

山腹の崩壊危険度判定のための実用的な指標の類型化

誌名	愛媛県林業試験場研究報告
ISSN	03892875
著者名	松本,博行 豊田,信行 織田,博
発行元	愛媛県林業試験場
巻/号	14号
巻号補足	
掲載ページ	p. 31-45
発行年月	1993年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター

Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



山腹の崩壊危険度判定のための実用的な指標の類型化

松 本 博 行
豊 田 信 行
織 田 博
藤 田 誠

I はじめに

林地災害の防止を図るためには、崩壊危険箇所を的確に判定し、きめ細かな治山工事や、森林施業を行うことが必要である。

そこで、花崗岩地帯を対象として、地形・土壌に着目し崩壊の発生と関係の深い因子を摘出し、崩壊危険度を判定するための実用的な指標について検討した。

II 研究期間

平成元年度から平成3年度までの3年間である。

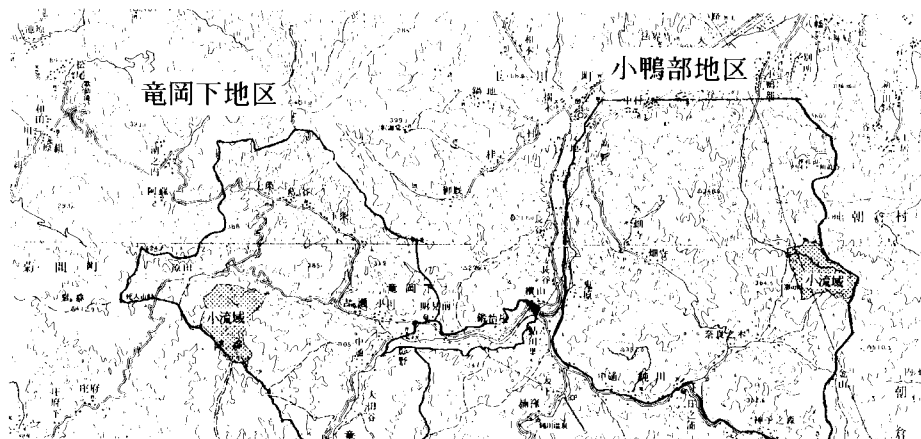
III 研究項目及び調査地域

調査地域は花崗閃緑岩で占められ、昭和47年災で被害の多かった玉川町小鴨部地区（1,580ha）と昭和51年災で被害の多かった玉川町竜岡下地区（1,120ha）を調査地域に選定し、地形解析を行った。

また、それぞれに、地域の特徴が現れている小流域を1箇所選定し、地形解析、崩壊地調査、土壌調査を行った。（図1）

さらに、小流域内に2～3haの小々流域を選定し、土壌深度調査を行った。

図1 調査地域



Hiroyuki MATSUMOTO, Nobuyuki TOYOTA, Hiroshi ODA, Makoto FUJITA

Ⅳ 研究方法

1 地形解析

1) 調査地域の地形解析

調査地域全体を対象として、2万5千分の1地形図を用い、図上に縦横20等分したメッシュを設け、調査地域にあり、全面積の90%以上が規定の地質で占められているメッシュのみについて起伏量、傾斜、谷密度を計測した。このとき、起伏量は、1メッシュ内の最高、最低の等高線の高低差とし、傾斜は、その高低差が1メッシュの対角線の長さに対応したものとして求めた。また、谷密度は、1メッシュをさらに4等分したメッシュの4辺が切る谷の総数をメッシュごとに合計したものとした。

2) 小流域の地形解析

5千分の1森林基本図を利用し、面積、最高高度、最低高度及び流路長を計測し、流路長／流路面積、起伏量／流路面積及び高低差／流路長を算出した。

流路長、起伏量及び高低差は次のように定義した。

流路長：流域の出口から本流が流域界の尾根と交わる点までの長さ。

起伏量：（最高高度）－（最低高度）

高低差：（本流の最高点の高度）－（本流の最低点の高度）

2 崩壊地調査

崩壊地調査は、S47年災で被害の多かった小鴨部地区とS51年災で被害の多かった竜岡下地区より、それぞれ小鴨部地区48.8ha、竜岡下地区50.5haの小流域を選定し、S47年災後の崩壊についてはS48年の航空写真により、S51年災後の崩壊についてはS54年撮影の航空写真により調査した。

調査した項目は、崩壊地の大きさ（面積）、地形的位置（山腹位置、横断面形）で、S47災、S51災新生崩壊のみの場合および拡大崩壊、再崩壊を含むS51災全体について、それぞれ集計した。

また、崩壊と優先植生の関係を調査した。

3 土壌調査

1) 小流域の土壌型、土壌深と崩壊との関係

小鴨部地区と竜岡下地区の小流域を踏査し、土壌の分布状況を調査した。山頂部においては、火山ガラスの粒径比の測定を行った。さらに、それぞれの小流域に2箇所ずつ土壌断面調査を行った。

2) 小々流域の土壌深度調査

小鴨部地区と竜岡下地区の小流域の中に小々流域を設け、斜面調査用簡易貫入試験機を用いて土壌深度を測定した。

斜面調査用簡易貫入試験機は、地面に打ち込む径25mmのコーンとノッキングヘッド、そ

れを繋ぐロッド、5 kgのウエイト、さらにウエイトを通すためのガイドロッドからなり、ウエイトを50cmの高さから落下させ、その衝撃によるコーンのめり込み量で、土の硬さを測定する簡易な動的貫入試験機である。(図2)

なお、測定点の位置は、コンパスで測量した。

図 2

V 研究結果

1 地形解析

1) 調査対象地域の地形解析

各調査地域について、起伏量、傾斜及び谷密度の分布傾向を知るために、最高値、最低値、平均値、分散及び標準偏差を算出し、ヒストグラムを作成した。

ヒストグラムの階級は、起伏量については20mごと、傾斜については5度ごと、谷密度については5本ごとに区分した。(表1、図3-1~3)

地形解析の対象とした小鴨部地区は、今治市街地の南西約7kmに位置し、蒼社川の支流、小鴨部、畑寺、奈良之木地区の3流域を含む、標高40m~460m、面積1,580haの地域で、メッシュ数は55個であった。また、竜岡下地区は、今治市街地の南西約11kmに位置し、蒼社川にある玉川ダムの上流域、御後川、原田川の2流域を含む、標高150m~540m、面積1,120haの地域で、メッシュ数46個であった。

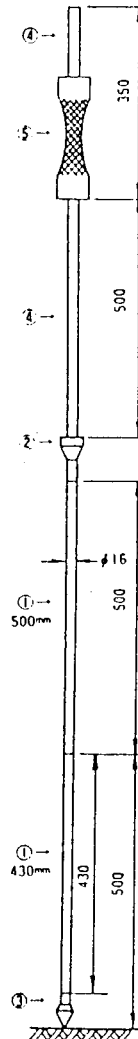
メッシュによる地形解析の結果では、両地区とも谷密度は20本程度と多く、起伏量は140m程度と少なく、里山の地形と考えられる。起伏量、傾斜の分散が、竜岡下地区の方が若干大きいくらいで、両地区とも大差はない。

両地区の違いを探すならば、地形図でみると小鴨部地区の流域が主に北から北西に向いているのに対し、竜岡下地区の流域が主に東を向いている点が考えられる。

2) 小流域の地形解析

小鴨部地区は、頂部緩斜面が少なく、谷頭の急斜面が発達し、尾根から流路長210m(全長の2割)で高低差120m(全高の5割)であった。(表2)

竜岡下地区は、頂部緩斜面がやや広く残っている点が、小鴨部地区と異なっているほかは、ほぼ同様であった。



- ①ロッドφ16×430mm
ロッドφ16×500mm
- ②ノッキングヘッド
- ③貫入先端コーン
- ④ガイドロッドφ16×500mm
ガイドロッドφ16×350mm
- ⑤ウエイト

表－1 調査地域の地形解析結果

調査地域	竜岡下地区			小鴨部地区		
調査項目	起伏量	傾斜	谷密度	起伏量	傾斜	谷密度
最高値	280m	21°	33本	230m	17°	29本
最低値	74	6	10	50	4	9
平均値	140	11	21	137	10	20
分散	2116	12	22	1584	9	22
標準偏差	47	3	5	40	3	5

表－2 小流域の地形解析結果

小流域名		竜岡下地区	小鴨部地区
調査項目			
A	流域面積 (ha)	50.5	48.8
B	最高高度 (m)	537	432
C	最低高度 (m)	240	185
D	流路長 (m)	1110	1230
E	起伏量 (m)	297	247
F	高低差 (m)	297	247
G	D/A (m/ha)	22.0	25.2
H	E/A (m/ha)	5.89	5.06
I	F/A (m/ha)	0.268	0.201

図3－1 起伏量のヒストグラム

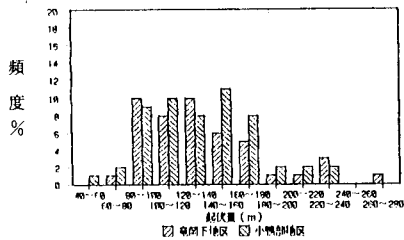


図3－2 傾斜のヒストグラム

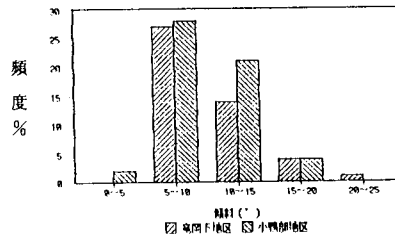
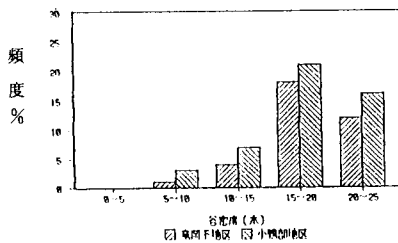


図3－3 谷密度のヒストグラム



2 崩壊地調査

崩壊を図4-1、2にプロットし、調査結果を表3にまとめた。

面積規模の頻度分布比較から、S47年災時、S51年災時とも、小鴨部地区に比べ竜岡下地区の方が、規模の大きい崩壊が多かった。(図5-1、2) また、竜岡下地区では、S47年災時、S51年災時とも崩壊規模の分布が変わらないのに対し、小鴨部地区では、S47年災時に比べ、S51年災時の方が規模の大きい崩壊の割合が増えている。更に、S47年災時の崩壊が拡大崩壊をしたものを含めると、更に規模の大きい崩壊が増えている。小鴨部地区の場合、崩壊箇所数は、減少しているのであるから、S47年災時には小規模な災害が多発したのに対し、S51年災時には、拡大崩壊により規模が拡大したこと、規模の大きい崩壊のみが再崩壊または新生崩壊したものと思われる。(図5-3、4)

崩壊の発生位置は、竜岡下地区がいずれの災害とも上部凹形斜面に多いのに対し、小鴨部地区では、S47年災時には下部平衡斜面に多いもののほぼ全地形に分布していたものが、S51年災の新生崩壊では上部凸形斜面に集中しているのが特徴的である。(図5-5、6)

表-3 崩壊地調査結果

災 害 名		S 47 年 災						S51年災新生						S 51 年 災					
流 域		竜岡下		小鴨部		計		竜岡下		小鴨部		計		竜岡下		小鴨部		計	
調査対象面積		51 ha		49 ha		100 ha		51 ha		49 ha		100 ha		51 ha		49 ha		100 ha	
崩壊箇所数		14 ケ		68 ケ		82 ケ		14 ケ		68 ケ		82 ケ		64 ケ		24 ケ		88 ケ	
ha当り箇所数		0.27 ケ/ha		1.39 ケ/ha		0.82 ケ/ha		0.27 ケ/ha		1.39 ケ/ha		0.82 ケ/ha		1.25ケ/ha		0.49ケ/ha		0.88ケ/ha	
		箇所数		%		箇所数		%		箇所数		%		箇所数		%		箇所数	
面 積	～ 0.005ha			7	10	7	9												
	0.005～ 0.025ha	4	29	38	56	42	51	16	28	5	56	21	31	17	27	10	42	27	31
	0.025～ 0.1ha	10	71	22	32	32	39	37	64	4	44	41	61	41	64	14	58	55	63
	0.1ha～			1	1	1	1	5	9			5	7	6	9			6	7
山 腹	上部	11	79	31	46	42	51	39	67	6	67	45	67	44	69	16	67	60	68
	下部	3	21	37	54	40	49	19	33	3	33	22	33	20	31	8	33	28	32
横 断 面	凸型	1	7	10	15	11	13	6	10	4	44	10	15	7	11	8	33	15	17
	凹型	8	57	25	37	33	40	28	48	2	22	30	45	33	52	7	29	40	45
	平衡	5	36	33	49	38	46	24	41	3	33	27	40	24	38	9	38	33	38
地 形 位 置	上-凸	1	7	3	4	4	5	4	7	4	44	8	12	5	8	5	21	10	11
	上-凹	7	50	17	25	24	29	24	41	2	22	26	39	28	44	7	29	35	40
	上-平	3	21	11	16	14	17	11	19			11	16	11	17	4	17	15	17
	下-凸			7	10	7	9	2	3			2	3	2	3	3	13	5	6
	下-凹	1	7	8	12	9	11	4	7			4	6	5	8			5	6
	下-平	2	14	22	32	24	29	13	22	3	33	16	24	13	20	5	21	18	20

図 4 - 1 崩壊分布 (竜岡下地区)

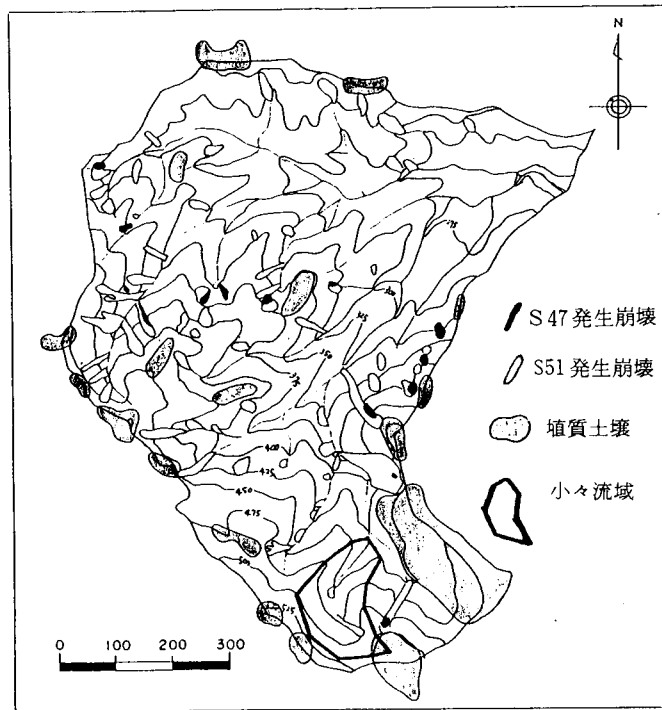
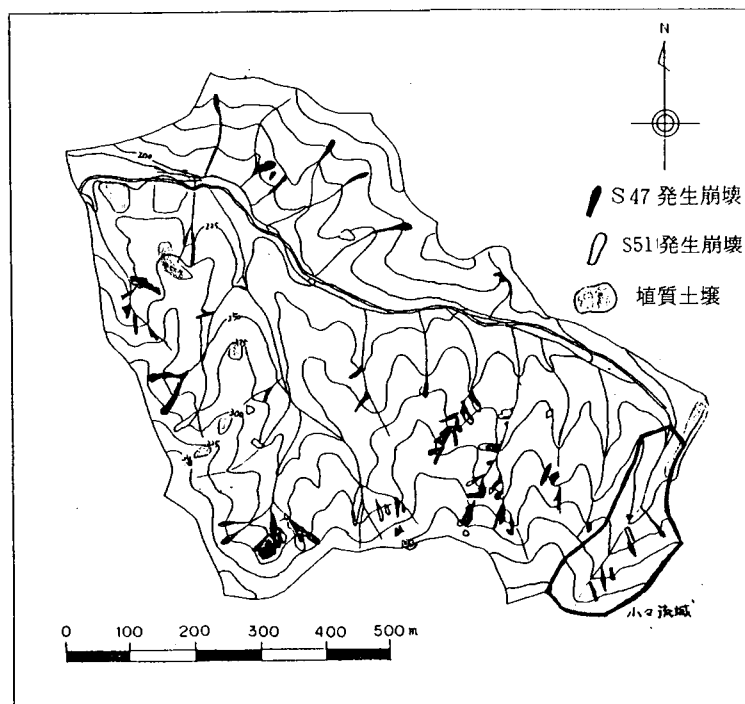


図 4 - 2 崩壊分布 (小鴨部地区)



優先植生との関係では、災害発生時から相当年月を経ているためか、特に指標となる植生は見つからない。ただ、小鴨部地区では、S47年災時、主林木が幼令林であったことが、当時、小規模崩壊が多発したことと関係あるのではなかろうか。(表4)

表4 土 壌 と 優 先 植 生

調 査 地 点		優 占 植 生
土 壌 条 件	土壌型	
竜岡下地区 山頂緩斜面の残積土壌	rBd(d)	ヒノキ サルトリイバラ、ヤマウルシ
竜岡下地区 中腹平衡斜面の崩落堆積	Im-S	ヒノキ ヤマウルシ、コガクウツギ、ヤブニッケイ ヒサカキ
小鴨部地区 山頂緩斜面の残積土壌	Bd(d)	ヒノキ、スギ コガクウツギ、ムラサキシキブ、イタドリ ヤブニッケイ、サルトリイバラ、フユイチゴ
小鴨部地区 上部平衡斜面の歩行土壌	Bd	スギ イタドリ、オオヒメワラビ、サルトリイバラ

3 土壌調査

1) 小流域の土壌型、土壌深と崩壊との関係

土壌については、広い頂部緩斜面に分布する埴質土壌は、1次鉱物の組成を0.2~0.1mmの粒径で分析した結果、火山ガラスが5cmと15cmでは33~37%であるのに対し、それ以下では約15%であった。一方、山腹面に広く分布する砂質土壌は、同様の分析で表土からB層下部まではほぼ均一に、約5%の粒径比であった。このような、火山灰由来の埴質土壌は、竜岡下地区の山頂緩斜面に多く分布している。

また、山頂緩斜面と山腹急斜面との境には、比較的規模の大きな崩壊が発生している。

土壌深については、山頂緩斜面の埴質土壌では深い、尖った尾根では、一般に山腹斜面より浅い傾向が見られた。

表5に土壌断面調査の結果を、表6に小鴨部地区の土壌物理性の分析結果を掲載する。

表-5 土 壤 断 面 調 査 結 果

調査位置 土壌型	層位別	層 位 厚 さ (cm)	推移 状 態	色	腐植	石礫	土性	構 造	堅密 度	孔隙	水質 状態	溶脱 ・ 菌糸	菌根 ・ 菌糸	根		その他
														草本	木本	
竜岡下地区	A ₀	2	明 判 漸 判													(粘り)
山頂緩斜面	A	15～24		5YR2/2	富	—	C	粒 状	軟 (12)	大含					細多 中多	極強
	B ₁	16～25		5YR4/8	乏	—	CL	かべ状	軟 (19)	大有					細有 中有	強
	B ₂	60～80		5YR4/8					堅 (21)							強
	C			7.5YR 5/8					堅 (22)							弱
竜岡下地区	A ₀	1	明 漸 明 明 明 明													(粘り)
中腹急斜面	A－B	10		10YR 3/4	含				軟						含	中～弱
	B ₁	10～14		10YR 5/8	乏		S		軟 (10)						有	無
	I m－S	20～29		10YR 5/8	乏	大含	S		軟 (13)						有	無
	B ₃	17～20		10YR 5/6	乏		S		軟 (14)						有	無
	B ₄	50～55		10YR 5/6	乏	大含	S		軟 (17)						有	無
	C								堅 (26)							
小鴨部地区	A ₀	5	明 判 漸													
山頂緩斜面	A	8		7.5YR 3/2	富	小富	SL	粒 状	鬆 (7)	潤	—	—	細多	細多		
	B ₁	20		7.5YR 5/6	乏	小富	G	粒 状	鬆 (6)	潤	—	—	芋有	中有 細多		
	B ₂	100 ～		7.5YR 4/5-6	乏	中富	G	粒 状	鬆 (9)	潤	—	—		中有 細多		
小鴨部地区	A ₀	7.5	明 漸 漸													(粘り)
上部平衡	A	10		7.5YR 3/3	富	小乏	L	団粒状	鬆 (9)	潤	—	—		細中		
	B ₁	40		7.5YR 4/6	乏	中乏	SL	堅果状	軟 (14)	湿	—	—		中有 細有	やや弱	
斜面	B ₂	50		7.5YR 5/8	乏	小乏	SL	堅果状	軟 (16)	湿	—	—		中有 細多	やや強	
	B _D	C				大富										

2) 小々流域の土壌深度調査

小鴨部地区と竜岡下地区の小々流域の中に小々流域を設け、斜面調査用簡易貫入試験機で測定し、測定点をコンパスにより測量した。土壌深度図は、N c 値が2、4、8、16までの4層について作成した。(図6-1~8) 検土杖での測定を併用した結果では、検土杖で測定できる限界はほぼN c 値で4であることが分かった。また、谷部に堆積した土層のN c 値も、ほぼ4であることが分かった。

N c 値が、4以下の土壌深度は、斜面傾斜や斜面型など表面からの影響を強く受けているのに対して、N c 値が5~16の層は、地質構造によるところが大きいと思われる。N c 値が4を超えると検土杖の先に花崗岩の風化土が詰まっていることや、周辺林道法面の状況から、N c 値が5~8の層を基岩の強風化層、N c 値が9~16の層を基岩の弱風化層とみなすことができる。

VI 崩壊危険度の類型化についての考察

小鴨部地区と竜岡下地区の小々流域で調査した結果では、崩壊頭部周辺は土壌深度が深く、崩壊自体は比較的急斜面に起こっている。しかしながら、同様の条件を満たす斜面でも、斜面長の短い箇所では起こっておらず、崩壊が発生するためには、上部に十分な面積が必要であることが分かった。

このことから、花崗岩地帯での崩壊モデルとして、上部にある深い土壌層をもつ広い緩斜面に浸透した水が地下水となり流下し、比較的急な斜面の地下水圧を増したとき、急斜面の風化土層が安定を失い一気に崩壊するのではないかとということが考えられる。このような崩壊箇所の下部は、深いV字谷になっており、降雨ごとに多量の水により侵食を受けている。また、逆に、上部にある程度の集水面積があっても、土壌層の浅い所では、地下水にならないため、表面流下水が表層土を洗い流すだけで、規模の大きな崩壊にならない。

上部に深い土壌層と広い集水面積をもつ急斜面は崩壊危険度が高いということは、まず間違いないであろう。しかし、これによって崩壊危険箇所を推定するためには、土壌深度調査を精細に行う必要があり、実用的とはいえない。比較的たやすく広範囲に得られる因子だけで、危険地を推定する技術を開発する必要がある。

そこで、小々流域において、斜面調査用簡易貫入試験機で測定したデータをもとに地形と土壌深度の関係を調べてみた。

地形因子として、上部傾斜、下部傾斜、その単純平均である平均傾斜、また、斜面上の位置を表す因子として、尾根からの水平距離(上部平距)、尾根から谷までの水平距離で谷から測点までの水平距離を除した指数(斜面位置)、深度分布図よりN c 値の低い層では、山腹斜面中腹で深くなっているように見えたことから、尾根と谷の中点から測点までの水平距離を同じく中点から尾根または谷までの水平距離で除した指数(中腹率)を選び、N c 値2、4、8、16の深度、層厚

との相関係数を求めてみた。(表7-1~3)

そして、相関係数が0.4以上の項目について、以下に考察した。

- 1) N c 値2以下の深度と上部平距(尾根より30m以内)及び中腹率との関係では、正の相関がみられ、竜岡下地区でかなり顕著であるが、尾根部のデータを除くと相関係数は極端に下がり、相関が認められる範囲にない。このことは、N c 値が2程度の軟らかい層は、特に尾根部稜線で薄くなっているものと考えられ、山腹面への変化が連続的なものかどうかは、さらに尾根部付近を高密度に調査しなければ分からない。
- 2) 竜岡下地区では、N c 値2程度の軟らかい層を除いたN c 値16までの比較的硬い層の厚さと上部傾斜との間に負の相関関係がみられる。また、中腹より上部のみデータによる中腹率との間にも同様の関係がみられる。しかしながら、上部に山頂緩斜面の少ない小鴨部地区には、そのような関係はみられない。竜岡下地区におけるこのような相関が、単に傾斜と土壌深度との関係であるのか、竜岡下地区に多い火山灰由来の埴質土壌の有する特徴であるのか、判断しがたい。この地域においては、山頂の緩い斜面であるがために、このような埴質土壌が浸食されず残り、また、風化が深部に進んでも崩壊せず残ったため、土壌深度が深くなったと考えるべきであろう。

地形や山腹位置によって土壌深度に上述の傾向があることがわかったが、数量化するには至らなかった。もし、地形や山腹位置から土壌深度が推定できるようになったとしても、それは、その地形における平均的な土壌深度に過ぎず、崩壊が平均的な状態からはずれたところで起こり易いとするれば、推定した土壌深度では崩壊危険度の指標となり得ない。

VII おわりに

最後になったが、降雨のパターンと崩壊について述べておきたい。S 47年災は、総雨量183mm、最大時間雨量48mmの局地集中豪雨型で、S 51年災は、総雨量762mm、最大時間雨量46mmで台風17号による連続雨量が多く後山型の降雨パターンであった。なお、観測地点は、いずれも玉川ダムである。

S 47年災で崩壊が竜岡下地区より小鴨部地区に多かったのは、当時の報告書によれば、降雨の中心が玉川から今治へと東進する間玉川、今治、朝倉の接点に停滞し、この地域に降雨が集中したことが考えられる。また、S 51年災では、崩壊は竜岡下地区に多くなっているが、小鴨部地区ではS 47年災により不安定箇所がすでに崩壊していたためと思われる。両災害合計の崩壊箇所数では大差ない。

さらに、当時の報告書によれば、台風17号による降雨は記録的なもので、降り続く降雨により森林が持つ土壌浸透能など洪水防止機能が限界に達しているところに、豪雨が降ったためとされている。竜岡下地区でみられる上部に緩傾斜で土壌深の深い斜面では、土壌の浸透能・保水能が高いため、通常の降雨量では崩壊は起こらないが、連続降雨により土壌のもつ水貯溜機能が限界

に達したときは、土壌深度が深い故に粘着力の低下と地下水圧の増加がより大きいために、規模の大きな崩壊が発生するものと考えられる。

このようなことから、どの程度以上の規模の崩壊を対象とするかによって地形、地質による崩壊危険度は大きく異なる。今後は、このようなことも考慮し、さらに、地質・土壌の定性的性質をより詳しく調べることが必要であり、降雨パターンと流域形状による流域特性について着目することも興味深い研究テーマである。

図5-1 崩壊地の面積

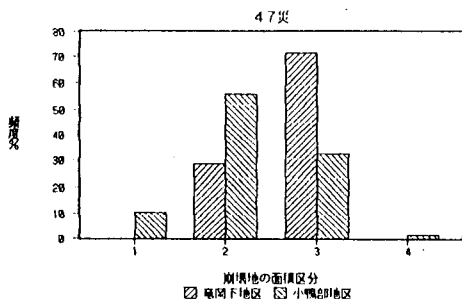


図5-2 崩壊地の面積

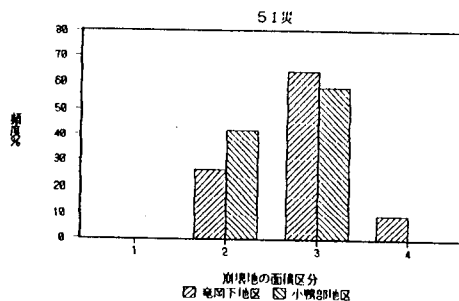


図5-3 崩壊地の面積

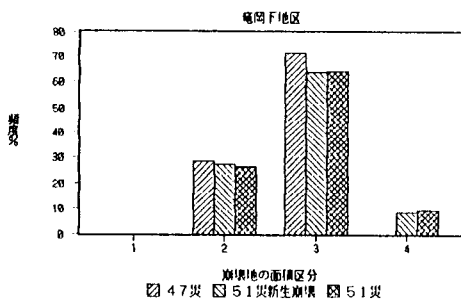


図5-4 崩壊地の面積

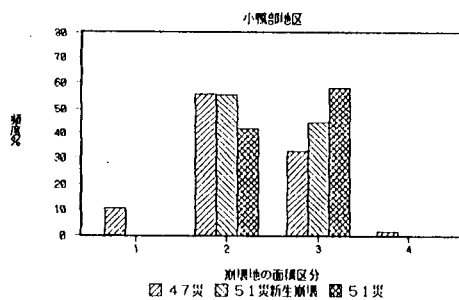


図5-5 崩壊の地形的位置

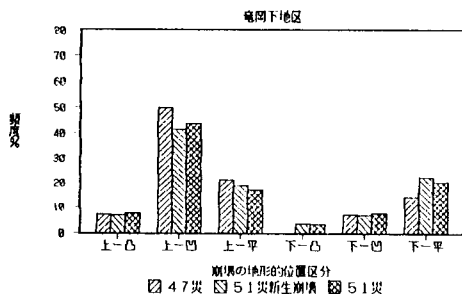
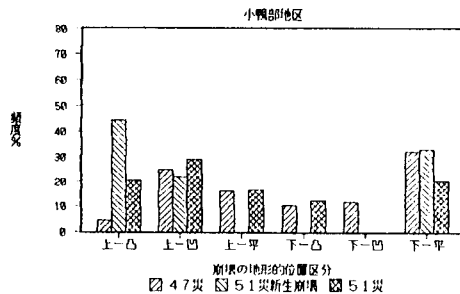


図5-6 崩壊の地形的位置



土壤深度図（竜岡下地区）

図 6-1 N 値 2 以下

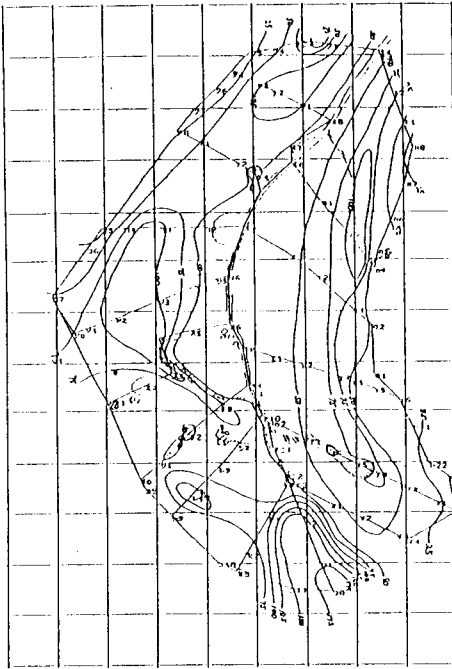


図 6-2 N 値 4 以下

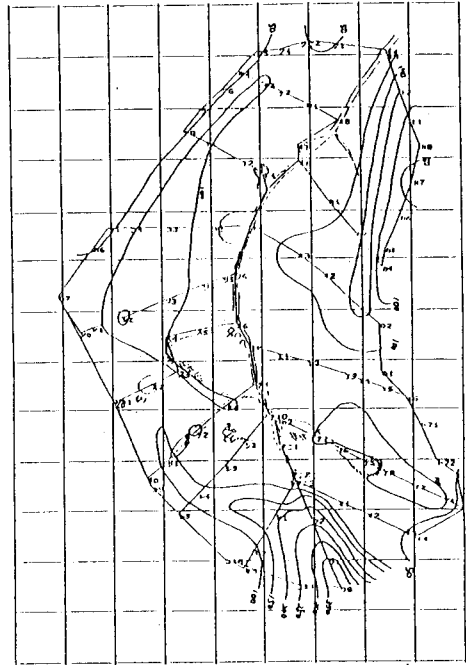


図 6-3 N 値 8 以下

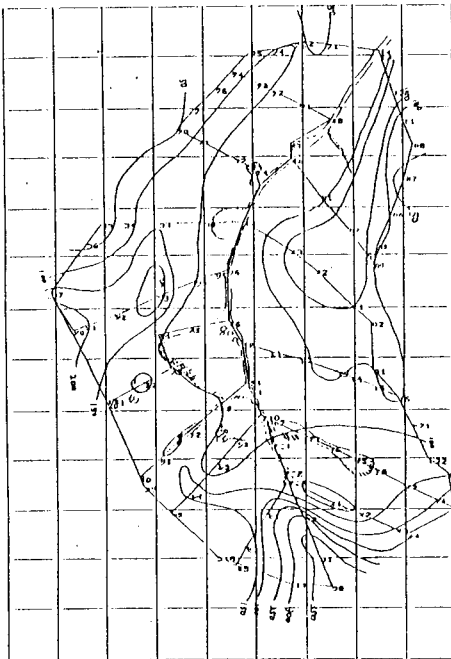
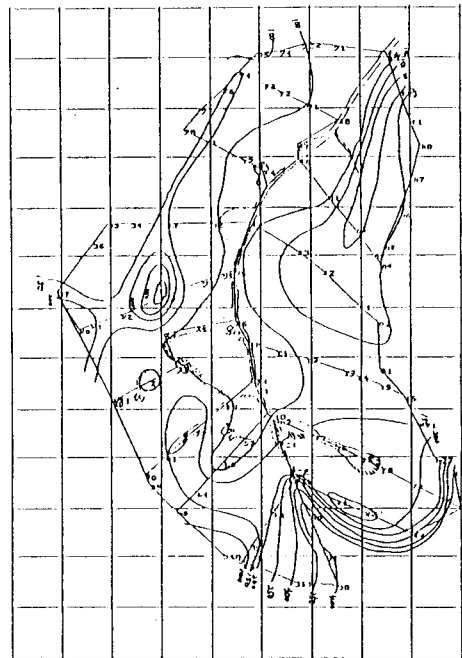


図 6-4 N 値 16 以下



土壤深度图 (小鸭部地区)

图 6-5 N值 2 以下



图 6-6 N值 4 以下

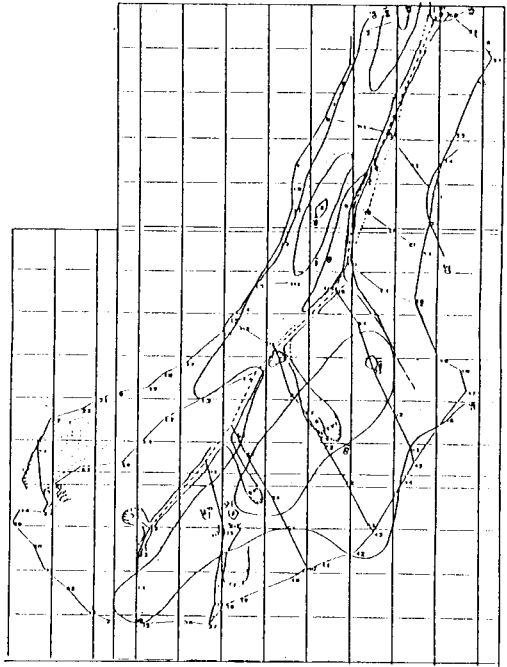


图 6-7 N值 8 以下

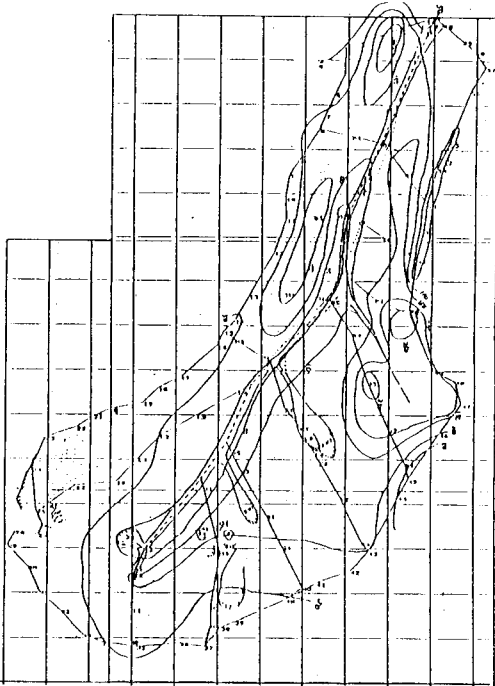
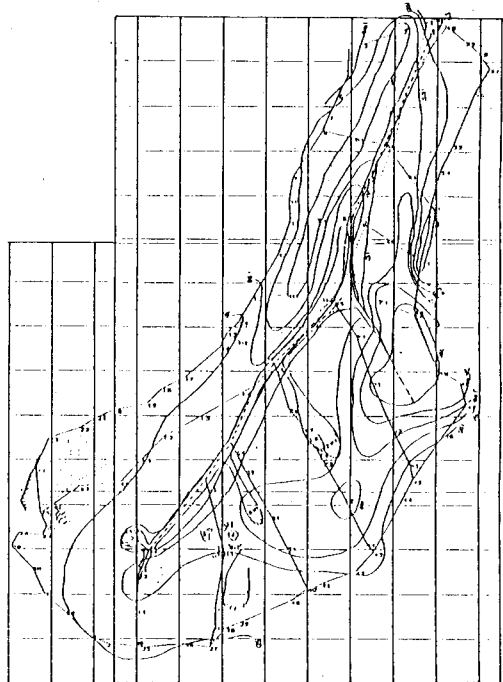


图 6-8 N值 16 以下



表－6 土壌の物理的性質

調査位置	土壌型	層位	深 さ (cm)	容積量	最 大 容水量 (%)	最 小 容気量 (%)	採取時 含水量 (%)	孔 隙 量 (%)				三 相 組 成 (%)			透 水 性 (5,15 分 の 平 均 ml/mm)
								大	粗大	粗	細	個体	液体	気体	
小鴨部地区	B _{D(d)}	A	8	400	42.17	21.62	25.92	21.6	14.0	5.4	22.8	36.2	42.2	21.6	—
山頂緩斜面		B ₁	18	400	38.73	14.10	21.23	14.1	14.9	4.9	18.9	47.2	38.7	14.1	82.5
		B ₂	48	400	39.79	14.41	19.54	14.4	16.5	5.3	17.9	45.8	39.8	14.4	141.0
		B ₂	98	400	36.08	17.20	20.08	17.2	7.5	10.6	18.0	46.7	36.1	17.2	94.0
小鴨部地区	B _D	A	10	400	54.68	14.14	30.18	14.2	16.9	8.4	29.4	31.2	54.7	14.1	83.0
上部平衡		B ₁	20	400	55.27	7.92	32.02	7.9	18.4	7.0	29.9	36.8	55.3	7.9	115.0
斜面		B ₁	50	400	53.60	6.29	34.10	6.3	15.8	5.7	32.1	40.1	53.6	6.3	67.5
		B ₂	80	400	53.05	4.96	35.05	5.0	14.6	5.1	33.4	42.0	53.0	5.0	49.5

表 7－1 土壌深度と地形の相関係数（両小々流域）

項 目	点数	N 値別深度				N 値別層厚						備 考
		2	4	8	16	2-4	4-8	8-16	2-8	4-16	2-16	
上部傾斜	98	0.04	-0.09	-0.18	-0.25	-0.17	-0.21	-0.27	-0.26	-0.29	-0.32	
下部傾斜	121	0.26	0.12	-0.01	-0.09	-0.06	-0.17	-0.17	-0.16	-0.20	-0.20	(尾根を含む)
下部傾斜	98	0.03	-0.09	-0.13	-0.11	-0.15	-0.12	0.00	-0.18	-0.08	-0.15	(尾根を含まない)
平均傾斜	98	0.04	-0.11	-0.19	-0.22	-0.19	-0.20	-0.18	-0.27	-0.23	-0.29	
上部平距	127	0.09	0.06	-0.05	-0.14	0.02	-0.16	-0.22	-0.11	-0.23	-0.20	尾根から50m以内 (尾根を含む)
上部平距	105	0.24	0.22	0.13	0.01	0.11	-0.06	-0.19	0.03	-0.14	-0.08	尾根から50m以内 (尾根を含まない)
上部平距	76	-0.15	-0.07	-0.07	-0.10	0.03	-0.04	-0.09	-0.01	-0.08	-0.05	尾根から30m以内 (尾根を含む)
上部平距	75	0.53	0.37	0.27	0.12	0.07	-0.01	-0.18	0.03	-0.11	-0.07	尾根から30m以内 (尾根を含まない)
上部平距	46	0.17	0.03	0.04	-0.01	-0.10	0.02	-0.12	-0.05	-0.05	-0.09	
斜面位置	127	-0.20	-0.15	-0.02	-0.08	-0.04	0.16	0.20	0.09	0.21	0.17	
中腹率	127	0.42	-0.29	-0.02	-0.09	-0.05	-0.01	0.18	-0.04	0.10	0.07	中腹より上部 (尾根を含む)
中腹率	74	0.59	-0.37	-0.23	-0.08	0.04	0.07	0.19	0.04	0.15	0.13	中腹より上部 (尾根を含まない)
中腹率	45	-0.25	-0.09	-0.03	0.00	0.09	0.08	0.06	0.12	0.09	0.13	
中腹率	53	-0.19	-0.13	-0.26	-0.19	-0.04	-0.34	0.02	-0.22	-0.18	-0.16	中腹より下部

表7-2 土壌深度と地形の相関係数（竜岡下地区小々流域）

項 目	点数	N値別深度				N値別層厚								備 考
		2	4	8	16	2-4	4-8	8-16	2-8	4-16	2-16			
上部傾斜	57	0.05	-0.20	-0.29	-0.36	-0.35	-0.25	-0.29	<u>-0.42</u>	-0.33	<u>-0.40</u>	(尾根を含む) (尾根を含まない)		
下部傾斜	66	0.22	0.04	-0.09	-0.20	-0.15	-0.21	-0.25	-0.25	-0.26	-0.30			
下部傾斜	57	-0.02	-0.13	-0.16	-0.12	-0.18	-0.10	0.01	-0.19	-0.05	-0.14	(尾根を含む) (尾根を含まない)		
平均傾斜	57	0.03	-0.18	-0.25	-0.28	-0.30	-0.20	-0.17	-0.35	-0.23	-0.35			
上部平距	72	0.19	0.05	-0.04	-0.19	-0.10	-0.15	-0.29	-0.17	-0.25	-0.27	尾根から50m以内 (尾根を含む) 尾根から50m以内 (尾根を含まない) 尾根から30m以内 (尾根を含む) 尾根から30m以内 (尾根を含まない)		
上部平距	60	0.28	0.16	0.06	-0.10	-0.01	-0.12	-0.26	-0.10	-0.22	-0.21			
上部平距	45	-0.13	-0.13	-0.16	-0.12	-0.10	-0.09	0.04	-0.13	-0.03	-0.08			
上部平距	41	<u>0.59</u>	0.36	0.26	0.00	0.00	-0.06	-0.33	-0.05	-0.24	-0.22			
上部平距	26	0.27	0.04	0.00	-0.02	-0.16	-0.05	-0.08	-0.15	-0.08	-0.16			
斜面位置	72	-0.20	-0.06	0.07	0.21	0.09	0.21	0.29	0.22	0.29	-0.30	中腹より上部 (尾根を含む) 中腹より上部 (尾根を含まない) 中腹より下部		
中腹率	72	<u>-0.47</u>	-0.30	-0.19	0.06	-0.01	0.08	0.36	0.06	0.27	0.24			
中腹率	42	<u>-0.60</u>	-0.36	-0.20	0.11	0.03	0.16	<u>0.42</u>	0.14	0.34	0.34			
中腹率	27	-0.24	0.02	0.17	0.31	0.23	0.26	<u>0.42</u>	0.36	<u>0.43</u>	<u>0.49</u>			
中腹率	30	-0.21	-0.23	-0.29	-0.17	-0.15	-0.27	0.08	-0.27	-0.07	-0.13			

表7-3 土壌深度と地形の相関係数（小鴨部地区小々流域）

項 目	点数	N値別深度				N値別層厚						備 考
		2	4	8	16	2-4	4-8	8-16	2-8	4-16	2-16	
上部傾斜	41	0.02	0.10	-0.02	-0.09	0.11	-0.16	-0.23	-0.04	-0.22	-0.12	(尾根を含む) (尾根を含まない)
下部傾斜	53	0.30	0.20	0.05	0.04	0.02	-0.12	-0.01	-0.09	-0.10	-0.07	
下部傾斜	41	0.12	-0.01	-0.10	-0.10	-0.11	-0.17	-0.04	-0.18	-0.13	-0.16	(尾根を含む) (尾根を含まない)
平均傾斜	41	0.09	0.04	-0.09	-0.14	-0.01	-0.22	-0.19	-0.15	-0.25	-0.20	
上部平距	60	-0.11	-0.01	-0.11	-0.16	0.06	-0.17	-0.21	-0.07	-0.22	-0.14	尾根から50m以内（尾根を含む） 尾根から50m以内（尾根を含まない） 尾根から30m以内（尾根を含む） 尾根から30m以内（尾根を含まない）
上部平距	45	0.13	0.29	0.19	0.14	0.25	0.03	-0.08	0.16	-0.01	0.11	
上部平距	31	-0.28	0.02	0.03	-0.08	0.19	0.04	-0.33	0.14	-0.14	0.00	
上部平距	34	<u>0.46</u>	<u>0.43</u>	0.28	0.28	0.17	0.07	0.14	0.13	0.12	0.16	
上部平距	20	-0.03	0.03	0.11	0.01	0.06	0.14	-0.19	0.14	-0.01	0.02	
斜面位置	55	-0.20	-0.27	-0.11	-0.08	-0.22	0.11	0.03	-0.04	0.10	-0.02	中腹より上部（尾根を含む） 中腹より上部（尾根を含まない） 中腹より下部
中腹率	55	-0.39	-0.31	-0.26	-0.27	-0.10	-0.11	-0.26	-0.14	-0.15	-0.17	
中腹率	32	<u>-0.45</u>	<u>-0.40</u>	-0.24	-0.29	-0.15	-0.02	-0.27	-0.07	-0.14	-0.17	
中腹率	18	-0.27	-0.28	-0.27	-0.29	-0.22	-0.15	-0.22	-0.22	-0.21	-0.25	
中腹率	23	-0.25	-0.08	-0.25	-0.26	0.04	-0.41	-0.12	-0.19	-0.37	-0.21	

参考文献

- 1) 蒼社川・頼田川流域保全計画調査報告書（S49: 3）愛媛県
- 2) 昭和51年発生台風17号による災害対策調査報告書（S52: 3. 3）

台風17号による災害対策調査団