

火山地域にみられる地盤災害とその評価(1) 霧島火山群地域にみられる崩壊型について

著者	露木 利貞, 金田 良則, 小林 哲夫
雑誌名	鹿児島大学理学部紀要. 地学・生物学
巻	13
ページ	91-103
別言語のタイトル	Geological Hazards and their Evaluations in Volcanic Area (1)-Types of Landslides in the Kirishima Volcanic Area
URL	http://hdl.handle.net/10232/00006932

火山地域にみられる地盤災害とその評価 (1)

霧島火山群地域にみられる崩壊型について

露木 利貞*・金田 良則**・小林 哲夫*

(1980年9月30日受理)

Geological Hazards and their Evaluations in Volcanic Area (1)
—Types of Landslides in the Kirishima Volcanic Area

Toshisada TSUYUKI*, Yoshinori KANEDA**, Tetsuo KOBAYASHI*

Abstract

Among geological hazards in the volcanic areas, the writers dealt with landslides in the Kirishima volcanic area, Kagoshima and Miyazaki Prefectures. The Kirishima volcanic area is a great composite volcano consisting of many volcanic cones. The volcanic activities began in the late Pleistocene and have continued until the present. Thermally altered zones accompanied by active fumaroles are found on the summits and the southwestern side of the volcanic area. The volcanoes were formed by repeated eruptions of lava flows and pyroclastics. Younger loose pyroclastics distribute in the eastern part of the area.

The writers classified the landslides in this volcanic area into six types as follows, by using the aerial photographs and the characteristics observed in the field.

- (1) Surface slips of the Ito pyroclastic flow deposits ("shirasu" and welded tuff)
- (2) Slides or slips of surfacial pyroclastic layers (layers of scoria, pumice and volcanic ash)
- (3) Landslides which occur in the altered regions.
- (4) Slides or falls on the steep slopes at or near crater wall.
- (5) Surficial slides which occur side-slope of the volcano.
- (6) Landslides occurring at the front or border of lava flow or tuff breccia.

In the present paper, the landslides occurred at Karakunidake, Tearai, Shinyu and Maruo in the Kirishima area are described and discussed briefly. Landslide at Karakunidake happened on the northwestern foot of this volcano, making horseshoe shaped collapse, 300 m in diameter, and flow mounds of E-W trend. At Tearai, detritus slide of creep type occurred in 1971, and caused steam explosion and debris flow. Landslide at Shinyu occurred by torrential rainfall in 1954 and caused disaster. Maruo is also in thermally altered zone, and landslides of creep type have occurred several times in rainy seasons. Many traces of past landslides are recognized on the ground forms of this district.

1. ま え が き

火山地域にみられる災害には、直接火山噴火に伴う一次的なもの、ある時間を経過して発生する二次的ないし続発的なものがある。前者は、高温な溶岩や火山碎屑物による埋没・焼

* 鹿児島大学理学部地学教室 Institute of Earth Sciences, Faculty of Science, Kagoshima University,

** 川崎地質株式会社 Kawasaki Chishitsu Co.

失,さらには高温ガスによる枯死などが主なものであるが,噴火に伴う地震や地変に起因する直接・間接の災害もこれに含まれる。一方後者は,斜面に堆積した一次的な火山砂礫が流出する泥流・土石流,また噴気変質帯に多くみられる火山性地すべりや溶岩類の崩壊など,侵食過程に属するものがあげられる。直接火山噴火に伴うもので急激かつ激裂な場合,きわめて大規模な災害となりうることは,内外のいくつかの火山噴火の記録にも生々しい。しかし,大きな災害をもたらす火山噴火は,特定の火山で,しかも何十年,何百年の休止期をはさんでおこることが多く,発生頻度としてはむしろ少ない。一方,現在の火山体は,それが溶岩流によって構成されているものにしても,あるいは火山碎屑物の集積によって形成されているものでも,その生成時点においては全く侵食されていない原地形であったわけである。しかし旧地形面を覆うルーズな降下火砕物質は,その後の侵食に対してはきわめて弱く,容易に崩壊する。溶結した火砕堆積物もその上部や下底部は溶結度が低く,溶岩流にしても割れ目や節理が発達し,ことに溶岩流の縁辺部においては崩壊しやすい。これらの噴出時においては未植生地であること,噴気孔・硫気孔,温泉作用などによる変質作用の進行など,いずれをとっても崩壊素因となりうるものである。したがって,新しい火山体は,非火山地域や古い火山地域と比較すると,その侵食・崩壊の様相も異なり,一般に進行も急速でその程度も大きいと予想される。

著者らは火山地域にみられる地盤災害の研究の一環として霧島火山群地域をえらび,そこに見られる崩壊・滑落・地すべりなどについて,特に地質地形条件との関連において考察を行なった。

2. 地質概説

霧島火山群は鹿児島一宮崎県境に位置し,北西一南東に長い楕円形の地域を占めており,大小20あまりの火山からなる。ここは加久藤カルデラの南縁にあたり,霧島火山群は「後カルデラ丘群」と考えることができる。霧島火山群の地質については,沢村・松井(1957)の総括があり,その後今日まで大きな変更はなされていない。近年,絶対年代値の集積や各地点でのボーリング資料による地下構造の推定もなされつつあり,より具体的な霧島火山像がつくられつつある。しかし現在のところはまだ新しい知識の集積段階であり,これらを総括するまでには至っていない。ここでは霧島火山群に関する最近の知見を概略的にまとめ,地質の詳細については別の機会にゆずることとする。

霧島火山群の基盤は四万十層群に属する堆積岩と更新世初期ないし中期の火山岩類からなる。この火山岩類は加久藤安山岩類(太田・沢村,1971)とよばれ,加久藤カルデラ壁を構成する火山岩類と対比されるものである。

霧島火山群の火山活動の時期をここでは古期と新期に二分した。古期は栗野安山岩類に代表される溶岩流と火砕岩類の噴出期である。これらは基盤(加久藤安山岩類)の高まりの上に噴出したため,外観上は広大な火山体を形成したと思われる。噴出年代は確定的でないが,フィッシュン・トラック法により約15万年前という測定値がでている(山崎他,1979)。加久藤カルデラの形成年代は6~11万年前(FUKUOKA,1974,西村・宮地,1973,1976)と推定されており,これによると古期の火山活動はカルデラ形成以前ということになる。新期の火山群には入戸火砕流堆積物(2.2万年前)より古いものから,現在活動中のものまで含まれる。このうち比較的早期に活動したと思われる蝦野岳付近からの溶岩流は, ^{14}C 年代で約2.8万年前である(太田他,1976)。新期火山活動の初期を示す絶対年代値はいまのところ他にはなく,正確なことは今後の研究を待たなければならないが,古い火山体でも火山地形がよく保存され

第 1 表

	北 西	南 東	
新 期	硫 黄 山 不 動 池	新 燃 岳 大 幡 山 (新 期 溶 岩 流) アカホヤ火山灰層	御 鉢 御 池 6,000 Y.B.P.
	白 紫 池	中 岳 韓 国 岳	高 千 穂 峰
	飯 盛 山 こしき岳 六 観 音 池	入 戸 火 碎 流 堆 積 物	22,000 Y.B.P.
	大 浪 池	丸 岡 山 大 幡 山	
古 期	白 鳥 山 蝦 野 岳	夷 守 岳	二 つ 石
	栗野安山岩類 獅子戸岳 湯の谷岳 烏帽子岳		
加久藤火山岩類			

ていることから、新期の火山活動の開始時期は数万年前 (5~6 万年?) と考えられる。

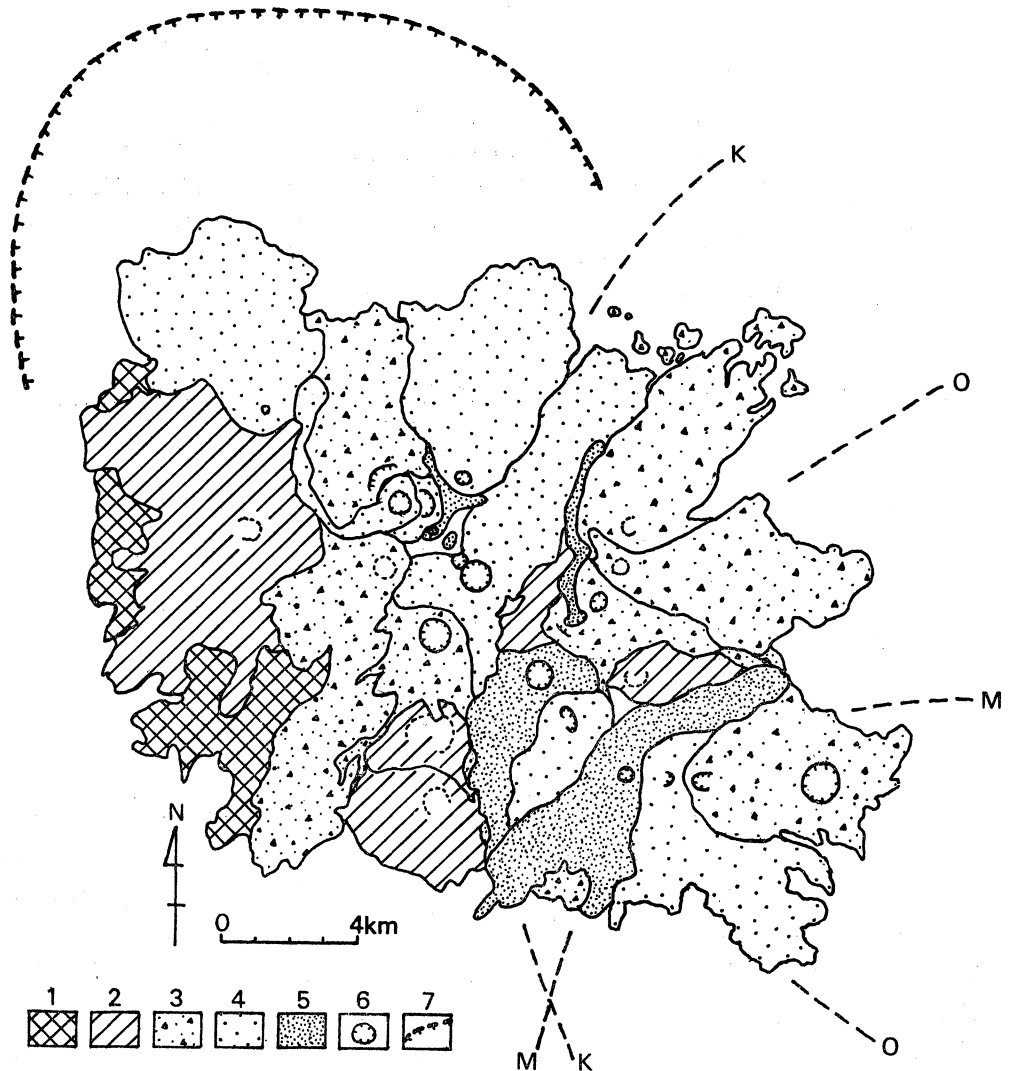
霧島地域には、鍵層となる火山灰層としては、入戸火碎流堆積物の他にアカホヤ火山灰層 (当地区では牛のすねロームとよばれ、およそ 6,000 年前) があり、新期火山群はこれを挟んで便宜上三分できるが、当火山群の活動期を区切るものではないので、ステージ分けはしなかった (第 1 表, 第 1 図)。なおこの図表中で大浪池が入戸火碎流堆積物より古いとしているが、これは岡田 肇氏 (都立大) の調査による。新期の火山群には、新燃岳のように 6,000 年以前から活動が続いているものから、一回限りの噴火で終わったものまでその寿命はさまざまであるが、いずれも単成火山と考えられる。火山体を形態で分類すると、マール、溶岩流、火山碎屑丘 (軽石丘, スコリア丘で溶岩流を伴う)、成層火山がある。火山碎屑丘や成層火山体を構成する降下火碎堆積物は強く溶結している場合が多い。

霧島火山群のテフラは特に東方山麓に厚く堆積しており、多数の fall unit が識別される。第 1 図には、このうちの代表的な例として、小林軽石層 (韓国岳噴出物)、高原スコリア層 (御鉢噴出物)、御池軽石層 (御池噴出物) の分布を示した。

霧島火山群の火山活動は有史以降も激しく続けられ、30 回以上の噴火記録がある。噴火によって溶岩を流出させたという正確な記録は残っていないが、硫黄山と御鉢は有史時代に溶岩を流出したと考えられる。

3. 崩壊地点の分布と地域性

崩壊の原因としては豪雨によるものがおもであるが、その素因としては、地形・地質条件が大きく関与していると考えられる。これを検討するため、霧島火山地域の崩壊地点を航空写真によって選びだし、その分布状況を検討し、地形・地質・植生などとの関係を見ることにした。1976 年撮影のカラー航空写真を見ると、新しい崩壊地は裸地あるいは非植生地として容易



第1図 霧島火山群地質概略図

1: 加久藤火山岩類, 2: 古期火山岩類 (栗野安山岩類), 3: 新期火山岩類 (入戸火砕流堆積物よりも古い火山岩類), 4: 新期火山岩類 (入戸火砕流堆積物とアカホヤ火山灰層間の火山岩類), 5: 新期火山岩類 (アカホヤ火山灰層よりも新しい火山岩類), 6: 火口, 7: 加久藤カルデラ縁

K: 小林軽石層 (韓国岳), M: 御池軽石層 (御池), O: 高原スコリア層 (御鉢)

に確認できる。しかしその規模、崩壊土量についての詳細や崩壊発生の年度などについては明らかでない。さらに大規模な崩壊地でも、その後植生が育っているものは含まれないし、逆に小規模なものでも、明瞭に判読しうるものは入っている。また高千穂峰、御鉢、新燃岳、大浪池、韓国岳など、火山頂部にみられる火口壁内外のヒダ状ガリ侵食ないし崩壊についても、新鮮なものはこれを選んだ。その結果、大小750個所におよぶ崩壊地点を数えることができた。これらを検討した結果、次のような一般的傾向と特徴が認められた。

(1) 当然のことであるが、斜面にみられる崩壊である。発生部位は、火口の内外壁の急斜面にみられる崩壊と山頂円錐部の外側斜面に発達するヒダ状ガリなど火山頂部急斜面にみられるものと、侵食谷の両岸斜面(きわめて小規模な谷地形を含めて)が溶岩流の末端斜面に発生

しているものに区別される。このことは現在当地域にみられる谷地形が、長期間にわたってくり返されてきた崩壊侵食の集積結果であることを考えると当然のことであり、また将来にわたっても、今とほぼ同じ頻度で大小の崩壊は発生し、侵食が進行していくであろうことを示唆している。

(2) 霧島火山群の主峰をなす韓国岳、大浪池、新燃岳、御鉢、高千穂峰などは、ほぼ北西—南東方向に配列している。このほかの多くの火口から噴出した多量のスコリアや軽石なども、主峰から噴出した降下火砕堆積物と同じく、火山群の北東から南東方向に厚くかつ広範囲にわたって成層して分布する。一方主峰列の西ないし南西側には粘土変質帯が広くみられ、現在も蒸気温泉域が存在するが、東側にみられるスコリア・軽石層は少ない。なお霧島火山地域にも、周辺部には加久藤・始良両カルデラ起源の『シラス』や溶結凝灰岩など火砕流堆積物が分布する。

これらの地質条件を反映して、当然ここにみられる崩壊型にも差が認められる。北東および東部地域の崩壊は、最表層部を地形面に沿って覆うスコリア・軽石などの降下火砕堆積物そのものが崩壊源になっているものである。したがって崩壊は旧地形面に沿って発生しているが、新しい切取斜面に直接これらが露出している部位にみられる。航空写真の判読からも、また現地調査からも、これに属する崩壊は発生頻度が高いが、表層滑落型のものがおもで、崩壊土量も少ないことが特徴としてあげられる。しかしスコリア層が厚く堆積している夷守岳山頂斜面や大幡山山頂部、高千穂峰山頂部の長大斜面では、比較的規模の大きい表層滑落型崩壊が発生している。

いわゆる火山性地すべりとよばれている火山変質帯にみられる崩壊、地すべりは、霧島地域においては変質帯の分布する西および南西部に生じている。いまま噴気孔・硫気孔・酸性温泉を伴う地熱変質帯では、粘土化帯・珪化帯がみられ、植生を欠き、大小の崩壊・地すべりを発生しやすい多くの素因を内包している。地熱変質帯にみられる下流に開いた馬蹄型凹地形は、過去の地すべり・崩壊と軟弱粘土化部の侵食によって生じた特徴ある地形である。

一方、霧島火山群の山麓部周辺には、南九州に広くみられる『シラス』・溶結凝灰岩が分布する。『シラス』の崩壊については、すでに多くの研究がなされているが、当地域のものも豪雨時に発生する『シラス』上部の風化部位が崩壊発生源となっているものが大部分である。

(3) 霧島火山群の南部には、古期火山活動の時代に生じた烏帽子岳・湯の谷岳が存在するが、これらは新期のものにくらべて侵食も進み、河谷の発達もよく、また崩壊地の分布密度も高い。湯の谷岳には、径 1.5 km におよぶ侵食された旧火口も地形的に確認することができ、一部には変質帯も分布している。烏帽子岳と同様に、火山砕屑物の占める割合の大きいこれら火山体においては、今後ともこのような崩壊侵食の傾向が続くであろう。

(4) 霧島火山群では、有史と推定される溶岩流はもちろん、新期火山活動時に流出した溶岩の多くも、溶岩流特有の地形を明瞭に残している。一つの型の崩壊はこれら溶岩流先端の舌状部の急斜面に多く発生するが、側縁部にも多い。溶岩流地形が残存している場合には、当然このなかを貫流する大きな侵食谷は未発達であるため、崩壊侵食はその周縁部から進行していくはずである。さらに溶岩流、ことに安山岩質塊状溶岩の末端部や周縁部は自破碎状を呈することが多く、このような一般的な性状もその素因の一つとなっている。

一方、大浪池・韓国岳の山体斜面においては、崩壊地点がきわめて少ないことも特徴的である。これらは両火山とも、強く溶結した降下火砕堆積物が火山体の大半を占めている構造によると考えられる。そのため、火砕岩の末端部以外では、下刻侵食が容易には進行せず、火砕岩

の下底にまで侵食谷が発達していない。このような条件のもとでは、今後とも大きな崩壊をくり返すことはないであろう。

(5) 崩壊の発生と植生との関係は、かなり良い対応を示し、ことに新しい伐採地域や幼令林地域に新しい崩壊発生例が認められる。

(6) 今回、航空写真を用いて判読した霧島火山群地域の崩壊地点 750 ケ所について、上述の区分にしたがって分類すれば下記ようになる。しかしこれはあくまで傾向を示す概数であり、いずれに分類すべきか判読しがたいものも少なくない。

シラス、溶結凝灰岩の崩壊	80 (11%)
——周辺部の火山山麓にみられる 変質帯に発生している崩壊	50 (6%)
——西および南西部に多い 火砕堆積物の表層滑落型崩壊	200 (27%)
——東および北東部に多い 火口周縁部のヒダ状ガリ崩壊	40 (5%)
——新燃岳・御鉢など 山頂部位の大型斜面の崩壊	60 (8%)
——夷守岳・大幡山・高千穂峰など 一般の火山岩類の崩壊	320 (43%)
——溶岩流・火山砕屑岩の崩壊	

以上、霧島火山地域に認められる崩壊の分類を行なったが、次にそのなかで最近発生した崩壊・地すべりについて 4 例を選んでやや詳しく記載する。

3. 崩壊・地すべりの具体例

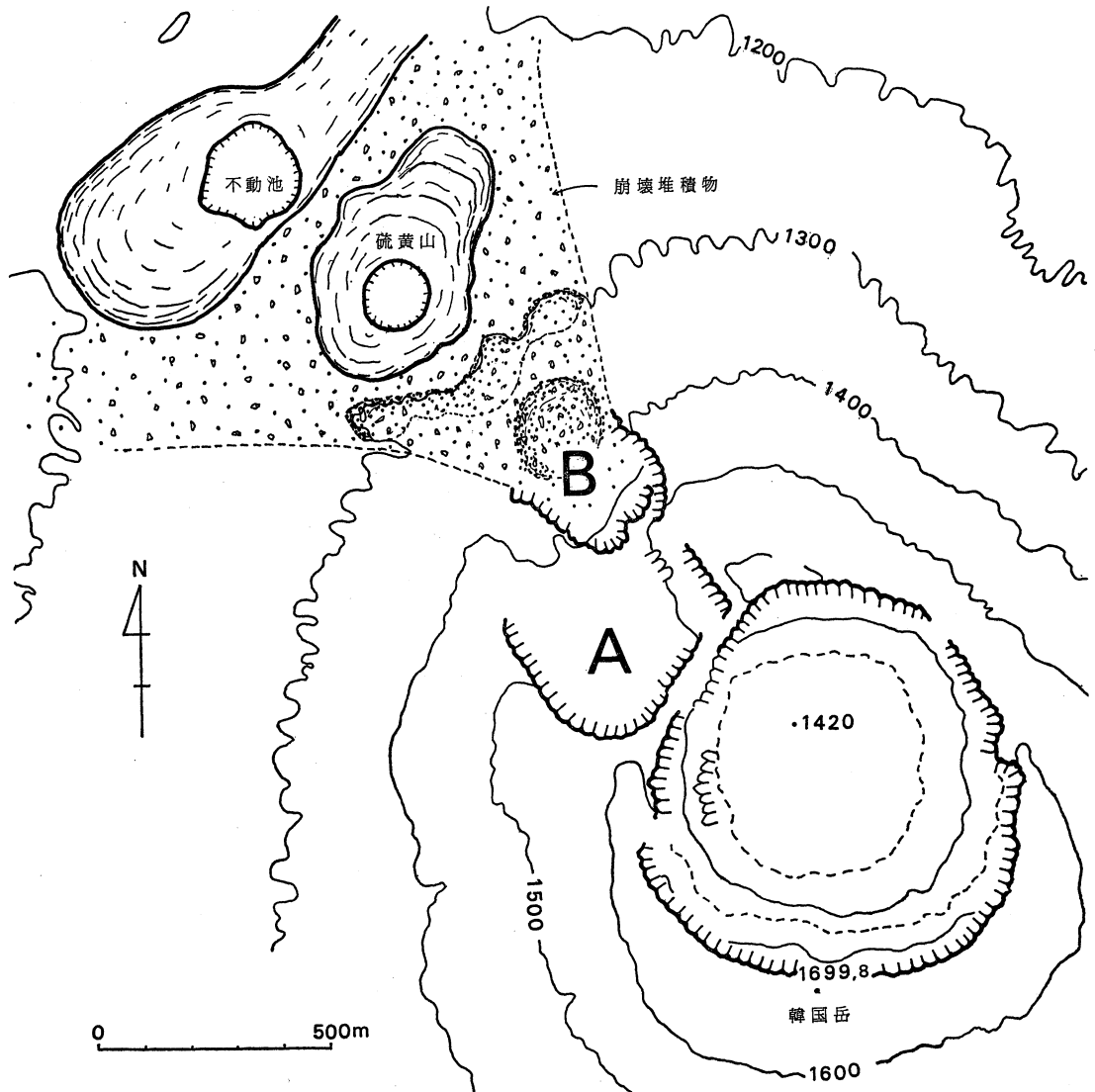
(1) 韓国岳北西部の崩壊

霧島火山群には、崩壊によって生じたと思われる地形がいくつか見出される。しかし、その多くは古い時代のもので、崩壊堆積物を確認することはできない。しかし韓国岳北西部の崩壊地形は明瞭であり、崩壊堆積物も保存されているため、やや詳しく調査を行なった。

韓国岳は霧島火山群中の最高峰 (1699.8m) で、径 800m の大火口をもつ火砕丘である。山体の急傾斜部は強く溶結した降下火砕堆積物で占められているが、山復から山麓にかけては溶岩流が広く分布している。山体部の溶結火砕岩は 3 つ以上の cooling unit からなる。溶結部には柱状節理が良く発達しており、遠望すると溶岩流と類似している。

崩壊地形および崩壊堆積物の分布を第 2 図に示す。A は馬蹄型を呈するが韓国岳の側火口であり、B が崩壊地である。崩壊した岩塊は硫黄山との間に流れ山をつくって分布し、崩壊頂部では白色ないし青灰色の粘土化が著しく、CO₂-味の少量の湧水もみられる。流れ山地形は最大比高 30m に達し、比高数 m 以上のものがほぼ東西に 3~4 条みられる。構成岩塊の径は最大 10 数 m におよぶが、一般には 10m~3m の溶結火砕岩である。

崩壊の時期については明らかでないが、小田 (1921) は、B 点で明治 30 年代に大規模な崩壊があったことを述べており、沢村・松井 (1957) もこの見解に従っている。しかし著者らの調査では、崩壊堆積物は硫黄山の溶岩流におおわれていることが確認された。それ故、B 崩壊

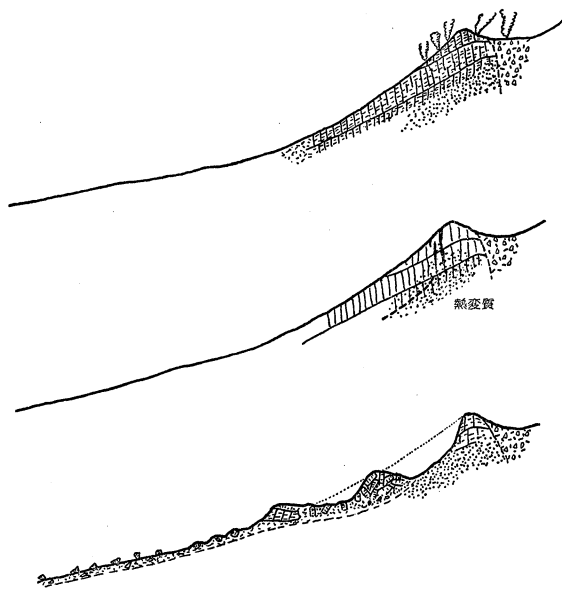


第2図 韓国岳崩壊堆積物の分布図

地では、硫黄山形成以前と明治30年代の少なくとも2回の崩壊があったと考えられる。最後の崩壊時より数10年を経た現在もなお、地形的にも、また植生からも崩壊岩塊の分布を十分に追跡することができる。B崩壊部からの推定土石量は約500万 m^3 で、磐梯山(1888)の1.2 km^3 、雲仙眉山(1792)の0.34 km^3 などと比較すると、規模はきわめて小さい。このようにB崩壊地形は、側火口部における変質地すべりを基にした崩壊現象により形成されたものである(第3図)。

(2) 手洗温泉における水蒸気爆発

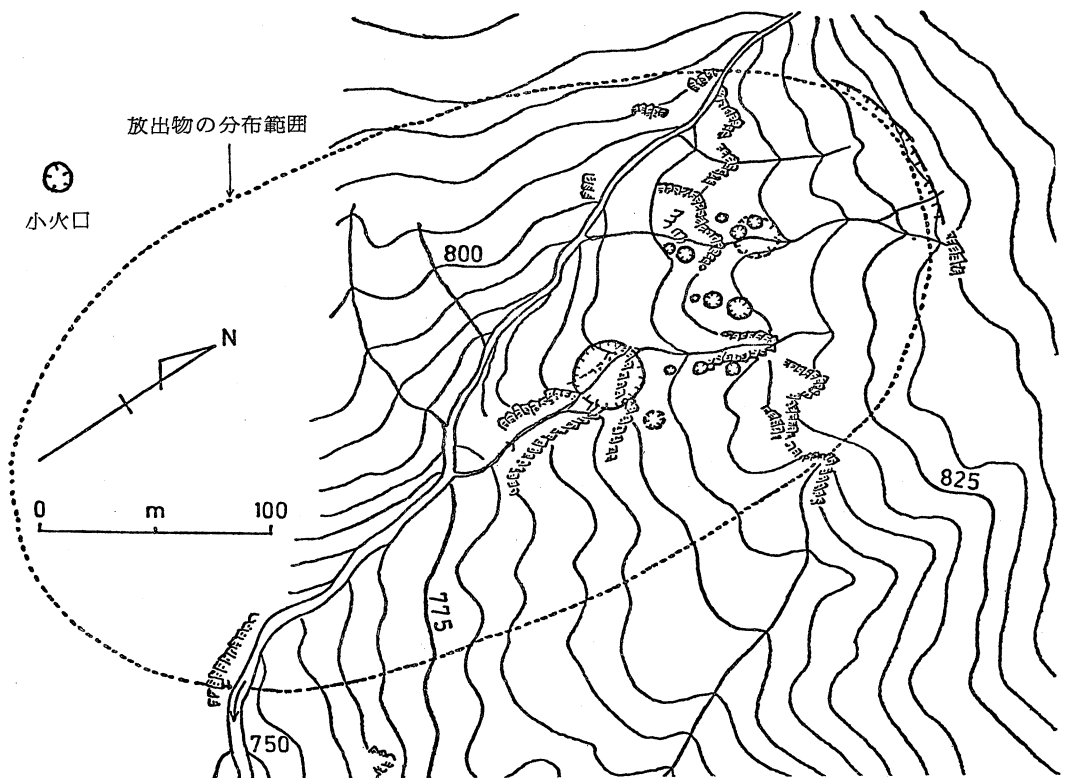
昭和46年8月3~5日にわたり霧島火山の南西部では、台風19号による1100mmもの豪雨があり、各地で大小の崩壊がおきた。そのなかで、手洗温泉の地熱変質帯においては、地すべりに起因した水蒸気爆発が発生し、高温砂泥を噴出し、径400mの範囲に飛散したため、このなかの生木の多くは樹葉が黄変し、中心部に近い樹木は樹皮がはがれ、あるいは倒れるなど大きな被害を生じた。霧島地域のみに限っても、手洗をはじめ、丸尾、新湯、栗野岳、硫黄谷な



第3図 韓国岳崩壊発生模式図

ど多くの類似の地すべり地形を伴った地熱変質帯が存在しており、今後ともこの種の水蒸気爆発のおこる危険性は十分に予測される。このような意味から、やや詳しく述べることにする。

当地域は、地形的には南方にひらいた馬蹄型の凹地を形成し、その頂部は30mの急崖をなし、全体として地すべり地形を呈する(第4図)。古期および新期の火山岩類の分布境界付近に位置し、溶岩と凝灰角礫岩の互層で構成されている。凹地内300mには多数の噴気があり、これとともに温泉も湧出しており、当地域一帯は火山性噴気変質帯である。温泉造成のために人工的に噴気井が掘さくされており、その数も10を数える。中心部で噴気孔の密集した部分



第4図 手洗温泉地区での水蒸気爆発火口群および放出物の分布図

に近いほど激しい変質作用をうけている。粘土鉱物としては、モンモリロナイト・クリストバライト・石英・黄鉄鉱・メタハロイサイトのグループと、カオリナイト・明パン石グループがあり、山崎・林(1975)の中性卓越型~中性型に分類される。中性ないし弱酸性の温泉(PH

5.8~6.3, 28°C~42°C) の低温泉が地すべり堆積物下底から 200l/min 湧水するほか、頂部崖下にも低温 (21°C~25°C) の弱酸性 (PH 4.0~4.5) の湧水が少量認められるが、硫気孔は認められない。

崩壊地域には、現在でもその頂部崖下には幅 1.0~1.5m のクラックが 20~30m にわたって数条追跡され、地すべり岩塊も認められる。このクラックに降水および湧水の一部が今も直接浸入している。

46年8月の水蒸気爆発の発生直前に(おそらく数時間以内) 東部において崖崩れが発生し、大量の土石流が当時現地にあった一軒家を襲っている。その直後水蒸気爆発がおこっていることから、豪雨による全域的な地すべり現象がこの地域にまず発生し(頂部崖下にみられるクラック群もこれに伴ったものである)、その東部の噴気・粘土化帯が表面的には顕著でない部分では土石流として表層の土石が崩壊して下流に流動したが、噴気現象の著しく粘土化が進んでいる西部においては、緩慢なクリープを行って滑動を生じたものと考えられる。このため西側においては、従来活発な活動をしていた噴気孔の地表に通ずる縦の噴気道が切断あるいは閉塞される現象がおこったため、表層下方における蒸気圧が増大し、小規模な水蒸気爆発を生じたものと思われる。現在は侵食によって破壊され当時の状況は失なわれてしまったが、新鮮な時は、あたかも月面のクレーター群を見るような景観を呈していた。「火口」の最も大きいものは、径 20m に達するが、数 m のものも 7 個見られた。これら「火口」の深さで最も深いものでも 5m であったことから、この爆発がきわめて地表に近い部分の数ヶ所で、ほぼ同時に、また同じ機構によって生じたことは明らかである。

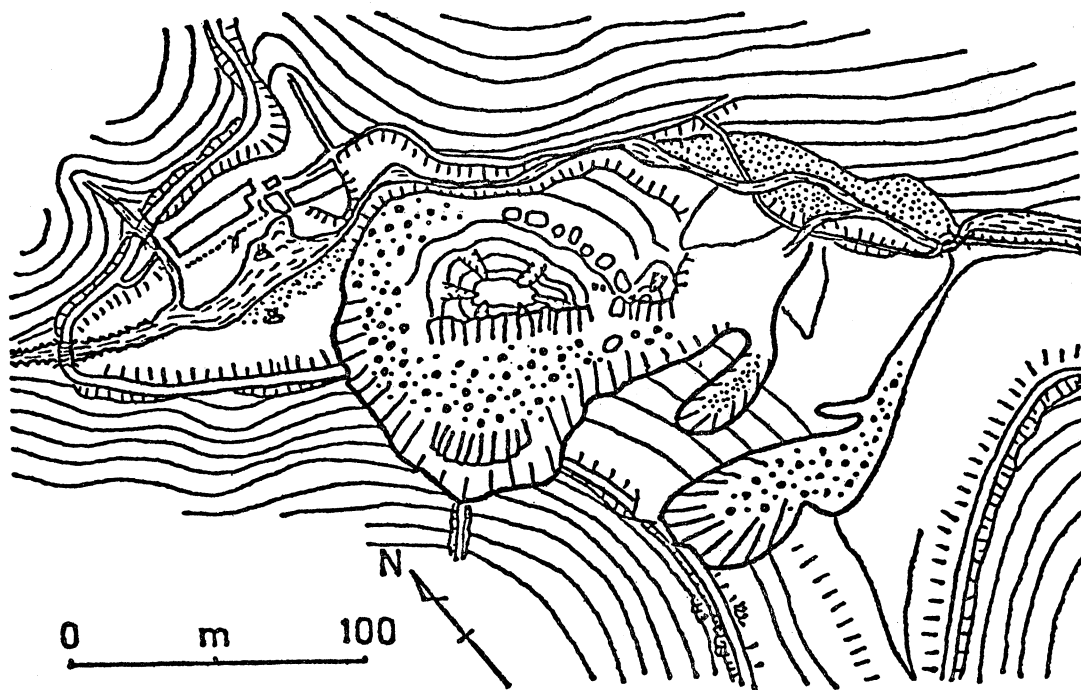
一種の変質帯にみられる豪雨時の地すべり現象であるが、噴気活動の激しい場合には、蒸気通路の一時的な閉塞に起因する急激な爆発をおこし本例のような思わぬ災害の発生することがある。露島火山地域内においても、2, 3 の地点があげられ、また雲仙地域、別府地区その他においても、このような機構による小規模水蒸気爆発のおこる可能性も将来とも十分考えられる。

(3) 新湯の地すべり

昭和 29 年 8 月 18 日、台風 5 号に伴った豪雨によって地すべりが発生し、旅館が埋没して 9 名の死者をだした。これと類似の崩壊は、これ以前にも付近で発生している。すなわち昭和 17 年 8 月 24 日、硫黄谷に発生したものは旅館を直撃し、死者 16 名に達し、また昭和 24 年 8 月 16 日には、同溪谷において別の地点で崩壊し、同じく旅館と宿泊客 34 名の犠牲者をだした。これらにはいくつかの共通点があげられると思われるため、新湯の例を示して略述する。なお、新湯の地すべりについては波多江 (1956) により詳しい調査が行なわれている(第 5 図)。

本地域の基盤岩は古期の栗野安山岩類であり、これをおおって大浪池起源の火砕岩が広く分布し、最上部には多数の火山灰層がおおっている。崩壊した岩塊の大半は溶結した火砕岩部である。

崩壊地付近一帯は変質が著しく、現在も弱い噴気孔・硫気孔が存在し、硫化水素泉が湧出している。崩壊地点においては、変質は下位の安山岩に著しく、粘土化が進んでいるが、その上位にある火砕岩にはほとんど及んでいない。したがって、粘土化した部分が不透水層を形成し、かつその斜面が地表面の傾斜ともほぼ一致しているため、この面が滑動面となって地すべり型崩壊がおこったものである。昭和 29 年の急激な崩壊以前からこの傾向がみられ、昭和 26 年夏以来、道路には亀裂が入り、凹地ができていたという。このような事実から、火山変質帯における急激な崩壊も、少なくとも 3, 4 年以前から注意してみると、その前徴があらわれていたのであり、台風による豪雨に際し、臨界点をこえて災害をもたらす崩壊となったものといえる。



第5図 新潟の地すべり崩壊地形図 (波多江 (1956) を簡略化)

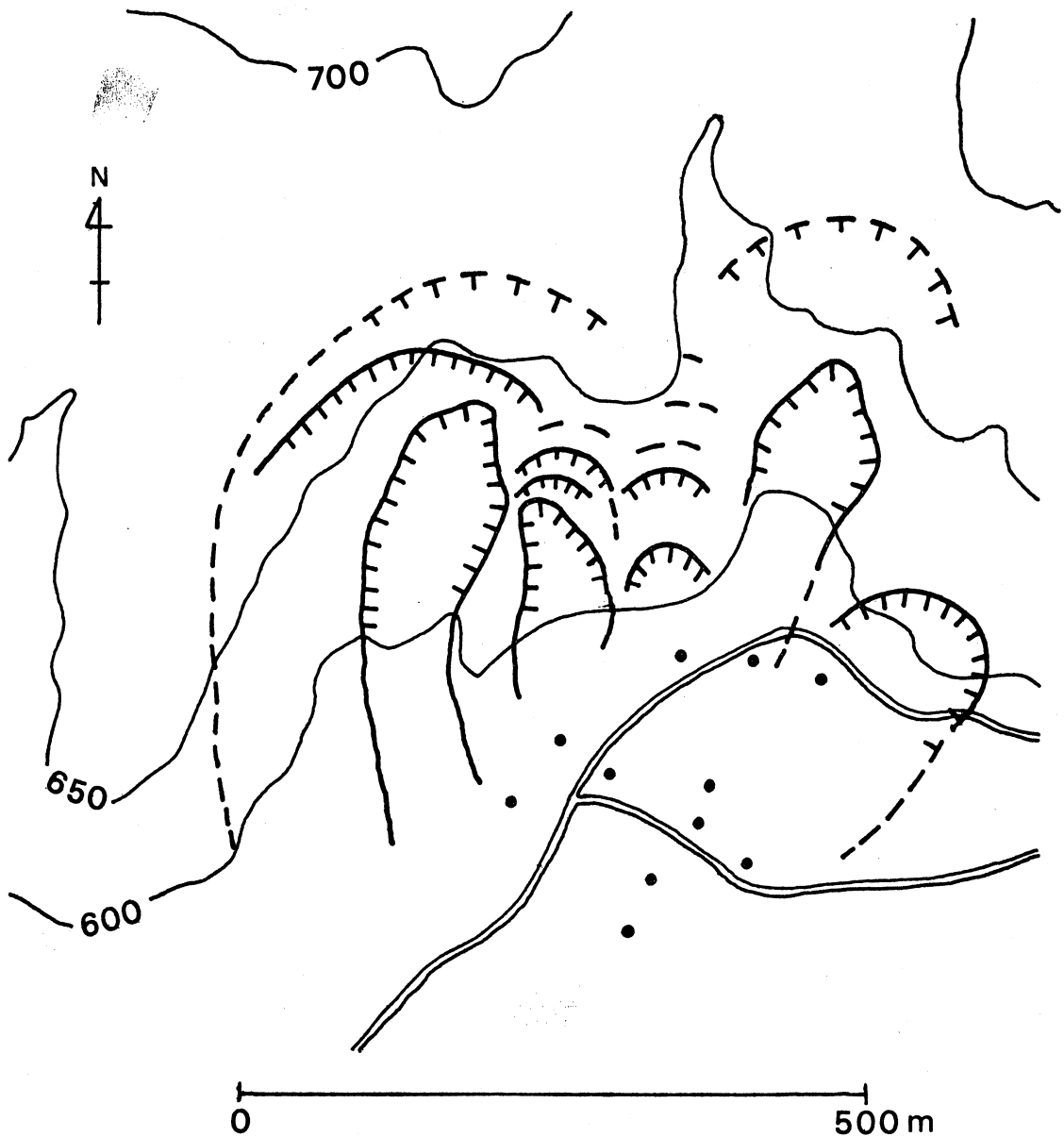
粘土化した変質帯をおおって未変質の硬岩がかぶっている場合、ことにその境界面が傾斜し谷部に露頭としてあらわれているような状況下では、常にクリープ型の緩慢なすべり、および豪雨などによる急激な滑落、崩壊のおこりうる危険性を胚胎している。

(4) 丸尾地区の地すべり

霧島火山群南西部の変質帯分布域にあり、硫黄谷、栄之尾に連なる変質帯である。地形的には南方にひらいた馬蹄形を呈しているが、その南縁では両岸がせまく、変質が著しく、粘土化のすすんだ部分だけが小盆地をなしている。このような地形について、小田 (1921) は爆裂火口であるとしているがその確証はなく、むしろ侵食と地すべり、あるいは手洗型の小規模な水蒸気爆発をくり返してできたものと考えられる。

地質的には新期の火山岩類が分布する地域で、付近一帯は噴気のみられる地熱変質地帯である。そのため安山岩類は著しく変質し、白色粘土化している。このような変質帯にもかかわらず、丸尾地区には大規模な崩壊型の地すべり災害は記録されていない。しかし霧島火山地域内で明瞭かつ規模の大きい地すべり地形がみられ、地すべり指定地ともなっている。霧島温泉群の中心で、温泉も多く、観光施設も集中しているため、砂防・地すべり対策工事も実施されてきた。

地すべり地形は、全体として一つの円弧状地形を呈するなかで、いくつかのブロックに区分できる(第6図)。またその頂部においては、幅0.2~1.0m、落差0.3~2.0mの地割れや小断層が地表の小凹凸として追跡できるところもある。昭和29年、新潟地すべりを発生させた豪雨に際し、丸尾地区でも県道上に亀裂を生じ、また一部変質土塊の押出しによる擁壁の破損がみられた。その後も変質土のわずかな押出しと小規模の崩壊は認められるが、大規模な移動は発生していない。しかし昭和30年、地すべり防止のために100本に達する水抜き横孔が10~30mの長さで掘さくされ、その後も50数本の追加が行なわれ、現在もその一部からは毎分數



第6図 丸尾地区の地すべり分布図 黒丸は温泉または噴気位置

ℓ～数 10 ℓ の微温泉の湧出をみる。また当地区では温泉地の発展に伴って多数の蒸気井 (50～300m 深度) が掘さくされ、往時存在した自然湧出泉は枯渇し、また自然噴気量も激減するに至った。このように水抜き工法と掘さく井の増加により付近の地下水面、温泉水面は低下して今日に及んでいる。ここ数年間とくに顕著に滑動した形跡のない原因の一つは、このような点にあると考えられる。

しかし、霧島地域のなかでも最も典型的な地すべり地形をもつ地区であり、広範にわたる粘土変質帯であること、地すべり地頂部には亀裂や小断層もみられ最近も動きを示していることなどから、対策工事が施されているとはいえ、豪雨時には十分注意する必要がある。とくに上部溪流部では降水の集中により地すべり性崩壊の発生も懸念され、これに伴う土石流による災害、緩慢なクリープ型滑動による建造物の被害などのおこる危険性はかなり大きい。この場

合の被害は、家屋が密集している温泉地のため、他地域とくらべると非常に大きい。過去の例からみると、日量 300~400mm 以上の降水が 2, 3 日連続し、累計 1000mm を越えるような豪雨時には、他地域と同じく嚴重な警戒が必要である。

4. おわりに

霧島火山群地域にみられる地すべり、崩壊を例にとり、火山地域にみられる地盤災害について、考察を行なった。

まず、航空写真によって判読される崩壊地点と地質・地形との関係をみた結果、地すべり、斜面崩壊の発生にも、それぞれ特徴があることがわかった。すなわち、(1) シラス・溶結凝灰岩の分布する山麓周辺部、(2) 火山変質帯、(3) 降下火砕堆積物に多い表層滑落、(4) 火口周縁部のヒダ状ガリ侵食、(5) 急斜面の大型斜面の崩壊、(6) 溶岩流・凝灰角礫岩の一般的崩壊、などで、霧島火山群中においてもそれぞれ地形・地質的な崩壊素因を異にしている。

これらの地すべり、崩壊をより明らかにするため、過去に発生した韓国岳北西部の崩壊、手洗地区の水蒸気爆発、新湯地すべり、丸尾地区の地すべりについてやや詳しく各特徴について災害地質的見地から述べた。韓国岳のものがやや大きく明治年間に発生しているほかは、いずれも過去 30 年内のものであり、このほかにも過去に大小の被害崩壊が多数発生している。ここ数年間だけをとってみても太良・手洗・山城・栗野岳などの変質帯を中心とした大小の地すべり・崩壊、降下火砕堆積物の崩壊、溶岩・凝灰角礫岩の滑落・崩壊などが、豪雨時を中心として頻発している。直接災害に結びつくものについてはそれぞれ復旧工、防止工が行なわれているが、今後とも続発するであろう。ことに南西部の地熱変質帯は温泉地域とも一致し、経済活動も活発であり、地すべり・崩壊の発生による被害規模も大きいことは、過去の例をみるまでもなく明らかで、十分な注意と対策が必要であろう。

火山体そのものが、火山噴出物の斜面への流出・堆積のくりかえしというきわめて不安定な条件下で数万年以降の新しい時代に成立しているうえに、火山ガス・熱水・地下水による変質・粘土化の進行も著しく、全体として急激な侵食期にあることを考慮すれば、侵食過程の一環としての地すべり・崩壊は今後ともほぼ同じ頻度で発生しつづけるであろう。

〔付 記〕 この研究に際しては、文部省科学研究費（自然災害特定研究）の一部を使用した。

参 考 文 献

- 荒牧重雄 (1968), 加久藤盆地の地質——えびの・吉松地域の地震に関連して——震研彙報, 46, p.1325-1343
- 遠藤 尚・小林ローム研究グループ (1969), 火山灰層による霧島熔岩類の編年 (試論), 霧島総合調査報告書, p.13-30.
- FUKUOKA, T. (1974), Ionium dating of acid volcanic rocks. *Geochem. Jour.*, 8, p. 109-116.
- 木越邦彦・福岡孝昭・横山勝三 (1972), 始良カルデラ妻屋火砕流の ^{14}C 年代. 火山, 第 2 集, 17, p.1-8.
- 長谷義隆・千藤忠昌・今西 茂 (1972), 宮崎県加久藤盆地およびその周辺の新生界——その層序と地質構造——熊大・理・地学研究報告, (2), p.1~58.
- 波多江信広 (1956), 霧島新湯温泉の地回り. 鹿大理科報告, 5, p.37-52.
- ・黒川達爾雄・鎌田政明・露木利貞 (1963), 霧島火山地域の温泉 (その 1)——丸尾・林田・硫黄谷・明礬および湯之野地区——, 鹿児島県の温泉, 鹿児島県, 54 pp.
- ・大迫陽一 (1964), 霧島火山地域の温泉 (その 2)——栗野岳・太良・手洗・山ノ城・関平および湯ノ谷・新湯地区など——, 鹿児島県の温泉, 鹿児島県, 52 pp.

- 小林哲夫 (1979), 霧島山における溶結火砕岩の産状 (演旨), 火山, 第2集, **24**, p.186.
- 宮崎県教育委員会西諸県郡支部 (1935), 霧島の研究, pp.392.
- 成瀬 洋 (1966), 霧島火山東方の第四紀 Tephra. 資源研彙報, **66**, p.15-33.
- 西村 進・宮地六美 (1973), 南九州火砕流の Fission-track 年代, 岩鉱, **68**, p.225-229.
- (1976), 南九州火砕流の Fission-track 年代 (2). 岩鉱, **71**, p.360-362.
- 小田亮平 (1921), 霧島火山地域地質調査報文, 震予報, **96**, p.1-65.
- 太田良平・神谷雅晴・中川 進 (1976), 霧島火山岩石の ^{14}C 年代——日本の地熱活動に関連する第四紀層序の ^{14}C 年代 III——, 地調月報, **27**, (7), p.483-484.
- ・沢村孝之助 (1971), えびの・吉松地区地震震源付近の地質, 防災科学技術総合研究報告, (26), p.21-33.
- 沢村孝之助・松井和典 (1957), 5万分の1地質図「霧島山」および同説明書. pp.58.
- 柴田秀賢 (1969), 霧島火山形成史. 地質雑, **75**, p.503-508.
- 進野 勇 (1966), 霧島火山の岩石学的研究. 岩鉱, **56**, p.56-74.
- 鈴木泰輔 (1971), えびの・吉松地区地震震源付近の地質と地質構造. 防災科学技術総合研究報告, (26), p.35-45.
- 種子田定勝 (1977), 霧島火山の構成 (地熱地帯検討の基礎), 九大理研報 (地質), **12**, p.311-319.
- 露木利貞 (1974), 南九州の温泉と地熱, 地熱, **11**, p.5-12.
- 露木利貞・角田寿喜・吉川圭三 (1972), 霧島火山手洗地区にみられた噴気爆発. 西部地区における災害の地域的特性に関する研究, p.87-88.
- ・小林哲夫 (1979), 霧島火山地域における災害の地質学的考察. 第16回自然災害科学総合シンポジウム講演要旨, p.349-350.
- ・小林哲夫 (1980), 霧島地域にみられる地すべり型崩壊について. 第17回自然災害科学総合シンポジウム講演要旨, p.335-336.
- 山崎達雄・林 正雄 (1975), 霧島火山の活地熱帯の地方すべり・崩壊. 第12回自然災害科学総合シンポジウム講演要旨, p.111-114.
- 山崎達雄 (1979), 九州の火山地域における地盤災害の評価と対策. 文部省科研費自然災害特別研究報告集録. p.182-186.