

森林立地研究(第1集)

昭和39年7月豪雨による山地の
多発崩壊について

— 第2報 —

(火山岩山地の崩壊)

第15号

昭和41年10月

島根県林業試験場

目 次

	頁
はじめに	1
要 旨	1
1. 調査地と被害の概況	2
2. 調査地の地区区分と標準地設定	3
3. 立 地 環 境	4
(1) 地 形 (2) 地 質 (3) 土 壤 (4) 林 況	
4. 気 象	8
5. 山地荒廃の状況	9
(1) 崩壊の位置と地形 (2) 崩壊箇所数と崩壊規模	
(3) 崩壊面の傾斜 (4) 荒廃の形態	
6. 既往の災害	13
7. 考 察	13
(1) 林 況 (2) 地 形 (3) 土 壤 (4) 地 質	
標準地の崩壊一覧表(附表)	18
参 考 写 真	30

森林立地研究 第1集

昭和39年7月豪雨による山地の多発崩壊について (第2報) 火山岩山地の崩壊

特別専門研究員 野 津 衛

はじめに

第1報では、崩壊多発地区の全域をⅠ堆積岩地帯、Ⅱ花崗岩地帯、Ⅲ火山岩地帯の3地帯に地質区分し、それぞれについて崩壊の現況と要因について述べた。

昭和40年度は、たまたま林野庁治山課の委託をうけて、上記3地帯のうち、火山岩地帯を対象とする治山調査(荒廃危険地帯調査)としての調査を行ったので報告する。

なお堆積岩地帯および花崗岩地帯については、農林省林業試験場防災部において、林野庁治山調査ならびに科学技術庁防災センターの合同調査として調査された。

この調査にあたっては農林省林業試験場防災部治山第一研究室、難波、北村、河野、秋谷各技官および島根大学地学教室三位先生からご指導を得、現地調査にあたっては、出雲農林土木事務所森林土木課および島根農科大学林学科原島技師のご協力を得、かつ農林部林政課森林計画係からは森林現況についての資料提供を得たので記して感謝します。

要 旨

(1) 調査地

出雲市南部の流紋岩、安山岩を主体とする山地で、堆積岩、花崗岩地帯とは対照的な急峻な^{い峻}山地である。調査面積3,300ha

(2) 調査内容

全体を大きな水系ごとに大区分し(14区分)、さらにその中を60に小区分して、それぞれの区分ごとにつきの項目につき調査した。

ア、空中写真から判読しうるすべての崩壊地について箇所数、面積を写真上で計測。^{→このとき}

イ、崩壊地の実態調査と写真計測値の修正を目的とする現地調査(標準地内の悉皆調査)。

ウ、大区分、小区分ごとの地形、地質、土壌、林況および既設防災施設について図上計測、現地調査ならびに資料の収集整理。

(3) 結 果

各区分の崩壊面積率を指標とし、これと環境諸因子との関係から火山岩地帯の豪雨性山崩についてつぎの事項が山地の危険因子と考えられる。

1) 林況 無立木地または幼令林分

2) 位置地形 ア、流下水の集中する山腹凹部

イ、流水線上の傾斜の変換点

ウ、山腹傾斜35°~45°の範囲

エ、地域的には谷密度の高い地域

3) 土壌、基岩 土壌と基盤岩層が不連続に接し、^{すべ}切り面をなしているところ。土層が浅く、結合力の低い土壌。

また火山岩地域でも、集塊岩、輝石安山岩地区は侵蝕開析が極度に進んで露岩地が多く、免疫性の獲得により新生崩壊はきわめて少く、マサ風化をうけた石英安山岩地区および流紋岩地区に発生が多い。

1 調査地と被害の概況

昭和39年7月18日の梅雨前線性集中豪雨によって発生した山地荒廃は島根県出雲部の北部沿岸寄り低山地域で、東西40Km、南北10~15Km、面積約50Km²にわたるが、この中火山山地は海岸部堆積層丘陵山地の山側に続く主として西南部の一带である。

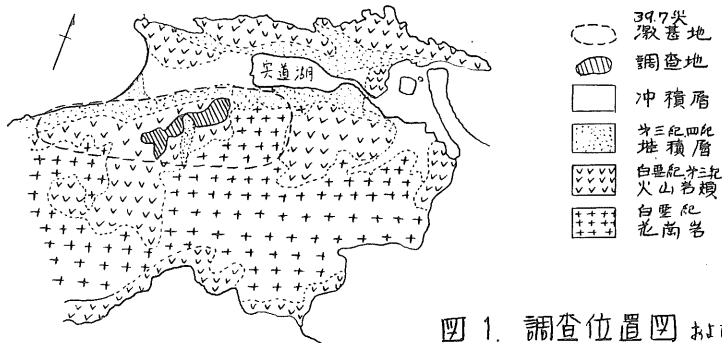


図1. 調査位置図および地質図

調査範囲は(図1)のとおりで、面積約3,300ha。火山岩地区として崩壊発生の多いところ、少ないところをそれぞれ包含するよう選定し、東は斐川町仏経山から、出雲市上島、宇那手、朝山、所原を経て西は乙立にいたる斐伊川および神戸川の下流部沿岸地域である。

今時の豪雨災害が、堆積岩および花崗岩からなる丘陵山地において、山崩による人命、家屋に多くの被害をもたらしたのに対して、当火山岩山地ではこれらの損害は少なかった。

もっぱら山崩による山地の荒廃と植栽幼令木の被害、ならびに山腹道路欠損と流出土砂による谷合いの耕地災害が主な被害である。

この理由は、火山岩山地が急峻な山岳地形を呈し、人家密度が低く、また、崩壊源が上流部に多くて人家への距離が遠く、かつ個々の崩壊規模が小さくて流出土砂量も一般に少なかったことによるものである。

崩壊発生の現況見取図は(図2)のとおり。

2 調査地の地区区分と標準地設定

崩壊の実態を量的に把握し、かつ地区的な特性を求めめるため調査地を大きな水系にもとずいて、14に大区分し、さらにとりまとめる便宜上森林計画における林班区分におおむね準じて総数60

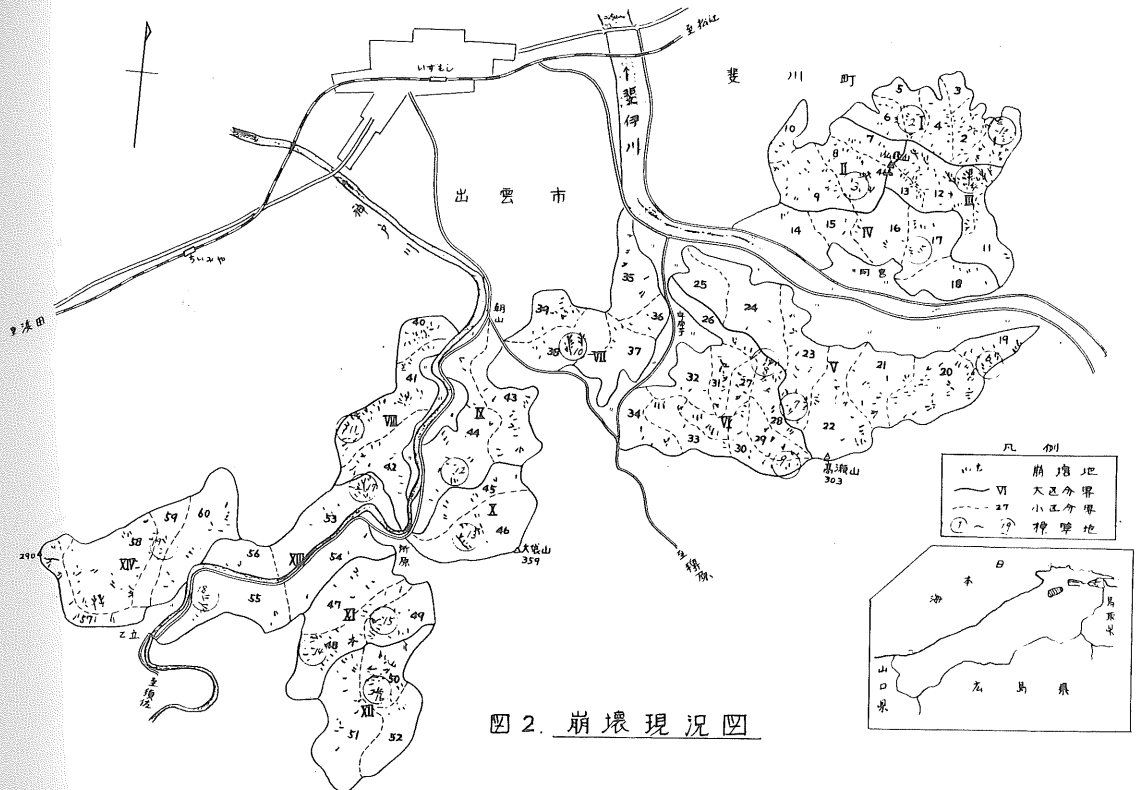


図2. 崩壊現況図

の小区分を行った。また大区分ごとに崩壊の多発している小水系を1~2カ所とり(総数19カ所)これを標準地としてその中の崩壊の悉皆調査と土壌調査を行った。大区分、小区分および標準地は(図2)のとおりであり、各大区分の立地的特徴は(表1)のごとくである。(表1)

大区分	地名	面積	立地的特徴
I	斐川町 武部結	177.63ha	仏經山北面、流紋岩~流紋岩質安山岩、壮年期
II	和 西	239.23	西面、同上および玄武岩、壮年期
III	畑 谷	121.73	東面、流紋岩、晩壮年期
IV	阿 宮	201.57	南面、流紋岩、玄武岩、晩壮年期
V	出雲市 上島町	450.42	高瀬山北面、流紋岩マサ風化、壮年期、老年期
VI	宇那手町	329.56	西面、流紋岩、玄武岩、壮年期
VII	朝山、宇那手町	188.45	大神山周辺、基部玄武岩、上部石英安山岩、壮年期
VIII	所原町 木村	200.07	神戸川の左岸沿岸、石英安山岩、輝石安山岩、壮年期
IX	桜	208.71	右岸沿岸、集塊岩、石英安山岩、壮年期、老年期
X	安 谷	165.00	神戸川支谷、集塊岩、輝石安山岩、露岩の多い晩壮年期
XI	大 月	217.08	大月谷下流部、マサ風化の石英安山岩、土層浅、壮年期
XII	上大月	204.35	上流部、集塊岩、輝石安山岩、露岩多し、晩壮年期
XIII	乙立町 立久恵	332.71	神戸川峡谷、集塊岩の上に玄武岩、晩壮年期
XIV	下 原	289.50	神戸川左岸支谷、輝石安山岩、玄武岩、壮年期
計		3,326.01	

3 立地環境

(1) 地形

火山岩山地の特性により全体に急峻な山地地形を示し、満壮年期ないし晩壮年期地貌を呈している。堆積岩、花崗岩の他の被害地域が丘陵性低山地であるのと全く対照的である。

海拔高は海岸に近いと一般に低く、最低10m、最高480m、平均150m~200m。

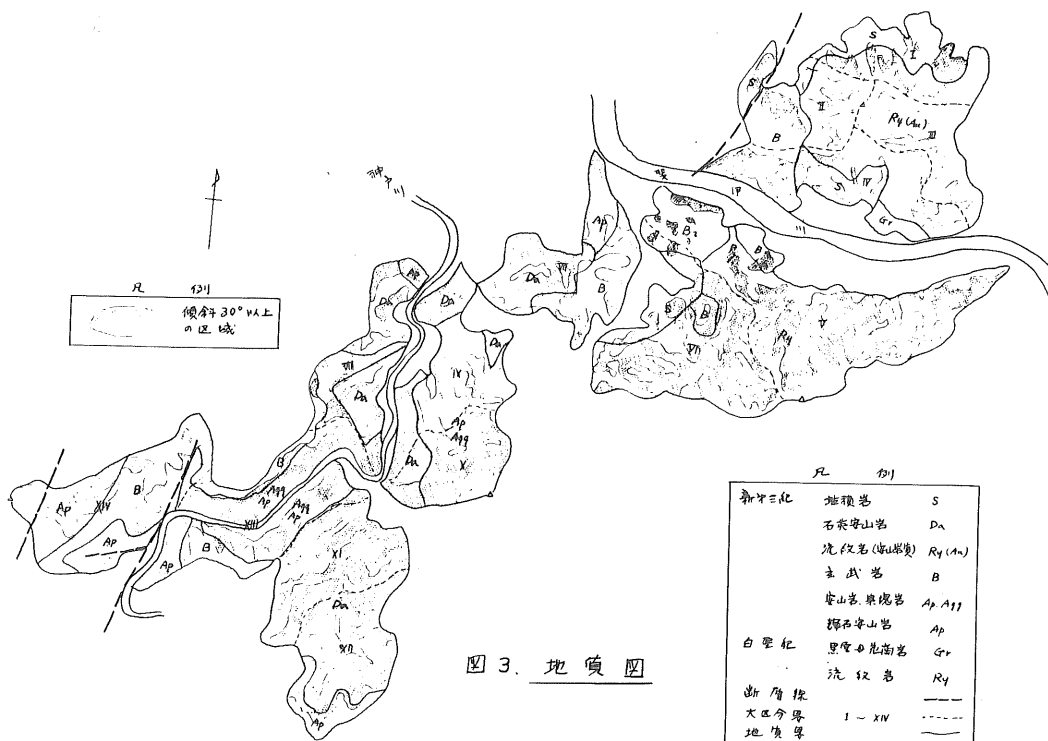


図3. 地質図

流紋岩地区(大区分I~VI)とそれ以外の地区で傾斜、起伏量および谷密度に差があり、流紋岩地区に比較して安山岩、集塊岩地区は一般に傾斜が急で起伏量、谷密度ともに大きい。X~XIV地区においてこの傾向が強くみられる。

一般に谷はV字谷、尾根は脊尾根で、山腹は中下部がすこぶる急直、40°以上の急斜面が多く、山腹上部はやや緩く凸形となる。岩露頭が全般に多いが、集塊岩地区はことに多く岩壁をなすところも多い。

(2) 地質

調査地の地質は新第三紀および白堊紀の噴出岩からなり、石英安山岩、輝石安山岩—集塊岩、流紋岩、流紋岩質安山岩、玄武岩を主な基岩とし、周辺部に一部新第三紀堆積岩が附随している。

石英安山岩および白堊紀流紋岩(大区分V, VI)地区においては深層風化によるマサ風化しているのが特徴である。

島根大学地学教室による50,000分の1地質図を図3に示す。

(3) 土壌

1) 土壌型の分布傾向

大部分が褐色森林土で占められ、山腹下部にB_D型、中腹から上部にB_D(d)型が広くみられ、尾根筋にBB型が巾狭くみられる。また海拔200m前後で古い段丘面と思われる緩斜地に赤色土が局所的に出現し、これらの周辺では下層(B₂層)に赤色風化層を伴う土壌が広くみられる。

2) 土層の深さ

急斜地が多いためと、過去の掠奪的森林施業が影響して土壌侵蝕が進み、したがって土層の深さが一般に浅いのが特徴である。

ことに傾斜40°以上の急斜地では50cm前後でとくに浅く、山腹凹部の流水線は不透層が露呈している箇所も多い。

3) 理化学性

標準地の土壌調査と試料分析によると、土層の堅密度は、表層(10~20cm深)が軟かく、下層の硬いのが一般的傾向である。これに比例して透水性も表層部は透水がよく、下層は劣る傾向にあるが、地形環境から崩積土の範囲が広いため、土層に碎石を多く含み、したがって透水性は堅さの割には良好である。

機械組成については、微砂の含有量の多い箇所がかなり多くあることと、流紋岩、石英安山岩地区のマサ風化地帯は粘土含有量がとくに少ない点が指摘される。

4) 土壌の断面形態

これの特徴としては、上下層ともに小中風化礫が多量に混入し、丘陵地の堆積岩にみられがちな壁状堅密土壌は一部の赤色土を除いてはほとんどみられなかった。

根系の分布状態は、植生の種類、土層の深さ、堅密度および水湿状態等に関係するが、一般に下層が堅密のため表層部に細中根が密に分布し下層部は疎となっている。

各標準地における土壌調査の結果と、おもな土壌の断面模式図を示すと(表2)および(図4)のごとくである。

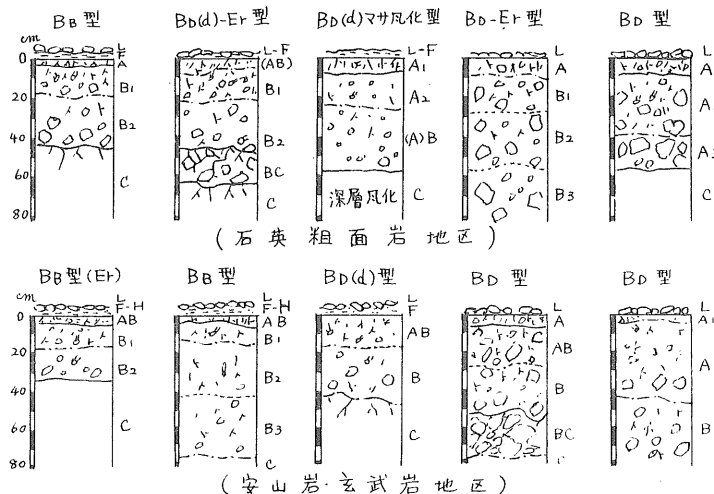


図4 主要土壌の断面模式図

表2 土壤試孔点調査結果

大区分	No	位 置	土 壤 型	堆 積	深 さ		礫	根	測定 深度 20cm	1) 硬さ	2) 透水性	3)機械組織			土性
					A層 7cm	全層 100+cm						粗砂+細砂	微砂	粘土	
I	1	中腹 微凹部	BD-(E _r)	崩	5	70	風化礫多し	細中根含む	15	15	0.04	24.0%	42.0%	34.0%	ℓC
	2	"	BD-(d)	崩	5	70	風化礫含む	" 含む	15	12	0.09	24.8	40.8	34.4	"
II	3	小支谷詰	BD-(E _r)	崩	8	50	"	" 含む	30	9	0.06	32.8	40.6	26.6	"
	4	山腹 上部	BB	残	5	35	"	" 多し	15	10	0.04	52.3	23.1	24.6	"
IV	5	谷沿い	BD	崩	55	55	大中角礫多し	" 含む	30	7	0.03	43.4	26.7	29.9	ℓC
	6	小山腹 下部	BD(d)	崩	20	80	小中風化礫含む	" 含む	25	13	0.18	21.8	43.0	35.2	ℓC
V	7	小支谷詰	BD	崩	60	60	小礫多し	" 有	10	8	0.07	57.9	24.4	17.7	"
	8	支谷頭 谷沿	BD(d)	崩	7	50	小中礫多し	" 有	50	12	0.10	65.5	20.1	14.4	S
VI	9	山腹 上部	BD(d)	崩	30	50	"	" 含む	40	12	0.08	74.5	12.4	13.1	S
	10	"	BB	残	3	35	小礫含む	" 有	40	19	0.26	50.5	20.2	29.3	"
VII	11	支谷上部山腹下部	BB	残	3	90	細礫 乏	" 有	5	14	0.04	55.7	21.8	22.5	ℓC
	12	中腹 微凹部	BD	崩	45	95	小中礫多し	" 含	40	22	0.23	52.6	20.6	26.8	hC
XII	13	小支谷 頭	BD(d)	残	12	35	" 乏	" 含	80	17	0.20	66.2	15.2	18.6	SCL
	14	"	BD(d)	残	7	40	" 有	" 含	15	15	0.19	42.3	35.5	22.2	CL
XIII	15	支谷 山腹	BD	崩	20	65	細礫 乏	" 含	70	11	0.12	56.6	21.7	21.7	"
	16	" 上部	BB	残	4	55	"	大中細根有	20	9	0.06	65.3	12.2	22.5	SCL
XIV	17	"	BD	崩	45	45	小礫多し	細中根含	50	20	0.22	65.3	14.3	20.4	"
	18	山腹 下部	BD	崩	20	70	大中小礫多し	" 含	30	16	0.05	60.1	18.7	21.2	CL
								60	22	0.24	39.7	31.3	29.0	"	

註 1) 硬さ; 山中式土壤硬度計の貫入深度mm

2) 透水性; 山中式通気透水測定器の注水圧 kg/cm³

3) ピペット法による

(4) 林況

大部分が私有林であるが、小区分 9、12、17、27 は市町有林の官行造林地で若令造林地となっている。

林相別、林令別の面積割合は(表3)のごとくで、広葉樹薪炭林が過半を占め、林令別にみると、15年生未満の若令林分が針広合せて60%と非常に高率を占めるのが特徴である。

出現樹種は、針葉樹林としてアカマツ天然およびアカマツ、スギを主体とする人工幼令林が占め、このうちアカマツの比率が高い。

広葉樹林はコナラ、クリ、シイ、シラカシ、リュウブ等を上木とし、ヒサカキ、ネズミモチ、クロモジ、アセビ、ネジキ、ウツギ、ネザサ、ウラジロ、ススキ等が下草木を占める。ウラジロの密生地が局所的にみられる。

単位 %

表3 林相別、令級別森林構成

大区分	面積 ha	針葉樹林				広葉樹林				針広混交林				竹林			無立木地				
		16~31年		31~51年		1~15年		16~30年		31~51年		1~15年		16~30年		計		伐跡草地	裸地	計	
		1~15	16~30	1~15	16~30	1~15	16~30	1~15	16~30	1~15	16~30	1~15	16~30	1~15	16~30						
I	100 177.63	39.2	10.6	11.8	4.3	65.9	22.2	3.9	0.1	-	26.2	-	-	-	-	-	5.4	0.5	-	5.9	
II	100 239.23	30.6	4.7	13.1	0.1	48.5	40.0	7.0	1.0	-	48.0	-	-	-	-	-	1.5	0.4	-	1.9	
III	100 121.73	60.5	0.3	3.9	0.4	65.1	26.8	4.6	0.1	-	31.5	-	-	1.4	1.4	2.0	-	-	-	-	
IV	100 201.57	8.3	11.8	24.3	-	44.4	29.5	11.7	0.6	-	41.8	0.5	2.9	-	3.4	5.9	3.9	0.6	-	4.5	
V	100 450.42	6.0	1.5	3.0	0.7	11.2	47.8	12.4	0.2	-	60.4	18.5	3.4	2.1	0.5	24.5	2.5	1.3	0.1	-	1.4
VI	100 329.56	29.9	6.9	5.3	0.4	42.5	40.8	11.6	0.1	-	52.5	2.2	0.8	-	3.0	1.4	0.1	0.5	-	0.6	
VII	100 188.45	8.4	4.6	9.5	0.9	23.4	31.2	16.5	1.2	-	48.9	2.8	2.7	1.8	-	7.3	3.0	16.1	1.0	0.3	17.4
VIII	100 200.07	21.8	4.3	3.5	1.3	30.9	28.8	27.6	0.5	-	56.9	1.8	4.0	0.7	-	6.5	2.1	2.4	0.1	1.1	3.6
IX	100 208.71	17.6	3.3	3.9	2.7	27.5	33.6	18.5	1.8	-	53.9	2.6	9.2	5.5	0.2	17.5	0.6	-	-	0.5	0.5
X	100 165.00	12.3	6.6	4.1	1.0	24.0	38.9	24.2	3.1	-	66.2	0.3	2.8	2.5	-	5.6	1.4	0.8	0.1	1.9	2.8
XI	100 217.08	36.4	9.6	5.7	1.6	53.3	17.5	13.2	9.0	-	39.7	-	-	0.5	-	0.5	3.2	1.0	2.3	-	3.3
XII	100 204.35	12.7	13.1	3.6	1.9	31.3	31.6	24.0	6.4	0.6	62.6	-	-	-	-	-	0.7	0.7	3.8	0.9	5.4
XIII	100 332.71	21.0	5.5	3.7	2.6	32.8	31.3	21.2	7.8	1.3	61.6	-	0.6	0.1	-	0.7	2.0	0.6	-	2.3	2.9
XIV	100 289.50	10.1	3.3	4.6	-	18.0	59.9	15.9	0.3	-	76.1	2.9	1.7	0.9	-	5.5	0.4	-	-	-	-
計	100 3,326.01	20.4	5.8	6.7	1.2	34.1	36.3	15.3	2.3	0.2	54.1	3.5	2.0	1.1	-	6.6	2.0	2.1	0.6	0.5	3.2

4 気 象

今時の災害に関係した気象記録については第1報で述べたが、この調査地域に関する記録のみ再掲するとつぎのごとくである。

調査地内部での観測は得られなかったが、たまたま調査地域を三方から包囲する出雲、窪田および鍋山の記録は(表4)ならびに(図5)のとおりである。降雨の時間的推移をみると、約10時間で10.0~15.0mmの先行降雨があり、最終的に70mm/時の最大降雨強度をみたことが多発崩壊に関係した降雨特性としてとくに強張できる。

表4 地区別降雨量

地名	平年雨量 mm	連続降雨量		最大時雨量		雨量図
		月 日	mm	起日時	mm	
塩 治 (松江地方気 象台)	年間 1744	7 18 9時	280	7 18	75.0	
	7月 186	~ 19 6時		23時~24時		
窪 田 (中国電力)		7 18 10時	237	"	64.0	
		~ 19 9時				
鍋 山 (")		7 18 9時	267	"	74.5	
		~ 19 9時				

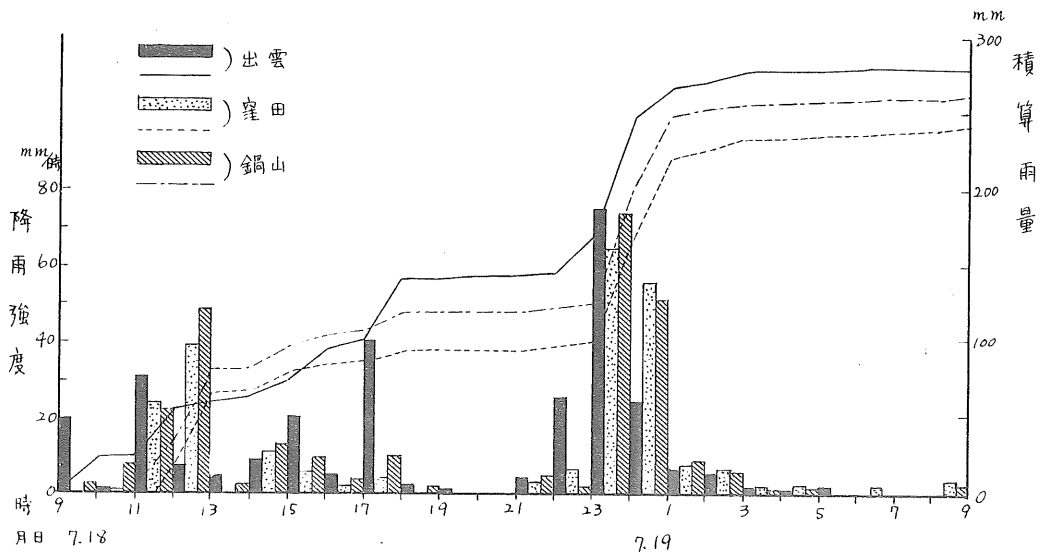


図5 降雨強度の時間的推移

5 山地荒廢の状況

荒廢の種類は山腹崩壊（滑落型）が多く、溪岸崩壊や溪流荒廢は少い。個々の崩壊規模は比較的小さく流出土砂量も少いが、箇所数は多い。また崩壊は全地域に散在した発生ではなく、特定の小流域に群集発生の傾向をとっている。

(1) 崩壊の位置と地形

集水の因となる山腹凹部にもっとも多く、流水線における傾斜の変換点が崩壊起点となっている場合が多いようだ。これに傾斜が加味して、 36° から 45° の範囲に多くみられる。標準地内の崩壊について、悉皆調査の結果地形関係で（表 5）の結果が得られた。

表 5

(1) 横断形

区分	凹	直	凸	不整	計
箇所数	117	26	8	2	153
%	77	17	5	1	100

(2) 縦断形

区分	凹	直	凸	不整	計
箇所数	11	121	19	2	153
%	7	79	13	1	100

(3) 流水線上の傾斜

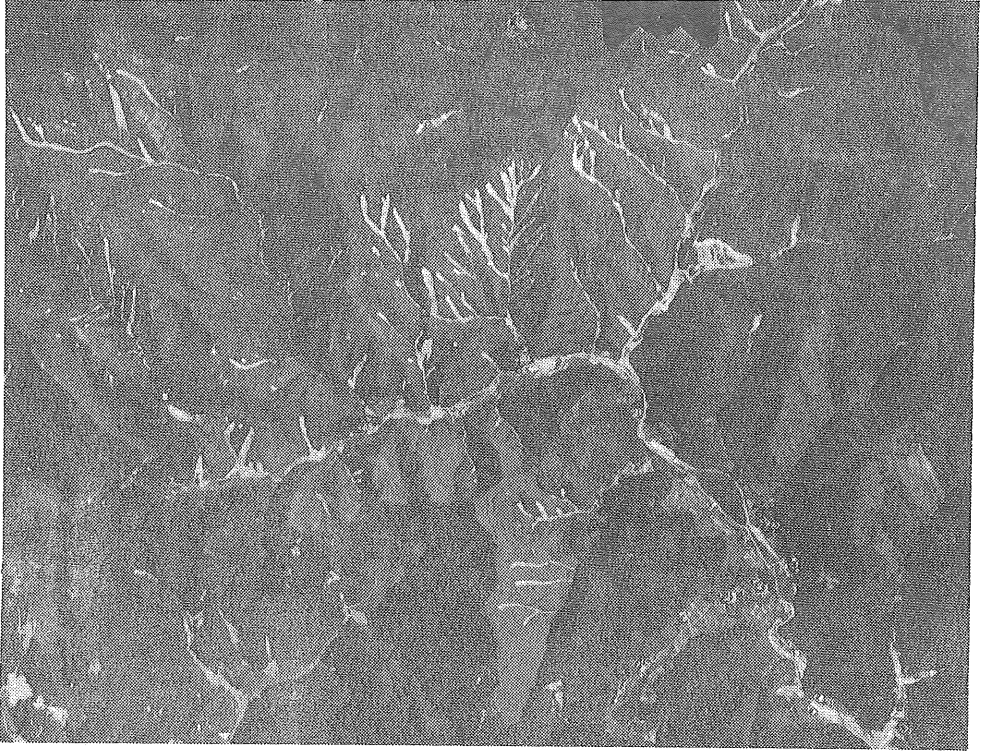
区分	$20\sim 25^{\circ}$	$26\sim 30$	$31\sim 35$	$36\sim 40$	$41\sim 45$	$46\sim 50$	$51\sim 55$	$56\sim 60^{\circ}$	計
箇所数	3	4	20	56	57	12	0	1	153
%	2	3	13	36	37	8	—	1	100

こういう位置地形の環境は、地質地形に関係するところが大きく、当調査地が満壮年期地形を主体とし、起伏量の大きい急直斜面からなるため、山腹のかなり上方に、これらの条件を満たす谷頭地形が存在し、その崩壊が普遍的にみられる。

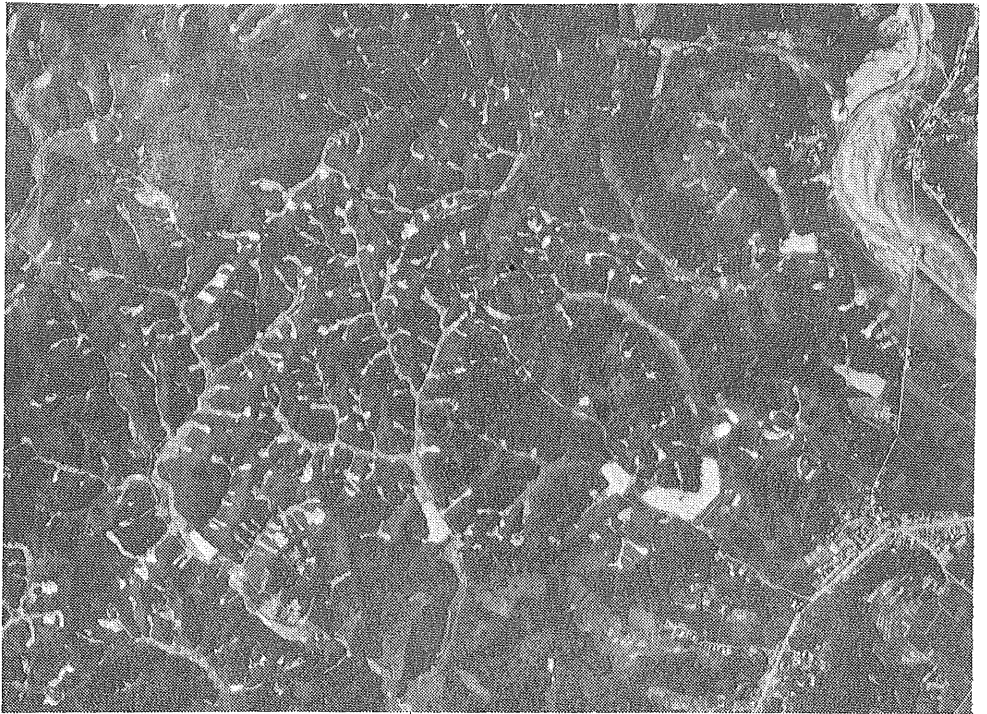
また水系が樹枝状に構成され、それぞれの枝端の崩壊から流出する土石は急谷を下る際に谷底を洗掘し、同時に谷壁に溪岸崩壊を誘発させている箇所がみられる。

崩壊多発地区の空中写真を第三紀堆積層の低山地区と比較すると写真のごとくである。

崩壊多発地区の空中写真(1:11500)



火山岩地区(斐川町仏経山)



堆積岩地区(湖陵村)

(2) 崩壊箇所数と崩壊規模

標準地の悉皆調査および全地域の空中写真(5000分の1)で計測した崩壊箇所数と崩壊面積(崩壊部分の実平面積)の総計は3,300haの中で1680カ所、17.9haである。

大区別の崩壊量等は(表6)のごとくで、これによると全体の平均は、山林面積1haにつき約0.5カ所、崩壊面積率(100haにつき)0.53haであまり大きくないが、地区別にみると集中発生地区では、1haにつき1.4カ所、面積率1.40を最高にかなり高率を示す箇所も多い。

表6 大区別崩壊地一覧表

大区分	面積	崩壊量						崩壊率		地形			林相	
		山腹崩壊		溪岸崩壊		計		箇所数率1)	面積率2)	急斜部面積率3)	平均傾斜度4)	谷密度5)	幼令林無立木地面積率	50m ² /ha以下の面積率
		箇所数	面積	箇所数	面積	箇所数	面積							
I	177.63	103	1.04	10	0.07	113	1.13	0.52	0.51	25%	23°	110	67%	61%
II	239.23	63	0.97	4	0.03	67	1.00	0.35	0.52	19	20	101	73	74
III	121.73	135	1.36	11	0.07	146	1.43	0.99	0.97	48	23	114	87	91
IV	201.57	31	0.56	7	0.16	38	0.72	0.16	0.31	39	20	103	43	51
V	450.42	301	2.80	26	0.15	327	2.95	0.72	0.65	53	23	114	74	71
VI	329.56	274	2.37	38	0.21	312	2.58	0.85	0.70	60	24	119	74	78
VII	188.45	64	0.71	13	0.09	77	0.80	0.39	0.40	59	23	94	60	69
VIII	200.07	127	1.68	9	0.09	136	1.77	0.69	0.90	46	21	126	56	72
IX	208.71	69	0.96	4	0.03	73	0.99	0.38	0.52	68	27	112	54	64
X	165.00	36	0.46	2	0.01	38	0.47	0.26	0.32	56	27	142	54	68
XI	217.08	60	0.66	4	0.03	64	0.69	0.32	0.35	67	28	138	57	64
XII	204.35	74	0.99	11	0.09	85	1.08	0.35	0.44	80	30	144	50	64
XIII	332.71	84	0.65	4	0.03	88	0.68	0.28	0.21	71	27	146	55	57
XIV	289.50	105	1.54	13	0.10	118	1.64	0.39	0.54	64	25	149	73	76
計	3,326.01	1,526	16.75	156	1.16	1,683	17.91	0.49	0.53	55	24	124	63	68

註 1) ha 当り崩壊箇所数

2) 山林面積に対する崩壊部面積%

3) 空中写真図化による $\frac{1}{10,000}$ 地形図の10m等高線の間隔1.73mm以下の範囲

4) 同上地形図で50m等高線の総延長を測り次式により算出

$$0.05 \text{ km} \times \frac{\text{等高線延長 km}}{\text{区域面積 km}^2} \times 45^\circ$$

5) 同上地形図の水系延長を測り次式により算出

$$\frac{\text{水系延長 m}}{\text{区域面積 ha}}$$

個々の崩壊の規模は一般に小さく、標準地調査によると全崩壊の約60%が崩壊部面積 100 m^2 以下で、平均面積 83 m^2 、平均深度 0.8 m 、崩壊土量 100 m^3 以下となっている。

(3) 崩壊面の傾斜

崩壊面の傾斜は最低 20° 最大 60° の範囲にあり、 $35^\circ \sim 45^\circ$ の範囲に多く全体の平均は 39.8° となる。

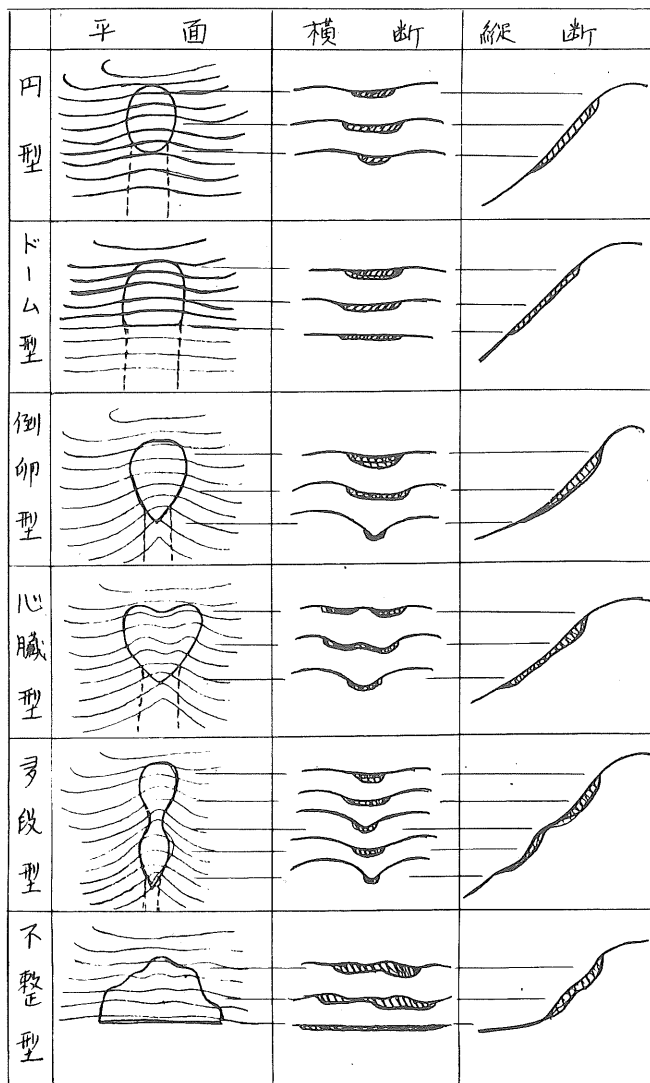
地域的な特徴としてはI~VI地区の流紋岩地区で傾斜がやや緩く、その他の地区は急である。このことは表6の地形欄において急斜面面積率および平均傾斜度にも、同じ傾向が認められる。

(4) 荒廃の形態

山地崩壊の形式は表6のように表層滑落に属する山腹崩壊が圧倒的に多い。

その形状は微細地形の横断形と水系の構成に規制される面が強いことは第1級に述べたが、本調査地にみられる崩壊のタイプを地形関係によって模式化すると(図6)のようにまとめられる。

図6 各種崩壊型



これらのうち、円型およびドーム型が多くみられるが、規模は小さく、心臓型、倒卵型はやや大きく、不整型、多段型は少数であるが規模は大きい。心臓型、不整型および多段型は二つ以上の崩壊が横または縦に接合したものであるが、崩壊機構からみれば、これら複数の崩壊は個々単独に発生したものでなく、一点の崩壊源から同時に誘発拡大したものとみられる。

溪岸崩壊は、上流部崩壊の土石流が流下する際の衝撃によって二次的に発生したものが多く、規模は一般に小さく、ドーム型を呈し、流路の攻撃面に多くみられる。

6 既住の災害

過去に斐伊川・神戸川の下流部沖積平地では豪雨による洪水災害がしばしば発生しているが、山地崩壊として今回のような激甚災害は過去数十年来起っていない。この地域が今回ほどの悪質な集中豪雨がなかったことと、満～晩壮年期の露岩地が多いことから免疫性の獲得により、山地の多発崩壊を起さなかったものと考えられる。

過去の記録から山崩発生に関係したとみられる降雨はつぎのようなもので、崩壊の発生度合は散発程度に過ぎず今回の災害には較ぶべくもない。

起 時	連 続 降 雨 量	発 生 状 況
昭和18年9月 19日～20日	299mm (日量最大) 172mm	小さな山腹崩壊の散発
昭和36年6月 29日～7月3日	350mm (//) 171mm	同 上

7 考 察

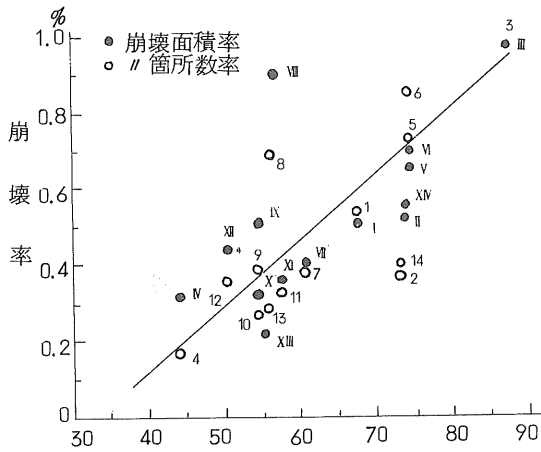
崩壊発生に関係した立地条件の中で、林況・地形・地質土壌の各条件の中の特定因子が大きく関係している。各地区の崩壊率を指導として諸因子との関係を考察すると以下のごとくである。

(1) 林 況

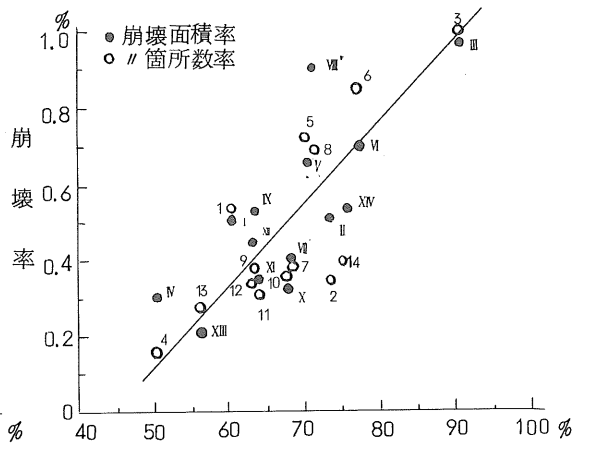
無立木地や幼令林に崩壊が起りやすいことは一般にいわれているが、この調査でも例外でなく、ある地域内で崩壊が多発するか、しないかは林地を被覆する地上立木の状況が大きく影響し、地域的な崩壊発生度は、その地域の無立木地+幼令林面積の多少に関係するところが大きい。

皆伐跡地または植林して数年までの幼令林地にもっとも危険度が高く、この地区内における位置地形または傾斜関係から危険とみなされる箇所はほとんど例外なく崩壊している。

30年生以上の樹林内での崩壊は、流路の攻撃面での溪岸崩壊や谷頭の集水凹部にまれにみられるに過ぎない。



幼令林面積率



蓄積 50 m³/ha 以下の面積率

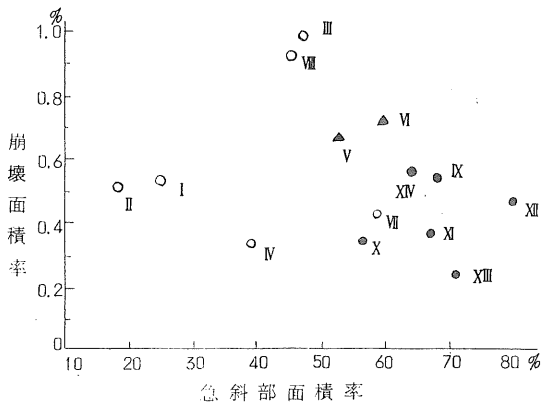
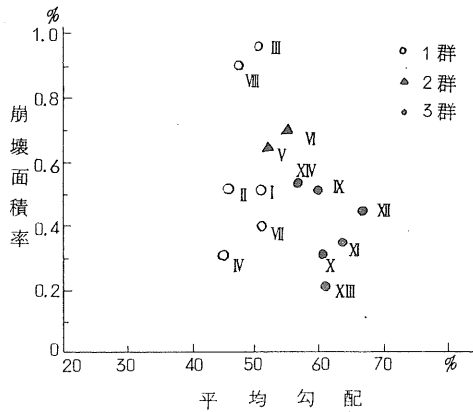
(2) 地 形

表6の急斜面面積率と平均勾配は、相関図のように崩塌度と明かな関係が認め難いが、各地
区の地質・地形を考慮してつぎの3群に類別すると、群ごとの傾向がみられる。

- A群……大区分Ⅰ～Ⅳ，Ⅶ，Ⅷ 安山岩・玄武岩・流紋岩質安山岩
- B群……大区分Ⅴ，Ⅵ 白亜紀流紋岩
- C群……Ⅸ～Ⅽ 安山岩・集塊岩の露岩地

つまり、A群は平均勾配、急斜面面積率とも低い方に位し、崩塌度はバラッキが大きい、B群は平均勾配、急斜面面積率は図の中央にまとまり、崩塌率はやや高い。C群は平均勾配、急斜面面積率が高い反面、崩塌率は低い。

谷密度については、A群とB群は谷密度の増大にもなって崩塌度も高くなる傾向にあるのに対し、C群は谷密度がとくに高いのに崩塌度は一般に低い。A群、B群については、谷密度の増大が、凹形急斜面という危険箇所の分布を多くする関係から崩塌度も高くなるものと考えられ、一方C群は峻峻な露岩地が、急傾斜の高谷密度となって表われたもので、崩塌度が低いことは強度の免疫性を獲得し



ている結果と考えるとよい。

地形因子の中で、斜面形とその傾斜度については、表5に示したように山腹の横断形では凹形地形に圧倒的に多く発生をみており、山地における降雨水の集散関係で集水する凹地の危険度がきわめて高いことがわかる。

縦断形では直斜面に多くみられるが、さらに細かくみると、直斜面上にもわずかな傾斜の変化がかならずみられ、崩壊部の下端には凹または凸形に傾斜の変化がある。

このような流水線上の傾斜変損は地中流下水の排水を不連続にし、速やかにその部分が過飽和となって、パイピング現象を起し、そこから上が重力的に崩落するわけである。

傾斜度は40°前後がもっとも危険とみてよく、それより緩または急になると漸減する。50°以上の絶峻斜面では、マサ風化の激しい花崗岩深層風化地帯では起り得るが、火山岩地帯では強度の免疫性を保持した場所(露岩地)が一般で危険度は少く、また30°未満の箇所も、洪積層では起っているが、火山岩地帯ではきわめて少い。

一応35°~45°の範囲が危険傾斜とみなされるが、しかしこの範囲は火山岩地帯では大半を占める傾斜であり、この範囲内でも崩れていない箇所も多いことから、傾斜が崩壊に対して絶対因子ではなく、林況・地形・土壌・降雨等の崩壊につながる因子がプラスに作用する場合において、傾斜のこの範囲が有意な因子となってくる。

(3) 土 壤

崩壊機構を考える場合、一定の雨で崩壊が起るか起らないかは、土壌の排水機能が大きく影響する。排水機能が高いほど崩壊は起り難いわけで、これは土層の深さに支配されるところが大きい。

標準地調査の結果、(表7)のようにこの地域の土層は一般に浅く、平均60cm内外とみられ、このことが多発崩壊の自然的素因となっている。

また壮年期地帯の土壌堆積の特性として、山腹の上部まで崩積関係にあり、土層の全面に碎石を多く含むため透水性が良好であり、剪断抵抗力に欠ける点も崩壊要因の一つにあげられる。さらに土層の下層部が一般に堅密なことから、根系の垂直分布が浅く、根の緊縛効果を低くしていること、およびB層とC層が一般に不連続的に接し、不透水層を形成していることも一因と考えねばならない。

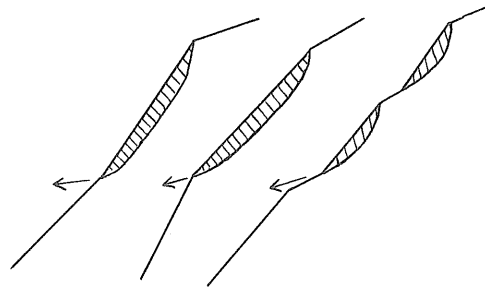
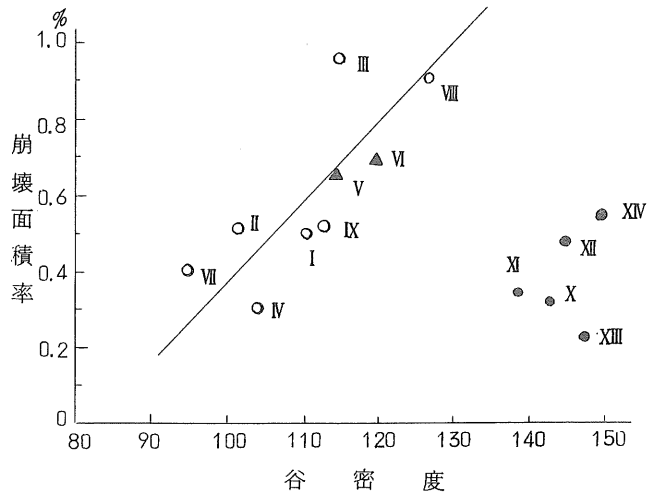


表7 (1) 標準地における全土層の深さ

区 分	浅 50 cm >	中 51 ~ 120	深 121 cm <	計
箇 所 数	54	91	8	153
%	35	60	5	100

(2) 断面調査における全土層と根系深度

試孔点 No.	全土層の 深さ cm	根系深度 cm	試孔点 No.	全土層の 深さ cm	根系深度 cm	試孔点 No.	全土層の 深さ cm	根系深度 cm
1	100+	25	8	50	15	15	65	22
2	70	32	9	50	23	16	55	18
3	50	30	10	35	10	17	45	22
4	35	15	11	90	40	18	70	48
5	55	24	12	95	56			
6	80	45	13	35	15			
7	60	48	14	40	20	平均	60	28

(4) 地 質

地質の相違は、地形・土壌の面に大きな違いをもたらし、これが崩壊の発生にあたって違った現象をもたらしている。

本調査地域で、この点に関していえることはつぎの点である。

ア、流紋岩、石英安山岩地区は、母材がマサ状に風化し、土質的に崩落しやすい。また、多発崩壊によって免疫性を得ても、風化が迅速のためマサ土壌が再び生成せられ免疫性は速かに失われる。

イ、これとは対称的に、安山岩—集塊岩地区は峻嶒な露岩地帯からなり、危険箇所の崩落物は流去しきっており、強度の免疫性を保っているため、今回も崩壊は少なかった。

ウ、全般に峻嶒な壮年期の地貌を呈するため人家・施設・耕地等の介入は少く、したがってこの地域での人的被害、施設被害は少い。しかし、溪床が急で長いため、上部崩壊による土石流は溪床を洗掘しながら流下して下流部に災害を起す危険がある。火山岩地帯は山麓部に崖錐堆積面を形成している場合が多いので、この点に注意を要する。

以上の考察の結果、立地環境因子の中で多発崩壊に関係したいくつかの条件が判明した。つまり噴出岩地帯としての危険条件をつぎのように集約できる。

a、林 況

無立木地または皆伐後間がない幼令林。前生樹の樹根の腐朽に加えて、人工植栽地は地表の掻き荒しや植穴が関係する。地域的な多発崩壊は幼令林面積の多いところに起りやすい。

b、位置、地形、傾斜、土壌

周囲に集水域をもつ山腹の凹部。

流水線に傾斜の変換があるところ。

樹枝状水系の溪床が急な場合は、上部からの土石流が集合し、下部に溪岸崩壊や溪流荒廃を誘発する。

山腹傾斜 35° ～ 45° の範囲。

土壌が浅く、礫質で結合力が弱いこと。

a、bそれぞれの危険条件が総合的に満度に働くところは、例外なく危険箇所とみなしてよく、今回よりも少い雨でも崩壊は起り得るのであるが、各条件の程度や相互関係において、変化の多い山地では差が大きく、一つの強張因子のみで崩壊することもあれば、逆に規制因子が強く働いて崩壊を防止する場合もある。

こうした相互関係の量的把握と、これが降雨特性（降雨量と、その時間的推移）との関係のもとに解明されて、はじめて科学的な危険箇所の予察ができるのであるが、この問題の解明はきわめて困難であり、現状ではとり敢えず上記の危険条件を現地で、もしくは図上で、個々の因子ごとに検討を行い、地域的もしくは箇所的な危険地区の判定を行うことが必要である。

判定せられたこういう危険地区に対しては、第1号（P.7）に述べたような対策が考えられるのであるが、近年全国的に集中豪雨による激甚災害が連発し、山林の治山対策に批判が向けられている折から、このような対策を早期実行に移す必要があり、行政施策の検討と同時に、個々の山林経営者に対する治山思想の普及と技術指導を林業普及部門でも考慮しなければならない。

附表 標準地の崩壊一覧表

大区分	標準地 No.	番号	崩壊の 種類	崩壊の規模			地 形			
				面積	平均深	土砂量	傾斜	方位	横断形	縦断形
I	1	1	山腹	314 ^{m²}	1.0 ^m	314 ^{m³}	33°	W	凹	直
		2	"	59	0.8	47	45	W	凹	直
		3	"	171	1.5	256	26	W	凹	直
		4	"	41	1.2	49	29	W	直	直
		5	"	563	1.5	844	34	E	凹	直
		6	"	68	1.0	68	35	W	凹	直~凸
		7	"	140	1.5	210	33	NW	凹	直
		8	"	36	0.5	18	43	W	凹	直
		9	"	210	0.8	168	46	W	凹	直
		10	"	147	0.8	113	38	SW	凹	凸
		11	"	251	1.5	376	37	SW	不整	直
		12	"	39	0.6	23	38	NW	凹	直
		13	"	62	0.5	31	40	NW	凸	凸
		14	"	128	0.7	90	33	SW	凹	直
		15	溪岸	49	0.5	25	37	NW	直	直
		16	山腹	152	0.7	106	42	N	凹	直
		平均		152	0.94	171	36.8			
	2		山腹	132	1.0	132	20	E	凹	凹
		2	溪岸	52	0.7	36	45	ES	凹	直
		3	山腹	62	0.5	31	46	NW	凹	直
		4	"	335	1.2	402	35	NW	不整	直
		5	"	266	1.0	266	43	W	直	直
		6	"	36	0.5	18	42	NW	直	凸
		7	溪岸	67	0.4	27	42	N	凹	直
		8	山腹	110	0.7	77	40	NW	凹	直
		平均		133	0.75	124	39.1			
II	3	1	山腹	100	0.8	80	23	NW	凹	直
		2	"	46	0.5	23	39	NE	凹	直
		平均		73	0.65	52	31.0			
III	4	1	混合	158	1.2	190	36	ES	凹	直

流 路 との関係	地 質		土 壤		林 況		備 考
	時 代	基 岩	平均深	土 性	有林地	無林地	
	新第三紀	流紋岩質安山岩	中	CL	針12年		
	〃	〃	〃	〃	〃		
	〃	〃	〃	〃	〃		
	〃	〃	深	〃	混35		
	〃	〃	〃	C	広5		
	〃	〃	中	CL		草	
	〃	〃	中	C	混10		
	〃	〃	浅	CL	針30		
	〃	〃	中	CL	広5		
	〃	〃	中	CL	広3		
	〃	〃	中	C		伐	
	〃	〃	浅	CL	広8		
	〃	〃	浅	C	広5		
	〃	〃	中	CL	広5		
攻 撃	〃	〃	浅	CL	広5		
	〃	〃	中	CL		草	
	〃	〃					
	〃	砂 岩	中	CL	混2		
	〃	〃	浅	CL	広5		
	〃	流紋岩質安山岩	浅	CL	針8		
	〃	〃	中	CL	混8		
	〃	〃	浅	CL	広4		
	〃	〃	浅	CL	針9		
攻 撃	〃	〃	浅	CL	広10		
	〃	〃	中	CL	〃		
	〃	〃					
	〃	〃	浅	CL	広7		
	〃	〃	浅	CL	広5		
	〃	〃					
攻 撃	〃	〃	浅	C	針4年		

大区分	標準地 No.	番号	崩壊の 種類	崩壊の規模			地 形			
				面積	平均深	土砂量	傾斜	方位	横断形	縦断形
		2	山腹	22 ^{m²}	0.5 ^m	11 ^{m³}	40°	ES	直	直
		3	〃	168	1.5	252	32	S	凹	直
		4	〃	118	1.0	118	38	ES	直	直
		5	〃	135	0.7	95	39	S	凹	直
		6	〃	61	0.5	31	37	ES	直	直
		7	〃	54	0.7	38	40	S	凹	直
		8	〃	15	1.0	15	36	S	凹	直
		9	〃	55	0.5	28	42	SW	凹	直
		10	〃	308	1.0	308	40	〃	凹	直
		11	〃	46	1.0	46	40	W	凹	直
		12	〃	44	0.8	35	39	W	凹	直
		13	〃	51	0.7	36	40	W	凹	直
		14	溪岸	56	0.5	28	42	ES	直	直
		15	山腹	133	0.6	79	40	W	直	直
		16	〃	63	0.7	44	44	W	凹	直
		17	〃	54	0.8	43	41	W	凹	直
		18	〃	122	0.7	75	40	W	凹	直
		19	〃	28	0.5	14	41	SW	凹	直
		20	溪岸	68	0.5	34	38	ES	直	直
		21	〃	59	0.8	47	40	ES	凹	直
		平均		86	0.77	75	39.3			
Ⅳ	5	1	混合	367	0.7	257	40	S	凹	直
		2	溪岸	154	0.5	77	41	S	凸	直
		3	山腹	81	0.7	57	40	S	凸	凸
		4	〃	280	0.7	196	33	NE	凹	直
		5	溪岸	1,450	1.0	1,450	33	W	凹	凸
		6	山腹	362	1.3	471	31	W	凹	直
		7	溪岸	296	0.7	207	34	W	凹	不整
		8	〃	149	0.5	75	42	〃	直	直
		平均		392	0.76	349	36.8			
Ⅴ	6	1	山腹	120	1.2	144	42	SW	凹	直

流 路 との関係	地 質		土 壤		林 況		備 考
	時 代	基 岩	平均深	土 性	有林地	無林地	
	新第三紀	流紋岩質安山岩	浅	C	針4年		
	〃	〃	中	CL	〃		
	〃	〃	〃	〃	〃		
	〃	〃	浅	〃	針5		
	〃	〃	〃	〃	〃		
	〃	〃	〃	〃	針4		
	〃	〃	中	〃	〃		
	〃	〃	浅	〃	〃		
	〃	〃	中	〃	〃		
	〃	〃	〃	〃	〃		
	〃	〃	浅	CL	〃		
	〃	〃	〃	〃	〃		
攻 撃	〃	〃	〃	〃	〃		
	〃	〃	中	〃	〃		
	〃	〃	浅	〃	〃		
	〃	〃	〃	〃	〃		
	〃	〃	〃	〃	〃		
	〃	〃	〃	〃	〃		
中 立	〃	〃	〃	〃	〃		
攻 撃	〃	〃	〃	〃	〃		
	〃	〃					
攻 撃	〃	〃	中	CL	針20		
中 立	〃	〃	浅	〃	〃		
	〃	〃	中	〃	針40		
	〃	〃	〃	〃	針30		
攻 撃	〃	〃	深	〃	〃		
	〃	〃	中	〃	針20		
中 立	〃	〃	〃	〃	混20		
〃	〃	〃	〃	C	〃		
	〃	〃					
	白亜紀	流 紋 岩	浅	SL	混3		

大区 分	標準地 №.	番 号	崩壊の 種類	崩壊の規模			地 形			
				面積	平均深	土砂量	傾斜	方位	横断形	縦断形
		2	山腹	187 ^{m²}	0.3 ^m	56 ^{m³}	42°	SW	凹	直
		3	溪岸	32	0.5	16	35	NW	凸	凸
		4	混合	111	1.7	189	25	〃	凹	凹
		5	山腹	91	0.7	64	30	〃	〃	凸
		6	〃	13	1.0	13	33	N	〃	直
		7	〃	98	0.8	78	32	NE	〃	〃
		8	溪岸	36	0.3	11	39	〃	凸	凸
		9	山腹	99	0.5	50	38	NW	凹	直
		10	〃	112	0.5	56	33	E	〃	〃
		平均		90	0.75	68	34.9			
	7	1	山腹	126	0.6	76	33	NW	凸	凸
		2	〃	235	1.0	235	36	W	凹	凸
		3	〃	100	0.5	50	36	〃	〃	直
		4	混合	107	0.8	86	34	SW	〃	〃
		5	山腹	13	0.5	7	38	NE	〃	〃
		6	〃	81	0.7	57	40	〃	〃	〃
		7	〃	59	0.7	40	45	〃	〃	凹
		平均		103	0.69	79	37.4			
Ⅵ	8	1	混合	194	1.0	194	42	SW	凹	直
		2	山腹	127	1.0	127	41	〃	〃	〃
		3	〃	138	0.8	110	43	S	〃	〃
		4	〃	244	1.0	244	39	W	〃	不整
		5	〃	60	1.0	60	45	S	〃	凹
		6	〃	85	1.0	85	40	NW	〃	直
		7	〃	242	0.7	169	40	N	〃	〃
		8	〃	155	0.7	108	42	NE	〃	〃
		9	〃	54	0.7	38	40	NW	〃	〃
		平均		144	0.88	126	41.3			
	9	1	山腹	51	1.2	61	37	W	凸	直
		2	〃	132	1.3	172	37	〃	凹	〃
		3	〃	74	0.7	52	42	NW	〃	〃

流 路 との関係	地 質		土 壤		林 況		備 考
	時 代	基 岩	平均深	土 性	有林地	無林地	
	白 垂 紀	流 紋 岩	浅	S L		草	ウラジロ密生
攻 撃	"	"	"	SiL	針 7		
中 立	"	"	深	S L	"		
	"	"	中	"	"		
	"	"	"	"	広 7		
	"	"	"	"	混 5		
中 立	"	"	浅	"	針 10		
	"	"	"	"	混 15		
	"	"	中	L	広 5		
	"	"					
	"	"	浅	C L	広 10		
	"	"	中	"	混 25		
	"	"	"	SiL	広 10		
中 立	"	"	"	L		伐	
	"	"	"	"	広 10		
	"	"	"	"	"		
	"	"	"	"	"		
	"	"					
	"	"	中	C L	針 9		
	"	"	"	"	"		
	"	"	浅	"	"		
	"	"	中	"	"		
	"	"	"	"	"		
	"	"	"	"	"		
	"	"	"	"	"		
	"	"	"	"	"		
	"	"	"	"	"		
	"	"	"	"	"		
	"	"	中	C L	針 5		
	"	"	"	"	"		
	"	"	"	"	針 8		

大区 分	標準地 №	番, 号	崩壊の 種 類	崩壊の規模			地 形			
				面積	平均深	土砂量	傾 斜	方 位	横断形	縦断形
		4	山 腹	159 ^{m²}	1.5 ^m	239 ^{m³}	33°	S	凹	凹
		平均		104	1.18	131	37.3			
Ⅵ	10	1	山 腹	60	0.8	48	42	SW	凹	凸
		2	溪 岸	123	0.5	62	45	〃	凸	凸
		3	山 腹	50	0.7	35	48	〃	〃	直
		4	〃	116	1.2	139	42	S	凹	〃
		5	〃	7	0.3	21	60	SW	〃	〃
		6	〃	7	0.3	21	45	S	直	〃
		7	溪 岸	22	0.5	11	48	S	〃	〃
		8	山 腹	35	0.7	25	45	SW	凹	〃
		9	溪 岸	74	0.5	37	47	〃	直	〃
		10	山 腹	79	0.7	55	44	〃	凹	凸
		11	〃	119	0.8	95	44	ES	〃	直
		12	〃	43	0.8	33	40	SW	〃	〃
		13	〃	46	0.8	37	48	〃	〃	〃
		平均		60	0.66	48	46.1			
Ⅶ	11	1	山 腹	45	1.0	45	36	NE	凹	直
		2	〃	13	0.5	7	40	SW	〃	〃
		3	〃	23	0.5	12	43	〃	〃	〃
		4	〃	16	0.5	8	43	〃	〃	〃
		5	〃	17	0.5	9	43	〃	〃	〃
		6	〃	48	0.8	38	42	W	直	〃
		7	〃	139	1.0	139	37	〃	凹	凹
		8	〃	77	1.2	92	30	NW	凹	凹
		9	〃	100	1.0	100	36	S	直	直
		10	〃	62	0.8	50	40	SW	凹	〃
		11	〃	410	2.0	820	35	〃	〃	〃
		12	〃	88	1.0	88	43	E	〃	〃
		平均		87	0.90	118	39.0			
Ⅷ	12	1	山 腹	43	1.0	43	45	W	直	直
		2	〃	25	1.0	25	40	SW	〃	〃

流 路 との関係	地 質		土 壤		林 況		備 考
	時 代	基 岩	平均深	土 性	有林地	無林地	
	白 亜 紀	流 紋 岩	中	CL	針 8 年		
	"	"					
	新第三紀	輝石安山岩	中	CL	針 5		
攻 撃	"	"	"	"	"		
	"	"	"	"	針 3		
	"	"	"	"	"		
	"	"	浅	"	"		
	"	"	"	"	"		
中 立	"	"	"	"	"		
	"	"	中	"	"		
中 立	"	"	浅	"	"		
	"	"	中	"	広 5		
	"	"	"	"	広 1 0		
	"	"	浅	"	"		
	"	"	"	"	"		
	"	"					
	"	安山岩・集塊岩	中	CL	針 5		
	"	"	浅	"	広 5		
	"	"	"	"	"		
	"	"	"	"	"		
	"	"	"	"	"		
	"	"	中	"	混 5		
	"	"	"	"	混 1 0		
	"	"	"	CL		草	
	"	"	"	"		"	
	"	"	浅	"	混 7		
	"	"	深	"	"		地入り
	"	"	中	C	広 7		
	"	"					
	"	"	中	CL	広 7		
	"	"	"	"	混 7		

大区分	標準地 No.	番号	崩壊の 種類	崩壊の規模			地 形			
				面積	平均深	土砂量	傾斜	方位	横断形	縦断形
		3	山腹	134 ^{m²}	1.0 ^m	134 ^{m³}	41°	W	凹	直
		4	"	105	0.7	74	40	NW	"	凹
		5	"	65	1.2	78	37	W	"	直
		6	"	80	0.8	64	34	"	"	"
		7	"	207	2.0	414	37	E	"	"
		平均		94	1.1	119	39.1			
X	13	1	山腹	61	0.8	49	40	NW	直	直
		平均		61	0.8	49	40.0			
XI	14	1	山腹	166	0.7	116	41	NW	凹	直
		2	"	132	0.8	106	43	N	"	"
		3	"	50	0.5	25	45	NE	"	"
		4	"	166	0.5	83	43	"	"	"
		5	"	59	0.5	30	40	"	"	"
		6	"	41	0.5	21	43	E	"	"
		7	"	17	0.5	9	40	N	"	"
		8	"	425	1.0	429	44	SW	"	凸
		平均		132	0.63	102	42.5			
	15	1	山腹	12	0.5	6	40	E	凹	直
		2	"	35	0.9	32	41	SW	凹	凹
		3	"	21	0.7	15	43	SW	"	直
		4	"	155	1.2	186	42	NW	"	凸
		5	溪岸	37	1.0	37	42	NE	直	直
		6	"	29	1.0	29	39	S	"	"
		7	山腹	62	0.6	37	42	SW	"	凸
		8	"	250	1.0	250	41	"	凹	直
		9	"	56	0.8	45	39	"	直	"
		平均		73	0.86	71	41.0			
XII	16	1	山腹	63	0.8	50	40	NW	直	直
		2	溪岸	289	0.5	145	44	ES	凹	"
		3	山腹	60	0.8	48	38	NE	直	"
		4	"	81	0.5	41	43	"	凹	"

流 路 との関係	地 質		土 壤		林 況		備 考
	時 代	基 岩	平均深	土 性	有林地	無林地	
	新第三紀	安山岩・集塊岩	中	CL	混10		
	〃	〃	浅	〃	広10		
	〃	〃	中	〃	混20		貝殻状
	〃	〃	〃	〃	針10		
	〃	〃	深	〃	〃		貝殻状
	〃	〃					
	〃	〃	中	CL		草	
	〃	〃					
	〃	〃	中	CL	針 3		
	〃	石英安山岩	〃	〃	〃		
	〃	〃	浅	〃	広10		
	〃	〃	〃	〃	〃		
	〃	〃	〃	〃	〃		
	〃	〃	〃	L	〃		
	〃	〃	〃	〃		草	
	〃	〃	中	CL	広 5		
	〃	〃					
	〃	〃	中	CL	広 5		
	〃	〃	〃	〃	混 5		
	〃	〃	〃	〃	広10		
	〃	〃	深	〃	針 5		
	〃	〃	中	〃	針 5		
	〃	〃	深	〃	針10		
	〃	〃	中	〃	〃		
	〃	〃	〃	〃	〃		
	〃	〃	〃	〃	広 5		
	〃	〃					
	〃	〃	中	CL	針 4		
	〃	〃	〃	〃	〃		
	〃	〃	〃	〃	〃		
	〃	〃	〃	〃	広30		

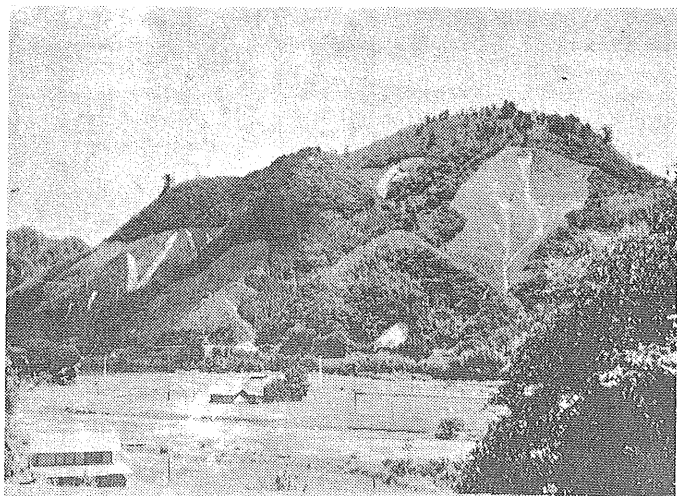
大区分	標準地 №.	番号	崩壊の 種類	崩壊の規模			地 形			
				面積	平均深	土砂量	傾斜	方位	横断形	縦断形
		5	山腹	216 ^{m²}	0.6 ^m	130 ^{m³}	41°	ES	凹	直
		6	"	235	0.9	212	43	E	"	"
		平均		157	0.68	104	41.5			
XIII	17	1	山腹	66	1.0	66	47	NW	凹	凸
		2	"	92	0.7	64	40	SW	"	凹
		3	"	23	0.6	14	41	ES	"	直
		4	"	46	0.6	28	49	NE	"	凸
		5	"	20	0.5	10	40	W	"	直
		6	"	72	1.0	72	40	"	直	"
		平均		53	0.73	42	42.8			
	18	1	山腹	104	0.8	83	44	SW	凹	直
		平均		104	0.8	83	44.0			
XIV	19	1	山腹	27	1.0	27	48	E	凹	直
		2	"	6	0.6	4	49	"	"	"
		3	"	31	0.6	19	41	W	"	凹
		4	"	104	1.0	104	40	"	"	"
		5	"	52	0.7	36	50	NW	"	直
		6	"	60	0.9	54	42	W	"	"
		7	"	52	0.7	36	46	SW	"	"
		平均		47	0.79	40	45.1			
		総平均		83	0.81	105	39.8			

流路 との関係	地質		土壌		林況		備考
	時代	基岩	平均深	土性	有林地	無林地	
	新第三紀	石英安山岩	中	CL	針3年		
	〃	〃	〃	〃	〃		
	〃	〃					
	〃	安山岩・集塊岩	中	CL	針7		
	〃	〃	浅	L	針5		
	〃	〃	〃	〃	〃		
	〃	〃	中	CL	〃		
	〃	〃	〃	〃	〃		
	〃	〃	〃	〃	〃		
	〃	〃					
	〃	〃	浅	L	針6		
	〃	〃					
	〃	玄武岩	中	CL	針5		
	〃	〃	〃	〃	〃		
	〃	〃	〃	〃	広3		
	〃	〃	〃	〃	〃		
	〃	〃	〃	〃	〃		
	〃	〃	〃	〃	〃		
	〃	〃	〃	〃	〃		
	〃	〃					

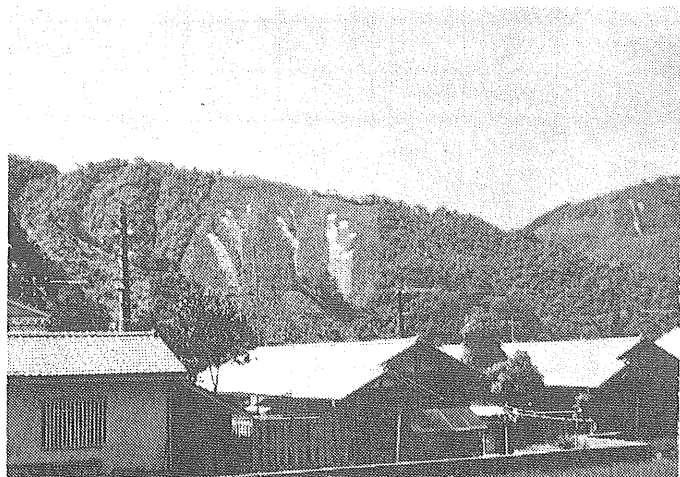
参 考 写 真



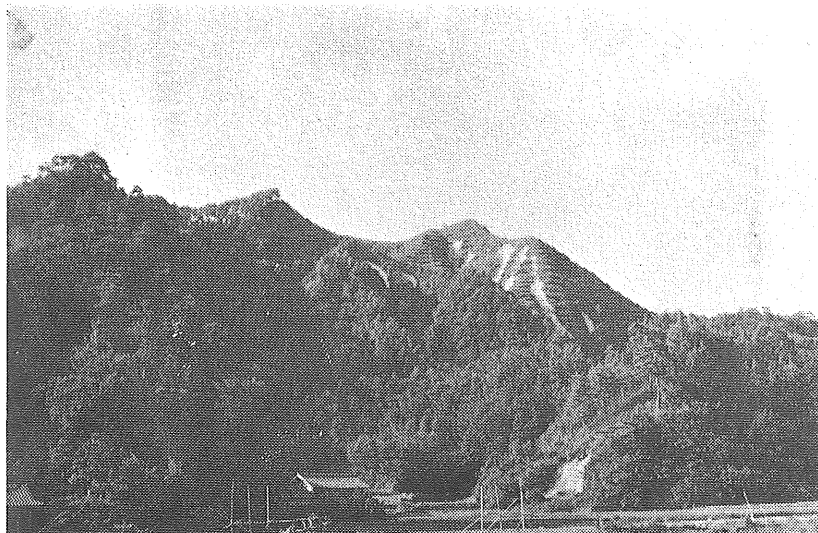
Ⅲ—12 地区
(斐川町仏経山)
アカマツ 5 年生
官行造林地
一部
山腹工施工



XIII—55 地区
(出雲市乙立)
人工幼令造林地に崩壊が
集中している。

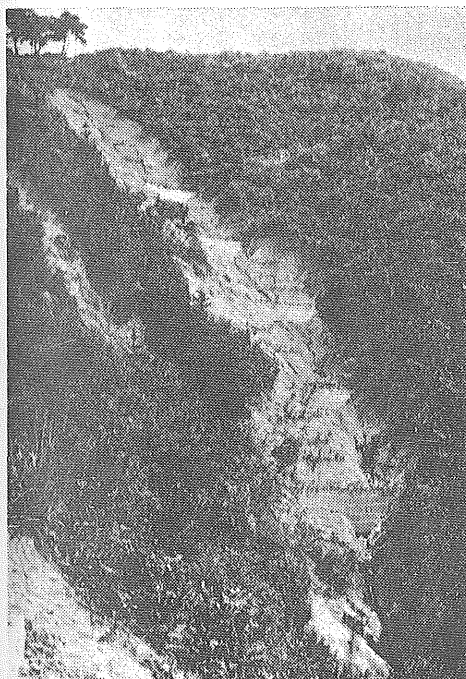


XIV—57 地区
(同上)
薪炭林皆伐跡地の山腹
崩壊



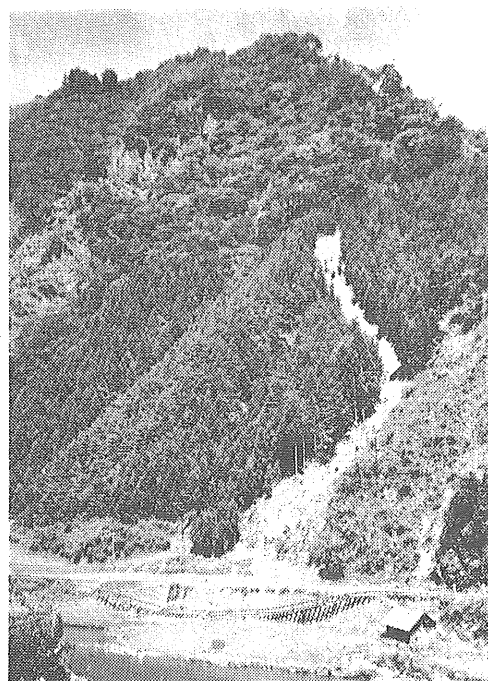
Ⅶ－38 地区（出雲市朝山）

出雲市有林 アカマツ3年生人工林



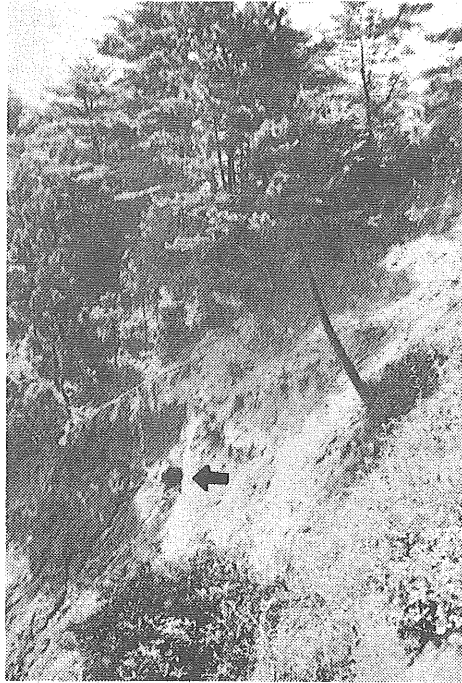
Ⅲ－12 地区（斐川町仏経山）

山腹土止工施工後1年経過
PNC盤の脚部は、その後の雨侵蝕で洗掘されている。

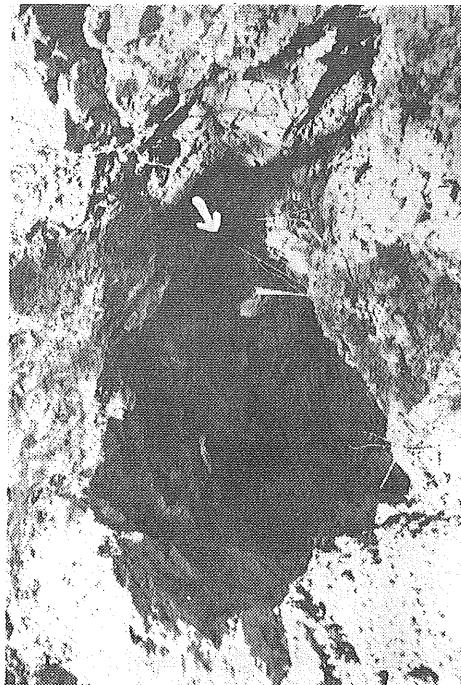


土石流による鉄道災害

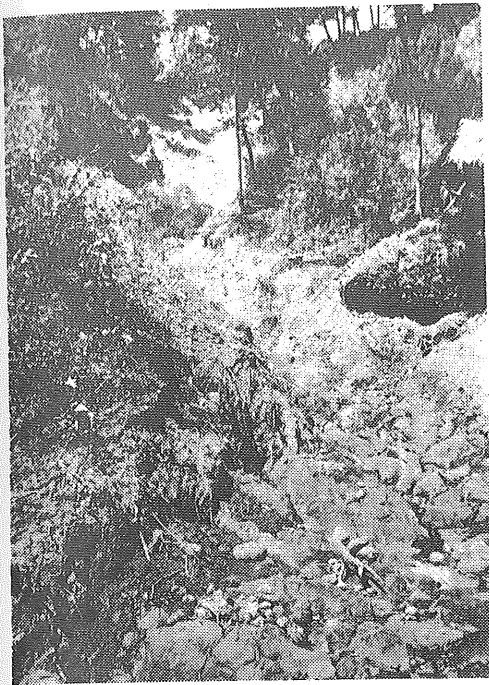
（出雲市乙立）



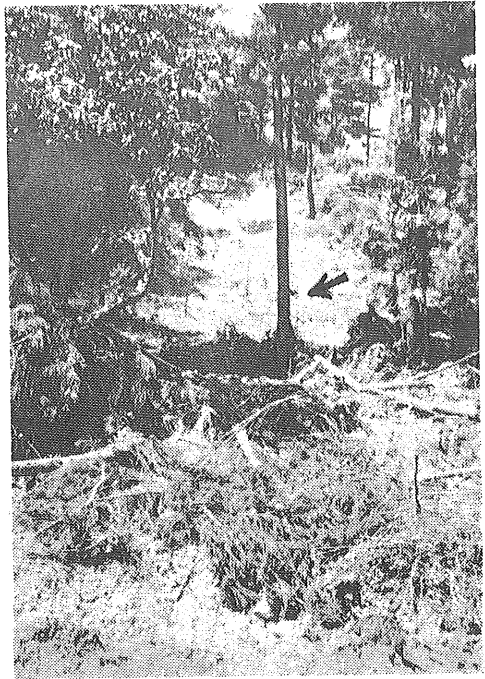
XIV - 57 地区
(出雲市乙立)
山腹 2 段崩壊と溢水孔



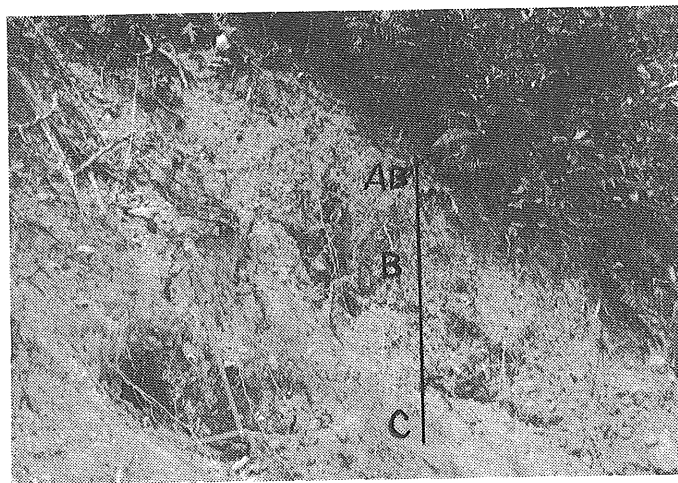
同上の溢水孔の拡大
長い樹根に沿って導水孔
が上から続いている。



XV - 57 地区
溪流 洗堀



XV - 57 地区
スギ立木の土砂流扞止効果



III - 12 地区
崩壊部土壌断面