

崩壊危険地帯における 保全的森林施業法

崩壊危険地帯における保全的森林施業法

I 試験担当者

防災部治山科治山第1研究室	北村嘉一
防災部治山科治山第1研究室	秋谷孝一
防災部(現東北支場経営部防災研究室)	梁瀬秀雄

II 試験目的

崩壊発生が予想される林地についてこれを予防する施業法を確立するため、崩壊危険度の高い地帯について、崩壊防止に好ましい目標林相を想定し、この目標林相を維持できる適切な施業方法の基礎資料を得る。

III 試験の経過と得られた成果

1. 試験方法

既往の崩壊多発地を調査し地質、地形から判定される崩壊危険度と、林相から判定される森林の崩壊防止機能を推定し、崩壊防止に好ましい林相を林齡、林分蓄積あるいは抜根抵抗力から推定した林分の強さなどを指標として目標林相を想定する。この目標林相を常に維持できるような施業を主として伐採に関連する伐期齢、伐採率、回帰年と伐区の規模、形態、配置などを崩壊危険度に応じて検討する。また崩壊防止に有効な保護樹帯の設置について、位置、林帯幅、管理方法について検討する。

2. 試験の経過

本試験は昭和52年度～54年度の3ヶ年を調査期間として実施したもので、1)～3)の事項について調査、試験を行なった。

1) 国有林における施業の実態

国有林における施業は地域施業計画のなかで保全的にも厳しい規制のもとで実施されている。しかし、毎年不連続線あるいは台風による豪雨で崩壊が発生し、林地や下流に多くの被害を生ずる地域も少なくない。これらの地域のなかから最近10ヶ年前後の間に崩壊が多発

した事業区を対象に施業の実態を調査した。調査事業区は各営林局のなかから3~5営林署を選び、全国56事業区について、地種の区分、細別に林相、伐採に関する施業方法、および地質、荒廃地の概況等を調査表にまとめた。調査の対象とした営林局と56営林署名は表1のとおりである。

昭和47年、国有林における“新たな森林施業”が実施されてからは伐区面積など施業上の規制が厳しくなり、第1種林地の皆伐は5ha以下、第2種林地は5~20haの範囲で実施され、伐区も分散方式、あるいは保護樹帯の設置などが実施されている。これら施業方法は営林局が地域を代表するものとして、各営林局の概要を示すと表2のとおりである。また全体の地種別の施業は表3のとおりで、第1種林地では大部分に保護樹帯が設置されているが、第2種林地では保残帶方式で施業されるものが多いようである。

表1 調査事業区

営林局	営林署
北海道	上芦別・静内・白老
旭川(支)	名寄・朝日・金山・達布
北見(支)	白滝・留辺蘂
帯広(支)	帯広・大樹・白糠
函館(支)	室蘭・函館・黒松内
青森	蟹田・碇ヶ関・三本木・川尻・白石
秋田	寒河江・新庄・和田・二ツ井・花輪
前橋	郡山・富岡・坂下・高崎・村上
東京	千葉・平塚・気田・沼津
長野	飯田・蘇原・妻籠・坂下
大分	中津川・付知・久々野・古川・岡崎
名古屋	尾鷲・日原・福山・龜山
大阪	徳島・高松・大柄・野根
高知	直方・長崎・矢部・竹田・鹿児島
熊本	直方・長崎・矢部・竹田・鹿児島

表2 地種別施業の概要(営林局別)

局	第1種林地			第2種林地			第3種林地		
	皆 面 積 (ha)	伐 方 法	伐 率 (%)	回 帰 年 (年)	皆 伐 方 法	伐 率 (%)	伐 方 法	伐 率 (%)	皆 伐 方 法
旭川	5	保護樹帯	15~20	20	群状	(1種と同じ)	(1種と同じ)	(1種と同じ)	(1種と同じ)
北見	5	保残帶	10~30	20	群状	(“ ”)	(“ ”)	(“ ”)	(“ ”)
帯広	(10分散、保残木、保護木)	20~30	15~20						
札幌	5	保護樹帯(60m)	20~30	群状、单木	5~10	分散、保護樹帯	25	15	
函館	3~10	分散、保護樹帯	20~30		5~10	分散、保護樹帯	30		
森田	2~10	保護樹帯	10~30		10~20	保護樹帯、保残帶	30		
青森	5~10	保護樹帯、保残帶	10~30	適伐	10~20	保護樹帯、保残帶	30		
秋田	5	保護樹帯	10~30	30	群状、单木	20	保護樹帯	30	单木、群状
前橋	5	保護樹帯	10~30	群状	5	分散	5		
東京	1~5	分散	30						
長野	5	保護樹帯、保全帶 分散	10~30						
名古屋	1~20	保護樹帯、保残帶	10~30						
大阪	5	分散、保護樹帯	30						
高知	0.5~20	分散、保護樹帯	30	適時	单木	10~20	分散、保護樹帯	30	单木
熊本	1~10	分散、保護樹帯	10~45	单木	20	分散、保護樹帯	5~20		

表 3 地種別の施業方法(全体)

地種	伐採方法	伐区の面積	施業の方法
第1種林地	皆伐	5ha以下(1~10ha)	分散、保護樹帯
	択伐		群状、単木、10~30年回帰
第2種林地	皆伐	5~20ha	分散、保残帶
	択伐		第1種とほぼ同じ、30年回帰

全国有林と調査事業

区の地種別面積割合は表4のとおりで、調査事業区はとくに第1種林地の割合が全国有林に比べて少なく、反対に第2種林地の割合が多くなっている。また

地種別面積割合は営林

局により大きく差異があり、第1種林地の占める割合がとくに少ない局は、北海道(北見支局)：約25%，全(帯広支局)，全(旭川支局)，高知局：約40~42%等で、これに反して高い局は、東京局，名古屋局：約76%，大阪局：約83%，長野局：約86%などであった。これら第1種林地の割合がとくに高い局は、水源かん養保安林，自然公園などの面積が多いことによることが認められた。

また、最近とくに関心の高い森林の公益的利用についてみると、国有林に占める面積は保安林：46.1%，自然公園：26.7%，鳥獣保護区：10.1%，レクリエーションの森：7.7%，等を主として合計：約93%となる。これら公益的利用面積は目的別に指定された地域の面積であるため、相互に重複するので合計ではこのように大きな値となるが、保安林だけでも46.1%，第1種林地が57%に達していることから国有林においては、施業規制を受ける面積が如何に大きいかが想像できる。

このように広い規制を受けながらも、豪雨により崩壊が発生し、被害を生じているのが現

表 4 地種別の面積割合

区分	地種	第1種林地	第2種林地	第3種林地
全国有林		57.2%	40.6%	2.2%
調査事業区		53.8%	45.0%	1.2%
事業区	皆伐	30%	60%	98%
の作業	択伐	50	40	2
種割合	禁伐	20	-	-

状である。国有林では高い計画性を施業面に充分生かされる可能性があるので、崩壊危険地帯の判定と林相の変化としての施業のあり方を検討することにより崩壊発生を抑止し、被害を減少できることが予想できる。本試験では長期的展望のもとで保全的施業の基礎資料が得られるよう検討した。

2) 試験地調査

表1に掲げた56事業区から地質的に異なる地域を選び、地形から崩壊危険度を判定し、一方林相の差異による森林の崩壊防止機能を予想した。

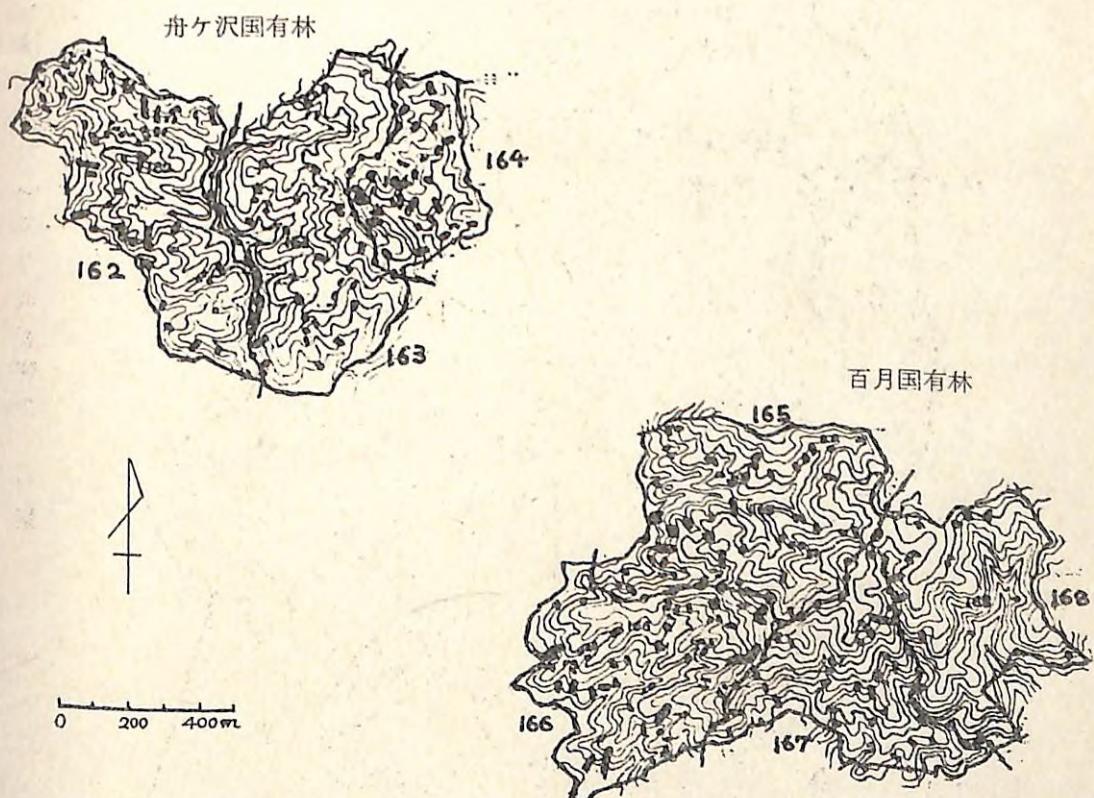


図1 崩壊地分布図(岡崎事業区)

山北町

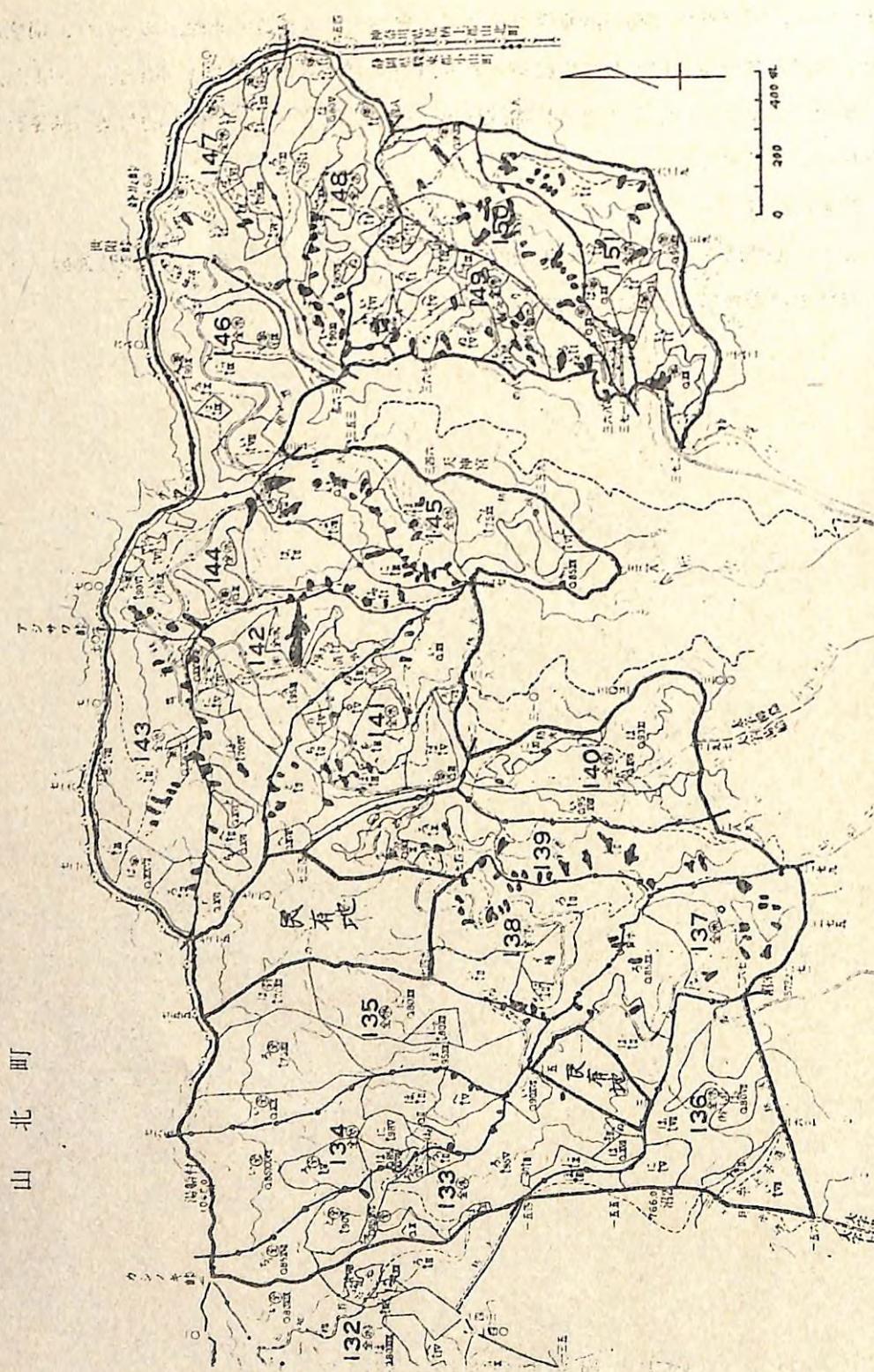


図 2 崩壊地分布図(沼津事業区)

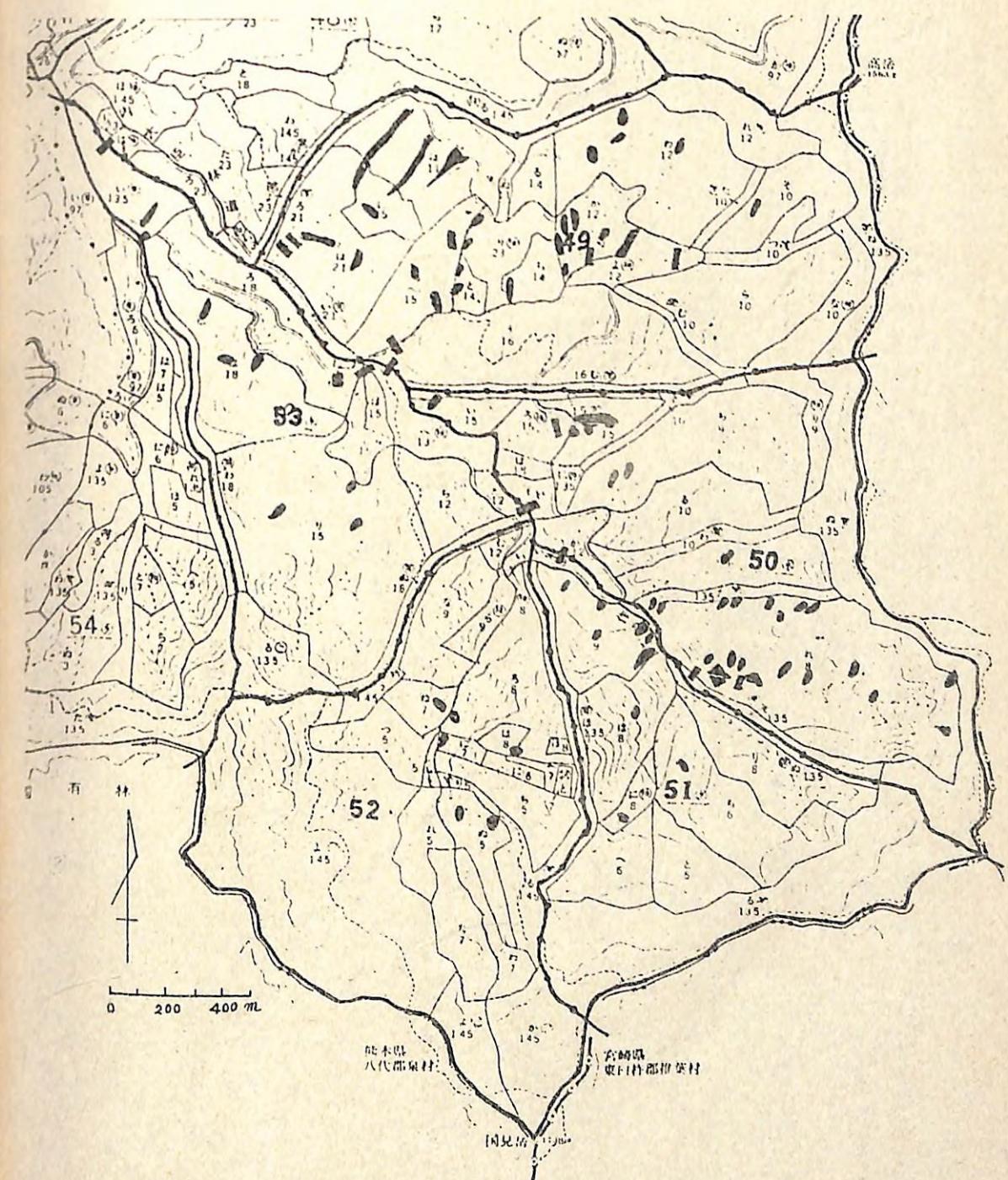


図 3 崩壊地分布図(矢部事業区)

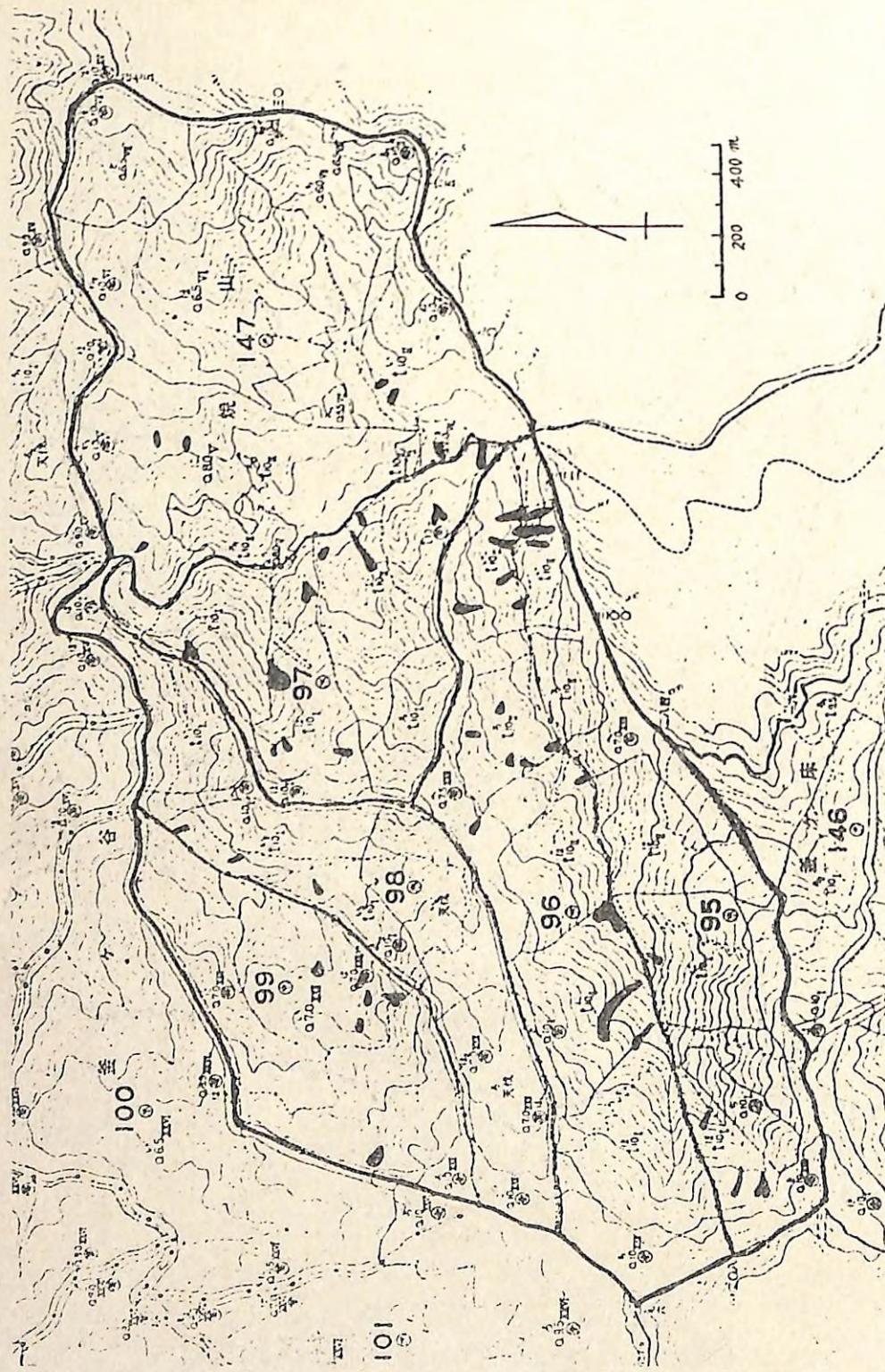


図4 崩壊地分布図(徳島事業区)

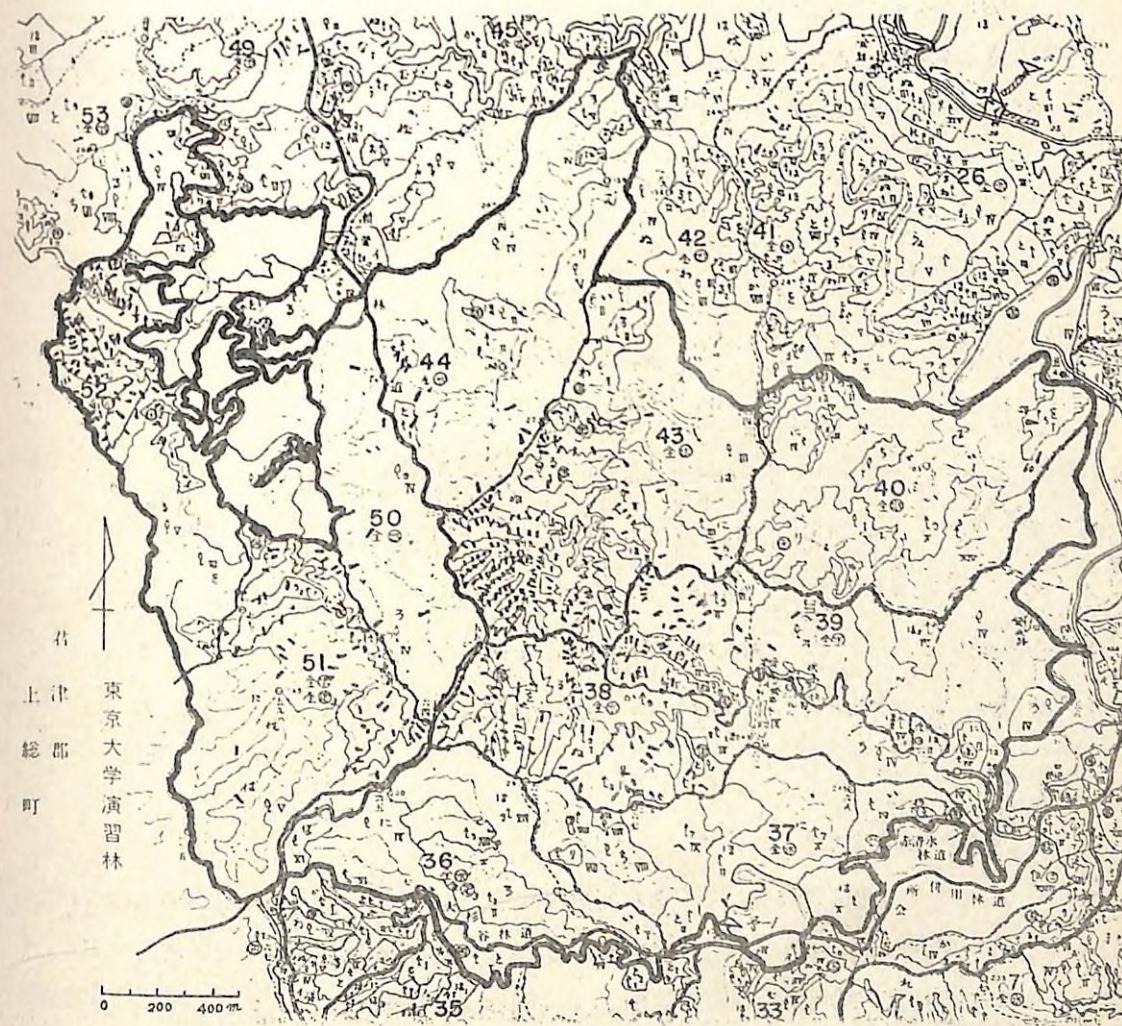


図5 崩壊地分布図(千葉事業区)

試験地は古生層地帯として熊本営林局矢部営林署管内大臣地区(図3:162~168林班),三紀層地帯は東京営林局沼津営林署管内小山地区(図2:133~151林班),風化花崗岩地帯は名古屋営林局岡崎営林署管内舟ヶ沢・百月国有林(図1:49~53林班)を選定した。試験地の概要は表5のとおりである。なお表5に示した事業区は上記3事業区の他,補足的に中生層地帯として高知営林局徳島営林署管内釜ヶ谷地区(図4),三紀層地帯は沼津営林署管内が火山碎屑岩を主としていたので,水成碎屑岩の砂岩,泥岩地帯である千葉営林署管内(図5)の調査地に關しても記載したが,この両地区は林相と崩壊のみについて検討した。

表5 試験地の概要

事業区	林班	崩壊			地質・基岩
		面積 (ha)	個所 (個)	面積 (ha)	
岡崎	162 ~ 168	192.8	293	6.68	白亜紀後期 (領家帶の新規花崗岩) 角内石黒雲母花崗岩 (粗粒)
沼津	133 ~ 151	613.1	223	8.38	第三紀火山碎屑岩 磨岩, 砂岩, 火山灰ローム
矢部	49 ~ 53	784.48	73	3.50	古生層 砂岩, 粘板岩
徳島	95~99, 147	559.85	49	3.71	中生層 砂岩, 泥岩
千葉	36~40, 50~52	724.06	439	6.75	第三紀水成碎屑岩 砂岩, 凝灰砂岩, 泥岩

3) 施業指標林調査

最近各営林局で実施されつつある施業指標林のうち大阪営林局津山営林署管内の指標林について調査した。大阪営林局は昭和48年度から“新たな森林施業”を具体化するため,これまでに開発された個別技術を総合化し,新施業技術の普及をはかるとともに,社会的な理解を深めるため,津山営林署管内泉山国有林に施業指標林を設定し,施業に関する条件別の比較検討がなされている。ここで得られつつある結果を参考に,崩壊防止に有効で,施業効率の良い施業法を検討した。

その他東京営林局千頭・気田営林署,大阪営林局福山・大津・龜山営林署および長野営林局戸原・坂下営林署等で林相ならびに地質,地形と崩壊発生の関係について現地調査を行なった。

3. 試験の結果

1) 試験地調査

試験地の概要は表5に示したとおりで崩壊発生をもたらした降雨は表6のとおりである。

表6 試験地の雨量

事業区	連続雨量		最大日雨量 (mm)	最大時間雨量 (mm)	観測地
	雨量 (mm)	期間			
岡崎	428	昭和47年7/8~7/13	284	77	小原村
沼津	363	" 7/11~7/12	264	89	小山町
矢部	353	" 7/2~7/6	145	-	新日本電素発電取水所
徳島	872	昭和49年7/4~7/8	782	75	江田川
千葉(大多喜)	346	昭和45年7/1~7/2	320	116	大多喜

表6でみられるように、連続雨量、最大日雨量ともに徳島事業区がとくに多かったが、その他の事業区間に甚しい差異はなかった。田中(参考文献 No.10)は山くずれを起こしやすい降水条件としてつきの諸項目の大半を満たすことであるとしている。

- ① 最大24時間雨量が200mmを上まわること、上まわる程度が大きいほど山くずれが激増。
- ② 5時間雨量が150mmを上まわること、上まわる程度が大きいほど山くずれが激増。
- ③ 3時間雨量が120mmを上まわること、上まわる程度が大きいほど山くずれが激増。
- ④ 1時間雨量が50mmを上まわること、ただしこれを上まわる程度が大きくて雷雨性豪雨のように1時間余りで終息する雨は山くずれに寄与しない。
- ⑤ 先行降雨が幾日にも亘り降り、先行表土含水量が大きいこと。
- ⑥ 略

表6によると最大日雨量、最大時間雨量ともに矢部事業区を除いて上記の条件を満たしている。矢部事業区については、時間雨量の資料がなく、最大日雨量もやや少なかったが、先行降雨は多く崩壊が発生しやすい降水条件であったことは認められる。

各事業区における資料は各営林局の調査にかかる崩壊地調査表および森林調査簿から求めた。崩壊位置および傾斜の測定は事業区基本図(縮尺1/5000)および治山全体調査計画図(縮尺1/5000)を用いた。

地形は通常傾斜、起伏量、谷密度等いくつかの因子がとり上げられるが、ここでは傾斜で代表させた。傾斜の測定は林班を単位として、林班内の等高線間の平均傾斜を等高線延長法により次式から求めた。崩壊は等高線間に発生したものとし、崩壊個所は発生位置を明らかにした。

$$S = D \div \frac{A}{\sum \ell} = D \frac{\sum \ell}{A}$$

S : 平均傾斜

D : 等高線の高度差

ℓ : 等高線延長

A : 等高線間の面積

に判定できないので、崩壊の上部が含まれる等高線間と規定した。また、崩壊面積は、崩壊が等高線をまたがる場合でも個所で規定した等高線間の崩壊として取扱った。

林相は各事業区の森林調査簿により林小班の ha 当りの林分材積を代表値とした。崩壊は林小班内に発生したものとし、崩壊個所は崩壊の上部が含まれる林小班とし、崩壊面積は他の林小班にまたがる場合も発生個所と規定した林小班の崩壊として取扱った。森林調査簿では林齢が 10 年以下の場合は林分材積が未記載されていないので、前生樹の伐根の影響と植栽木の林齢から崩壊に対する林分の抵抗力を推定し、これに相当する林分材積として崩壊との関係を求めた。

試験の結果を各事業区毎にまとめると表 7 のとおりである。この表からみて事業区は地質の差異により特徴づけられている。傾斜は風化花崗岩→三紀層→古生層の順序で急になっていく。崩壊率は個所・面積ともに古生層 < 三紀層 < 風化花崗岩の順序で高くなっている。また、

表 7 事業区別の試験結果

事業区	地質	平均傾斜(度)	林分材積 m ³ /ha		崩壊		
			試験区(m ³)	事業区全体(m ³)	地域施業計画区(m ³)	個所率(個/ha)	面積率(%)
岡崎	花崗岩	25° 55'	69	80	118	1.52	3.46
沼津	第三紀	33° 52'	73	63	99	0.29	0.92
矢部	古生層	35° 10'	67	166	141	0.08	0.36
徳島	中生層		54	82	84	0.09	0.66
千葉	第三紀		39	65	76	0.61	0.93

1 個所当りの崩壊面積は古生層 > 三紀層 > 風化花崗岩と崩壊率の順序とは反対の結果が得られた。中生層である徳島事業区の崩壊率は古生層と三紀層のはば中間的値を示し、水成碎屑岩の千葉事業区は火成碎屑岩の沼津事業区よりやや高い崩壊率を示した。表 7 の林分材積の項でみられるように、試験区とした林班の材積は、その事業区および地域施業計画区よりも少なく、崩壊の多発した試験区の林相がかなり不良なものであったことが予想された。

各事業区の林班別試験結果は表 8 ~ 12 のとおりである。傾斜・林分材積と崩壊率の関係を事業区別にプロットすると図 6-(1)~(5)のとおりで、林班内で平均化されるためかおよそその傾向しかつかがえない。崩壊率との関係では林分材積の方が傾斜に比べて明らかに差異のある傾向がみえ、林分材積が大きい場合はどの事業区でも崩壊率は低い値が示された。

表 8 林班別の試験結果(岡崎事業区)

林班	面積(ha)	崩壊					林分材積 林班計(m ³)	ha当たり(m ³)	平均傾斜(度)
		個所(個)	率(個/ha)	面積(ha)	率(%)	1 個所当り(ha)			
162	34.0	68	2.00	1.31	3.85	0.019	1,124	33	26.6
163	33.2	34	1.02	0.76	2.29	0.022	1,679	51	24.0
164	14.2	33	2.32	0.73	5.14	0.022	242	17	22.4
165	34.3	55	1.60	1.07	3.12	0.019	3,699	108	25.8
166	30.3	52	1.72	1.53	5.05	0.029	2,243	74	26.1
167	22.3	35	1.57	0.86	3.86	0.025	537	24	27.9
168	24.5	16	0.65	0.42	1.71	0.026	3,814	156	27.9
合計 (平均)	192.8	293	(1.52)	6.68	(3.46)	(0.023)	13,338	(69)	(25.9)

以下事業区別に地形(傾斜)・林相(林分材積)と崩壊の関係から崩壊危険度と森林の崩壊防止機能について検討してみる。

表 9 林班別の試験結果（沼津事業区）

林班	面積 (ha)	崩 壊				林分材積		平均傾斜 (度)
		個所 (個)	率 (個/ha)	面積 (ha)	率 (%)	1個所当り (ha)	林班計 (m³)	
133	36.8	3	0.08	0.14	0.38	0.047	2,155	59 38.8
134	32.6	4	0.12	0.09	0.28	0.023	2,283	70 40.2
135	44.2	②注 0	-	0	-	-	5,586	126 38.0
136	30.7	0	-	0	-	-	1,973	64 20.7
137	30.6	② 15	0.49	0.52	1.70	0.035	1,251	41 33.8
138	27.3	⑥ 11	0.40	0.92	3.37	0.085	-	32.0
139	31.0	① 14	0.45	0.39	1.26	0.026	2,003	65 32.8
140	28.4	2	0.07	0.04	0.14	0.020	3,256	115 35.4
141	36.7	② 13	0.35	0.26	0.71	0.020	1,526	42 32.9
142	37.7	② 10	0.27	0.21	0.56	0.021	4,640	123 31.2
143	33.2	② 11	0.33	0.24	0.72	0.022	525	16 31.1
144	31.1	④ 9	0.29	0.11	0.35	0.012	2,774	89 31.7
145	36.0	① 26	0.72	0.69	1.92	0.027	3,352	93 36.0
146	30.3	0	-	0	-	-	5,058	167 24.1
147	26.9	4	0.15	0.09	0.33	0.023	5,009	186 32.1
148	32.4	③ 12	0.37	0.31	0.96	0.026	2,438	75 37.3
149	28.9	⑭ 8	0.27	0.24	0.83	0.053	703	24 38.0
150	24.2	⑦ 18	0.74	0.62	3.39	0.045	61	3 37.6
151	34.1	17	0.50	0.39	1.14	0.023	246	7 37.5
合計 (平均)	613.1	⑯ 177	(0.29)	5.46	(0.89)	(0.032)	44,839	(73) (33.9)

注：○は捨土等道路による影響が明らかな個所として除いた数。

図 10 林班別の試験結果（矢部事業区）

林班	面積 (ha)	崩 壊				林分材積		平均傾斜 (度)
		個所 (ha)	率 (個/ha)	面積 (ha)	率 (%)	1個所当り (ha)	林班計 (m³)	
49	205.2	⑦注 17	0.08	0.22	0.11	0.013	4,396	21 36.9
50	157.9	① 25	0.16	1.69	1.07	0.068	6,981	44 37.6
51	118.5	④ 5	0.04	0.36	0.30	0.072	11,753	99 29.3
52	176.8	6	0.03	0.47	0.27	0.078	25,530	144 31.9
53	126.1	② 6	0.05	0.12	0.10	0.020	4,224	33 38.5
合計 (平均)	784.5	⑯ 59	(0.08)	2.86	(0.36)	(0.048)	52,884	(67) (35.0)

注：○は捨土等道路による影響が明らかな個所として除いた数。

表 11 林班別の試験結果（徳島事業区）

林班	面積 (ha)	崩 壊				林分材積	
		個所 (個)	率 (個/ha)	面積 (ha)	率 (%)	1個所当り (ha)	林班計 (m³)
95	84.6	7	0.08	0.88	1.04	0.126	4,660 55
96	98.8	16	0.16	1.33	1.35	0.083	5,755 58
97	73.1	11	0.15	1.06	1.45	0.096	- -
98	76.8	3	0.04	0.05	0.07	0.017	1,107 14
99	66.8	6	0.09	0.29	0.43	0.048	13,058 195
147	159.9	6	0.04	0.10	0.06	0.017	5,570 35
合計 (平均)	560.0	49	(0.09)	3.71	(0.66)	(0.076)	30,150 (54)

表 12 林班別の試験結果（千葉事業区）

林班	面積 (ha)	崩 壊				林分材積	
		個所 (個)	率 (個/ha)	面積 (ha)	率 (%)	1個所当り (ha)	林班計 (m³)
36	59.0	0	0	0	0	0	6,259 106
37	63.3	1	0.02	0.02	0.03	0.020	8,692 137
38	72.5	65	0.90	0.86	1.19	0.013	722 10
39	80.7	49	0.61	0.67	0.83	0.014	822 10
40	81.7	2	0.02	0.02	0.02	0.010	5,791 71
43	95.6	163	1.71	2.08	2.18	0.013	310 4
44	88.2	10	0.11	0.18	0.20	0.018	1,692 19
50	47.6	7	0.14	0.11	0.23	0.016	1,306 27
51	74.2	57	0.77	1.08	1.46	0.019	1,038 14
52	61.3	85	1.39	1.73	2.82	0.020	1,365 22
合計 (平均)	724.1	439	(0.61)	6.75	(0.93)	(0.015)	27,997 (39)

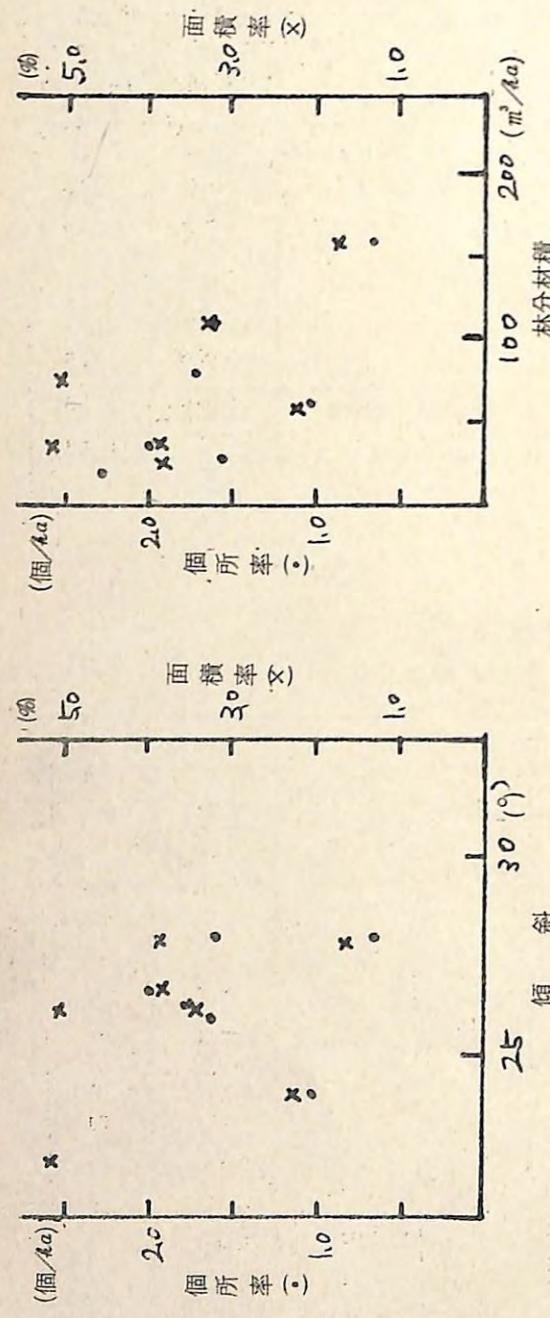


図-6-(1) 岡崎事業区

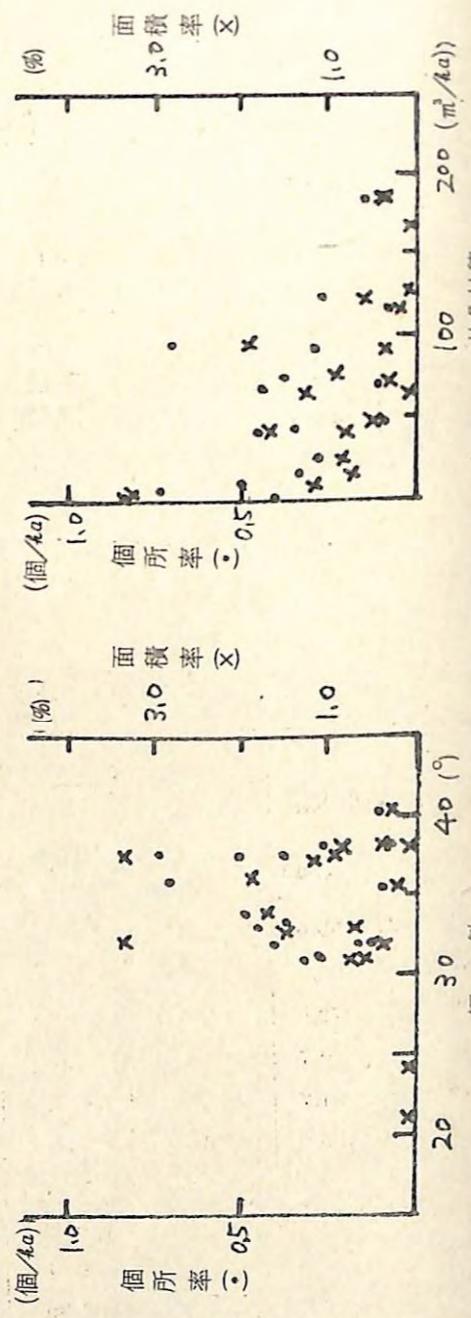


図-6-(2) 沼津事業区

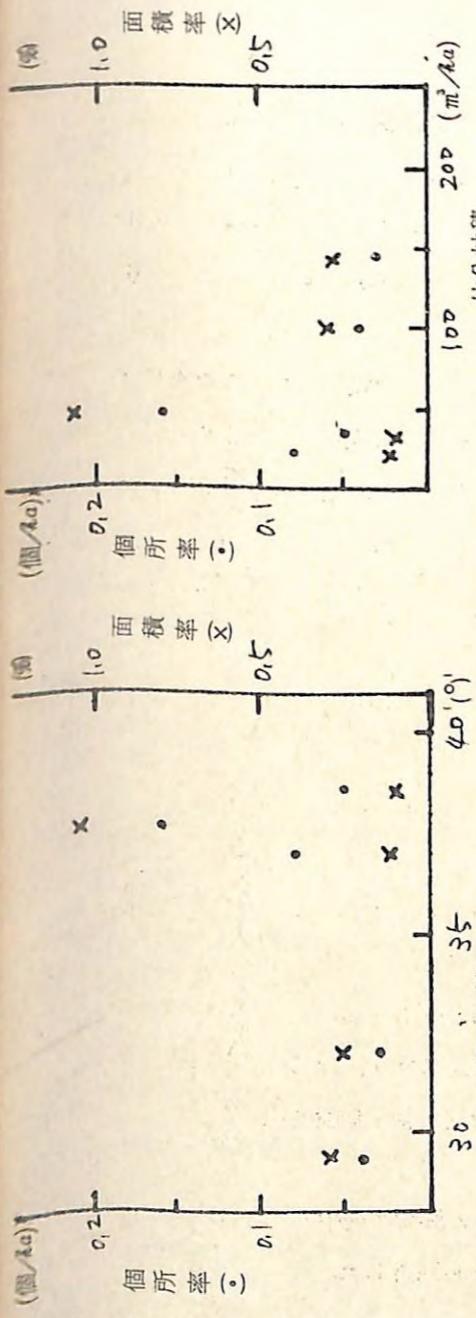


図-6-(3) 矢部事業区

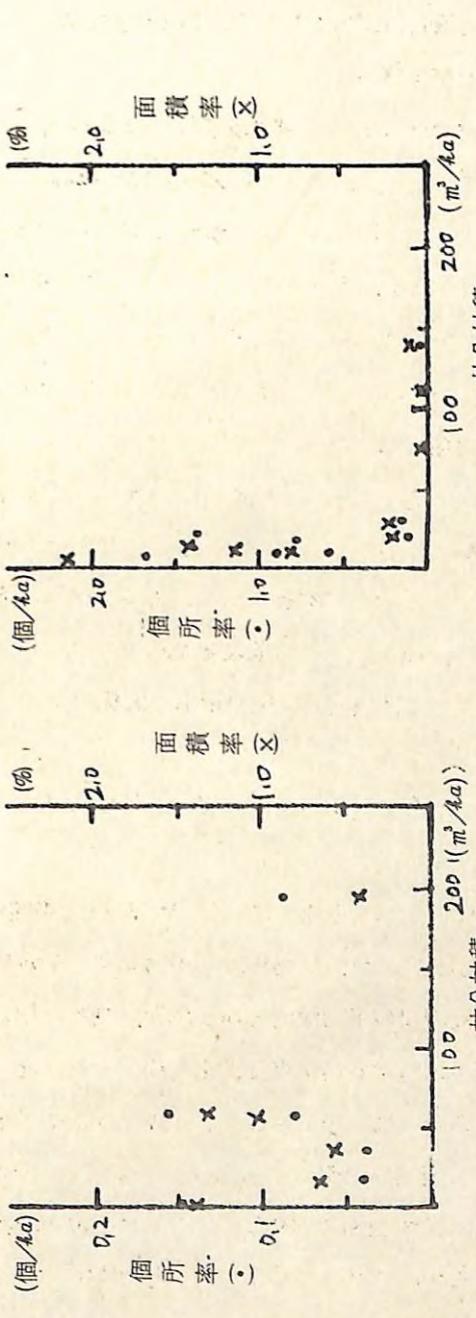


図-6-(4) 徳島事業区

図-6-(5) 千葉事業区

図 6 林班の傾斜・林分材積と崩壊率の関係

(1) 地形(傾斜)と崩壊

傾斜と崩壊の関係は施業の基本的単位である林班内で、等高線間の平均傾斜と崩壊個所率(等高線間の崩壊個所／等高線間の面積：個／ha)，崩壊面積率(等高線間の崩壊面積／等高線間の面積：%)を求めて検討した。

a. 岡崎事業区

本事業区は風化花崗岩地帯特有の地形で、標高も低く、斜面長が短い。傾斜もそれほど急ではないが、基岩は角閃石黒雲母花崗岩の粗粒で、風化すると粘着力、結合度がとくに弱く、崩壊に対しては極度に抵抗性が低い。平均傾斜の測定には1/5000 地形図を使用したが、本地区のように林班内の高度差、斜面長が短く小さい地形であるため等高線間隔は20mとした。

図7-(1)は162～168林班の全部について等高線間の平均傾斜に対する崩壊個所率の関係を示したものである。傾斜毎にみると崩壊率は0から数個／haの間に変化している。この変化は、傾斜以外の地形、林相等の影響であろうが、傾斜毎の最高の崩壊率は傾斜が急になるほど高くなる。傾斜毎の最高点を結ぶと実線のとおりの傾向が得られる。この傾向は本地区において傾斜以外の条件が悪い場合に発生する崩壊を予想するもので、傾斜に対する危険度を示すものと判定した。

図7-(2)は傾斜と崩壊面積率の関係であるが、崩壊個所率とはほぼ同様な傾向にあることがわかる。

本事業区の崩壊は風化花崗岩地帯の特長である小面積で数多くの発生をみた。

b. 沼津事業区

火山碎屑岩よりなる第三紀層である本事業区は標高が高く、林班内の高度差もあり斜面長が長いので、等高線間の平均傾斜の測定は等高線間隔を50mとした。

等高線間の平均傾斜と崩壊個所、崩壊面積の関係は図8-(1)～(2)のとおりである。同じ傾斜に対する崩壊率は風化花崗岩地帯に比べるとはるかに低く、地質による差異も一因であるものと予想される。しかし傾斜毎に崩壊率の最高を結ぶ危険度線は傾斜が急になれば崩壊率は明らかに高くなる傾向が示された。

なお試験地区内の大部分の林班を林道が通過し、開設の影響で発生した崩壊が多くみられたが、これらは図上及び現地調査により崩壊個所から除外した。

c. 矢部事業区

古生層である本事業区は三紀層地帯より更に標高が高く、斜面長も長く傾斜も急であ

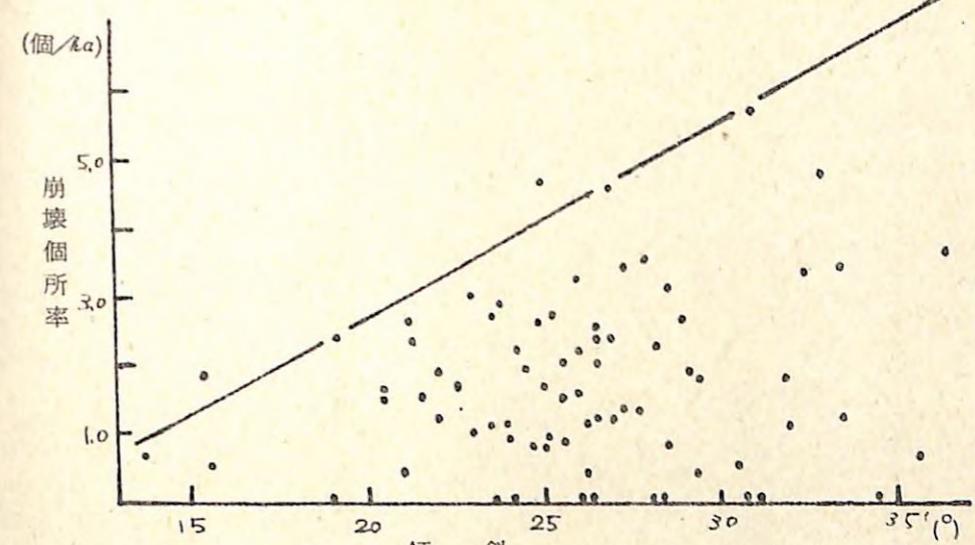


図7-(1) 個 所 率

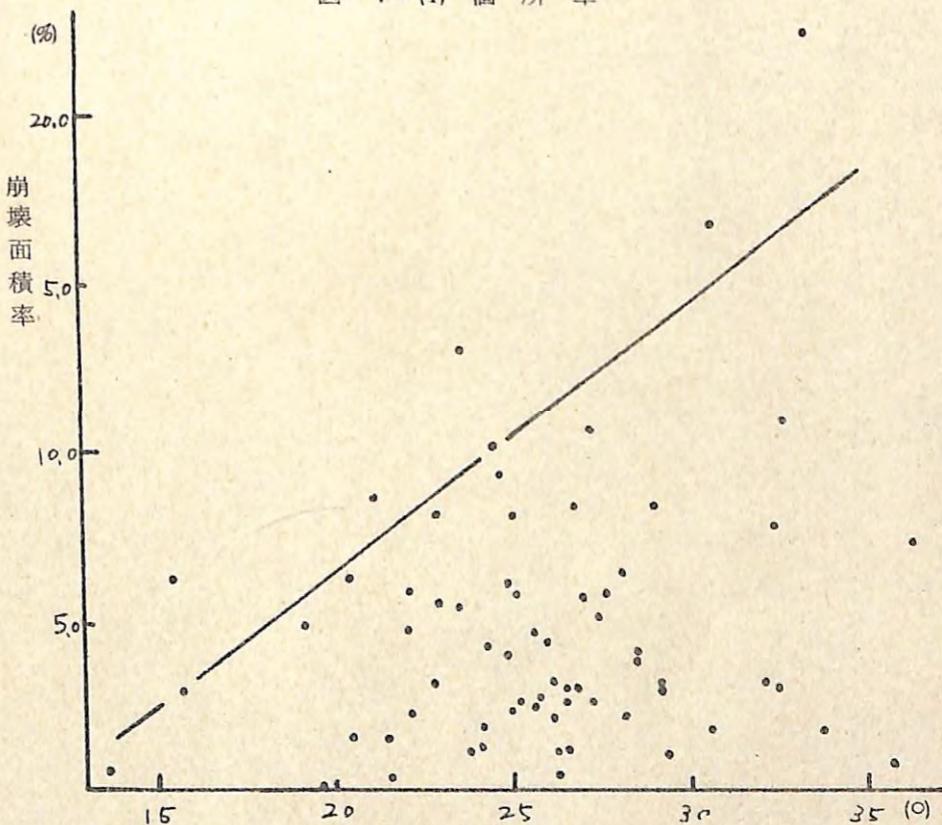


図7-(2) 面 積 率

図7 傾斜と崩壊率(岡崎事業区)

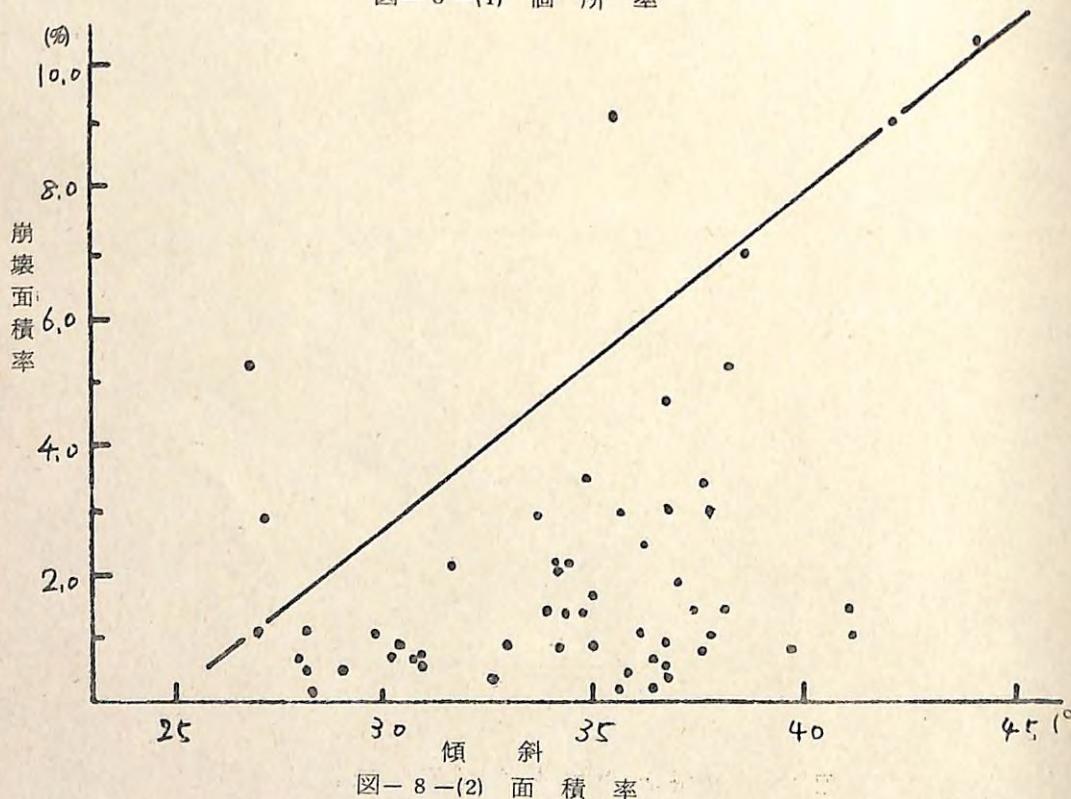
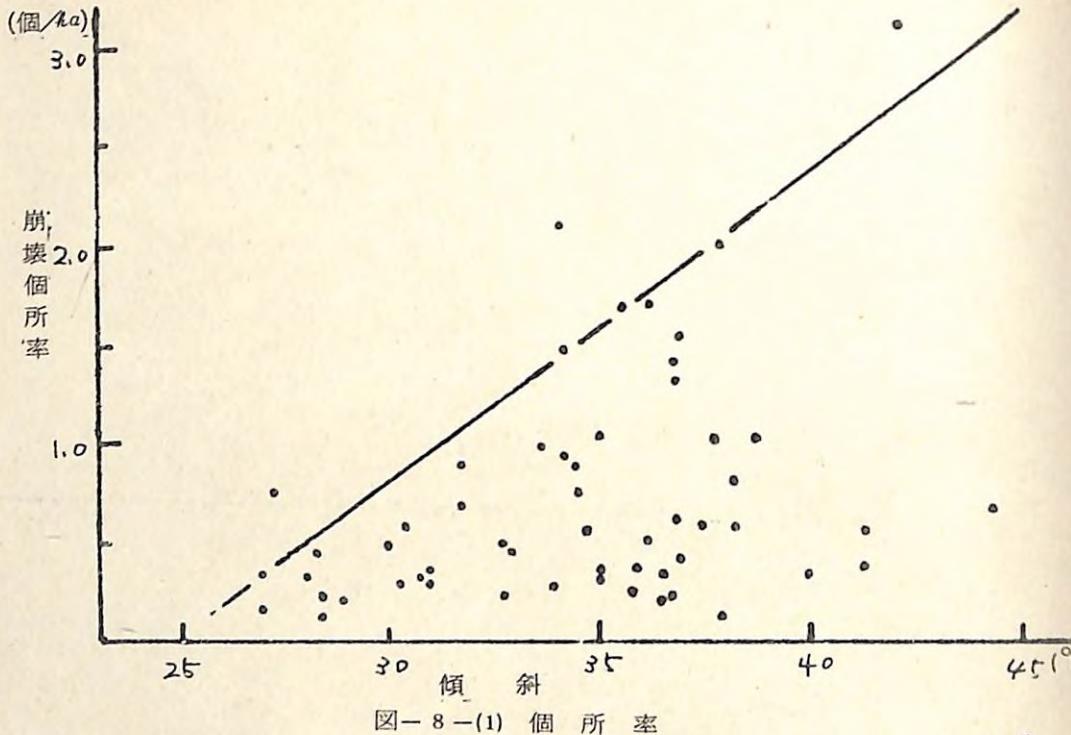


図 8 傾斜と崩壊率(沼津事業区)

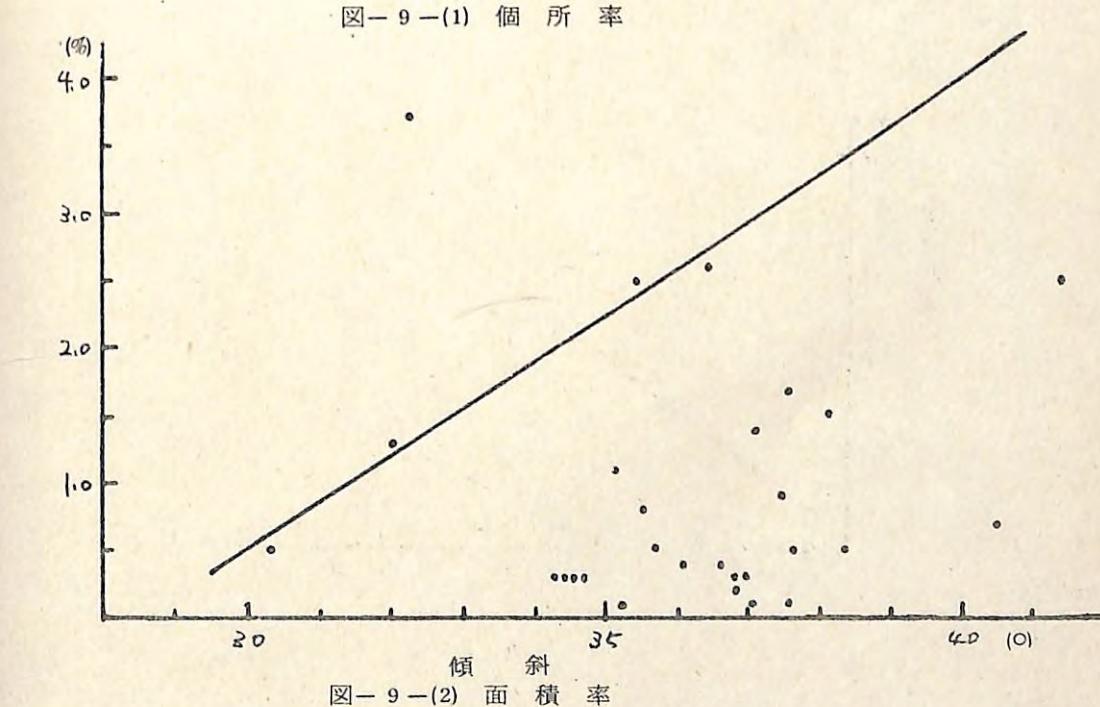
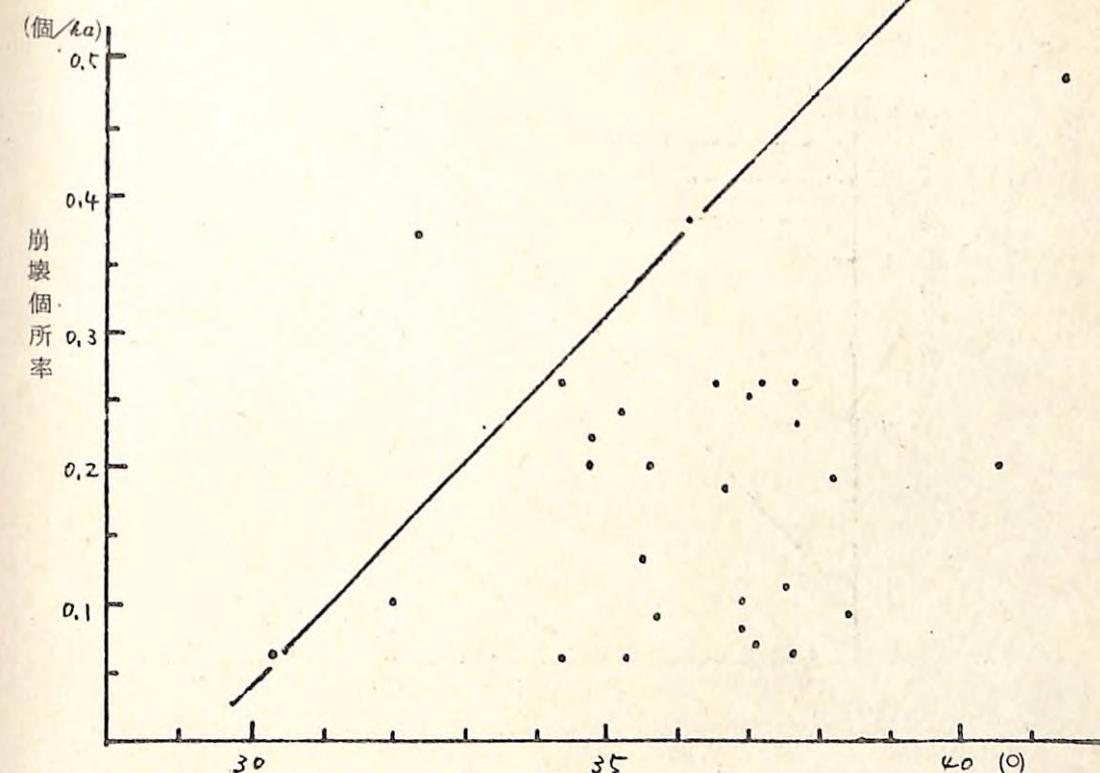


図 9 傾斜と崩壊率(矢部事業区)

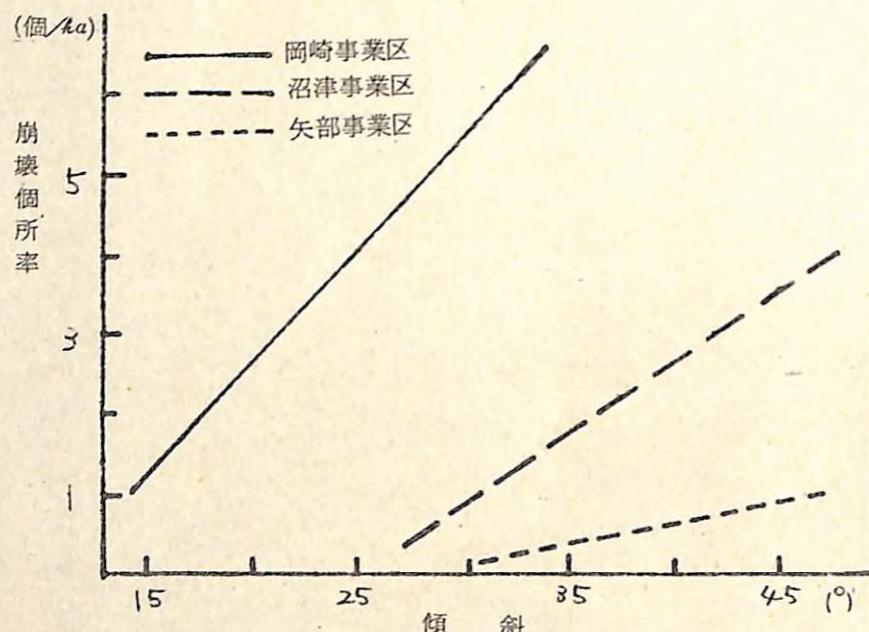


図-10-(1) 個 所 率

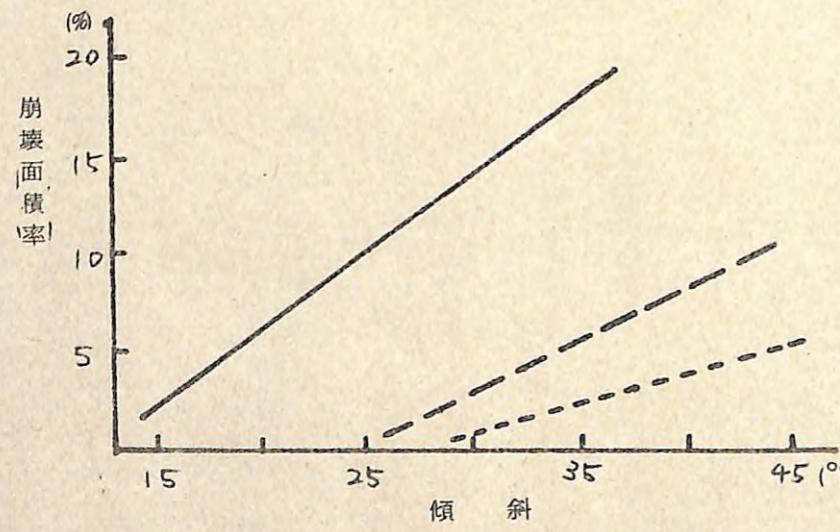


図-10-(2) 面 積 率

図 10 事 業 区 別 の 傾 斜 と 崩 壊 率

る。本地区も平均傾斜の測定は、等高線間隔を 50 m とした。

傾斜に対応した崩壊は個所率(図 9-(1))、面積率(図 9-(2))ともに低く、地質的特性が明らかである。

本地区も林道開設の影響による崩壊が少なくなかったので、図上および現地調査により崩壊個所から除外した。図 9-(1)～(2)でみられるように傾斜が急になれば崩壊率が高くなる傾向には変りない。

以上地質の異なる 3 事業区の地形(傾斜)と崩壊率の関係は図 7～9 に示したとおりであるが、この図のなかの崩壊危険度の予想線を図示すると図 10-(1), (2)のとおりである。この図から明らかなように傾斜と崩壊の危険度は地質によって大きな差異がみられた。

(2) 林相(林分材積)と崩壊

林相は林小班について森林調査簿に記載されている ha 当りの材積と、小班内に発生した崩壊の個所および面積の関係を検討した。

林班、小班は地域あるいは事業区によって面積は大きく異なる。とくに小班は形状も様ざまで、林班内でも面積に大小の差があることが多い。しかし、樹種、林齡、林相(林分材積、樹高、直徑等)が最も適確に把握できて、林分としてのまとまりがあることが考えられたので林相を表現するための単位とした。

a. 岡崎事業区

本事業区の試験地区は民有地のなかに位置し、面積は小さいが、昭和 47 年 7 月災害における激甚地域で、地質、地形、林相、崩壊発生状況などこの地域の標準的地区として設定した。

本事業区は傾斜は緩やかであるが、地質的に脆弱であり林分材積も少なかったため、崩壊率は他の事業区に比べると極めて高かった。

図 11-(1), (2)は林分材積と崩壊個所、崩壊面積の関係を小班毎にプロットしたものである。林分材積が少ない場合は個所、面積ともに崩壊率は高いものが多く、林分材積が多くなると崩壊率は急激に低くなる。図の実線は林相(林分材積)による森林の崩壊防止曲線と予想した。本事業区の試験地区は面積的に小さく、小班数も少ないので、十分な資料数は得られなかったが、林相と崩壊率の関係は傾向としては明らかに示された。

b. 沼津事業区

本地区は富士火山帯の噴火による火山性の碎屑岩よりなり、侵食、崩壊に対する抵抗

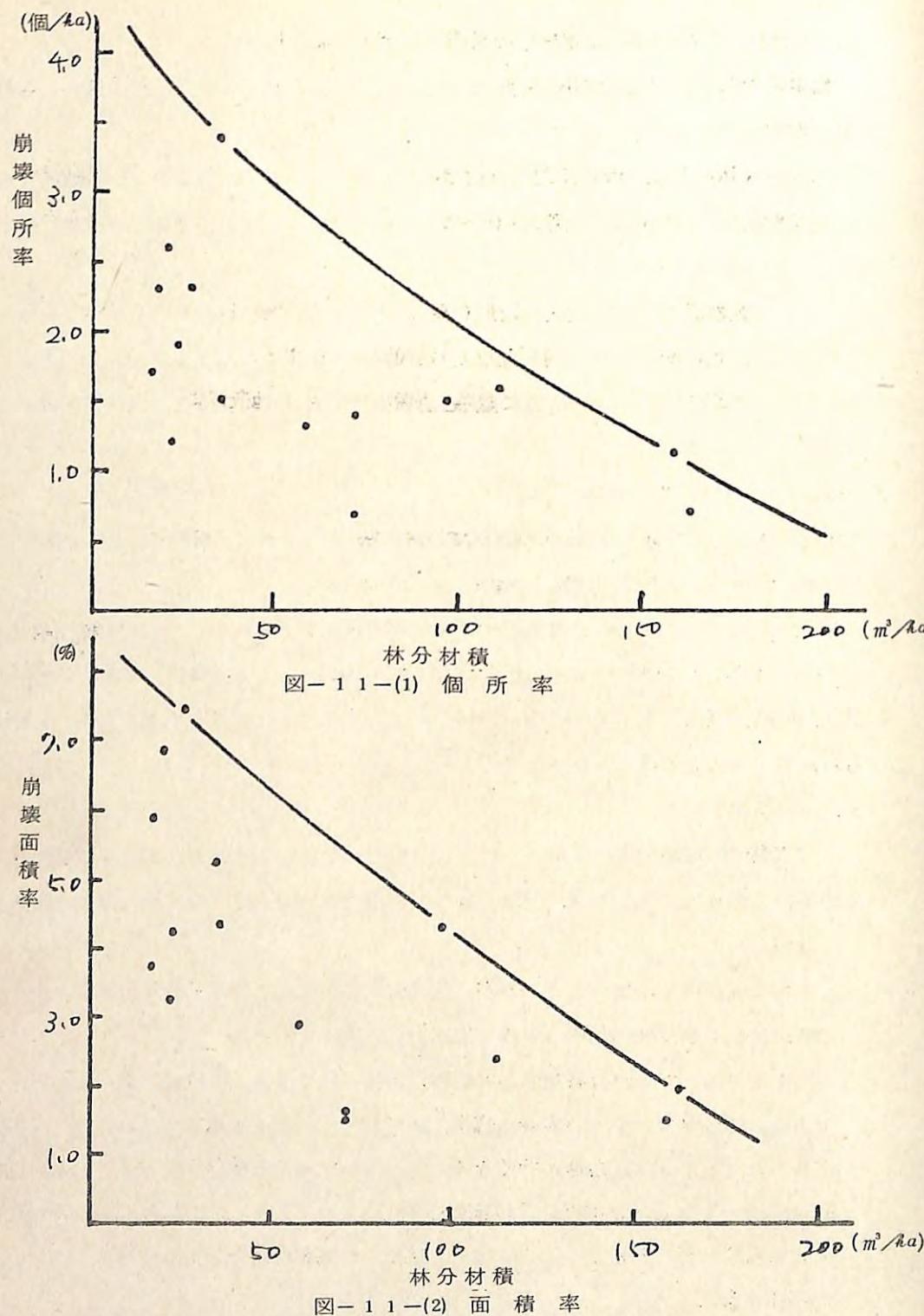


図 11 林分材積と崩壊率（岡崎事業区）

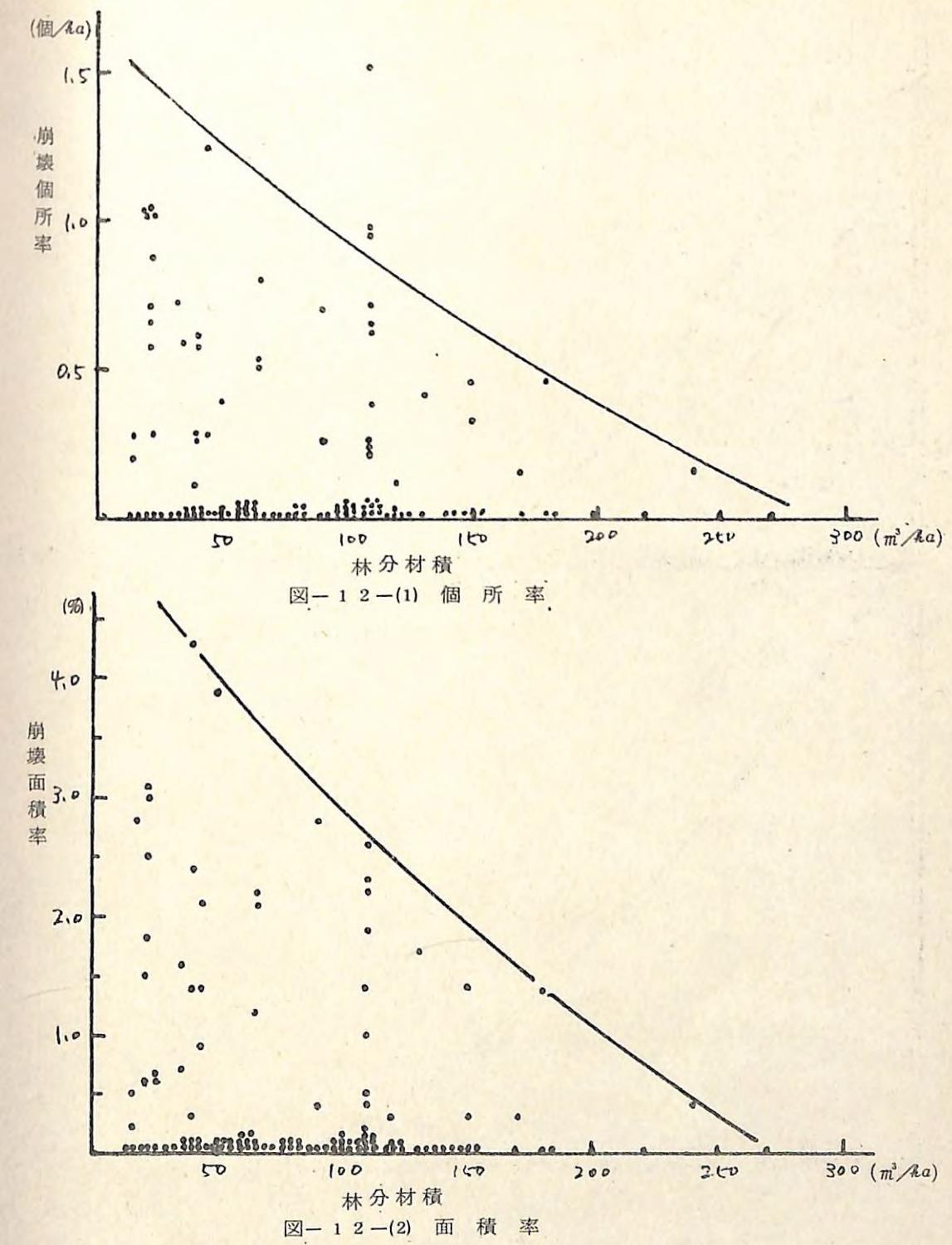


図 12 林分材積と崩壊率（沼津事業区）

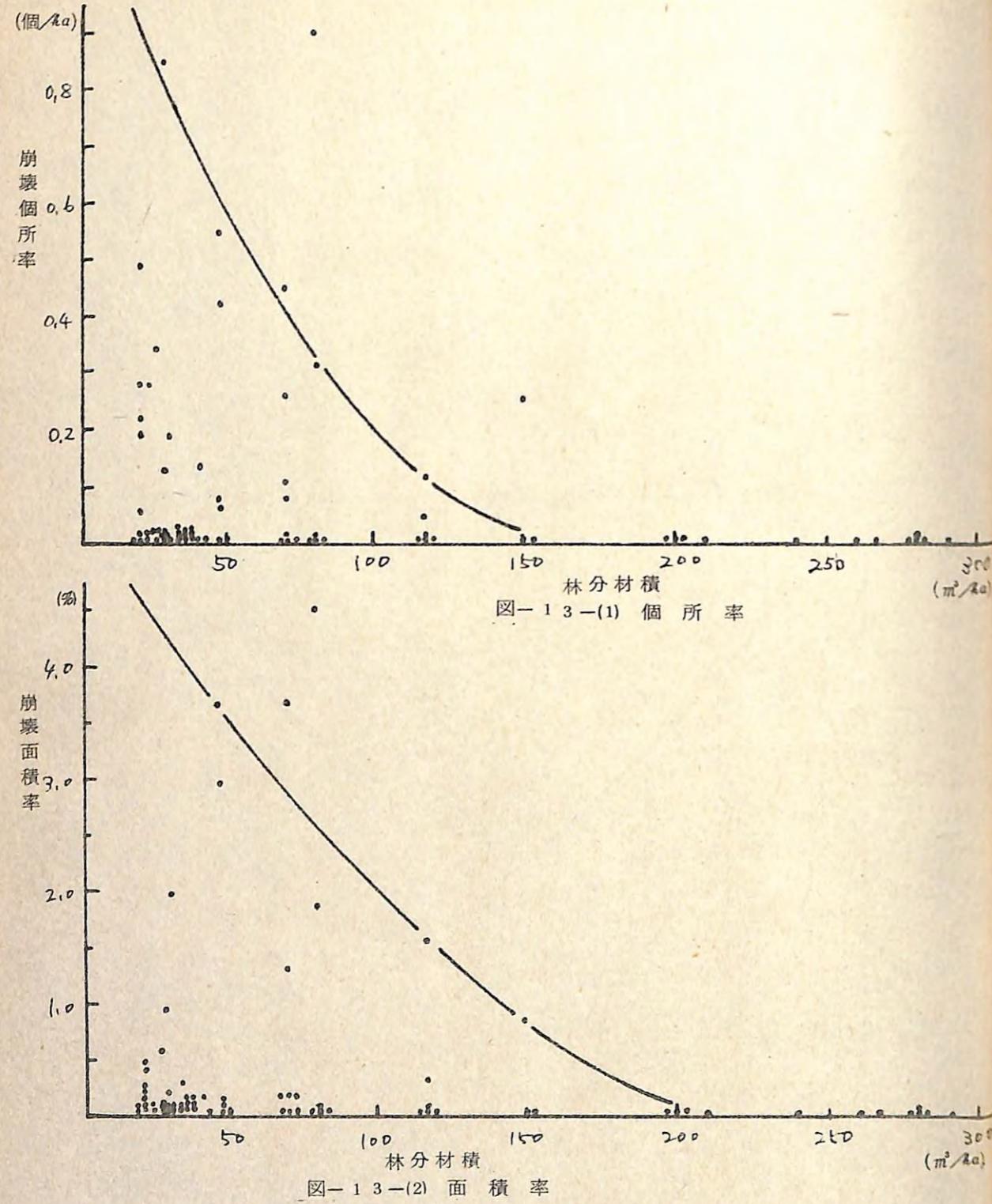


図 13 林分材積と崩壊率(矢部事業区)

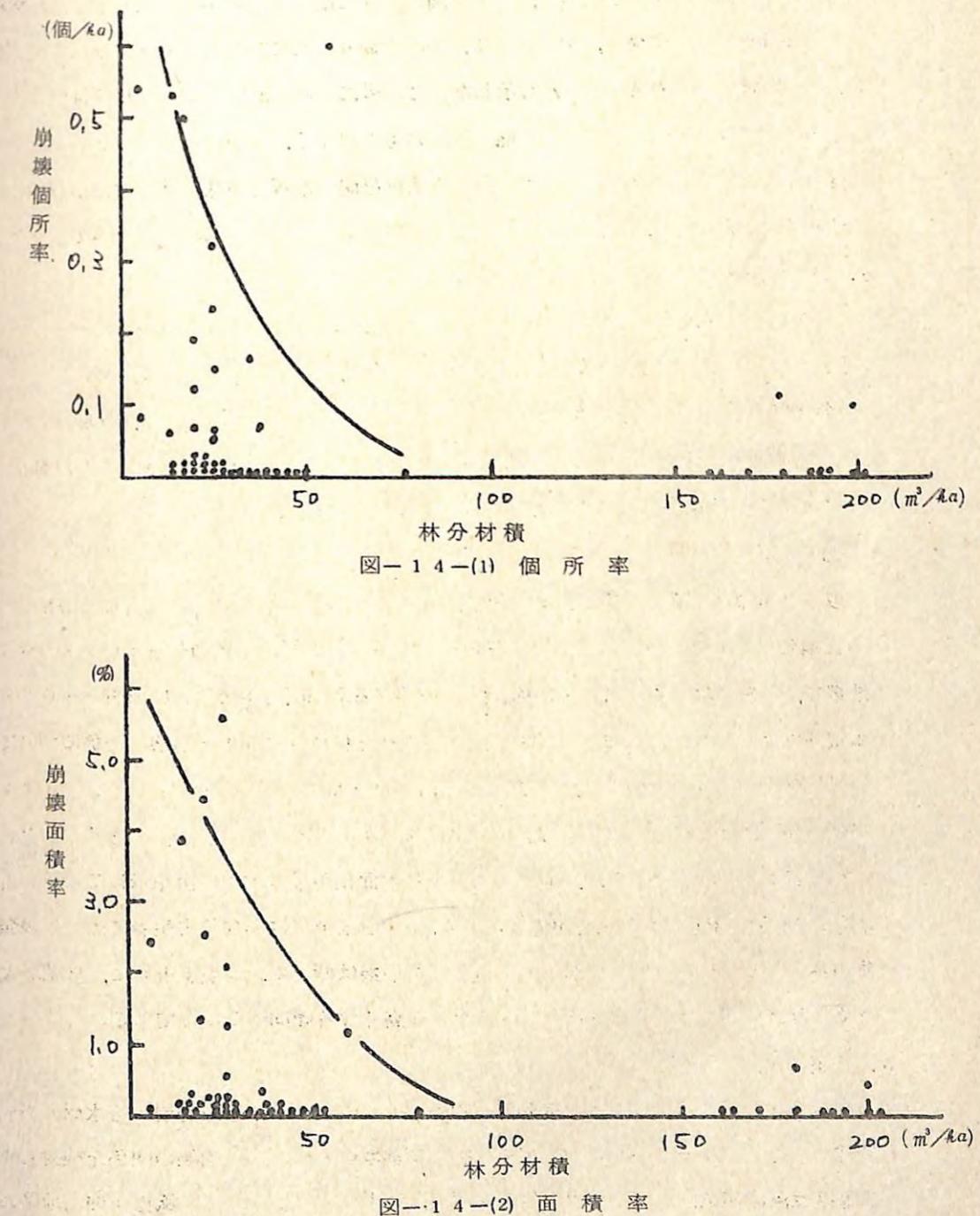


図 14 林分材積と崩壊率(徳島事業区)

性は低く、傾斜もかなり強いが、風化花崗岩地帯に比べると崩壊率は低くかった。林相（林分材積）との関係は、図12-(1), (2)のとおり小班の林分材積(m^3/ha)と崩壊個所、崩壊面積との関係をそれぞれ示した。この図によると崩壊個所率は林分材積が $150 m^3/ha$ 以上になると 0.5 個/ ha 以上のものではなく、崩壊面積率では 2% 以上の崩壊率を示したもののはなかった。本地区でも風化花崗岩地帯と同様に林分材積が多くなれば崩壊率は低くなり、材積が少なくなると、崩壊率は高くなる傾向が明らかであった。

c. 矢部事業区

一般に古生層地帯では傾斜が強く、斜面長が長いにもかかわらず崩壊の発生は少ないと言われているが、本地区も傾斜との関係で明らかであった。したがって、林相は崩壊率に影響は少ないと予想されたが、図13-(1), (2)に示されたように、崩壊率の絶対値は低いが、個所率、面積率ともに林分材積が大きくなると崩壊率は低くなり、材積が小さくなると崩壊率が高くなる傾向は前2事業区と同様に明らかである。

d. 徳島事業区

以上3事業区は風化花崗岩、第三紀層、古生層というかなり地質的に異なる性格をもった地帯であったが、本事業区は第三紀層と古生層の中間的地质地帯ともいえる中生層地帯で、一般には中古生層地と呼称されることもあるように、古生層に近い地質とみられる。本試験では中間的とみて補足の意味で、林相（林分材積 m^3/ha ）と崩壊の関係について検討した。林分材積と個所率、面積率は図14-(1), (2)のとおりで個所率は材積が少くない場合でもそれほど高くはないが、面積率は材積が少なくなると急激に大きくなつた。これは表7でもわかるように、崩壊1個所当たりの面積が最も大きい値を示していることからこのような傾向になったことが考えられて、中生層地帯ではかなり古生層に近い崩壊発生がみられるようである。しかし、本地区でも崩壊は個所率、面積率ともに、材積が大きくなれば崩壊率は低く、材積が小さくなると高くなる傾向が明らかである。

e. 千葉事業区

沼津事業区は第三紀層の火山性碎屑岩類の地帯であったが、第三紀層でも水成碎屑岩地帯である千葉事業区のなかで大多喜地区を試験地として林相と崩壊の関係を検討した。本地区は沼津事業区に比べると斜面長が短く、地形の変化が細かく、風化花崗岩地帯の地況に近い。林分材積(m^3/ha)と崩壊の個所率及び面積率の関係は図15-(1), (2)のとおりである。表7に示されているとおり、全試験区の個所率、面積率とも風化花崗岩地帯について高く、1個所当たりの平均面積は $0.015 ha$ で最も小さかった。しかし、図

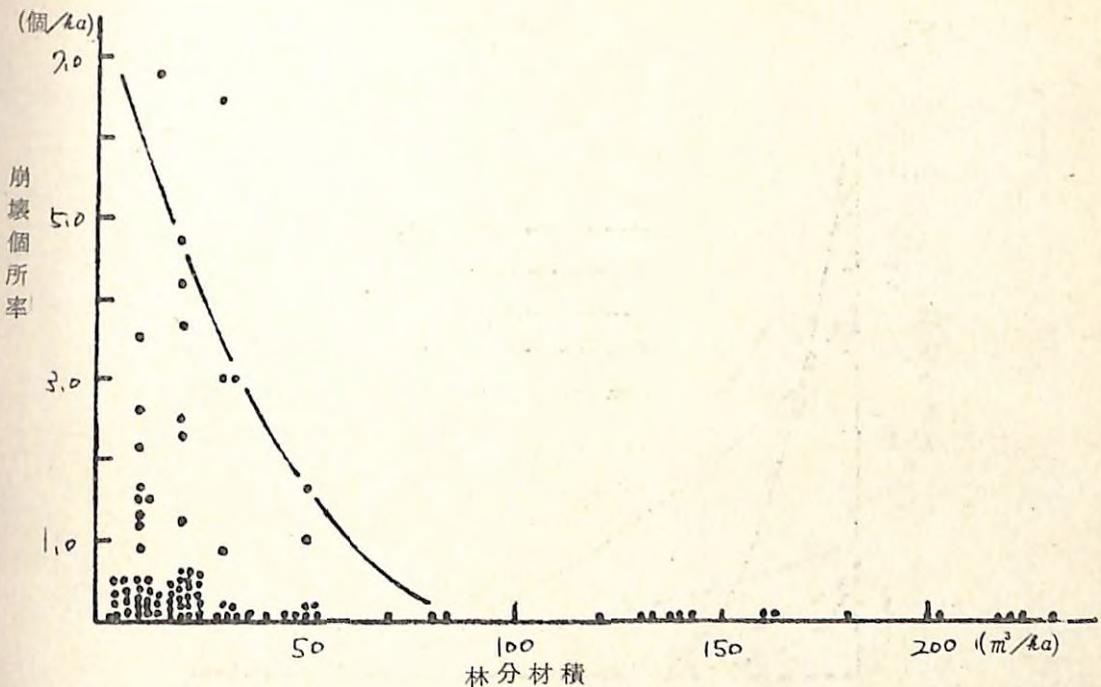


図-15-(1) 個 所 率

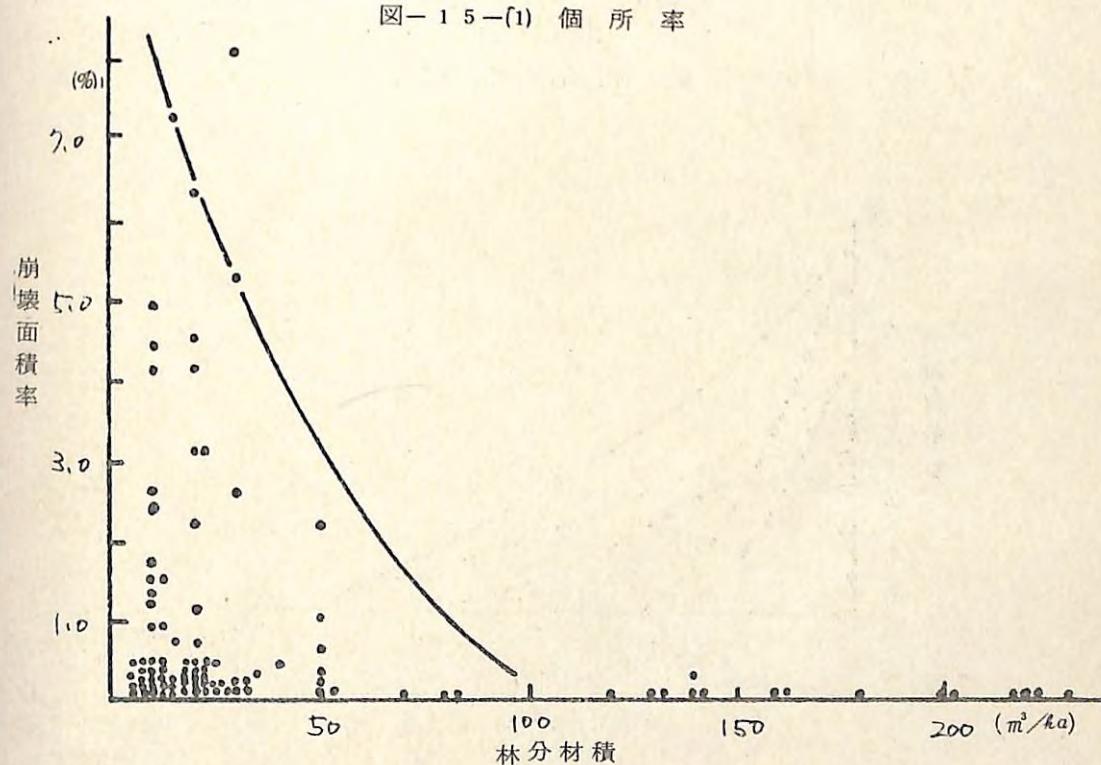


図-15-(2) 面 積 率

図 15 林分材積と崩壊率(千葉事業区)

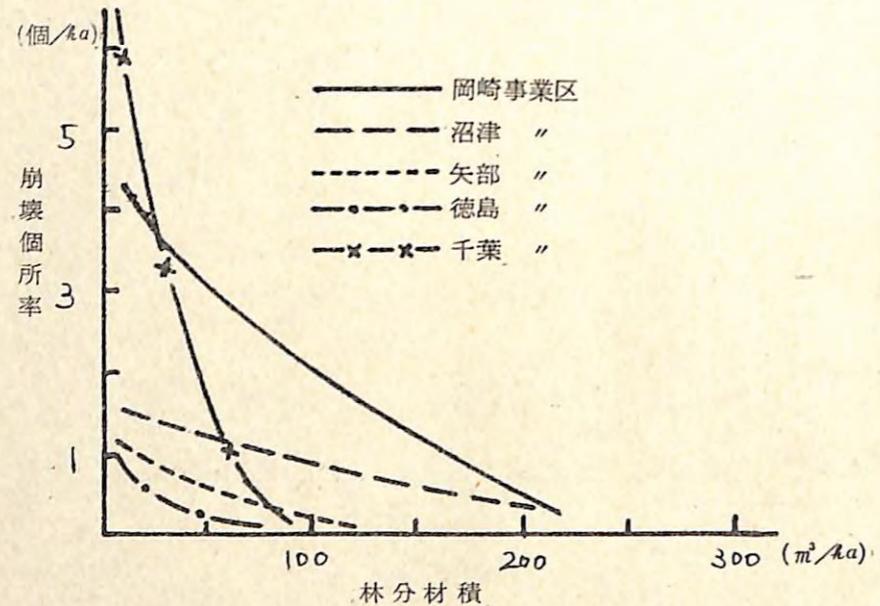


図-16-(1) 個 所 率

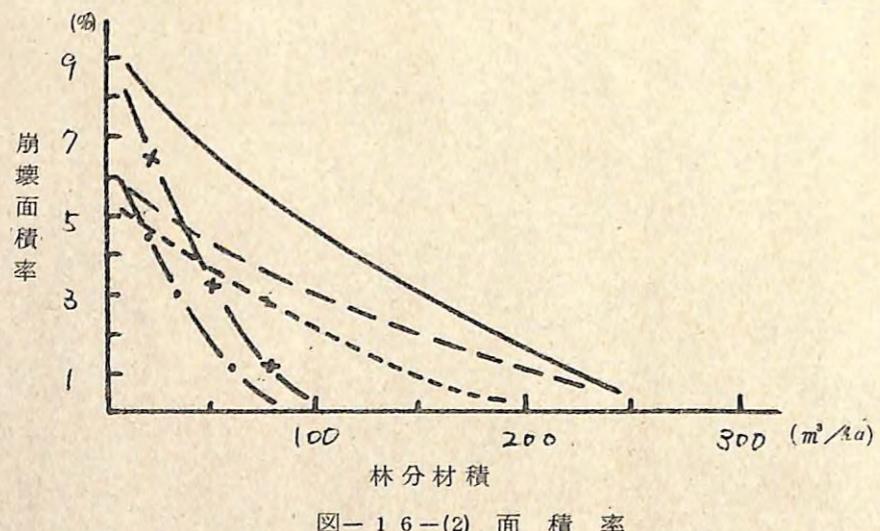


図-16-(2) 面 積 率

図 16 事業区別の林分材積と崩壊率

でも明らかなように林分材積が少ない場合の崩壊率は高いが、林分材積が $50 \text{ m}^3/\text{ha}$ 以上になると、崩壊の発生がほとんどなかった。これは土壤の浅いことと、地質的な特性から崩壊防止に対して森林が敏感に影響したことが予想される。

以上 5 事業区の林相（林分材積）と崩壊率の関係は図 11～15 に示したとおりであるが、図中の曲線は、林分材積以外の地質、地形因子などが悪い条件のもとで崩壊発生が予想される最大値を、林分材積毎に予想したものである。これを林分材積を要因とした森林の崩壊防止機能を表現する曲線とすると、材積に対して最大の崩壊率を地質別に予想し得る。この森林の崩壊防止機能曲線を事業区別（地質別）に図にまとめると図 16-(1)、図 12-(2)のとおりである。図 16-(1)の個所率では、風化花崗岩地帯が最も高く以下三紀層地帯、古生層地帯、中生層地帯の順で低いが、水成碎屑岩よりなる三紀層地帯の千葉事業区だけが差異のある傾向がみえる。図 16-(2)の面積率では個所率と同様に千葉事業区が他の事業区に比べると異った傾向がみられたが、中生層の徳島事業区も傾向に多少の差異のが認められた。

以上林分材積と崩壊の関係も傾斜の場合と同様に地質別に崩壊率の差が大きい。しかし林相として林分材積（ha 当り）が崩壊に及ぼす影響は明らかである。

2) 施業指標林調査

2-3) でのべたとおり大阪営林局津山営林署では、昭和 48 年以降泉山国有林に施業指標林を設置して、林業技術体系の確立と普及および社会的な理解を深める拠点として、各種施業を実施しているが、林地保全を考慮した施業法とこれに関連した作業効率についての検討資料を得るために調査を実施した。実行された施業区分と結果は表 13 のとおりである。

表 13 施業区分と効率（津山営林署）

区 分		集 材 搬 出 方 法	伐 出 量 ($\text{m}^3/1\text{人}$)
皆伐型	分散伐採方式	全 幹 集 材	2.16
	分離帶伐採方式		
非皆伐型	点状 抜伐区	単線循環式架線運材	0.81
	群状 抜伐区	単線循環式と連送式架線との 2 段集材	0.95
	帶状 抜伐区	単線循環式架線運材	1.24

崩壊危険地帯における保全的施業は、元来非皆伐施業により実行するのが当然と思われる。

表13によると非皆伐施業のなかで帯状抾伐区が最も効率がよかった。帯状伐採は、大阪営林局のなかでも山口営林署、大津営林署等で実績があり、いづれも風致景観保護を目的としているが、営林局においても“事業的に木材生産が出来る最良の方法の一つである”と評価されている。

林地保全を目的とした場合でも伐採幅、回帰年などを考慮すれば崩壊防止の面からも有効な施業法であることが予想できる。

4. まとめ

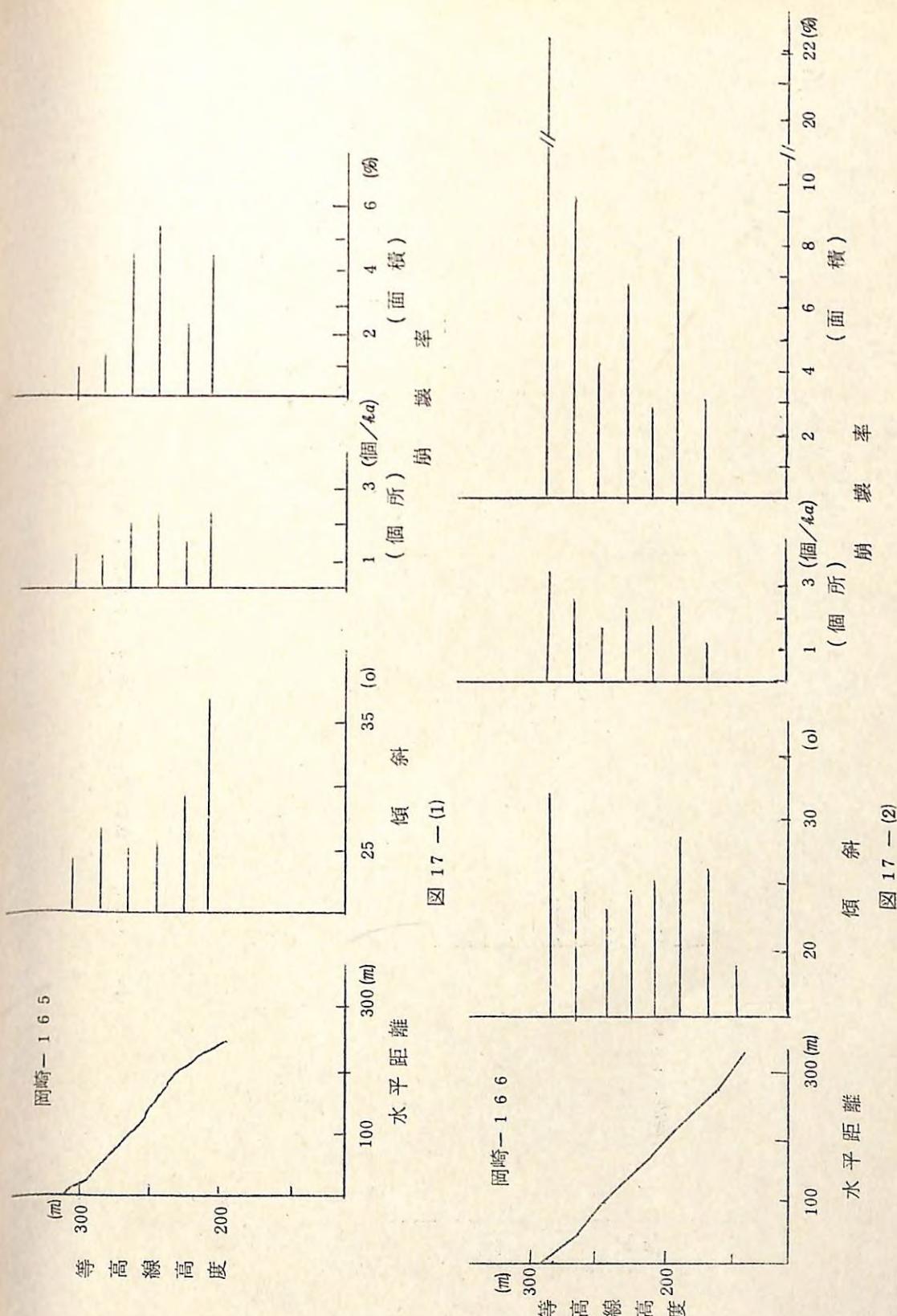
1) 保全的施業法

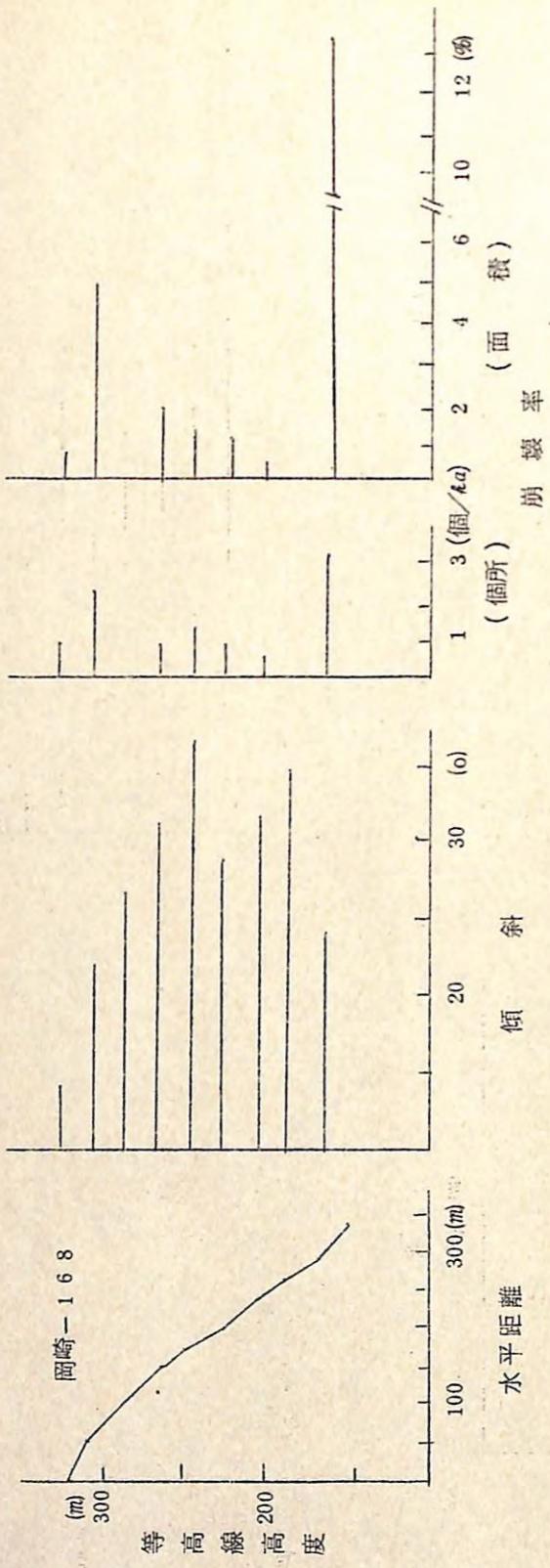
崩壊危険地帯は通常地質、地形、林相等から判定され、面積的には広範な地域を想定することが多い。しかし、事業実行上からは数ha～数10haの単位で施業方法の検討が必要である。したがって、ここでは地区（地帯よりも面積的に小さい）として検討することとした。崩壊の危険性は施業面から考える場合は林相を除いた地質、地形から決定されなければならない。本試験では地質別に地形は傾斜（等高線間）のみを使って危険地区を判定したが、その規模は林班を単位とした。林班は原則として天然界で区画して設けられることが多いので地形的にまとまりがあり、事業実行上も都合がよい。

崩壊危険度の判定は地域施業計画区内を地質別に区分して、それぞれの地質帶のなかで林班毎に平均傾斜から林班の危険度を判定する。次に林班内の危険地区を等高線間の平均傾斜から判定する方法を検討した。この判定は地域施業計画区内で発生した崩壊地調査によって行なわれるが、本試験では、傾斜以外の崩壊に関連した因子が悪い状態での崩壊率（一定傾斜で最も高い崩壊率）を危険度とみた。林班の平均傾斜は各等高線間の平均傾斜にその面積の重みを加味したものであるが、全体が平均化されるため、傾斜と崩壊の関係は一定の傾向が明らかでなかった。しかし、林班内における等高線間傾斜と崩壊率の関係は図7～9でみられるように傾斜毎の崩壊率の最高を結んだ線には一定傾向が認められた。以上のような点から林班のもつ危険度については今後の検討課題とし、本試験では林班内の等高線間の傾斜から林班の危険度を予想した。

a. 危険地区的判定

林班の地形を判定する方法として、林班の上端から下端に至る傾斜変化のパターンを見出すため、事業区の代表的林班の縦断図を画くと図17（岡崎事業区）、図18（沼津事





- 170 -

図 17-(3) 等高線高度別の傾斜と崩壊率(岡崎事業区)

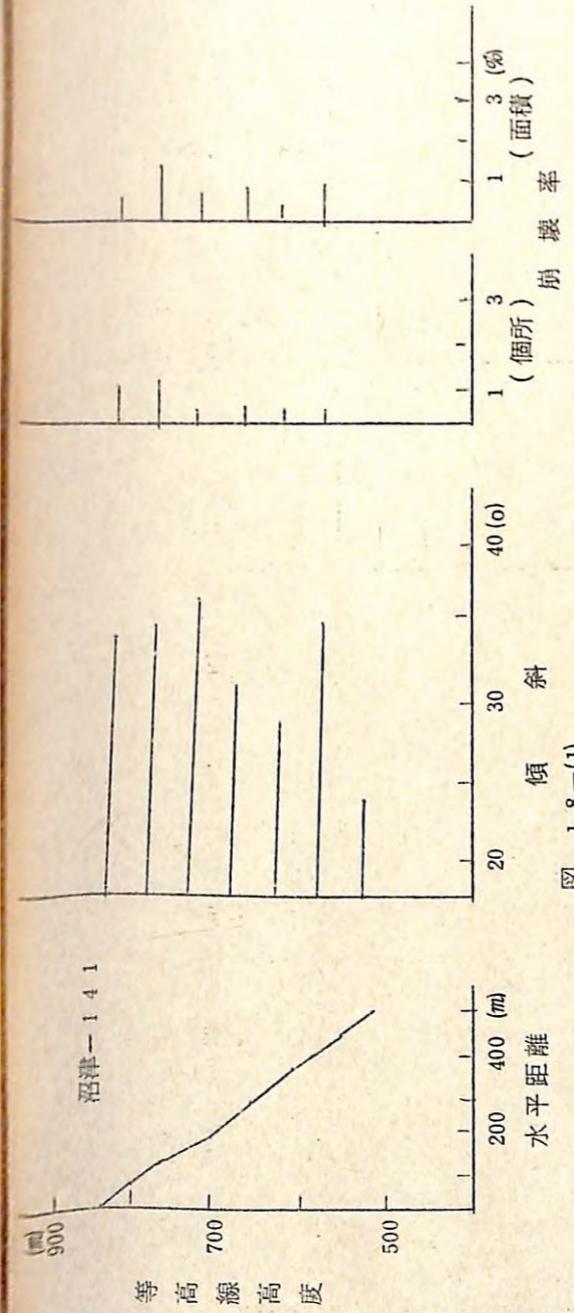


図 18-(1)

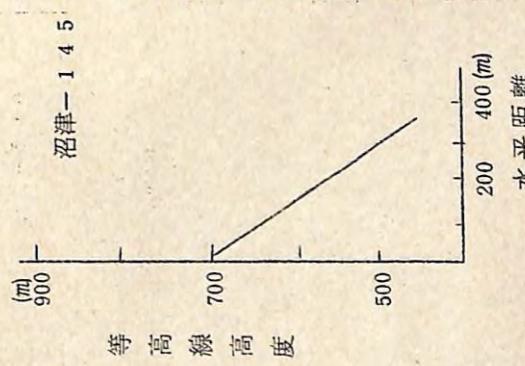
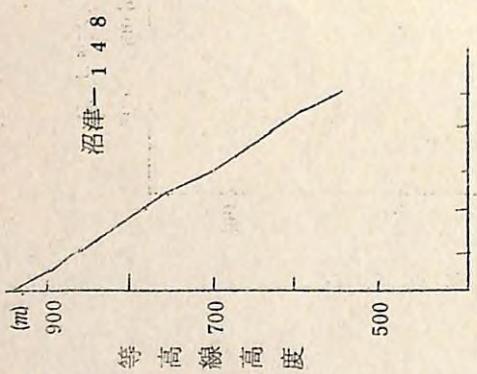


図 18-(2)



— 172 —

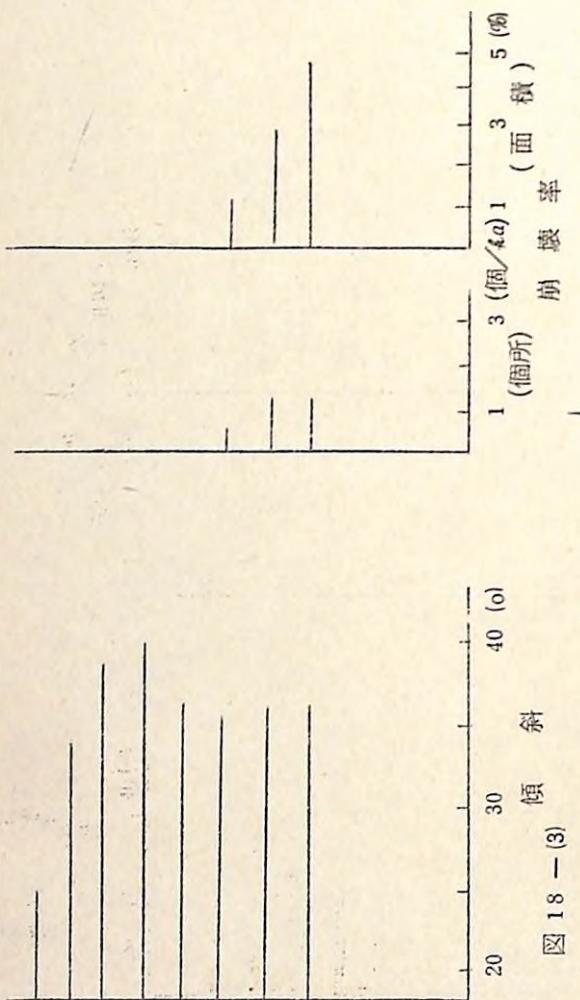


図 18-(4)

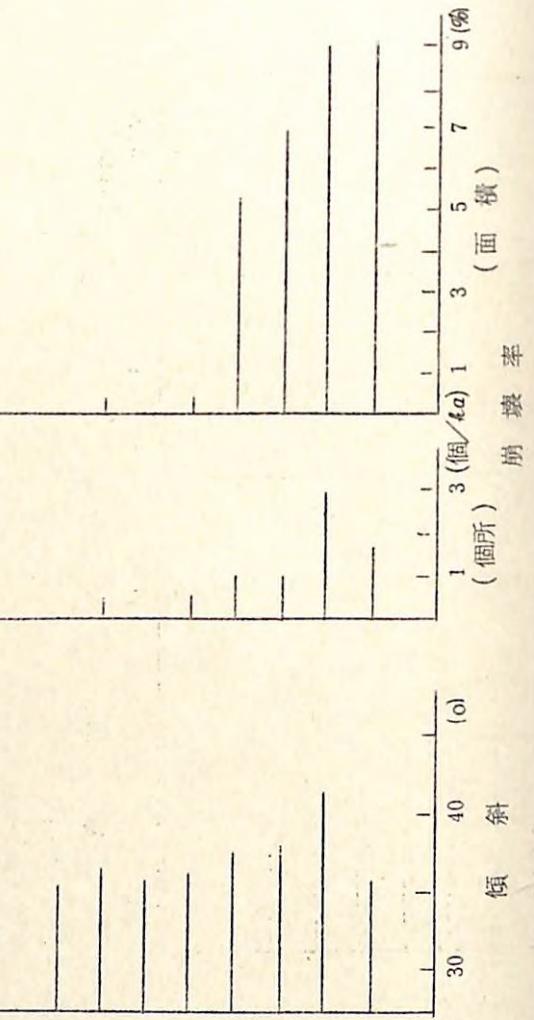


図 18-(5)

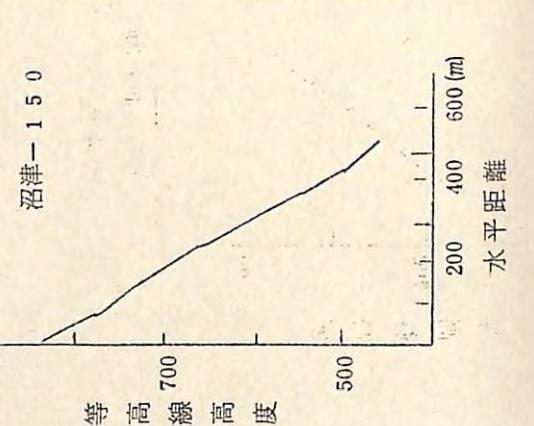
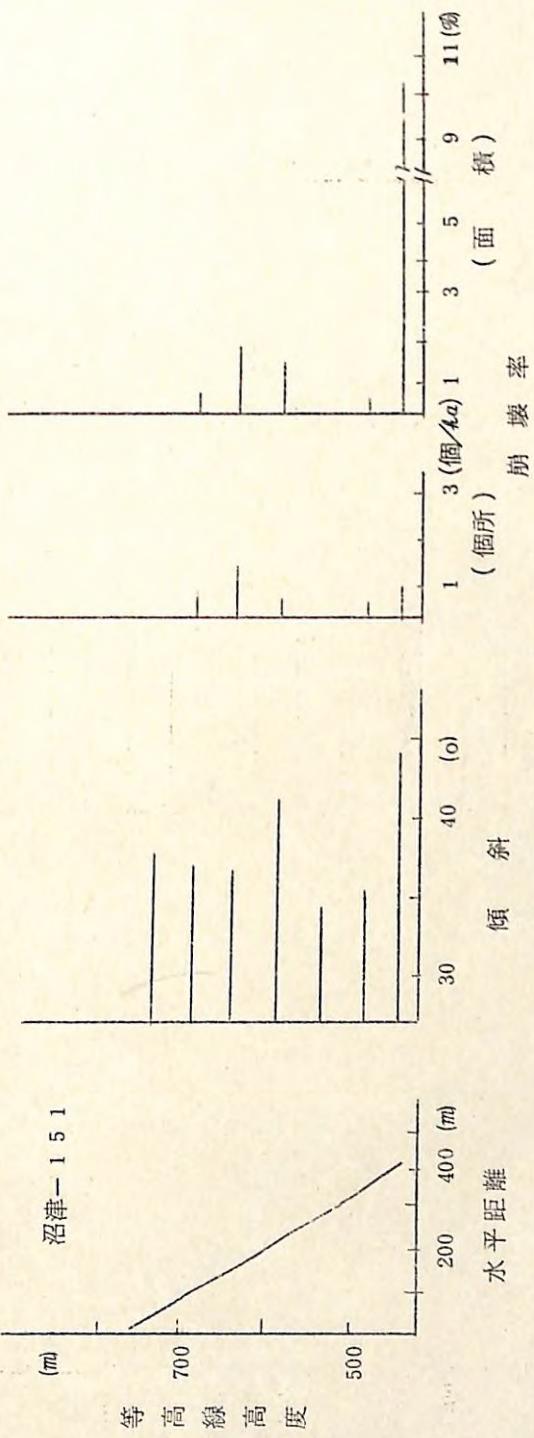


図 18-(6)



— 173 —

図 18 等高線高度別の傾斜と崩壊率(沼津事業区)

図 18 — (5)

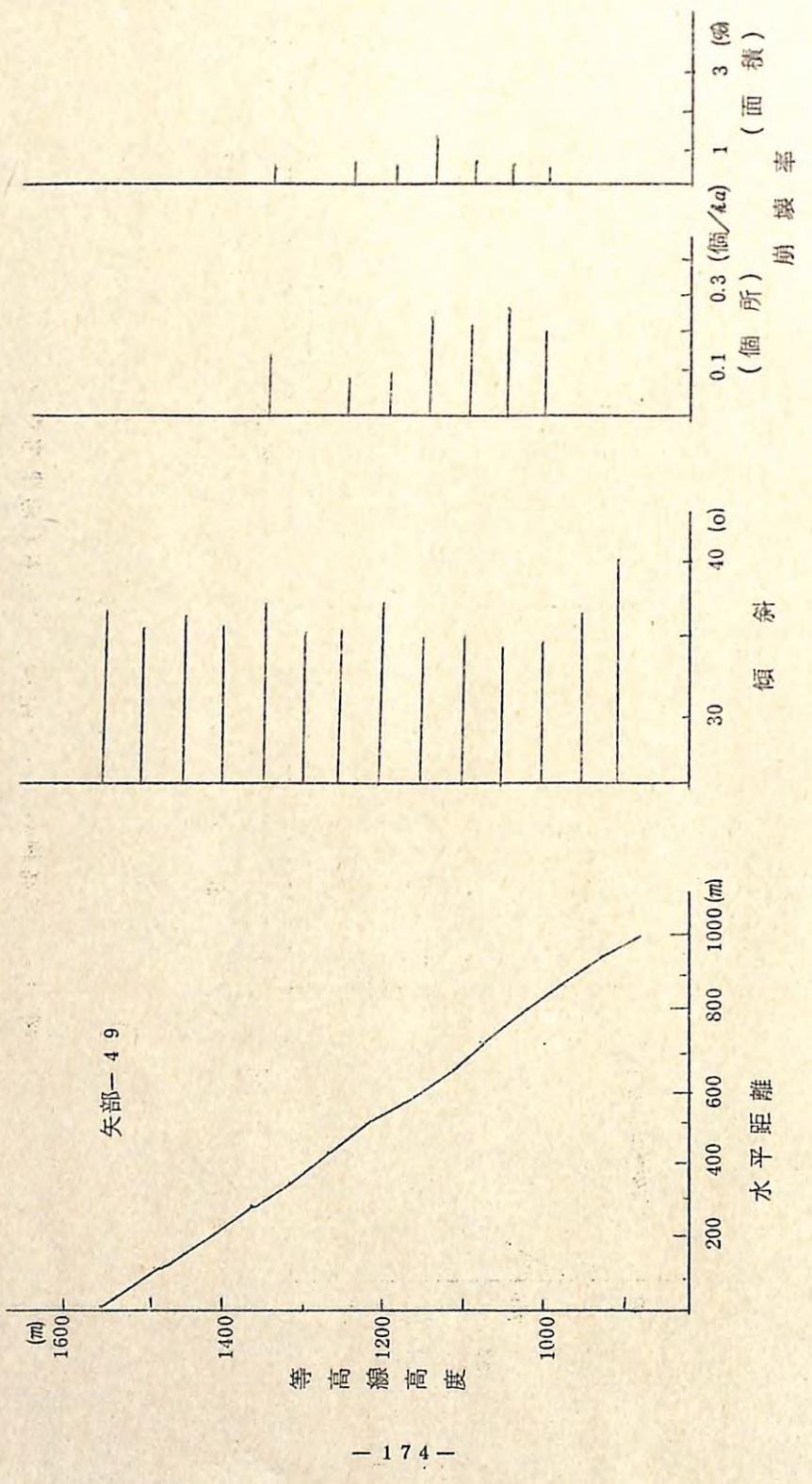


図 19 — (1)

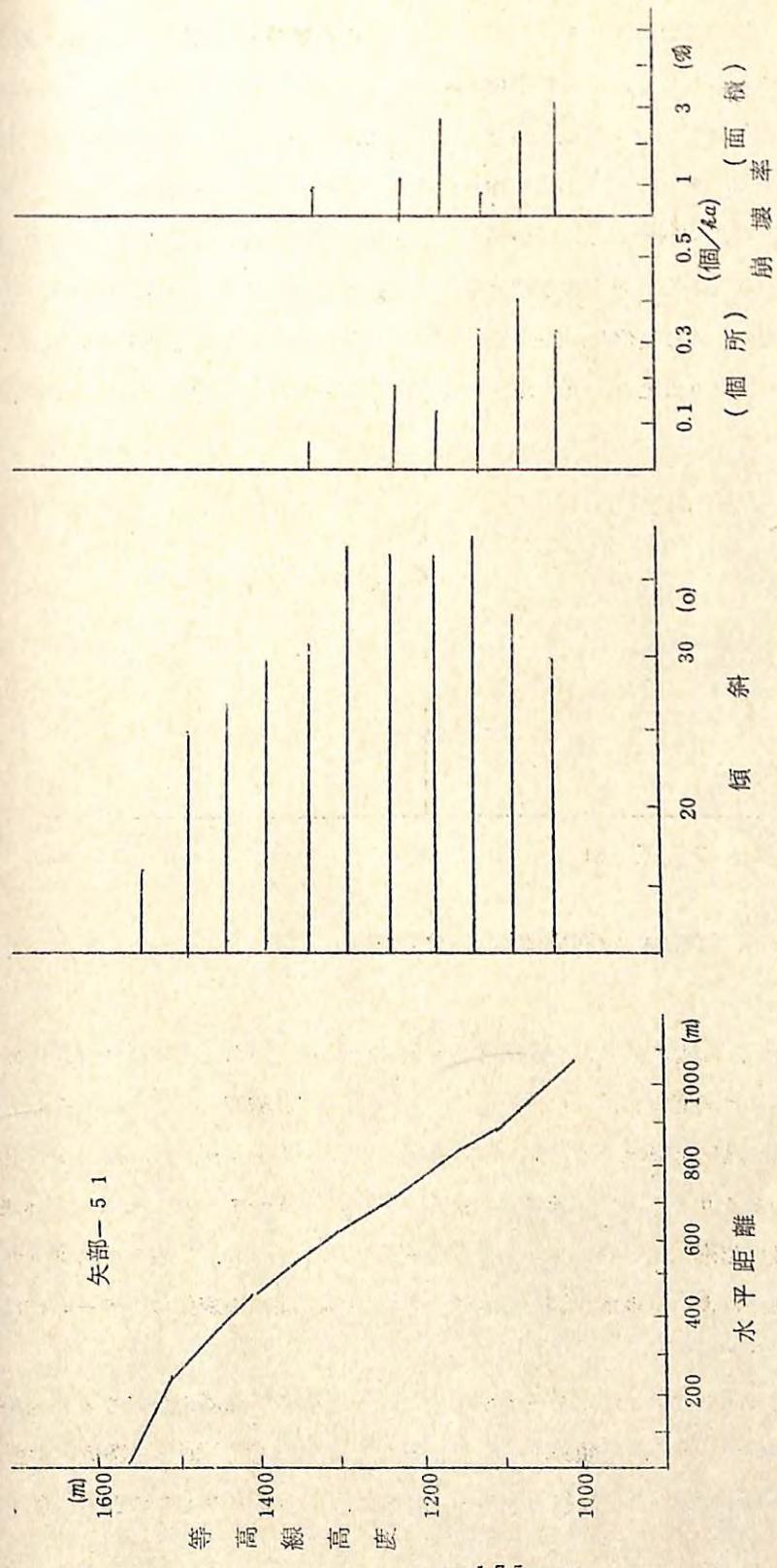


図 19 — (2)

図 19 等高線高度別の傾斜と崩壊率(矢部事業区)

業区), 図19(矢部事業区)のとおりである。図はこの縦断図に対応した傾斜と崩壊個所率, 崩壊面積率を示してある。この縦断図からみられる平均的な傾斜変化のパターンは, 山頂平坦部がある林班では上部の傾斜がとくに緩かで, 谷が深く切れ込んだ林班では谷頭が直接稜線に達する形となって上部が急傾斜となっている。また下部は急傾斜となって溪流に落ち込むものと, 傾斜がとくに緩かになって溪流に達するものとあって, 林班の傾斜は上部, 下部ともこのどちらかの形態を示すものが大部分である。中間部は凹・凸あるいはこれらの複合した形で変化し, 斜面長が短くても上部から下部まで平滑な形態はほとんど見当らない。図20はこのような傾斜の変化のパターンを模式的に示したもので, 大

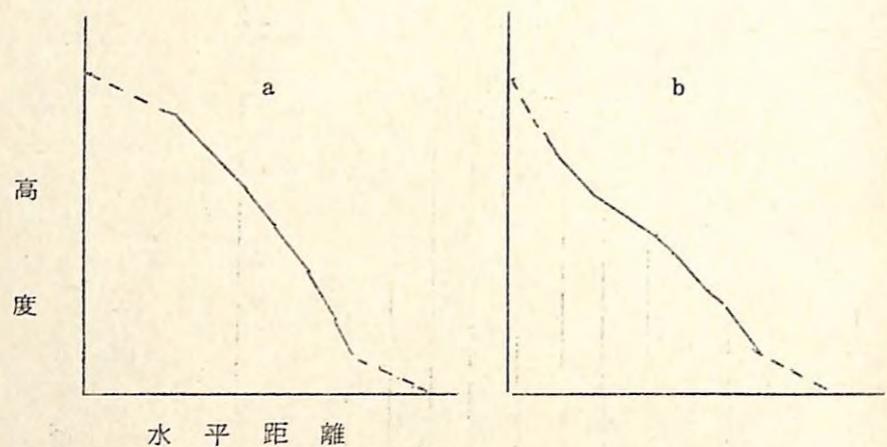


図20 斜面傾斜の縦断模式図

部分の林班はこのa, b両者のどちらかに含まれる。ただし, 上部・下部の破線の部分は上部か下部, あるいは両者が欠けた形態のものもある。本試験によると林班を単位とした場合の高度差は, 風化花崗岩地帯(岡崎事業区)100~200m, 三紀層地帯(沼津事業区)150~350m, 古生層地帯(矢部事業区)500~700mであり, 林班別の平均傾斜は, 風化花崗岩地帯2°~2.8°, 三紀層地帯2.1°~4.0°, 古生層地帯2.9°~3.9°である, 地質によって地形は特徴づけられているが, 傾斜の変化のパターンはほぼ同様な形態を示した。

また, 傾斜と崩壊率の関係は図17~19のとおり等高線間の傾斜が急になると崩壊率が高くなる傾向はうかがえるが, 傾斜が急になると崩壊の発生もこの近辺で多くなるようだ, この附近がいわゆる傾斜変換部とみられて, 崩壊の発生もこの近辺で多くなる。

る傾向がうかがえる。しかし, 明らかに変換線として規定するのは困難であるが, 幅をもった傾斜変換部で崩壊の危険性が高いことは予想できる。

b. 林相と保全的施業法

林班内の危険度の高い地区(等高線間)を判定した段階で, 保全的施業の必要性は下流の保全対象の重要性と距離および治山施設等の有無によって差異が生ずる。しかし, ここでは一定の崩壊率以上の地区について検討することとし, このような地区が出現した林班は保全的施業の対象になるものとした。

林相の表現法には樹種, 林齢等も使用されるが, 一般に森林の崩壊防止機能は根系の土壤緊縛力と根系による土壤の剪断強さの増加によるものとされている。この根系の強さは, 材質と量(太さ, 長さ)によって決定されるが, 林分材積はこの両者の総合されたものと考えられ, 樹種, 林齢の因子も多分に含まれた要因といえる。とくに林分として山地崩壊に対する抵抗性の強さを示す適切なものと予想して, 本試験では林相を表現する指標とした。

林相(林分材積)と崩壊率の関係は図11~15のとおりで崩壊率には林相が強く影響していることが明らかである。

この結果から抑止を期待する崩壊率に対応した林分材積を求め, 林班内に常にその材積を維持できる施業について検討した。

昭和47年以降国有林では“新たな森林施業”により第1種林地では1伐区の面積が5ha以下, 第2種林地では20ha以下に規制されている。崩壊の危険性がとくに高いと予想される林地は禁伐あるいは主伐見合せなど直接施業の対象からはずされているが, 崩壊の危険度を判定しこれに応じた施業法を検討した例は少ない。また, 皆伐では施業規制は主として伐採面積で対応し形態, 配置は分散, 保残帶などはあるが, 直接崩壊に関連して検討されているものは見られない。

本試験では, 崩壊の危険性が高い地帯(地区)での施業は第1種林地の択伐(非皆伐)を想定したが, 択伐(单木, 群状など)は伐区設定のための調査等の経費, あるいは伐採, 集材, 搬出等, 経費と効率の低下など実行上の障害が少なくない。

しかし单木・群状択伐は保全的施業法の基本形態として今後も検討を重ねる必要がある。

本試験では3-2), 施業指標林調査で述べたとおり, 択伐の中では施業の効率が割合に高く, 保全的にも効果が認められる等高線帯状択伐について検討した。この等高線帯状択伐は大阪営林局が昭和48~49年頃から風致景観の保護, 整備を目的に施業体系を確

立するため、山口営林署、大津営林署で計画実施され、津山営林署施業指標林でも検討されつつある。また、等高線帯状伐採方式は保全的に見ても、林地の侵食、崩壊防止上有効な方式であることが予想できるので、本試験ではとくにこの方式について検討した。

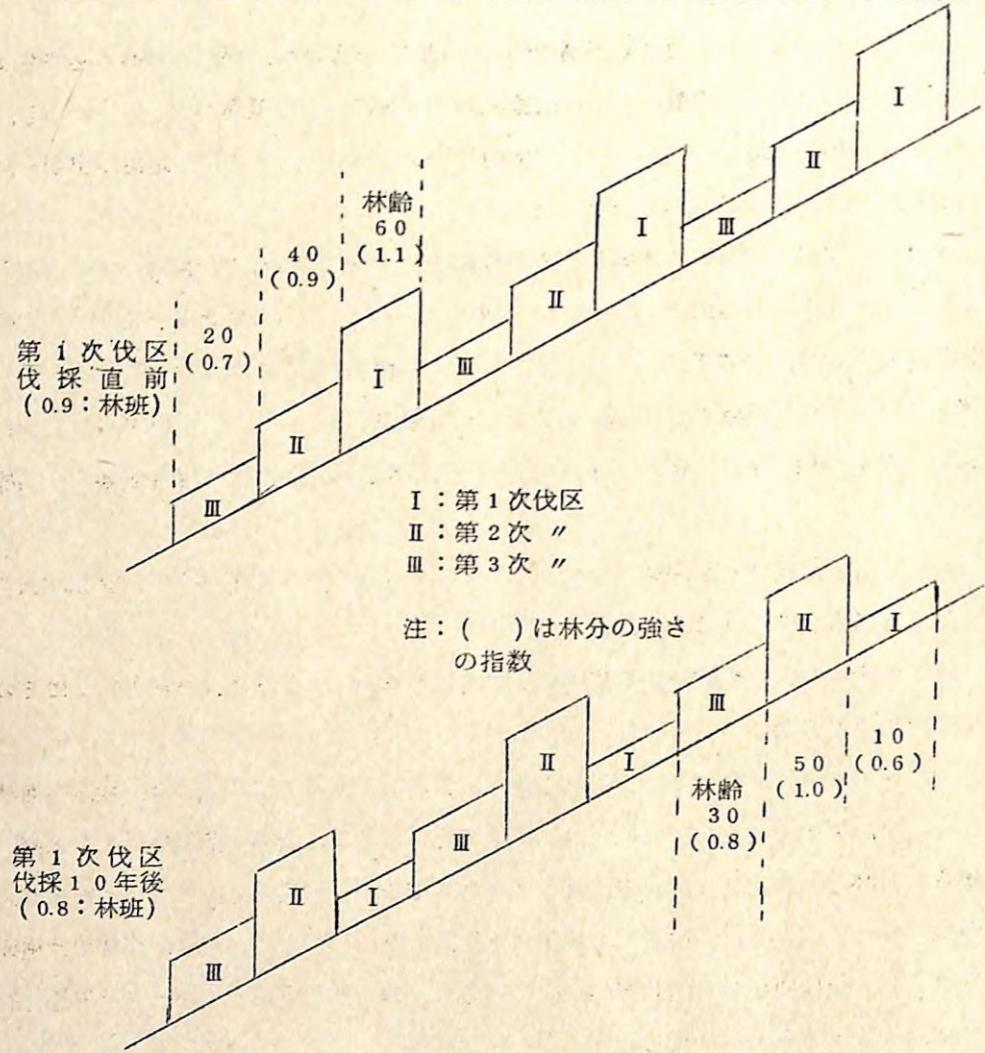


図 21 等高線帯状伐採における縦断模式図

図 21 は等高線帯状伐採の断面図を模式的に示したものである。この場合伐期を 60 年、20 年回帰とした。第 1 次の伐区が伐期に達した時点では、第 2 伐区は 40 年、第 3 伐区は 20 年生の林帯が形成されていることになる。林分を伐採し直ちに植栽された林分では

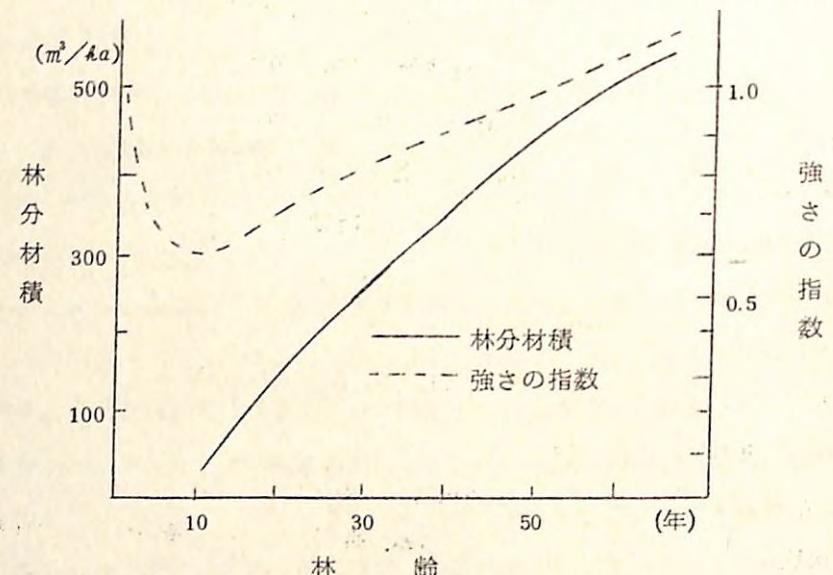
伐採後 10 年前後に崩壊に対する抵抗力が最も低くなる。50 年生林分(スギ)の抵抗力の強さを 1.0 とした場合伐採後 10 年では 0.6 になることが推定されている。図の第 1 伐区が伐期に達した時の林分全体の強さの指数は約 0.9 であるが、伐採 10 年後には第 2 伐区は 50 年生、第 3 伐区は 30 年生の林帯となるので、全体として強さの指数は 0.8 となり、伐期 60 年、20 年回帰とした場合林分全体での強さの指数は 0.8 ~ 0.9 を維持できることになる。この強さは 50 年生林分より僅かながら低い値であるが、全林分を皆伐した場合よりかなり高い値を常に維持できることで述べているものと考えられる。また、図の第 1 次伐区が伐採後 10 年前後を経過した時期には斜面下方の第 2 次伐区は 50 年生、斜面上方の第 3 次伐区は 30 年生の林帯となっていることから、第 1 次伐区の崩壊の発生と拡大を抑止する効果が大きいものと予想される。また、等高線帯状伐採方式は林齢の異なる林分が、交互に斜面の傾斜方向に対しても直角に形成されるため、林地土壤の侵食防止にも効果があるものと思われる。

保全的施業としての等高線帯状伐採は、伐採形式が原則と考えられるので 1 伐区の面積は群状伐採程度の面積規模が考えられるが、帯状伐採では面積規模より伐採幅を決定するための検討が必要である。

現在実施されつつある等高線帯状伐採は、風致景観保護を目的とするため、伐採帯の幅は、観点から伐採跡地が望めないことを条件に視線傾斜、林地傾斜、樹高などを因子として、伐採幅(垂直高)を決定している。崩壊防止を目的とした保全的施業での伐採幅は全く別の条件によって決定しなければならない。まず第一に地形と崩壊地の規模(長さ)が指標となる。地形は林班内の高度差あるいは斜面長が対象となるが、ここでは林班内の高度差から検討した。本試験における事業区別の高度差は、岡崎事業区: 100 ~ 200 m, 沼津事業区: 200 ~ 400 m, 矢部事業区: 600 ~ 700 m であって、地質別に地形的な差異が明らかである。また、崩壊地調査の資料から事業区別の崩壊地の平均長(水平距離)は、岡崎事業区: 18 m, 沼津事業区: 25 m, 矢部事業区: 30 m 程度であって表 7 に示した 1 個所当りの平均面積とともに崩壊地の規模も地質によって特長づけられている地形の影響が大きい。

次に伐採幅の決定には樹帯による崩壊の発生と拡大防止機能が指標となる。風致保全を目的とした場合の伐採幅の決定には明確な計算基礎を数式で示すことができるが、地形の場合とともに森林の崩壊防止機能を指標とする適切な資料はほとんどない。筆者らは林木根系による土壤緊縛力および剪断強さと林分材積に関する研究のなかで、施業によって変

化する林分の崩壊に対する抵抗力の強さ(図22)を推定した。また、林道沿線保護樹帯による土石の流出防止試験で樹帯による流出抑止効果を樹草の密度と林地の傾斜別に流出



注) 材積: スギ地位中の全国平均
強さの指數: 全上50年生林分の強さを1.0とする。

図22 林分材積と強さの指數の関係

状態を調査し、必要な樹帯幅を推定した。その他“林木の根系分布と山地崩壊”に関する調査で根系による崩壊防止機能について検討した資料がある。

以上のような資料をもとに伐採幅について考察をしてみる。伐採方法として図21に示した模式図を例にとると、伐期60年、回帰20年の抾伐方式で伐採すると、第1次～第3次の3回の伐採区が回転して施業が進められる。このような施業を1単位として、林班内に数回繰返されることが有効であるものと予想した。事業区分別の崩壊長(水平距離)は岡崎: 18m, 沼津: 25m, 矢部: 30mであるので、林班平均高度差と平均傾斜から各事業区の平均繰返し回数を概算すると、それぞれ5・6・10回となる。この伐採幅は崩壊防止と同時に崩壊の拡大防止及び土石の流出防止とも関連するのでこの面からも検討する必要がある。

さきに記した根系による崩壊防止に関する研究では直根、垂下根による剪断強さの増加と林分によって形成される水平根、側根のネットワークが崩壊の発生・拡大防止に効果のあることが認められた。また林道保護樹帯の調査では、林道開設による土石の流出状態は

図23のとおりである。図は地質、林相に関係なくプロットされていて、実線は傾斜を除いたその他の条件が悪い場合の最長流出距離を予想したものである。これによると傾斜25度では約15m, 35度では25m前後で、本試験における事業区分の傾斜と崩壊長さの関係に近い傾向が示された。しかし、これは林道開設による捨土であり、豪雨による崩壊とは全く条件を異なる。崩壊の発生・拡大防止、土石の流出防止など施業上の保全対策として安全性を考慮すると、伐採幅は崩壊長を最低とし、その2倍位までの幅の間で設定することが、作業効率の面からも有利であるものと予想した。

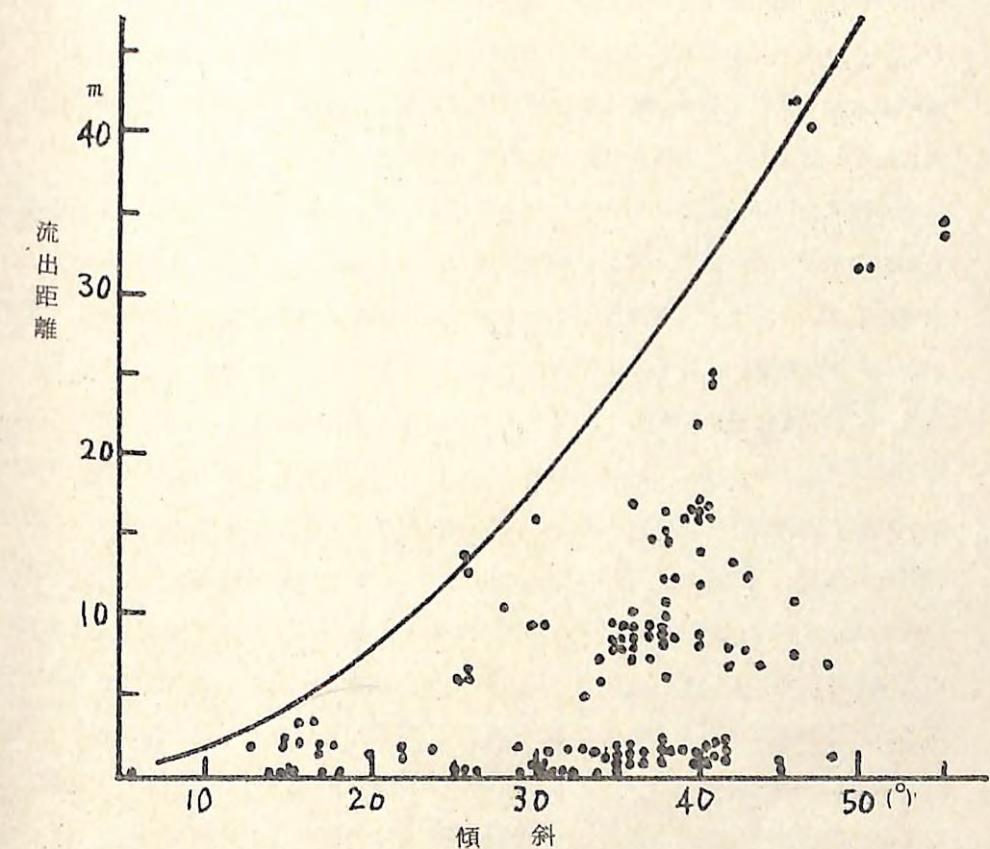


図23 傾斜と土石の流出距離

以上本試験では危険度を地質、地形(傾斜)を指標として予想し、森林の崩壊防止機能は林分材積を指標として、主として崩壊防止を目的とした保全的施業の目標林相を想定した。危険度に関して森林は施業による伐採と、風・雪その他の気象的災害による林木の枯損は根系の腐朽で林地の崩壊防止機能を低下せしめる。このような林相の変化を予想する

と、地質、地形に応じた最高の崩壊率を基準する必要がある。また、目標林相は林班内の平均林分材積(m^3/ha)を常に維持できる施業を林班を単位に計画することとした。

しかし、崩壊危険地帯の保全的施業は林地および下流の保全対象の重要性とその距離あるいは保全施設の有無などによって、崩壊率をどの程度に抑制するかで施業法に差異が生ずる。また、保全的施業は理想的には単木あるいは群状(伐区面積0.1 ha前後)択伐が基本型と考えられるが、これらの択伐施業は伐採木、伐区の設定と、伐採跡地の更新保育に関して樹種、品種など施業上考慮を必要とする事項が少なくない。更に伐木、集材、運材等の作業効率の低下も択伐施業の隘路となっている。等高線帶状伐採はこれら択伐施業の問題点をある程度緩和することが可能である。しかし、伐採幅と伐区の延長によっては、面積が大きくなり、択伐というより皆伐施業に近くなるが、林班内で保全上の危険性が増大しなければ、むしろ作業効率の面からは有利になると予想した。

わが国における施業の対象となる林地のほとんどは地質的変化に富み、急斜面の複雑な地形の山地である。また、降雨は前線性あるいは台風などによる集中豪雨型が多く、災害が発生している。かつて林業は国土保全のため高齢の美林を育成し、木材として価値の高い優良な大径木を生産することを理想としていた。すなわち比較的長伐期で管理のよい森林は、国土保全と木材生産の目的を達成する条件を備えていたといえよう。しかし、木材資源に対する需要の増加と、利用構造の変化により長伐期の条件が失なわれ、林業としての保続性と経済性を満足させる標準伐期齢が採用されてきた。さらに、標準年伐採量は成長量を基準とし、生産が施業団のなかで運用される場合の最も適正な伐採量であり、収穫保続に関連する伐採個所を決定する基準ともなる。崩壊危険地帯では伐採量が過大になることは絶対に避けなければならない。むしろ林分材積を一定以上に維持するためには長伐期とし、標準伐採量を少なくする方向が保全的施業のあり方と考えられる。

本試験では等高線帶状伐採を崩壊危険地帯の保全的施業法の1試案として検討した。この施業は国有林内で実績はあるが、目的が風致景観保護であり、崩壊防止を目的とした効果については今後十分な検討を要する。また保全的施業の基本は択伐であり、択伐率の配分に関連した規模と配置について等高線帶状伐採では検討する必要がある。

国有林では林地の崩壊と森林施業に関する検討が現場を中心に活発に進められている。また保全的森林施業は国有林經營規定に関する地域施業計画の計画事項、保安林の指定施業要件、保護樹帯の取扱いなど関連する事項を通して、保全的施業を必要とする地域(地区)の特性に応じた施業体系を確立する必要がある。

崩壊危険地帯は施業の規制を受ける第1種林地に多いことは予想できるが、わが国の地質、地形、気象の特性は全林地に崩壊の危険性を常に包含しているものと考えても差支えない。したがって施業上の規制を受けない地域にあっても崩壊の危険性を考慮した保全的施業が望まれる。

2) 保護樹帯の設置

国有林における“新たな森林施業”的実施により、各営林局は保護樹帯の設置に関する基準を設けて積極的に整備拡充が進められている。しかし現在進められている保護樹帯は林地の諸被害に対する保護、溪流への土石の流入防止と溪岸の崩壊防止ならびに道路の保護、景観維持などを目的として設置されるもので、山腹全体の崩壊防止を目的としたものは少ない。崩壊防止保護樹帯の設置には山腹の危険地区を判定しなければならない。本試験では4-1)保全的施業法で述べたとおり等高線間の傾斜から林班内の危険地区を予想した。

崩壊の危険性は傾斜が強くなると高くなるが、急傾斜部を含む上下の斜面でも崩壊率が高くなる傾向がみられた。本試験ではこの部分を傾斜変換部と予想した。一般に傾斜変換部は崩壊の発生が多いとされ、上部が緩で下部が急な場合を想定しているが、本試験では反対の場合もあることが予想できた。このような傾斜変換部が明らかな地区は保全的施業の対象となるが、さらに傾斜が急になり崩壊の危険性が高く、更新も困難であると予想され、等高線帶状伐採あるいは群状択伐でも対応ができないような地区は、保護樹帯とし点状単木択伐施業によらざるを得ないと判断した。

現在設置されている保護樹帯の場所は尾根、溪流沿い、林道沿いなど場所の設定は容易であるが、崩壊防止を目的とした場合は傾斜変換線を含む斜面傾斜の変化を把握する必要がある。また現在は樹帯幅は30~50 mとほとんど一率に規定されているが、場所とも関連して等高線帶状伐採の伐採帯の幅の決定に準じ、地質、地形等の要因によって決定することが必要であろう。また林相は広葉樹を主体とし、施業方法は点状単木択伐を基本とするが、林分材積は林帯幅と同様に地質、地形など地域によって維持すべき材積を推定する必要がある。

保護樹帯の設置に関しては各営林局で“保護樹帯の設置(設定)基準”により目的別に場所、幅員、施業上の取扱いなどの指針が示されているが、大部分は気象害からの林地保護、溪流・林道沿いあるいは風致景観保護などの目的で設置されている。また崩壊防止のための保護樹帯設置についての検討も進められているが、崩壊の危険性の高い地帯では設置基準のなかに場所、配置、幅など具体的条件の設定が望まれる。

V 今後の問題点

わが国は地質、地形、気象などの要因から山地崩壊の危険性は高いが、崩壊の発生は集中地区においても面積率にして数%にすぎず、崩壊危険地帯として保全的施業を必要とする地区も限られた面積である。したがって保全的施業を必要とする地区的設定に関しては、林地および下流の保全対象の重要性と距離、保全施設の有無と量などによって崩壊率をどの程度に抑制するかを考慮する必要がある。

その上で地域施業計画の区分の範囲で危険度の指標となる傾斜と、防止機能の指標となる林分材積の基準を明らかにする必要がある。また保護樹帯の設置についても同様の手法で基準の設定が望まれる。

本試験では等高線帶状伐採を保全的森林施業法の1試案としてとり上げたが、現在実施されている風致景観保護のための等高線帶状伐採施業が崩壊防止に及ぼす影響を追及する必要がある。なお水、雪、風など気象条件に対する効果と被害についても今後検討する必要がある。

参考文献

1. 難波宣土ほか： 林木の根系分布と山地崩壊 林野庁研修教材 1974.5
2. 難波宣土ほか： 保護樹帯による土砂の流出抑止と安定法 昭和50年度国有林野事業特別会計技術開発試験成績書 林業試験場 1976.11
3. 大阪営林局技術開発委員会： 技術開発報告書 昭和50年度 №7
4. 大阪営林局： 技術開発報告書 昭和51年度 №8
5. 林野庁： 昭和52年度国有林野事業統計書（昭和51年度） 第29次 1977.11
6. 熊本営林局計画課： 宮崎南部地域施業計画区（第3次地域施業計画）現地検討資料 昭和53年度 1978.9
7. 橋本 強： 崩壊防止のための森林施業 治山林道研究会九州地区第15回研究発表会 1978.11
8. 大阪営林局： 技術開発報告書 昭和52年度 №9
9. 北村嘉一ほか： 抜根試験を通して推定される林木根系の崩壊防止機能（未発表）
10. 田中茂ほか： 山くずれと地質・地形構造の関連性に関する研究 文部省科学研究費自然災害特別研究研究成果 1977.2
11. 水利科学研究所： 森林施業と防災機能に関する基礎調査報告書（熊本営林局・多良木営林署） 1970.2