

長崎県生月島における地すべりの構造特性について

安 藤 武・大久保太治

地質調査所応用地質部

On the Structural Features of the Landslides on Ikitsuki Island, Nagasaki Prefecture

By

Takeshi Ando and Taiji Okubo
Geological Survey of Japan, Tokyo

Abstract

Landslides on Ikitsuki Island were investigated as a part of the so-called "Hokusho type" landslides, and their features of underground profile are described by considering the sliding surface and mechanism.

(1) Geological features are composed of the Pliocene sediments (called Hirado formation) with plateau basalts covering it. The Pliocene mainly consists of the alternation of mudstone, sandy mudstone and tuffaceous sandstone, holding plant fossils and thin lignite seams.

(2) The landslide zone on east seashore has an area of 640 ha, and the landslides have been repeated partially from olden times. This landslide zone is classified into three topographic zones of upper, middle and lower position.

(3) Assumed underground profiles which were compiled from the data of drillings for the study of landslides are illustrated in several figures of the present paper. Crossings of bed rock are regarded as the cliffs by landslides in olden times which were covered with colluvial soil. Existence of buried cliffs was noted in the landslide area.

目		次	
1. ま え が き	25	3.3 森岳崎地区	31
2. 地質と地すべり	26	3.4 山田地区	37
2.1 生月島の概要	26	3.5 佳路地区	37
2.2 地 質	26	3.6 有景田地区	38
2.3 地すべり	26	4. 地すべりの考察	38
3. 地すべりの各論	29	4.1 地すべり地形の特徴	38
3.1 松本地区	29	4.2 地すべり機構	40
3.2 里塚目地区	31	4.3 滑落崖および埋没崖	43

1. ま え が き
北松型の地すべり研究として、生月島の地すべ

りを調査し、ここでは生月地すべりの地質特性と地下構造についてのべた。北松型地すべりの佐世

保北部地域*¹および松浦～伊万里地域*²については地すべり層準の研究として報告した。地質的な背景とこれに関連する地すべりの地下構造を明らかにすることは、発生機構および対策の基本的な課題であるといえる。

生月島の地すべりは長崎県耕地課の担当であり、これまでに多くの調査と対策が行なわれている。研究に際しては、これらのボーリング調査資料・写真図化の地形図などを利用していただいた。県北開発振興局の耕地課および生月の耕地事務所からはいろいろの便宜をいただいた。なお生月町役場の協力をいただいた。県の地すべり担当者ならびに関係各位にはここに深甚の謝意を表す。

2. 地質と地すべり

2.1 生月島の概要

生月島は平戸島の北西に位置し、南北約10 km、幅は南部で約4 km、中央の老部浦付近で約2 km、面積は約16.5 km²の南北に長い孤島である。一島一町の離島で、人口は11,000人、産業はおもに農業と漁業である。対馬暖流の影響を受けて気温は一年を通じて暖かく、平年の降雨量は約1,950 mmである。生月は「かくれキリシタンの島」あるいは「地すべりの島」として著名である。前者は殉教の歴史や遺跡で知られており、後者は島の地形・棚田の発達・多くの湧水などで特色づけられている。島には溜池(約80個)が非常に多く、地すべり地の棚田は溜池に依存しており、島の生活用水はほとんど湧水あるいはこれに類する地下水でまかなわれている。この島の特徴は多かれ少なかれ地すべりに関連しているといえる。

島のほぼ中央部は山稜が南北に走り、番岳(286 m)と山頭(258 m)が島の最高峰となっている。地形は稜線の東側と西側とではいちじるしく異なり、西側は急斜面で海に接しているのに対し、東側はほとんど緩やかな傾斜で海におよんでいる。東側の緩斜面は閑懇の行き届いた耕地が開け、集落が発達している。島の地形発達史は大きな興味を持たれる。

2.2 地質

生月島は新第三系を基盤とし、その上に台地性玄武岩類が被覆するという割合に単純な構成である。しかし、玄武岩類のいちずるしい風化と地すべり崩積層の広い分布によって、地質構造の詳細は明らかでなかった。地すべり調査の多数のボーリングによって、地質構造・岩質・地すべりの地下構造などがかなり明らかにされてきた。地質と地すべり分布の概要は図-1のごとくである。

この新第三系は鮮新世の平戸層群に対比されるが、一部では中新世後期の野島層群(九十九島層群とも呼ばれる)に対比する見方がなされている。新第三系の露頭は里塚目地区・松本地区および有景田地区の海岸で僅かに認められるにすぎない。しかし、地すべり調査のボーリングはほとんどが新第三系に達している。泥岩・砂質泥岩および砂岩の互層であるが、一般に泥質の岩石が卓越している。泥質岩には植物化石を含有し、ときに薄い亜炭層を挟在している。地層の一般的な走向傾斜はN40°E、5~10°SEである。佳路地区から有景田地区にかけて島の南部は酸性の凝灰岩ないし凝灰質砂岩で構成されている。この凝灰岩類は灰緑色であり、流紋岩礫・軽石塊および緑色パッチを含有する。

玄武岩類は数枚の溶岩で構成され、玄武岩質の凝灰岩および凝灰角礫岩の薄層を挟在する。玄武岩はいずれもかんらん石玄武岩であり、緻密なものと多孔質のものがある。凝灰岩はチョコレート色の粘土層をなしている。玄武岩類は島の稜線を構成し、島の南部地区および北部地区に広く分布している。このほか、森岳崎地区の岳の平岳(115 m)、南部海岸の日草鼻および潮見鼻には独立した玄武岩が分布する。日草鼻玄武岩の大部分は割合に厚い表土ないし地すべり崩積土におおわれている。この玄武岩は、ボーリングによると厚さ90 m以上、海水準下で約70 mに達している部分がある。

2.3 地すべり

生月の地すべりは東海岸地すべり地帯と西海岸地すべり地帯とに大きくわけられる。前者は流れ盤構造(Dip type)であり、後者は反流れ盤構造(Anti-dip type)の地すべりである。両者の相違は地すべり地形に特徴がよく現われている。

*1 北松型地すべりの発生機構および予知に関する研究第1報 総合研究報告, 第22号(1970)

*2 北松型地すべりの発生機構および予知に関する研究第2報 総合研究報告, 第27号(1971)

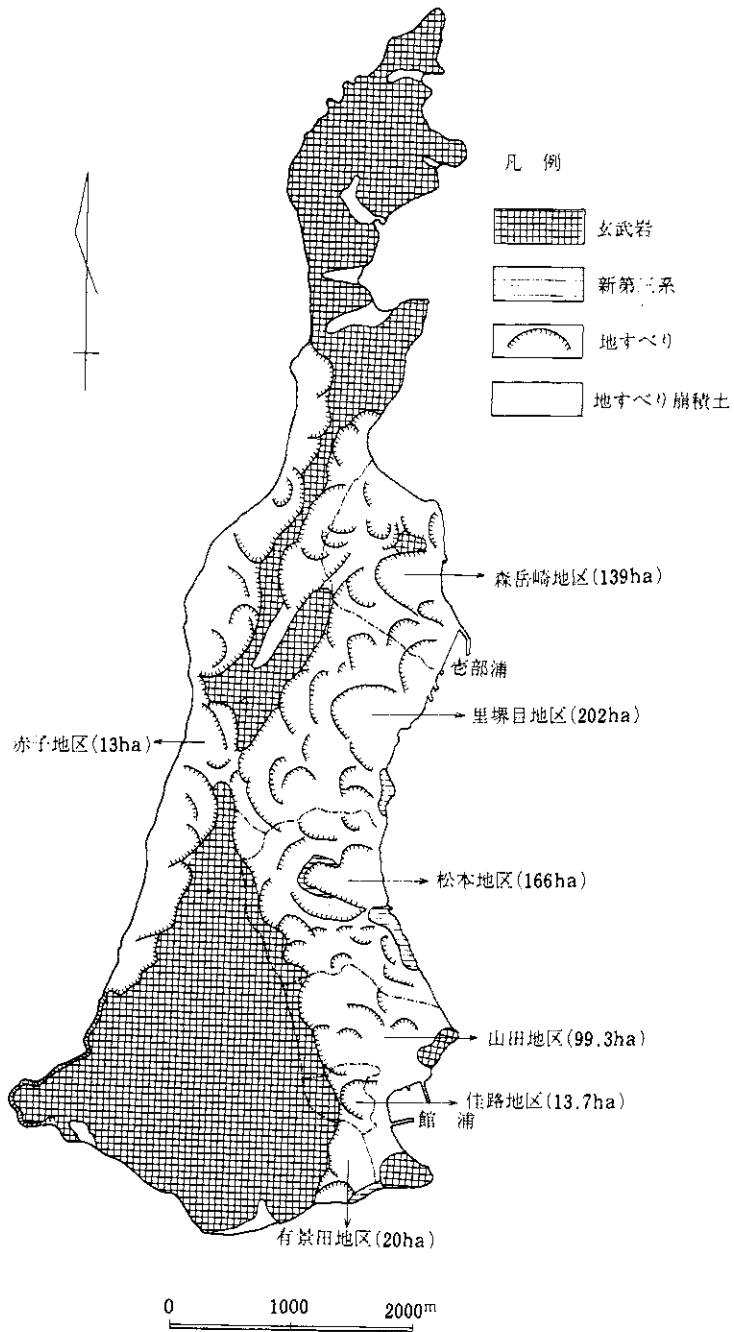


図-1 生月の地質と地すべり

Fig. 1 Distribution of landslide on the Ikitsuki island.

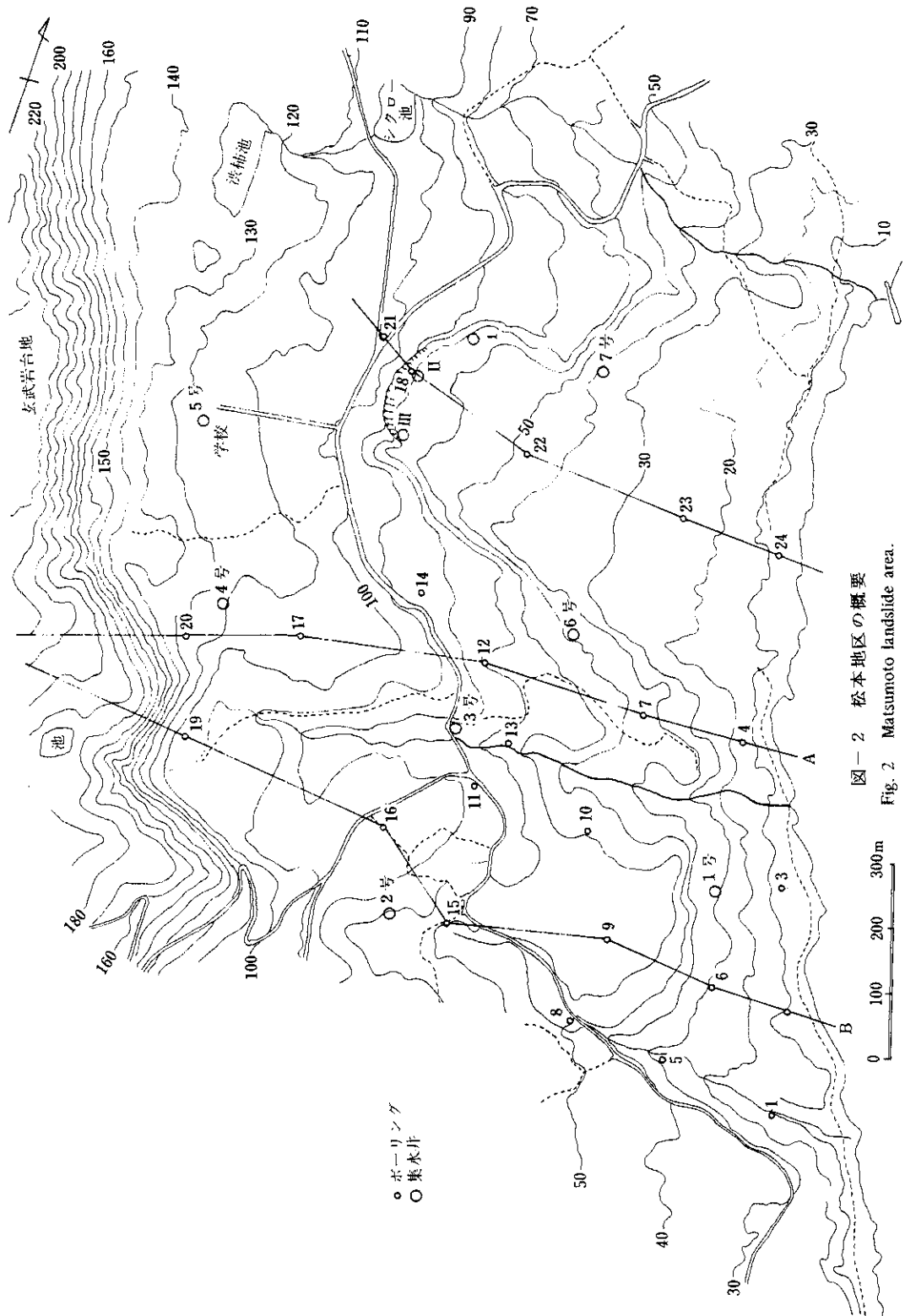


図-2 松本地区の概要

Fig. 2 Matsumoto landslide area.

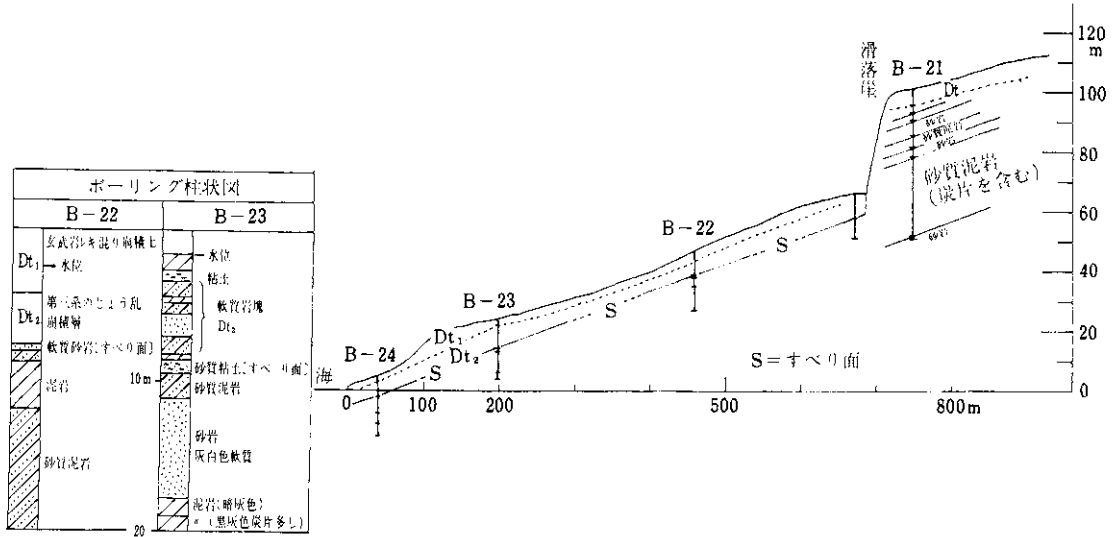


図-3 松本地区 1967 滑動地帯の断面 (H : V = 1 : 4)

Fig. 3 Cross-section of the landslide area which occurred on Jul. 1967.

東海岸地すべり地帯は、防止指定地区として、北から森岳崎地区 (139.0ha)・里境目地区 (202.0ha)・松本地区 (166.0ha)・山田地区 (99.3ha)・佳路地区 (13.7ha) および有景田地区 (20.0ha) に区分されている。これらは一連の関係にあり、総面積は 640ha におよんでいる。この地すべり地帯が生月の主要部である。西海岸地すべり地帯は、幅は狭いが長さは 5.6km にわたっており、ほぼ中央部に防止指定の赤子地区 (13.0ha) がある。西斜面は急傾斜であり、窪地が所々に発達し、大部分は林地ないし荒廃地である。

地すべりは新第三系と玄武岩類との組み合わせからなるいわゆる「北松型」である。しかし、地すべりの基岩・地下構造・material の性質・地下水のあり方などは「生月型」といえる多くの特徴がみられる。

3. 地すべりの各論

地すべりの特徴を把握するため、それぞれの地区について地下構造を求め、崩積層のあり方・厚さ・風化の状態、基岩の性状およびすべり面などを検討した。とくに、地形変換帯の下部に埋没崖の存在が推定されたことは、生月の地すべりを理解する上で注目に値する。地すべり現象の解明はむずかしいものであり、多くの仮定の上に立つお

それがあるが、地下構造をできるだけ明らかにすることは地すべりの考察および対策に大きな指針を与える。

3.1 松本地区

生月島のほぼ中央部に位置し、北側は里境目地区と、南側は山田地区と隣接している。図-2 に松本地区の概要を示した。この地区では、古くは 1910年5月や1914年6月に大きくすべった記録があり、昭和にはいつてからは 1921年、1925年、1945年、1951年、1953年、1959年などによく度か地すべりをおこしている。もっとも最近では、1967年7月10日に下部の約20haが急激に滑動し、農地および農業施設に大きな被害を与えた。

(1) 1967年の滑動地区

これは馬蹄形の滑落崖から海岸までの約20haの範囲である。明治以前の記録は明らかではないが、小出博によると、大きな地すべりは40~50年周期でおこっているようである。図-3に中央部の地下構造断面を示した。

頭部の滑落崖は新第三系で構成され、地すべりをおこしたときには、この崖の下に水溜り状の陥没地を生じた。この崖はすでに明治以前にできていたといわれるが、崖の高さの変化や後退などは明らかでない。また、この崖の位置に断層などの特別な地質構造は考察しがたい。

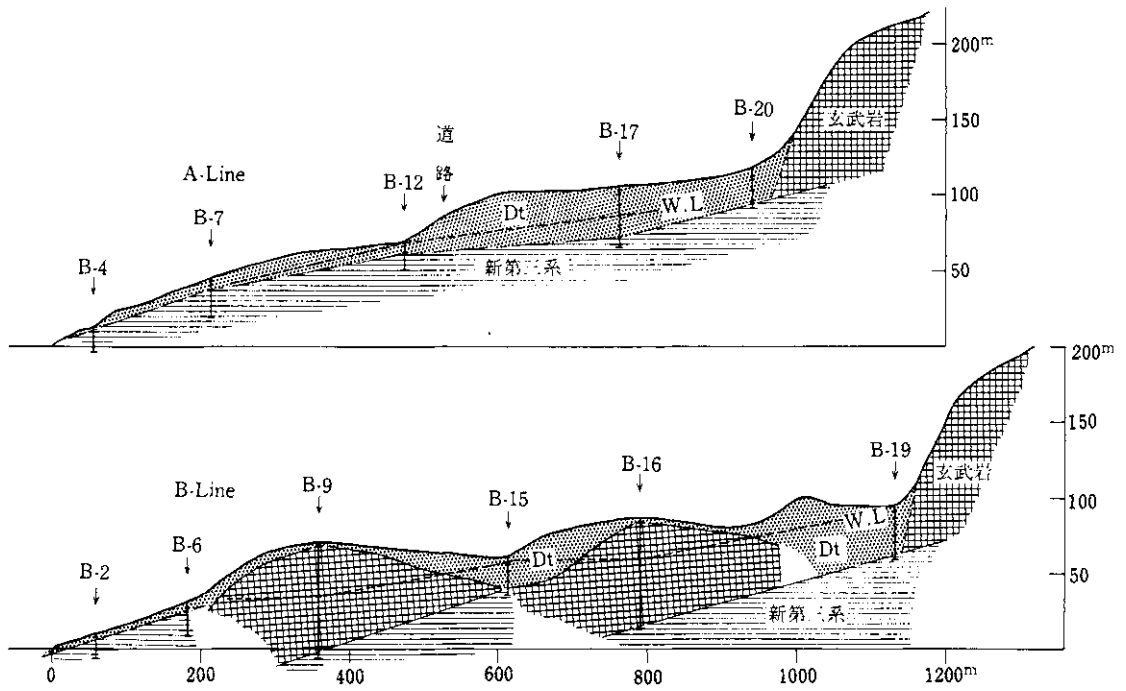


図-4 松本地区の地下構造断面 (H:V=1:2)

Fig. 4 Assumed diagrams of underground profiles at the Matsumoto area.

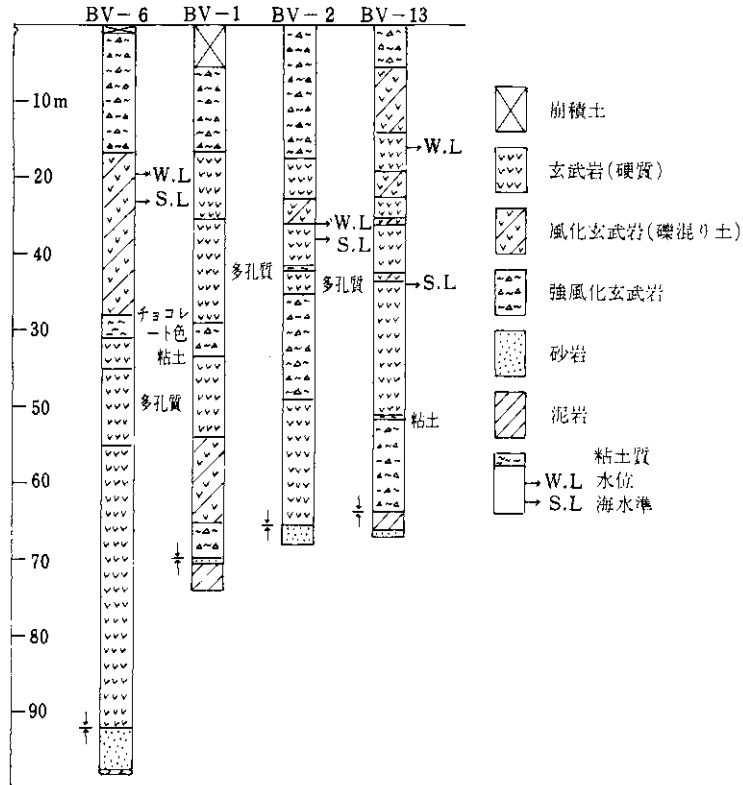


図-5 松本地区のボーリング

Fig. 5 Drilling phases at the Matsumoto landslide area.

流れ盤型の地すべりであり、すべり面の傾斜は $5 \sim 6^\circ$ である。このすべり面は地層の傾斜とほぼ一致し、いわゆる層すべりに相当する。崩積層は2層構造にわけられ、上部崩積層 (Dt_1) は玄武岩礫混りの褐色土壌であり、下部崩積層 (Dt_2) は地すべりによる新第三系のじょう乱層で軟質岩片と粘土からなる。地すべり舌端部には、X-ray解析によると、ほとんどモンモリロナイトからなる地すべり粘土が押し出されている。

今回の地すべり運動は数10時間であったといわれる。電柱の移動からみて、中央部で水平的に約8 m移動している。水田はほとんど全面的に荒廃し、先端部では海岸堤防や護岸の破壊がおこっている。地すべりの末端隆起が海中にあったといわれるが、この実態は明らかでない。地すべり発生前の降雨量は7月4日から9日までの連続で267.5 mmである。すべった地区はほとんど水田であったから、亀裂発生などの前駆現象はわかりやすいものと思われるが、このようなことは知られていない。地すべりの前駆現象らしいものはほとんどおこっていないと云えよう。

このような地形の発達および地すべり運動は生月における1つの特徴であるとみなされる。これと類似した地すべり地形が里塚目地区および森岳崎地区でみられる。しかし、滑落崖は上からの崩積土におおわれ、現在は、急斜面の地形変換帯として存在するにすぎない。地下構造の解析ではこれと類似した埋没崖の存在が推測された。

(2) 松本第2地区

1967年の滑動地区を除いた周辺を第2地区とする。この地区のB-lineおよびC-lineの地下構造断面を図-4に現わした。なお、代表的なボーリング柱状を図-5に示した。上位地すべり帯では玄武岩系の崩積層が厚く、かつ地下水位が割り合いに深い。この特徴はボーリングや集水井によく現われている。もっとも南側はC-lineに示したが、 B_{16} 地点には厚さ70 m、 B_9 地点には厚さ72 mの玄武岩が存在する。これは移動層とは考えがたい伏在玄武岩である。なお、これらの玄武岩はかなり多くの地下水を包蔵している。このため、この地区では地形およびすべりの方向が複雑になっている。後背地の玄武岩台地急斜面下部、 B_{19} 地点付近には「ウソの湧水」がある。これはどこからともなく湧き出してくるものであり、総湧水量は $100 \sim 300 \ell / \text{min}$ の島で大きい自然湧水である。

3.2 里塚目地区

南の松本地区と北の森岳崎地区とに挟まれた典型的な地すべり地帯である。きわめて古い時期の地すべりは別として、記録によると1935、1951年、1953年、1955年および1959年に発生している。とくに1959年の地すべりは数カ所で発生し、規模もかなり大きかったようである。この地区ではいたる所で小規模な地すべりが現われており、これによる被害を受けている。集中的に地すべりがおこっている所は、中位地すべり帯から下位地すべり帯にかけた傾斜地である。図-6に里塚目地区の概要を示した。

地区のほぼ中央部には、海に向かって開いた馬蹄形の低地部がある。この周辺はやや急な斜面をなしている。松本地区の低地部(1969年滑動地区)と類似した地すべり現象によるものとみなされるが、これがいつ頃におこったものであるかは明らかでない。この部分は一応の安定を保っているようであり、目立った地すべり現象はほとんど認められない。

この地区の地下構造断面を図-7に現わした。地すべり地区内における57本のボーリング調査資料を検討し、ボーリング地点を結ぶ南北の断面を示したものである。

なお、代表的なボーリング柱状を図-8に示した。ボーリングでは、いずれも崩積層の下に直接平戸層が伏在する。基盤の新第三系は $4 \sim 6^\circ$ の緩やかな傾斜で海岸線に向かっている。断面図では所々に埋没崖と考えられる基盤の食い違いが認められる。崩積層は玄武岩起源の礫混り土ないし土混り礫である。上位地すべり帯では厚い風化～強風化玄武岩層であるが、これらはいろいろの点からみて地すべり移動層とみなされる。

3.3 森岳崎地区

東海岸地すべり地帯のもっとも北側の部分である。この地区でも、古くから地すべりを繰り返してきたことは明らかであるが、知られているものでは、一般に地表に亀裂を生じ、水田が変形するような局所的なものが多い。地区のほぼ中央部には玄武岩で構成される岳の平岳(110 m)が存在する。岳の平岳の南部地区と北西部地区とに大きく分けられ、南部地区はさらに低地部と宍部浦後背地とに分けられる。低地部は松本地区および里塚目地区と同じように海に向かって開いたものであり、その周辺は馬蹄形のやや急な斜面にかこま

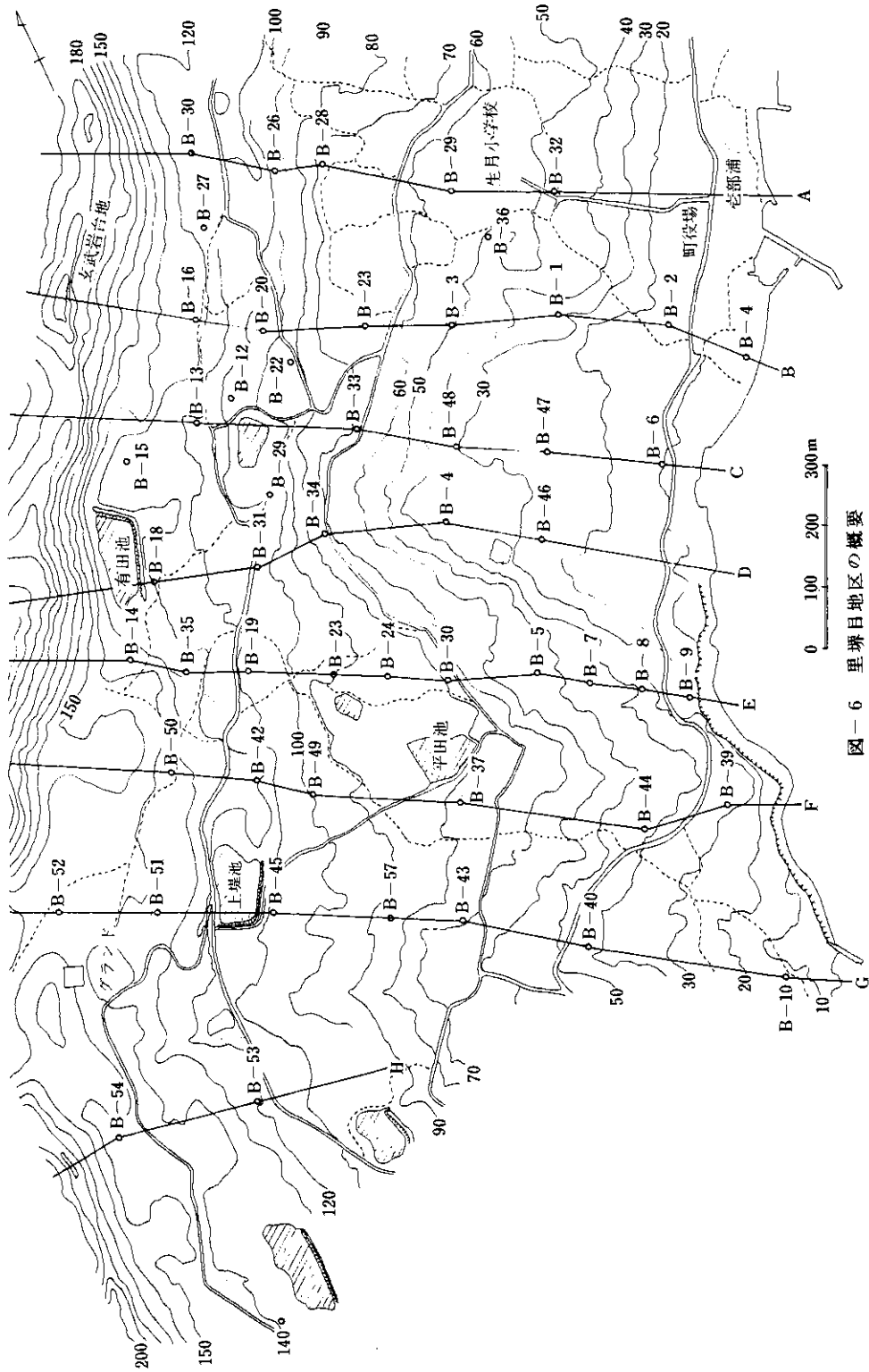


図-6 里塚目地区の概要

Fig. 6 Sato-Sakaime landslide area.

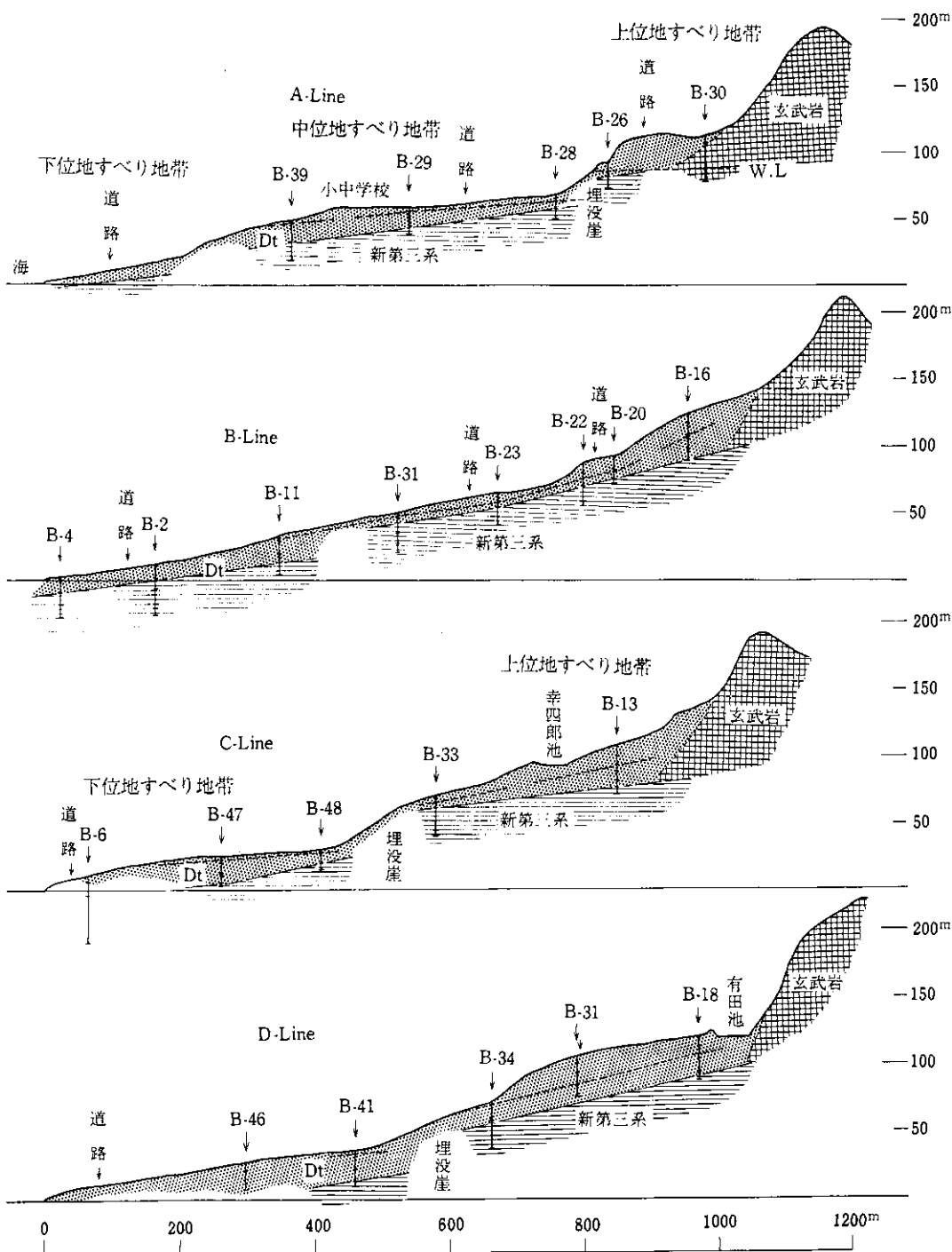


図-7 a 里塚目地区の地下構造断面 (I)

Fig. 7-a Assumed diagrams of underground profiles at the Sato-Sakaimi landslide area.

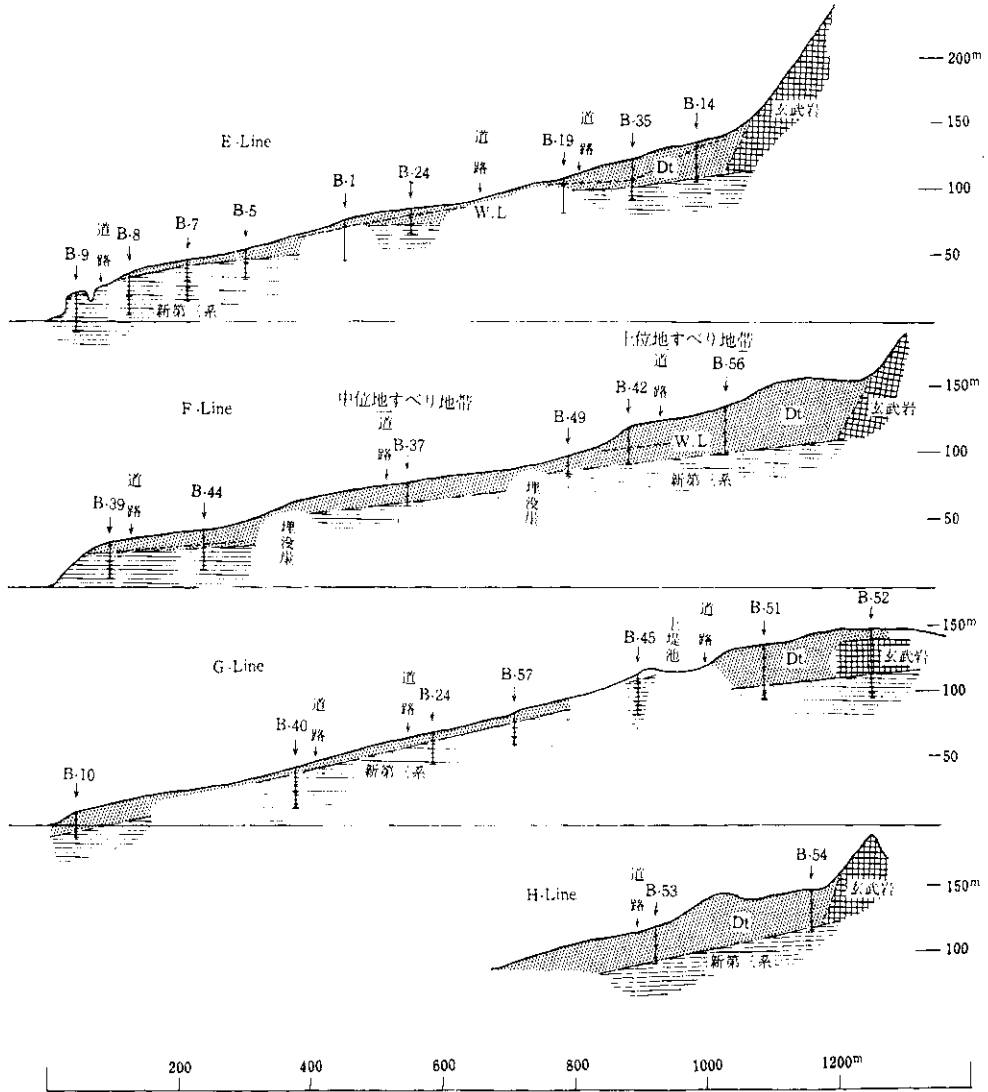


図-7 b 里塚目地区の地下構造断面(Ⅱ)

Fig. 7-b Assumed diagrams of underground profiles at the Sato-Sakaime landslide area.

れている。図-9に森岳崎地区の概要を示した。
 この地区の地下構造断面を図-10に現わした。地すべり地区内における33本のボーリング調査資料を検討し、ボーリング地点を結ぶ断面図を作成した。なお代表的なボーリング柱状を図-11に示した。A-lineは南部地区のほぼ中央、B-lineは低地部の中央、C-lineは老部浦の後背地を示した断面である。中位と下位地すべり帯の地形変換帯では、その下で埋没崖の存在を示唆する大き

な基盤の食い違いが認められる。D-lineおよびE-lineは北西部地区の断面を示したものである。厚さ20~30mの風化玄武岩が基盤の上を緩慢に移動しているようである。新第三系の基盤と玄武岩質移動層との間には、すべりによるものとみなされる礫混り粘土層が発達している。移動層とみなされる玄武岩中にも、凝灰岩ないし凝灰角礫岩の風化した礫混り粘土層を挟在する。広い棚田地帯は明らかに地すべりであり、基岩と玄武岩との境

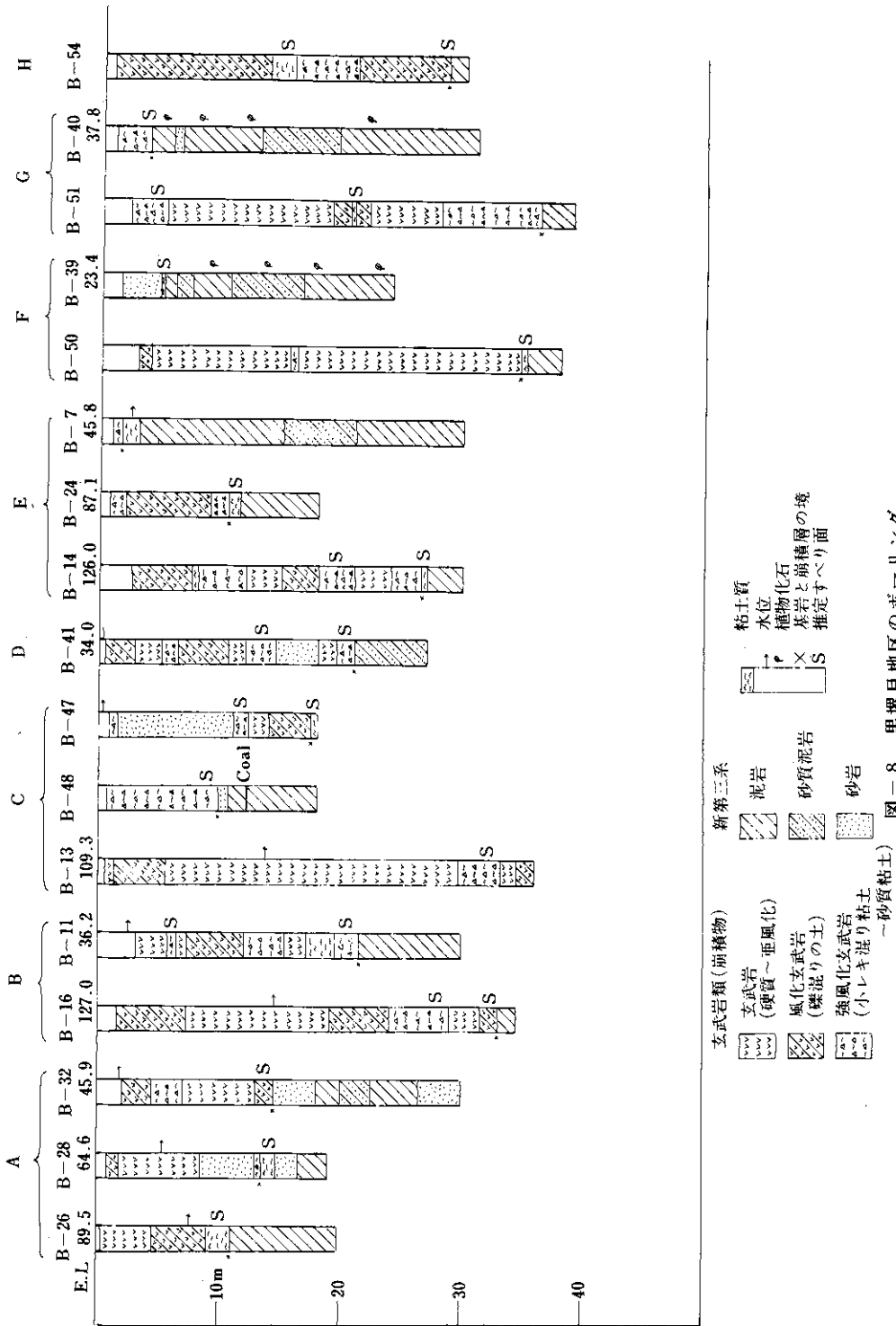


図-8 里塚目地区のボーリング
Fig. 8 Drilling phases at the Sato-Sakaime landslide area.

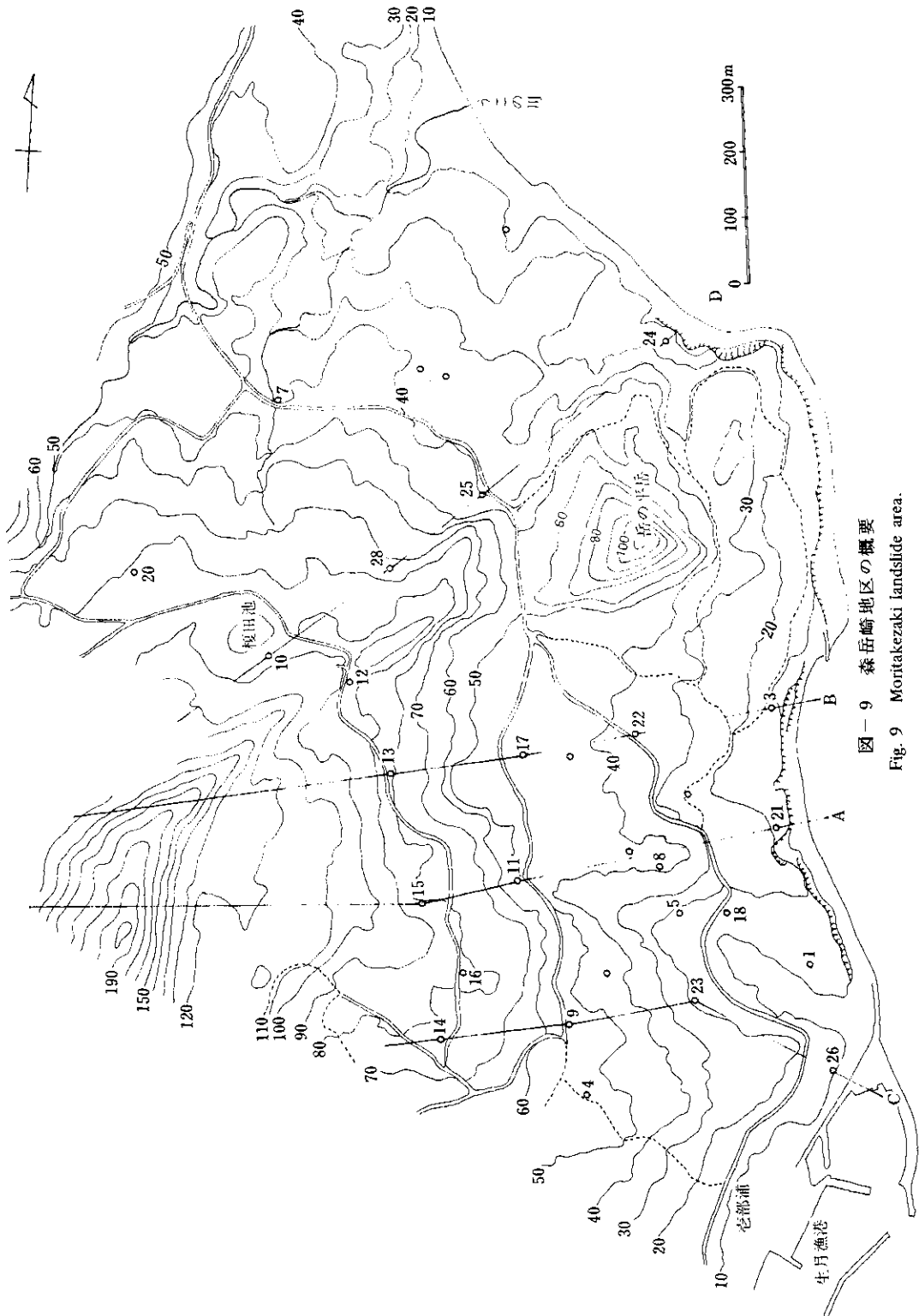


図-9 森岳崎地区の概要

Fig. 9 Moritakezaki landslide area.

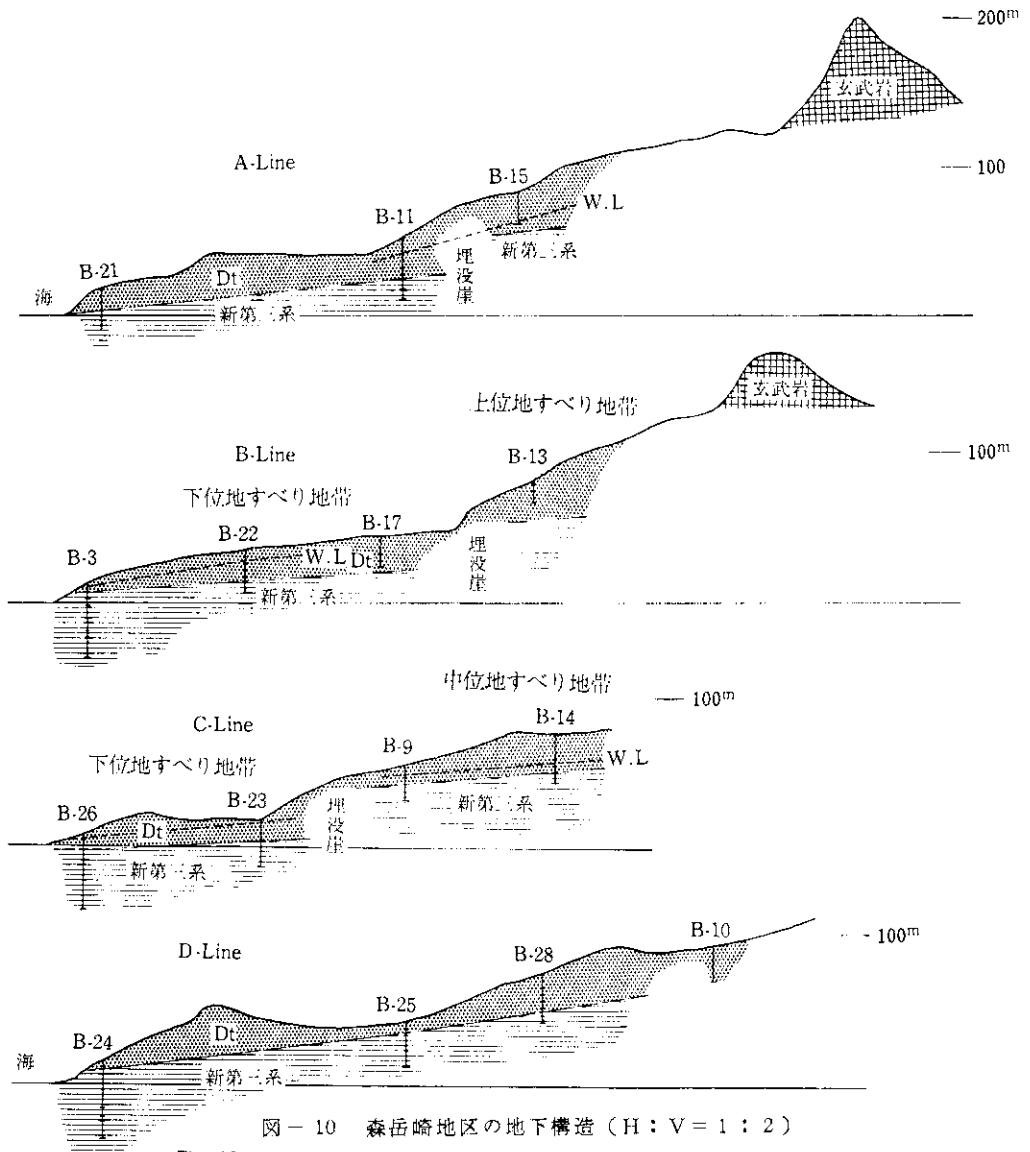


図-10 森岳崎地区の地下構造 (H : V = 1 : 2)
 Fig. 10 Assumed diagrams of underground profiles at the Moritakezaki landslide area.

に主すべり面があり、なお、玄武岩質移動層中に副すべり面が存在するものとみなされる。

3.4 山田地区

松本地区と佳路地区との間に以置する部分である。顕著な地すべりは知られていないが、水田における亀裂など地すべりによる被害が局部的に発生している。古くからの地すべり地形であり、山田・佳路地区の概要を図-12に示した。日草鼻地区の海岸台地には厚い玄武岩が伏在するが、この玄武岩類の状態を図-13に示した。この伏在玄武

岩のため、おもなすべりは南～南東であり、複雑な地すべり地形が発達している。この地区の地下構造断面を図-14に現わした。なお代表的なボーリング柱状を図-15に示した。A・B・C-lineはほぼE-W右向、D lineはNW-SE方向の断面であり、E-lineは山田地区と佳路地区との境付近の断面である。この地区では、厚さ20～40mの玄武岩質崩積層が基盤の上をすべっている。すべり面の傾斜は6～7°である。松本・里塚目・森岳崎地区で現わしたような推定埋没崖は認められない。

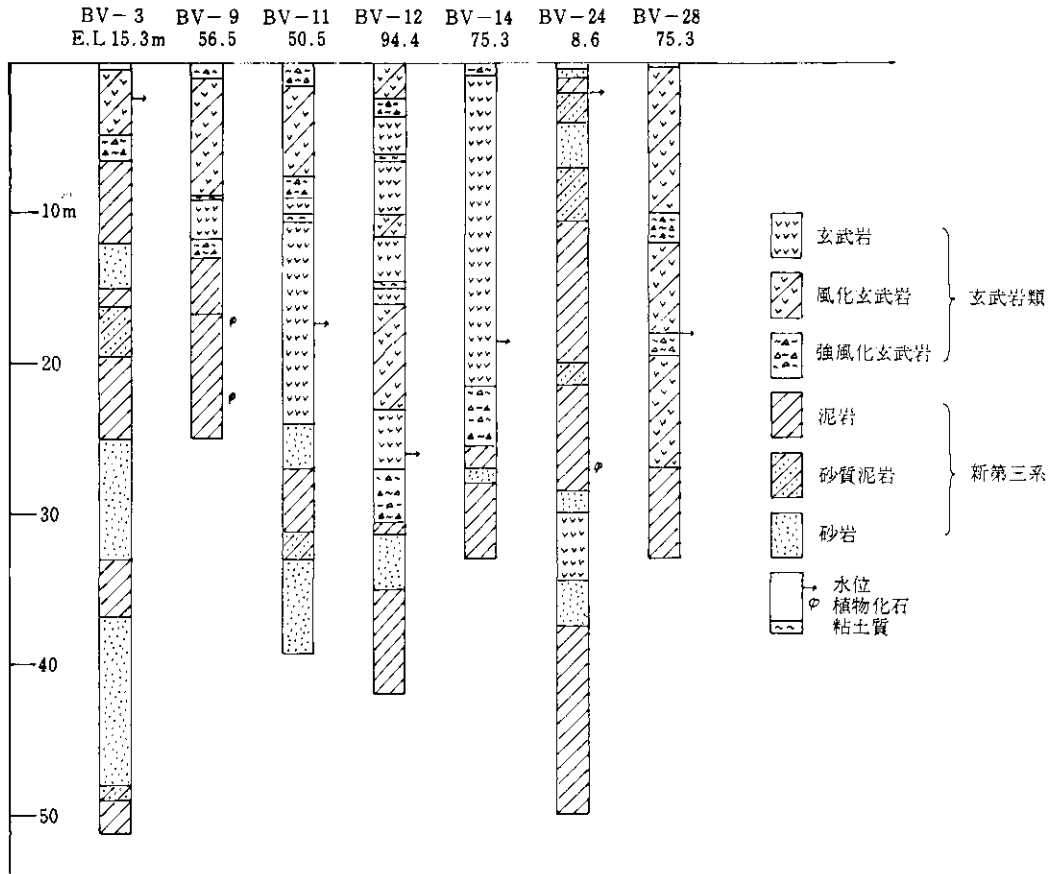


図-11 森岳崎地区の地下構造断面図

Fig. 11 Drilling phases at the Moritakezaki landslide area.

3.5 佳路地区

館浦の後背地にあたっている。玄武岩台地の下から港の低地にいたる地すべり斜面は平均 20° 前後で割り合いに傾斜が大きい。この地区の地下構造断面を図-16に現わした。基岩の新第三系は酸性の凝灰岩類である。これより北側のほかの地区とは地層がやや異なっている。南部の凝灰質岩相と北部の砂泥互層岩相との関係は明確でないが、ほぼ東西性の断層接触によるものではないかと推測される。この地区の地すべり崩積層は2~6m程度であり、生月の地すべりとしては、ほかの地区よりきわめて薄いことが注目される。

3.6 有景田地区

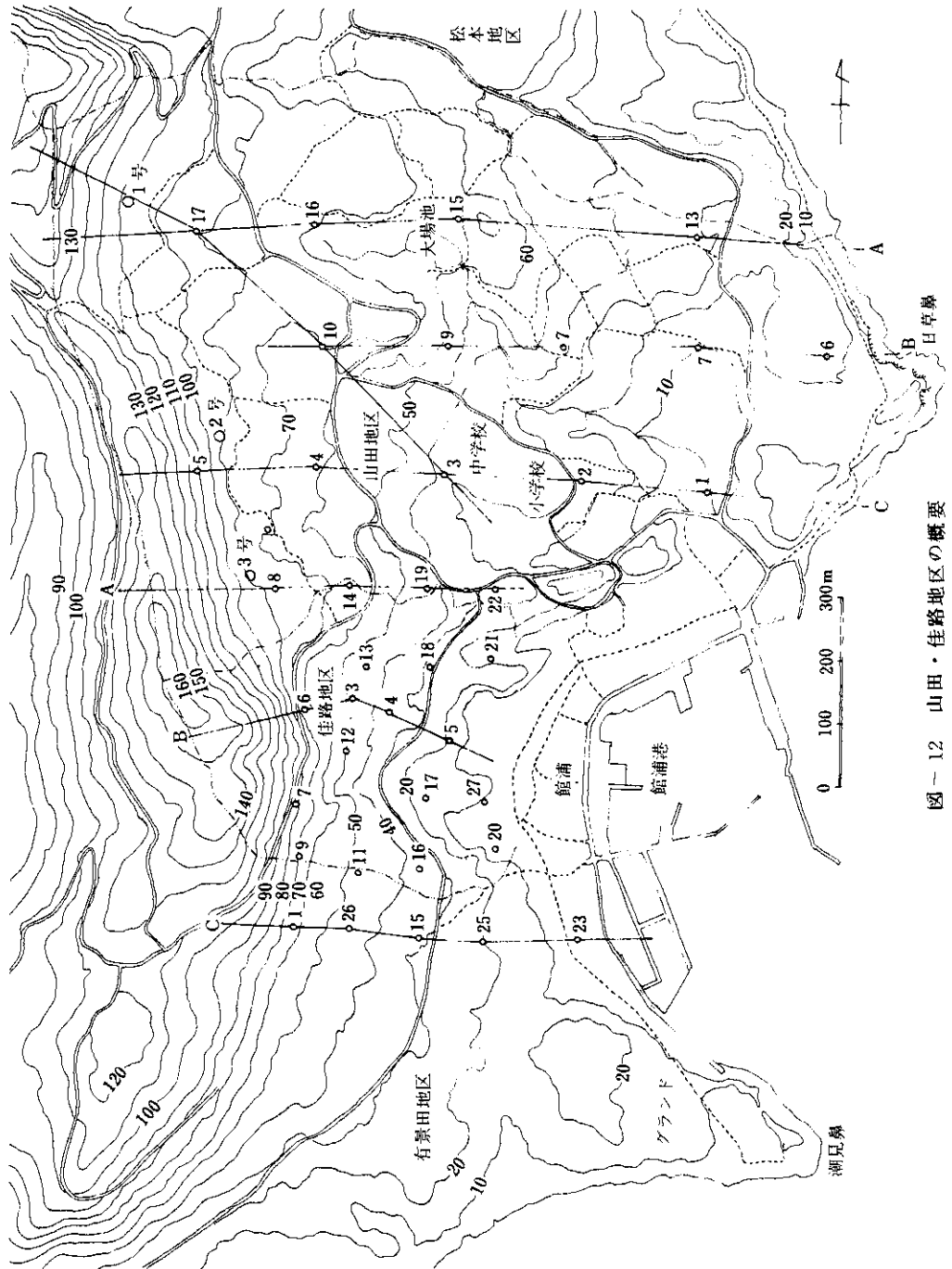
東海岸地すべり地帯のもっとも両側の部分であり、大正の末期ごろから開田された広い棚田をなしている。基岩は佳路地区と同じように酸性の凝

灰岩類からなり、また地すべり崩積層は同じように薄い。この地区は南~南東に向って局所的に緩慢なクリープを行なっている。

4. 地すべりの考察

4.1 地すべり地形の特徴

空中写真(1/2万)による地形判読および地形図(1/2千)の解析からみた生月の地形は、地すべりによる局所的な陥没・亀裂落差などに基因する凹凸が多く、きわめて複雑である。松本・里塚目および森岳崎地区における馬蹄形低地部の存在、地形図をみられる2m等高線のいちじるしい乱れなどが注目される。玄武岩台地と地すべり地帯との境には規模の大きい急斜面が存在するが、これは生月地すべりの発達過程におけるきわめて



図一12 山田・佳路地区の概要

Fig. 12 Yamada and Garo landslide area.

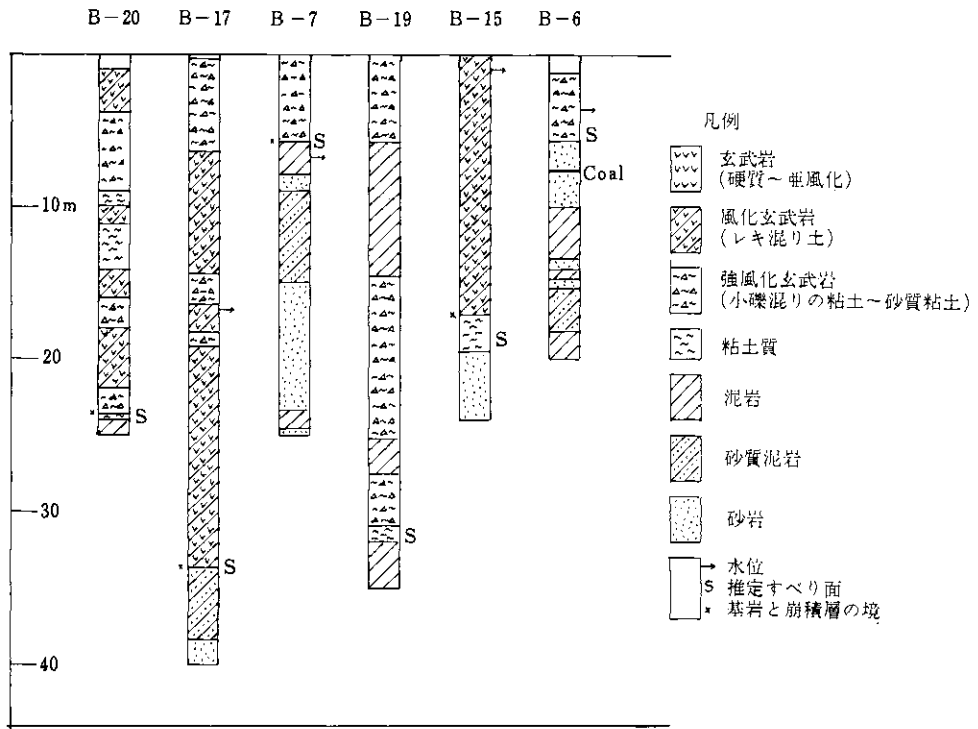


図-13 山田地区東部海岸の玄武岩類

Fig. 13 Basalts condition on the shore of Yamada area. (drill holes)

古い滑落崖とみなされた。地形ならびに地下構造からは、上位・中位および下位の3段の地すべり帯に区分される。上位と中位および中位と下位の境には、古い滑落崖から転移したものとみなされるやや急な斜面から0～100mの幅をもって連なっている。この斜面を地形変換帯と呼んだが、地下構造とともに、生月地すべりの地形発達史として注目に値する。

4.2 地すべり機構

(1) 崩積層

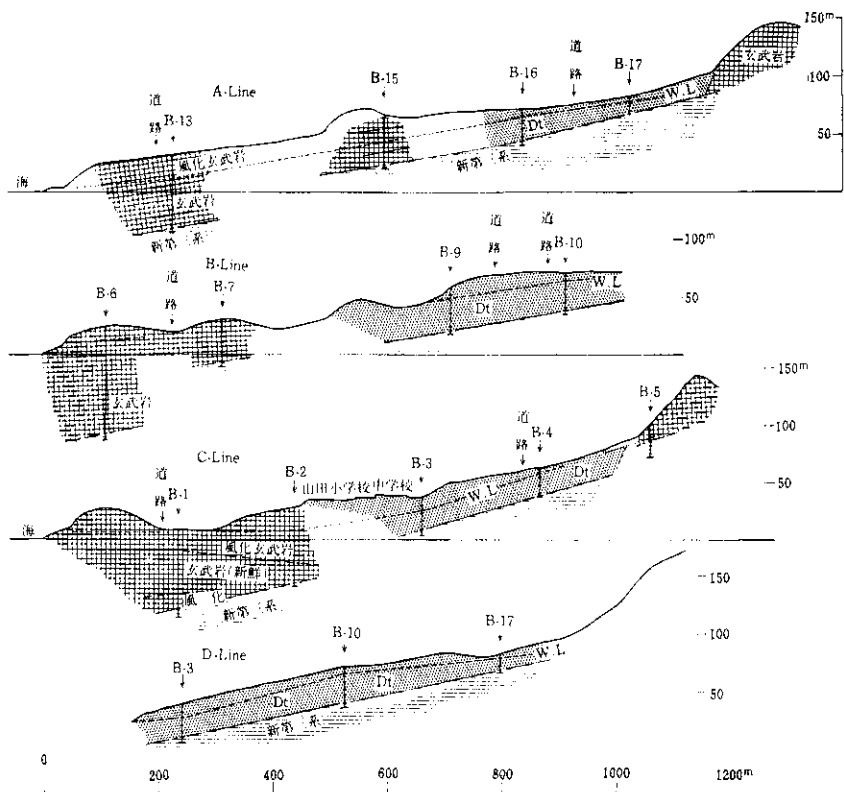
生月における地すべりの崩積層は、そのほとんどが玄武岩系のものである。崩積層の構成や風化を受けた状態はかなり変化に富んでいる。おもに玄武岩の礫混り土ないし土混り礫であるが、硬質の玄武岩層あるいは凝灰岩～凝灰角礫岩の風化に由来する粘土質の層などを挟んでいる。ときに礫層のようながさがさのものが挟まれる。一般に、

礫混りの土であり、また玄武岩の風化土であるため、粘着力(C)や内部摩擦角(ϕ)などの力学的性質はかなり大きいことが予想される。

(2) すべり面

大きくみた場合に、3種類のすべり面が存在する。もっとも広く存在するすべり面は崩積層と基岩との境である。基岩の表面が粘土化しているものおよびすべりによって礫混り粘土になっているものである。これを基岩のすべり面(A)とした。馬蹄形の低地でみられるものは基岩内に発生したすべり面である。基岩内のある深さ(数mから数10mの深度)に風化粘土層を生成したものであり、これを岩盤のすべり面(B)とした。このすべり粘土はベントナイト質でCや ϕ などの力学的性質は小さい。玄武岩質崩積層の内部で軟弱部が局所的なすべり面となっているようなものを玄武岩のすべり面(C)とした。

(3) 運動機構



図一 14 山田地区の地下構造断面 (H : V = 1 : 2)

Fig. 14 Assumed diagrams of underground profiles at the Yamada landslide area.

一般に、新第三系からなる基岩上を玄武岩質の崩積層がA型すべり面によってクリープするものと考えられる。常に湿潤の状態にある基岩の表面は軟らかくすべり面となる。このことは、多くのボーリング調査資料から明らかであり、粘土層を挾在する。生月の地すべりはいずれも豪雨時か長雨のときに発生している。すなわち、急激な水位上昇が大きな誘因である。崩積層の水位が上昇し、荷重が増すときに、基岩との境で摩擦が減少して移動をおこす。これは、礫混り崩積土の力学的性質やすべり面の傾斜からみて、一般に規模の大きい地すべり運動には発展しがたいようである。あちらこちらで、小さい亀裂の発生・亀裂落差などによる数多くのクリープを局所的に繰り返していることは、多くはこのような機構によるものとみなされる。上位地すべり帯および中位地すべり帯

の大部分では通常の地下水位はかなり低い。しかし、雨期には水位が上昇しやすく、乾期と雨期とでは10~20mの水位変動をみる例がある。

基盤内のB型すべり面によるものは、松本地区の1967年滑動で代表される。すべり面の傾斜は緩いにかかわらず、地すべりの規模が大きく、かつ割合に急激である。滑動後の崩積層は D_{t1} と D_{t2} の2層構造になる。この種の地すべりは大きな被害をもたらすおそれがあり、今後の調査において注意せねばならない問題点であるといえる。里塚目地区および森岳崎地区の低地部は松本地区の低地部と同じような現象によって生成されたものとみなされる。しかし、これらの滑動時期については知られていない。なお、生月における埋没崖の存在は、B型すべり面による古い大規模な地すべりを想定させる。

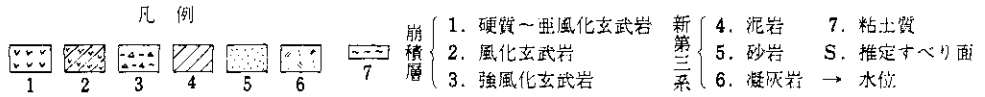
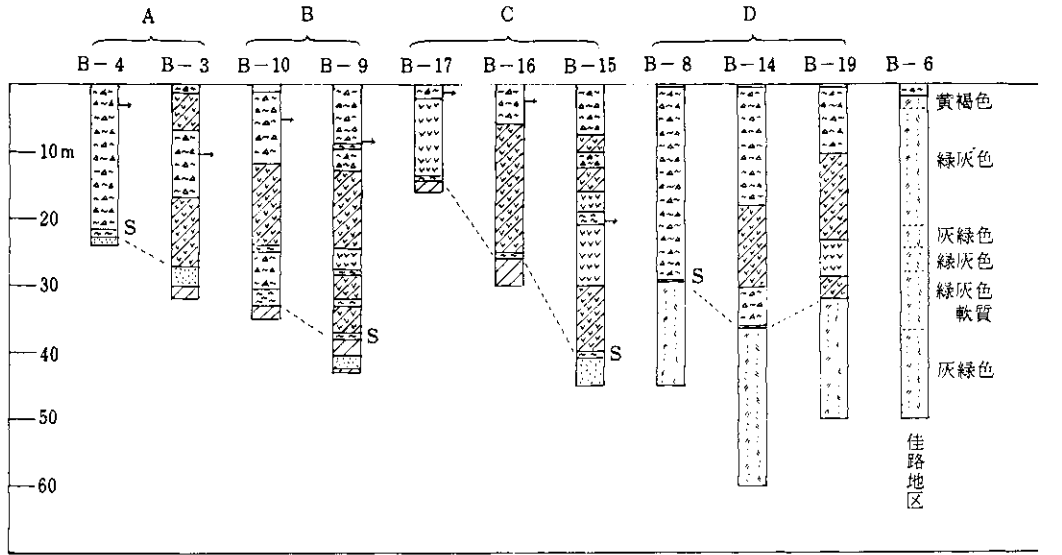


図-15 山田地区のボーリング

Fig. 15 Drilling phases at the Yamada landslide area.

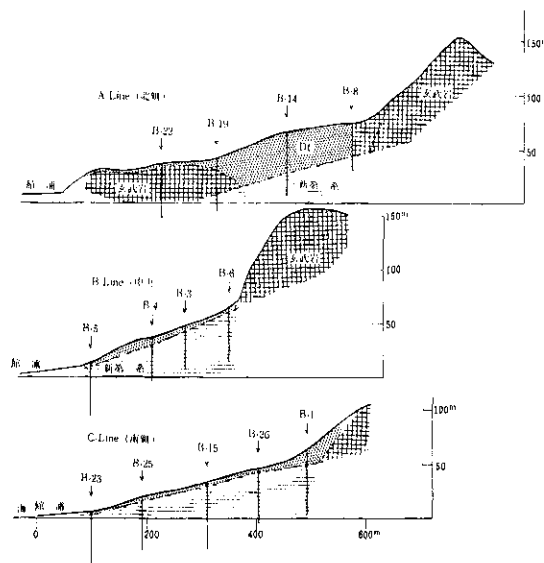


図-16 佳路地区の地下構造断面 (H : V = 1 : 2)

Fig. 16 Assumed diagrams of underground profiles at the Garo landslide area.

上位地すべり帯の厚い玄武岩質崩積層は、A型すべり面だけによるものではなく、C型すべり面による局所的な移動が発生しているものとみなされる。このことは、地すべりの微地形やボーリング調査資料から推測される。A型・B型およびC型のすべり面と、これに関連する運動機構についてのべたが、これを裏付ける観測資料は不十分である。パイプひずみ計によるすべり面調査を実施し、すべり面の深さと運動の形を知ることができ、また雨量と水位変動の関係を求めることができれば、予知および対策に有効な発生機構がより明らかになるであろう。

4.3 滑落崖および埋没崖

北松型の流れ盤構造の地すべりでは、頭部に滑落崖を生成し、新第三系を切る場合にはほぼ垂直にせん断される。吉井町の平山地すべり・樽河内

地すべり、江迎町の鷲尾岳地すべりなどで新第三系の垂直せん断が知られている。生月島の松本1967滑動地区には、高さ30m以上に達する垂直せん断崖が存在する。

埋没崖は、地すべり頭部のせん断崖が、その後の斜面崩壊や崩積土の上方からの押し出しによって、地下に埋没したとみなされるものである。松本地区・里塚目地区および森岳崎地区では、地すべり帯の上位と中位および中位と下位の地形変換帯に、地下構造断面図に現わしたような、かなり大きい埋没崖の存在が推定された。きわめて大きな周期で、規模の大きい地すべりを繰り返してきたことを考察させる。生月における地すべり発展の歴史は注目される。今後、局所的な地すべりは繰り返すが、大きな地すべりが発達する可能性の有無は十分に検討されねばならない。

参 考 文 献

安藤武(1967; 1968); 北松地域における地すべり層準について, [・Ⅱ・Ⅲ]. 地すべり, No.11・12・13

北松型地すべり研究グループ(1969); 北松型地すべり. 地質ニュース, No.175・180・181

長崎県農林部耕地課(1967・1968); 生月島の地すべり防止対策工事調査報告書.

小出博(1960); 長崎県北松浦郡生月町及び平戸市の地すべり調査報告書.

小出博(1968); 長崎県北松浦郡生月町松本地区地すべり調査報告書. 長崎県農林部耕地課

鎌田泰彦(1966); 生月町松本第二区地すべり調査報告書. 長崎県農林部耕地課

鎌田泰彦(1969); 生月町松本地区地すべり調査報告書. 長崎県農林部耕地課

鎌田泰彦(1969); 生月町山田地区地すべり調査報告書. 長崎県農林部耕地課(43年度)

鎌田泰彦(1970); 生月町里塚目地区地すべり調査報告書. 長崎県農林部耕地課(44年度)

このほかに、北松型地すべりの発生機構および予知に関する研究第1報(1970)および第2報(1971)