

えびの・吉松地区地震によるシラスの 崩壊について

安藤 武

地質調査所応用地質部

Landslides in "Shirasu" Area Caused by Ebino-Yoshimatsu Earthquake

By

Takeshi Ando

Geological Survey of Japan, Tokyo

Abstract

In the Ebino-Yoshimatsu area, many landslides were caused by shocks of earthquakes which occurred at the beginning of February 1968. This area is covered with white pumiceous strata called "shirasu", the materials of which consist of fine volcanic ashes derived from violent volcanic activities of Pleistocene age, and most of landslides were found in the so-called "shirasu" area. The type of landslides in "shirasu" area is considered to be included in a kind of surface layer type which occurs often on natural slopes of hills and cliffs.

Shallow parts of "shirasu" area are composed of surface layer (soil), intermediate layer (strongly weathered part) and compact layer (weakly weathered or non-weathered part). Landslides caused by shocks of earthquake originate in a loose intermediate layer of fine, medium and coarse sand, consisting of quartz and pumice grains, and slide down along the slopes of hills and cliffs in the form similar to land collapses.

From these facts, it is summarized that the occurrence of landslides in "shirasu" area is related to the grade of development of weathering in pumiceous strata.

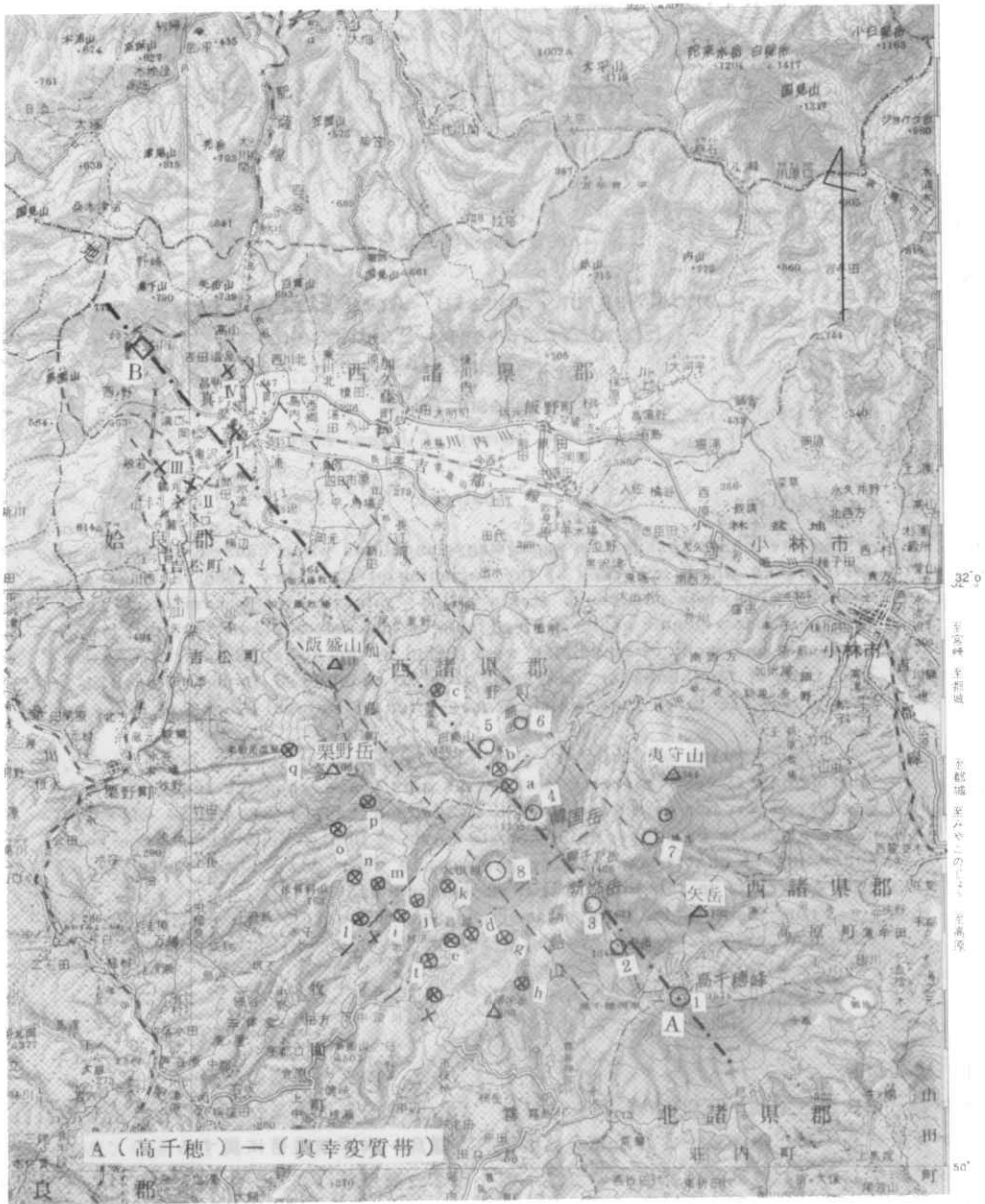
1. まえがき

えびの・吉松地区では、昭和43年2月21日から1ヶ月余にわたり、震度4～6の地震が数度にわたって発生した。この群発地震については、震源域・規模・性質・災害などすでにいろいろと報告されている。局地的な地震であったが、被害は建築物をはじめ道路・橋りょう・堤防・鉄道・耕地などにおよんだ。地震現象の1つとしてシラス地帯における土砂くずれの集中多発が注目された。シラスの崩壊は2月21日に発生した地震(震度5～6が2回)と3月25日に発生した地震(震度5)によって起こったといわれている。シラスの崩壊について概況を調査し、ここではシラスの風化と崩壊について要旨をのべた。

2. 地質と崩壊の概要

巨視的には、えびの・吉松地区地震災害地域は霧島-真幸構造帯に属するものであるといえる。この構造帯は霧島火山群と肥薩線真幸駅付近に分布する後火山作用の変質帯を結んだものであり、SE～NW方向の長さ30Km以上、巾6Km前後と推定されるものである。図1に霧島-真幸構造帯の概念図を示したが、多数の噴火口・噴気群および温泉群が分布する。えびの・吉松地区には京町温泉・鶴丸温泉・般若寺温泉・吉田温泉など多くの温泉が分布する。

地震による崩壊の多発地帯は加久藤層群に属するシラスの分布地区であるが、盆地周辺の安山岩類および岩せつの分布地区ではほとんど崩壊をおこしてはいない。崩壊がシラス地区に限定された



- 凡 例
- | | | | | | |
|-------------------|-------|-----------|-------------|-------|---------|
| ○ 噴火口 | 1 高千穂 | I 京町温泉 | a 硫黄山噴気 | i 手洗 | q 栗野岳温泉 |
| ⊗ 噴気群(噴気および噴気性温泉) | 2 中岳 | II 鶴丸温泉 | b えびの高原噴気 | j 鳥地獄 | |
| × | 3 新燃岳 | III 般若寺温泉 | c 白鳥温泉 | k 山城 | |
| | 4 韓国岳 | IV 吉田温泉 | d 明ばん・硫黄谷温泉 | l 銚投湯 | |
| | 5 白鳥山 | | e 林田・栄尾温泉 | m 湯の池 | |
| | 6 甑岳 | | f 丸尾温泉 | n 金大湯 | |
| | 7 大幡山 | | g 新湯 | o 大良湯 | |
| | 8 大浪池 | | h 湯之野 | p 銀湯 | |

図1 霧島・真幸構造帯の概念図

Fig. 1. Schematic map of the Kirishima-Masaki tectonic zone.

ことはシラス斜面の軟弱さを裏付けるものといえる。加久藤層群は加久藤安山岩類などを基盤とし、その大部分は沖積層・段丘たい積物・霧島新期溶岩およびそれともなう火山砕せつ岩類などに覆われているが、一部は盆地の周縁に露出する。えびの町と吉松町との県境に当る地区は代表的な加久藤層群の露出地帯であり、シラスの崩壊が多発した地域である。加久藤層群は伊田一善等(1948)によって、下位より池牟礼層(泥質岩およびシラス)―昌明寺層(シラス)―溝園層(泥質岩)―下浦層(シラス)に区分されている。すなわち本層群は灰白色のシラスを主とする累層で特徴づけられている。

加久藤層群は、崩壊多発地帯では断層・しゅう曲構造などが発達し、またきわめて特異な地形を形成している。このことは霧島―真幸構造帯に属する地区の異状な性格を裏付けているようにみえる。

3. シラスの崩壊について

3.1 崩壊の多発地帯

崩壊の多発地帯は京町南方の丘陵地帯に当り、東西約 7 Km, 南北 2 Km 前後の範囲である。図 3 に崩壊多発地帯の様相を示した。盆地の北側では昌明寺～川北～大明寺～坂元地帯で小さな崩壊が局所的に発生しているに過ぎない。

一般に、非溶結質の軽石流・降下軽石およびこれらの二次たい積物をシラスと通称している。ほぼ無層理塊状のものを一次的シラス、水の作用によって成層したものを二次的シラスと呼ぶことがある。広義には、溶結凝灰岩をもシラスと呼ぶことがあり、また岩石学的にはさまざまな名称で呼ばれている。これらのシラスは特殊土壌として取りあつかわれ、鹿児島・宮崎県地方に広く分布し、豪雨によるシラス崖の崩壊および侵食は砂防工学ならびに防災の観点から注目されている。なお、えびの・吉松地区地震によって、地震による増荷重とシラス崩壊の問題が注目されるに至った。

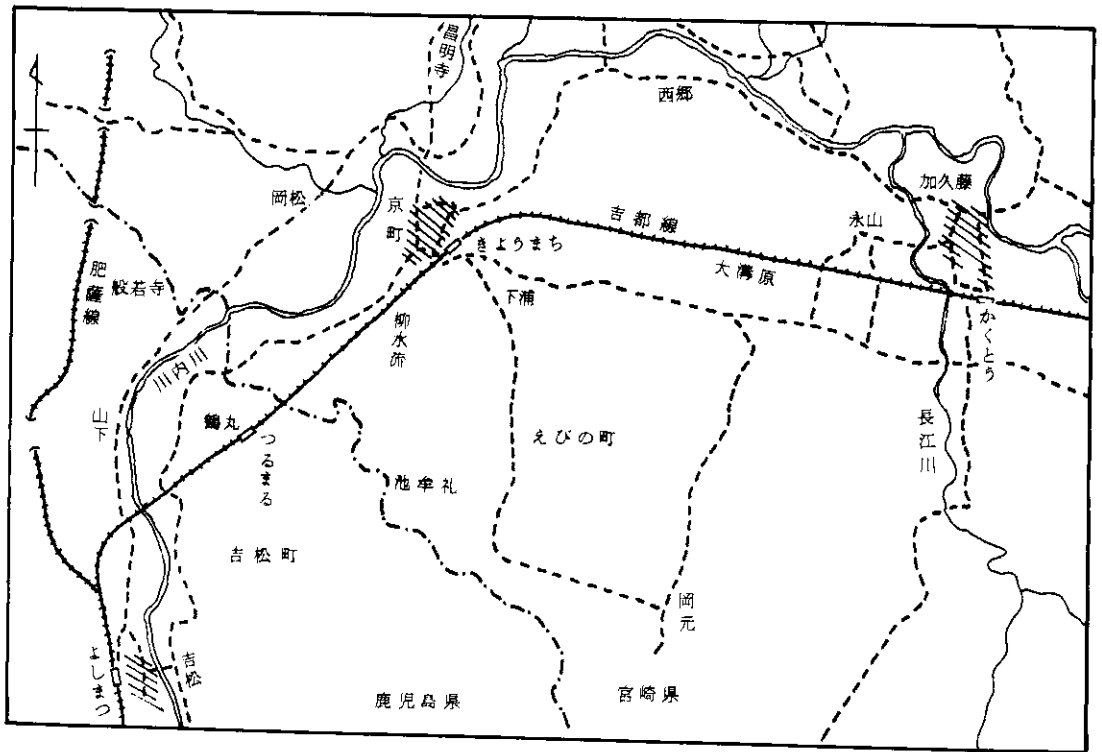


図 2 調査地域の概要

Fig. 2. Physiographical outline of the studied area.

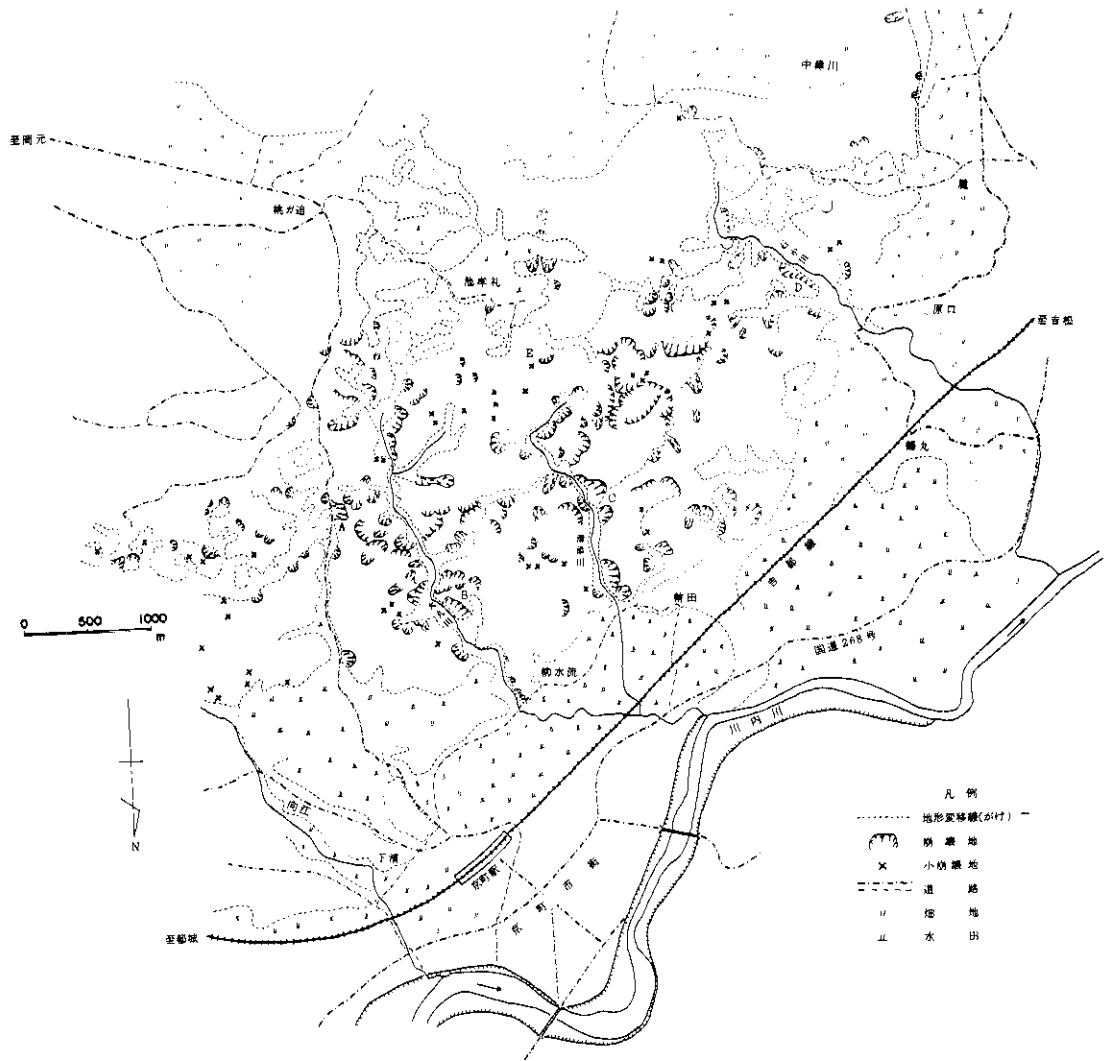


図3 えびの・吉松地区地震によるシラス崩壊の発生地点分布

Fig. 3. Distribution of collapses of "shirasu" due to Ebino-Yoshimatsu earthquakes.

この地域のシラスはわずかに成層するが、一般に無層理塊状のシラスが大部分である。場所によって軽石片の大きさおよび量が多少相違する。崩壊多発地帯のシラスは粗粒質と細粒質とに大別されるが、粗粒質のシラスが大部分を占める。粗粒質のシラスは径10 cm前後の軽石片を含む層であるが、大部分は径1~2 cm前後の小軽石片を含んだものである。溝添川および大丸川の上流地区に相当する南側の地帯には粒子の細かい灰砂質の

シラスが分布する。シラスの山腹崩壊は、粗粒質の地区で数多くかつ大規模に発生している。細粒質のシラスでは崩壊の規模が小さい。

3.2 シラスの崩壊状況

斜面は一般に40~60度の急傾面のものが多い。かつ、ここに山腹のくずれが非常に多く発生している。シラスの台地地帯では谷が複雑に入りこみ、過去の崩壊と侵食によって解析されたとみなされる特異地形が進んでいる。谷は平底谷の形状を呈

し、水田として耕作されている部分が多い。それぞれの崩壊形態は、斜面の比高・地形・岩質などの相異によってさまざまであるが、崩壊の大部分は斜面の“表層滑落型”である。多数に発生した崩壊の内には、岩盤に発達している割目に関連したものをわずかに認めたが、破碎帯型・地層面型

・節理型・崖すい型などと区分されるような性質の崩壊は発生していない。山腹斜面の崩壊断面は、模式的に表現すると図4に示すとおりである。一般に、シラスの崩壊は表層滑落型であり、斜面における風化帯発達の特徴を反映する。

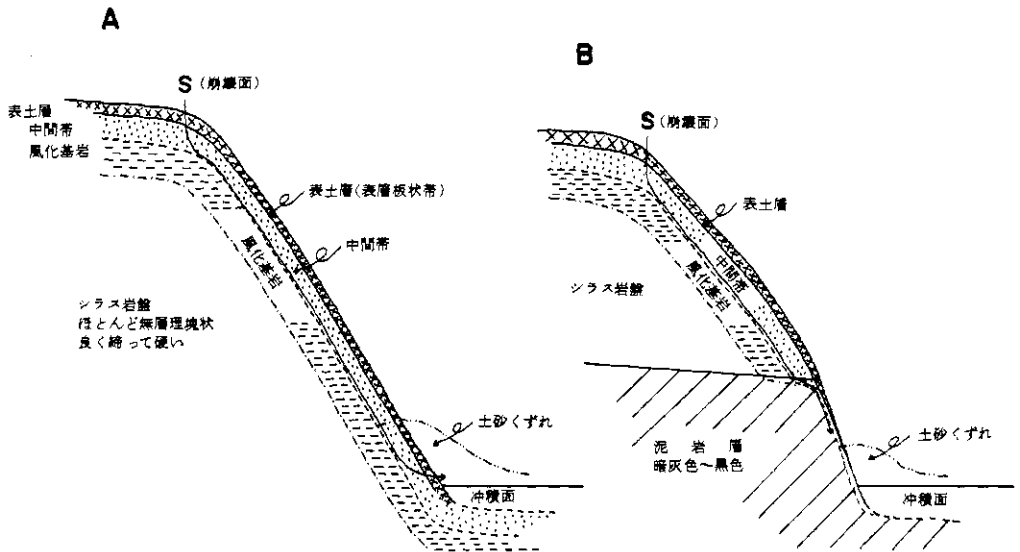


図4 シラス崩壊の模式断面

Fig. 4. Assumed profiles of collapses on steep slope.

① 表土層（表層板状帯）

表土層は植物の根系によって強く緊縛された板状帯として発達しており、シラスの風化帯を被覆している。これはシラスに由来するいわゆる土壌であり、腐植質の黒色ないし赤かっ色を呈する。シラス地帯では表土層が薄く、多少の相違はあるが一般に厚さは20～30 cm程度である。斜面および頂部には亜高木・低木および草類がよく発育している。植物の根系は深くのびず、横に広がる傾向が顕著に認められる。深根性と思われる根系すら深くのびていない。

シラス地帯で特徴的な表土層すなわち表層板状帯で構成されている。根系は傾斜・重力方向に土壤を支持して崩壊を防止している。崩壊に際しては、崩落した表土をささえ、かつ崩壊の拡大を防ぐ作用が大きい。しかし、強い地震による崩壊の

多発は、表土層の性状と中間帯の性質との相関が強く影響し合ったものとみなされる。

② 中間帯

中間帯は表土層と風化基岩との間に分布するゆるんだ帯状の部分であって、シラス岩盤のいちじるしい風化部に相当し、斜面崩壊の大きな役割をなしている。一般に灰白色を呈しているが部分的には黄かっ色に汚染されている。中間帯とみなされる部分の厚さは数10 cmから1 m前後である。斜面の肩部～頂部では斜面～脚部より多少厚い傾向がある。

中間帯とその下の風化帯とは明確に区分しがたいが、風化度と物性によってある程度区分して取り扱うことができる。崩壊跡の斜面について、ポケット・ベネトロメーターで貫入抵抗力を概査した結果によると、その硬さは8～10 kg/cm²を

限度としているようである。この方法では10 kg/cm²以上の硬さをもつ部分はほとんど崩れ落ちていない。しかし、これは簡易な方法で求めた数値に過ぎないので、他の本格的な現場試験によって崩壊硬度の特性が検討されるべきである。

③ 風化基岩(下部風化帯)

崩壊した跡には原岩ではなく、シラス特有のぼろぼろに崩れやすい風化岩が露出している。これは人為的には崩れやすい状態にあるが、中間帯のようにいちじるしくぜい弱ではない。全般的な風化帯の厚さは確認できなかったが、強い地震によって崩れ落ちない硬さをもつ風化帯を風化基岩とみなした。そしてこれは数10 kg/cm²あるいはそれ以上の貫入抵抗力をもっている。

④ 原岩

風化していないシラスはよく締っており、思いのほか硬いものである。原岩は相当強固で安定しており、一般にシラスが軟かいあるいはもろいといわれるのは風化帯が発達しやすいためであるとみなされる。シラス地帯ではマサ地帯(風化花こう閃緑岩)にみられるようないちじるしい深層風化は進んでいないようである。しかし、軽石質であるため表層風化は進みやすいものと考えられる。

3.3 崩壊物の性質

崩壊面および崩落の代表的なシラス試料を採取し、その粒度組成と岩石組織を調べた結果は表1のとおりである。粒度組成は粒径加積曲線および粒度分布柱状図に現われたような特徴を示す。土質の三角座標分類によると砂ないし砂質ロームの区分に属するが、大部分は砂の区分に含まれる。

(1) 粒度分布柱状図

この方法でわかり易く図示すると次のような特徴がみられる。

A型……この地帯でもっとも崩壊が多くみられる組粒質シラス(下涌層に相当する)の中で、崩壊状態におかれた中間帯の粒度組成から得られたものである。原岩の岩相および風化の程度によって僅かながら相違するが、主として細砂・中砂および粗砂の組合せからなる。このような粒度組成をA型とした。A'は表土層直下の赤かっ色シラスの試料であって、表土層の組成はこれに類似するかあるいはこれよりシルトおよび粘土が多い。そして74μ以下のシルト質を主とする細粒化が進んだものをA''とした。A-A''は砂防工事の廃土であり、中間帯と表土帯が混合した状態のもので

表1 風化シラスの組成 Table 1. Composition of weathered "shirasu" in the Ebino-Yoshimatsu area.

No.	試料採取地点	位置	粒度組成				mm	組織				P:Q:Rの比率	備考	
			シルト0.074以下	シルト0.074-0.25	細砂0.25-0.50	中砂0.5-1.0		粗砂1.0-2.0	細砂0.074-0.25	中砂0.25-0.50	粗砂0.5-1.0		細砂1.0-2.0	色相
1	下涌-砂分選直下のシラス入崩壊地点	A	11.6%	26.8%	26.4%	2.0%	2.7:1	3:6:1	4:5:1	8:0:2	2.0以上	白色シラス	一般的なものに軽石質が少なく、崩壊部の裏面、軽石が剥がれた部分	
2	"	"	17.0	34.4	26.2	6.8	3:6:1	3:6:1	4:5:1	8:0:2	2.0以上	灰褐色	(注)類似したシラスの褐色風化部	
3	"	"	42.6	32.9	16.8	0.0	5:5:0	4:6:0	7:2:1	—	—	—	一般的なもの	
4	丸山麓のシラス入崩壊地点	B	16.8	46.0	28.6	6.2	3:6:1	3:7:0	4:6:0	8:0:2	2.0以上	白色シラス	一般的なもの	
5	"	"	21.6	48.5	22.4	1.3	2:8:0	4:6:0	7:3:0	—	—	—	崩壊部の上で崩れたもの	
6	"	"	19.8	39.2	27.8	1.3	2:7:1	3:7:0	5:5:0	—	—	—	崩壊部の上で崩れたもの	
7	橋筋川流域のシラス入崩壊地点	C	5.6	26.0	26.4	2.0	2:7:1	2:7:1	5:4:1	9:0:1	9:0:1	9:0:1	一般的なもの	
8	"	"	21.7	14.9	27.3	4.8	2:6:2	3:6:2	2:6:2	2:5:3	8:0:2	8:0:2	崩壊部の割合に多い部分	
9	石小川流域のシラス入崩壊地点	D	36.6	42.8	3.8	4.1	2:9	8:2:0	6:4:0	8:2:0	8:2:0	8:2:0	崩壊部の割合に多い部分	
10	池平川。細粒質シラスの崩壊	E	54.0	42.3	2.2	1.1	0.4	4:6:0	8:1:1	8:0:2	8:0:2	8:0:2	崩壊部の割合に多い部分	
11	坂田地区。二在層状シラスの崩壊	F	5.0	58.7	28.5	5.5	3:6:1	4:5:1	6:4:0	—	—	—	崩壊部の割合に多い部分	

注 1. 粒度組成………ソメイ分け(水が理)による中・小・大の3分率。軽石は崩壊部を参照
 2. 組織………ソメイ分け(水が理)による崩壊部(崩壊部)による見掛け組織
 P:Q:R………多量(細砂)の割合
 —………多量(粗砂)の割合
 —………多量(シルト)の割合
 B………崩壊部および崩壊部

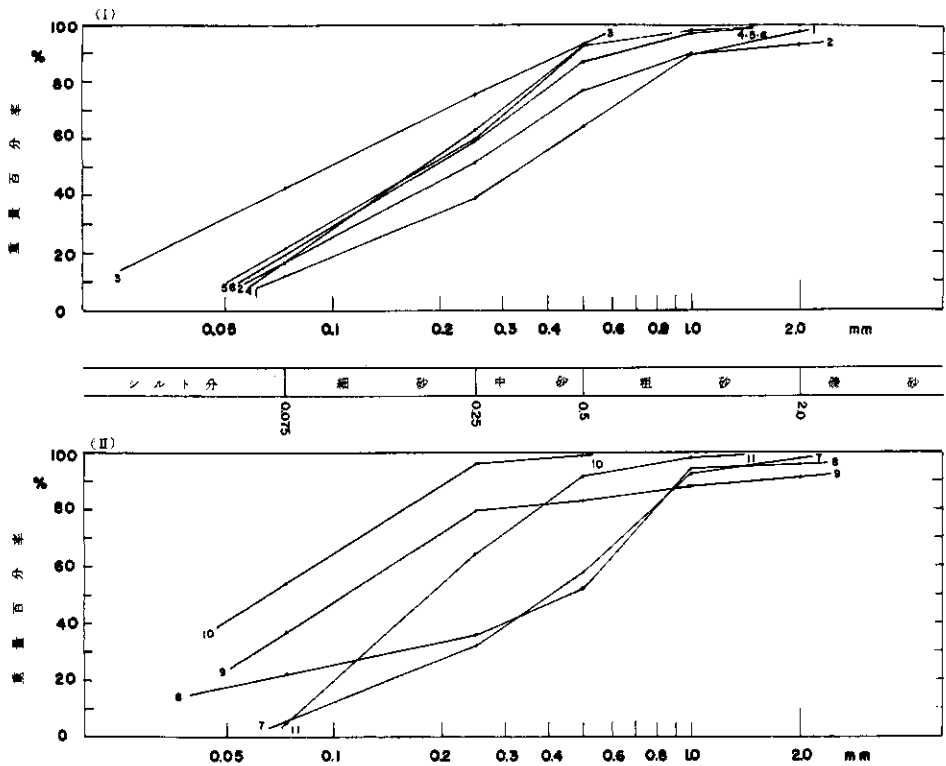


図5 粒径加積曲線

Fig. 5. Particle-size distribution curves.

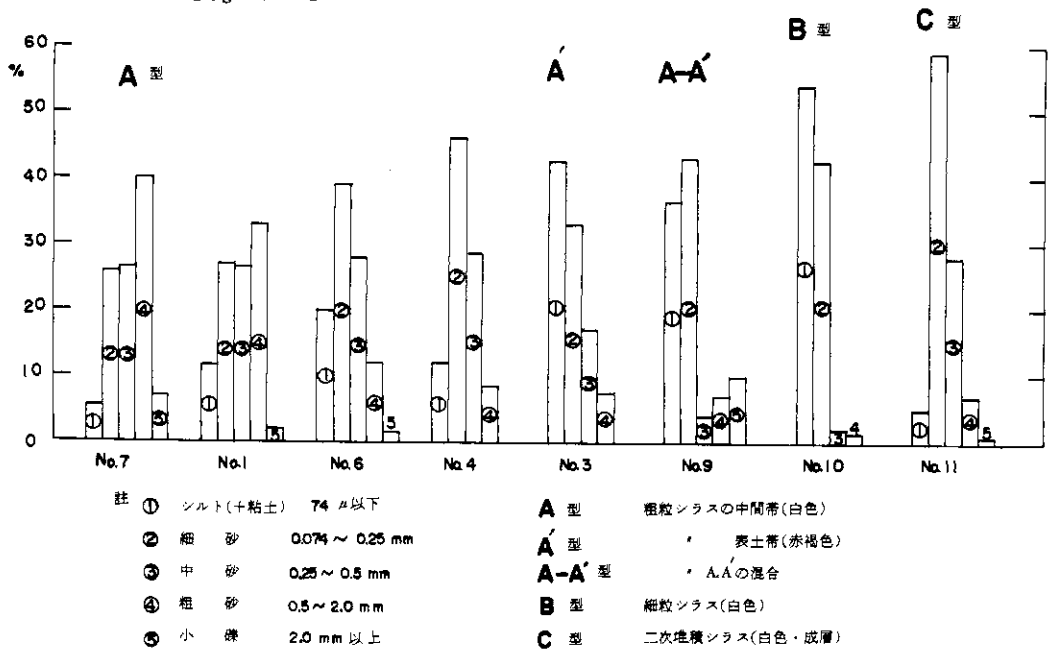


図6 粒径分布柱状図

Fig. 6. Size frequency of collapsed materials.

ある。

B型……… 灰砂状の細粒質シラス（昌明寺層に相当する）の崩壊物である。ほとんどシルトと細砂の組合せからなり、中砂および粗砂はきわめて少ない。

O型……… 成層が発達した二次たい積シラスである。中砂を伴った細砂を主としシルトおよび粗砂はきわめて少ない。

(2) 岩石組織

粒度組成の水洗フルイ分けを行った細砂・中砂および粗砂分について双眼顕微鏡による観察を行った。大部分は多孔質の軽石粒と遊離した石英粒とからなる。わずかながら硬い流紋岩片および黒色鉱物粒を含むが、その量は1割以下である。細砂および中砂では見掛上の遊離石英が多くなっている。軽石粒は多孔質の針状集合状を呈し、石英粒はきわめて不規則な無色透明のガラス破片状の形をなしている。遊離の石英粒は軽石質に付着ないし包蔵されていたものが風化によって分離したものである。

(3) 粘土鉱物

水ひによって粘土分を分離し、ガイガーフレックスによるX線回析を行った。石英および長石のピークはほとんど現われず、ハロイサイトによるものとみなされる回析線が $4.42\text{Å}-3.34\text{Å}-9.8\text{Å}$ 付近に現われた。風化による粘土鉱物はハロイサイトおよびアロフエンからなるものとみなされる。

4. 結 び

シラス地帯の地震による崩壊は、豪雨型の崩壊と発生の分布および形態がかなり異なる。しかし、崩壊をおこす風化帯の発達条件は類似している。シラスに関する研究、とくに風化と物性（力学・工学・対水的性質）の相関々係についての調査研究は崩壊の対策および予知に大きな示唆を与えるであろう。

(1) 無層理塊状の粗粒部で崩壊が多く発生した。灰砂状の細粒部では崩壊が割合に小さかつ少ない。岩質による崩壊の相違が認められた。

(2) 自然山腹の崩壊であり、いづれも斜面の表層滑落型である。崩壊斜面は表土層—中間帯—風化基岩—原岩の4層構造からなり、強い震度によって中間帯からくずれ落ちている。中間帯は細砂・中砂および粗砂の組合せからなるが風化しゆるんでいる。この砂分はほとんど軽石粒と遊離石英粒で構成されている。

(3) 崩壊の多発によりかなりの免疫性をもっているが、この地帯としては、強震によって崩壊が繰り返される危険がなお予想される。また崩壊跡は降水によってシラス特有の雨裂侵食が発生しやすい。崩壊したシラスの土砂は豪雨によって土砂流として流出される危険も予想される。これらに対する適切な対策が必要である。

なお、風化侵食に対して抵抗の弱いシラスは、この地域のみならずシラスの分布地域一般に亘り、強い地震によって崩壊する恐れがあり、とくに、地震と降雨が重なったような場合には大きな災害をおこす恐れがあるといつてよい。

参 考 文 献

- 伊田一善・篠山昌市(1951)：宮崎県加久藤天然ガス地質調査報告，地質調査所月報，vol. 2，No. 3。
- 伊田一善・本島公司・安国昇(1956)：宮崎県小林市付近天然ガス調査報告，地質調査所報告，第168号。
- 太田良平(1964)：シラス研究序説，地球科学，72号。
- 安藤武・黒田和男・三浦清(1968)：島根県大原郡地方における崩壊とそれに関連する花崗岩の風化機構について，防災科学技術総合研究報告，第14号。



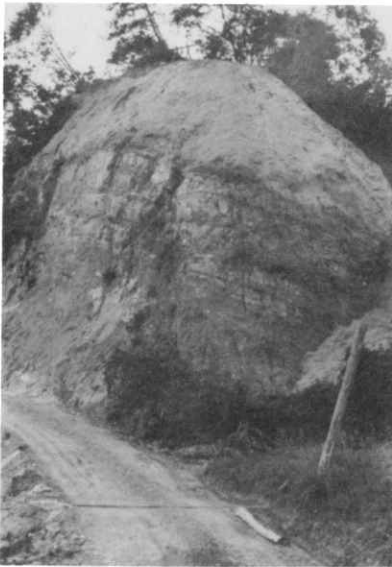
シラス台地の崩壊……強い地震によって規模の大きいシラス崩壊が発生する。対策として法切り張芝および脚部のような壁工を実施している。

写真 1
Photo 1.



小さな残丘がまる裸状に崩壊している。地震特有の崩壊を現わすものの1つと思われる。

写真 2
Photo 2.



台地
} 二次堆積シラス
砂礫層
シラス層
無層理塊状の一次シラス
雨袋侵食が発達しやすい
水田

段丘礫層地帯の崩壊

写真 4
Photo 4.

泥岩—シラス地帯の崩壊………下位は溝園泥岩層，上部はシラス層の組合せに見られる崩壊，主として上部のシラスが崩落する。

写真 3
Photo 3