

噴出岩地帯におけるがけくずれに  
関する地質学的研究  
(才2報)

黒田和男  
地質調査所応用地質部  
室住正義  
地質調査所物理探査部

Geological Study on the Mechanism of  
Landslides in Effusive Rocks  
(Part II)

By

K. Kuroda and M. Murozumi  
*Geological Survey of Japan, Tokyo.*

Abstract

- 1) The area in question is composed of alternations of closely jointed Taradake andesitic lava flows and pyroclastics which are often altered into clayey materials. Hydrated-halloysite is detected in the clayey materials by X-ray analysis.
- 2) Underground water flows in the lava flow as a permeable layer and on the clayey pyroclastics as an impermeable layer, and is supposed to be supplied from a large hinterland including Mt. Taradake.
- 3) From photogeological and general geological survey, landslides of the area are generally found on the clayey zone of pyroclastics which lies under the lava flows.
- 4) From electrical prospecting, Taradake andesite is inferred to be dry and rich in cracks, and the boundary zone between the lava flows and the underlying pyroclastics is probably altered into clayey materials in underground zones as observed in outcrops.

目 次

まえがき .....	4	2. 地域内崩壊について .....	6
緒 言 .....	4	3. 水露頭調査結果の考察 .....	8
1. 地質と地形との関係 .....	5	4. 電気探査の結果とその考察 .....	9

5. がけくずれの機構について ..... 17  
 まとめ ..... 18

まえがき

噴出岩地帯におけるがけくずれの機構および予知に関する総合研究の一環として、地質調査所では、がけくずれの地質特性に関する研究を分担実施し、昭和39年度実施分についての全部と、昭和40年度実施分の1部は、本研究報告の第1報としてすでに報告した\*。

昭和40年度後半では、昭和41年2月中旬から3月上旬にかけて、試験地の中で実験斜面が設けられている地区について、地下浅部の地質をさぐる目的で電気探査を行ない、あわせてその解析に必要な各種調査を実施し、とくにがけくずれの履歴現象を地形発達という立場で考察したので、その結果を第2報としてここに報告する。

なお、本研究の内容および実施担当者は表-1のとおりである。本稿のうち、1, 2, 3, 5については主として黒田が、4については主として室住が執筆した。とくに実験斜面についての土質工学的考察は、本研究報告の後章で鉄道技術研究所により記述されるので、ここでは触れていない。

本稿を草するに当たり、現地調査に数多くの援助を賜った佐賀県消防防災課、多良町関係各位に厚い感謝の念を捧げる。

表-1 本研究の内容および実施担当者

調査研究の内容	実施担当者 (所属)	備考
調査研究の推進および総括	安藤 武(応用地質部) *黒田 和男(応用地質部)	
地質調査・1: 10000地質図作成	松井 和典(地質部) 上村不二雄(地質部)	1) 39年度実施
火山岩の地球化学的研究(自然残留磁気の測定および地質調査)	高橋 清(技術部)	1) 39年度実施
水理・水質および風化状況の調査	安藤 武 大久保太治(応用地質部) 岡 重文(技術部)	1) 39年度実施
試験調査に関する業務および結果の総括	安藤 武 大久保太治	1) 40年度実施

\* 安藤武, 松井和典, 高橋清, 大久保太治(1966): 噴出岩地帯におけるがけくずれに関する地質学的研究, 防災科学技術総合研究報告 第13号, 3-28

調査研究の内容	実施担当者 (所属)	備考
試験地点に関する地形測量	桂島 茂(技術部)	2) 40年度実施
電気探査(観測実験地)	*室住正義(物理探査部) 小川 健三(物理探査部) 村上 箕(九州出張所) 古川俊太郎(九州出張所)	40年度実施
電気調査に関する地形測量	吉副 広美(福岡通産局)	40年度実施

注 1) 第1報で報告済み

2) 第1報で1部報告済み, 第2報で報告

\* 第2報の執筆者

緒言

この研究でとりあげられた地域は、佐賀県藤津郡太良町管内にある有明海に面した延長約6kmの海岸線沿いの地域一帯である。

もともこの地域は、昭和32年7月、長崎県諫早地方に大水害をもたらした記録の集中豪雨の際にも若干の被害があったが、昭和37年7月始めの長雨と、それに続く7月8日の約650mmに達する集中豪雨によって、この地域一帯に山くずれ・がけくずれ等が無数に発生し、太良町管内だけでも大小合わせて100カ所近くに達した。ことに長崎本線肥前大浦駅付近の権現山の崩壊は、死者28名行方不明17名を出す著しいものであったが、このほかにも数多くの被害が、山くずれ・がけくずれ等によってもたらされたのである。

このような集中豪雨時における山くずれ、がけくずりは、たしかに人的あるいは物的損害がそこにみられるならば災害になるが、これを自然現象としてみるならば、山地や丘陵地の侵食現象の1つの型式が、たまたま発生した所に折悪しく人家があり、人が死んだから災害となって報道されたとみてもよいものであり、山くずれ・がけくずれが発生したのも、単なる偶然というよりは、種々の地質・地形的な要素が、ちょうど集中豪雨の際に山くずれ・がけくずれを発生させるような条件下にあったため、必然的に起ったと考えることができる。

本稿は、昭和37年7月のがけくずれ災害を中心に、この地域の侵食の型態からその地質・地形上の特性を見だし、今後も発生するであろう山くずれ・がけくずれの予知・対策に関して何

らかの資料を与えようとするものである。

1. 地質と地形との関係

本研究地域は、有明海北部西岸にそびえる多良岳火山の東方山ろくに当り、火山の裾野が展開して有明海に没しようとしているところに位置し、標高80m～200mのゆるやかな丘陵が一带にひろがって、底の浅い幅の広い谷がその間を縫っている状況である。

この地域の地質は、すでに第1報の中で、松井・上村・高橋によって詳細に記載されているので、ここではその要点だけを再録する。

この地域に分布する岩石は、鮮新～更新世に北西九州で広い範囲にわたって大規模に活動した北松浦玄武岩類と、その上に噴出した多良岳安山岩

およびその碎屑岩類である。また“沖積層”が谷間を埋めて分布し、がい錐堆積物が、平底谷の谷壁その他に分布している。

表-2に地質の概要をのべる。

この地域は、地形上の特徴によって、亀ノ浦-田古里を結ぶ線すなわち長崎本線の線路に沿う線で東西2つの部分に分けられる。東の部分は、田古里粗粒玄武岩類からなる高さ136.0mの山を中心とする小円錐火山状の地形で、放射状に谷が発達している。西の部分は、台地状の地形を呈し、その高さは西に高く東に低く平均60～80mを示している。また返答岳のような半ドーム型の小山が散在し、ちょうど多良岳火山の寄生火山のように見えるが、これらは、地質調査の結果では北松浦玄武岩類からなることが判明した。

中畑・野上地区の多良岳安山岩からなる台地は畑地としてよく利用されており、林地は台地周縁の急斜面すなわち“かけ”に限られている。

海岸は平坦地に乏しく、顕著な海食崖が発達し、その高さはこの地域では25mに達するものがある。また海岸に沿っては小規模の海岸段丘が発達している。その高さは20m前後で、有明海周辺に発達する海岸段丘のうち中位段丘下位面に對比されている。<sup>3)</sup>

この地域の谷は幅の広い平底谷が多く、水がある場合にはこの谷頭の湧水を水源とする水田が開けている。この谷壁に沿っては崖錐が発達している所があり、ことに北松浦玄武岩類と多良岳安山岩との接触位置に沿って著しい。崖錐地形の

表-2 研究地域地質系統表

地質時代	名称	記号	岩質等の特徴
現世	現世堆積物	a	図-2では分布省略
	(竹崎玄武岩類)	B	
	崖錐堆積物	d	
	(段丘堆積物)	t	
更新世	多良岳安山岩類	TA <sub>u</sub> TAL	図-2では一括してTAとした。 多良岳火山の活動初期に流れた熔岩流。暗灰色の斑晶質岩で柱状あるいは板状節理が著しい。
	(田古里粗粒玄武岩)	TB <sub>4</sub>	暗緑色又は暗灰色を呈し斑晶鉱物としてかんらん石が著しく多い。
TB <sub>3</sub>		暗緑色～灰色を呈し、かんらん石の斑晶が非常に多い。 厚さ数mの火山碎屑岩層とその間に酸性安山岩質の火山礫灰岩の挟みがある	
TB <sub>2</sub>		灰～暗緑色を呈する緻密な岩石、かんらん石の斑晶が著しく多い。 厚さ3～4mの赤紫色を呈するスコリヤおよび凝灰岩層	
TB <sub>1</sub>		暗緑色を呈する緻密な無斑晶質岩石	
中新世	(基盤岩類)		[本地域には露出せず]古第三系沖島層群と思われる。

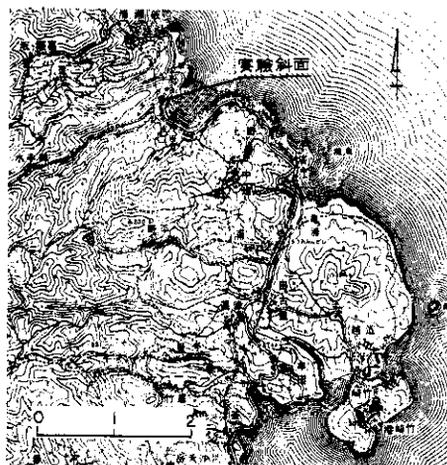


図-1 研究地域要因

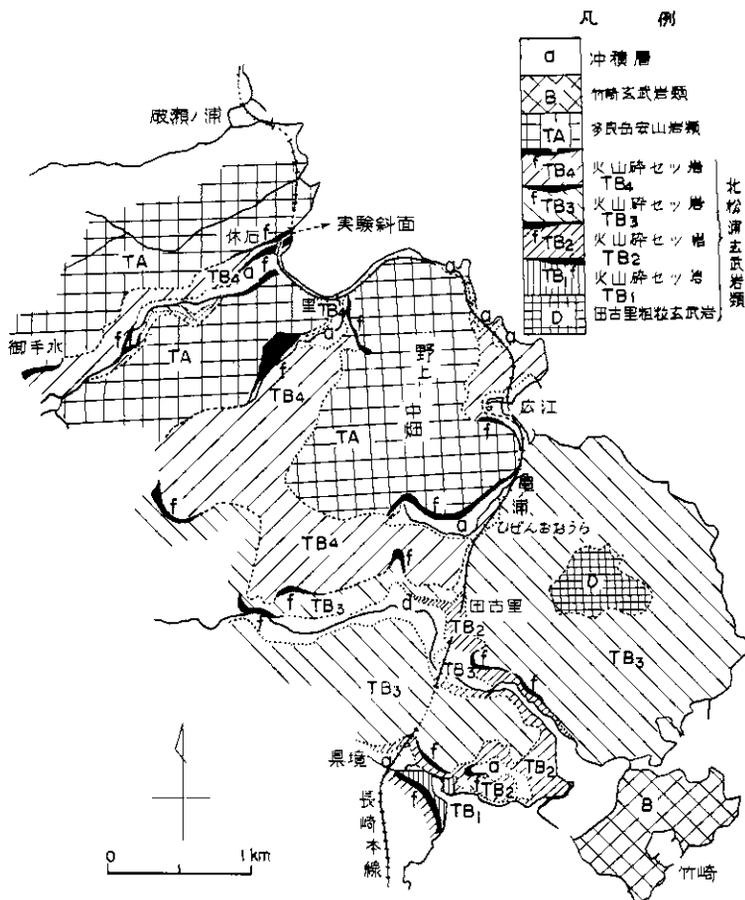


図-2 研究地域地質図

ある場合、その場所はたいてい水田となっており、谷頭湧水点の後退ということで平底谷の成因が説明されるかも知れないが、現在のデータではそれを証明することはできない。

## 2. 地域内崩壊について

本研究地域内の崩壊状況を調べる手がかりとして、昭和38年7月から8月にかけて、佐賀県の計画のもとに国際航業株式会社により撮影された空中写真、および昭和38年9月から10月にかけて国土地理院が撮影した空中写真を利用した。昭和38年7月といえば、昭和37年7月の災害時から約1カ年経過しているため、たとえば国道筋の崩壊等のような急を要するものは、かなり修

復されているが、崩壊の発生位置等はよく判読され、地域内の崩壊の特性を見出すにはさしつかえないものと思われる。

空中写真から摘出した崩壊位置は図-3に示したとおりである。この図と地質図とを対応させた結果を次にのべる。

多良岳溶岩からなる地区にはしゃく子状にみえる崩壊が認められる。これは表層板状体のすべりであるが、本研究地域内にはその数は少ない。しかし多良岳の本体では、この種の崩壊が大部分を占めている。

北松浦玄武岩類中の崩壊は、主として風化表層部あるいは凝灰質岩石の挟みが露出する位置に発

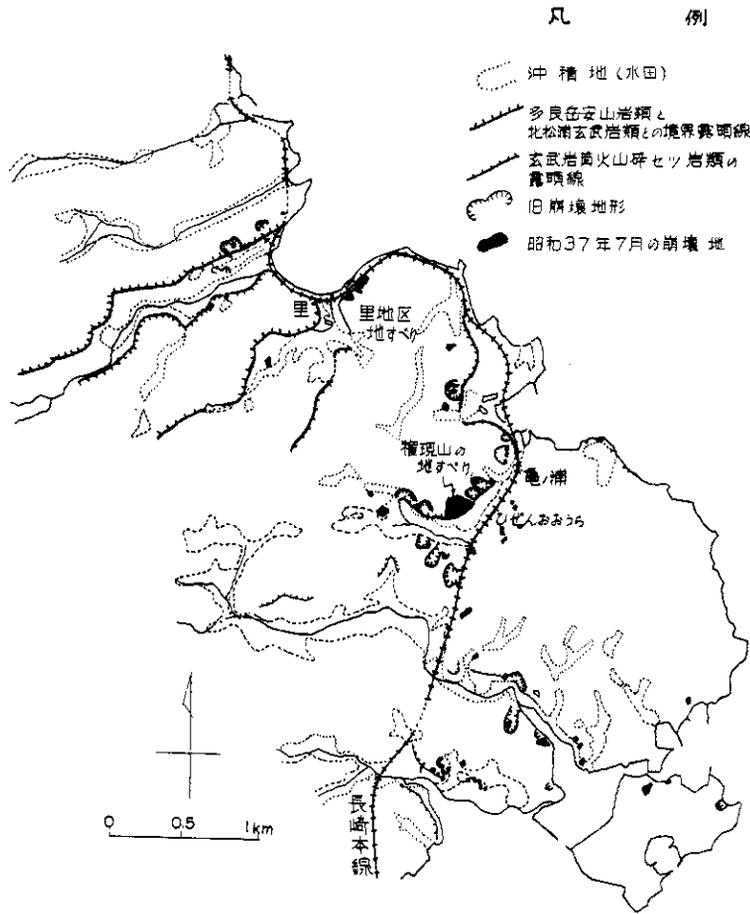


図-3 地域内崩壊分布図

生しており、円弧型すべりに起因するものが多い。すなわち、滑落がいは小規模ながらも明りょうであり、その型は馬てい型を示し、崩土は前方に押し出されたようになっている。とくに大規模な崩壊は、肥前大浦駅付近のいわゆる権現山の崩壊、および里地区のもので、どちらも多良岳安山岩類と北松浦玄武岩類の接触位置に発生している。いずれも円弧型崩壊の大規模なものであって、崩壊は、玄武岩質の砕セツ岩が前方に押し出され、その上に安山岩溶岩の岩塊が積み重なったようになっている。

従来観察してきた数多くの例では、ち密な安山岩質溶岩、あるいは玄武岩質溶岩はもともと餅盤状の地形を呈し、周縁部は下降斜面型を形成している。亀ノ浦や里の崩壊地形は、もともとち密な

溶岩流のもつべき地形とは明らかに異質である。このような点に注目すると、台地の縁に馬てい形のくぼみがあれば、それは過去の崩壊によってできた地形であり、過去に発生した崩壊の痕跡を残しているものであるということが出来る。図-3は、古い崩壊跡地形を摘出したものであるが、崩壊の集中した個所が認められることは、崩壊は偶発したものではなく、何らかの理由で必然的に発生したものであることを暗示している。

なお、本研究地域内では、T B<sub>4</sub>の北松浦玄武岩流を石材として各地で採石している。採石場の型態は、亀ノ浦あるいは里の崩壊地形によく似ているので、空中写真判読のうえからは、注意して崩壊地形からは除外するようにした。

橘(1958)は、昭和32年7月の諫早大水

害を発生させた集中豪雨の際に、多良岳南方のこの研究地域の隣接地域に発生した山くずれについて考察した結果、山くずれはA, B, C, D, E, F型の6つに分類されること、山くずれの大多数は多良岳安山岩および集塊岩互層中に発生していること、とくに玄武岩類が分布する地区に関してはA, Cの両型がみられることをのべている。本研究地域では、田古里川沿いまたは県境付近にこの型がみられ、亀ノ浦および里地区の崩壊は、橋の分類にもみられない特殊のものである。

第1報ですでに松井らがのべたように、多良岳安山岩は、北松浦玄武岩類が地表に露出し、侵食を受けてある程度起伏のある地形が形成された所へ、その凹地を埋めるようにして流れ込んだものであり、過去および昭和37年7月にがけくずれを起した所は、この凹地のやや傾斜の急になった縁部に当たっている。これは、後述するように、亀ノ浦あるいは里地区のがけくずれ発生に大きな地質条件となって関連している。

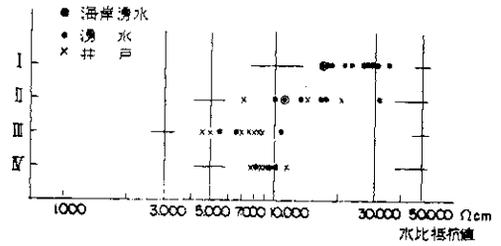
### 3. 水露頭調査結果の考察

亀ノ浦あるいは里地区のように、下位にかなり粘土化した火山砕セツ岩類があり、その上に節理のよく発達したち密な溶岩流があるという構成を考え、しかも崩壊が、火山砕セツ岩類の破断という型式で発生したということを見ると、この崩壊の原因として、地盤の異常な含水、しかも節理の多い安山岩質溶岩流の中にその節理に雨水が浸透して充満したための重量の変化、あるいは地盤が異常に含水した結果、粘土化した火山砕セツ岩の土粒子内にある種の化学変化が起って、釣り合いが保てなくなるという場合が考えられる。いずれにせよ集中豪雨の際の水の挙動とくに供給源は、崩壊現象を解く場合の鍵になるので、この地域のうち長崎本線以西の地域について、地下水の流動状況を知るための水露頭調査を行なった。

図-4, 図-5は、比抵抗および温度測定結果からこの地域の地下水を分類したものである。

すでのべたようにこの地域の水田は、谷頭から湧出する水を使用しているのが多い。地域内の水田の分布から、谷頭の湧水地点が読み取れるので、以下に地質等と対応させた結果を示す。

水比抵抗値によれば、この地域の湧水は明らかに多良岳安山岩の中を流動してくる20,000~30,000  $\Omega$ cmの雨水が地中に浸透した状態のまま流動してきた地下水が地表にあらわれたものと、



記号	区分	おもな地区
I	多良岳安山岩(新鮮なもの)中から湧出する大きい後背地を有する水	(御手水・里・休石地区)
II	北松浦玄武岩類中から湧出する大きい背後地を有する水	(里地区)
III	北松浦玄武岩類中から湧出する水	(広江地区)
IV	多良岳安山岩中から湧出する水	(野上・中畑地区)

図-4 水比抵抗値区分図

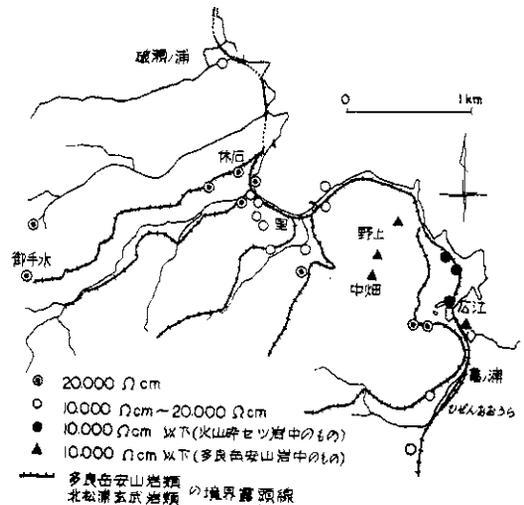


図-5 里地区周辺主要湧水分布図

10,000  $\Omega$ cm内外の野上・中畑地区の多良岳安山岩中に貯留されている地下水とに分けることができる。そうして、かりに地下水の流動が、岩盤中の多孔質部分あるいは溶岩流の中の割れ目の非常に多い部分を、重力の法則により低い所を選ん

で流動しているならば、地下水の主な流れは、地質構造からは、粘土化した凝灰岩の層を不透水盤とし、溶岩流の層を透水層として、その境界の凹地をぬって流れていることになる。

里地区北東方の海岸では、干潮時に多良岳安山岩類と北松浦玄武岩類の接触部が現われる所があり、図-6に示すように、不整合面のわずかな起伏に応じて、粘土化した北松浦玄武岩類を不透水盤とし、安山岩類の基底から水が湧出している。この事実は巨視的にも微視的にも、また北松浦玄

武岩類中の溶岩と凝灰岩あるいはスコリア層と凝灰岩層との組合わせを考えた場合にもいつでも適用されるものであるといえよう。

亀ノ浦および里地区の崩壊地点が、多良岳安山岩と北松浦玄武岩類の境界位置にある地下水流の主脈から外れており、しかもその下位の玄武岩溶岩中にはかなりの量をもつ地下水脈が認められるということは、この崩壊機構を考察するうえで重要な示唆を与えるものである。

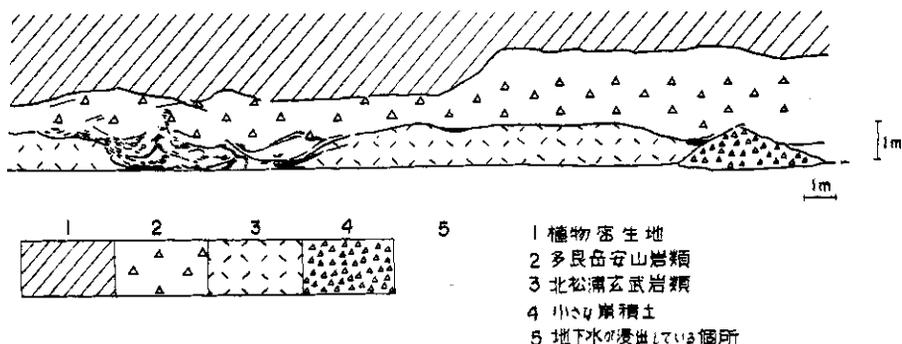


図-6 里海岸露頭のスケッチ(一部)

#### 4. 電気探査の結果とその考察

実験地とその周辺における地下浅部の地質に関する資料を得るため、実験斜面を中心とするほぼ370m×80mの区域で電気探査を実施した。区域の大部分は南向きの斜面で、多良岳安山岩溶岩の分布しているところは山林として、玄武岩質火山砕セツ岩の分布しているところは主としてみかん畑として利用されているようである。

測地は、ほぼN40°Eすなわち斜面を横に水平に繰りようにして370mの長さのものを20m間隔をもって設けたが、地形その他の障害により途中で打切り、またはこれをおききうために補助測線を設けた場合もある。

測点はこれらの測線上に10mごとに設置した。

電気探査を実施した区域の地形、および測線・測点の配置・記号・番号等は図-8に示したが、国鉄および気象研究所により行なわれている観測坑井はA<sub>20</sub>~B<sub>20</sub>ならびにA<sub>23</sub>の近傍に集中している。なお、昭和37年7月の集中豪雨の際に発生した崩壊の痕跡や、調査当時に観察された地割

れらしい表土のずれの位置も同時に記入した。

電気探査は、比抵抗法により水平探査および垂直探査を実施した。

水平探査は2極法により、各測線上に電極を配列して、電極間隔(a)を10、20、40、80mの4種として、10mごとに測定を行なった。この測定結果を各測線ごとに、地形断面とともに比抵抗水平分布曲線として図-9(a)~図-9(f)に示した。

また、各電極間隔ごとに各測点の比抵抗値を等比抵抗線をもって示したのが図-10(a)~図-10(d)の比抵抗分布図である。

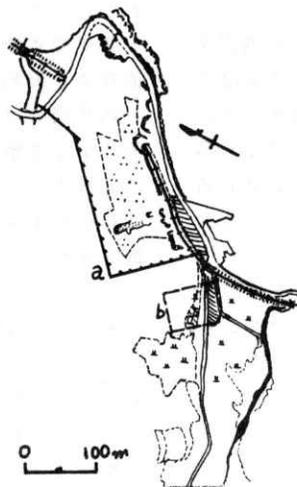
さらに、10、15、20、25、30、35の各線について地形断面とともに各電極間隔の比抵抗値の状況を示したものが図-11(a)~図-11(f)である。この場合a=10mの曲線は比抵抗値をこの各断面を挟む最も近い2点の比抵抗値(すなわち、たとえば10線のものは9.5点および10.5点の比抵抗値)の平均をもってその値とした。



79 RG-75 K-8019 KOKUSAI

80 RG-75 K-8019 KOKUSAI

写真-1 実験地付近空中写真



a : 電気探査区地形および測点図の範囲

b : 試錐A地区の地形略図(第1報図-13)の範囲

図-7 写真-1の説明図

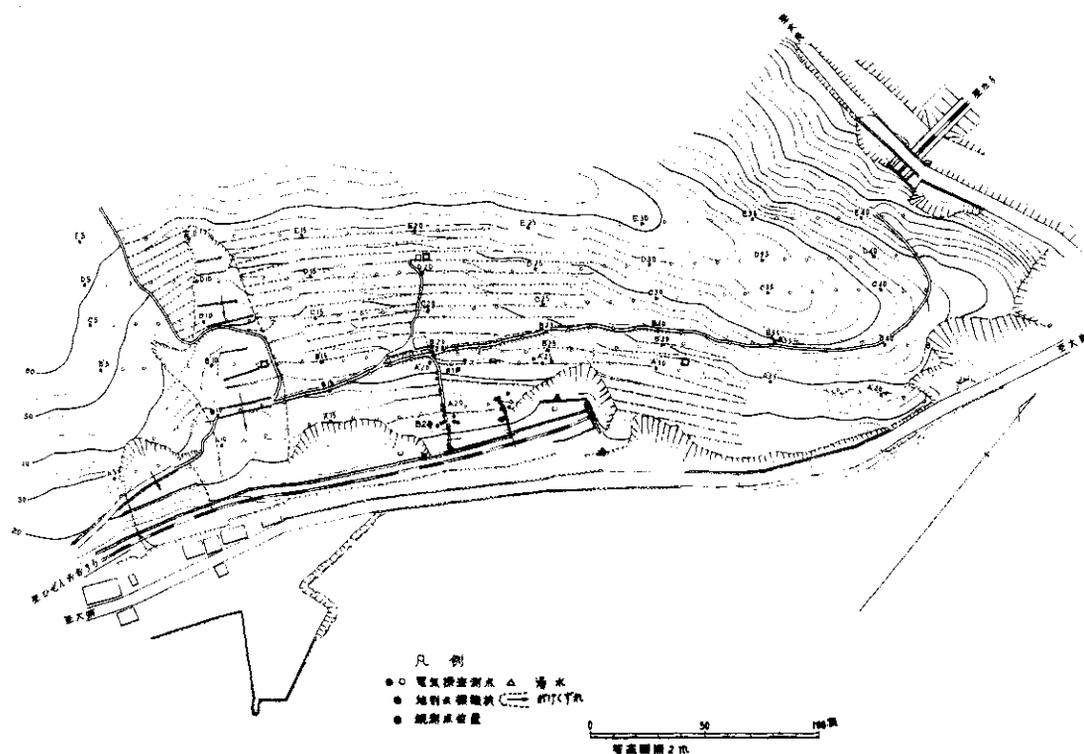


図-8 電気探査区地形および測点図

垂直探査はつぎの各測点において実施した。

○A 測線においては 12, 14, 16, 18 点

○A' " 26, 28, 30, 32 点

○B, B', C, D の各測線においては、それぞれ 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32 点

○E 測線においては 14, 16, 18, 20, 22, 24 点

各測点とも電極配置は Wenner 方式により、測線上に電極系を配列、電極間隔を 40~60 m まで展開して測定を行なった。その測定結果の一部を、その解析結果とともに図-12 に  $\rho-a$  曲線図として示した。

なお探査に使用した測定器は地質調査所型電気探査装置である。

以上を総合して考察すると、図-10(a), (b)において、探査区域の北部で山稜に沿って分布する

200  $\Omega$ m 以上の高比抵抗帯は、この山稜近く各所に散見される多良岳安山岩溶岩の分布と関連するものと考えられ、また 100  $\Omega$ m 以下の低比抵抗帯は、玄武岩質火山砕セツ岩との関連が考えられる所である。一方本探査区域の南方で行なわれた試錐坑井の電気検層資料を見ると、玄武岩質火山砕セツ岩 60~100  $\Omega$ m の値を示し、玄武岩溶岩は 200~1500  $\Omega$ m を示すことが認められるが、なかには玄武岩溶岩が 100  $\Omega$ m 程度を示しているものもある。このため本区域内に分布する玄武岩質火山砕セツ岩と多良岳安山岩溶岩を比抵抗値のみで厳密に区別することはむずかしい。しかし比抵抗分布の様相からみて、傾向的には多良岳安山岩溶岩の下部に玄武岩火山砕セツ岩が潜入しているものと推定される。比抵抗分布図の  $a=80$  m の場合、北部の高比抵抗帯が最高 200  $\Omega$ m 程度を示しているものは、溶岩として

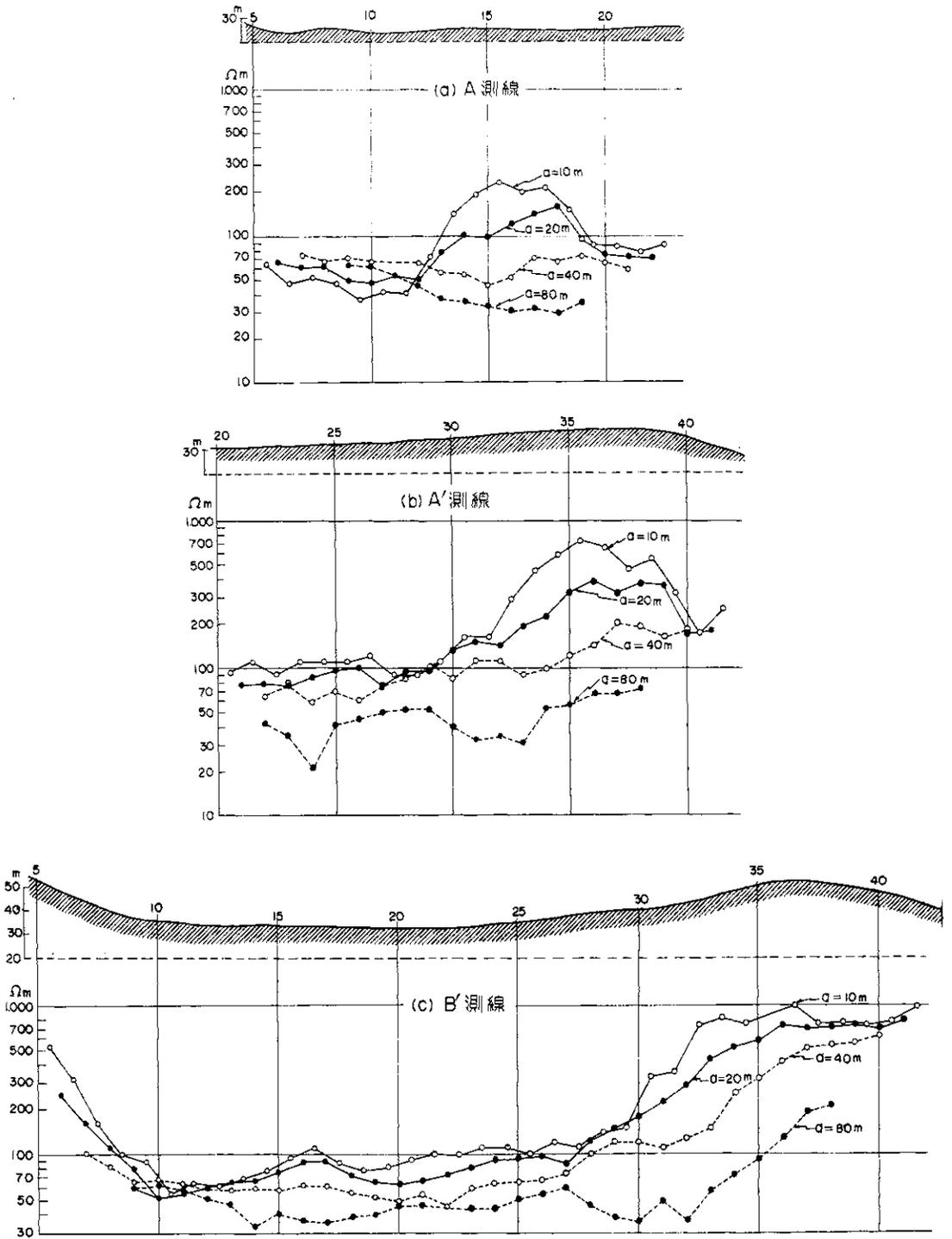


図-9 比抵抗水平分布曲線図

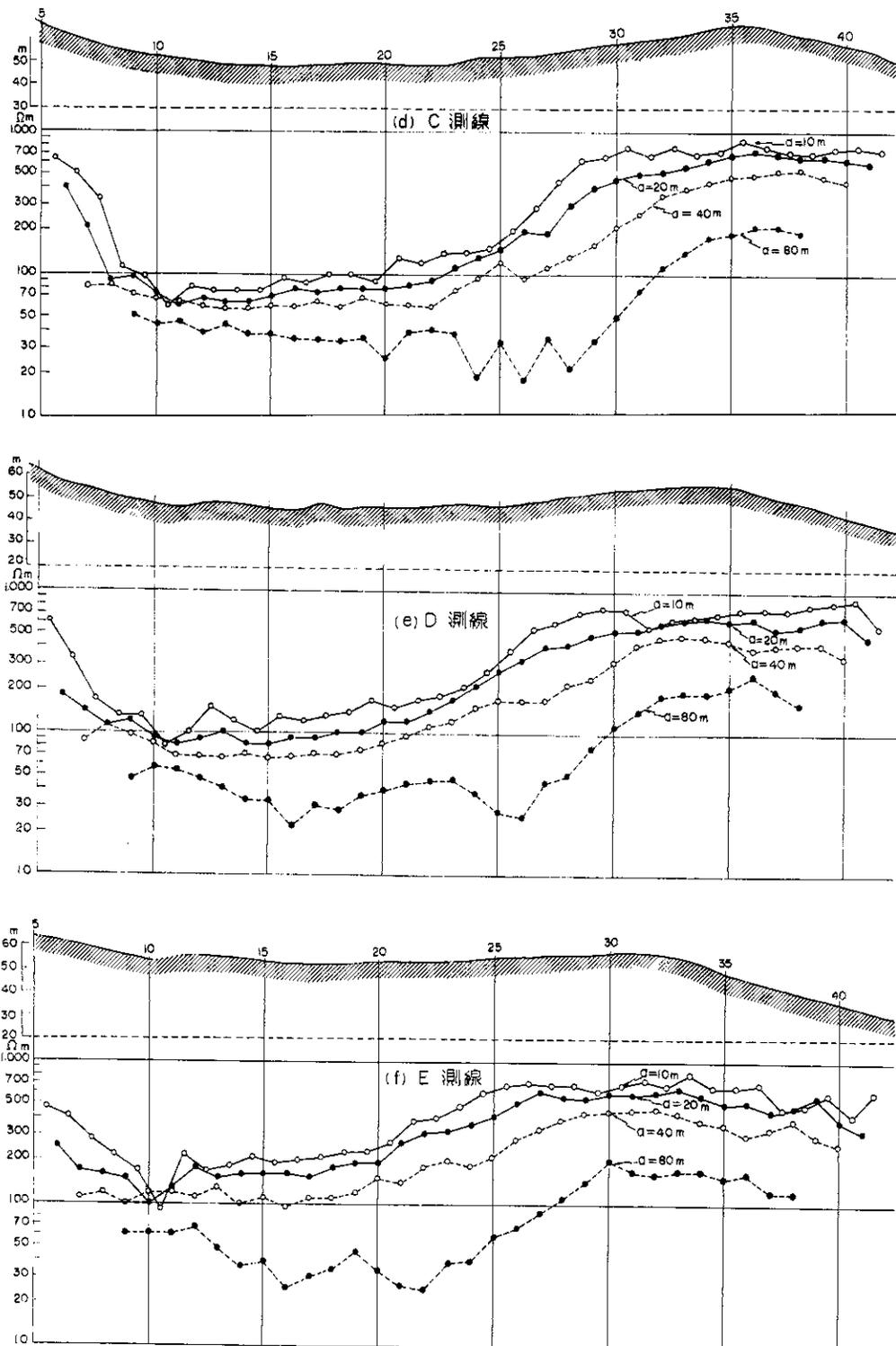


図-9 ( 続き ) 比抵抗水平分布曲線図

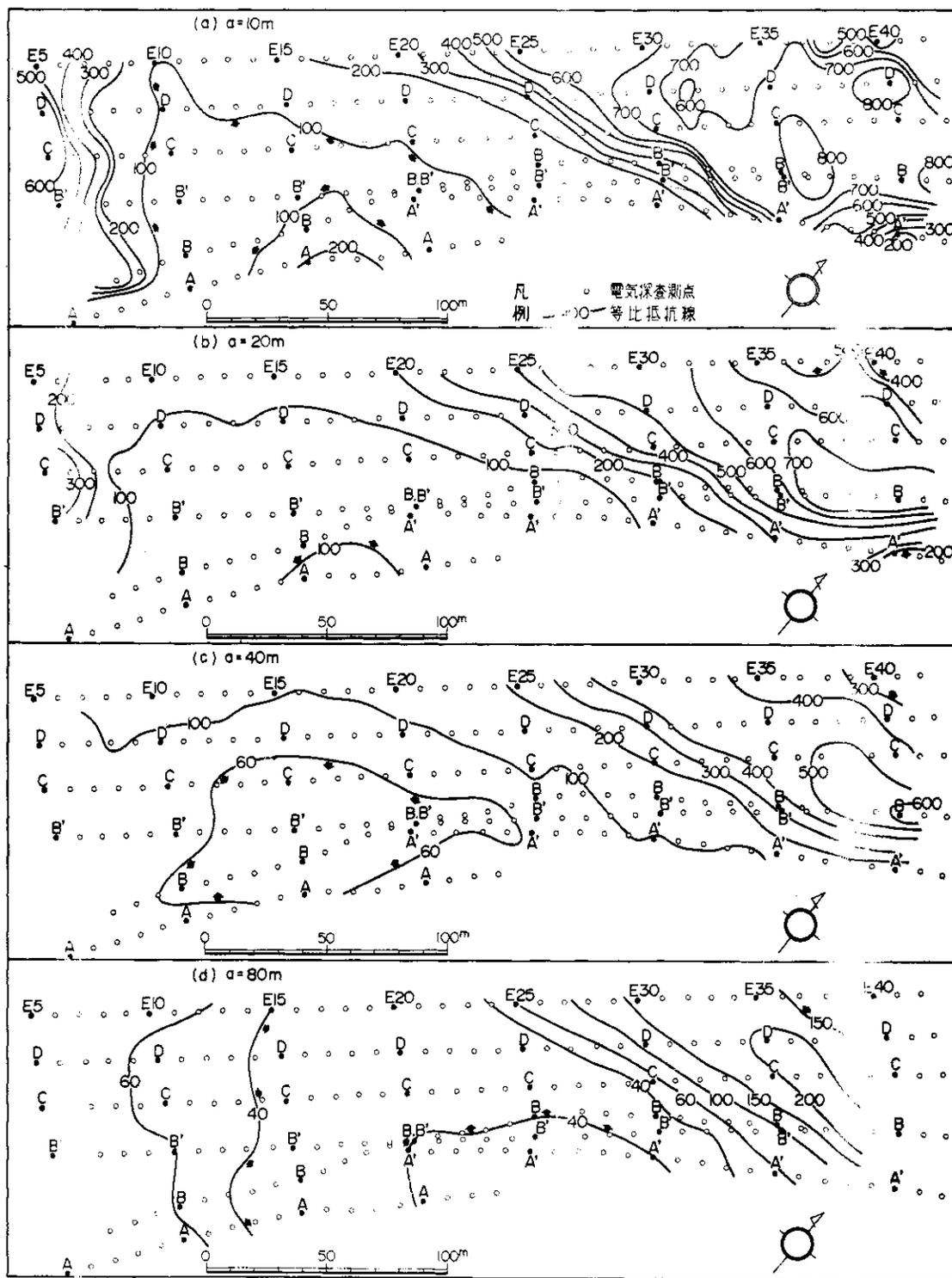


図-10 比抵抗分布図

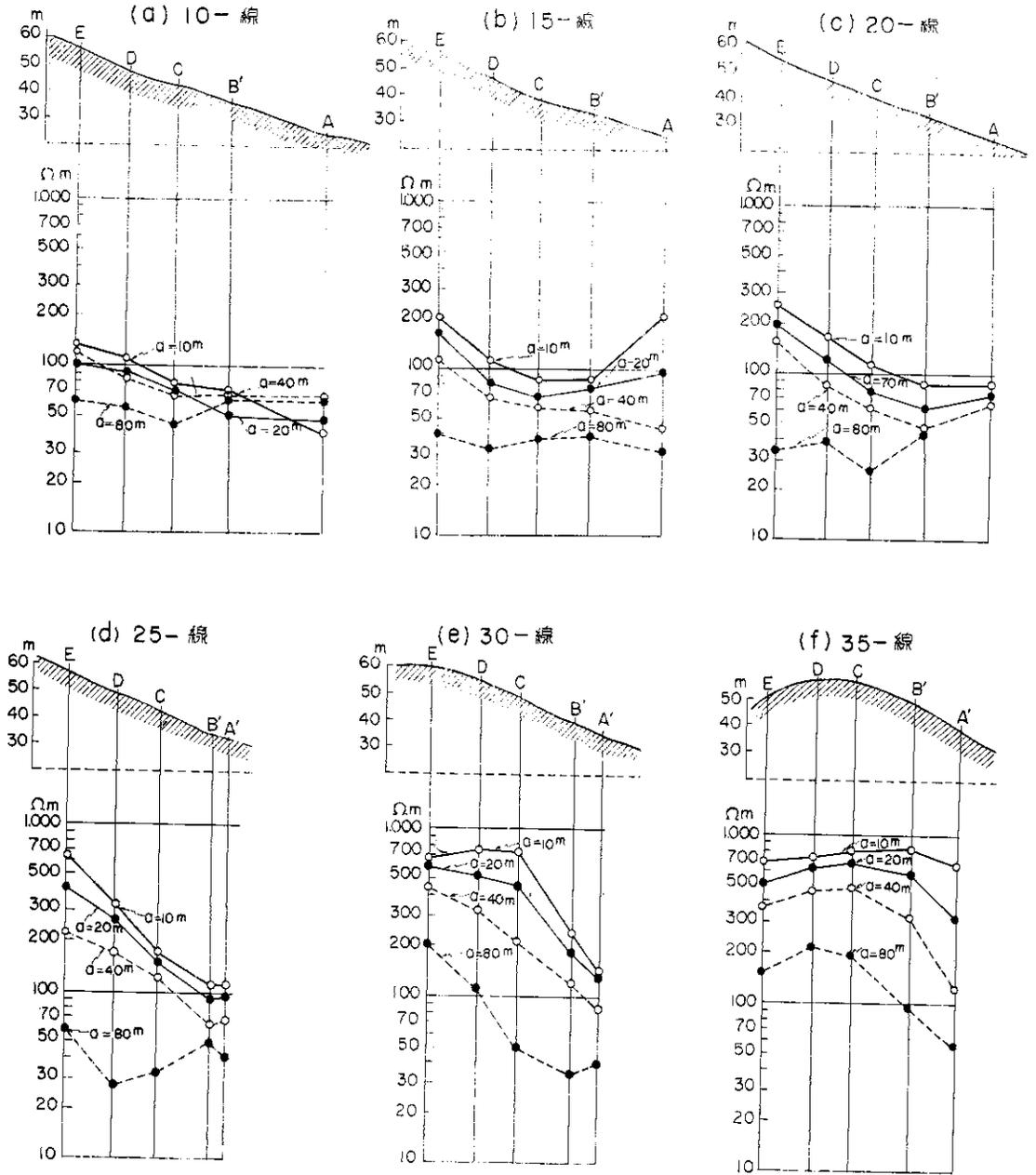


図-11 比抵抗水平分布曲線図

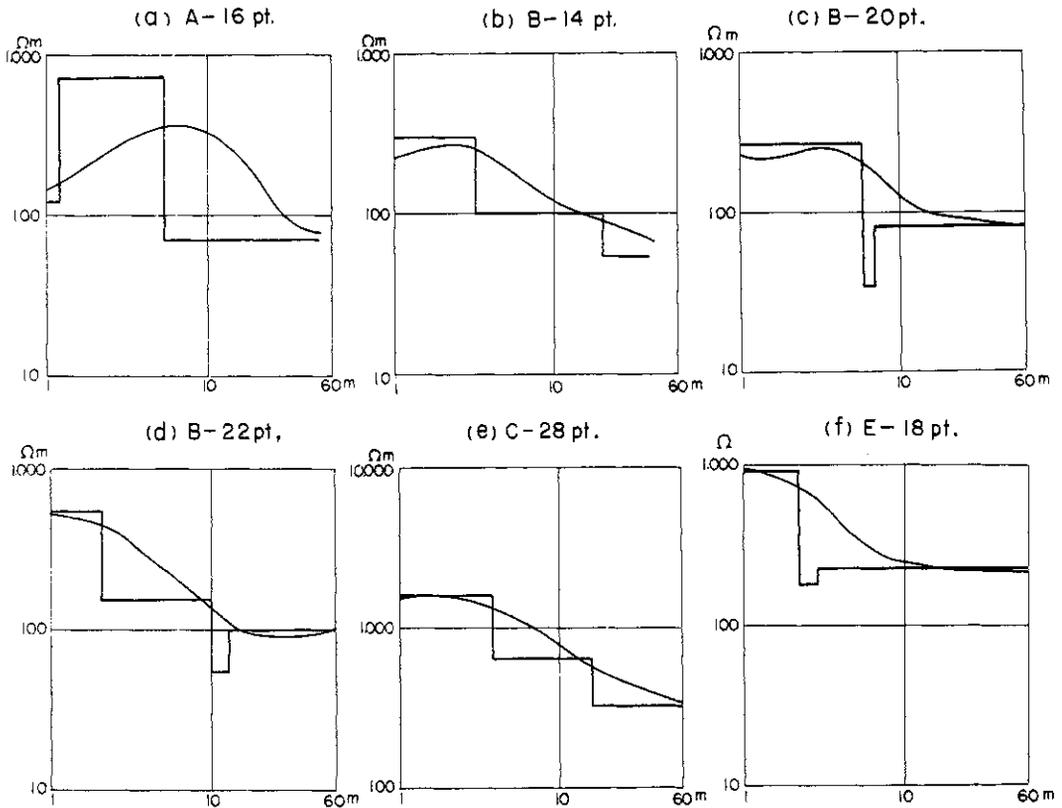


図-12  $\rho - a$  曲線図

はかなり低いものであって、溶岩の下部には玄武岩火山砕セツ岩が分布することも考えられる。また深部まで溶岩があるものとすれば、多孔質あるいはき裂の多いしかもその中に水が含まれたような状態になっている場合が考えられる。また図-9(b)~図-9(f)で  $a = 10 \sim 40$  m の曲線の比抵抗が低から高に移る付近で、 $a = 80$  m の曲線がむしろ低抵抗を示しているのは、溶岩の端近くの部分では下の玄武岩質火山砕セツ岩が粘土化のごとき変質作用を受け、とくに低比抵抗を呈しているような場合が考えられる。

図-9(d)~図-9(f)において「27-38」の一部でそれぞれ  $a = 10, 20, 40$  m の曲線が高比抵抗で接近した部分が認められる。これは地下浅部が電的に同様な状態にあることを示すものであって、いかにいえば、多良岳安山岩溶岩はこの付近では、やや深部まで多孔質あるいは割れ

目が多く乾燥に近い状態になっていることが考えられる。また、区域南西部の高比抵抗帯についても、多良岳安山岩溶岩の分布との関連が考えられるが、この場合溶岩の厚さはきわめて薄いものと推察される。

図-9(a), (c)において「12-18」で認められる  $a = 10$  m, 20 m 曲線の高比抵抗および図-10(a), (b)で16を中心とする高比抵抗帯は、著しいものではないが、図-8で見るとく電極配置と地形からみて、地形の影響を考慮する必要があるものと思う。しかし、この付近の地下浅所は他に比し、ある程度乾燥した状態にあることも考えられるので、高比抵抗であることもうなづけよう。この付近で行なった垂直探査では図-12に示すごとく、高比抵抗はきわめて地下浅所にあることが示されている。

図-12(c), 「B<sub>20</sub>」点および図-12(d),

「B<sub>20</sub>」点においては30Ωmあるいは50Ωm程度の局部的に低比抵抗を示すものがある。おそらく粘土分に富むものの存在を示すのであろう。

また図-9(c)~図-9(f)においてa=10mの場合、測点「10-11」間が各線ともいずれも低比抵抗を示しているのは、きわめて地下浅所における低比抵抗物質との関連が考えられ、この付近に粘土のごとき物質の分布が推察されるが、この地帯がかつてがけくずれの起った一帯であることを思うと注目を要することであろう。図は省略したが「A<sub>10</sub>」点における垂直探査の解析結果によると地表下約8.5mには30Ωm程度の低比抵抗が認められる。これはこの付近がけ下にみられる粘土化した玄武岩質火山砕セツ岩の分布との関連が考えられるところである。なお、図-11(a)~図-11(f)をみると各測線とも、概して電極間隔の増大とともに比抵抗は減少していることがいえる。換言すれば地下深所へゆくほど低比抵抗となる。しかしA、B線「10」付近では一部逆転しており、浅所の比抵抗が深所よりも低比抵抗となっている。

以上電気探査の結果を要約するとつぎのようになる。

- 1) 水平探査の場合、若干の例外を除いて、電極間隔が大きくなるほど見掛比抵抗値は小さくなる。
- 2) 山稜に沿って分布する200Ωm以上の高比抵抗帯は多良岳安山岩溶岩の分布と密接な関係があるものと考えられる。
- 3) 多良岳安山岩の下には玄武岩火山砕セツ岩が潜入しているものと推定される。
- 4) 溶岩の端近くの部分でa=10, 20, 40mの比抵抗値に比較しa=80mの場合比抵抗値がとくに低いのは、玄武岩類が粘土化しているためとみられる。
- 5) 稜線付近の多良岳安山岩の分布範囲でa=10, 20, 40mの比抵抗値が比較的近い値を示すのは、地下や深所まで岩盤の状況が同じであり、あるいはかなり内部まで割れ目が多く乾燥状態になっていることかもしれない。
- 6) 垂直探査の結果には粘土化に関係すると見られる低比抵抗を示すものもありこれは水平探査結果あるいは露頭地質とも一致する。

##### 5. がけくずれの機構について

昭和37年7月に大規模ながけくずれを起した場所は、過去にもがけくずれが集中発生した個所の1部に相当するという事、その集中発生個所は、多良岳安山岩(溶岩)が分布し、その下に玄武岩質火山砕セツ岩があって、両者の接触部はいちじるしく粘土化しているということ、粘土化している部分の粘土には加水ハロイサイトが見出されること、および安山岩と玄武岩質火山砕セツ岩の境界面は、がけくずれ多発地区に関する限り山腹斜面と逆方向に傾斜していることを総合して、この地区のがけくずれの機構をつぎに考察してみる。

一般に豪雨によって斜面が安定を失いぐずれ落ちる場合には、大きくつぎの2通りが考えられる。すなわち

1. 斜面を構成する土石がいちじるしい含水のために自重を増し、そのために釣り合いが破れるもの。
2. 斜面を構成する土石が、著しい含水の結果、組織、構造に変化が生じ、急速に応力が低下して釣り合いが破れるもの。

このうち、後者の場合は本研究地域に関する限り、多良岳安山岩と玄武岩質火山砕セツ岩の境界が粘土化し不透水性となっているために、条件としては考え難い。むしろ、火山砕セツ岩中の水を通しやすい部分に異状水脈が生じてパイピング現象を起すことが考えられる。

1の場合、上に乗る安山岩溶岩の中では、数カ所の採石場等でみられるように節理がよく発達したが、豪雨の際には、岩体内のすき間に水が充填されるために、総重量がかなり変化する。ことに、山腹斜面の方向と逆傾斜の基底面をもっている場合、常に地下水はほとんど無いに等しいものが急速に含水し、重量を増すために荷重の変化は最大になる。

したがって、くずれの機構は、すでにのべたような地質の構成で説明されるが、これに火山砕セツ岩中では比較的粘土化の進んだ部分がかげくずれの発生位置を決定してくる。この地域の粘土は加水ハロイサイトが主な成分鉱物となっており、山崎ほか(1966)は、火山性の熱水液の作用を受けて粘土化が促進されたところに引きつづき地下水の作用を受けて、粘土化がさらに進行したものと考えている。

この考えのもとにたてば、常時地下水の影響を

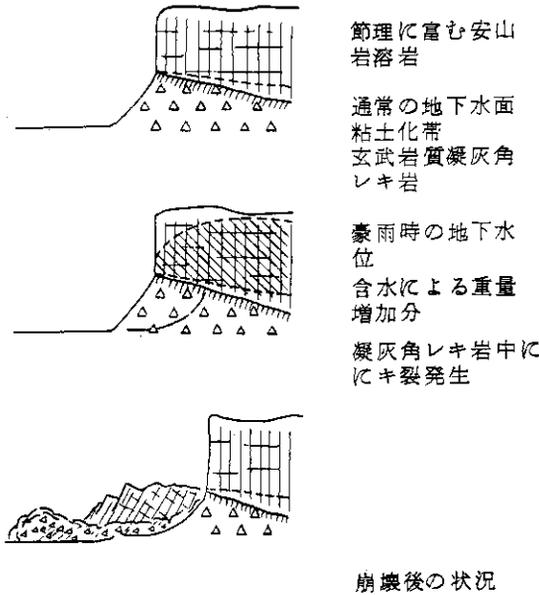
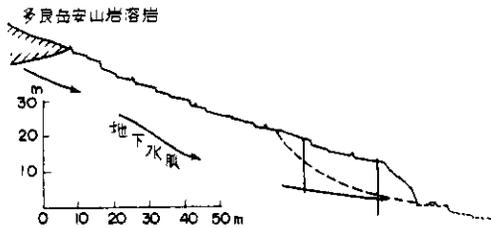


図-13 崩壊機構模式図



地下水脈の位置は厳密ではない。すべり面は、地表にみられた地割れを結ぶ“toe slip”を想定した。

図-14 実験斜面における崩壊模式図

受けている箇所、たとえば湧泉の付近、あるいは地下水脈の直上位置は、粘土化は他の箇所と比較してかなり進行しているものであり、がけくずれの発生位置を規定する1つの理由となっている。

亀ノ浦のがけくずれ地点では、ボーリングにより顕著な地下水脈のあることが発見され、簡易水道の水源となっている。また里のがけくずれ地点の海岸にも著しい湧泉がある。これは上に考察した結果と一致するものであり、また今回の実験地

点(観測地点)は、安山岩溶岩の岩体の直接的荷重変化をとらえているのではなく、どちらかといえば、安山岩体の荷重変化を直接的にはとらえない円弧すべりのモデルに合致したものである。電気探査の結果、実験斜面を中心とする一帯は、かなり粘土化が進んだ地盤の状態が示されており、その中を水脈状に地下水が流れ、その地下水の供給源は、地形・地質条件双方からみて、かなりの大きな背後地をもっていることを考えて、実験斜面に関する力学的モデルを設定する必要がある。

実験斜面付近における地下の地質・水理の状態を、まえにのべたような種々の手がかりから推察すると、多良岳安山岩溶岩と北松浦玄武岩類の火山砕セツ岩の境界は多少の起伏をもっており、図-6のように銚子の口のような部分から地下水が火山砕セツ岩中に侵入して、ここに粘土化帯を形成し、がけくずれ—この場合円弧すべり—を起しやすい条件となっている。さらに豪雨時に、多良岳安山岩溶岩および玄武岩質火山砕セツ岩の異常含水による重量の変化が、斜面の安定をこわすものとなるものであろう。

がけくずれ現象の予知については、前述の地下水の挙動とからみ合わせる必要があるが、がけくずれ徴候地点を見出す方法として、浸透水が常に通過している箇所、いかにすれば湧水地点については、その湧水の経路をつきとめておくことも決して無意味なことではない。

まとめ

佐賀県太良町下に設定されたがけくずれ実験地について、一般地質調査・写真地質調査・水理地質調査の結果に加えて、実験斜面付近の水平電気探査を試み、実験斜面周辺の地質環境を考察してみた。

実験斜面付近では、多良岳安山岩類の基底直下の北松浦玄武岩類(火山砕セツ岩)は著しく粘土化しているという徴候をつきとめることができた。この粘土化の機構については改めて検討する必要があるが、集中豪雨時に発生するがけくずれの機構に大きな役割を果していることは否定できない。すなわち、すでに粘土化が進んだ部分は、その上にある岩盤や崩積土に急激な含水を起しやすいということであり、したがって荷重変化あるいはそれに伴う間ゲキ水圧の変化も著しいということである。また粘土化の進んだ部分の力学的な強さも粘土化が進んでいない部分に比較して劣っている。

このことは、粘土化が進んだ場所は、いずれの場合にもがけくずれの危険性をはらんでいることを示す。

岩盤の粘土化を促進させ、その他岩盤内に種々の変化を及ぼす地下水の挙動については、徹底的な水露頭調査によってある程度まで予測することが可能であり、これもがけくずれ徴候の1つの指標となり得るものである。

しかし、実験斜面で実際に観測されている地下水の挙動が、どのような地下水脈に由来するものかということは、図-6にすでに示したようなきわめて細かい銚子の口からわずかに漏れるような水もとから、崩壊土の中を縫ってあるいは拡がり、あるいは局所に集中して流れるような不安定な水脈が想定されるような地質条件では、決めることがほとんど不可能に近く、今後このような問題に対するような特殊な物理探査法の開発が望まれる。

#### 要約

1. 実験地の地質は、節理に富む溶岩と、部分的にかなり粘土化した火山砕セツ岩の互層からなり、とくに火山砕セツ岩が粘土化した部分からは、加水ハロイサイトが検出される。

2. 地域内の崩壊は、とくに粘土化した火山砕セツ岩の露頭縁に沿って見出されるものが多い。これは噴出岩地帯のがけくずれ機構に対し、一つの示唆を与えるものである。

3. 地域内の地下水は、溶岩を透水層とし、粘土化した火山砕セツ岩を不透水盤として流動しており、多良岳の本体を含む広い後背地から供給されているが、この地下水は、水比抵抗値によって、新鮮な溶岩中の水、粘土化した火山砕セツ岩中に侵入した水、風化した溶岩中に貯留されているものに分けることができる。

4. 電気探査の結果、多良岳安山岩(節理に富む溶岩)の部分は、内部まで割れ目が多く乾燥状態になっているという推定が成立つとともに、溶岩とその下位の火山砕セツ岩との接触部は、露頭でみられる粘土化がかなり内部まで及んでいるという結果が見出された。

5. 以上の事からを総合して、この地域のとくに実験斜面付近に予想されるがけくずれに対する考察を行ない、あわせてがけくずれ徴候地の検出法その他について地下水の賦存状態というみかたで若干の考察を試みた。

#### 参 考 文 献

- 1) 赤木 健(1935): 7.5万分の1地質図幅「大牟田」および説明書, 地質調査所
- 2) 赤木 健(1935): 7.5万分の1地質図幅「島原」, 地質調査所
- 3) 有明海研究グループ(1965): 有明・不知火海域の第四系 — とくに有明軟弱粘土について —, 地団研専報, №11
- 4) 中条純輔・近藤信興・倉沢 一(1961): 島原海湾における音波探査ならびに沿岸地質について, 地調月報, Vol. 12, №4, 247-283
- 5) 科学技術庁研究調整局(1963): 北九州地域地すべり山くずれ等調査 — 37年度防災科学技術推進費による現地調査報告書 —
- 6) 関東ローム研究グループ(1966): 関東ローム その性状と起源, 築地書館
- 7) 倉林三郎・土屋竜雄(1963): 火山灰の風化 — 粘土鉱物学的考察 —, 第四紀研究, Vol. 3, №1~2, 31-39
- 8) 倉沢 一・高橋 清(1962): 西日本の玄武岩 — 新生代火山岩類について(その3) 九州多良岳および南島原地方, 地質ニュース, №94, 20-25
- 9) Kurasawa, H.(1967): Petrology of the Kita-matsuura Basalts in the Northwest Kyushu, Southwest Japan, G.S. Japan Report №217
- 10) 黒田和男(1963): 山くずれの予知 — とくに北九州の例にまなぶ —, 地質ニュース №104, 22-29
- 11) 黒田和男・坂巻幸雄(1965): 京都府奥丹後地方の写真地質と水理〔講演要旨〕, 地質学雑誌
- 12) 小倉 勉(1919): 多良岳火山地質調査報文, 震予報, №90
- 13) 橋 行一(1958): 昭和32年7月の多良火山の山くずれについて, 長崎大学芸自然科学研報, №8, 1-16
- 14) 高橋 清・倉沢 一(1960): 九州多良岳火山岩類および基盤岩類の岩石学的ならびに化学的性質について, 地調月報, Vol. 11, №10, 631-651
- 15) 山崎達雄ほか3名(1966): 佐賀県太良町大浦(亀浦, 権現山)の地すべり, 九大生産研報告, №42, 13-25