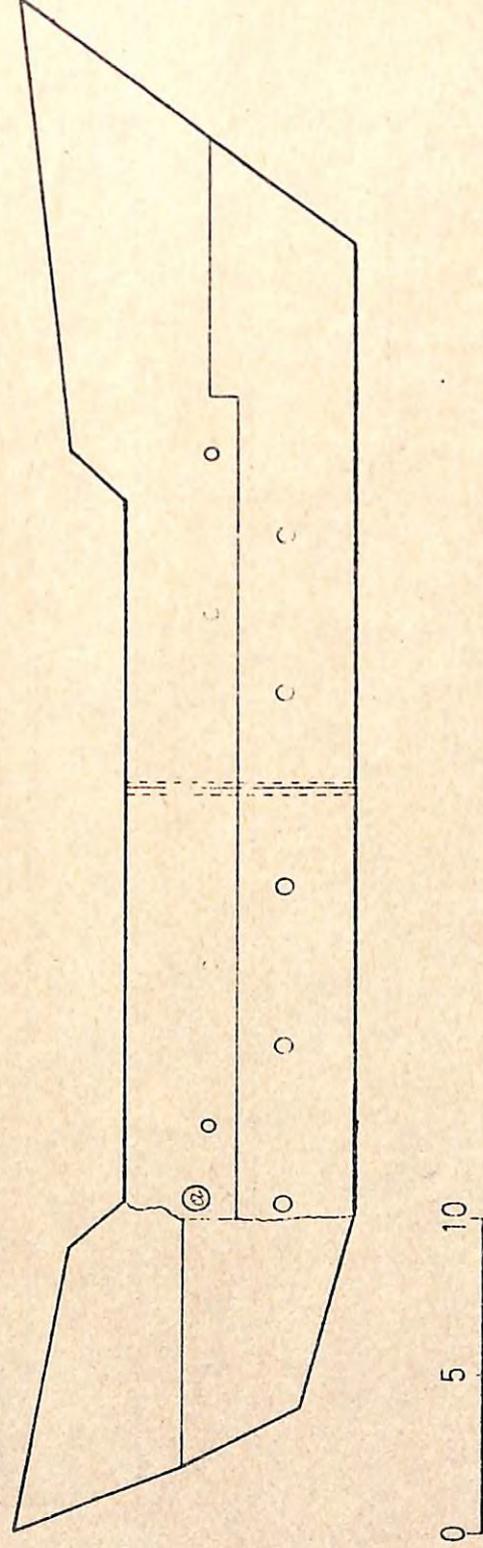


図-20 秋山沢堰堤(21)の形状とクラック発生位置

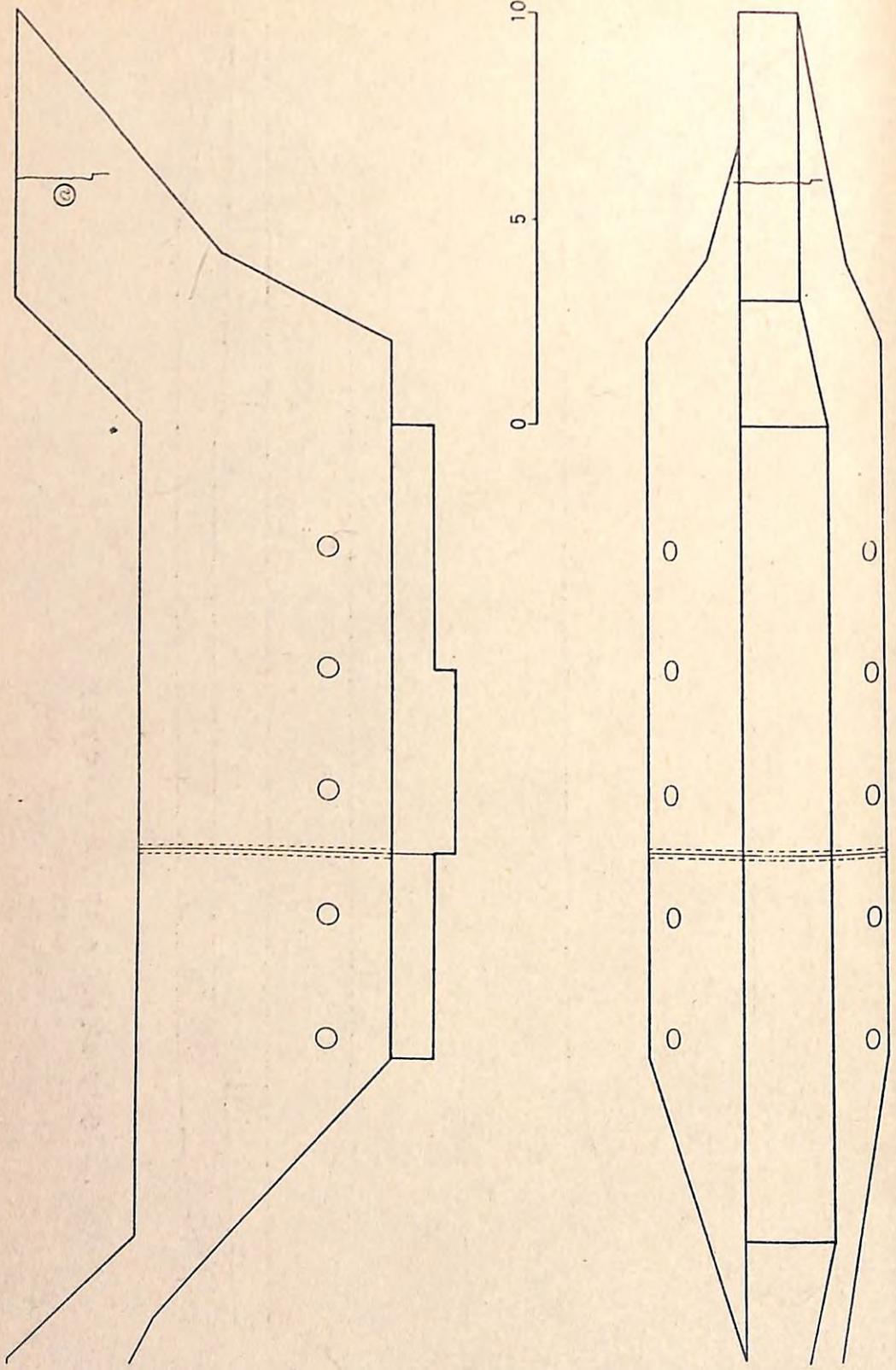


図-21 本内川堰堤 (22) の形状とクラック発生位置

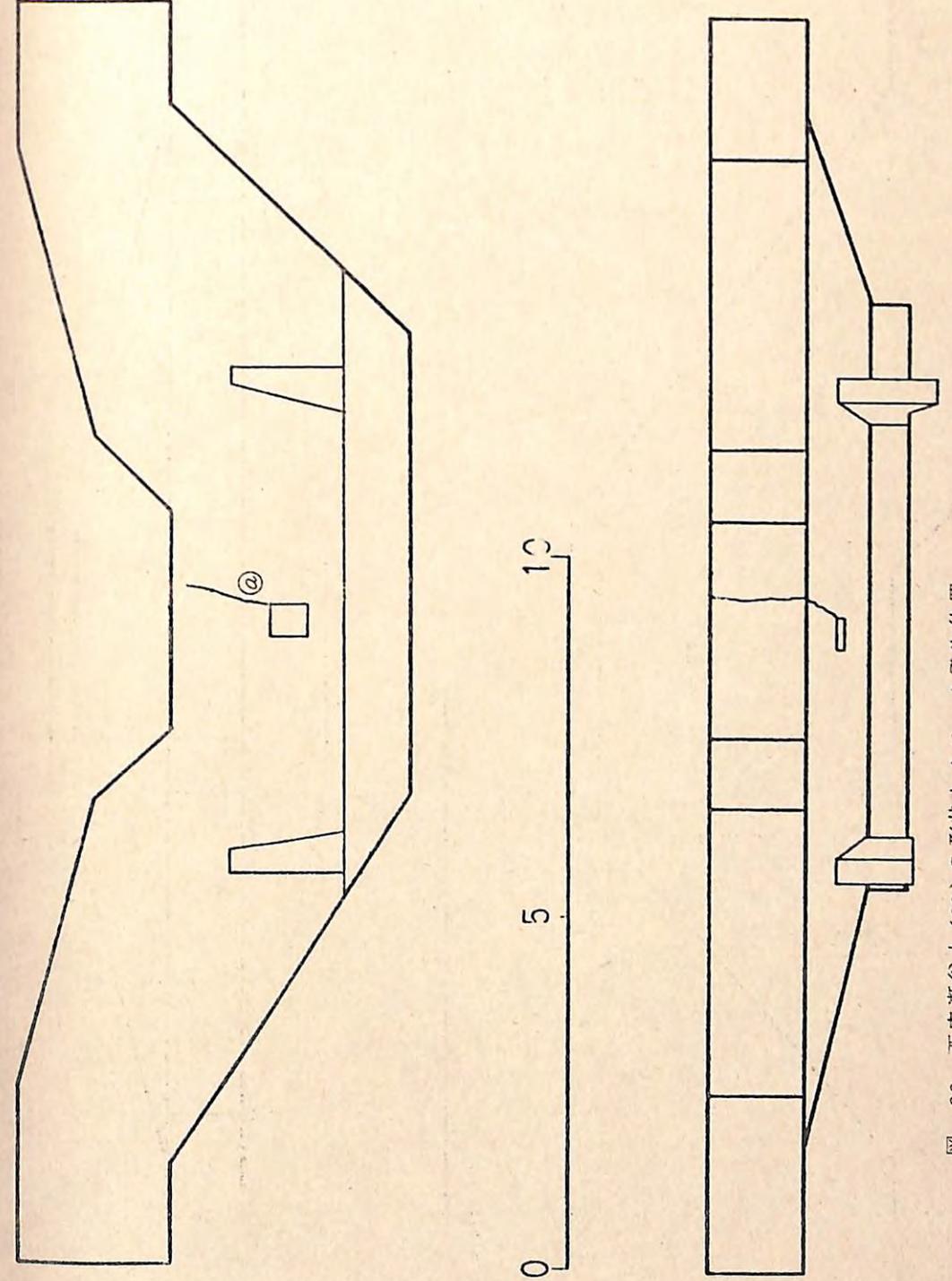
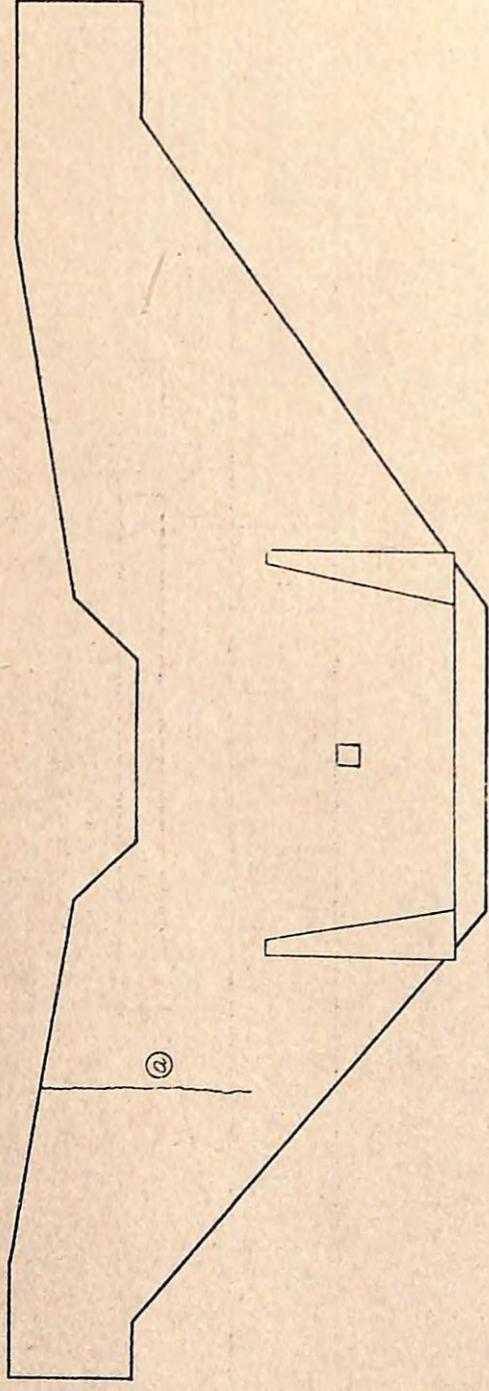


図-22 西広瀬谷止 (30) の形状とクラック発生位置



0 5 10

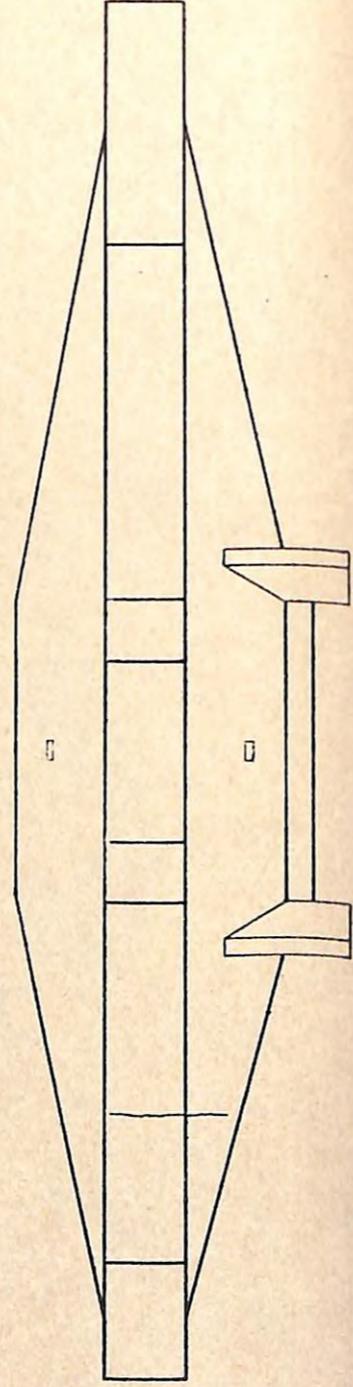
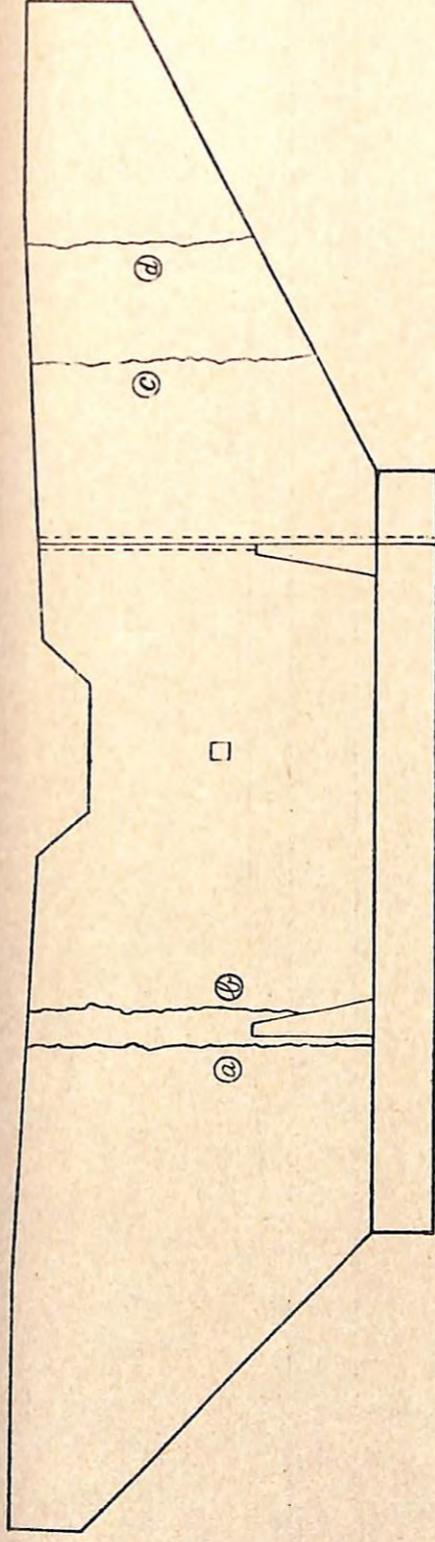


図-23 大坂1号谷止(31)の形状とクランク発生位置



0 5 10

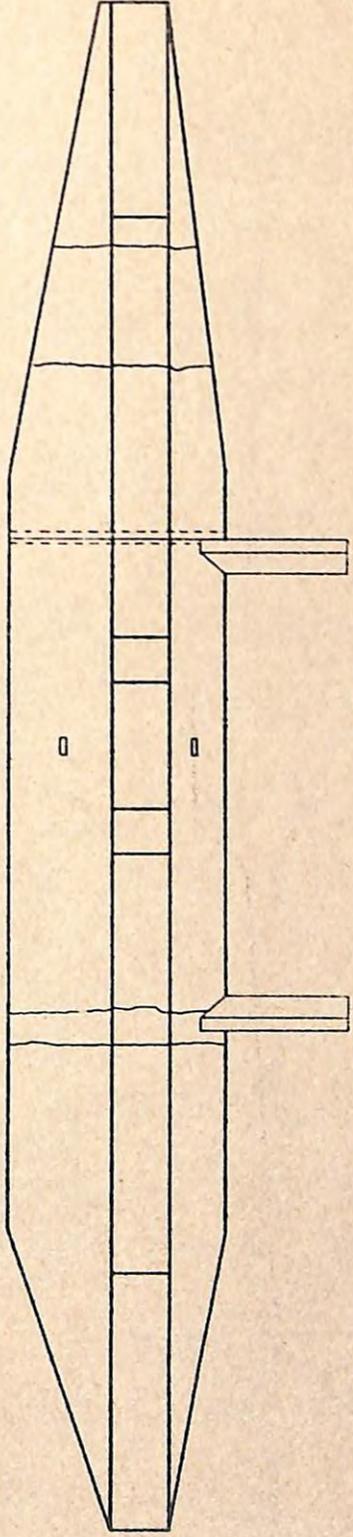
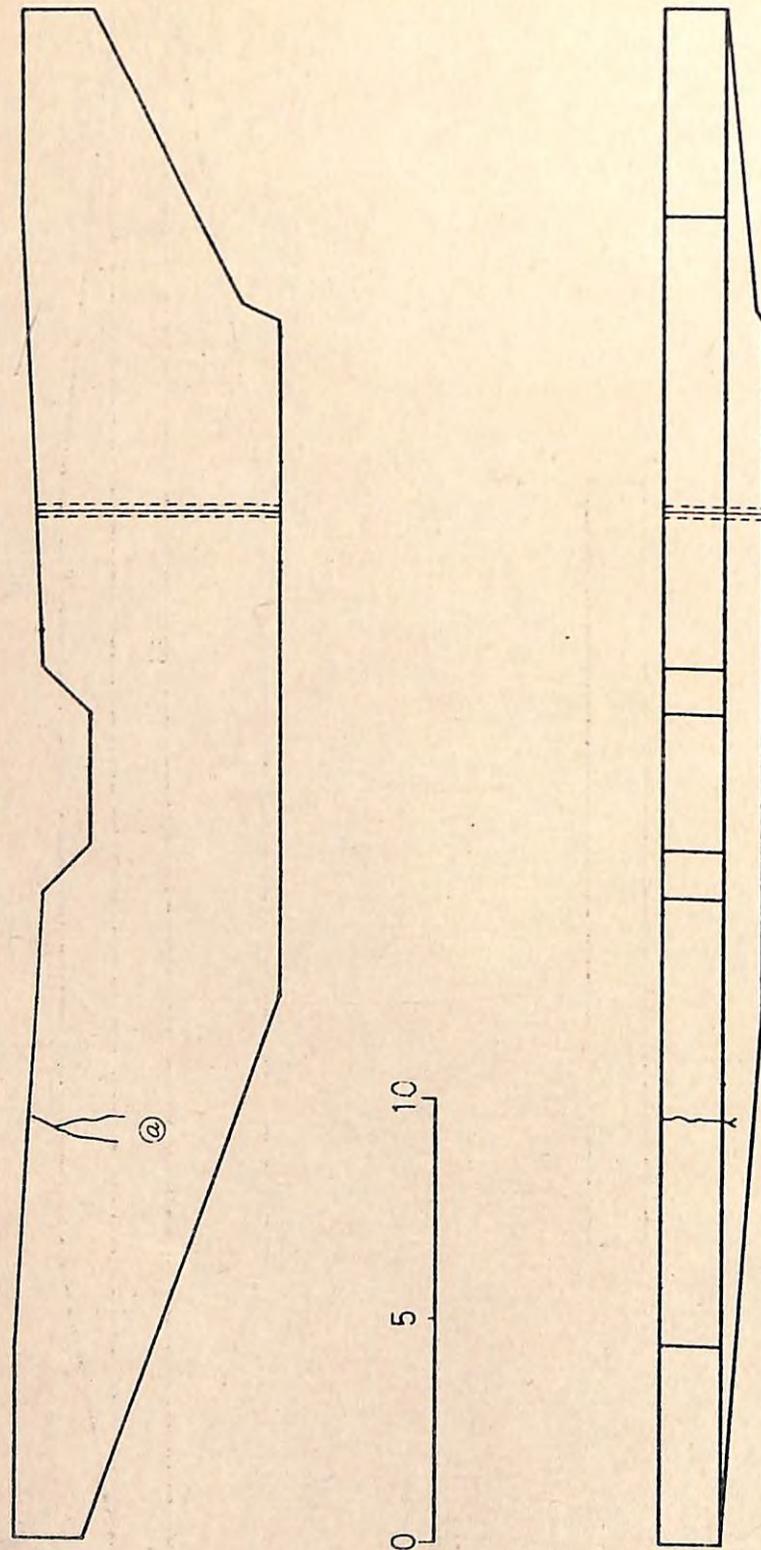


図-24 大坂2号谷止(32)の形状とクランク発生位置



図一25 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わかれる。

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
15	a	4.6	A	C	A	A
16	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
17	a	4.0	D	C	A	B
	b	4.5	C	C	B	B
	c	5.4	D	C	A	A
18	a	2.0	A	C	B	A
19	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
20	a	1.8	A	A	B	A
	b	3.0	A	C	A	A
	c	0.9	A	A	A	A
21	a	7.0	B	C	A, B	A, B
22	a	2.4	D	C	A	B
30	a	1.3	A	C	B	A
31	a	3.5	D	C	A	A
32	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
33	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。

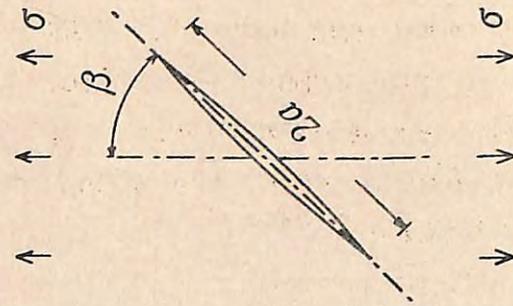
#### (1) 傾斜クラックの伝播方向

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 $\beta$ とその伝播方向 $\theta$ との関係が求められる。北川らの解析結果によると、

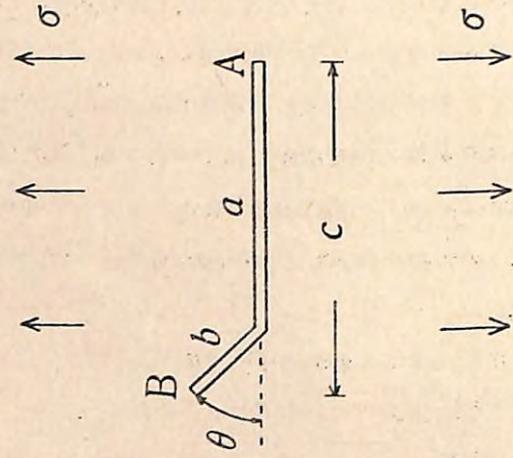
$$\begin{aligned} \beta = 0^\circ \text{ のとき } \theta = 70^\circ, \quad \beta = 20^\circ \text{ のとき } \theta = 65^\circ, \\ \beta = 40^\circ \text{ のとき } \theta = 57^\circ, \quad \beta = 60^\circ \text{ のとき } \theta = 44^\circ, \\ \beta = 80^\circ \text{ のとき } \theta = 20^\circ \text{ となる。} \end{aligned}$$

#### (2) 屈折クラックの伝播方向

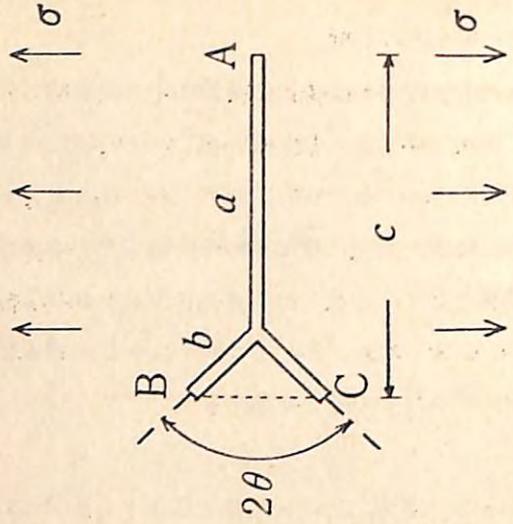
図-26(2)のようにクラックの先の曲がった屈折クラックの伝播方向についても、前記の最大周方向応力説を適用して解析できる。すなわち、クラックの一端Bの応力を、この点を座標原点とする極座標による $\sigma_\theta$ で解析し、 $\sigma_\theta$ が最大になる方向にクラックが伸びると考えれば、屈折部分BC間のどこからどの方向にクラックが屈進していくかを判定することができる。結果として、屈折クラックからのクラックの伝播方向は、引張方向に対してほぼ直角の方向になることが証明された。このクラックモデルも、治山ダムクラックの伝播形態を考えるうえで重要なモデルと思われる。



(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  $30^\circ$  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  $539 \text{ km}^2$  で、うち4溪は  $48 \text{ km}^2$  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  $13.8\%$ 、扇状地で  $1.8\%$  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  $3,200 \text{ km}^2$  である。当地区は暖帯に属し(年平均気温  $18.6^\circ\text{C}$ )、降水量も多い(年平均降水量  $2,352 \text{ mm}$ )。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ともなり変換器の出力は，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

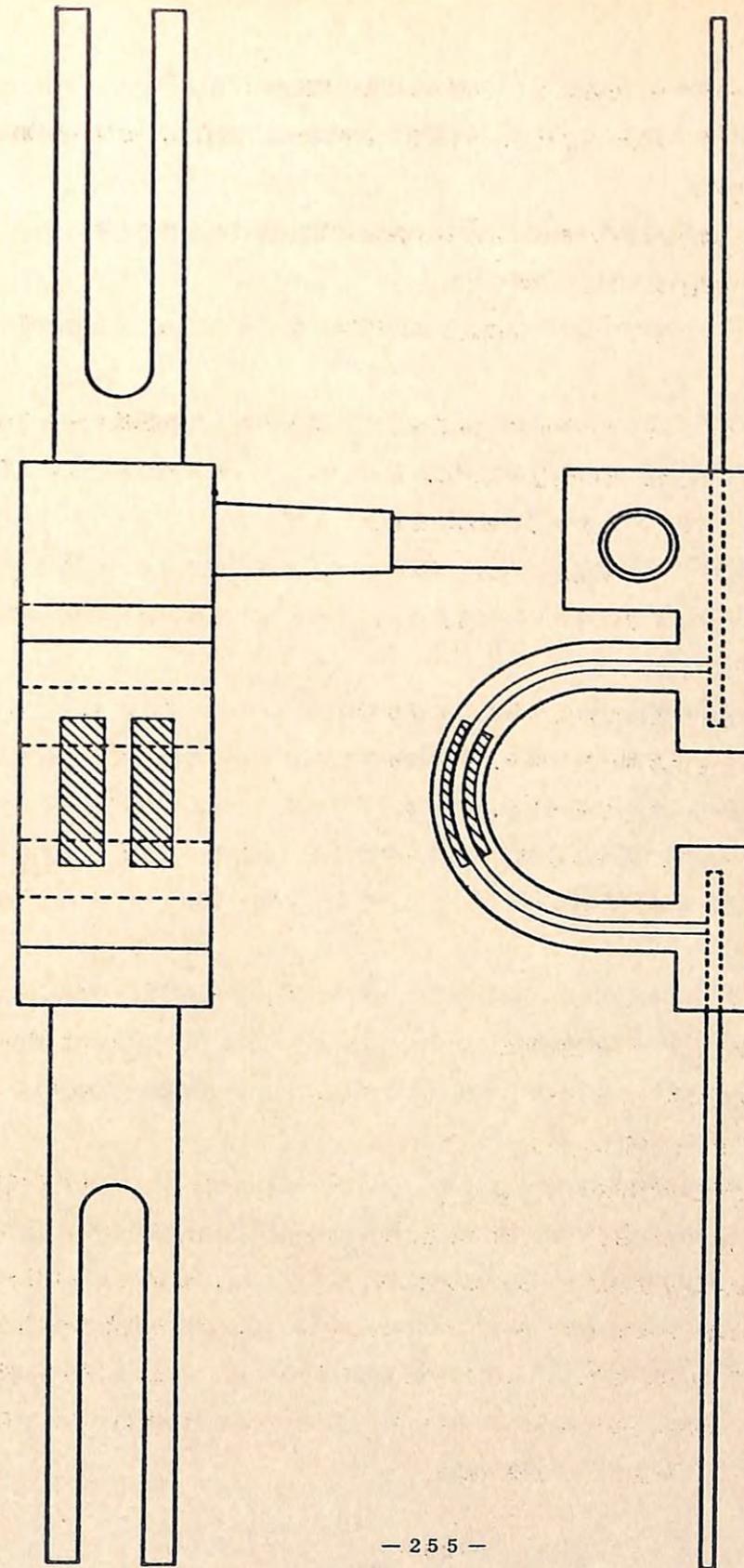


図-27 き裂変位変換器BCD-5B型（斜線部分はひずみゲージ）

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No.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(No.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(No.1, 2), 伸縮継目(No.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。

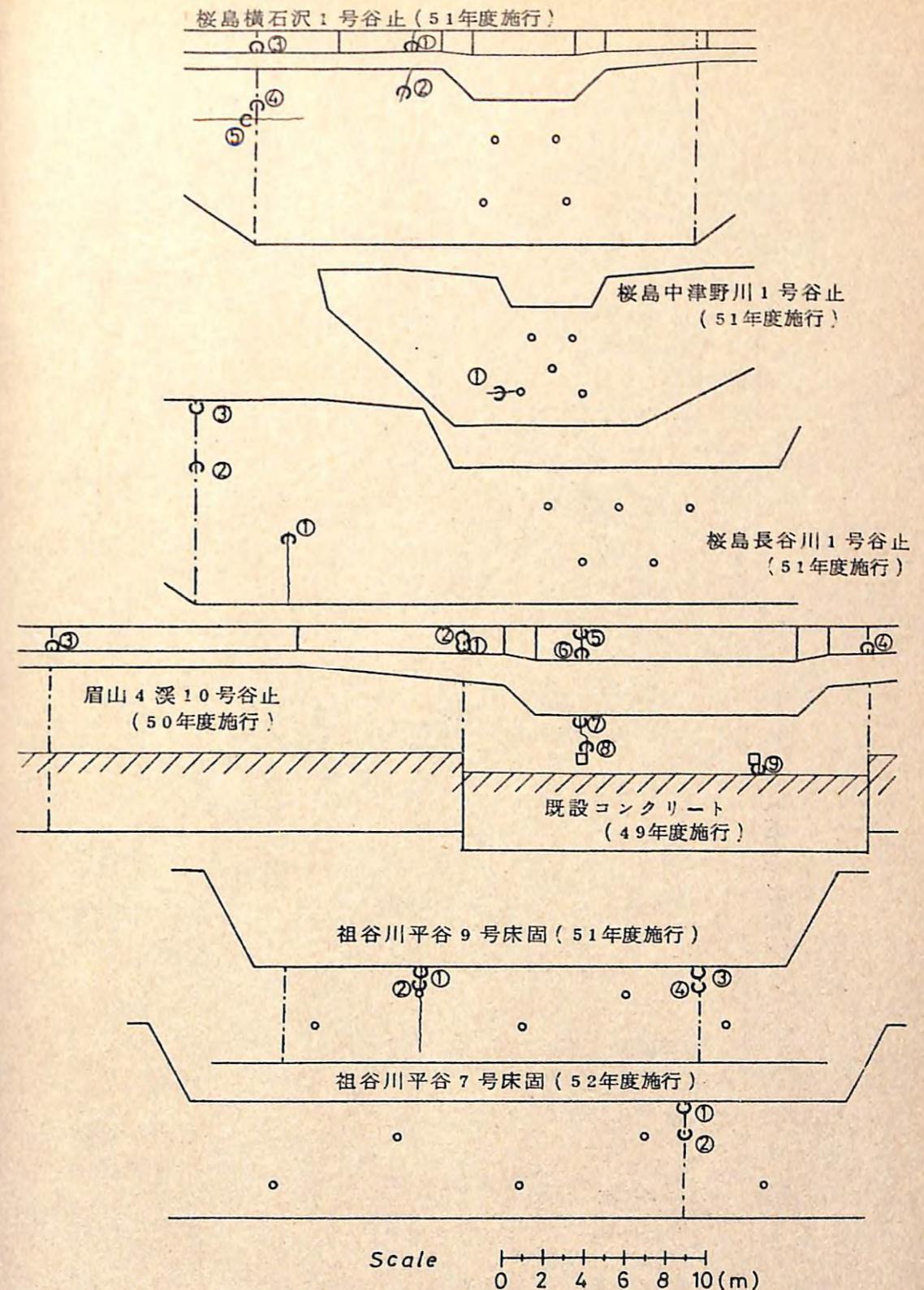


図-28 治山ダムクラックと伸縮継目(1点鎖線)へのき裂変位変換器(○数字)の取付け位置

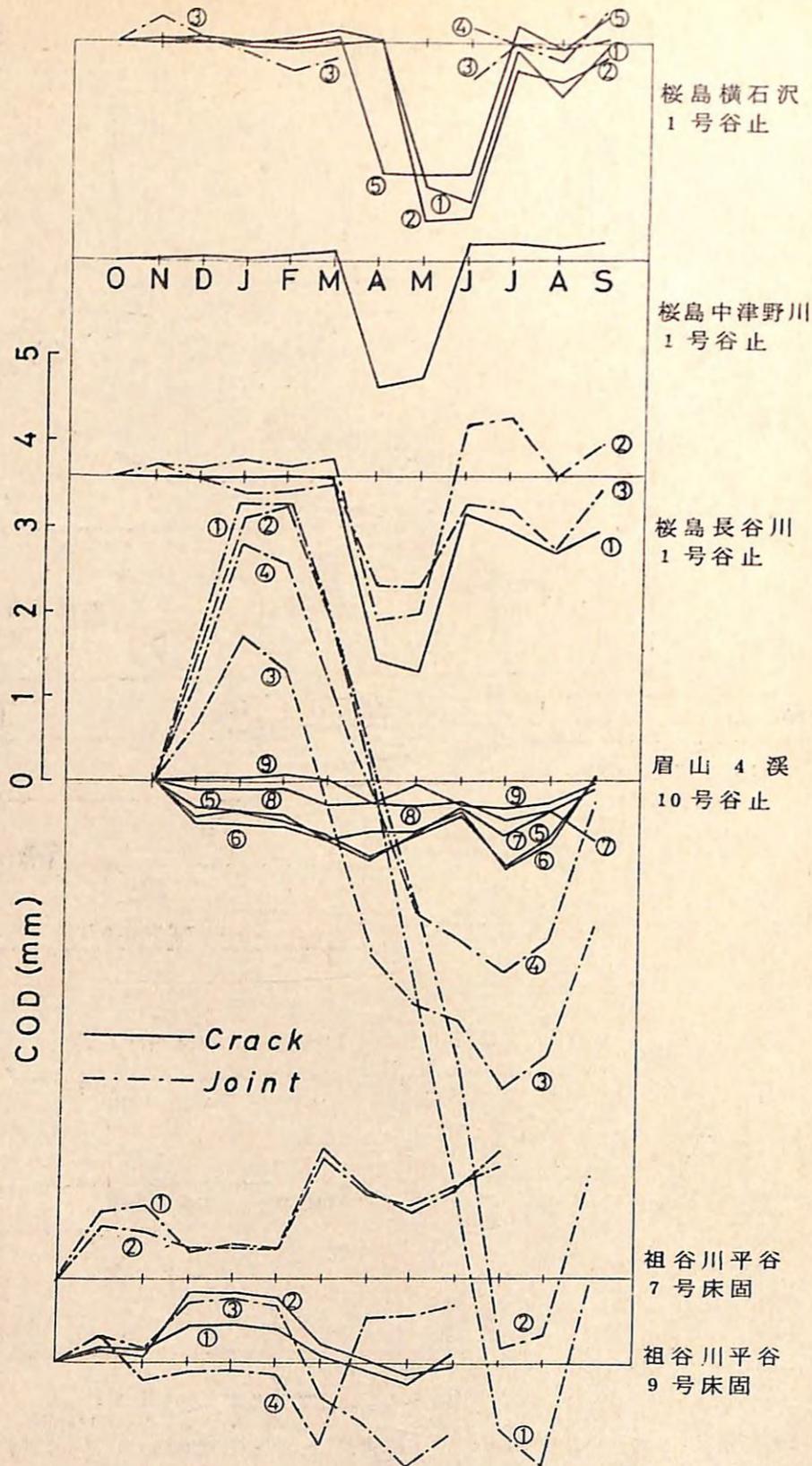


図-29 治山ダムのクラックと伸縮継目の開口変位量の変化

(初期辺長)  
 2012.827 m  
 2985.683 m  
 2004.080 m

—— 春田山  
 —— 城山  
 —— 愛宕山

—— 愛宕山  
 —— 春田山  
 —— 城山

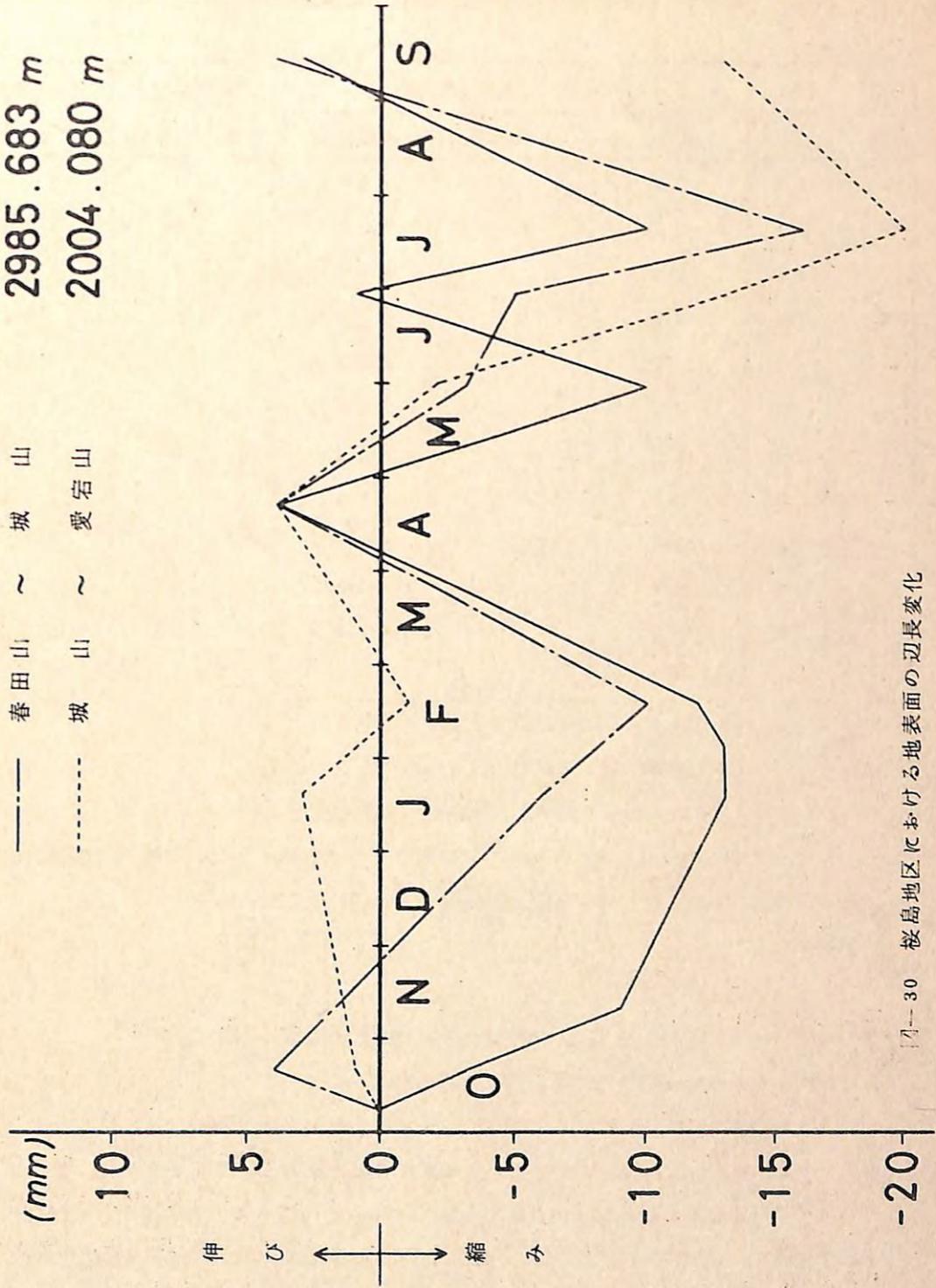


図-30 桜島地区における地表面の辺長変化

表-3 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1~15 Km  
B型地震：震源の深さ1 Km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、き裂または力学的な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-4に示す。

表-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  
( $G \doteq K^2/E$ ,  $E$ は縦弾性係数)

	現象例	力学的環境のパラメータ	左の現象の起る条件式	材料強度のパラメータ
材料力学	降伏	応力 $\sigma$ またはひずみ $\epsilon$	$\sigma = \sigma_{ys}$	降伏点 $\sigma_{ys}$
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 $\sigma$ やひずみ $\epsilon$ を求め、その $\sigma$ や $\epsilon$ 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 $\sigma_{ys}$ が与えられたとき、いかなる外力までは耐えられるかを検討する。そのとき $\sigma$ や $\epsilon$ 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 ( $G \doteq K^2/E$ ) を導入している。この  $K$  や  $G$  は上例の  $\sigma$  や  $\varepsilon$  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。

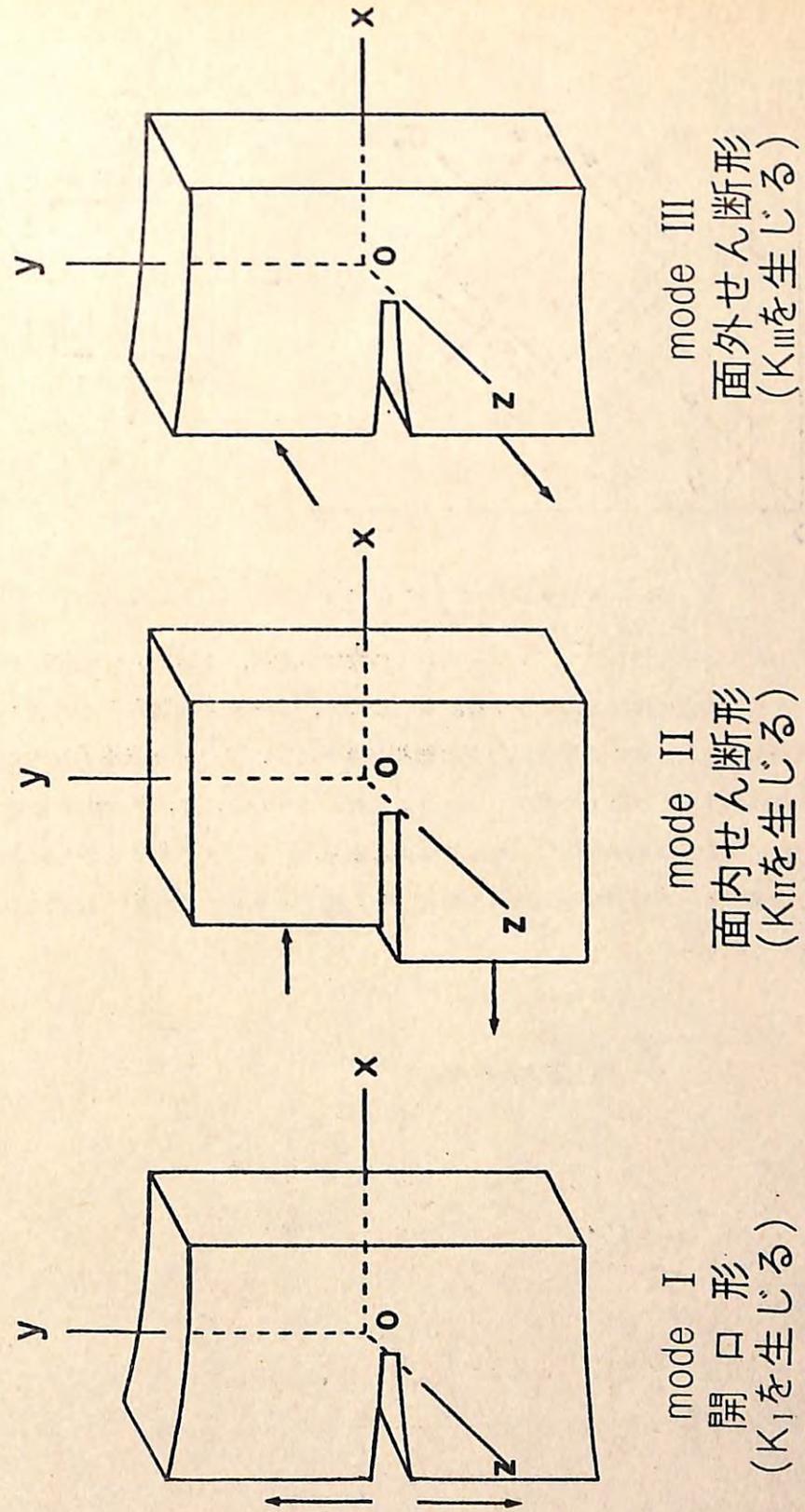
さて、Irwin の理論によると、き裂を含む弾性体に外力が作用するとき、き裂面は変位の不連続面になるので、き裂面の変形は変位の ( $x, y, z$ ) 座標に関する成分に対応して、図-31 に示す三つの成分に分けられる。

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 ( $r, \theta$ ) における応力成分  $\sigma_{ij}$  は、これら三つのモードのそれぞれについて、

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

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、 $f_1^{ij}(\theta), f_2^{ij}(\theta), f_3^{ij}(\theta) \dots$  は各変形モードについて既知の  $\theta$  のみの無次元関数、 $A_1, A_2, A_3,$



mode III  
面外せん断形  
( $K_{III}$ を生じる)

mode II  
面内せん断形  
( $K_{II}$ を生じる)

mode I  
開口形  
( $K_I$ を生じる)

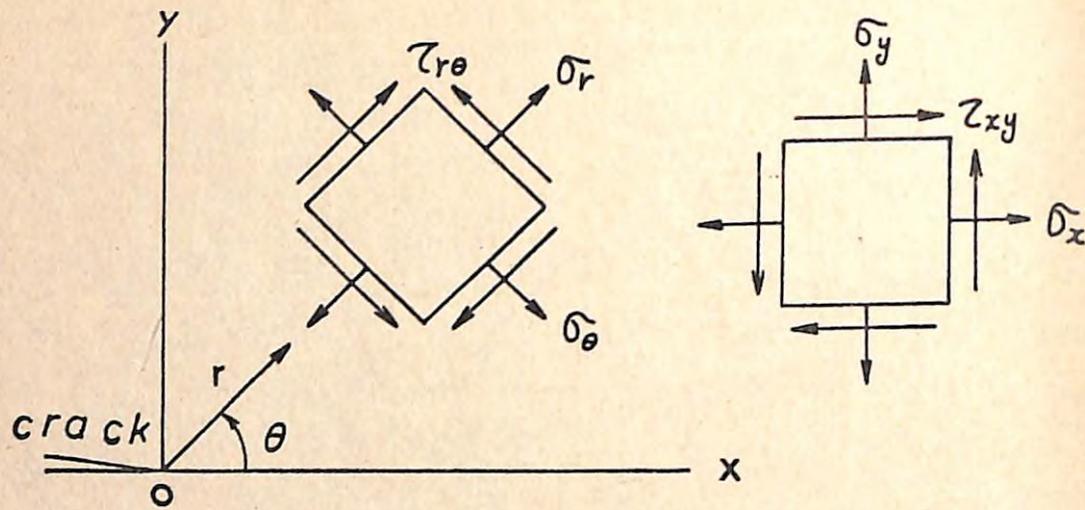


図-32 極座標におけるクラック先端近傍の応力成分表示

.....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)

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

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

モード II (面内すべり形の変形)

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

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

モード III (面外すべり形の変形)

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

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

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、 $\nu$  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、 $kg \cdot mm^{-3/2}, kg \cdot cm^{-3/2}, Ksi \sqrt{in}, lb \cdot in^{-3/2}, N \cdot m^{-3/2}$  などで表わされ、主な換算率は、

$$\begin{aligned} 1 \text{ Ksi} \sqrt{\text{in}} &= 3.543 \text{ kg} \cdot \text{mm}^{-3/2} \\ 1 \text{ kg} \cdot \text{mm}^{-3/2} &= 3.162 \text{ kg} \cdot \text{cm}^{-3/2} \end{aligned}$$

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	0.10 <sub>mm</sub>			
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 <sub>mm</sub>			
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
K	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 $2R=20$  cm、板厚 $t=2R/3$ 、スリット長 $2a=4$  cm、スリット幅 $2c=1$  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。

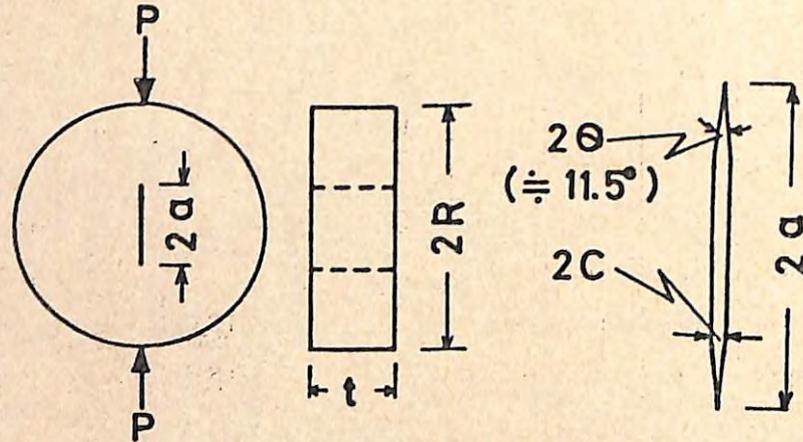


図-33 中央スリット入り円板試験片の形状と荷重方法

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 $\beta$ 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( $\beta^\circ$ )							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 cm<sup>3</sup>

(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( $\alpha, \rho$ )を用いて、

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

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、

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

を発生するので、 $\beta=0^\circ$ 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  $F=1.0$  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。

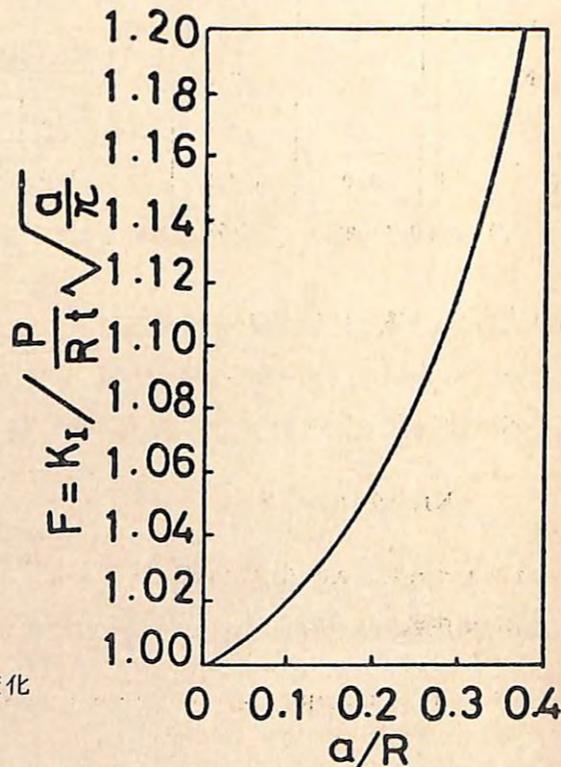


図-34 無次元応力拡大係数の変化

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  $\beta$  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  $\beta$  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、荷重線の方向に一直線に発生・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

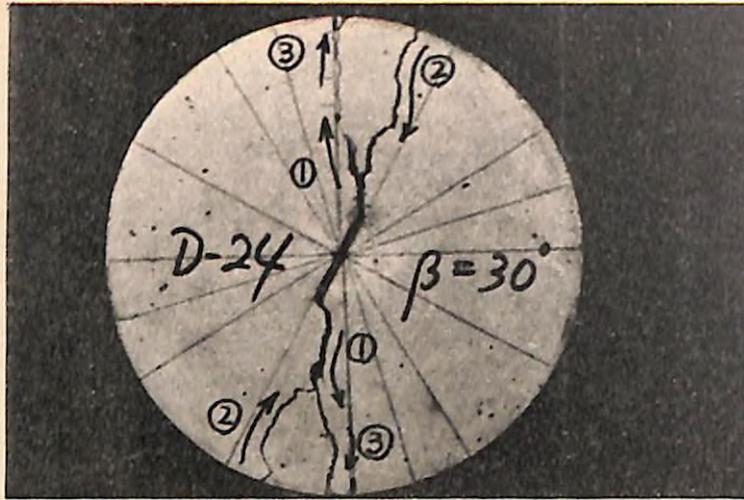


図-35 コンクリートのクラック発生・伝播過程

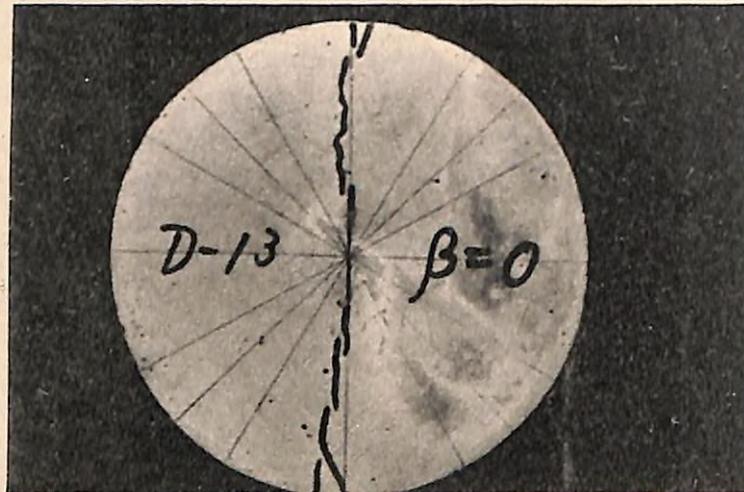


図-36 コンクリート円板の破壊様相 ( $\beta = 0^\circ$ の場合)

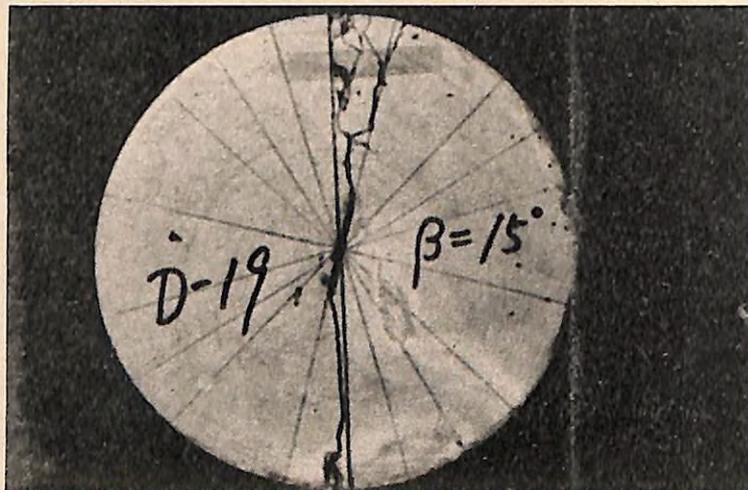


図-37 コンクリート円板の破壊様相 ( $\beta = 15^\circ$ の場合)

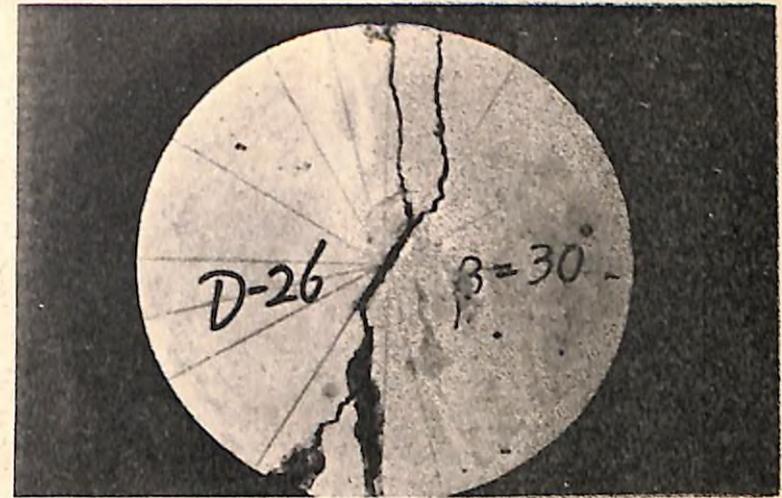


図-38 コンクリート円板の破壊様相 ( $\beta = 30^\circ$ の場合)

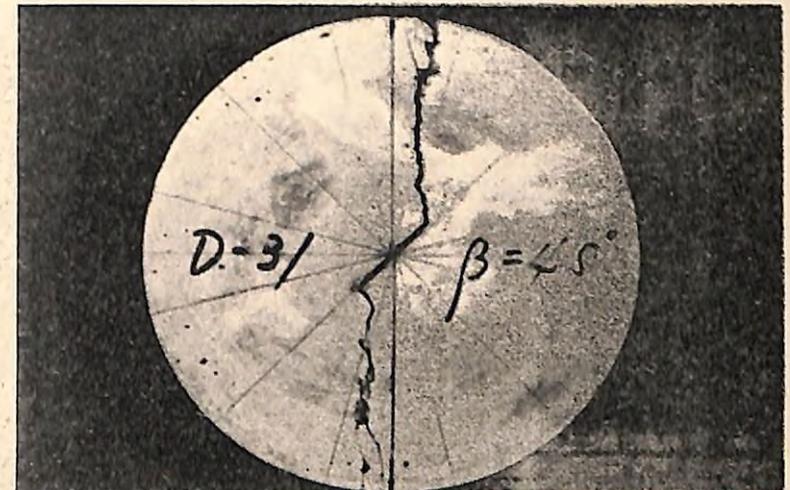


図-39 コンクリート円板の破壊様相 ( $\beta = 45^\circ$ の場合)

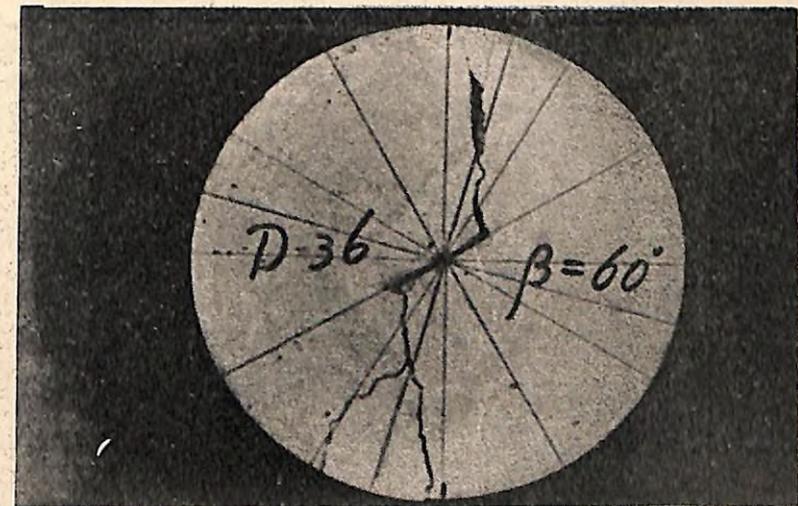


図-40 コンクリート円板の破壊様相 ( $\beta = 60^\circ$ の場合)

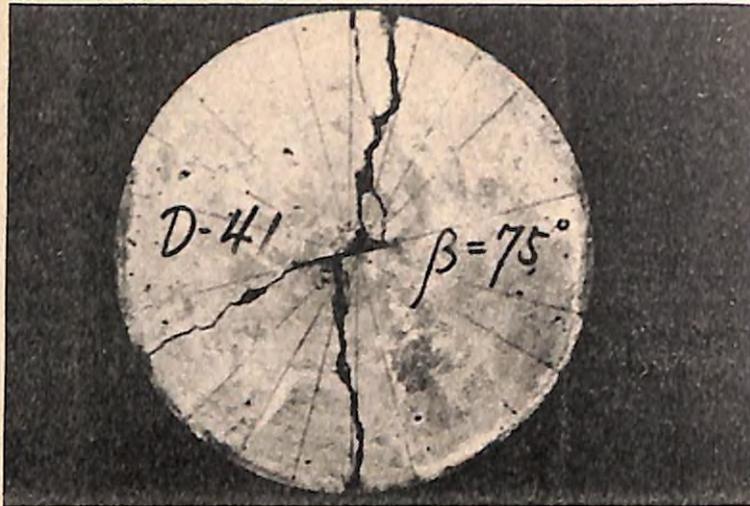


図-41 コンクリート円板の破壊様相 (β = 75°の場合)

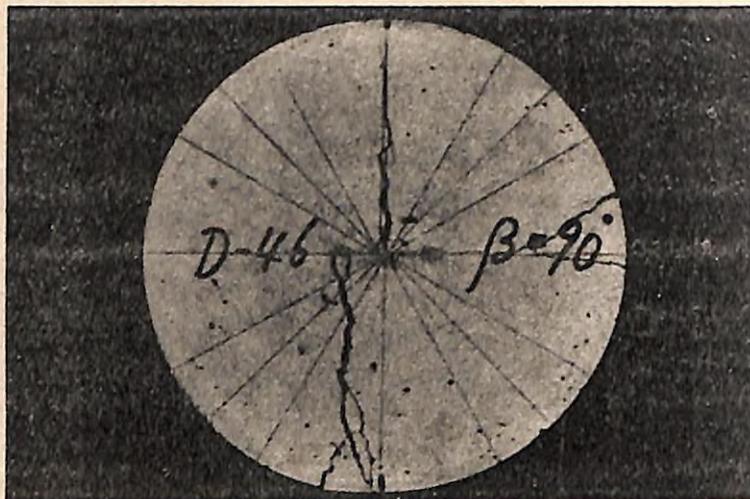


図-42 コンクリート円板の破壊様相 (β = 90°の場合)

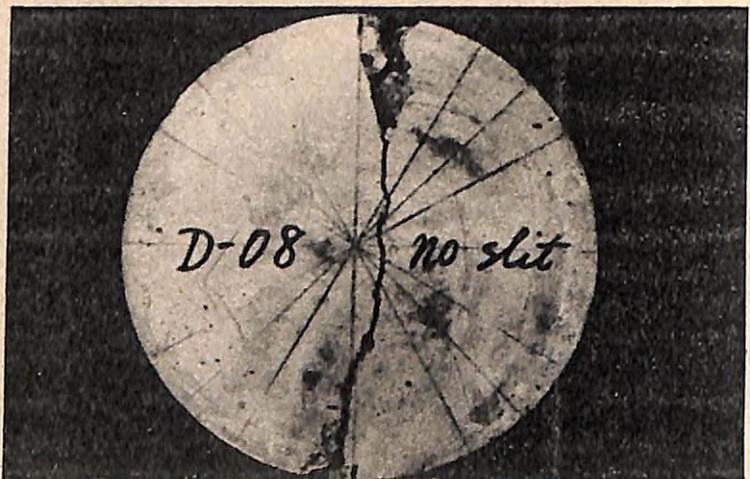


図-43 無スリットコンクリート円板の破壊様相

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角 $\theta$ 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 $\beta$ に対する $\theta$ 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。

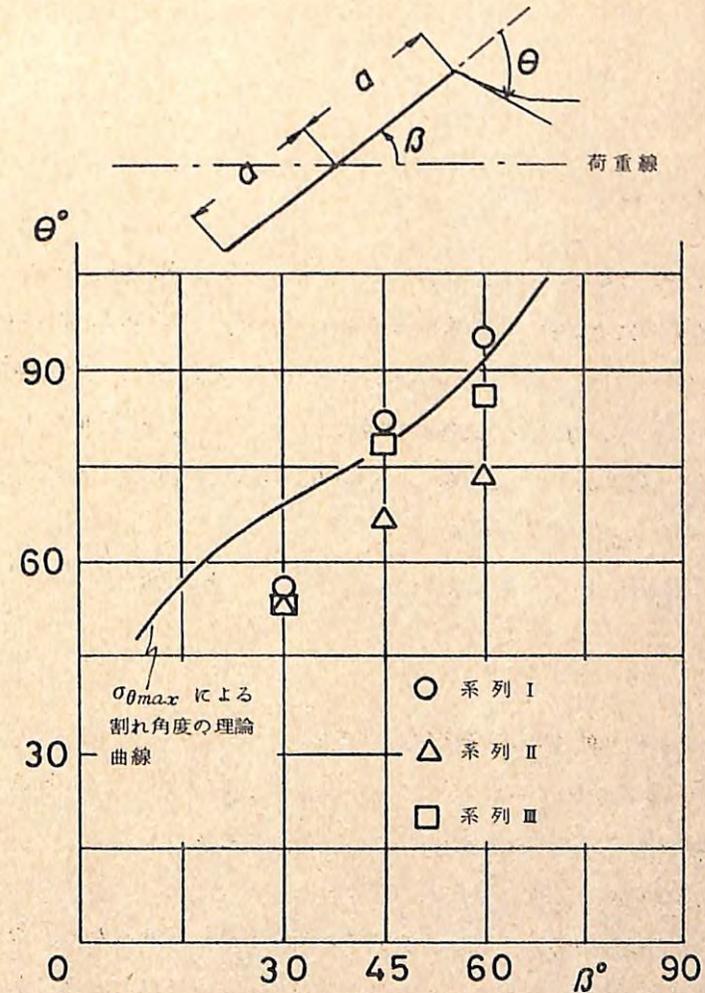


図-44 スリット傾斜角 $\beta$ に対するクラック発角 $\theta$ の理論曲線と実験値(系列I, II, III)

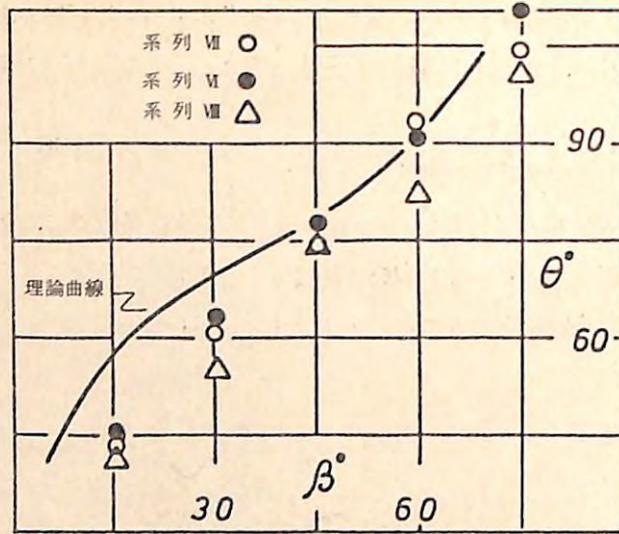


図-45 スリット傾斜角  $\beta$  に対するクラック発生角  $\theta$  の理論曲線と実験値 (系列Ⅵ, Ⅶ, Ⅷ)

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  $\theta$  の実験値が理論曲線に比較的の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  $\theta$  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  $\theta$  値がほぼ理論曲線にのののに対し、系列Ⅱのコンクリートだけは、 $\theta$  の実験値が全ての  $\beta$  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  $\beta$  が破壊時の最大荷重  $P_M$  におよぼす影響をみるため、各  $\beta$  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  $\beta$  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

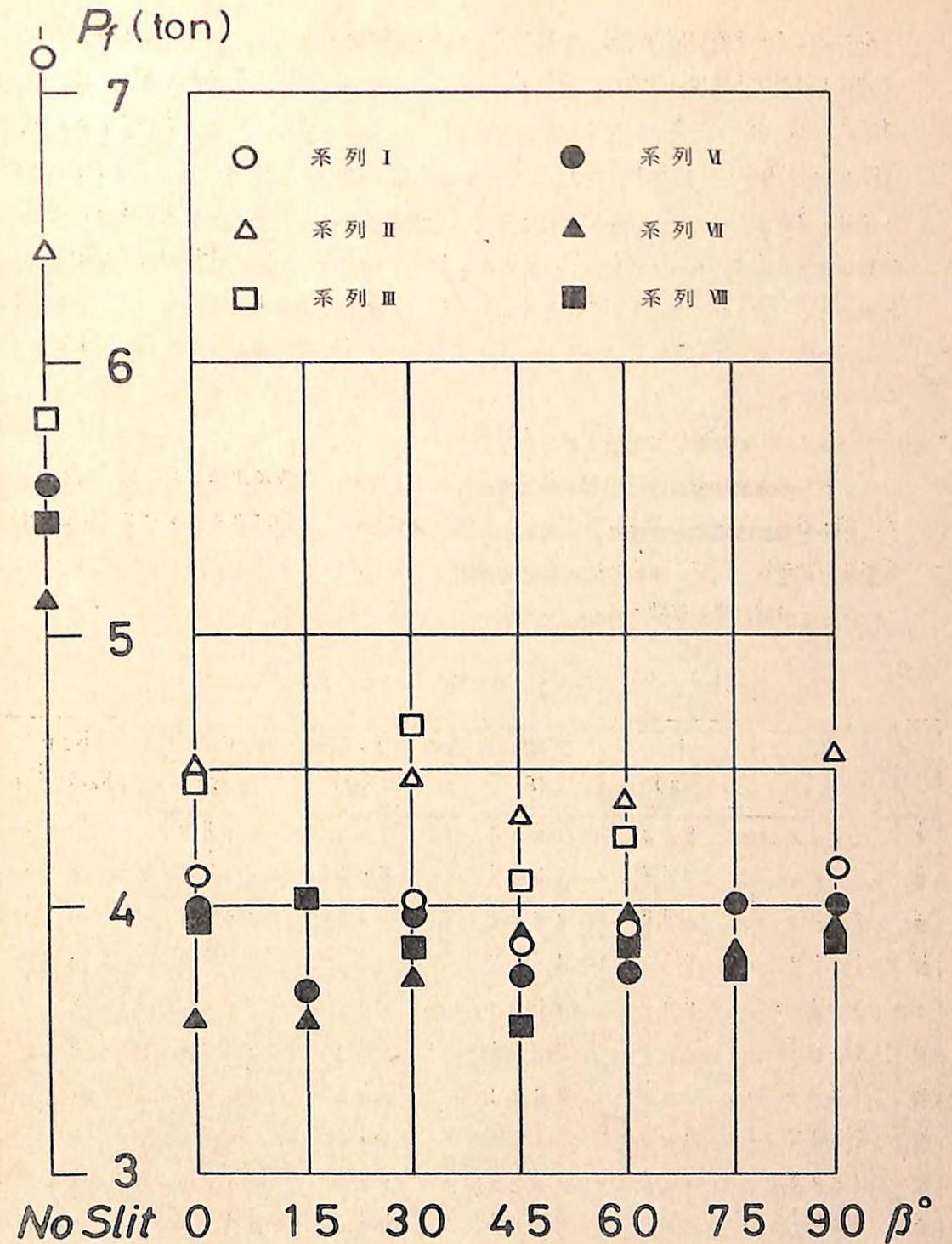


図-46 スリット傾斜角  $\beta$  に対するコンクリートの破壊荷重

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)	$\gamma$ (g/cm <sup>3</sup> )	P <sub>F</sub> (Kg)	K <sub>IF</sub> (Kg/cm <sup>3/2</sup> )
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,  $\gamma$ : 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<sub>IF</sub>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<sub>IF</sub>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<sub>IF</sub>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<sub>IF</sub>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<sub>IF</sub>値は高くなることわかる。

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<sub>IF</sub>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<sub>IF</sub>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<sub>IF</sub>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<sub>IF</sub>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<sub>IF</sub>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<sub>IF</sub>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  
年次学術講義，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的考察(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的考察(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。

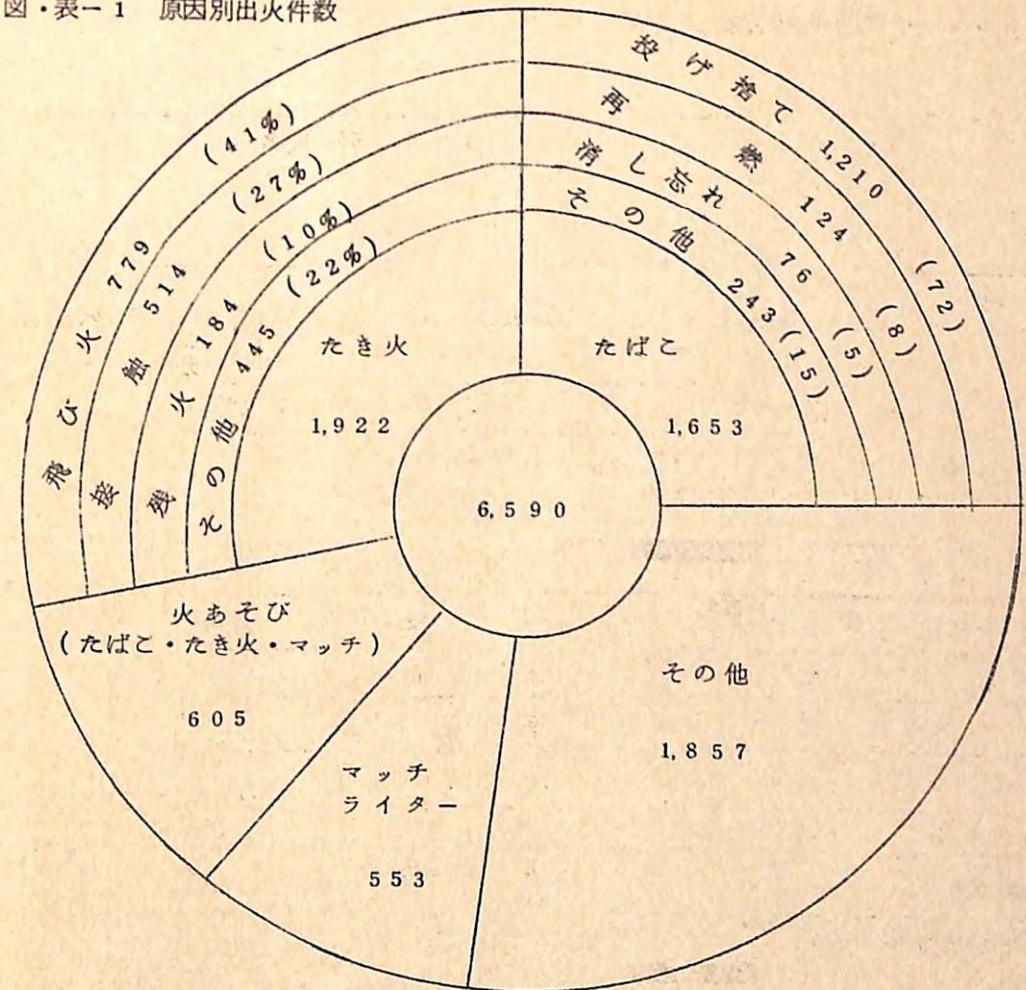
図表-1に原因別出火件数と主原因の内訳を図示したが、「たばこ」、「たき火」の不始末による出火が約半数を占めているほか、原因の90%が利用者の不注意であり、入山者のモラルの問題とする現状に多くの課題がある。

表-1 焼損面積別損害

種別 区分	出火		焼損		損害	
	件数	%	面積	%	額	%
1a 未満	597	9	—	0	(千円) 4,354	1
1a~5a	2,107	31	42.6	1	36,304	1
5a~10a	747	11	46.4	1	18,379	1
10a~50a	1,969	29	401.0	5	129,653	5
50a~100a	411	6	264.2	4	80,963	3
1ha~2ha	325	5	407.8	5	134,016	5
2ha~3ha	136	3	307.6	4	84,945	3
3ha~5ha	115	3	418.0	6	110,350	4
5ha~10ha	87	1	583.6	7	131,787	5
10ha 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ヶ年間の平均

図・表-1 原因別出火件数



※ 数値は昭和48~52年の5ヶ年の平均で( )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

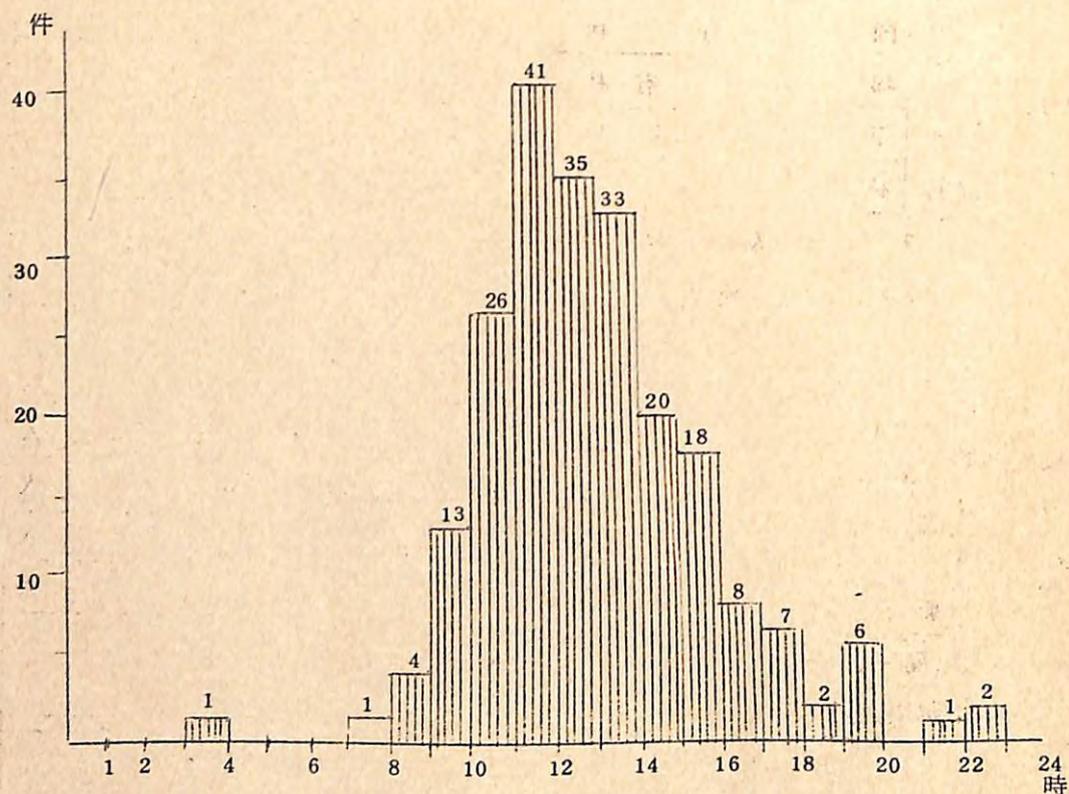
火元	市区 町 丁目 番地 号 氏名					
	郡 町					
日 時	出火 年 月 日		覚知	現場到着	火勢鎮圧 鎮 火 月 日 時 分	
	時 分		時 分	時 分	月 日 時 分	
出 火 原 因			原因の詳細と発見当時の状況			
発火源	経 過	着火物	失火者			
			発見者 出火原因			
火元とその付近の状況			気 象 の 状 況			
火元の位置	森林種別	天 気	相 对 湿 度			
斜面方位	人 天 別	風 向	実 効 湿 度			
傾 斜	樹 種	平均風速	事前10日間降雨量			
斜面長	林 令	最大風速	最終降雨日からの経過日数			
地被物の量	樹 高	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 <sup>3</sup>	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
			アール	千円
		森 国 有 林		
		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。

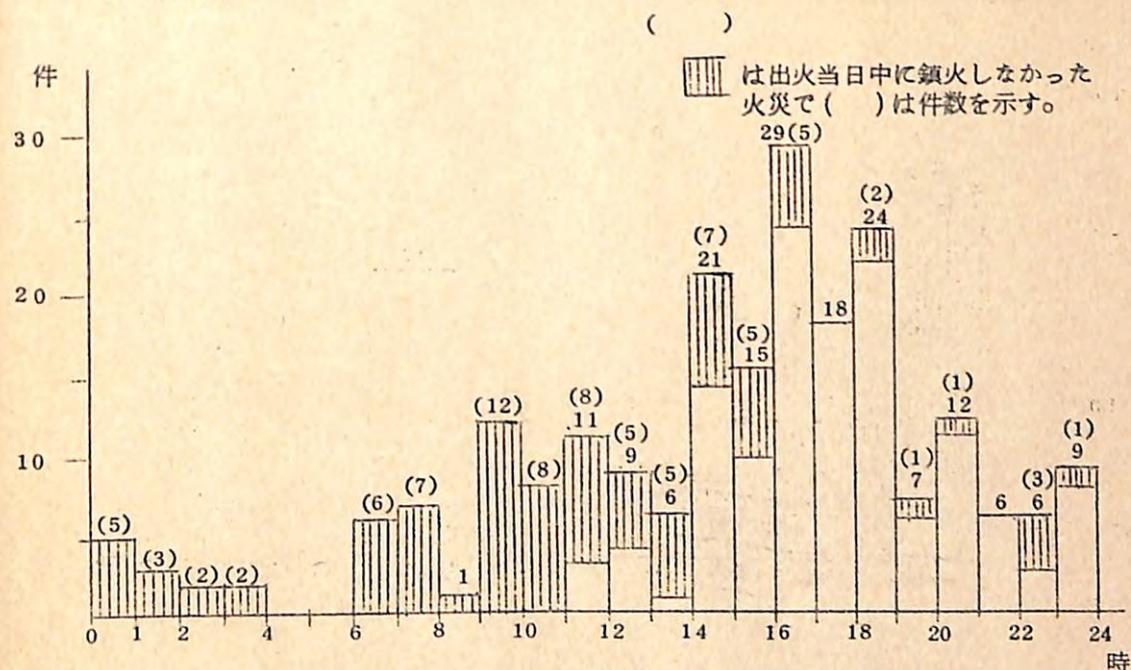
図-1 出火時刻の分布



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。

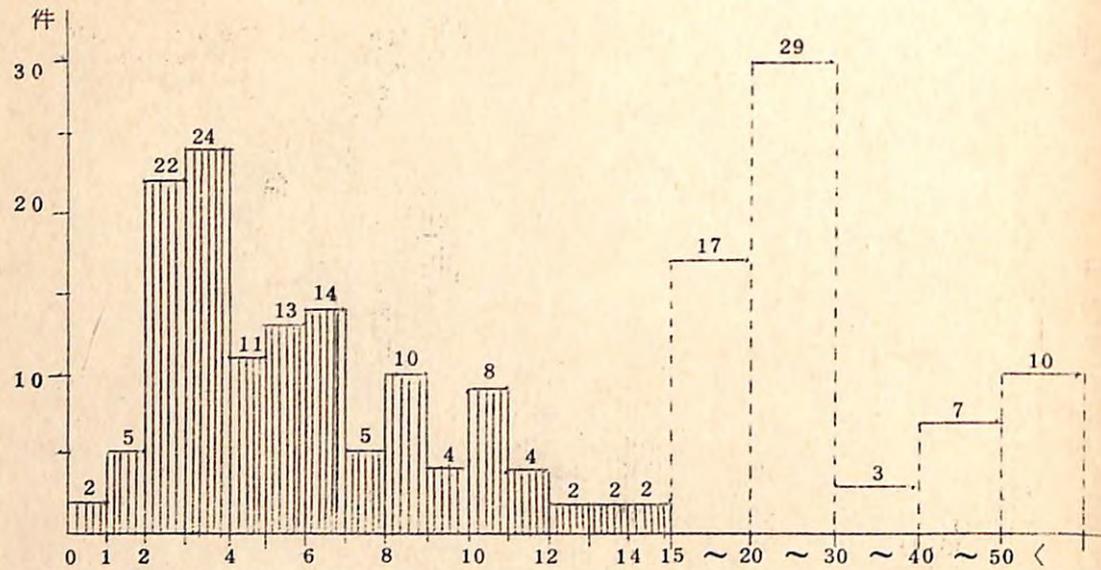
図-2 鎮火時刻分布図



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時までで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がり、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10ha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作業が困難となり、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 (時間)	件数	%
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う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)							現場到着までの時間 A=覚知からの時間 B=出火からの時間
0 ~ 30	153	72	115	76	104	52	
30 ~ 60	28	13	25	16	46	23	
(時間)							
1 ~ 1.5	16	8	6	4	22	11	
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々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

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	針葉樹	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	45	30	計		236	100
伐採跡地		20	10		広葉樹	クヌギ ナラ	20	13			
不明		16	8								
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				

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								

(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。

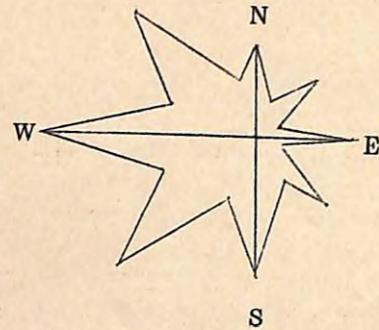
以上、出火地点附近の環境諸条件から出火の危険を判定すると、着火性の強い可燃物質が全面に在るSW方向の乾燥斜面は、林野火災の出火の危険性は非常に高い。とくに山腹以下の地域は入山者の火の取扱いも多いので出火も多い。

(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。

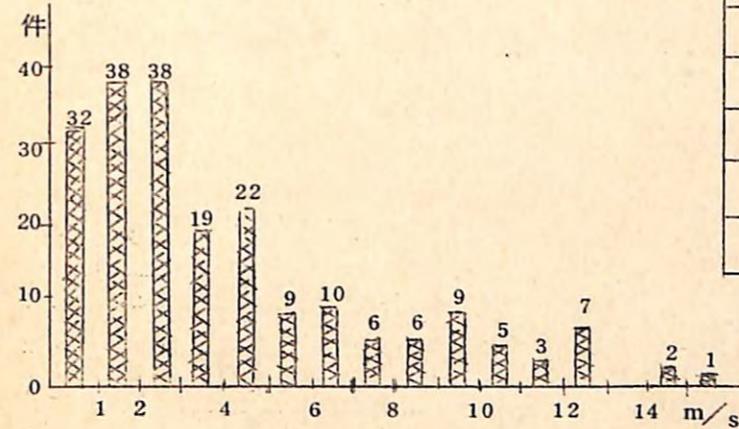
出火時の半数は風速が5 m/s以下で南～西方向の風の場合で、最大風速も9 m/s以下の場合が10 m/s以上の強風が吹き荒れる時よりも出火の危険は大きくなっている。

図表-3 出火時の風向



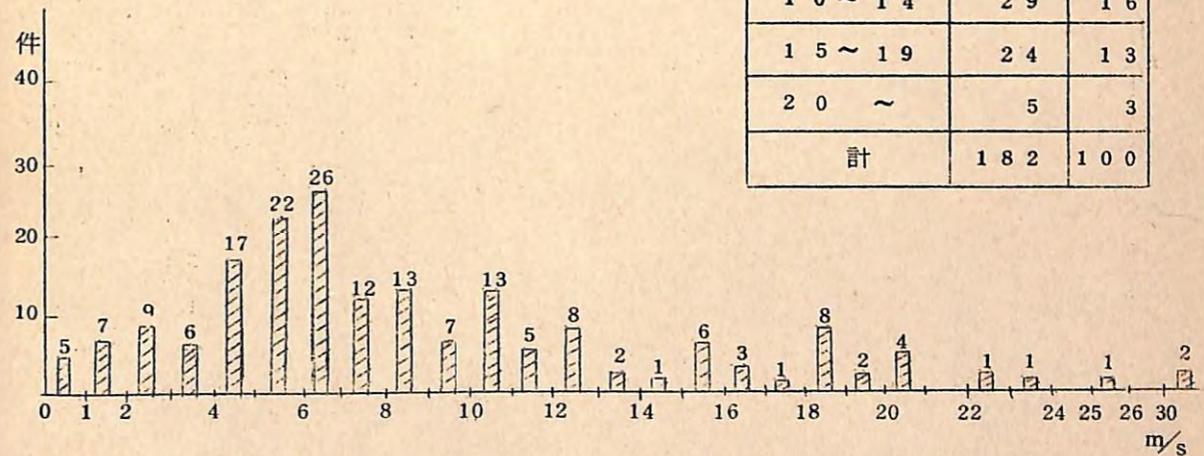
風向	出火件数	%
N	13	6
NNE	4	2
NE	11	5
ENE	1	1
E	12	6
ESE	2	1
SE	12	6
SSE	6	3
S	20	9
SSW	8	4
SW	28	13
WSW	13	6
W	31	14
WNW	10	5
NW	35	16
NNW	6	3
計	212	100

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

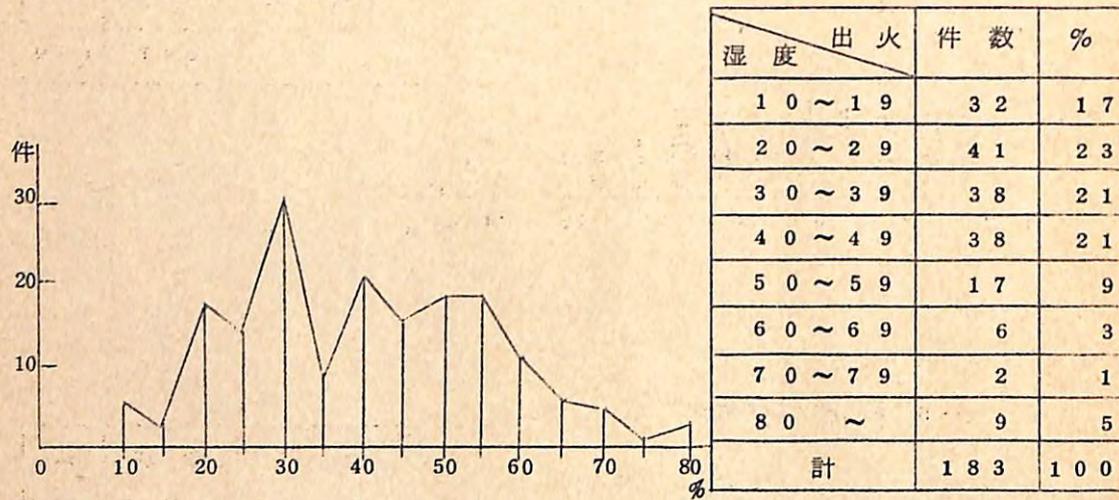


風速	出火件数	%
0~4	44	24
5~9	80	44
10~14	29	16
15~19	24	13
20~	5	3
計	182	100

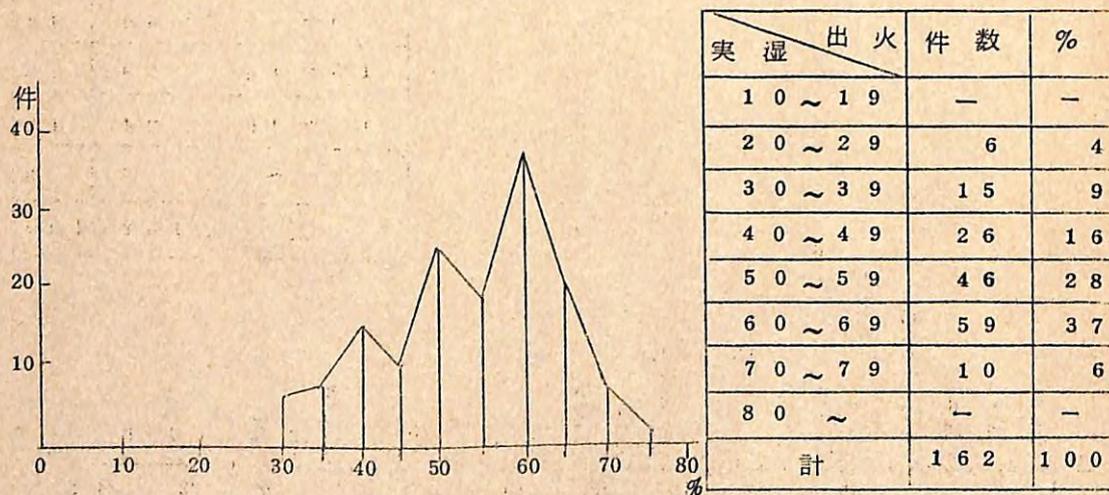
(ii) 出火時の湿度と実効湿度 出火件数と湿度・湿度区分と出火の関係を図表-6に、実効湿度との関係を図表-7に示した。

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

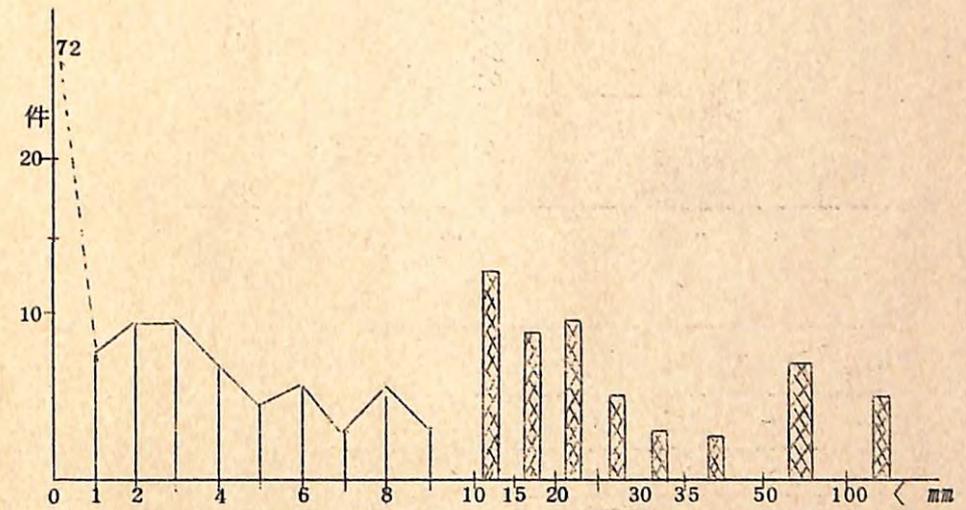


図・表-7 出火時の実効湿度



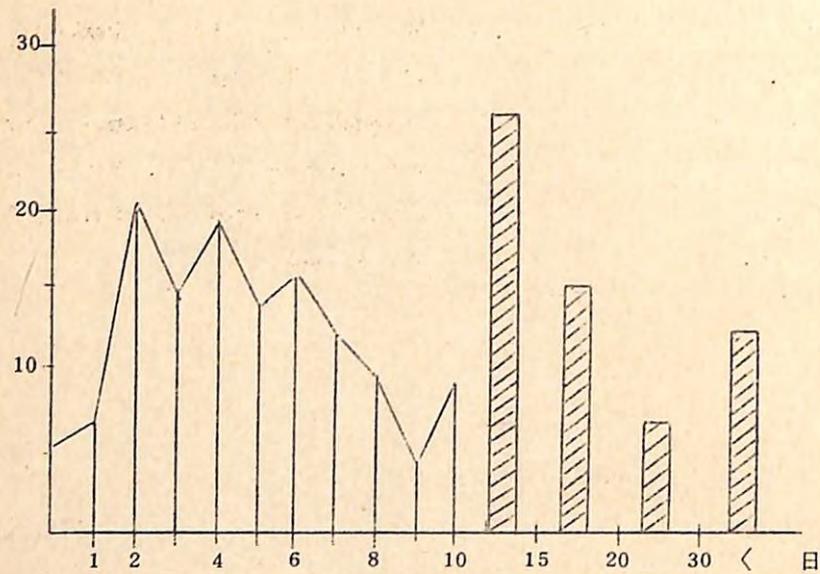
(iii) 出火時の降雨量 地上の可燃物をぬらし出火条件の安全弁とも云われる降雨量は、火災に対する大きい消火効果を持つ重要な気象要因でもある。図・表-8に示す出火前10日間の降雨量から出火の危険度を考察すると、降雨量0の無降雨日が10日以上続いた場合は危険度は最高で、10日間に5mm未満の少量の降雨での出火を含めると全出火数の58%にもなり大きい危険度を示している。20mm以上の降雨量が有ると出火は極端に少なくなる。図・表-9の最終降雨日からの経過日数によると少量の降雨量では、好天気が続く2日目には相当数の火災発生がある。事前の降雨量にもよるが無降雨日が5日ほどで第1の出火の山があり、10日以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

(V) 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	割合 (%)	天気	出火件数	割合 (%)	発令	出火件数	割合 (%)
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、鍬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動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
チェット・シューター		33	9	42	17
鎌・鋸・スコップ鋏		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	
注水	77	15	92	37	70
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・鉈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, 鉈, 鎌, シャベル, 唐鋏, 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/m<sup>2</sup>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。

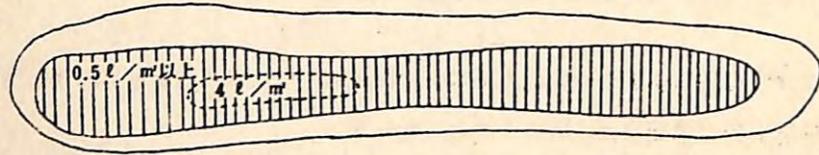
最近の林野火災において空中消火活動のために出動する自衛隊所属のヘリコプターの活躍は多く、53年中14火災に出動機数は54機で現地での消火剤散布飛行回数は423回にも達して林野火災消火に大きい力となっている。

(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大要を述べたが、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
最大播量	6ℓ/m <sup>2</sup>
風向・風速	SW. 5.2 S/m



中型ヘリコプターHU-1B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
最大播量	4ℓ/m <sup>2</sup>
風向・風速	S. 2.0 S/m

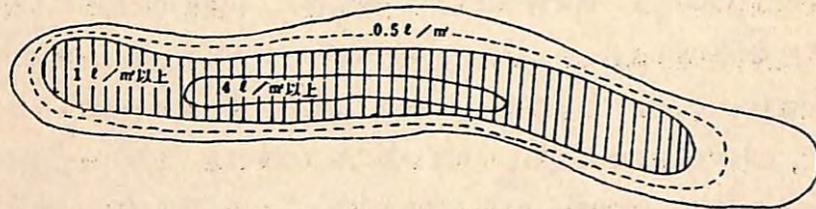


図 - 3

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	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	
福島	42	2-15	66,348	22.7	14	10		
	2	15-30	4,500	6.9	1			
	0							
	27	2.5-10	51,635	31.6	9	5		
茨城	10	3-10	29,818	13.0	11	1	1	
	20	1.5-4	56,130	18.0	20			
	14	6-12	35,540	27.2	8			
	35	3-15	33,180	35.4	32			
栃木	38	6-15	78,498	84.8	16	5	1	
	0							
	0							
	9	5	32,870	16.6		9		
群馬	0							
	64	5-20	71,076	78.3	28	21		
	39	2-20	75,367	49.9	16	10		
	0							
静岡	94	2.4-20	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			
滋賀	0							
	不明							
	22	2.5-10	37,250	28.7	10	2		
	1	12	750	0.9	1			
大阪	23	2-17	68,618	84.1	15	9	1	
	12	3-17	7,010	7.5	2	2		
	3	3-4	2,000	7.4	3			
	2	10	9,255	9.3	2			
京都	0							
	53	3-6	91,745	41.1	29	4		
	80	4-8	541,745	215.6	28			
	35	2	79,207	15.7	23	2		
奈良	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	
和歌山	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		
徳島	18	3-7	3,978	2.1	2	2		
	1	4.7	3,000	1.4				
	計	2,194	0.6-40	3,688,973	2,548.4	783	316	21

平地	種類								所属別			
	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	46	4									1	3
1	11	6	3					4	19		62	15
3	22	16	16			15		1	1	1	27	2
1		11					14	4			81	10
		9						3	12		9	14
	1					1			1		2	
1	1	6			1			3		4	4	4
1		7			2	2		6		1	11	2
			20						20		17	5
		8							8	1	7	
			8		3.2			12		4	3.2	2
											15	
		9									9	
	6	13	2			28		34	16	6	30	7
								5			22	1
1	11	25	18	3	1			23		7	34	31
		15	1					1			5	
						1		2			2	2
								1			1	
1		9	3					10	9	1	18	2
								1			1	1
	7	14						3		2	6	18
4		5				1			1		6	5
											6	
		2						3			2	3
1		26						6			31	2
	28										68	
		35									34	
		5									4	1
		34						1			5	5
	5	8		39	12			32	12	30	50	8
2		25	12	1	1			5			39	6
5		28		1		1		3			16	16
		94		16							110	1
14	2	38	32	39	1	4		2		5	47	60
	3	46			1			41		12	33	5
			2	2						7	1	1
1									1		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

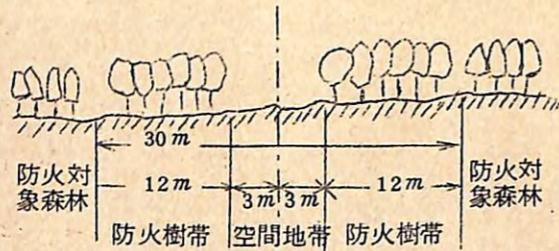
表-14 防火線・防火林の位置

種 区 分	防 火 線		防 火 林	
	ヶ 所	%	ヶ 所	%
峯 筋	783	68	31	66
山 腹	316	27	10	22
山 麓	21	2	3	6
平 地	39	3	3	6
計	1,159	100	47	100

示すと、防火林を造成する場合は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か防火林の造成	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 防火緑地か防火林の造成	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10 m	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 火林か防火緑 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、各種の防火施設の效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。