

出水市土石流災害の概要と周辺の地質

中澤 努¹⁾

1. はじめに

1997年7月10日午前1時頃、鹿児島県出水市(第1図)の針原川北岸側斜面で大規模な崩壊が発生した。崩壊した土砂は土石流化し、轟音とともに下流の針原地区の集落を襲った。その結果、死者21名、負傷者13名という大きな被害を生み出すこととなった。

筆者らはこの災害後の7月15～18日にかけて被害状況および災害現場周辺の地質、水文調査を緊急に行った。水文関連の調査結果については、田口(1997)によって本号中の別稿としてまとめられている。本稿では、災害の概要と地質調査結果について概説する。またそれらをもとに今回の災害の発生要因について若干の考察を加える。

2. 災害発生時の状況

災害発生当時、針原地区を含む北薩地方は梅雨前線の停滞に伴い、断続的に強い雨に見舞われていた。アメダス出水観測所では7月9日に最大時間雨量62mmを記録し、6日深夜の降り始めからの雨量は災害時まで401mmに達していた。

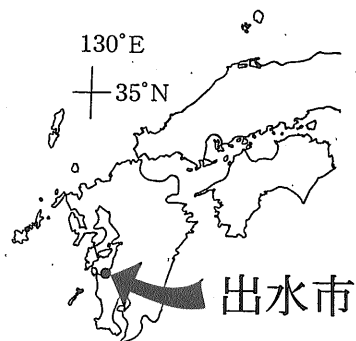
南日本新聞によると、9日夕方、出水市では区長を通じて針原地区の住民に自主的な避難を呼びかけた。しかしその後、雨は一時的に止んだこともあり、避難した住民はいなかった。また災害発生の約2時間前の9日午後11時頃、上手で何度も石がぶつかるような音を地元住民が聞いたという。同じく11時半頃、針原川の状況を見に行った地元住民は、川の水がさほど増えていないことを確認し、大丈夫だと判断して自宅に戻ったという。

なお、針原川は鹿児島県が指定する土石流危険溪流のひとつであり、砂防ダムが建設中であった。砂防ダムは貯砂能力2万2千 m^3 の計画で95年3月に着工、今年10月完成予定であったが、災害時には本堤、副堤は既に完成しており、その貯砂能力は十分に発揮される状況にあったと思われる。

3. 斜面崩壊および土石流災害の概要

今回の土石流は針原川上流北岸側(右岸)斜面の崩壊に伴って生じたものである(第2図および本号;口絵4)。崩壊は幅約70m、長さ約200m、深度は最大20m以上に及び、崩壊土量は20万 m^3 といわれている。崩壊現場は約25度の斜面であり、これは周辺の斜面に比較すると特別な急斜面とはいえない。この付近ではごく一般的な斜面といえる。

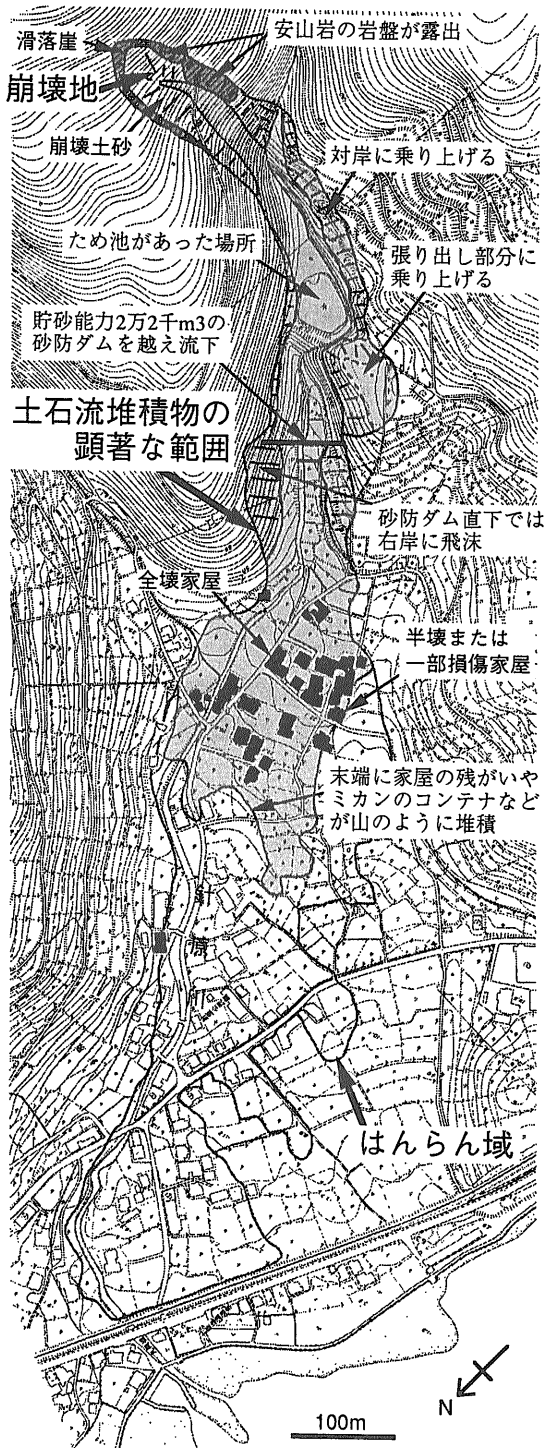
一方、筆者らは7月16日に崩壊地内の調査を行ったが、土石流発生から6日たっても、崩壊地は歩くのもままならないほど土砂が多量の水分を含んでいた。また崩壊地に残存する崩壊土砂の量は崩壊の規模からするとごく僅かであった(本号;口絵4)。



第1図 鹿児島県出水市の位置。

1) 地質調査所 環境地質部

キーワード: 土石流, 斜面崩壊, 地質災害, 針原川, 出水市, 鹿児島県



第2図 斜面崩壊および土石流災害の概要。地形図は出水市発行2,500分の1出水都市計画図を使用。

さらに崩壊した土砂が針原川を大規模にダムアップし、その後に決壊したという形跡は見あたらなかつ

た。これらのことから、豪雨の影響で水で飽和状態となった斜面が崩壊し、初期の段階から土石流化していたものと考えられる。崩壊した土砂は針原川の対岸に乗り上げ、斜面を削剥しながらも下流へと流下した。途中、ため池が存在していたが、土石流によって埋積され、ため池の形跡は残されていない。また、ため池が存在した地点を境に、その上下流では堆積物の特徴に違いはみられないことから、ため池の水が土石流化に大きく関与したとは考えられない。

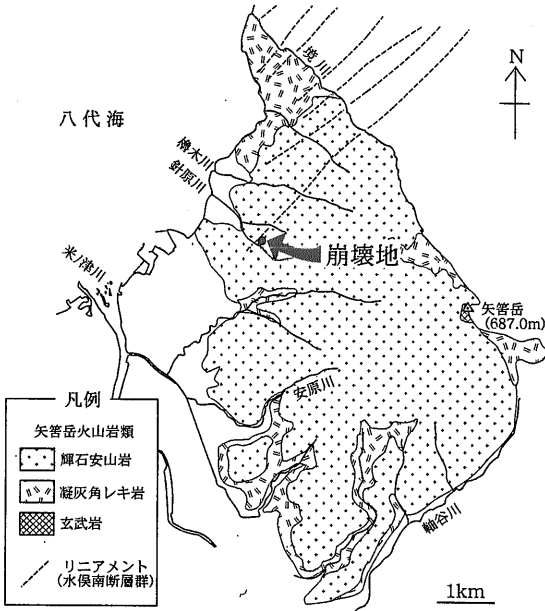
谷の出口付近には建設中の砂防ダムが存在する。土石流はこの砂防ダムを乗り越えたが、北側(右岸側)でダムの一部が欠損している以外は大きな損傷もない(本号;口絵10)。土石流は、この砂防ダムの直上で左岸の張り出し部分に大きく乗り上げ、砂防ダム直下では対岸の右岸側に飛沫の跡を残している(第2図)。

砂防ダムの下流には扇状地が分布する。土石流は扇状地北縁の現河道に沿うのではなく、ほぼ直線状に流下している(第2図)。土石流はこの扇状地上に存在する集落を飲み込んだ。その結果、死者21名、負傷者13名、住宅の全半壊19棟(7月14日、鹿児島県災害対策本部の発表による)という被害を生み出す惨事となった。土石流はその先へも流下し、泥水は崩壊現場からおよそ1.2km下流のJR鹿児島本線付近まで達した。

4. 調査の要点と地質概要

今回の斜面崩壊・土石流発生の地質学的要因を考えるにあたっては、2つの重要な事柄が挙げられる。ひとつは、他にも同様の傾斜をもつ斜面は存在するにもかかわらず、なぜ今回の発生箇所においてのみ大規模な斜面崩壊が発生したのか、ということである。もうひとつは、崩壊土砂が初期の段階から土石流化するほどの量の地下水がどのようなメカニズムで地層中に保持されたのか、ということである。これらの点を考えるにあたって、まず既存の文献によって知ることのできる災害現場周辺の地質について述べることにする。

今回の崩壊現場周辺には、鮮新世の矢筈岳火山岩類(山本, 1960)が広く分布している(第3図)。この火山岩類は崩壊現場の東方に位置する矢筈岳



第3図 針原川周辺の地質。鹿児島県(1990)および九州活構造研究会(1987)をもとに作図。

(687.0m)を中心として分布するものであり、輝石安山岩および凝灰角礫岩などから構成される。山本(1960)によると、矢筈岳火山岩類には4段階のマグマの活動時期が認められる。針原川が位置する西側斜面にはそのうちの第1期に形成された凝灰角礫岩および第2期の安山岩質溶岩が分布する。ただし針原川流域におけるそれら岩石の詳しい分布は明らかされていない。

一方、八代海沿岸付近にはほぼ北東方向の走行を持つ数本のリニアメントの存在が知られている(第3図)。活断層研究会(1980)はこれらを確実度Ⅱの活断層とし、水俣南断層群と呼んだ。九州活構造研究会(1989)によると、この断層群は矢筈岳火山岩類からなる斜面を変位させているものであり、上下変位のセンスは多様で、横ずれ変位は認められないとしている。リニアメントは海岸付近からほぼ平行に7~8本認められ、熊本県水俣市南部から今回の災害が発生した針原地区付近まで追跡できる。

以上のような既存の地質データをもとに、今回の災害を引き起こした地質学的要因を推測すると重要なポイントを2つに絞ることができる。すなわち災害現場周辺に分布すると思われる安山岩と凝灰角礫岩の2層構造が今回の斜面崩壊に関係しているか、またリニアメントから推測される断層が今

回の崩壊地とどのような関係にあるか、という点である。このような観点から現地地質調査および空中写真判読を行った。

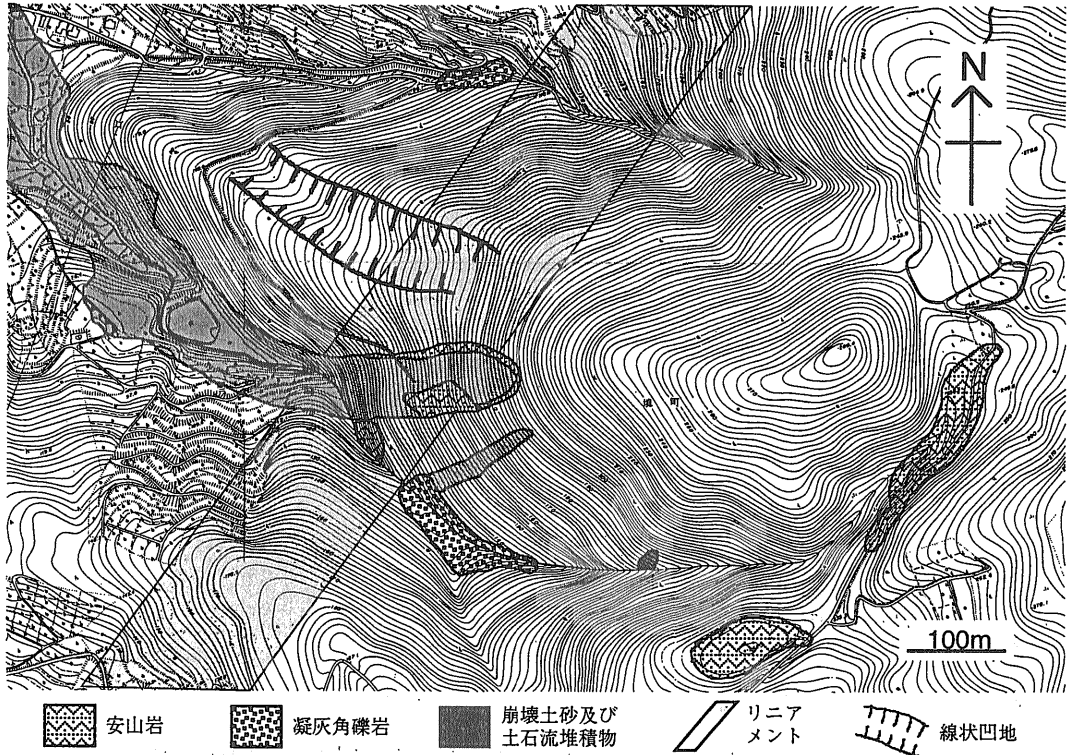
5. 現地地質調査結果

現地の地質調査結果では、崩壊地はほとんどが安山岩を起源とする褐色を帯びた崩壊土砂で覆われていた。ただし崩壊地を縁取る滑落崖には地山と思われる岩盤が露出した(本号;口絵4)。これらの岩盤は観察した限りではすべて安山岩からなるが、含水率が極めて高いという特徴をもつ。ほとんどの箇所においてハンマーではなく、つるはしで崩れるほどやわらかくなっている。またこれらの岩盤は風化の程度により2つに区分できる。すなわち滑落崖を左手から縁取る岩盤(A)と右側部分の岩盤(B)である(本号;口絵4)。これらの境界は崩壊地の右手奥(本号;口絵4の右上)に位置し、極めて明瞭である。岩盤(B)は北東走行で北西へ傾斜する平滑な斜面として現れ、岩盤(A)はその上盤側に重なる。

岩盤(A)(本号;口絵5)は、観察できる範囲では全体にわたって亀裂が著しく発達し、褐色を帯びている。一見、崖錐堆積物のようにも見えるが、垂直方向の亀裂の規則性が観察され、風化した岩盤であることは明らかである。非常にもろく、崩れやすい。崩壊地に残存する崩壊土砂は岩盤(A)と同様の褐色を帯びたものであることから、今回の災害は、ほとんどがこちらの岩盤の崩壊によって引き起こされていると考えられる。

一方、岩盤(B)(本号;口絵6)の表面は、岩盤(A)に比べると極めて平滑である。この岩盤も一見、円礫および粘土から構成される崖錐堆積物のように見えるが、実際は風化した安山岩の岩盤である(本号;口絵7)。すなわち安山岩が風化し粘土化した中に、たまねぎ状風化によって玉石状に残存する安山岩のブロックを見ているのである。表面部分がはがれている箇所を観察すると内側には安山岩が比較的新鮮な状態で残されているため(本号;口絵8)、この岩盤は、今回の崩壊で露出した表面部分にのみ局所的に粘土化が進んでいるものと考えられる。全体的には強固なものである。

岩盤(B)の表面には崩壊地の上流から下流へ向



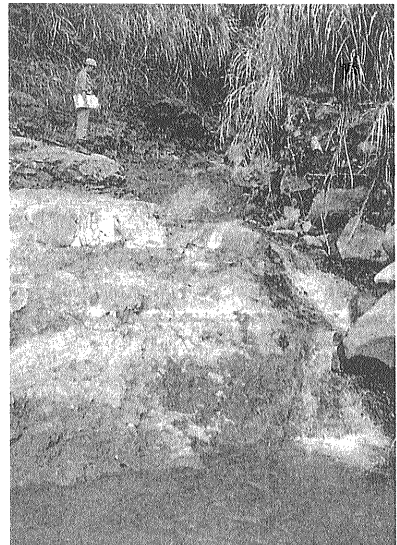
第4図 崩壊地周辺の地形およびルートマップ。地形図は出水市発行2,500分の1出水都市計画図を使用。

かう斜めの明瞭な条線が刻まれている(本号;口絵6)。この条線はその方向から今回の崩壊に伴って生じたものと考えられる。

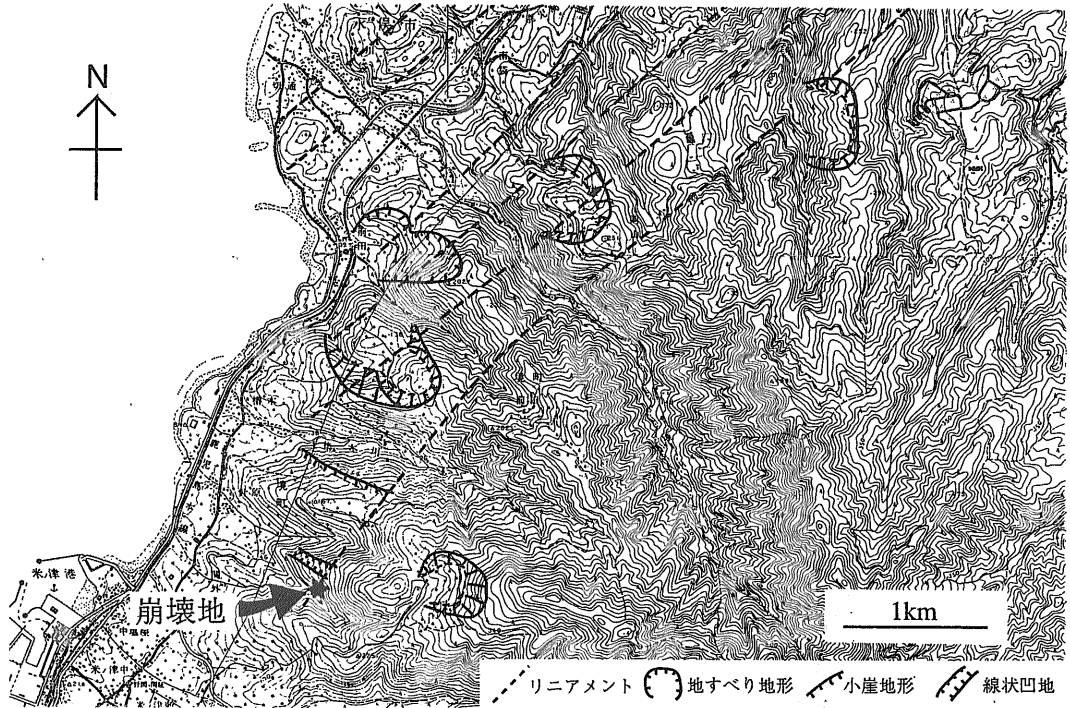
このように崩壊現場には風化の程度が明らかに異なる安山岩が接しており、その境界部分で大規模な崩壊が発生したといえる。

崩壊地では、崩壊土砂および滑落崖を構成する岩石はすべて安山岩であった。これは山本(1960)の第2期の安山岩質溶岩に相当すると考えられる。崩壊現場のすぐ上流の針原川河床にもかなり新鮮な安山岩が露出している。

針原川を上流にさかのぼると河床に凝灰角礫岩が観察される(第4図および第5図)。この凝灰角礫岩は山本(1960)の第1期の凝灰角礫岩に相当すると考えられる。凝灰角礫岩が露出する範囲は他の部分に比べ河床勾配がゆるく、滑床状の箇所も見受けられる。筆者らは針原川支流(第4図における北側の沢)をも踏査したが、支流においても滑床状の河床に凝灰角礫岩が確認できた。一方、針原川最上流付近では広く安山岩が分布している(第4図)。



第5図 崩壊地より上流の針原川河床に露出する凝灰角礫岩。凝灰角礫岩の露出する箇所は他の箇所と比べ河床勾配が緩くなり、滑床状を呈することもある。崩壊地付近では、この凝灰角礫岩の上位に安山岩が重なる。田口雄作氏撮影。



第6図 針原川周辺のリニアメント，地すべり地形，小崖地形，線状凹地。地形図は国土地理院発行2万5千分の1地形図「米ノ津」「湯出」を使用。

6. 空中写真判読結果

第6図に、空中写真判読によって認められる針原川周辺のリニアメント，地すべり地形等を示す。針原川周辺では活断層研究会(1980)が水俣南断層群としたリニアメント群が顕著に発達している。最南東端のリニアメントは少なくとも今回災害が発生した針原地区にまで追跡でき、崩壊した箇所はリニアメントのまさに延長上に相当する(第4図および第6図)。リニアメントは、崩壊地付近では北西に傾斜する斜面の張り出しで特徴づけられる(第4図)。またリニアメントが傾斜の変換点となり、それ以西では尾根の傾斜が緩くなるとともに、尾根は幅が広がる。また崩壊地付近には線状凹地も認められる(第4図)。

このような斜面形態の特徴はリニアメントが発達する地帯全域にわたって認められる(第6図)。リニアメントが発達する地帯では、尾根の幅が広く丸みを帯びるといった特徴をもつ。一部には線状凹地、小崖地形、地すべり地形も認められる。また田口(1997)が指摘しているように、リニアメントの発達

する地帯ではそれ以東の地域に比べ水系の発達が悪い。以上のような特徴は最南東端のリニアメントを境界としてその北西側で明瞭にあらわれる。

なお針原川流域では今回の土石流をもたらした斜面崩壊の他にも小規模な崩壊がいくつか発生している。今回の災害を引き起こした崩壊現場の上流約120m地点もそのひとつであるが(第4図)、この斜面崩壊は災害発生前の6月30日に撮影した空中写真では認められないため、今回の災害とほぼ同じ頃に発生したものと思われる。ごく小規模な崩壊はさらに上流においても発生している。これらの斜面崩壊は今回の災害を引き起こした大規模な斜面崩壊とほぼ同じ標高から発生している。

7. 今回の斜面崩壊・土石流の地質学的要因

以上の事柄に基づいて、今回の斜面崩壊および土石流発生の地質学的な要因について考察する。

崩壊地においては、前述のように2種類の岩盤が互いに接して分布する。岩盤(A)は亀裂が発達し、風化が進行した非常にルーズな岩盤である。

一方、岩盤(B)は表面は著しく粘土化しているが、全体的には比較的しまった岩盤である。これらの岩盤の境界は極めて明瞭である。地形的には尾根の傾斜変換点にほぼ相当し、断層と考えられるリニアメント上に位置する。崩壊地に露出した2つの岩盤の境界がただちに断層面とは断定できないが、リニアメントの位置を参考にするならば、およそこの近辺に断層の存在が示唆される。また北西側の断層群の分布範囲では岩盤が構造的に破碎されている可能性がある。岩盤の構造的破碎は地下水の移動に伴って深層風化を進行させる要因となりうる。岩盤(A)は、このような条件において風化が著しく進行した岩盤の可能性もある。

崩壊現場周辺のリニアメントが発達する地帯では、尾根が丸みを帯び、一部では地すべり地形、線状凹地、小崖地形も認められる。また、この地帯では水系の発達が悪いことで特徴づけられるが、それは線状凹地や小崖地形が発達する箇所であれば認められる特徴でもある(檜垣, 1996)。近年、線状凹地、小崖地形の多くはマスマーブメントによる局所的な引張応力場のもとで形成されると考えられるようになった(例えば清水ほか, 1980; 八木, 1981)。また、このような地形の存在は大規模崩壊の危険性を示すといわれている(岩松・下川, 1986; 古谷, 1996など)。針原川周辺でみられる線状凹地、小崖地形の成因は明らかではないが、これらの地形は、この一帯が深層風化を被ることによってマスマーブメントが発生しやすい条件にあることを表している可能性もある。

さらに今回の崩壊が起きた地点は岩盤の境界部分であったが、このような箇所は地下水の集中しやすいところでもある。境界面付近は極度に粘土化が進行していたが、その境界面は今回の崩壊の局所的なすべり面を形成していたとも考えられる。

また今回、崩壊地付近には凝灰角礫岩と安山岩が分布することが明らかになった。凝灰角礫岩の分布する範囲では河床勾配が緩く滑床状を呈するが、これは凝灰角礫岩の透水性の低さを表しているのかもしれない。このような特徴を持つ凝灰角礫岩と風化した安山岩の境界が斜面崩壊に関係している可能性も指摘できるが、この点についてはそれぞれの岩相の詳しい分布が明らかになった時点で検討したい。

以上のような地質条件が今回の斜面崩壊をもたらした素因として推測できる。

8. おわりに

地すべり、崩壊等の地質学的要因を検討する場合、崩壊地近傍の地質だけではなく、その周辺を含む広域的な調査を行い、崩壊地の位置づけを検討する必要がある。その意味でも、今回の災害に関する研究は未だ予備調査の段階といえる。今後は、崩壊地周辺の凝灰角礫岩および深層風化を受けた安山岩の分布を正確に把握することが必要と考えている。これらについて、今後さらに検討したうえで、改めて報告する予定である。

謝辞：出水土木事務所、出水市役所、NEDO 出水アルコール工場の方々からは現地調査に際し、災害に関する様々な情報をいただいた。出水市役所の松山 圭氏には、調査期間中、筆者らに同行していただき、多大なる便宜を図っていただいた。環境地質部田口雄作氏には終始議論していただくとともに粗稿を校閲していただいた。環境地質部遠藤秀典氏には多くの助言をいただくとともに校閲をしていただいた。環境地質部小松原 琢氏からは空中写真判読に関して多くの有益な助言をいただいた。以上の方々から心から御礼申し上げる。

文 献

- 古谷尊彦(1996):ランドスライド-地すべり災害の諸相-。古今書院, 213p.
- 檜垣大助(1996):水系発達からみた線状凹地と崩壊・地すべりとの関係。季刊地理学, vol.48, 33-41.
- 岩松 暉・下川悦郎(1986):片状岩のクリープ性大規模崩壊。地質学論集, no.28, 67-76.
- 鹿児島県(1990):鹿児島県地質図(縮尺10万分の1)。鹿児島県。活断層研究会(1980):日本の活断層-分布図と資料。東京大学出版会, 363p.
- 九州活構造研究会(1989):九州の活構造。東京大学出版会, 553p.
- 清水文健・東郷正美・松田時彦(1980):日本アルプス・野口五郎岳付近における小崖地形の成因。地理評, vol.53, 531-541.
- 田口雄作(1997):出水市土石流災害発生要因への水文学的アプローチ。地質ニュース, no.517, 48-55.
- 八木幸司(1981):山地にみられる小崖地形の分布とその成因。地理評, vol.54, 272-280.
- 山本 敬(1960):肥薩火山区の火山地質学的並びに岩石学的研究。九州工業大学地質学研究室, 90p.

NAKAZAWA Tsutomu (1997): Outline of the 1997 Izumi debris flow and its geologic setting.

<受付: 1997年8月15日>