

58・7山陰豪雨による斜面崩壊の地質学的特性

島根大学地質学教室調査団*

Geological character of slop failure by heavy
rainfall of July, 1983, San'in District

Research Group of the Department of Geology,
Shimane University

I はじめに

昭和58年7月20日から中国地方に降り出した雨は、22日には一時的に小康状態になった。しかし、22日夜から23日朝にかけて、島根県西部を中心に、最大時間降水量90mmという強い雨が約10時間にわたって継続的に降りつづいた(大阪管区气象台, 1983)。この集中豪雨は、これまでに島根県では例をみないもので、7月20日午後~23日午前の3日間の総雨量は、三隅で742mmというものであった(第1図)。

この集中豪雨によって、浜田市より西の島根県と山口県東部の各地で、河川が氾濫し、多くの斜面崩壊が発生し、島根県だけでも、死者・行方不明107名の犠牲者と総額3,600億以上の被害がもたらされた。とくに、107名の犠牲者のうち、91名が斜面崩壊とそれに伴う土石流によるものであり、しかも81名は家屋の倒壊に関連している。このことの原因の1つには、近年あまり崩壊がおきたことのない部分で、比較的大きな斜面崩壊がおこったためと考えられる。

災害発生直後の7月25日に、島根大学理学部地質学教室では、地元の大学としての立場から災害調査に取り組むことにした。とくに、無数に発生した斜面崩壊について地質学的側面についての調査を中心に行なうことにした。

被災直後の現地は、道路が寸断されており、現地調

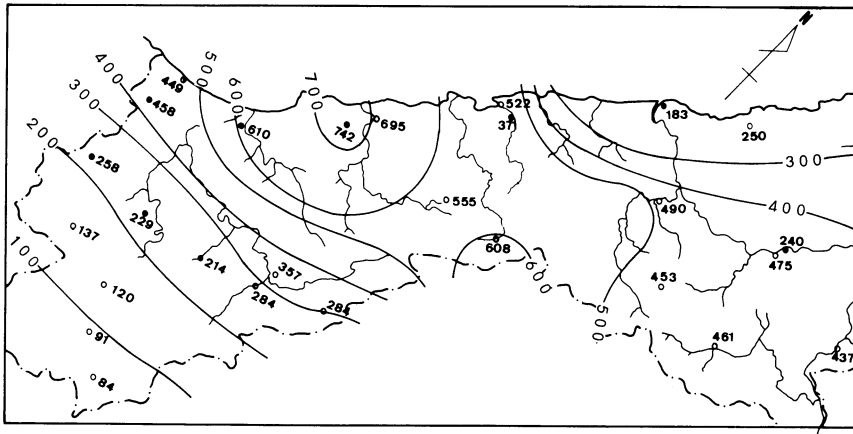
査は無理な状況にあった。その折、被災地の空中写真が撮影されているとの情報を得て、写真撮影を行なった国際航業株式会社から空中写真を借り受けて、斜面崩壊の発生状況を調査した。写真判読を1週間で行なった後、8月4日以降に5次の現地調査を行ない、地質条件の違いによる斜面崩壊の発生状況の違いを調査した。

現地調査において、復旧作業に忙しいなかを、いろいろと御協力下さった被災地の多くの方がたに心からお礼申し上げます。

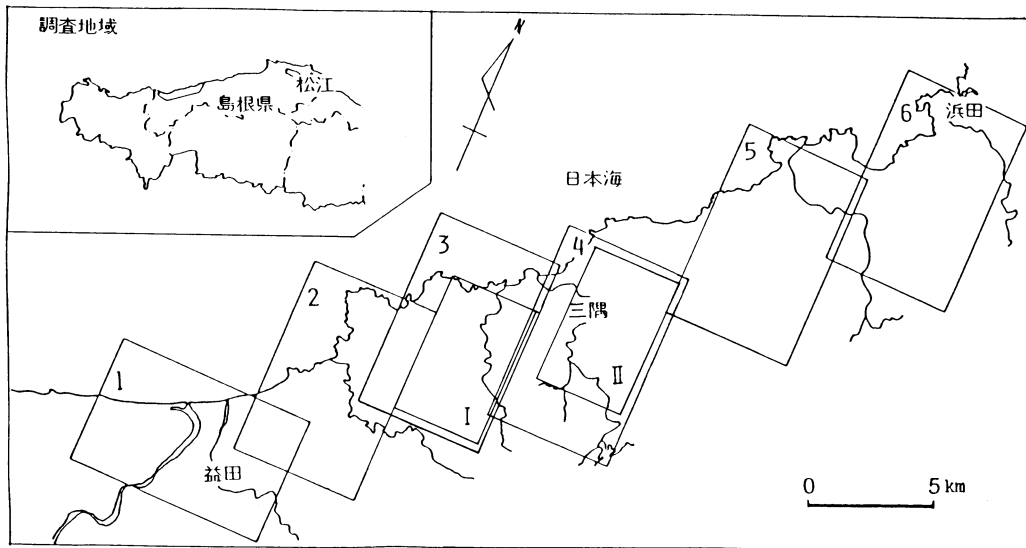
本論を作成するにあたり、国際航業株式会社は被災地の空中写真を心良く貸して下さった。結晶片岩地域の斜面崩壊を研究されている大阪工業大学の藤田崇教授は現地指導をして下さった。京都大学防災研究所の奥田節男教授は、発生直後の崩壊部で観察された状況を御教示下さった。新潟大学の藤田至則教授は、調査に有益な御助言を下さった。アジア航測株式会社は被災直後の調査報告書を下さった。松江气象台、建設省浜田工事事務所、および米子鉄道管理局は降雨記録を下さった。益田市立鎌手小学校の玉木敦教授は、現地調査に参加して下さいました。また、島根大学地質学教室の多くの学生諸氏が、写真判読にお手伝い下さった。

以上の方がたに心からお礼申し上げます。

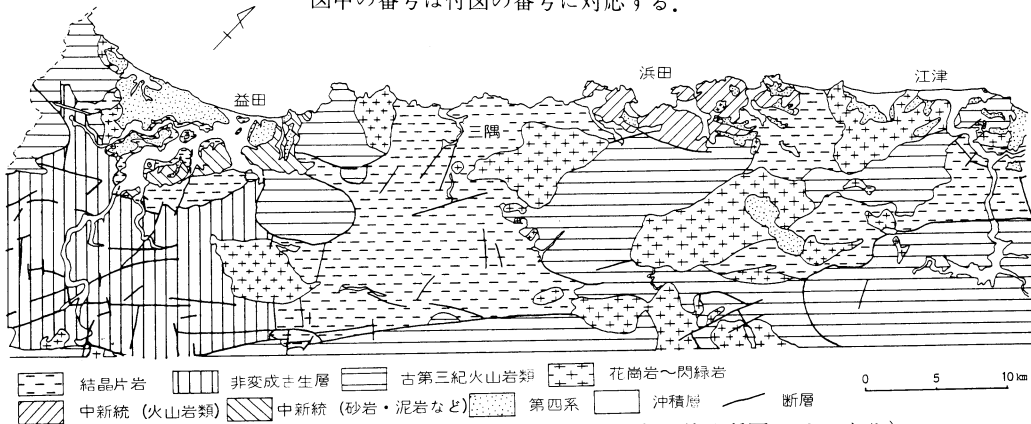
* 小林英夫、大久保雅弘、横山 鼎、三梨 昂、島田豊郎、大西郁夫、徳岡隆夫、飯泉 滋、山口佳昭、山内晴喜、渡邊暉夫、高安克巳、鈴木德行、(以上教官) 今村哲己、野藤孝裕、飯島祥二、内田信也、岸 秀昭、杉原充純、造田 誠、岨中貴洋、高木秀彰、中 孝仁(以上昭和59年 地質学科卒業生) 石黒靖彦、大久保秀一、矢野寛幸、井口裕文、岡本信行、金山 悟、杉山政広、七山 太、西上克正、野崎誠二、水島 誠、渡瀬広道、杭ノ瀬雅文(以上学生)
○印執筆責任者



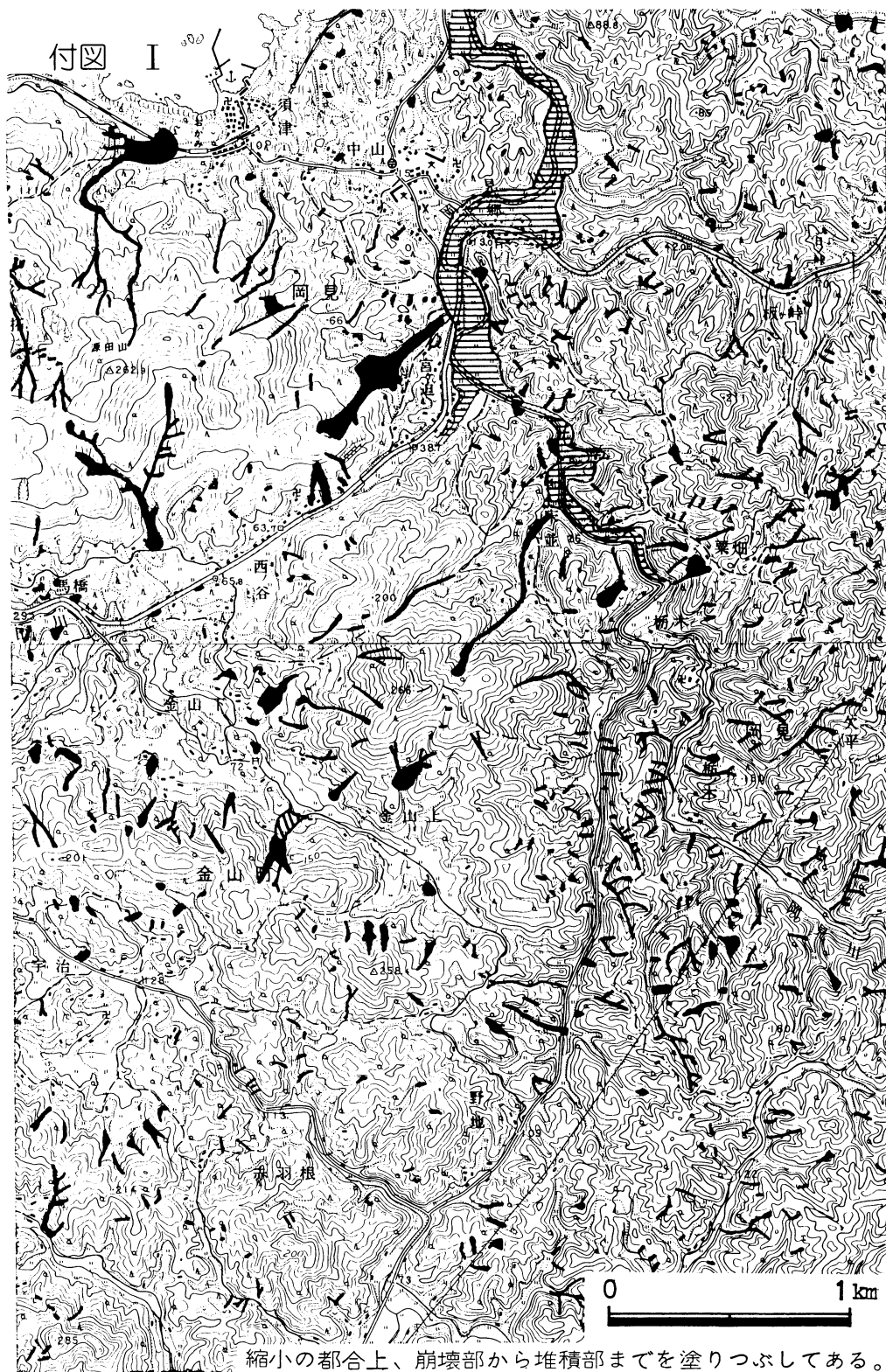
第1図 7月20日1時から23日12時までの降水量
黒丸は気象台, 白丸は建設省, 半白丸は国鉄の各資料.

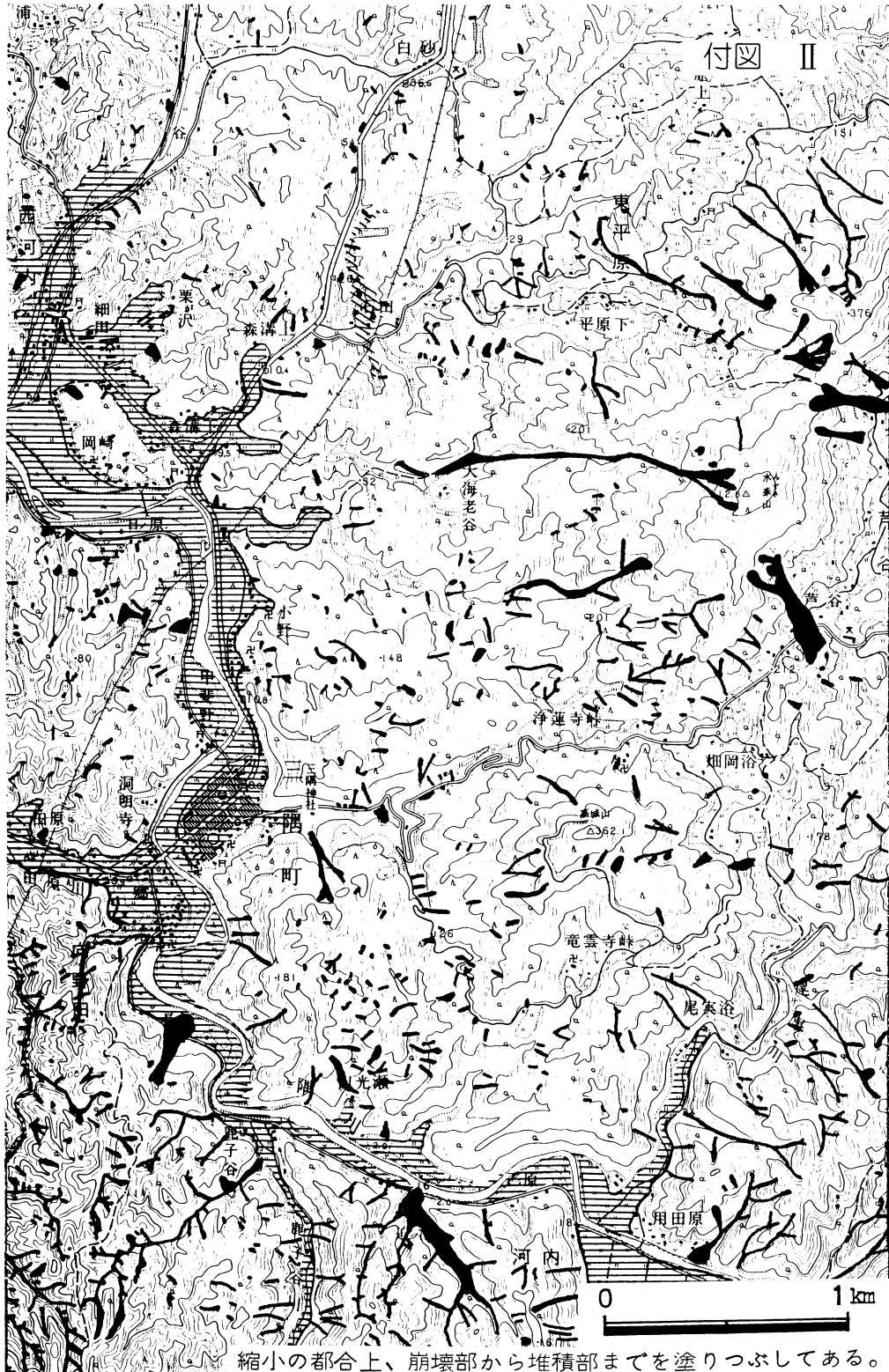


第2図 空中写真判読位置図
図中の番号は付図の番号に対応する.



第3図 島根県西部の地質図 (20万分の1島根県地質図, 1982より)





縮小の都合上、崩壊部から堆積部までを塗りつぶしてある。

II 斜面崩壊の発生状況

国際航業株式会社から、まず主な被災地を斜め上空から撮影したカラー写真を61枚入手した。次いで、島根県江津市～山口県田万川町の沿岸部の約7km×70kmの地域を撮影した8000分の1あるいは3000分の1の空中写真を同社から借受けた。一週間でこれらの写真から斜面崩壊部を判読し、25000分の1の地形図に記入した。これらのうち主要部分については、位置図(第2図)とともに、付図I・II(約27000分の1)と付図1～6(約3900分の1)に示した。

空中写真による調査地域は、特に被害の大きい地域を含み、被災地のほぼ半分をカバーしている。このため、この分布図は基礎資料として多方面で利用されることになった。空中写真の判読の結果、江津市から山口県東部にいたる非常に広い範囲で、しかも地質条件がいろいろ異なる地域で、斜面崩壊が発生していることが明らかになった。また、その発生数は、調査地域内だけでも3,000カ所以上に達している。

さらに、土地分類基本調査(島根県, 1975, 1976)の傾斜区分図を使って、地形の傾斜と斜面崩壊の発生頻度を検討した。その結果、小規模なものを除くと、傾斜量が30°～40°の斜面で崩壊が最も多く発生していることが明らかになった。

III 地質学的特性

地質条件の違いによる斜面崩壊の性質の違いについて、空中写真を判読した地域のうち、斜面崩壊が多発している浜田市西部～益田市間を中心に調査した。調査地域を地質条件から次の5つに区分した(第3図)。

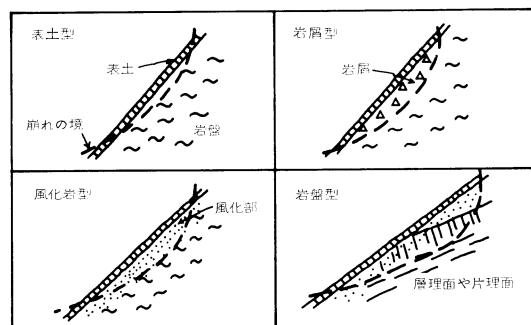
- 三郡変成岩を構成する各種結晶片岩類の地域
- 白亜紀～古第三紀火山岩類の地域
- 深成岩類の地域
- 中新統の地域
- 鮮新統～第四系の地域

上記の5種の地域において、次の基準からいくつかの斜面崩壊を抽出して調べた。

- 比較的大規模なもの
- 住民の生活に大きな影響を与えたもの

抽出した崩壊部において簡易測量を行ない、どのような部分が動いて崩壊が発生したかを中心に調査を行った。その結果、地質条件が異なると、大規模な斜面崩壊の性質が異なるという傾向が認められた。以下に、各地質条件ごとに大規模な崩壊の特徴について述

べる。なお、崩壊の区分は、崩壊した部分を基準にした藤田(1979)の区分に従う(第4図)。



第4図 斜面崩壊の型式区分
藤田(1979)の区分を図化した。

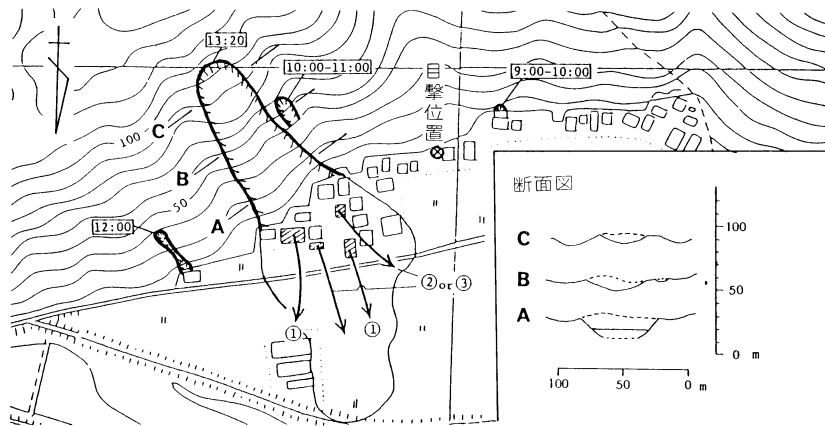
1. 結晶片岩類の地域

三郡変成岩の主な構成岩石である結晶片岩類は、調査地域に最も広く分布し、調査地域の約半分の面積を占める。浜田市～三隅町の沿岸部には泥質片岩、三隅町南部には砂質片岩、および益田市南部には塩基性片岩、砂質片岩および珪質片岩を挟む泥質片岩がそれぞれ分布する。ただし、益田市南部の西西部の地域の結晶片岩類は、中新統の益田層群あるいは鮮新～更新統の都野津層に不整合関係をもっておおわれている。

新期の堆積物におおわれていない結晶片岩類の地域の代表的な斜面崩壊の1つは、15名の犠牲者を出した浜田市穂出町中場の崩壊である(付図5)。崩壊部の原地形と崩壊の状況を第5図に、崩壊部の地質断面図を第6図にそれぞれ示した。

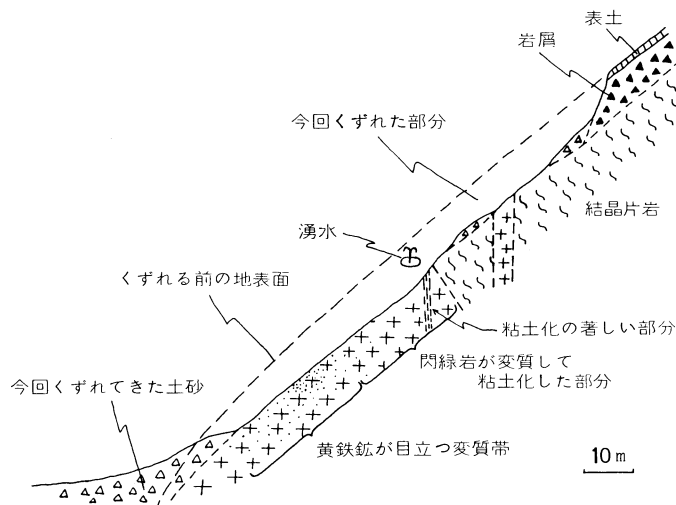
中場の大規模な崩壊の周囲では、小規模な崩壊が3カ所で発生しているが、これらの発生時刻は9時から12時の間であり、浜田での降雨のピークは8時から10時の間である。大規模な崩壊は13時20分に発生している。この崩壊を目撃した船崎夫人の談話によれば、瞬間的ではあるが崩壊は3回にわたっておきたのである。そして、1回目の崩壊が最も大きく、土石流化した崩壊物によって麓の家屋は上流に偏った方向に移動した。しかし、2回目と3回目の崩壊によって、家屋は周布川に直交する方向あるいはやや下流によった方向に動かされたとのことである(第5図)。

この崩壊は、40°の傾斜量をもつ斜面が幅約70m、深さ10m以上、斜面長約120mにわたって崩壊した。崩壊斜面の下半部の底には変質作用を受けた閃緑岩が露出する。閃緑岩は多くの黄鉄鉱を含み白色化した部分と、粘土化した部分からなる。前者は比較的硬いが、



第5図 浜田市穂出町中場の崩壊付近の地形と発生状況

矢印は崩落物による建物の移動方向を、丸で囲んだ数字は崩壊の順番を、四角枠内の数字は発生時刻を示す。図の位置は付図5に示してある。



第6図 第5図中の大規模な崩壊の断面図

後者は大変軟かく、著しく粘土化した部分が脈状に発達している(第6図)。粘土化の著しい部分の上流側からの湧水が、崩壊発生後2週間たっても認められた。

崩壊斜面の上半部には風化し、一部粘土化した泥質片岩が露出するが、片理は $N80^{\circ}E28^{\circ}\sim 54^{\circ}S$ で斜面とは逆方向に傾斜した受け盤をなしている。

崩壊した部分は、斜面に埋積した厚さ5m以上の岩屑部が主で、岩屑型に属する。崩落崖(図版1)での観察によれば、この岩屑部の上半部は長径数10cm以下の角礫からなり、基質は粘土からなる崖錐堆積物であ

る。他方、下半部は最大約2m以下のブロックや角礫からなり、基質は砂粒大の岩片と粘土からなる。この部分を結晶片岩の風化部とする考えもあるが(柴田ほか, 1984)、角礫相互の片理の方向が一定でない。このことは、脆性破壊によって形成されたブロックや角礫が、その後クリープや流動によって斜面上を動いたことを示すものとする。

崩壊は、この岩屑部が周りより厚くなっている部分で、下位の一部粘土化した岩盤との境界付近を境にしておきている。また、この大規模な崩壊の東西両側で

も小さな崩壊がおきているが(第5図),これらの崩壊部には,岩層はほとんどないが,あってもわずかである.同じく,これらの崩壊は粘土化した閃緑岩および結晶片岩類と岩層あるいは表土との境界付近を境にしておきており,崩壊の深さは数10cm~2mと浅い.

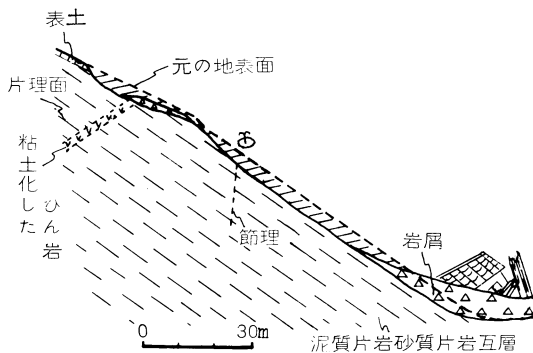
さらに,大規模な崩壊部のすぐ西側の麓の井戸は,通常の水位が地下1.5mなのに,崩壊発生直前には水を噴き出していた.また,発生2~3日後の観察によれば,岩層からなる崩落崖の直下で湧水がみられた(奥田節男氏談話).

これらのことから,豪雨のため急激に増加した地下水は,透水性の高い岩層部と相対的に透水性の低い一部粘土化した岩盤との間を流れたであろう.さらに,周りより岩層部が厚い部分では,地表の地形とは関係なく,岩層部の底面の形態が谷状になるため,周囲からより多くの地下水が集中したものと考えられる.その結果,岩層部の底面付近を境にして崩壊がおきたものと考えられる.なお,崩落物による家屋の移動方向(第5図)から,最初の崩壊は,山体に向って右側の部分から崩れたと判断される.

なお,安藤(1984)が指摘しているように,粘土化した岩脈が地下水位を上昇させる役を果たしたものと考えられる.同様の事例として後述の三隅町須津での崩壊がある.

結晶片岩類の大規模な崩壊の1つに三隅町長柄(付図4)の事例がある.目撃者の談話によれば,この崩壊は23日7時半頃から8時の間に,3回にわたって発生している.1回目と2回目の崩壊は,5~10分の間隔をもって斜面上部でおき,続いて3回目の崩壊が全体にわたっておきた.崩壊物の量は2回目が最も多かったようである.

この崩壊は,傾斜量40°の斜面で,幅10~40m,深



第7図 三隅町長柄の結晶片岩の崩壊の断面図
図の位置は付図4に示してある.

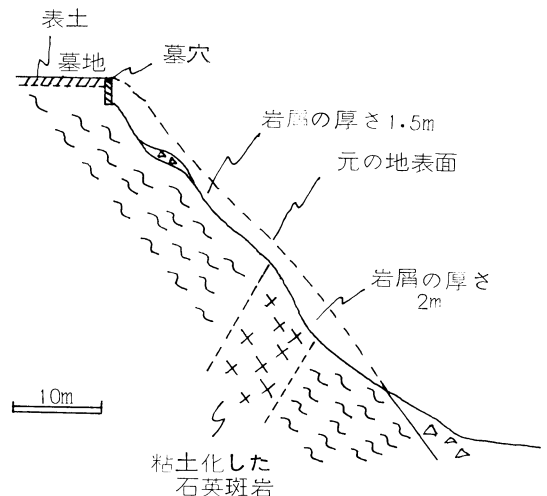
さ10m前後,斜面長100mの規模でおきた.崩壊部側壁には厚さ5~10mの岩層部(図版3)がみられ,その下位の結晶片岩はN30~60°W35~60°Nの片理をもち,流れ盤となっている(第7図).崩壊部の上部の結晶片岩中には,崩壊部の長軸にほぼ平行するN30~40°E70~85°Sと,ほぼ直交するEW80°Nの2系統の節理が発達し,前者の系統の比較的大きな節理から湧水がみられた.そして,崩壊部の底部に露出している結晶片岩の岩盤の表面は,磨かれて光沢をもっている.

これらの事実から,大きな節理から岩盤と岩層部の境界付近を流れる地下水が,豪雨によって急激に増加したため,岩層部が崩壊したと考えられる.

この2つの具体例で述べたように,浜田市~三隅町間の結晶片岩類の地域での大規模な崩壊は,主に斜面上の岩層部が崩壊している.そのため,崩壊物は径数10cmの角礫を比較的多く含む.

この地域で特異な発生機構による崩壊が三隅町須津(付面3)でみられる.この崩壊は,斜面の麓で小さな土砂崩れがおきてから数10分たった23日6時頃に傾斜量30~50°で,比高約45mの小さな斜面でおき,幅約25m,斜面長約60mの部分が尾根の直下から崩壊した中規模のものである.尾根の上は墓地になっており,尾根に平行に墓穴が掘られている.

崩壊斜面には,斜面とほぼ平行な片理をもつ結晶片岩と,斜面にほぼ平行な走行で,厚さ約10mの石英斑岩の岩脈が露出する(第8図).崩壊部の底部に露出する結晶片岩の片理面は磨かれて,光っている.また,



第8図 三隅町須津の結晶片岩の崩壊の断面図
図の位置は付図3に示してある.

石英斑岩は著しく粘土化している。そして、尾根直下の崩落崖には、墓穴の断面があらわれ、そこには土葬された人骨がみられる(図版2)。

これらのことから、地表から浸透した地下水が粘土化した石英斑岩によってせき止められ、斜面上部での地下水が上昇したため、流れ盤をなす片理に沿って崩壊が生じたと考えられる。そして、尾根に掘られた墓穴が水の浸透を増長させる役割をしたであろうし、斜面上に埋積していた厚さ1.5~2mの岩層が崩壊をより大きなものにしたと考えられる。

他方、益田市南部および西部に分布する結晶片岩類は、多くの場合、中新統の益田層群や鮮新統~更新統の都野津層におおわれている。これら新期の地層の基底部の不整合面は、大きくみれば北ほど低い標高にあらわれるが、結晶片岩類の高まりに従ってさまざまな方向に傾いており、一般にその傾斜量は 10° 以下と小さい(第11図)。

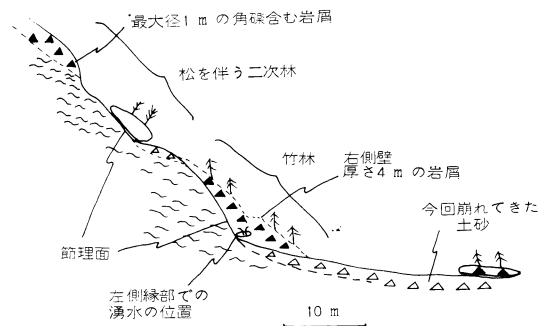
また、この地域の地形の比高は60~70m以下で、その斜面の規模は、三隅町長柄や浜田市中場周辺の斜面に比べて小さい。しかし、この地域の斜面は、結晶片岩類からなる下部では急傾斜で、しばしば 40° 以上の傾斜量をもつものに対して、益田層群や都野津層が分布する尾根付近では一般に 30° 以下の緩傾斜になる。

結晶片岩類からなる急斜面では、多くの崩壊が発生しているが、その規模は長柄や中場の例に比して小さい。これらの崩壊の中で、比較的規模の大きいものは、風化作用によって硬度が減少した結晶片岩類が、節理や、片理に沿って崩落しており、風化岩型に属する。すなわち、中場や長柄の場合と異なり、角礫からなる岩層部と岩盤との境で崩落しているのではなく、風化した岩盤内にすべり面をもって崩落しているのである。

さらに、結晶片岩の片理面が斜面に対して流れ盤になっている場合には、相対的に大きな規模の崩壊がおきてたり、あるいは傾斜量が 20° 前後の斜面で崩壊がおきていたりしている。

このような崩壊は益田市須子町周辺(付図1)で多くみられる。第9図はその一例である。幅10数m、斜面長30m前後の部分が23日7時50分頃に崩壊した。

斜面を構成する結晶片岩の片理は、斜面とほぼ同じ方向に傾斜した流れ盤となっている。崩壊斜面の下部には、厚さ0~4mの崖錐が堆積し、竹林となっている。崩壊斜面下部の左側縁部では崖錐がうすく、結晶片岩の片理にほぼ平行な割れ目からの自噴泉があり、夏涸れしたことがないそうである。



第9図 益田市須子町の結晶片岩の崩壊の断面図
図の位置は付図1に示してある。

崩壊を目撃した尾木慶二郎氏によれば、崩壊は連続して3回おき、最後の崩壊で竹林の一部が塊状のまますべってきたとのことである。また、崩落部での観察によれば、片理面と節理面とをすべり面として、風化した結晶片岩が大きく崩壊している。これらのことから、崩壊はまず風化した結晶片岩が片理面と節理面を境にしておき、続いて斜面下部の崖錐がすべったものと考えられる。

2. 白亜紀~古第三紀火山岩類の地域

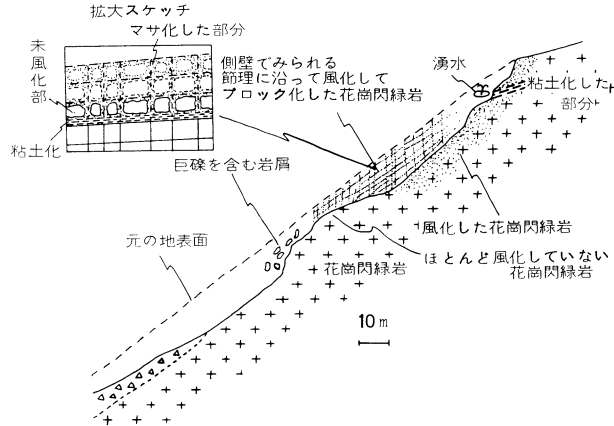
浜田市南部、益田市北東部、同市東部および同市西部には、白亜紀~古第三紀に形成された流紋岩~安山岩の溶岩と同質の火砕岩類が広く分布する。

これらの地域での大規模な斜面崩壊の崩壊部では、これらの火山岩類が強い風化をうけており、節理に沿って網目状に著しく粘土化した現象がしばしばみられる。崩壊は節理を境にして、風化した岩盤が崩落した風化岩型である。そのため、一般に、崩落は浅く広くおこっており、崩落部の深さは数m以浅のことが多い。また、崩落物は、粘土物に富み、含まれる礫は円~亜円で人頭大以下の大きさのことが多い。これらの代表例は、益田市木部町大浜(付図2)、同市大草町大草周辺(付図2)あるいは同市久々茂町権隈山南麓でみられる。

なお、このような風化作用がいつの時期に行なわれたかについての検討は行っていない。

3. 深成岩類の地域

浜田市南西部から三隅町北東部にかけての地域には、トータル岩や花崗閃緑岩を伴う斑れい岩と石英閃緑岩の岩体が分布する。また、三隅町南西端の源田山を中心に花崗閃緑岩が分布する。これらの深成岩類は、白亜紀~古第三紀に貫入した。



第10図 三隅町岡見の花崗閃緑岩の崩壊の断面図
図の位置は付図3に示してある。

これらの深成岩類の地域での大規模な崩壊は、ほぼ共通した特徴を示している。その特徴を、三隅町岡見での大規模な崩壊を例として述べる。

岡見での崩壊(付図3)は、23日7時半頃から8時の間に、5～10分間隔で3回にわたっておきたようである。崩壊は30～40°の傾斜量をもつ斜面で、幅22～53m、斜面長300m以上にわたっておこったもので、今回の豪雨による斜面崩壊の最大のもの1つである。

崩壊斜面の下半部の大半は崩落物におおわれているが、上半部は比較的かぶりが少なく、この崩落崖付近の花崗閃緑岩には、ほぼ垂直な節理系と斜面にほぼ平行な節理系とが発達し、花崗閃緑岩を一辺が数10cm～数mの方形に切っている。節理によって方形に切られた花崗閃緑岩は、節理に沿ってマサ化し、中心部に未風化あるいは風化度の低い核がある(第10図、図版4)。

しかし、地表面から数～10数mの深さにある斜面と平行な節理に沿って花崗閃緑岩は著しく粘土化している。(図版5)一般に、粘土化を伴う節理は、ほぼ垂直な節理系を切ることが多い。また、崩落崖の直下では、斜面にほぼ平行な粘土化帯からの湧水が認められた。そして、崩落崖付近では、これらの節理面が崩落斜面となっている。

これらの観察から、網目状に発達した節理に対し、地表から浸透した水によって花崗閃緑岩は節理に沿って風化していわゆるマサ化した。それらの中で、水が集中し易い斜面にほぼ平行な節理系のあるものが、地下水による風化や節理面に沿う岩盤の滑动などによって粘土化したのであろう。しかし、粘土化した部分は、

マサに比べて透水性が悪くなり、地下水は粘土化した部分に沿ってより多く流れるようになったと考えられる。

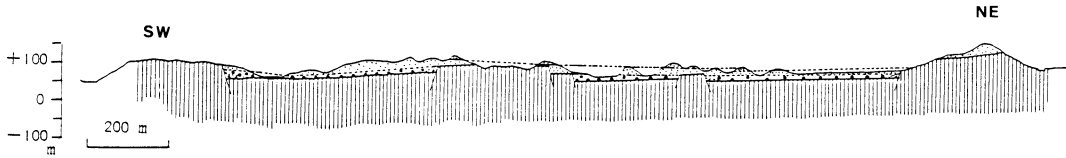
今回の豪雨では、マサ化を伴うほぼ垂直な節理から浸透した多量の水が、粘土化を伴う斜面にほぼ平行な節理に急激に集中し、そのために粘土化した節理より上位の部分が迂り出したものと考えられる。

このように、深成岩類の地域での大規模な崩壊は、風化した岩盤が、未風化の大きな岩塊を伴って動くことによっておきており、風化岩型と岩盤型の中間的な性質を示している。また、崩落物は径数mにおよぶ大きな岩塊を伴うのが特徴的である。

4. 中新統の地域

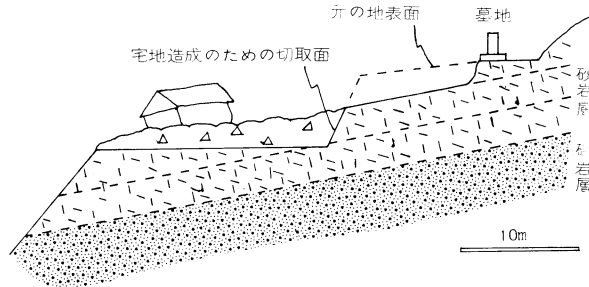
益田市横田から益田市街地を経て益田市津田に至る、幅2～4km、長さ約12kmの地域に益田層群とよばれる中新統が分布する。益田層群は、主に浅海に堆積した礫岩、砂岩および頁岩からなる。第11図にみられるように、一般に、益田層群は堆積後の地殻変動による変形をほとんど受けていないため、地層は緩く北東に傾斜した同斜構造を示すだけである。そして、益田層群は結晶片岩類あるいは白亜紀～古第三紀火山岩類からなる基盤岩類を極めて緩い傾斜の不整合面をもっておっている。

また、益田層群分布地域では、山地は標高150m以下で、30°以上の急斜面は少ない。そのため、これまで述べてきた地域に比べてこの地域にみられる崩壊は一般に大規模なものが少なく、表土型あるいは風化岩型の小規模な崩壊が主である。しかし、益田層群の層理



第11図 益田層群の地質断面図（益田層群研究グループ、未公表）

縦線模様は結晶片岩類を示す。



第12図 益田層群の岩盤型崩壊の例

図の位置は付図2に示してある。

面の傾斜方向と斜面のそれとがほぼ同じ場合、すなわち流れ盤の場合には、斜面の大きさに比べて比較的規模の大きい崩壊が起きている（第12図）。この場合、斜面の傾斜が 20° 以下であったり、斜面の高さが数10m以下であっても、量の多い崩壊が発生している。つまり、益田層群の地域において、比較的規模の大きい斜面崩壊は、岩盤型が主である。

他方、下半部が結晶片岩から、上半部が益田層群からなる斜面が、益田市街地南側の地域にしばしば発達する。このような斜面においては、一般に、下位の結晶片岩が風化岩型の崩壊をおこし、上位の益田層群と一緒に崩落しているか、過去の崩壊部において、今回の豪雨によって斜面上部の益田層群が崩壊をおこしている場合が多い。

さらに、益田層群の地層は、固結度の低い岩石からなり、切り取りが比較的容易であるため、人工的な急斜面が多くつくられている。しかし、益田層群を構成する堆積岩は、短時間で風化してボロボロに崩れやすくなる。そのため、人工の急斜面では、表面の風化部が崩壊するのがしばしばみられた。そして、人工斜面の麓には建造物がつくられている場合が多く、小規模な崩壊でも大きな被害をもたらしていることがある。

5. 第四系の地域

益田市西部の丘陵と南部の山地の脊陵部には、鮮新世～第四紀に堆積した都野津層が広く分布している。都野津層は、主に礫層からなり、構成礫の多くはいわゆるクサリ礫からなる。

都野津層だけからなる自然の斜面は比高30m以下と大きくなく、規模の大きな崩壊はみられない。これらの斜面では、小規模な表土型ないし風化岩型の崩壊がみられる。しかし、白上川や高津川沿岸には、下半部が結晶片岩類や花崗岩類などから、上半部が都野津層からなる斜面が発達する。これらの斜面は、一般に、40～50mの比高をもち、都野津層のみからなる斜面より大きい。このような斜面では、結晶片岩類や花崗岩類が風化岩型の崩壊をおこしており、この崩壊によって斜面上部の都野津層が崩落している。このような実例を小田（1984）が報告している。

都野津層は切り取りが容易なため、都野津層を切り取った人工の急斜面が多くみられる。これらの斜面のうち、比較的新しい斜面においては、崩壊はほとんどおきていない、しかし、斜面の裾が流水などで侵食されて斜面の中部から下部にかけてが小規模に崩壊している例が益田市下本郷町（付図1）などでいくつかみられた。しかし、古い斜面では風化岩型の小規模な崩壊がおきている例が浜田市長沢町日本道路公団事務所

傍などでみられた。

さらに、益田市西部の日本海沿岸部には、砂丘堆積物が分布するが、ここの自然斜面ではほとんど崩壊は生じていない。

IV 斜面崩壊に伴われた現象

1. 土石流について

今回の集中豪雨によって発生した斜面崩壊の特徴の一つに、崩落物の多くが土石流化したことがあげられる。前述した浜田市中場（第5図）や三隅町長柄（第7図）などの例のように、崩壊部の麓に比較的広い平坦面が存在すれば、土石流堆積物は斜面の麓に舌状に薄く広がって堆積している。しかし、益田市久々茂町権現山南斜面の例のように、大きな沢の奥の斜面で崩壊が発生した場合、土石流化した崩壊物は谷に沿って流下している。この場合、土石流は谷底の崩積土を洗掘して、取りこんで量的に増加しながら流下している。そのため、崩壊自身は比較的小規模でも、谷から出てくる土石流は大規模なものになっている。このような例は、三隅町の源田山南斜面（付図3）、同町三隅神社南側（付図4）、同町迫ノ谷（付図4）でみられる。

さらに、益田市大谷町伏谷の場合には、谷の奥の側斜面でおきた崩壊の崩落物が谷底にダム状に堆積し、一時的に流水をせき止めた。約1時間後、崩落物からなるダムは破壊し、それまでにせき止められていた水は、鉄砲水となって谷を流下したが、そのときに谷底の厚さ約2mの埋積土を洗掘して、土石流となっている（図版61）。

このような側斜面での崩壊による崩落物のせき止めによって、三隅町赤漬（付図5）では花崗閃緑岩の谷で大規模なものが、そして、益田市持石では都野津層の丘陵の谷で小規模なものが発生している。

2. 前兆現象

今回の調査において、被災された方や斜面崩壊を目撃された方などから、斜面崩壊と土石流の発生直前にいくつかの特徴的な現象を聞くことができた。このような現象は、防災に役に立つものと考え、以下に簡単にまとめておく。

○地下水位の異常な上昇

前述のように、浜田市中場の崩壊（第5、6図）において地下水位の異常な上昇が目撃されている。崩壊部のすぐ傍の山裾の井戸は、通常は地下1.5mであったが、崩壊発生前には、水を噴き上げていた。これは、斜面の地表下を流下してきた地下水の異常な増加によ

るものと考えられる。

○斜面下部での小さな崩壊

前述の三隅町須津の崩壊（第8図）と益田市市原（付図1）の崩壊では、幅数mの小さな崩壊が斜面の下部でおきてから、数10分後により大きな崩壊がおきている。

○湧き水の濁り

前に述べた益田市須子町の例（第9図）では、崩壊斜面下部の左側縁部に夏涸れしたことの無い自噴泉がある。崩壊発生30分ほど前に、この泉からの湧水が流れていた水路の水がなくなり、崩壊部中央付近から新たに水が流れ出してきた。その水は赤味をまして、泥を多く含んでいたとのことである。

○流水の変化

前に述べた益田市大谷町伏谷の場合、谷の奥の側斜面で崩壊がおきた直後に、谷の出口では一時的に流量と流されてくる土砂の量がふえた。そして、約50分後に土石流がおきている。

○異常な音

三隅町赤漬では、土石流が発生する約10分前から、ブルドーザーが出すようなうなる音が、谷の奥から聞こえてた。そして、土石流は一度に流れてきた。土石流の発生部から谷の出口までは約400mしかないことから、10分間続いた音は土石流が流下する音でない可能性もある。

V おわりに

鎌田ほか（1982）は、長崎豪雨による斜面崩壊を調べて、地質条件の違いによる崩壊型式の違いを報告している。それによると、長崎周辺の閃緑岩地域の主な崩壊の型式は、本論の深成岩類の大規模な崩壊と、第四紀火山岩地域の主な崩壊の型式は、本論の白亜紀～古第三紀火山岩類のそれとほぼ対応する。また、西彼杵半島の結晶片岩地域の崩壊は、益田市周辺の結晶片岩の崩壊と似た型式である。

さらに、三浦（1969）は昭和39年の豪雨による島根東部での斜面崩壊において、風化の問題と併せて、地質条件のちがいで崩壊の型式が異なることを示唆している。

このように、地質条件の違いによって、大規模な崩壊の型式が異なる傾向は、今回の豪雨以外においても認められている。このことが、より一層確められれば、大規模な斜面崩壊の発生の危険性の予測において、地質条件の違いごとの検討の要点が示されるであろう。

たとえば、三隅町周辺にみられるような、新期の堆積物におおわれていない結晶片岩類からなる斜面に限った場合、種々の成因による岩層の厚さと地表下における岩盤の分布形態が密接に関連すると考えられる。そこで、斜面崩壊の規模を大きく規制すると考えられる岩層部の厚さを知るための、低廉で簡便な調査法が開発されれば、予測についての調査もなされるであろう。

岩層の厚さを調べる方法の1つに弾性波調査があるが、簡易弾性波調査法の開発を試行し、モデル実験などを進めている方がたと交流し、将来、前述の予測に関して第一次近似的なものでも提出したいと願っている。

他方、斜面崩壊の発生条件の1つである、斜面の規模や性格の違い、あるいは斜面の形成時期についての検討は行なわなかったが、これは今後に残された課題である。たとえば、付図4にみられるように、三隅町市街地南側の山地に比べて、約3 km北方の白砂一谷間の山地では、崩壊の発生数が著しく少なく、大規模なものはおきていない。両山地はともに結晶片岩類からなるが、前者に比べて、後者の山地は比高で70 m 低く、大きな斜面がみられず、斜面の傾斜も全体的にやや緩い。この違いが崩壊発生の違いとしてあらわれていると考えられる。このような地形の違いは、中新世以降の地殻変動と結びつけた地形発達史に求められるであろう。さらに、風化の時期と地形発達史との関連も重要であろう。

参 考 文 献

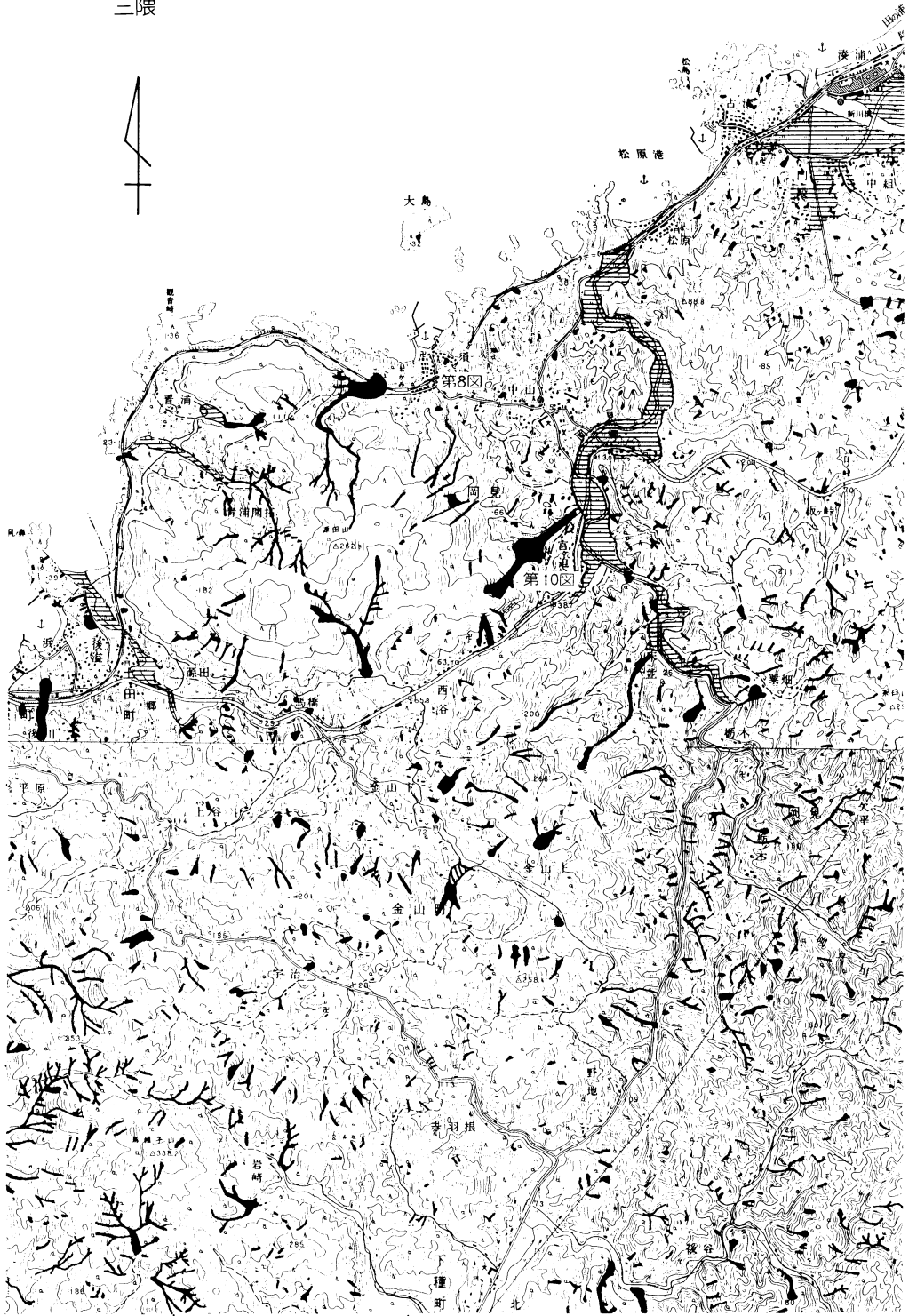
- 安藤進一, 1984: 中場地すべりの地質的要因と対策工法. 島根大地質研報, no. 3, 35-40.
- 藤田 崇, 1979: 崩壊の特性と崖錐性基底礫岩の形成について. 地質学論集, no. 16, 141-148.
- 鎌田泰彦・松岡数充・近藤 寛: 地質的条件からみた災害の特性. 昭和57年7月長崎豪雨による災害の調査報告書(長崎大学学術調査団編), 37-52.
- 三浦 清, 1969: 昭和39年7月山陰北陸豪雨による島根県東部地方の豪雨性山崩れについて. 山陰文研紀要, no. 9, 23-41.
- 小田基明, 1984: 益田市西部の斜面崩壊について. 島根大地質研報, no. 3, 63-64.
- 大阪管区气象台, 1983: 災害時気象速報「昭和58年7月20日から23日にかけての梅雨前線による中国地方の大雨」. 20p.
- 柴田 徹・清水正喜・八嶋 厚・三村 衛, 1984: 浜田市の土砂災害の実態と中場崩壊地の土質特性. 文部省科学研究費報告書「昭和58年7月山陰豪雨災害の調査研究」, 38-49.
- 島根県, 1975: 土地分類基本調査「益田・飯浦」.
- , 1976: 同 上 「江津・浜田」.
- 島根県地質図編集委員会, 1982: 島根県地質図(20万分の1).

図 版 説 明

- 1 浜田市中場における結晶片岩類の斜面崩壊(第6図)の崩落崖にみられる岩層.
- 2 三隅町須津における結晶片岩類の斜面崩壊(第8図)の崩落崖にあらわれた墓穴. ハンマーの先の白い物は人骨.
- 3 三隅町長柄における結晶片岩類の斜面崩壊(第7図)の側壁にみられる岩層.
- 4 三隅町岡見における花崗閃緑岩の斜面崩壊(第10図)の崩落崖近くの側壁. 節理に沿って花崗閃緑岩はマサ化している.
- 5 同上の崖落崖でみられる斜面に平行な節理に沿っての粘土化帯.
- 6 益田市大谷町伏谷での土石流の洗掘の痕. 災害発生前の谷底は、人物が立っている高さであった.



付図 3
三隈





付図 6
和田

浜
田
港