

森林立地研究 ㊦ 1 集

39 . 7 豪雨による山地の多発崩壊について

(㊦ 1 報)

第11号

昭和 4 0 年 1 0 月

島根県林業試験場

目 次

| | 場 長 |
|-----------------------------------|-----|
| 序 | |
| まえがき | 2 |
| I 山地崩壊の原因と問題点 | 4 |
| 1. 山崩の原因 | 4 |
| a . 自然的素因 b . 自然的誘因 c . 人工的誘因 | 4 |
| 2. これからの問題点 | 6 |
| II 概況調査の結果 | 8 |
| 1. 調査地の概況 | 8 |
| A 場所と崩壊度 | 8 |
| B 立地環境 | 10 |
| I . 新第三紀、第四紀堆積層地帯 II . 花崗岩地帯 | 10 |
| III . 流紋岩、安山岩地帯 | 12 |
| 2. 林 況 | 15 |
| 3. 気 象 | 15 |
| (1) 降雨の経過 | 15 |
| (2) 総雨量と時間雨量 | 16 |
| (3) 風 | 20 |
| 4. 山崩の発生時刻 | 20 |
| 5. 山崩の状況 | 21 |
| (1) 概 況 | 21 |
| 位置、規模、傾斜、形式、形状 | 21 |
| (2) 地帯別山崩の特徴 | 24 |
| 6. 植生の関係 | 26 |
| 7. 人為施工の影響 | 27 |

序

39年7月水害による山崩れが多発かつ特異な様相で現出したので、この未曾有の禍を転じて未然防止への基礎資料を得るため、予防治山上の調査研究をすることになったが、地質地帯の問題については別途に研究が進められるので、当場では地表から地下上層部にかけての問題、つまり植生、森林の取り扱い、土壌の問題など専ら森林立地の視点から捉えてみることにし、できるだけ多くの材料の中から最大公約数的な線が出ることを期待した。

39年度はとり急ぎ9月予算で概況調査に着手したので、担当の野津研究員は既定課題の処理に併せて倍加の仕事を消化しなければならなかつたが、意欲的な努力はよく第一次研究の目的を達成して対策と次期研究段階への足がかりを得たことは敬服に堪えない。

なお、この貴重な資料が当場の研究報告の段階で、予算事情のため、完全発表を危惧されたが、幸い県林業課長の御理解ある協力を得て別冊発表の形で日の目を見ることになり、広く関係方面に活用されるに至ったことは嬉しく、感謝に堪えない。

昭和40年10月

林業試験場長 山 本 武 敏

長

..... 2
..... 4
..... 4
..... 4
..... 6
..... 8
..... 8
..... 8
..... 10
..... 10
..... 12
..... 15
..... 15
..... 15
..... 16
..... 20
..... 20
..... 21
..... 21
..... 21
..... 24
..... 26
..... 27

森林立地研究 第1集

39.7 豪雨による山地の多発崩壊について (第1報)

特別専門研究員

野津

衛

はじめに

1964年7月18日から19日の夜半にかけて、島根県の東部沿岸地区にきわめて多数の山崩が発生し、人命、施設、耕地、山林等に甚大な被害をもたらした。その原因は39.7山陰北陸豪雨と呼ばれる梅雨前線性の集中豪雨によるものであり、総数11,000箇所余りの山崩が、一時に集中的に発生したのである。

洪水災害も含めて当時の損害は下表のごとく報じられているが、この中、山崩による被害が

39.7 出雲部豪雨災害被害額

非常に高率を占めていることから、この度の災害は既往の洪水災害とはかなり

| | | |
|------|-------|------------------|
| 死者 | 110人 | 大部分が山崩による家屋倒壊による |
| 施設 | 258億円 | 土木、農地、農作物、山林、建物等 |
| 間接被害 | 8億円 | 商工業事業の経済的損失 |

(39.7 豪雨災害状況書 島根県防災会議より)

性格を異にしたものであつたといえる。

一般に豪雨性山崩という現象は、山地の排水機能以上に多量の雨が一時に降つた場合、土壌水分はたちまち過飽和となり、排け口を地表に求めて突破口をつくる。(Piping 現象)

そして突破口周辺の可動物質(土壌や風化岩礫)は極度に流動性を帯び、摩擦抵抗と重力の均衡が破れたとき、そこから上部の土塊が支持力を失つて、一挙にあるいは序々に崩落する。

ところで、このようにして引き起される山崩は、山地であればどこでも起る

ものではなく、崩れる場所と崩れない場所がある。山地にはそれを規制するなにかの法則的な条件があるにちがいない。

その条件とは、その法則性とは、どのようなものであるか。それがわかれば、崩壊危険箇所の予測ができ、そこから予防治山対策の実際的な方法が生み出されるだろう。

この研究は、こうした目的から豪雨性山崩の多発現象について発生の状況や要因を森林立地の立場から調査検討しようとするもので、昭和39年度は被災地全域の概況調査として、現地踏査や資料の集収を行つたので、降雨と山崩の形態および立地との関係について概況を報告する。

また、40年度は山崩多発の代表的な地区をサンプリングして細部因子の分析的調査を行う予定である。

なお、この調査にあたり、下記のかたがたから有益な御教示、資料の提供および現地での御便宜を与えられたので、記して厚く謝意を表する。

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

同 上 土壤調査部地質研究室 木立技官

神戸大学工学部土木工学教室 田中茂教授

京都大学農学部砂防工学研究室 武居有恒助教授

同上 防災研究所 村上朔郎教授

松江地方气象台防災業務課 芥藤 技官

出雲市、平田市、安来市各消防本部

加茂町、大東町役場

島根県農林部林業課

出雲、木次、松江各農林土木事務所

I 山地崩壊の原因と問題点

1. 山崩の原因

山崩の多発現象は、山が本来具備している自然的素因（地質、地形、土壌、植生等）と人為的誘因（山脚の切りとり、伐採、道路、宅地の施工、墓地造成等）に、集中豪雨という自然的誘因が加つてひき起される。

3.9.7 豪雨によつて発生した多くの山崩は、これら素因と誘因の組み合わせが極度の崩壊を起すような機構に形づくられたために発生したもので、まず、それぞれの素因、誘因について検討してみる必要がある。

a. 自然的素因

ア、地質；山崩多発地区を地質に基いて区分すると、立地的特性が明瞭に区分できる。

①第三紀、第四紀堆積岩地区 ②花崗岩地区 ③流紋岩、安山岩等火山岩地区

この三地区の中、堆積岩地区と花崗岩地区は全般に平均して崩壊頻度が高く、火山岩地区は多発箇所が散在的である。

堆積岩地区は、不透水層が層状に認められ、これが滑り面の形成と、水の集散に関与して崩壊を捉し、花崗岩地区は、深層風化帯を伴っているため摩擦抵抗の少ない崩壊材料が全面的に生成せられていることなどが崩壊の素因と考えられ、火山岩地区では地質条件よりも地形や植生条件がより強張される。

イ、植生；植生の状態と崩壊頻度にはかなり顕著な傾向が認められる。伐跡、新植地、幼令造林地および幼令天然林に圧倒的に多く、壮、老令林では少い。皆伐跡地の一斉人工植栽林で伐採後5～10年を経過した林分に集中崩壊が多くみられる。

林冠保護による雨衝撃や雨水滲透の緩和や、樹根の緊縛は崩壊を防止し、皆伐による林冠疎開や前生樹根の腐朽は逆に崩壊を促すわけで、

山崩における植生条件は重要な因子と考えるとよさそうだ。

老壮令木が風衝地にある場合、突風による根返りが崩壊に結びついたり、竹林の崩壊が地下茎の連繋によつて崩壊規模を拡大した例があるが、これらはきわめて局所例で一般的には壮老令林や竹林は崩壊防止機能をもつものと考えられる。

ウ、地形；山崩現象はいろいろの条件の総合によつて帰納的に引き起されたものとみるべきであるが、この中でも地形はとくに重要因子としてとり上げられる。

一つの山崩多発地区の中でも、崩れたところと崩れなかつたところ。その差異は、やはりいろいろの条件の組合せの相違にちがいないが、外観的には地形上の相違がまず認められる。しかも、内面的な諸因子の差も地形がそれらの支配因子と考えるとよい場合が多いと思われる。

地形には大地形と小地形が考えられ、大地形における山崩との関係、小地形における山崩との関係が考えられるが、ここではまず個々の崩壊における危険地形を考えるため小地形について解析する必要がある。ある程度の悉皆調査によつて危険箇所の地形的傾向が判明すれば、これら危険地形の分布密度を検討することによつて大地形としての地域的特性も明確となるわけである。

今までの調査から小地形的に崩壊危険度の高い地形は

- ① 凹地形；その規模は比較的小さく、集水域も比較的小さい
- ② 傾斜度；山腹傾斜 $35 \sim 40^\circ$ の斜面に最も多く、第四紀洪積層では $25 \sim 30^\circ$ 。花崗岩地区では 60° m上の急崖でも多く崩れている。
- ③ 傾斜の変換；傾斜面の上下、または一方に傾斜の変換がある場合は、風化土層や基岩不透水層の深さも上下関係が不連続的で、滲透水の移動の円滑が妨げられ崩壊の起点となりやすい。

b、自然的誘因（降雨特性）

災害当日の雨の降り方は、崩壊多発地区と、そうでない地区とで明か

な相違があり、これは連続降雨の総量よりも降雨強度（1時間降雨量）の時間的経過、つまり降雨特性に密接な関係が認められた。

かなり多量の先行降雨の後に70mm/時前後の最終豪雨に見舞われた地域が山崩の多発地域と一致し、総雨量の最大地域は山崩多発地域とは一致していない。

梅雨前線性の豪雨は先行降雨を伴う場合が多いが、降雨期間中に到来する降雨強度のPeakの時期と量が問題で、多量の先行降雨の最終時にPeakが来る時に最も山崩の危険が高く、39.7豪雨はあたかもこの降り方を示し、田中茂教授のいわれる超A級豪雨に相当し、最悪の降雨特性を示したものであつた。

c、人工的誘因

人為施工が崩壊を誘発したとみられる例が花崗岩地帯を主とする人為介入の激しい低山里山地帯に多くみられる。

宅地造成における山脚部の切りとり、斜面上の道路施設、山腹台地の開墾や墓地造成などはすべて自然の安定を人為的に破壊または破壊への糸口を設けていたものと解されるところが多々みうけられた。人的損害が意外に大きかつた原因も、一つはここに見出されるのである。

また人工的誘因を広義に解釈して、山林の経営における植生のとり扱いを考えるとき、未立木地や幼令林分と閉鎖林分との崩壊頻度の明かな相違は、森林の治山機能を明白に示したものであり、一斉皆伐作業も多発崩壊の一因と考えざるを得ない。

2. これからの問題点

39.7豪雨によるこの地域の山崩については、本調査とは別途に、林野庁および科学技術庁において、地質地帯別の調査が進められており、これらの調査結果を総合して今後の予防治山の上に適切な施策が生れてこなければならぬが、今次の災害を顧みて本県の地域防災の上から森林立地的に考えなければならないのはつぎの点である。

(1) 崩壊危険地区の指定と、崩壊危険箇所の子察

危険地域および危険箇所の備えている立地的特性を明かにし、これによつて県内の地域的危険区域を判定し、さらにその中の予想される崩壊箇所をマークする。

(2) 危険地域および危険箇所の対策

判定せられた危険地域および箇所について、防災上どのような対策が必要か。その方法について、今回明かにされる実態を検討して具体策を構ずる必要がある。問題点として考えられるのはつぎの点である。

ア、危険箇所における森林施業上の問題

例えば危険箇所の周辺部は皆伐を規制し、また危険箇所の直下には土石流^{かん}并止のために保残木を残す。

危険箇所に大径木が孤立していて、そこが風衝地の場合は風倒による崩壊誘発の怖れがあり、事前に伐除しておく。

危険箇所とその周辺が裸地または幼令林地の場合は、林分の閉鎖を早期に凶るような手段を構ずる。

イ、危険箇所に対する予防施工

とくに崩壊危険度の高い箇所には予め土止め工^{ほびこ}を施す。

現今、既成の崩壊に対しては復旧工事が直ちに行われているが、既崩壊地は免疫性の獲得によつて危険度は低くなつているのが一般であり、この点から復旧よりも将来の危険度の高い地区に対する予防措置が肝要である。

ウ、崩壊誘因となる人為施工の規制

宅地、道路、耕地、墓地等の造成に当つては、危険箇所を避けるるとともに、造設または既設の物件についてはじゆう分の措置を構ずるよう検討を要する。

とくに、最近宅地（団地）造成、果樹園、牧野造成が丘陵山地に向けられているが、要所要所の保安工は是非必要である。

II 概況調査の結果

1. 調査地の概況

A、場所と崩壊度

39.7豪雨による山崩の多発地区は、島根県出雲部の海岸寄り低山地域で、東西40km、南北10~15km、面積約50Km²の東西に細長い帯状地域である。

多発地域の周辺部には東に向かってやや巾広く弱度の山崩発生地域が附帯している。(Fig1)

被災地域は26市町村に及び、山崩総数は約11,000箇所。その

中、加茂町、多伎村、湖陵村、大東町、出雲市、斐川村、木次町の7市町村が多発地域に相当し、山崩総数の約70%を占めている。

市町村別山崩件数と、林野面積に対する崩壊度($\frac{\text{山崩件数}}{\text{林野面積}}$)は表1およびFig2のとおりである。

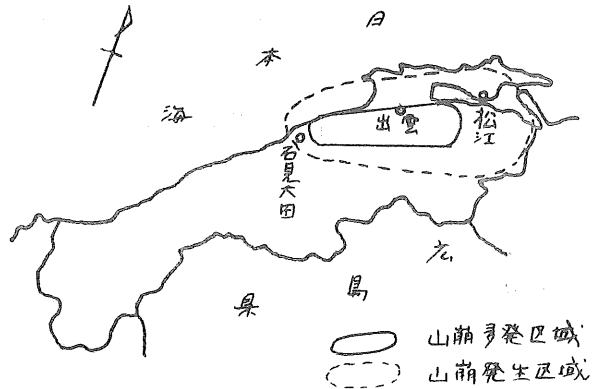


Fig 1. 39.7豪雨による山崩発生区域

表1. 市町村別山崩件数と崩壊度

| 順位 | 市町村 | 林地面積 | 崩壊件数 | 崩壊度 |
|----|-----|----------|-------|------|
| 1 | 加茂町 | 1,597 ha | 798 | 50.0 |
| 2 | 多伎村 | 4,287 | 1,565 | 36.5 |
| 3 | 湖陵村 | 1,249 | 400 | 32.1 |
| 4 | 大東町 | 4,000 | 1,200 | 30.0 |

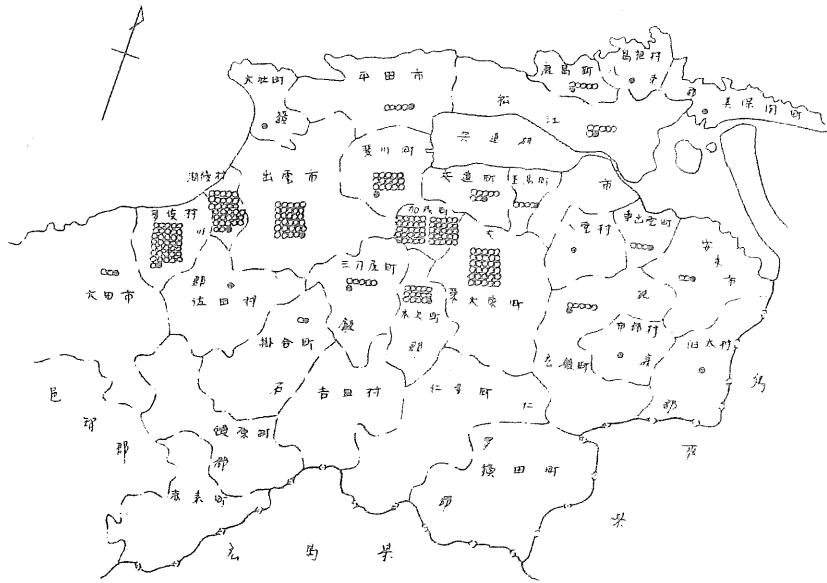
| 順位 | 市町村 | 林地面積 | 崩壊件数 | 崩壊度 |
|----|------|----------|--------|--------|
| 5 | 出雲市 | 8,194 ha | 2,425 | 29.6 |
| 6 | 斐川町 | 1,868 | 287 | 15.4 |
| 7 | 木次町 | 4,080 | 588 | 14.4 |
| 8 | 広瀬町 | 6,000 | 600 | 10.0 |
| 9 | 大田市 | 6,000 | 570 | 9.5 |
| 10 | 宍道町 | 2,911 | 219 | 7.5 |
| 11 | 松江市 | 9,097 | 604 | 6.6 |
| 12 | 三刀屋町 | 5,518 | 290 | 5.3 |
| 13 | 鹿島町 | 1,943 | 100 | 5.2 |
| 14 | 玉湯町 | 1,631 | 79 | 4.8 |
| 15 | 平田市 | 7,755 | 320 | 4.1 |
| 16 | 東出雲町 | 1,921 | 74 | 3.8 |
| 17 | 安来市 | 4,294 | 99 | 2.3 |
| 18 | 掛合町 | 8,535 | 145 | 1.7 |
| 19 | 八雲村 | 4,779 | 35 | 0.7 |
| 20 | 布部村 | 4,170 | 27 | 0.6 |
| 21 | 伯太町 | 7,482 | 35 | 0.5 |
| 22 | 島根村 | 2,825 | 14 | 0.5 |
| 23 | 佐田村 | 8,332 | 30 | 0.4 |
| 24 | 美保関町 | 3,803 | 10 | 0.3 |
| 25 | 大社町 | 2,947 | 4 | 0.1 |
| 26 | 仁多町 | 1,430.2 | 3 | 0.0 |
| 計 | | 164,159 | 10,721 | 平均 6.5 |

- 註
1. 崩壊件数は島根県災害対策本部発表資料を一部訂正したもの。
 2. 崩壊度 …… 100 ha 当り崩壊件数
 3. 大東町、大田市、広瀬町は林野面積が大きく、山崩発生に関係しない区域を除外した。

Fig 2 39.7 山崩れ度数分布図

市町村内の山崩れ件数・市町村林地面積

○ 100ha以下
○ 101～200ha
○ 201～300ha
○ 301～400ha
○ 401～500ha
○ 501～600ha
○ 601～700ha
○ 701～800ha
○ 801～900ha
○ 901～1000ha



B、立地環境

山崩れ多発地域の立地は、地形地質にもとづいてFig 3のごとく3区分でき、立地的特性はそれぞれつぎのごとくである。

I 新第三紀、第四紀堆積層地帯（低山地形）

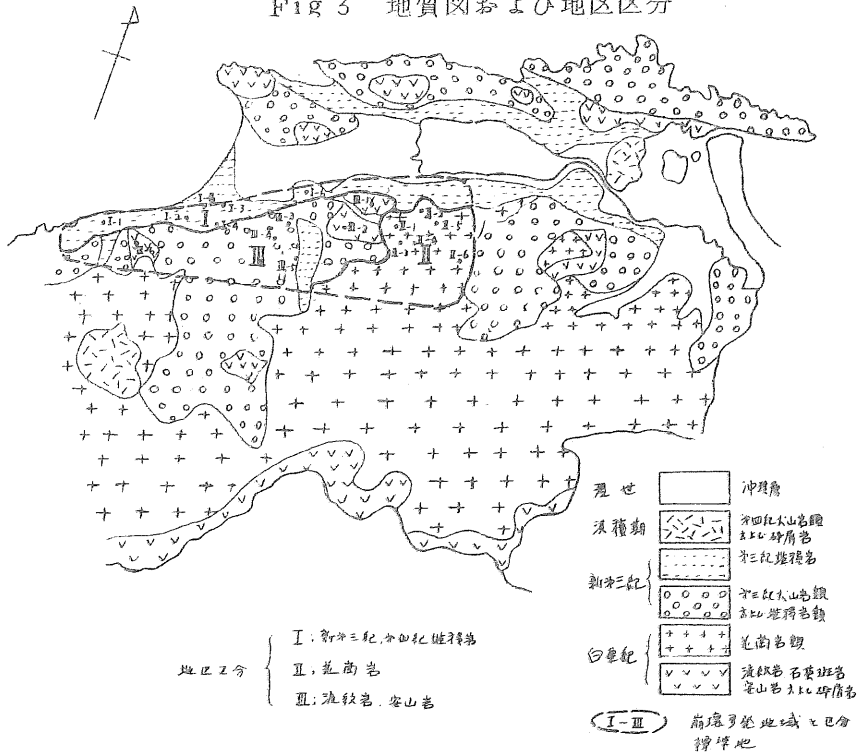
凝灰質、泥質、または礫質砂岩、礫岩、集塊岩等の互層からなる低山地形区で、新第三紀層と第四紀層とに差がみられる。

新第三紀堆積層は海岸線および宍道湖岸に沿って帯状に巾せまく分布し、第四紀層はこれに接して局所的にみられる。

i、新第三紀層；標高200m以下、斜面長50～100mの老年期ないし晩壯年期地形を呈する。山腹傾斜は急直で30～40°、上部はやや緩くなり尾根巾は比較的せまい。山腹には、主谷と直角に谷開析が発達している。大きな谷は埋没して耕地化しているところが多く、また回春谷が発達しつつある。

ii、第四紀洪積層；標高80m以下、斜面長50m前後の丘陵性波状地

Fig 3 地質図および地区区分



形を呈し、山腹傾斜はとくに緩く20~30°谷は浅い沖積耕地となり、細かく入り組んでいる。

第三紀、第四紀とも土壤は一般に埴質堅密、深さは中庸であるが崩壊面の土壤は見かけに反して透水性はよい。

II 花崗岩地帯

加茂、木次、三刀屋町の大半と大東町、穴道町の一部を占める。黒雲母花崗岩ないし花崗閃緑岩からなり、厚い深層風化層を伴う丘陵山地が大半で一部に山地地形がみられる。

標高200m以下で斜面長も短い、里部では山腹が急崖を呈して沖積平野に接するところが多く、また山腹から尾根部に小さな台地形がしばしばみられる。丘陵地は老年期地形、山地は晩壯年期地形といえる。台地は耕地または墓地に利用されているところが多い。

また古い崩壊地形が諸所に、点在または一画にまとまつてみられるのも花崗岩地区の特徴である。

土壌は一般に浅く粗鬆で、透水性はきわめてよく、風化花崗岩のC層と不連続的に接している。

Ⅲ 流紋岩、安山岩地帯

斐川町の仏経山から西南に向けて、主として神戸川流域および、湖陵村、多伎村の海岸部堆積層に接して現われる。

流紋岩、石英安山岩、輝石安山岩を主とし、一部では凝灰質礫岩もみられる。標高200~400mで、起伏量も前の二地帯と比較すると大きくなり、急峻な山地地形を呈する。山腹傾斜35°~40°の急直斜面と尖つた尾根からなり、満壮年期ないし晩壮年期の地形である。

谷開析も進行しつつあり急流でV字谷が多く、山腹には岩露頭も多い。土壌は麓層面を除いては一般に浅く、土性は埴土ないし埴質壤土、風化礫を多く含み透水性はよい。

上記三地帯の中で、とくに山崩が集中発生している一つの水系または区域を空中写真の上で6箇所ずつ選定し、それらについて5万分の1地形図および空中写真判読によつて解析した二、三の立地条件はFig4および表2のとおりであり、これによると三地帯についてつぎのことがいえる。

ア、標高と起伏量

各地帯の平均海拔高は、I地帯20m~120m、II地帯50m~160m、III地帯50m~270mで、I、II地帯が低くIII地帯が高い。5万分の1地形図における5mm方眼の平均起伏量はI、II地帯が40m前後、III地帯が85mで低山地形と山地地形の特徴を示している。I地帯の中で第四紀洪積層地区は標高80m以下でとくに低く、起伏量も26mときわめて低い。

イ、谷密度

$\frac{1}{23,000}$ 空中写真を立体視して数えられる谷線の数を面積で除したものを谷密度(ha 当り谷数)とすると、同じ低山地形でもI地帯は1.63、II地帯は1.35で、I地帯がやや高く、III地帯は0.80で最低を示し、侵蝕輪廻の相違がうかがえる。

のC層と

び、湖陵

られる。

大きくなり、
と尖つた

も多い。

、風化礫

系または区

の1地形図

および表

える。

50m~

帯が高い。

帯が40m

いる。

く、起伏量

で除したも

地帯は1.63、

低を示し、

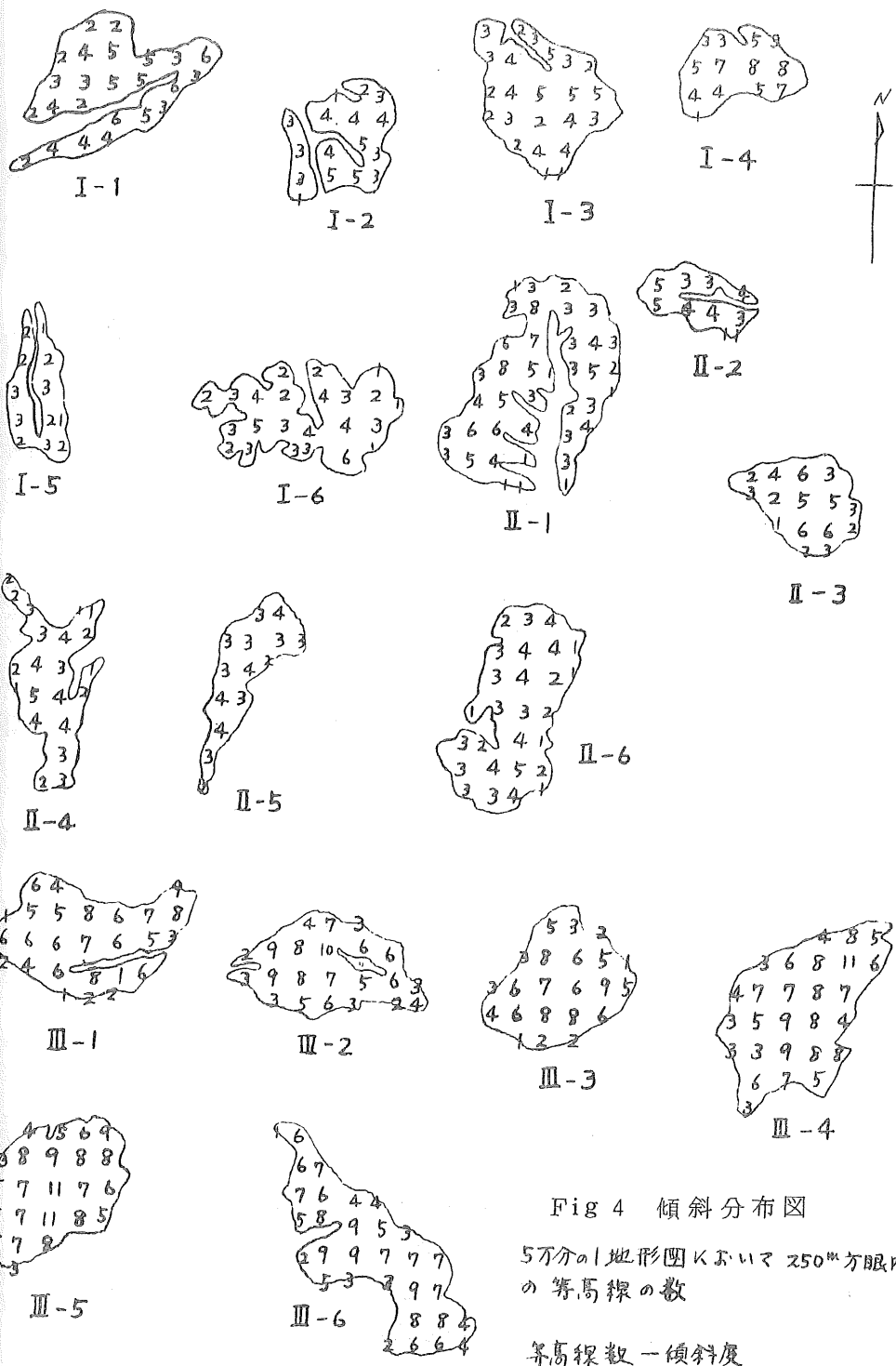


Fig 4 傾斜分布図

5万分の1地形図において250m方眼内の
の等高線の数

等高線数—傾斜度

| | | | | | | | | | | | |
|------|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 等高線数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 傾斜度 | 5 | 9 | 13 | 17 | 21 | 25 | 29 | 33 | 36 | 39 | 41 |

表 2 地区別地形解析表

| 地帯 | 地区 | 地区名 | 面積 ha | 標高 _m | | 1) 起伏量 m | 2) 谷密度 | | 3) 平均 傾斜度 | 4) 崩壊度 | |
|-----|----|------|----------|-----------------|-----|-------------|--------|------|--------------|--------|------|
| | | | | 最低 | 最高 | | 谷数 | 密度 | | 崩壊数 | 崩壊度 |
| I | 1 | 波根 | 96 | 20 | 130 | 40 | 62 | 0.65 | 25 | 55 | 0.57 |
| | 2 | 多伎 | 55 | 20 | 120 | 43 | 90 | 1.64 | 32 | 78 | 1.42 |
| | 3 | 神西 | 94 | 20 | 120 | 44 | 237 | 2.52 | 19 | 202 | 2.15 |
| | 4 | 常楽寺 | 42 | 40 | 200 | 78 | 49 | 1.17 | 37 | 36 | 0.86 |
| | 5 | 江南 | 39 | 20 | 80 | 26 | 72 | 1.85 | 20 | 41 | 1.05 |
| | 6 | 今市 | 69 | 20 | 80 | 26 | 135 | 1.96 | 26 | 59 | 0.86 |
| | 平均 | | | 23 | 122 | 41 | | 1.63 | 27 | | |
| II | 1 | 大竹 | 133 | 40 | 200 | 48 | 211 | 1.59 | 27 | 129 | 0.97 |
| | 2 | 岩倉 | 34 | 70 | 200 | 46 | 35 | 1.03 | 26 | 28 | 0.82 |
| | 3 | 神原 | 56 | 40 | 120 | 30 | 66 | 1.18 | 25 | 41 | 0.73 |
| | 4 | 南加茂 | 69 | 40 | 120 | 37 | 93 | 1.35 | 20 | 66 | 0.96 |
| | 5 | 湯屋谷 | 44 | 100 | 160 | 34 | 78 | 1.77 | 27 | 35 | 0.80 |
| | 6 | 大東下分 | 115 | 40 | 140 | 33 | 132 | 1.15 | 18 | 66 | 0.57 |
| | 平均 | | | 55 | 157 | 38 | | 1.35 | 24 | | |
| III | 1 | 仏経山 | 103 | 100 | 340 | 80 | 86 | 0.83 | 33 | 135 | 1.33 |
| | 2 | 宇那手 | 80 | 60 | 200 | 74 | 89 | 1.11 | 37 | 86 | 1.08 |
| | 3 | 朝山 | 73 | 20 | 240 | 88 | 53 | 0.73 | 36 | 56 | 0.77 |
| | 4 | 桜 | 122 | 20 | 260 | 80 | 98 | 0.80 | 34 | 111 | 0.91 |
| | 5 | 大月 | 94 | 40 | 300 | 96 | 64 | 0.68 | 38 | 52 | 0.55 |
| | 6 | 多伎 | 109 | 20 | 250 | 90 | 68 | 0.62 | 38 | 60 | 0.55 |
| | 平均 | | | 43 | 265 | 85 | | 0.80 | 36 | | |

- 註 1) 起伏量；5万分の1地形図で5mm方眼内の最高、最低較差の平均。
 2) 谷密度；2,3,000分の1空中写真で数えられる谷線の数を面積で割つたもの。
 3) 平均傾斜度；5万分の1地形図で5mm方眼内の等高線数より算出した角度の平均。
 4) 崩壊度；崩壊数÷面積（1ha当り崩壊数）

| |
|------|
| 度 |
| 崩壊度 |
| 0.57 |
| 1.42 |
| 2.15 |
| 0.86 |
| 1.05 |
| 0.86 |
| 0.97 |
| 0.82 |
| 0.73 |
| 0.96 |
| 0.80 |
| 0.57 |
| 1.33 |
| 1.08 |
| 0.77 |
| 0.91 |
| 0.55 |
| 0.55 |

ウ、傾斜度

5万分の1図の5mm方眼図の等高線数合計から傾斜度を算出した。

簡略な方法であるが各地帯の平均傾斜度として、I地帯27°、II地帯24°、III地帯36°となり、低山地と山地の傾向を示している。

I、II地帯は起伏量が小さいため5万分の1ではかなりの誤差が推定され、実際よりも緩く算定された向きがあるが、III地帯の36°は概ね実測に近い値と思われる。

2. 林況

山崩発生地域の山林は私有林が過半を占め、一部に市町村公有林が介在する。

面積的には薪炭林が最も広く、ついで天然生アカマツ、ザツ混交林が低山部にかなりみられる。拡大造林の進展に伴ってスギ、マツ等の幼令造林地は各所に散在し、一部には官行造林等のまとまつた造林地がIII地区にみられるのに反し、高令級の用材林はきわめて少い。

広葉樹林、針葉樹林ともにIII令級未満の若令林分の比率が高いのが特徴である。

森林帯としては暖帯北部に位し、穀斗科の樹種(コナラ、クリ、カシ等)をはじめ常緑および落葉性灌木類が多い。クマザサ、ネザサ等が下層をなしているところも多くみられ、またI地帯においてはウラジロ密生地が山崩多発地区にかなりみられる。

3. 気象

3.9.7災害に関する気象記録を、松江地方气象台とその地方観測所ならびに中国電力、建設省、市町村消防本部等から集収して解析するとつぎのごとくである。

(1) 降雨の経過(大阪管区气象台異常気象報告第3号1964.9による)

梅雨前線の活動によつて、7月15、16両日に島根県東部と鳥取県の沿岸部に集中豪雨があり、このとき松江276mm、出雲150mm、木次45

mmの連続降雨を記録して、松江では一部に浸水家屋もでた。17日に前線は一旦山陰沖に遠のいて降雨をみなかつたが、18日にいたり低気圧の東進とともに前線は南下し、9時頃から19時頃まで強雨が続いた。その後前線が一旦瀬戸内まで南下したため雨は小止みとなつたが、つぎの低気圧の通過に伴つて再び前線は北上し、22時頃から19日2時頃にかけて出雲市を中心とする記録的な集中豪雨があり、出雲、多伎、鍋山、加茂にかけての約50km²の範囲は降雨強度70mm前後の豪雨を記録したのである。その後天候は全面的に快腹したが、この最終豪雨の間に山崩が各所に多発し、異常な激甚災害をもたらしたのである。

(2) 総雨量と時間雨量

今時の山崩発生地域について集収できた箇所の主な降雨記録は表3およびFig5.Fig6のとおりである。

表3 降雨記録

mm

| 箇所 | 7月15日0時 ~16日24時 | 18日9時 ~19日9時 | 合計 | 最大 降雨強度 | 最終豪雨到来ま での先行降雨 18日9時~19時 | 最終豪雨 18日 19日 23時~ 2時 |
|-----|--------------------|-----------------|-----|------------|--------------------------------|----------------------------|
| 松江 | 276 | 307 | 583 | 40 | 222 | 72 |
| 大田 | 36 | 196 | 232 | 46 | 68 | 107 |
| 出雲 | 150 | 280 | 430 | ○ 75 | 145 | ○ 122 |
| 木次 | 45 | 261 | 306 | ○ 67 | 115 | ○ 133 |
| 布部 | 138 | 243 | 381 | 47 | 118 | 110 |
| 三郡山 | 63 | 149 | 212 | 26 | 69 | 69 |
| 鍋山 | 50 | 265 | 315 | ○ 72 | 111 | ○ 129 |
| 入間 | 34 | 90 | 124 | 18 | 52 | 33 |
| 波多 | 29 | 105 | 134 | 22 | 61 | 38 |
| 窪田 | 40 | 237 | 277 | ○ 64 | 98 | ○ 126 |
| 阿井 | 24 | 99 | 123 | 22 | 57 | 36 |
| 平田 | 167 | 265 | 432 | 34 | 184 | 73 |
| 安来 | 220 | 305 | 525 | 34 | 214 | 81 |
| 久野 | 29 | 229 | 258 | 58 | 117 | 101 |
| 広瀬 | 不明 | 171 | | 45 | 127 | 不明 |

は山崩多発地区

Fig 5 総雨量、降雨強度分布図

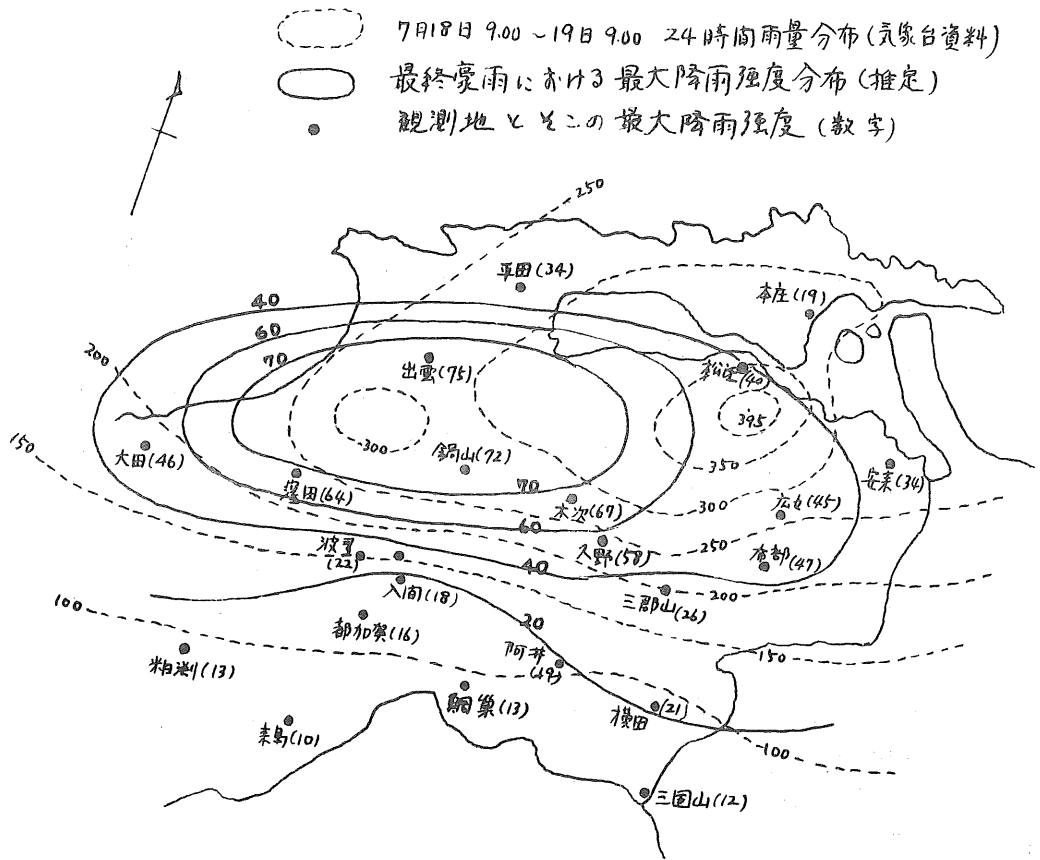


表3の中で、山崩多発地域に該当する箇所は出雲、木次、鍋山、窪田の4箇所、この地区の降雨記録と、他地区の記録を対照するとつぎの2点が問題点としてあげられる。

- 1) 7月15日から19日までの積算雨量は松江、安来、平田、出雲、布部の各箇所が多く、また山崩発生当日の18日~19日の積算雨量(24時間)では、松江、安来、出雲、平田、鍋山、木次が多かった。これらの箇所の中で山崩多発箇所は出雲、木次などの一部の地区で、松江、安来、平田等が総雨量は多かつたのにもかかわらず多発崩壊にはいたらなかった。
- 2) 降雨強度の最大値をみると、出雲の75mm/時を最大に、鍋山、木次、窪田の各箇所でも60mm/時以上の高い値を示し、しかもこれらの各箇所は山崩多発地区にそのまま一致している。

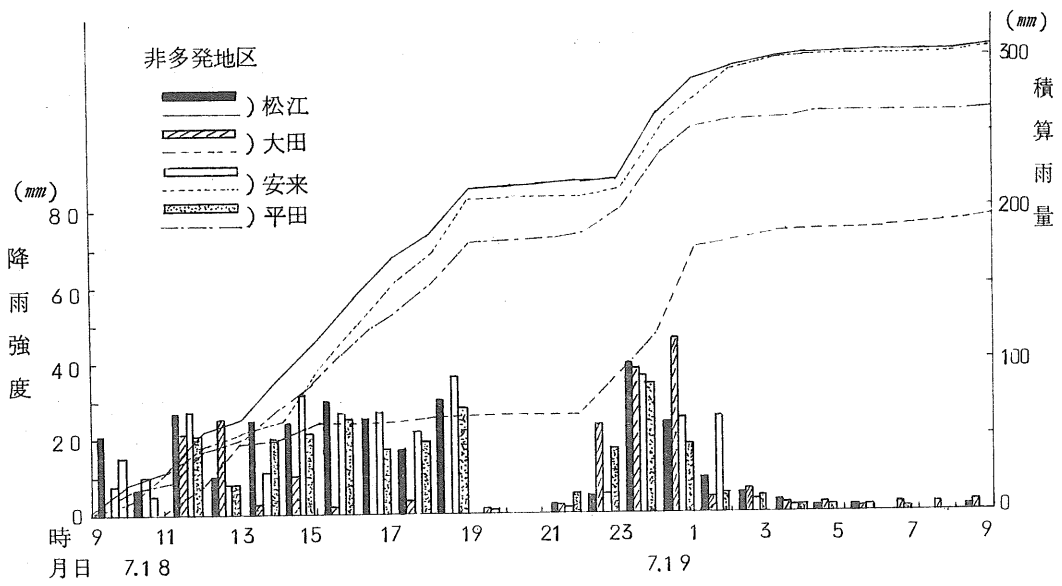
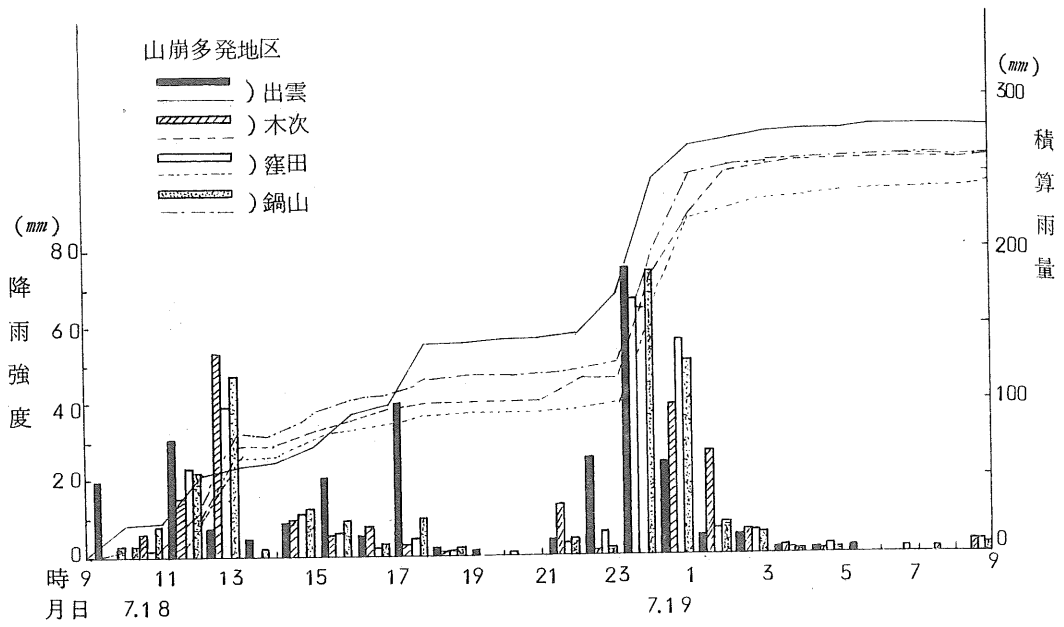


Fig 6 降雨強度の時間的変動と積算雨量

上記の2点から、山崩の多発現象には総雨量よりも降雨強度の多少に関係が深いと考えられるのであるが、さらに降雨強度の時間的変動について検討してみると、降雨強度maxを示す時点に有意性が強く感じられるのである。

すなわち梅雨前線性の豪雨においては、かなり長時間の連続降雨があり、その間に降雨強度のとくに高いpeakがいくつか現われるのであるが、降雨と崩壊機構を考えると、多量の先行降雨のあとに豪雨のpeakが現われるときが最も危険であり、しかもこのpeakにおける降雨強度の強さが問題となるのである。

いま、山崩多発地区として出雲、木次、窪田、鍋山の4箇所、比較的崩壊の少ない地区として松江、安来、太田、平田の4箇所を選んで、災害当日の降り始めより最終までの降雨強度を棒グラフで示すとFig 6のごとくである。

この図で考えられることは、今回の豪雨の降雨特性と山崩について、ア、降雨強度maxは、ほとんどの地区で連続降雨期の最終時に到来し、しかも、それまでに約10時間で100mm以上（松江、出雲、安来では150mm以上）の連続先行降雨をみていること。

また、先行降雨量の多い地区がかならずしも山崩多発地区とは限らないこと。

イ、山崩多発地区の降雨強度maxは、いずれの地区も70mm前後を示し、他の地区では50mm以下でこの値の低下に伴って山崩発生度が低くなる傾向にあること。

ウ、山崩発当日の先行降雨は19時頃から小止みとなり、23時頃から最終peakの豪雨が到来して2時間余り雷鳴を伴って降り続いたのであるが、この間の連続雨量は表3のように120mm以上の地区が多発崩壊を起していること。

以上の点を検討すると、今回の降雨特性は、田中茂氏が述べられている豪雨の特性分類¹⁾で、いわゆる梅雨前線性豪雨にありがちなC型（超A

1) 建設工学研究所報告No.4 1963.3

級) 豪雨の型をとつており、その peak で 70 mm 前後の降雨強度を問題にしておられる点は、今回の山崩多発地区の気象と全く一致する。

この点から上述のような降雨特性、なかんずく先行降雨につづく最終 peak の降雨強度如何が山地の多発崩壊につながる降雨条件と考えてよいのではなからうか。

(3) 風

風については地区別の詳しい資料が得られなかつたが、聞き込みによると 7 月 18 日から 19 日未明にかけては、日中はそれ程強い風は吹かず、最終の豪雨時に雷鳴とともにかなり強い風があつたようである。

松江地方気象台の記録では、23 時頃から再発した豪雨とともに風は南東から西に変わり平均 12.3 m/sec 、瞬間最大風速 18.0 m/sec を記録している。

西偏向山地の突出面などでは、これよりさらに強く瞬間 20 m/sec 以上の風も吹きつけたことと想像されるので、風による立木の動揺が山崩に結びついた例もみられる。これは水の過飽和により流動性を増した土層において、樹根の緊縛力が弱まり、上体の動揺が根返りを起させたもので、風衝地に孤立する老令木にみられる。

しかし、こういう崩壊現象は、風の作用はあくまで誘因で、主因はやはり水と考えなければならぬだろう。

4. 山崩の発生時刻

降雨期を通じて山崩がいつ発生したか。各地帯別に聞き込み調査によつて得られた資料をまとめると Fig 7 のごとくで、これからつぎのことが考察できる。

- 1) 各地帯ともに豪雨の最終 peak (18 日 23 時 ~ 19 日 2 時) の期間中に発生が集中している。
- 2) 最終 peak の降り始めより 1 時間 ~ 1.5 時間経過した 0 時 ~ 0 時半に一斉崩壊が起つた傾向がある。

3) 豪雨の最盛期を過ぎると崩壊は急減し、小止みになつてからはIおよびIII地帯ではほとんど起つていないのかかわらず、II地帯

(花崗岩)においてはなお数時間にわたつて散発的に崩壊が続いている。

このことから、花崗岩風化地帯においては、豪雨が過ぎて一応天候は収つても、なお数時間は山崩のおそれがあり警戒を緩めてはならないわけである。どうい

うところが豪雨期のあとで崩れてくるか。これには地形、土壌、岩層、岩質、植生等の立地因子が関係しており不明の点が多いが、一応概観的には、流下水の供給に持続性のあるところ。つまり崩壊部の上にかなり長い斜面があり上方または斜め上方から比較的緩い傾斜をもつて水が集るところと考えられる。

5 山崩の状況

(1) 概況

個々の山崩の形態的性質を総体的に概観すると、いわゆる山腹崩壊が圧倒的に多く、溪岸崩壊は少い。

ア. 位置

発生箇所^(山崩箇所)の地形的位置環境は地形、地質にもとづく地帯によつて異なる点があるが、崩壊面の微地形についてみれば、集水条件の因となる凹地形が最も一般的で、しかも崩壊起点での縦断面において傾斜変換点が

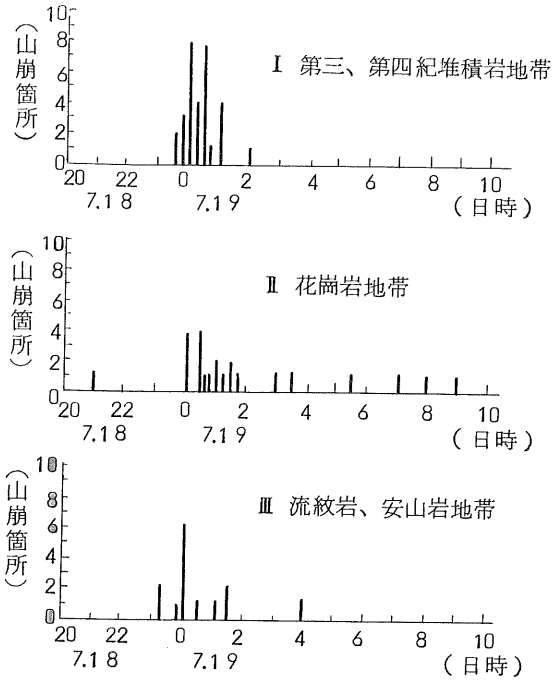


Fig 7 山崩発生時刻分布

ある場合、下の変換点が崩壊部の下端（崩壊起点とみられるところが多い）、上の変換点が上端となつている例が多い。

崩壊斜面の縦断形からみた斜面形には Fig 7 の各タイプがあり、このうち d の複合型が多い。

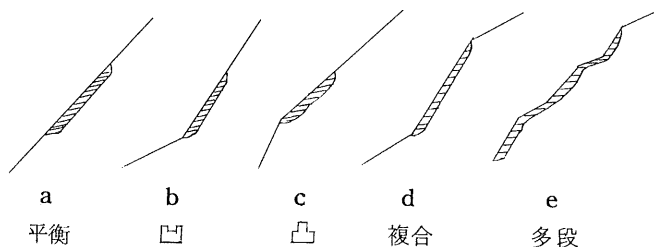


Fig 7 崩壊斜面の縦断形

イ. 規模

個々の崩壊の規模

は、縦横ともに 10~20m のものが多く、一般に小さい。まれに数 10m の大規模なものもあるが、それは人為的要因とか、かなり深いところに滑り面をもつた場合のものである。

ウ. 傾斜

崩壊面の山腹傾斜は 30° 余りから 40° 前後を一般とし、洪積層では 25° ~ 30° と緩く、花崗岩低山地区では耕地に面する急斜面の崖崩的な要素の強いところが多く、そこでは 40° 以上、60° ~ 70° の急崖を呈するところも少ない。

エ. 形式

崩壊形式としては、一般に表層滑落に属するタイプが多いが、表土層の浅いところでは表層剝落、凹地で土層の深いところでは貝殻状に深くえぐられているのもみられる。

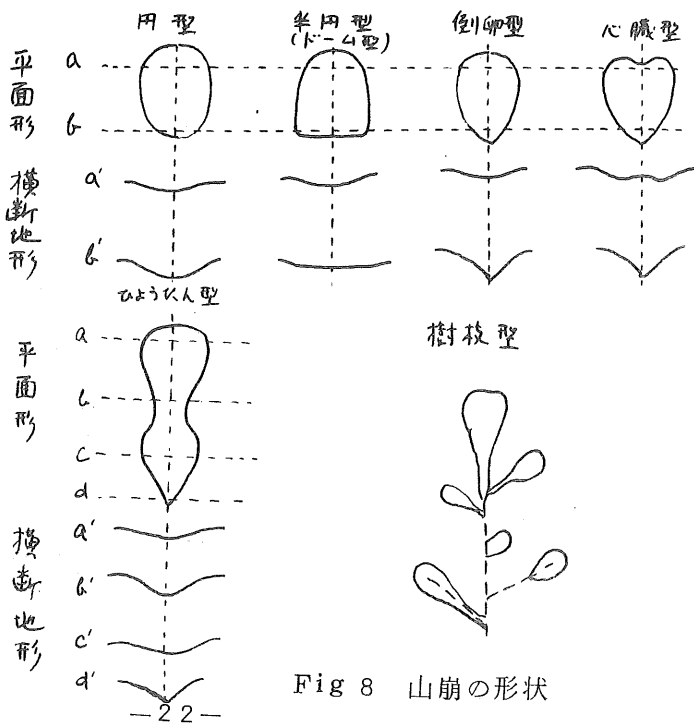


Fig 8 山崩の形状

多

10 m

3 VC

は 25°

要素

とこ

型

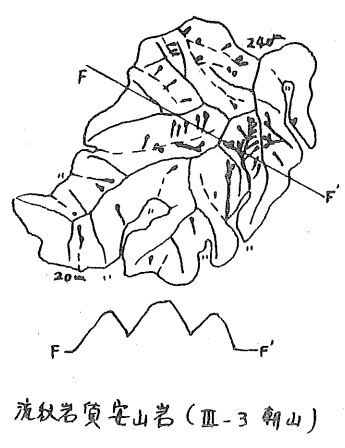
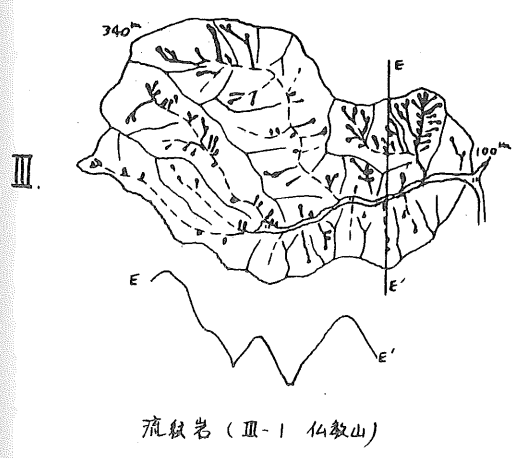
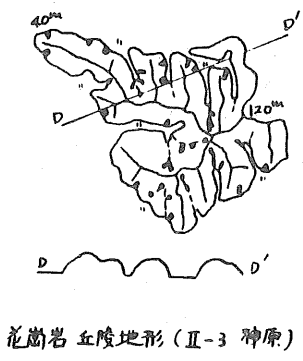
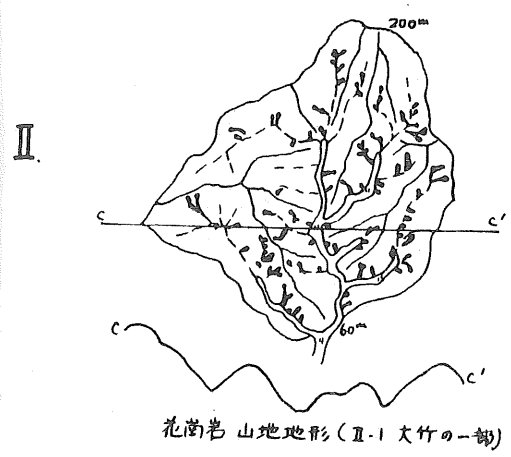
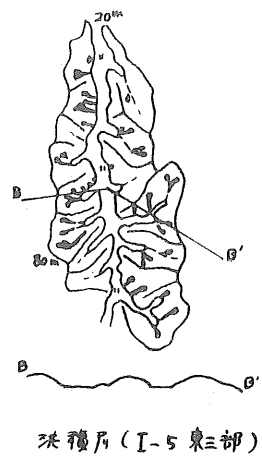
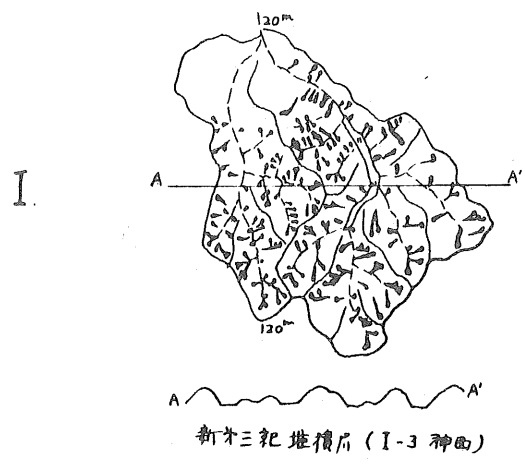
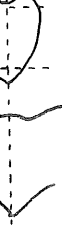


Fig 9 崩壊分布と地形概念図

オ. 形状

崩壊面の形状は、山腹の微地形と谷の構成に支配されるところが多く、山腹崩壊では円型、半円型（ドーム型）、倒卵型、心臓型、ひょうたん型等の形状を示し、IおよびII地帯ではこれらが単独に、III地帯では樹枝状にまとまつてみられる場合が多い。

溪岸崩壊ではドーム型を示すのが普通である。各地帯について、代表的な多発地区の崩壊分布の模様と、その地形概念を示せばFig 9のごとくである。

(2) 地帯別山崩の特徴

I～III地帯についての山崩の形態として、それぞれつぎのような特徴を示すものが多い。

I地帯；堆積岩の互層関係およびその流盤、受盤の関係が形態を支配している場合が多い。流盤の場合は崩壊面が均一斜面となつて現われ、不透水層の基岩が盤状に裸出している。崩壊の深さはあまり深くなく1m以下で、土層も0.5m前後のものが多い。

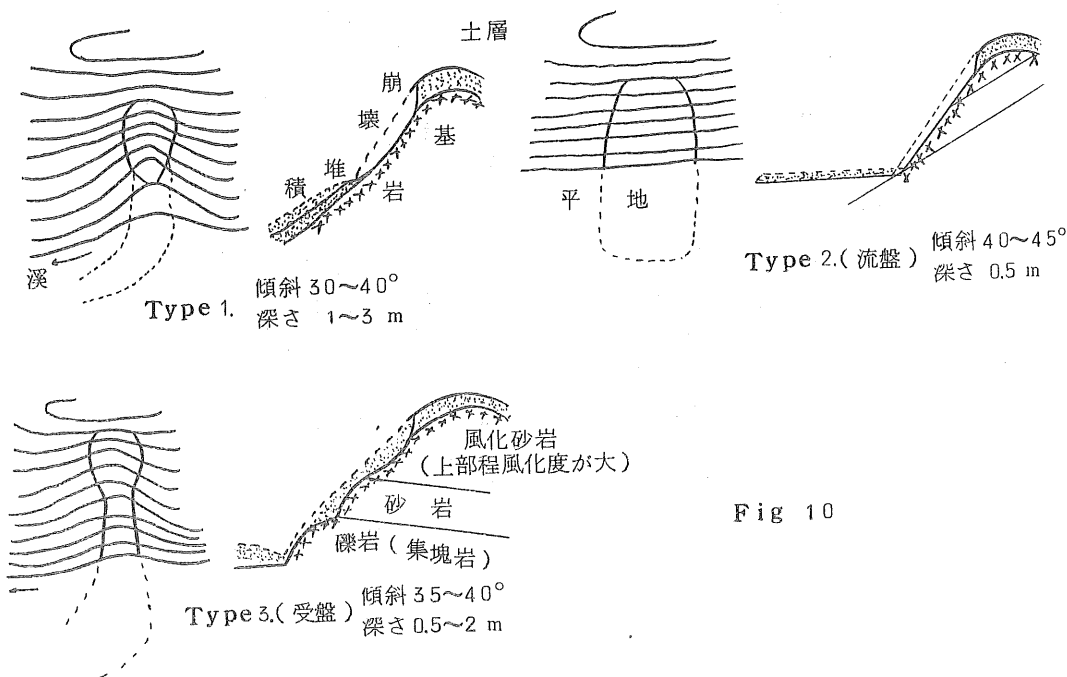


Fig 10

受盤においては崩壊部の表面は一般に不整で段状凹凸に富み、凸部は未風化の岩が露頭し、凹部は風化岩屑や土壌の残留をみる。崩壊の上縁は貝殻状に深くえぐられ、over hang を呈するので、爾後の降雨で^じ庇部が崩落する。崩壊の深さはかなりあり、最深部で3~5mに達するものもある。流出土砂量が多いためこれによる災害が大きかった。

これらの一般的なTypeを二、三図示するとFig 10のごとくである。
 II地帯；深層風化層を伴う黒雲母花崗岩ないし花崗閃緑岩^{せん}地区で、老年期低山地形の沖積平地に接する急崖部に多い。マサ風化の浅い土層が崩れ、堅い深層風化層を露呈している。古い段丘跡と思われる堆積面では、運積土砂が深く崩落しているところもまれにみられる。

またこの地区では、古い崩壊跡とみられる急な微凹地形が山腹にまつまつてみられるところがあり、現在は完全に植被によつて自然復旧しており、こういう地区では今回の崩壊は起つていない。過去の崩壊によつて高い免疫性を持つているわけである。このことは崩壊による地形的安定と同時に^{たう}厚い深層風化層と、山陰の多雨気候から深層風化層の土壌化が早く、そのため自然植生の侵入と成長繁茂を速かにしている点をlocalな特質として^あ挙げるができる。

さらにまた、地質母材と気候上のかゝる条件による土壌化の促進は、花崗岩土壌の粗鬆な特質から、結局は崩壊材料を急速に生産しているともいえるわけである。

つまり、花崗岩地区では崩壊に伴う免疫効果の持続性が短いといえる。他の地区に比較して花崗岩地区の崩壊による土砂の流出は比較的少くて短いのも特徴である。

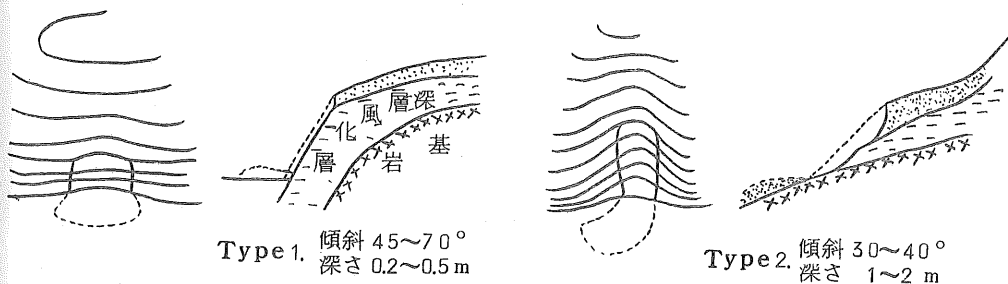


Fig 11

この地区の山崩の Type としては Fig 11 のごときものが多い。

Ⅲ地帯；壮年期の地形的特徴と崩壊が山腹凹部のかなり高い位置から起つている関係から、土石流の急激な流下に伴いその途中の山腹に溪岸崩壊の形式で崩壊を誘発し、あるいは溪床を洗掘して大量の土石を流下させたものが多い。

個々の崩壊は、大部分が谷頭凹部や山腹微凹部に起りその規模は一般に小さい。崩壊面は縦横ともに僅かに凹凸がみられ、凸部には風化基岩が露呈し、凹部は碎石を混えるかなり粘性の土砂が堆積または残留する。隣接する凹部のそれぞれの崩壊が接合して心臓型を呈するものもこの地区では多くみられる。

主な Type としては Fig 12 のごとくである。

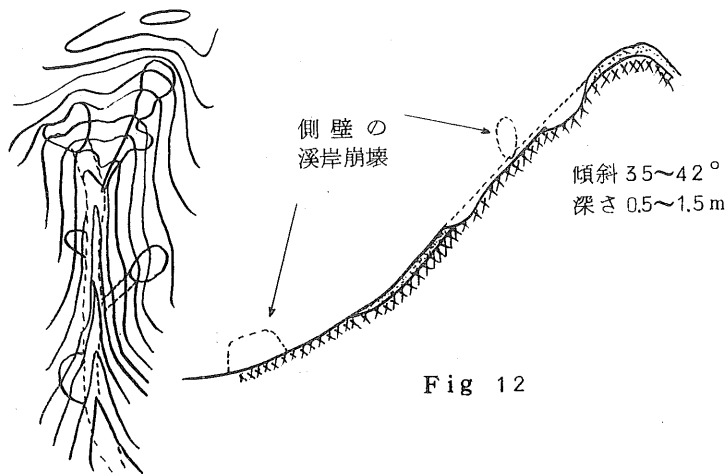


Fig 12

6. 植生の関係

崩壊の頻度からみた場合、伐採後数年しか経過していない幼令林分に最も多発崩壊がみられ、針広を問わず壮老令林分には非常に少ないことは災害直後に撮影した空中写真から明瞭に識別できる。さらに、写真上で見落としやすい樹林内の崩壊、陰影部の崩壊あるいは、赤色風化土のため白黒写真で判別し難い崩壊などを現地で確認したところ、写真に現われない崩壊は、極

く小規模のしかも少数であることがわかった。

写真判読と現地踏査の両面から、崩壊の多発現象は林地においては、皆伐後15年未満、ことに皆伐跡地に一斉造林を行つて数年しか経過しない山地に最も起りやすいといえる。

30年生以上の樹林内での崩壊は溪流の流路に沿う部分の溪岸崩壊や、谷頭凹部の集水箇所に限られ、かつ発生数はきわめて少数である。

では、幼令林分と壮老令林分におけるこの相違はなに原因するであろうか。これについてはつぎの点が考えられる。

- 1) 壮老令林分では、樹冠の留水機能
- 2) 同 上 地表面の雨衝撃の緩和
- 3) 伐跡地では、幼令樹根の土壤緊縛力の弱さ
- 4) 同 上 前生樹根の腐朽に伴う緊縛力の低下と腐朽根の痕孔による透水促進
- 5) 伐採および植栽時の人為的な地表掻き荒しならびに植穴による雨衝撃および雨水滲透の増大。

植生関係については、これらの他に項目Iの1で触れたように風衝地における大樹の孤立や、竹林の地下茎による崩壊の拡大など稀な事例もあり、さらに崩壊面個々の植生としては崩壊起点とみなされる箇所が概して常時湿潤であるため周囲に比して湿性植生があつたと推測される点などがある。

また崩壊面を含む周辺植生がウラジロ密生地とかススキの出現度が高い点が多々みかけられ、これらの植生もやはり陽性ではあるが好湿植物であることから、山崩が局所局所の恒常的な水の関係とも不可分であることが理解できるものである。

7. 人為施工の影響

山崩の原因(I-1)でも触れたように、人為による山腹施工が山崩に影響したとみられる箇所が多くあり、この点がこの度の低山地多発崩壊において一つの特色ともなっている。

る地帯についてみれば、Ⅱ地帯で最も多く見うけられ、Ⅰ地帯ではこれに次ぎ、Ⅲ地帯では少い。このことはⅠ、Ⅱ地帯が人家道路、田畑等が集密であり既住の施工も多かつたことと、Ⅱ地帯ではさらに崩れやすい花崗質土壌の特性が人為施工の影響を受けやすい点を併せて考えねばならない。

多くみかけられた事例としては、つぎのごときものがある。

(1) 人家との関係

古人が住居を設けるときに水の便をまず考えて湧水部（山腹凹部の直下等）に宅地を設けたことと、河川の氾濫から逃れ、しかも田畑を少しでも広くとるために山際につめて背後の山脚を余儀なく切り取つたこと。つまり集水部直下の安定勾配破壊という二つの危険条件を持つていたわけで、こういう人家が非常に多かつたことが、今時の人的損害を多くした大きな原因である。

また側面からの圧力に弱い日本建築の構造も加味しており、わずか2~3mの背後の崩壊で母屋が全壊して一家族が死傷し、両側の納屋や土蔵は無^る疵で残つたような例も少くない。

(2) 道路の関係

山際ないし山腹の道路では、切取りや盛土が多くあり、これらは流下水や滲透水の排水を不連続とし崩壊要因となつている。上方からの水の影響がある凹曲部に最も多くみられ、また山腹傾斜の急な場所に多い。

道路の種類は問わず、歩道から車道にいたるまで頻発しているが、巾員の広い道ほど崩壊規模の大きいものが多いようである。

(3) その他

ア) 社 寺

農山村の社寺は、山腹面の狭い台地を切り拓^{ひら}き、参道や境内は盛土部が多いためこの部分の崩落が各所でみられた。とくに花崗岩地帯に多いようである。

イ) 墓 地

山腹面の台地や緩斜部に造られている場合が多いが、大部分が土葬に

よるため墓穴が大きく、これが崩壊に関係している箇所が少ない。これも花崗岩地帯に多く、大東町の共同墓地に大規模の崩壊がみられる。新仏の墓が崩壊の端緒となり、また旧い墓が崩壊を免れた例もきかれた。

ウ) 耕地

沖積平地は水田に利用し、山地の台地や緩斜面を畑地利用している箇所が里山に多く、こういう畑は水湿環境のよい微凹部等に求めているため潜在的にも集水による崩壊因子を持つていたところとみられる。