

土 木 研 究 所 資 料

千葉県東方沖地震による斜面崩壊地調査

平成2年3月

建設省土木研究所
砂防部急傾斜地崩壊研究室
機械施工部動土質研究室

Copyright © 1990 by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の承認を得ずしてこれを行ってはならない。

千葉県東方沖地震による 斜面崩壊地調査

急傾斜地崩壊研究室 室 長 吉 松 弘 行
主任研究員 青 木 隆 典
研 究 員 服 部 泰 英
 大 浦 二 朗

動土質研究室 室 長 古 賀 泰 之
研 究 員 伊 藤 良 弘*)
 鷺 田 修 三

要旨

昭和62年12月の千葉県東方沖地震において崩壊の発生した斜面の現地調査を行い、それを基に現行の危険度判定手法と安定解析による検証を行なった。

その結果、現行の危険度判定法の有用性は認められるものの、隣あった斜面のように形態的に似通った場所においては判別が困難であること、さらに安定解析による検討においてその精度を向上させるためには①斜面表層での振動増幅の予測法②斜面浅層地盤強度を精密に調査する方法の研究が必要であることが確かめられた。

キーワード : 地震 斜面崩壊 現地調査 危険度予測 安定解析
簡易弾性波探査 地震動 植生

*) 現 国土庁大都市圏整備局筑波研究学園都市建設推進室係長

ま え が き

昭和62年12月17日11時08分頃、千葉県東方沖を震源とする地震が発生した。この地震は千葉県の広い範囲に被害をもたらし、斜面崩壊も400ヶ所余りが報告されている。

斜面崩壊の要因は降雨と地震であるが、降雨と異なり地震はその発生の予知が困難な現状においては、地震による斜面災害を軽減するために崩壊の発生し易い危険斜面を事前に抽出する手法及び崩壊が発生した場合の被害想定範囲の予測手法の確立が急がれている。

本調査は前述の地震により崩壊が発生した斜面における現地踏査をもとに、現行の斜面調査法をもちいて危険度判定を行ないその評価をすること、崩壊発生斜面の共通して有する特徴を分析整理し危険度判別手法の精度向上のための基礎資料を収集すること、崩土の到達距離を調査し被害範囲予測手法設定の基礎資料を得ること、さらに土質試験結果にもとずいて崩壊発生、非発生斜面の安定計算を行ないこの手法により斜面崩壊予測を行なう場合の問題点・限界及び改良のための方向を明らかにすることを目的として調査したものである。

目 次

まえがき

1. 地震及び斜面崩壊災害の概要	1
2. 斜面災害の特徴及び被害到達範囲調査	11
2.1 調査範囲及び調査位置	11
2.2 調査概要	11
2.3 斜面災害の特徴調査結果	12
2.4 被害到達範囲調査	21
2.5 まとめ	26
3. 斜面耐震判別法（道路震災対策便覧）を用いた危険度判定	27
3.1 調査法の概要	27
3.2 調査結果	27
3.3 まとめ	30
4. 崩壊地における土質調査及び安定解析	31
4.1 目的	31
4.2 調査箇所の概要	31
4.3 土質調査	40
4.4 地震動の推定	46
4.5 安定解析	49
4.6 まとめ	64
5. あとがき	66
参考文献	67
巻末資料	69

1. 地震及び斜面崩壊災害の概要

昭和62年12月17日、千葉県東方沖地震が発生した。主震は、図1.1に示すように、九十九里浜沖の北緯35° 21'、東経140° 29'、深度59kmを震源としてM=6.7であり、銚子・千葉・勝浦で震度Ⅴが観測された。

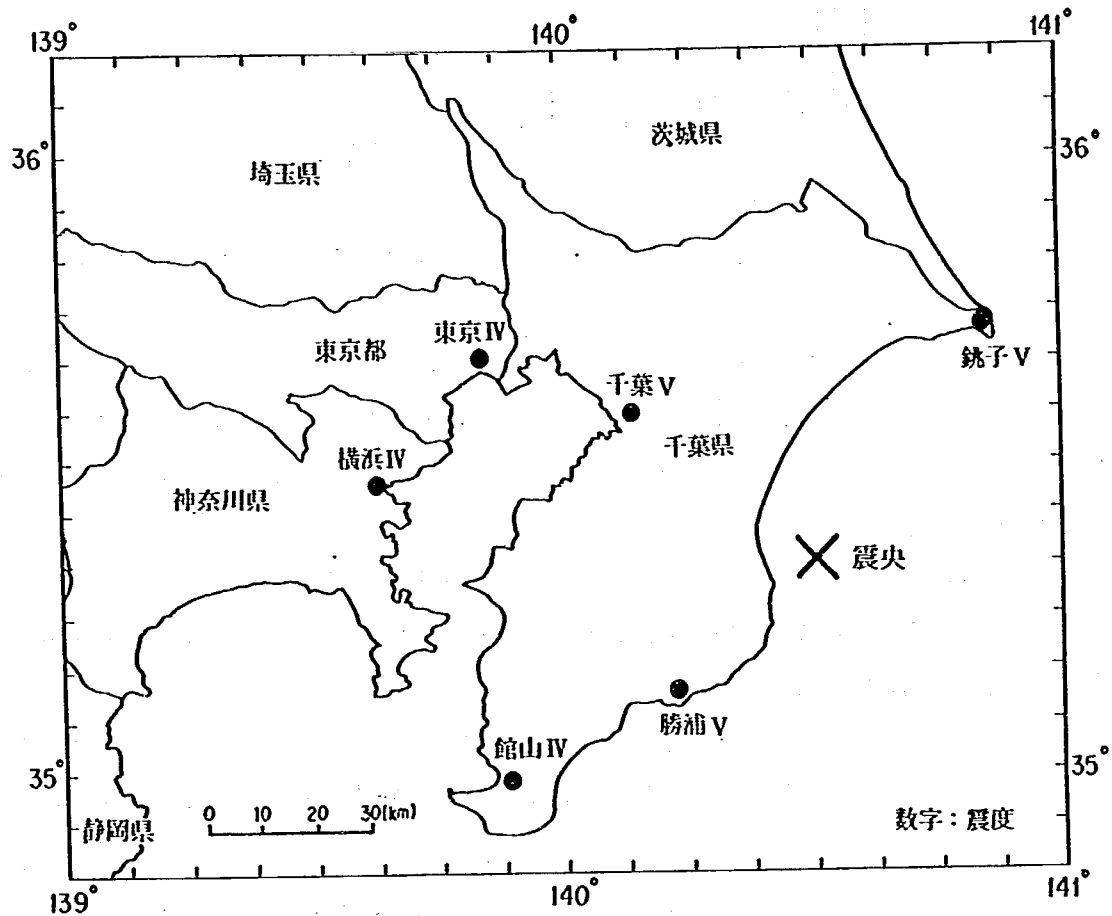


図1.1 震央及び各地の震度

この地震により倒壊したブロック塀ならびに石灯ろうの下敷きとなって2名の犠牲者が出た。又、住宅における屋根瓦の損傷も多かった。

この地震では、地盤の液状化が九十九里海岸沿いの平野、東京湾岸沿いの埋立地、利根川沿いの各地等において広範囲に発生した。その多くは、噴砂に留まり、構造物に大規模な被害を生ずるものではなかった。

さらに、成東町及び長南町をそれぞれ中心とした2箇所の地域に集中して434箇所において斜面崩壊が生じた¹⁾。崩壊規模別に見た頻度を図1.2に示す。これによれば、崩壊土量が10m³未満のものは全崩壊箇所数の36.6%、100m³未満の崩壊箇所数は74.4%を示し、全体的には100m³未満の小規模な崩壊が多いことが特徴となっている。今回発生した斜面崩壊の特徴が下記のようにとりまとめられている。

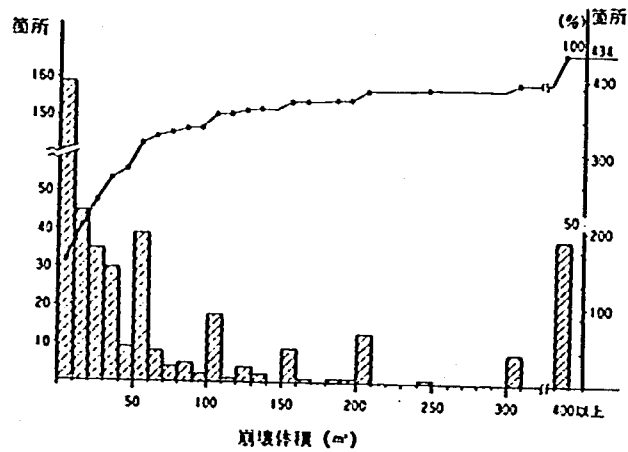


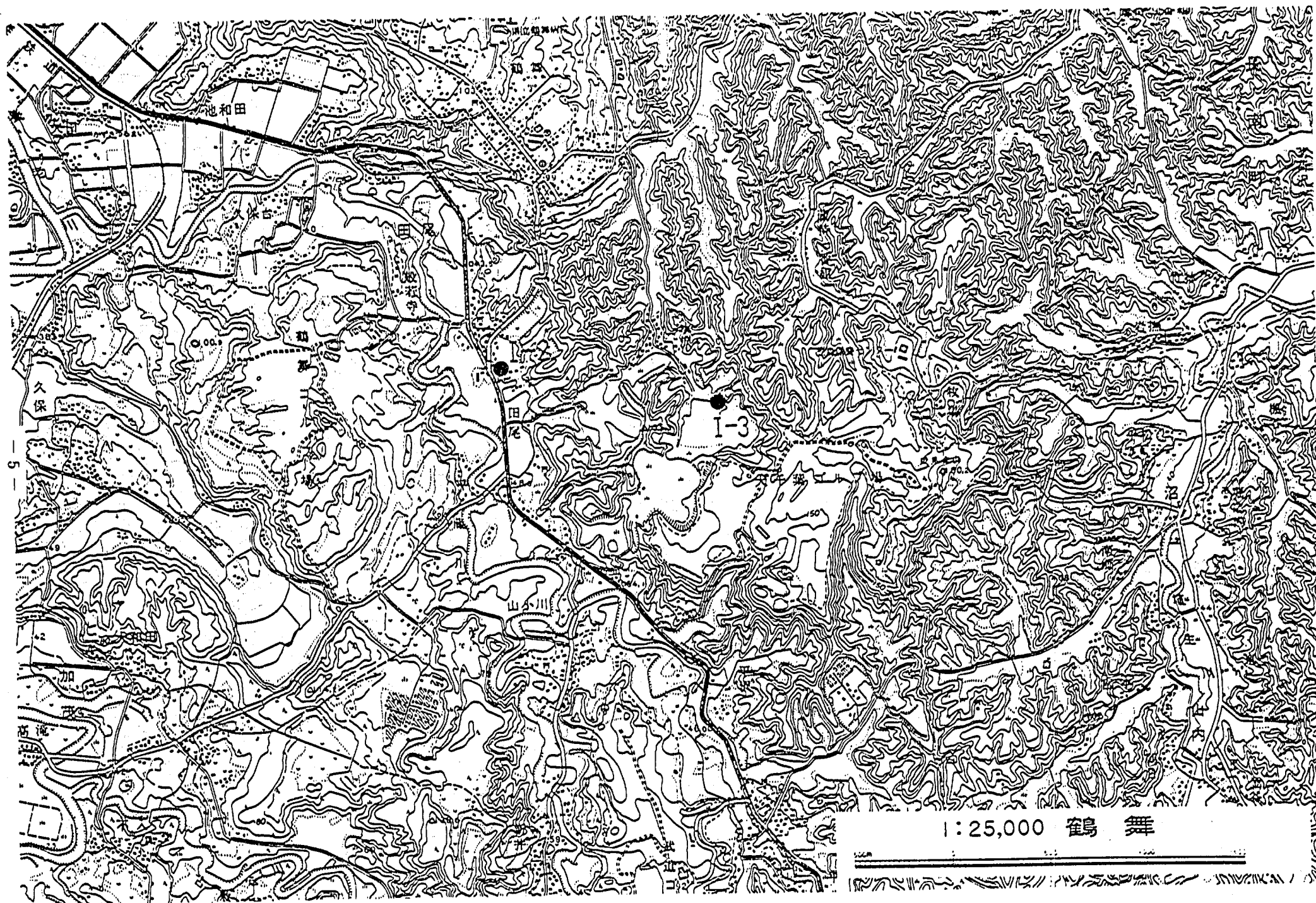
図1.2 規模別の崩壊箇所数頻度図（全崩壊数434箇所）¹⁾

- ① 斜面崩壊は地震発生前後に降雨を伴わない“自然乾燥”状態下の斜面において発生したものである。このため、泥流など土砂の流出がなく、崩壊土砂は規模の差はあるものの斜面の脚部に崖錐状に堆積するにとどまった。このため、家屋の被害は17件（一部破損15、半壊1、全壊（非住家）1）であり、人的被害はなかった。
- ② 「急傾斜地崩壊危険区域」としてのり面工事を施工済の所では、崩壊は発生しておらず、待受け擁壁が施工されているところでは、崩壊土砂が擁壁でとどまり人家側へは被害をもたらさなかったなど、防災工事が有効に働いていた。
- ③ 今回の崩壊地に隣接した斜面には、降雨に起因する崩壊が過去に発生している所がしばしば見受けられるが、今回の地震による崩壊はこれらの降雨による崩壊の規模に比べて小さい規模で発生している。
- ④ 地震発生の2～3日後に崩壊を生じた斜面がある。地震の後2週間以上は降雨をみなかったことは明らかであるので、地震によって亀裂等の変状を生じた斜面が、降雨や地下水の影響によらず時間とともに地盤強度が低下したが、亀裂等がゆるやかに発達して崩壊に至ったことが考えられる。

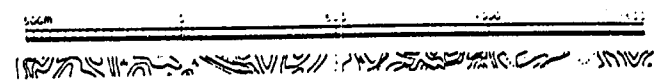
調査箇所図

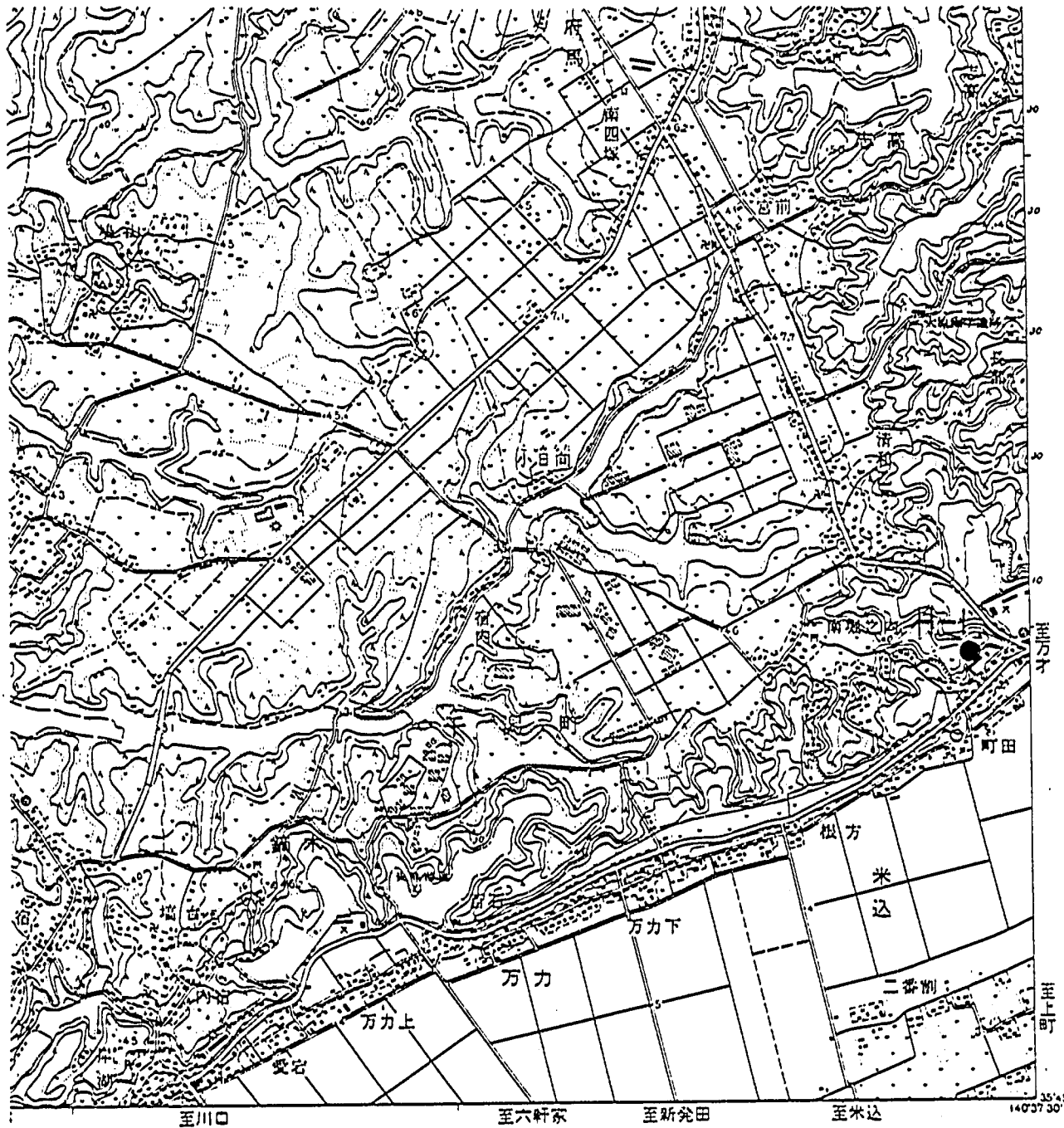
(図2.1)

国土地理院発行1/25,000地形図



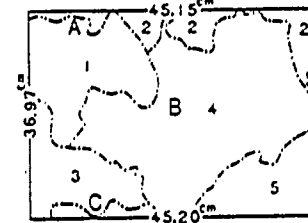
1:25,000 鶴 舞





1. 投影はユニバーサル横メルカトル図法、座標帯は第54帯、中央子午線は東経141°
2. 図郭に付した短線は経緯度差1分ごとの目盛
3. 高さの基準は東京湾の平均海面
4. 等高線の間隔は10メートル
5. 磁針方位は西偏約6°20' (昭和54年)
6. 図式は昭和40年式 (昭和44年加除訂正) 1:25,000地形図図式

行政区画



索引図

佐原西部	佐原東部	神栖
五辻		小南
多古	八日市場	旭

千葉県

- A. 佐原市
B. 香取郡
C. 八日市場市
1. 栗源町
2. 小見川町
3. 多古町
4. 山田町
5. 千湯町

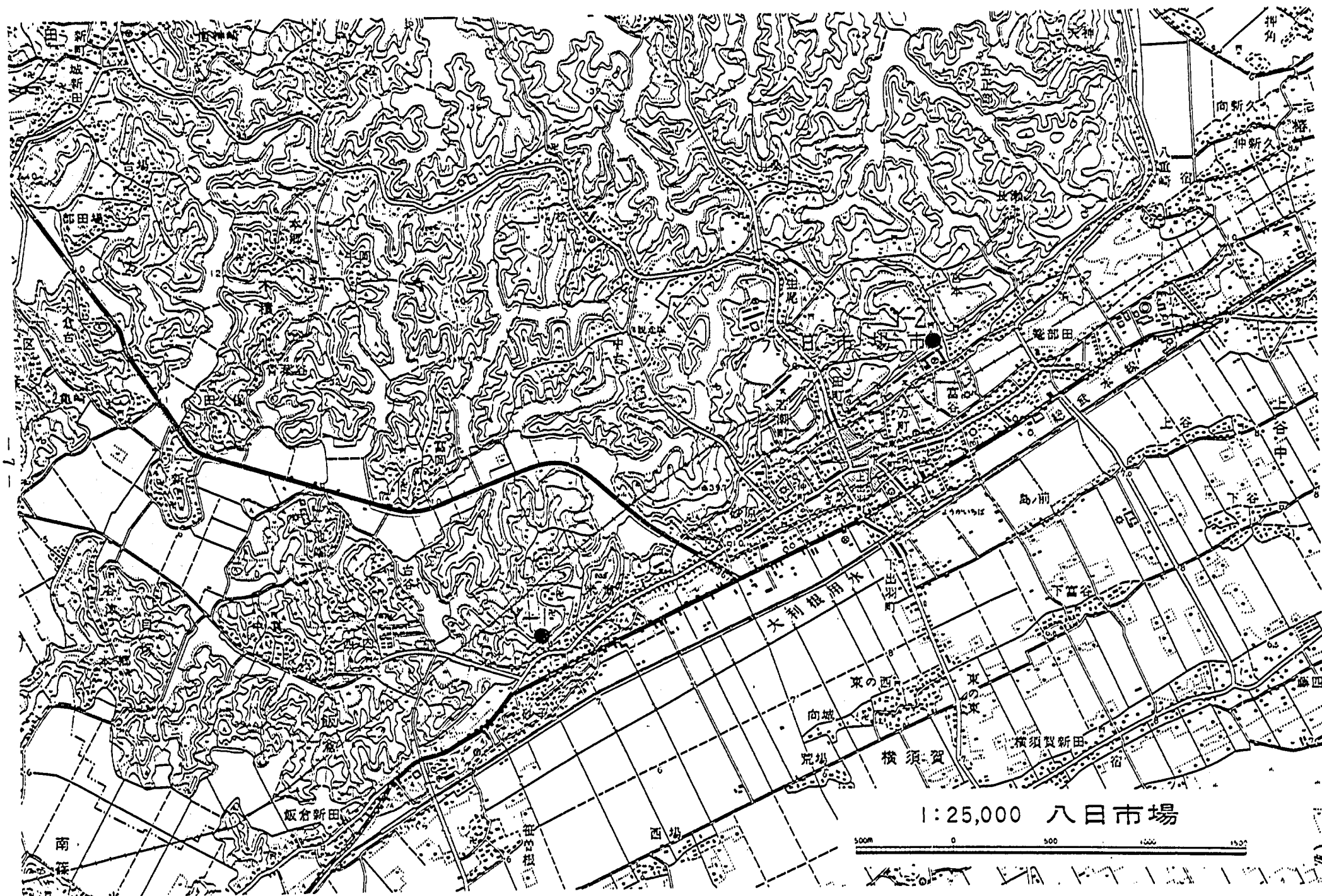
昭和42年測量

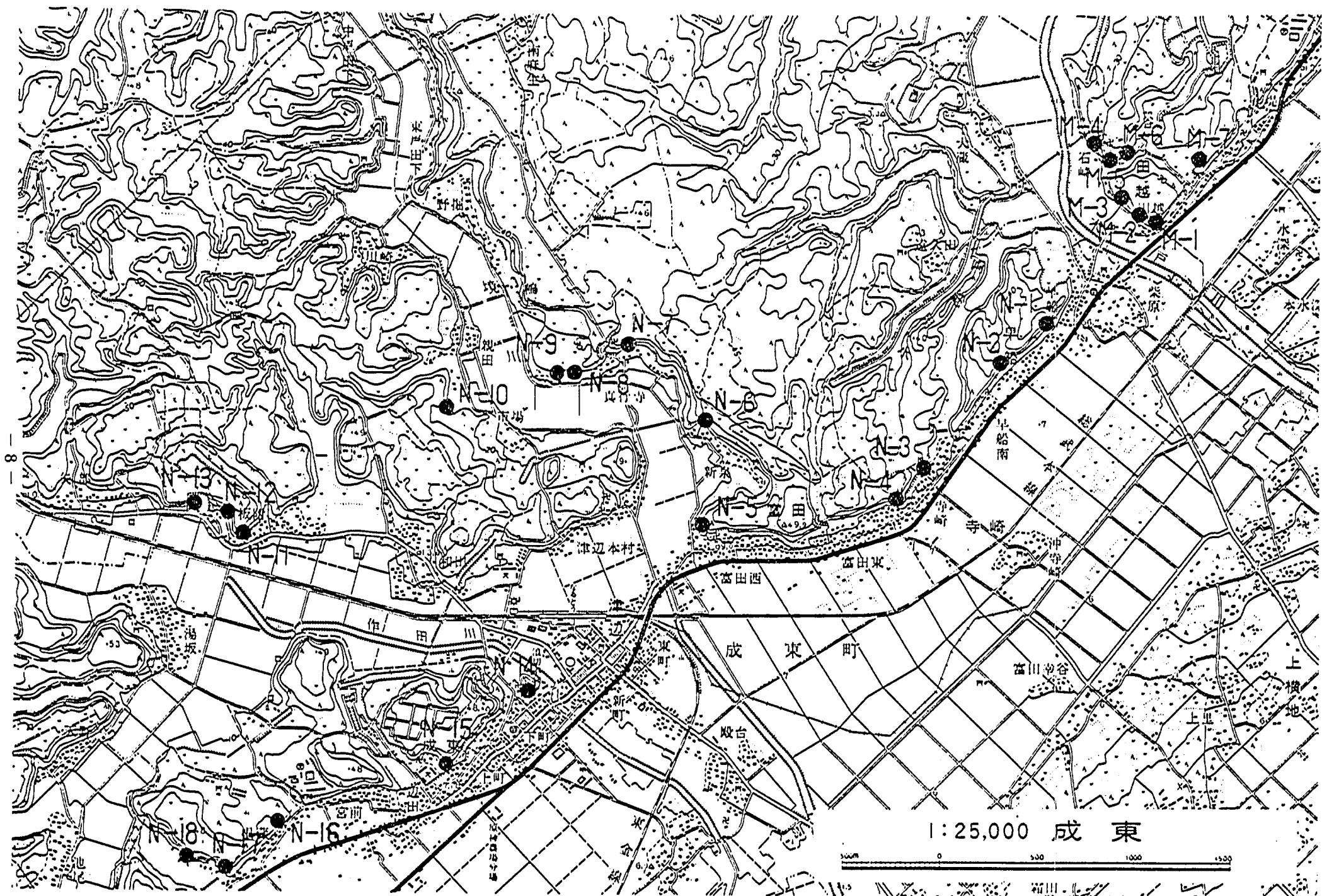
昭和54年改測

1. 使用した空中写真は昭和53年8月撮影
2. 現地調査は昭和54年6月実施
3. 境界は昭和54年7月18日現在

1:25,000 岩部







大多喜

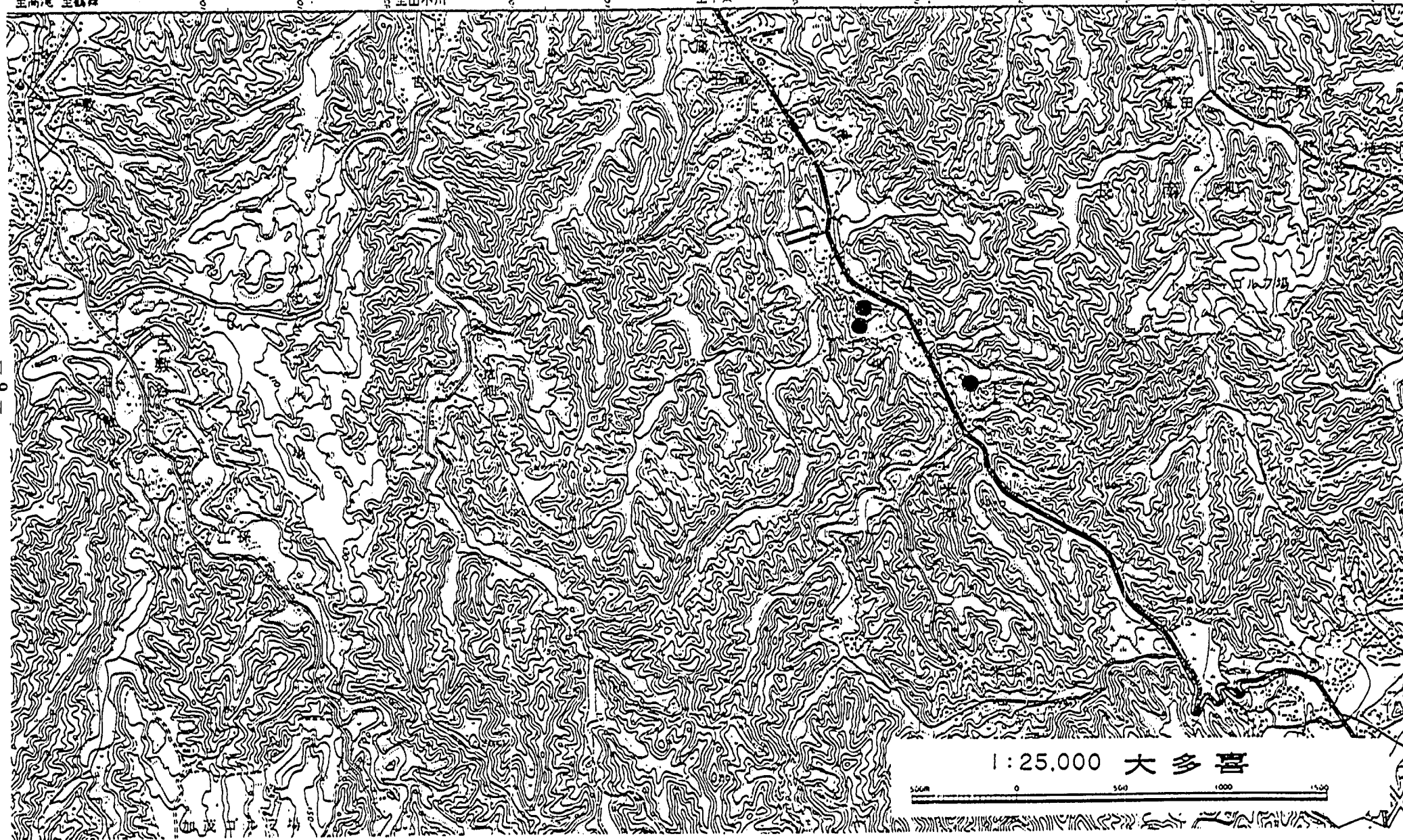
至所淺 至鶴舞

鶴舞

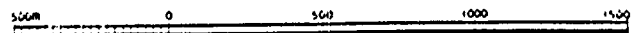
至山小川

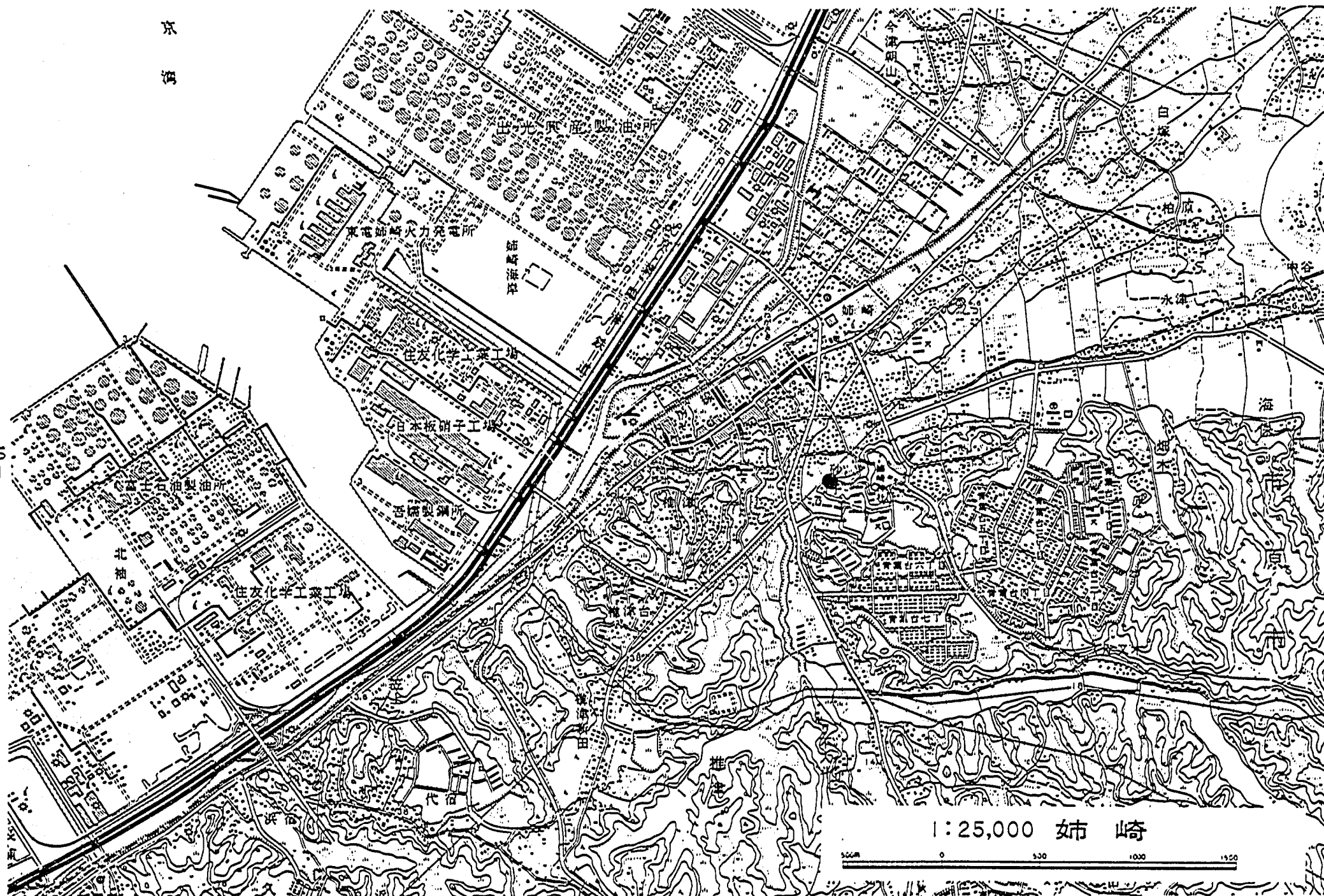
至千塚

至長南



1:25,000 大多喜





2. 斜面災害の特徴及び被害到達範囲調査

2.1 調査範囲および調査位置

地震によって崩壊発生した地域のうち、最も崩壊地の集中する山武郡成東町を主とし、同郡松尾町、八日市場市、香取郡干潟村、および市原市から、合計37ヶ所を選んで調査対象とした。調査地域及び調査箇所位置を図に2.1に示す。

2.2 調査概要

調査は、対象箇所とした崩壊発生斜面について現地調査を行ない、「現地調査表」を作成するとともに、観察事項を「崩壊斜面の実態調査表」に整理した。また、実態調査表の整理事項ごとに崩壊斜面の分布頻度を集計した。調査事項は次のとおりである。

- ・ 斜面の平面形——微地形を詳細に記載した。
- ・ 傾斜変換線の有無——微地形を詳細に記載した。
- ・ 崖錐の有無
- ・ 植生状況（根張り状況、樹種、樹高、樹幹径などを詳細に記載した。）
- ・ 地質・土質状況

調査結果は1/2500地形図または概略見取図および概略断面図に記入し、現地写真を添えて現地調査表に整理した。斜面崩壊の実態を明かし、既存資料との比較を容易にするため、現地調査結果をもとに斜面崩壊の実態調査表は「斜面災害の実態調査表」¹⁾に基づいて若干の項目に変更を加えて新たに作成したものである。

追加項目

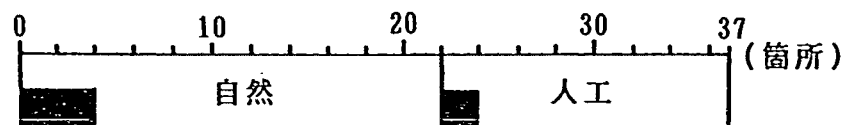
- ・ クラック発生の有無
- ・ クラック発生のタイプ
- ・ 崩壊高と崩土の到達距離の比

これらの整理結果から、斜面崩壊の特徴を把握するため、実態調査表の整理項目ごとに崩壊発生斜面の分布頻度を集計した。

2.3 斜面災害の特徴調査結果

2.3.1 斜面の種類

人工斜面は、採砂地、道路の切割、および人家の裏庭拡張のための切土などである。一部の人工斜面には対策工が施されているが、大部分は未対策で急傾斜地に基岩の砂層が露出している。（図2.2）



■：クラックのみ発生

図2.2 斜面の種類

2.3.2 斜面の向き

崩壊・亀裂の生じた斜面は、震源地方向であるSE～SW方向によく集中していた。（図2.3）

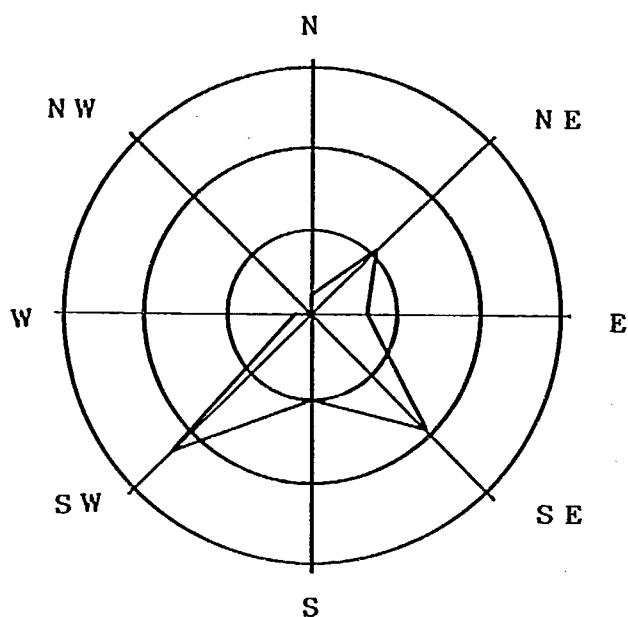


図2.3 斜面の向き

2.3.3 斜面の型

調査地域内ではこれまでも降雨による崩壊が発生しているが、本地域の斜面の横断形は全体に緩やかな凹凸をなし、平衡型と分類できるものが大部分である。（図2.4.1,2）

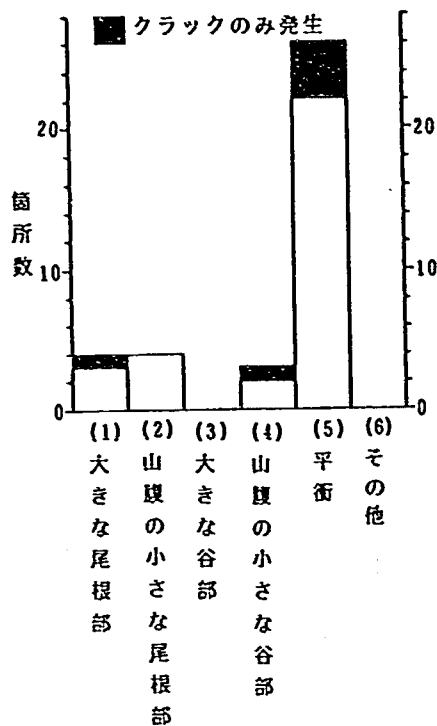


図 2.4.1 斜面の横断型

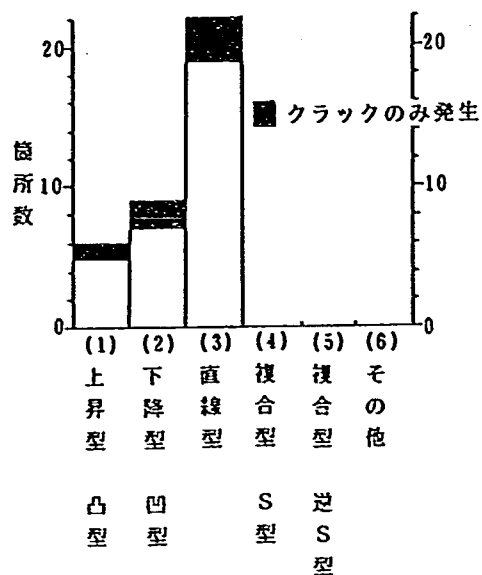


図 2.4.2 斜面の縦断型

2.3.4 斜面上端

本地域では、斜面上部は平地となっておりその境界はかなり明瞭な遷急線で境される。

斜面の利用状況についてその他に含まれるのは、盛土箇所、墓地、宅地造成地である。山林は、杉・松の植林地または灌木となっている。(図2.5.1,2)

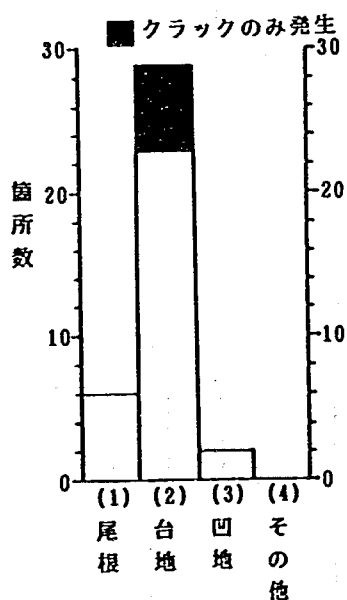


図 2.5.1 斜面上端の状態

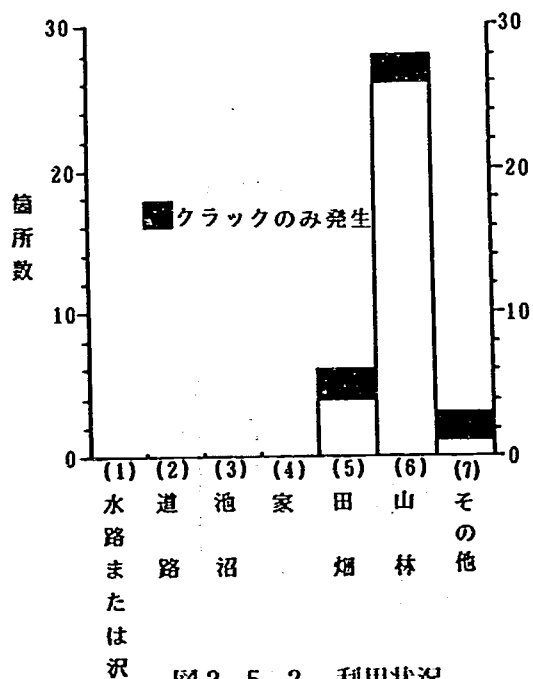


図 2.5.2 利用状況

2.3.5 斜面下端

斜面の下端は平地となり、人家が崖にせまっている箇所が多い。そのため、斜面を切土し、敷地を拡張しているケースがある。

今回の調査では、人家近傍の崩壊地にとりあえず注目して観察を行なったので、対象箇所が丘陵と平野の境界に集中した。そのため、斜面下端部は人家の敷地として最大限利用されているため、斜面下端部の傾斜は 0° が多い。(図2.6.1,2)

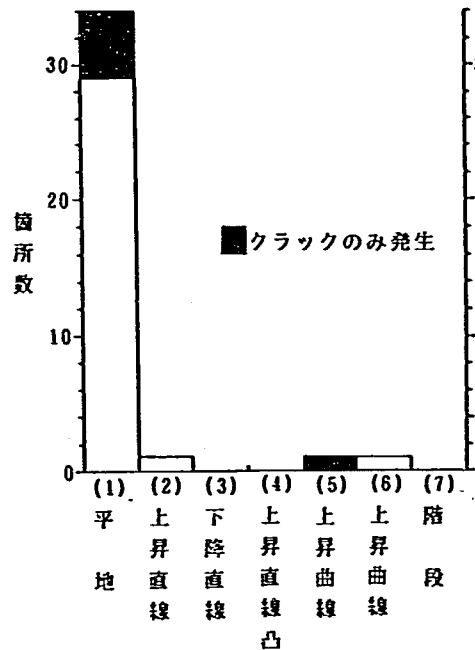


図2.6.1 斜面下端の状況

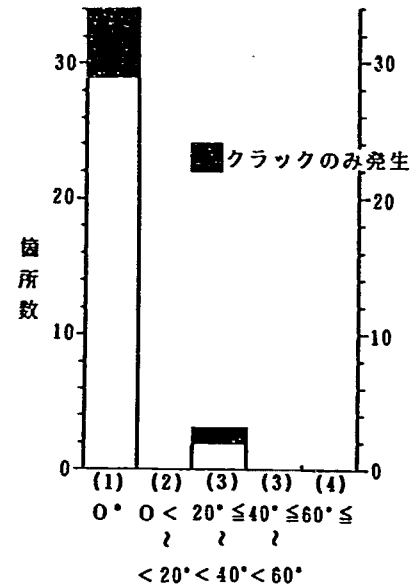


図2.6.2 斜面下端の傾斜角

2.3.6 斜面の角度

今回の崩壊発生斜面の大部分が斜面の上端部から崩壊が発生しているため、平均傾斜と崩壊頭部までの角度が同位置となるため両者の間に大きな違いはない。(図2.7.1,2)

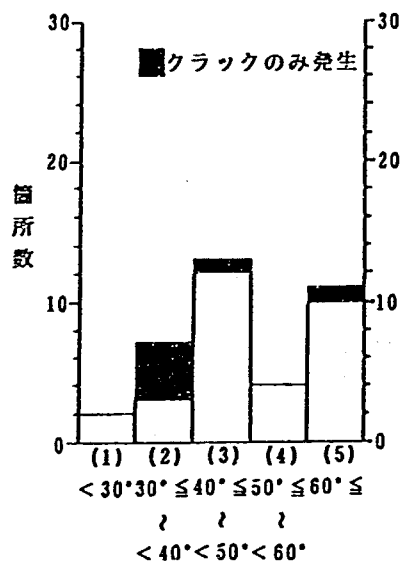


図2.7.1 平均傾斜 (θ_1)

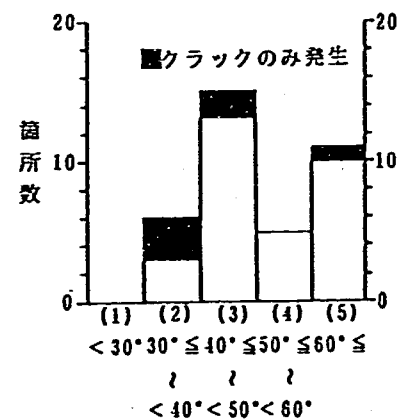


図2.7.2 崩壊頭部までの角度 (θ_2)

2.3.7 斜面の高さ

今回の調査地域では丘陵地と平地の比高は最大でも約40mであり長大な斜面はみられない。 (図2.8)

2.3.8 地質

表層の地質については、植生に被覆されている箇所では腐植土が大部分であるが、旧崩壊の崩積土と思われる場所では腐植土と砂が混在していた。また、斜面が裸地の場合は腐植土は存在せず砂であった。

本調査範囲内の地質は、主に第4紀層の成田層および藪層からなる。藪層はやや締まった砂層であるが成田層は固結度が低い。両者とも調査地域内ではほぼ水平な層理が発達している。成田層の上部は風化し、一部は土壌化してもろくなっている。調査箇所の基岩としてはこれら基盤特性から全箇所「砂」に分類される。 (図2.9)

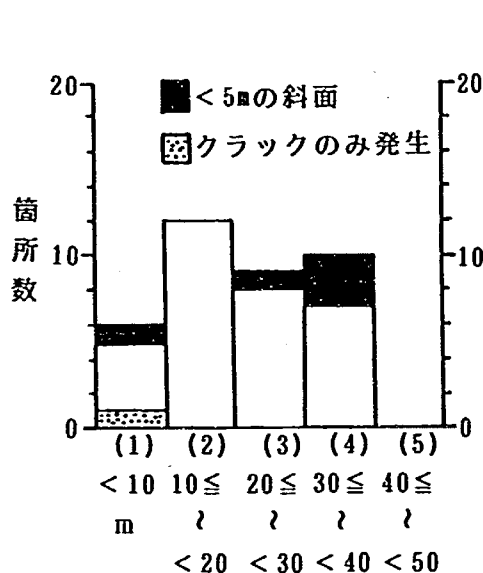


図2.8 斜面の高さ

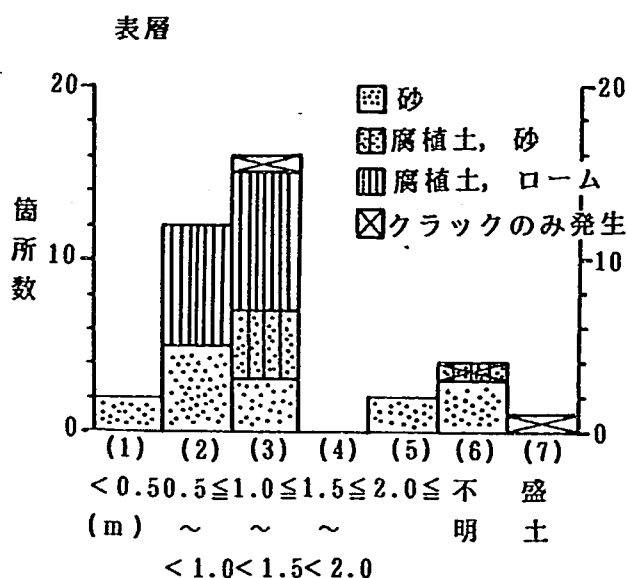


図2.9 地質

2.3.9 地被物の形態

樹幹の直径は、崩落した部分に生育していた樹木のうち、最もよく繁茂しているものの平均的な値をとった。 (図2.10.1,2,3)

2.3.10 崩壊の型

崩壊の型は現地調査の結果から主として以下の3タイプに分類できる。 (図2.11)

a) 斜面上部のみが崩壊している型

半固結した砂層からなる突出した尾根部に地震動によるクラックが生じて崩落が発生する。ここには孤立した高木が存在し風による樹木の揺れによって崩落以前にクラックが形成されていた可能性がある。

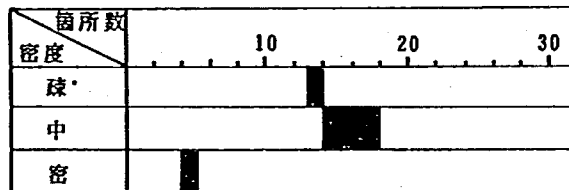
b) 斜面全域にわたって崩壊している型

表面近くに(2m以内)地震動によりクラックが表面に平行して発生し、これを境にして斜面上部から

種類	樹令	草 本	10年未満	10~30年未満	30~50年未満	50年以上	合 計
(1) 裸 地		4 (1)					4
(2) 草 地		5					5
(3) 竹			1	1 (1)			2
(4) 針 葉 樹			1		1	1	3
(5) 広 葉 樹			4	6 (2)	5 (1)	3	18
(6) 針広混交				3	1		4
(7) そ の 他					1 (1)		1
合 計		9	6	10	8	4	37

() 内は、クラックのみが発生し、崩落しなかった箇所
樹令は推定

図 2.10.1 斜面上の植生



* 疎林中には草地・裸地を含む
未崩壊箇所

図 2.10.2 植生の密度

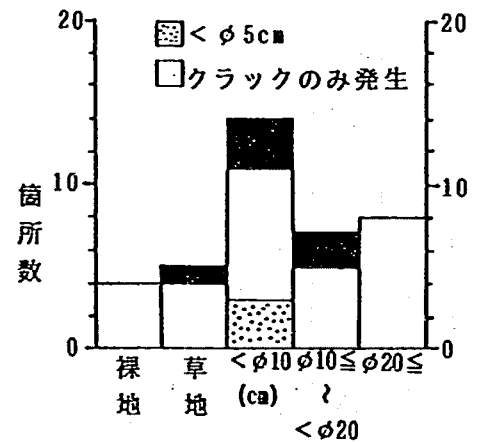


図 2.10.3 樹幹の直径

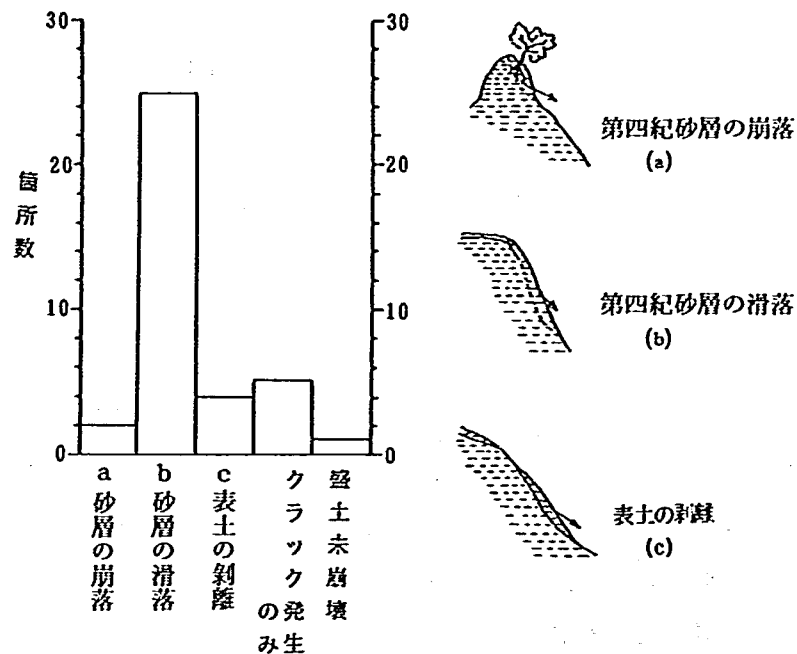


図 2.11 崩壊の型

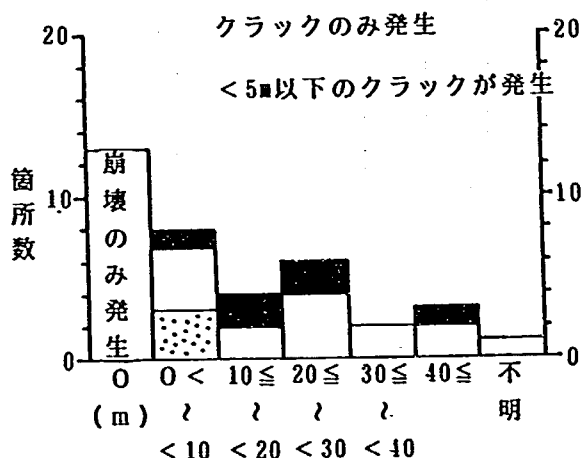
末端の斜面全域にわたり滑落する。

c) 斜面の途中から崩壊している型

斜面途中の表層の風化部、崩落土などのルーズな部分のみが地震動により崩壊する。

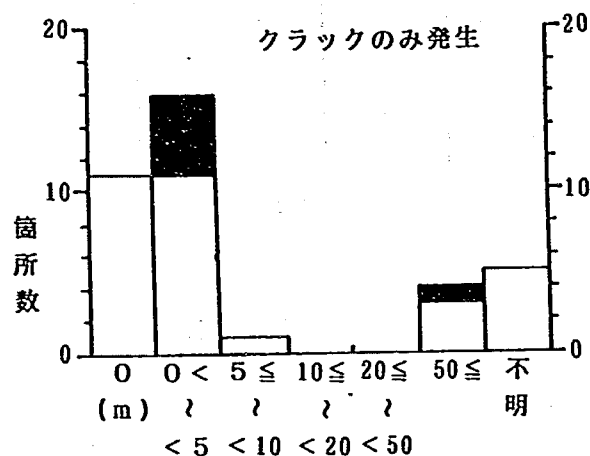
2.3.11 クラックの状態

(図2.12.1,2)



「不明」は斜面上端に立入ができなかった場所

図2.12.1 クラックの長さ

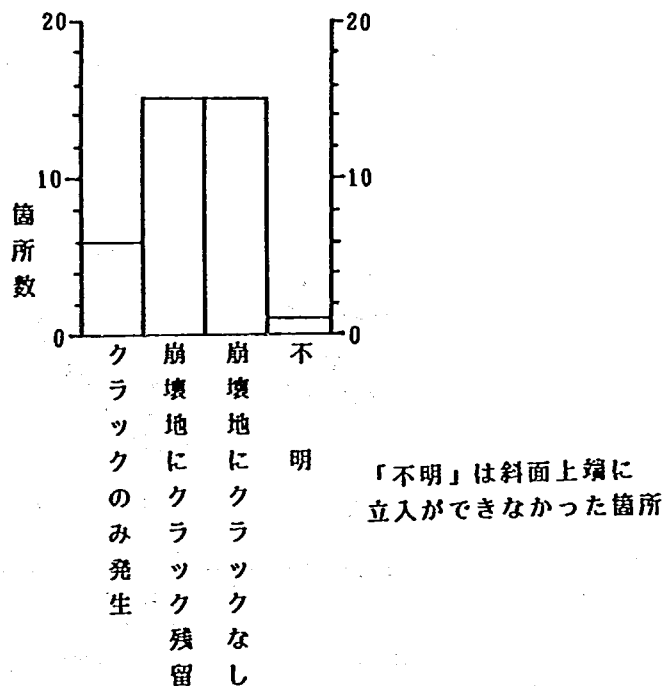


「不明」は発生後ビニールシート等で覆われ、観察ができなかった箇所、および、斜面上部に立ち入りできなかった箇所

図2.12.2 クラックの幅

2.3.12 クラック発生タイプ

今回の崩壊発生タイプから推定すると、クラックは大部分の箇所で生じたものと考えられる。従って、クラックのみが認められる箇所は崩壊には至らなかったが、不安定要素の大きい斜面であったと考えられる。また、今後の地震の際にも同様なケースが起こり得るものと考えられる。(図2.13)



「不明」は斜面上端に立入ができなかった箇所

図2.13 クラック発生タイプ

2.3.13 崩壊の規模

本項の崩壊の規模の諸元については図中の表示を参照されたい。計測は現地での実測を主体として行い、補足として1/25000地図を用いた。1/25000図と地形状況が異なる場合は、現地での判断のみを採用した。(図2.14.1,2)

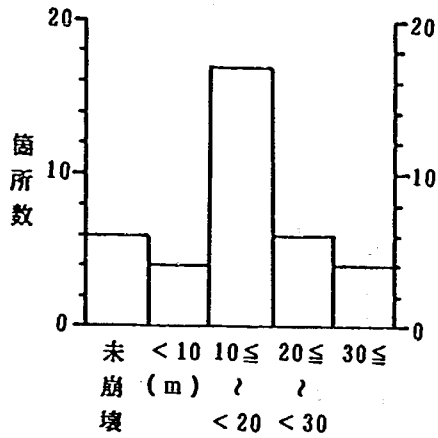


図2.14.1 崩壊高 (H)

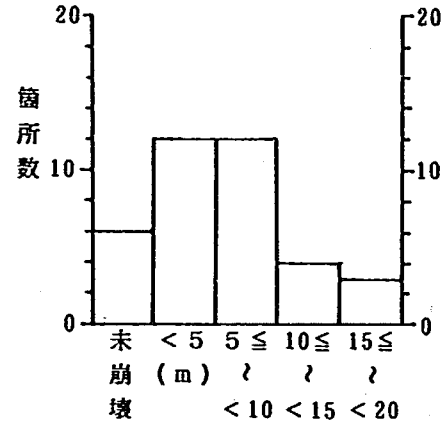


図2.14.2 崩壊斜面高 (h)

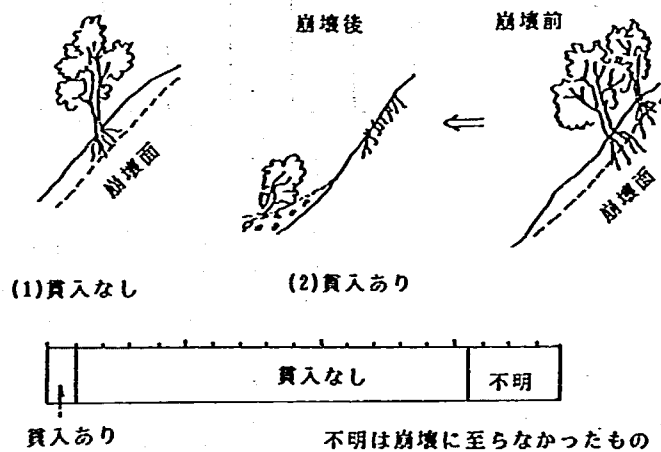
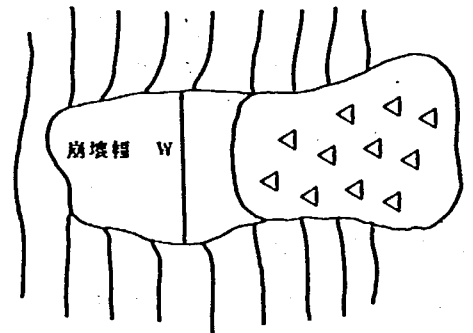
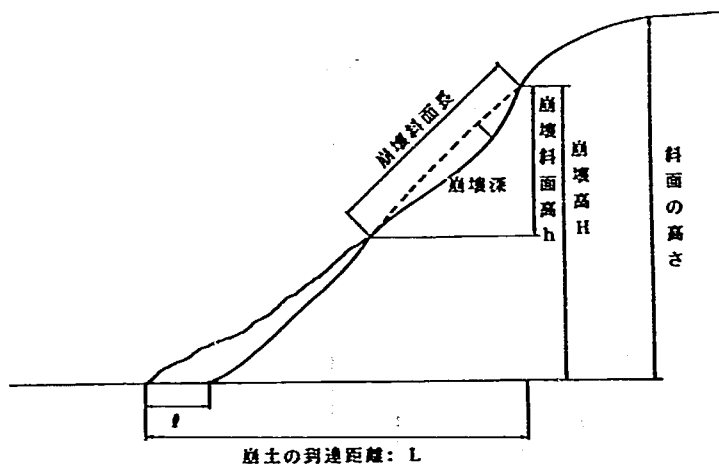


図2.14.3 崩壊斜面内の植生

崩壊深で1.0～2.0mにランク分類したものの大部分は1.0mに近い値であり、実測データも含めて判断すると調査対象箇所が多くが0.5～1.0mの範囲内に分類できる。

一方、図2.14.3に示したように、斜面内の植生の根張り深度はおおむね1.0m以内である。崩壊斜面長は、斜面を構成する土砂の移動があった部分の長さをとったが、崩壊発生部下端については確認できない場合があり、現地の状況から位置を推定した。

2.3.14 崩土の状態

今回の崩壊地で発生した崩土は、地山の成田層自体が固結度の低い砂であり、また含水率も低かったのが粉体状を呈する。しかし一部の崩壊地（崩壊のタイプa）は地山の固結度が比較的高く、崩土はブロック状を呈する。成東町のN-14地点ではブロックの直径は約2mに達するものがある。（図2.15）

2.3.15 崩壊頭部の位置

崩壊頭部の位置は、斜面上部から中部にかけて多いが未崩壊箇所においても亀裂は斜面上部に見られる。（図2.16）

2.3.16 過去の崩壊例

過去の崩壊事例については主に聞き込みによって調査を行なったので、調査精度はそれほど高くない。ここで「附近」としたのは対象箇所から、目安として約250mの範囲とした。（図2.17）

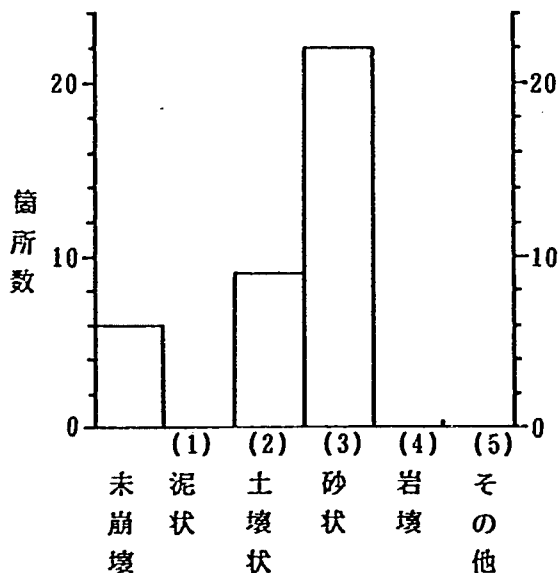


図2.15 崩土の状態

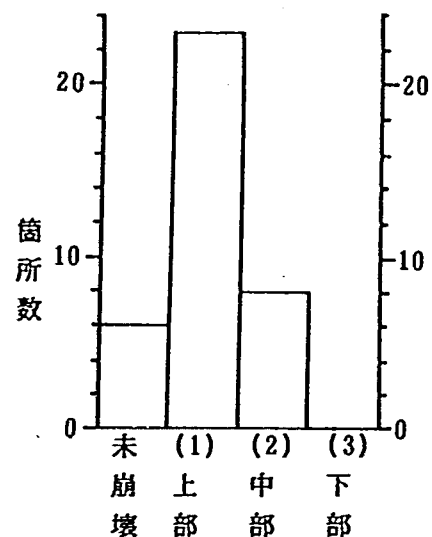


図2.16 崩壊頭部の位置

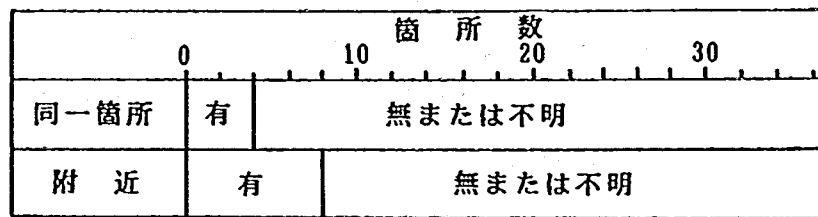


図2.17 過去の崩壊例

2.3.17 地下水の存否

地下水の存否については、調査箇所の大部分で崩壊以前の状況はわからなかったが、現地調査を通して植生・斜面形状を考慮すると、地表水・湧水ともになかった箇所が多いと考えられた。また崩壊後に湧水が生じた例はなく、現状では水道管の破裂による1ヶ所以外に地表水がみられる箇所はなかった。

2.4 被害到達範囲調査

今回の地震による崩壊では、崩落の発生した28斜面中11斜面で崩土が斜面内にとどまり下端の平地には流出しなかった。また崩壊高と崩土の到達距離の比も0.5以上のものが多かった。一般に地震時の崩落土は降雨による崩落時に比較して流動性が小さいことが予想されるが、本調査結果もそれに合致している結果が得られた。斜面内に滞留した崩壊土は、今後豪雨などによる再流出が予想されるが、一部は崖錐として保存され、竹林などの植生が復旧すると考えられる。(図2.18~2.26) 調査地域近辺では、元禄地震など過去の大地震時にも多数の崩壊が発生したと推定されるが、記録により、その位置を確認することはできない。しかし地形的には旧崩壊によると考えられる崖錐地形が認められる箇所が少なくない。

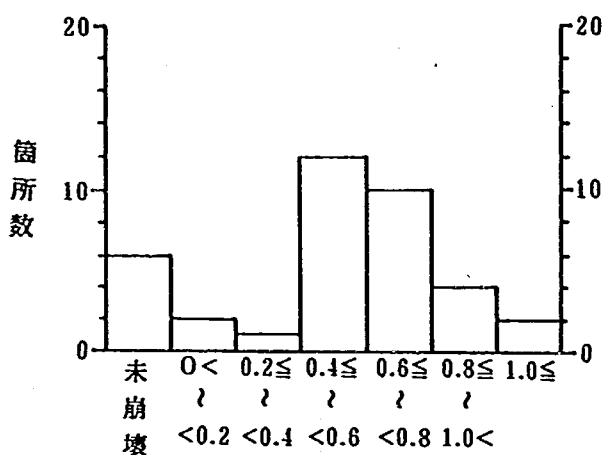


図2.18 崩壊斜面高(h)と崩壊高(H)との比

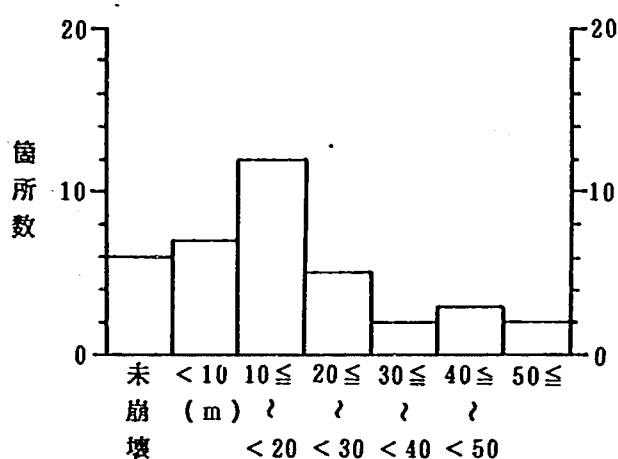


図2.19 崩壊幅

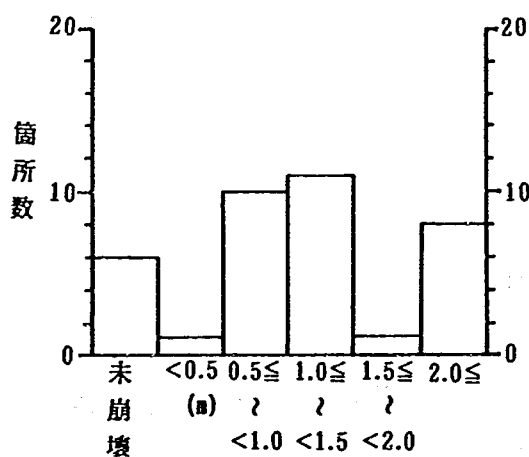


図2.20 崩壊深

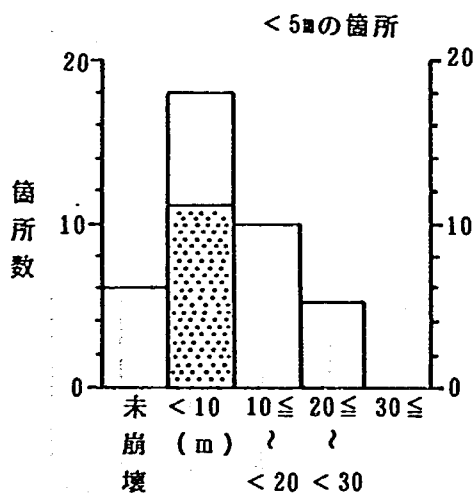


図2.21 崩壊斜面高

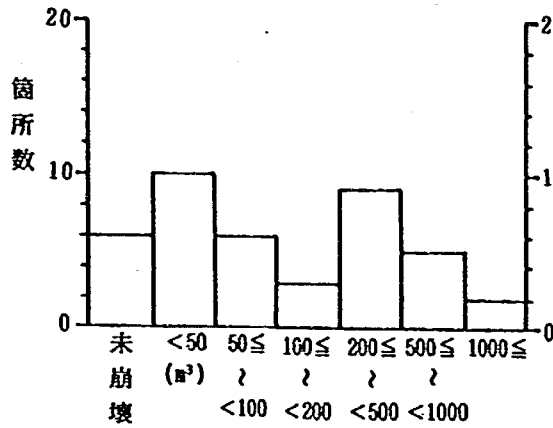


図 2.22 崩壊土量

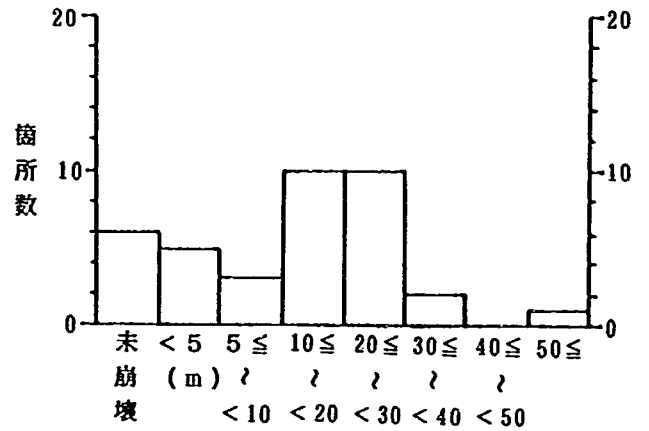


図 2.23 崩土の流走距離

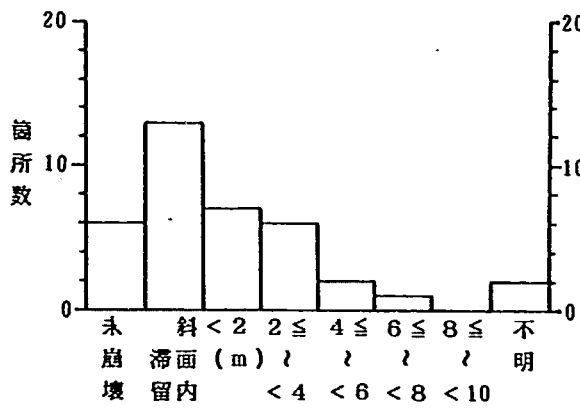


図 2.24 斜面下端からの崩土の到達距離

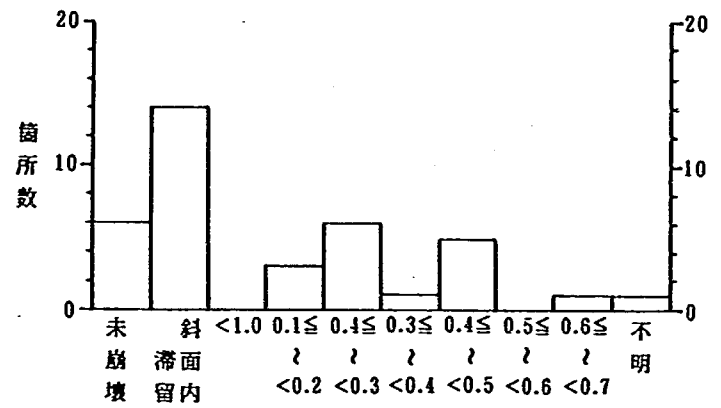
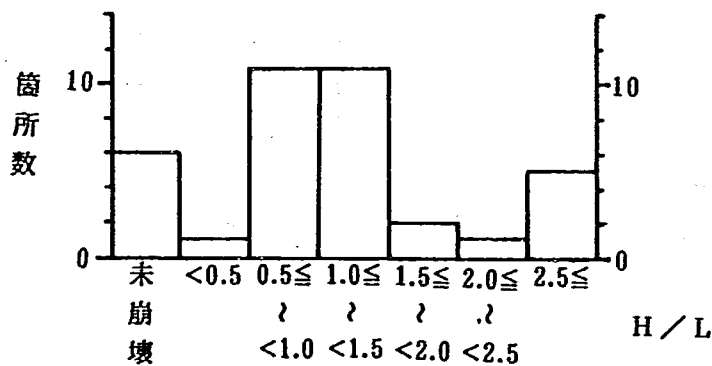


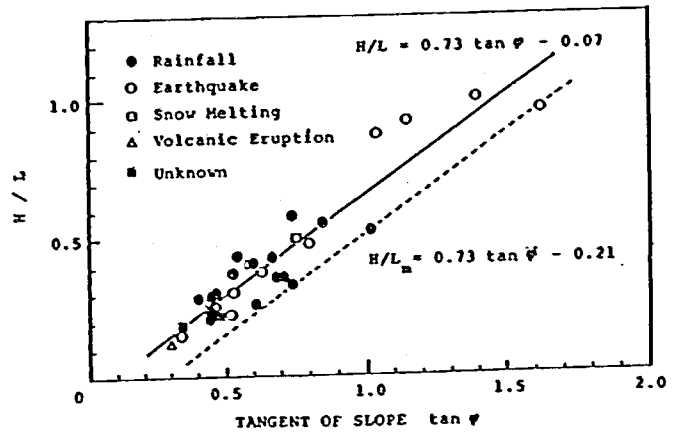
図 2.25 崩壊斜面高と崩土の到達距離の比



$$H/L = \frac{\text{崩壊高}}{\text{崩土の流走距離}}$$

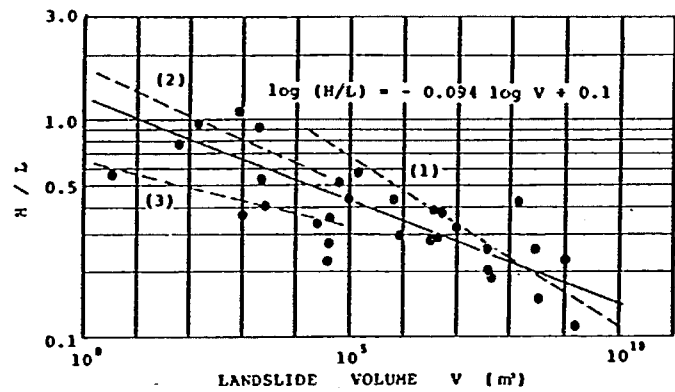
図 2.26 崩壊高と崩土の流走距離の比

崩壊高と崩土の到達距離 (H/L) と斜面の形状との関係については森脇 (1987)²⁾ の報告がある。それによると、崩壊源の斜面勾配が緩い場合ほど H/L の比は小さくなることが示されている (図2.27) また崩壊土量 V と H/L との間にも、 V が大きいほど H/L が小さくなることを示し、小規模崩壊の場合は、地表面の凹凸や植生などの障害物の影響が大きく働き、流下距離がのびないと推定している。(図2.28) 更に斜面勾配と崩壊土量との関係についても、大規模崩壊の発生する斜面は緩く、小規模崩壊は急勾配の斜面で発生するとし、急勾配の斜面では大規模崩壊を発生させる土量の不安定土砂を保持するのが困難であることによると推定している。(図2.29)



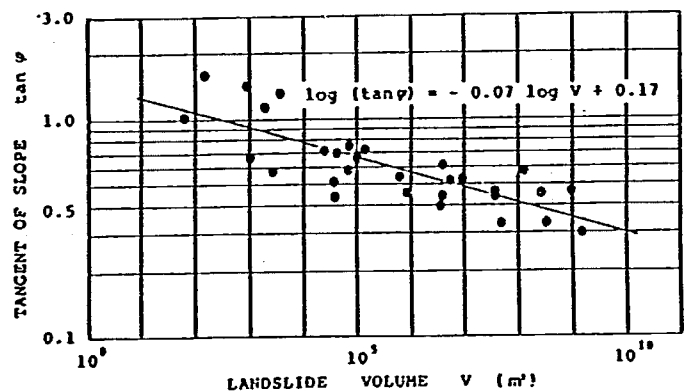
Relationship between H/L and tangent of slope
 H : vertical runout height of debris
 L : horizontal runout distance

図2.27 H/L と崩壊源の斜面勾配の関係



Relationship between H/L and volume
 (1) Scheidegger (1973)
 (2) Oyagi (1984)-Earthquake
 (3) Oyagi (1984)-Rainfall

図2.28 H/L と崩壊土量 V の関係



Relationship between tangent of slope and landslide volume

図2.29 崩壊土量 V と崩壊源の斜面勾配の関係

今回の調査対象箇所について同様に斜面勾配と H/L の関係を検討してみると、斜面勾配については、発生源の勾配自体は測定値はないが、斜面下端部が平地であり、また縦断形が直線形であることから、崩壊頭部からの斜面勾配で仮に代用させた結果が、図2.30に示したものである。また、 H/L と崩壊土量との関係、斜面勾配と崩壊土量との関係を図2.31と図2.32にそれぞれ示した。これらの結果からは今回の崩壊地でみるかぎり、森脇（1987）の示す直線的な関係は認められない。これは、崩壊規模の幅が小さく、地表の様々な要素が「雑音」となって本質的な傾向が顕在化しなかったことが推定される。ただし、図2.27と図2.30、図2.28と図2.31、また図2.29と図2.32と比較すると、今回の調査対象箇所のグループは、全体としては森脇（1987）の示す傾向の延長上に位置していることがわかる。

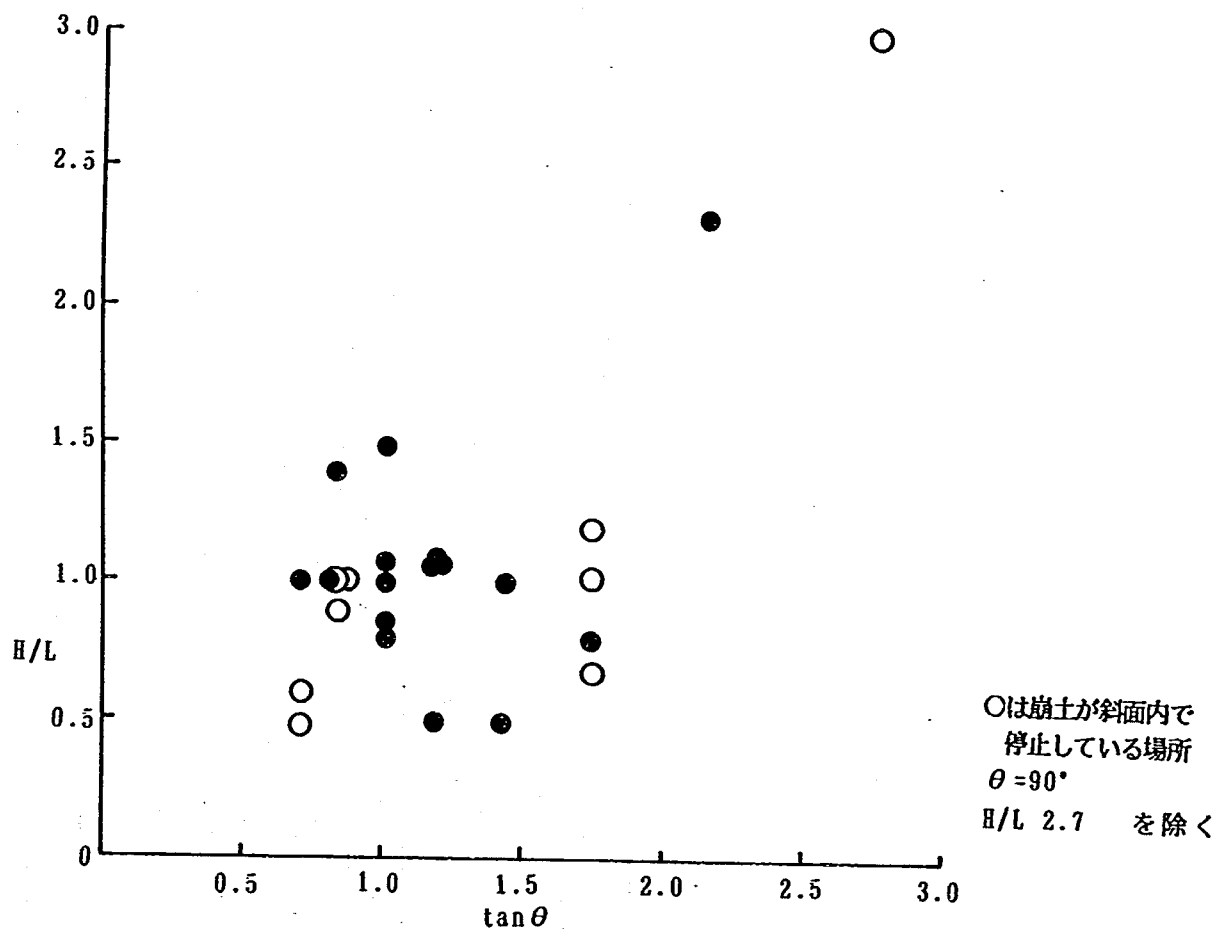


図2.30 H/L と崩壊斜面の傾斜との関係

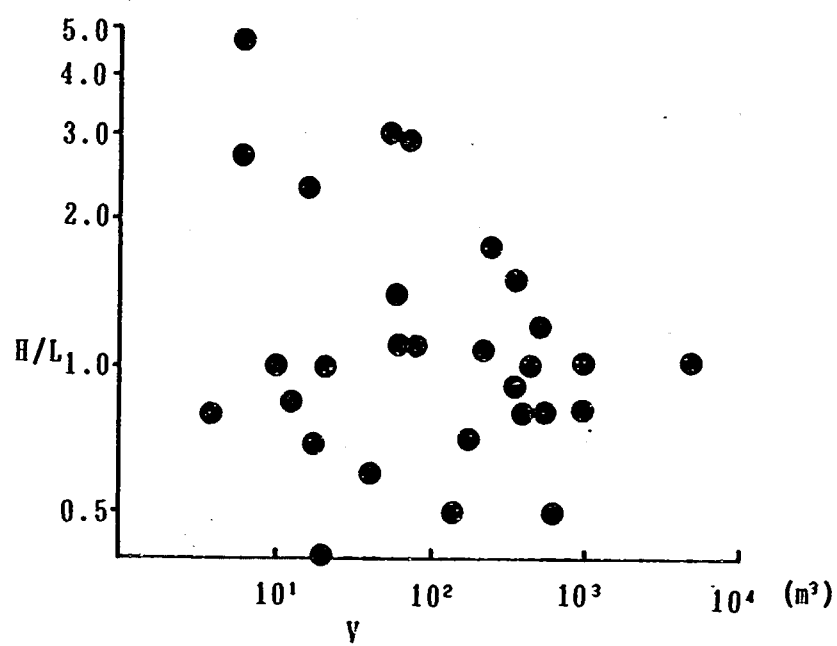


図 2.31 H/L と崩壊土量との関係

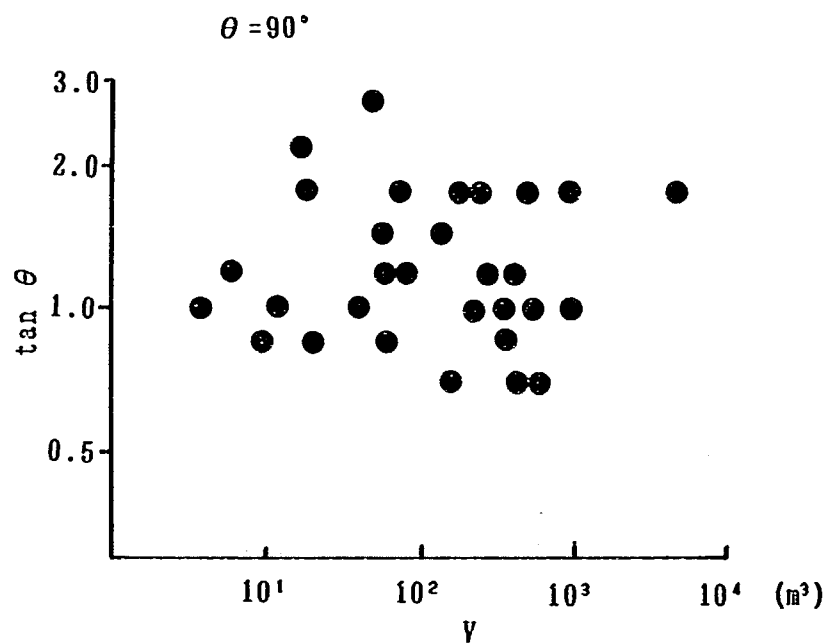


図 2.32 斜面勾配と崩壊土量との関係

2.5 まとめ

今回の調査は斜面の基盤構造がほぼ同一であり、斜面高さ、勾配等その規模も似通った地域における調査となった。そのため崩壊の発生、非発生を左右する要因を横断形状、縦断形状のタイプあるいは、植生の状況等に想定して統計解析的に調査を行ったが、このような要因を単独で比較しても危険斜面に共通して存在する要因を選定するには至らなかった。自然斜面の安定度は様々な要因が相互に関連しあって成り立っているためこれらを総合的に判断する手法の構築が必要となる。次章においては、現行の危険度判別制を用いた検討を行う。また、被害区域を予測するために行った崩土の到達距離の調査においては、ほぼ半数の斜面において崩土がその斜面内にとどまっており、斜面外に及んだものについてもほぼその高さ以内にとどまっている。これは調査ヶ所が人家裏の斜面であったため斜面下端が平地であったこと、崩土の中に転石が存在しなかったこと、崩壊が比較的小規模であったため倒壊した立木により崩土の運動が阻害されたこと等によるものと思われる。

3. 斜面耐震性判定法（道路震災対策便覧）を用いた危険度判定

3.1 調査法の概要

今回検討に用いた調査法は、道路震災対策便覧（日本道路協会編）²⁾に示されている「切土のり面・斜面耐震調査表Ⅰ」である。本調査法は現地調査を基に、簡便な点数制を用いて、比較しようとする斜面間の相対的な危険度判定を行なおうとするものである。この調査法で対象となる崩壊規模は、崩壊土量が数百㎡程度以下の小規模な崩壊（落石を含む）及び土量数千㎡程度の中規模な崩壊が想定される斜面において、崩壊発生の危険度に対する調査を主目的として作成されたものであり調査項目は、基礎要素として斜面の有する素因調査、判断要素として小崩壊発生後の斜面変状調査等から成っている。

（表3.1）

3.2 調査結果

今回は地震を受ける前に危険斜面を抽出することが可能であるかを検討するために崩壊斜面、及びクラックが発生したものの崩壊にいたらなかった斜面において現地調査を行いその結果を比較した。震災以前における斜面の危険度を判別するため調査項目は上記判定法の基準要素①から⑦を用いて行なった。対象斜面は第2章で調査した33斜面である。

この結果から崩壊が発生した斜面と、クラックのみ発生した斜面を比べると図3.1に見られるように前者は後者に対して高い得点が与えられておりこの調査法の有用性が認められる結果となっている。しかしながら表3.2からも見受けられるように斜面の地質条件と湧水は全て同じ条件になっており、斜面高さも10m以上のものについては配点の変化が少ないため、全体としてみた場合斜面勾配が最も影響が大きく、次にオーバーハングの有無表土の厚さと続いている。

表3.1 切土のり面・斜面耐震調査表

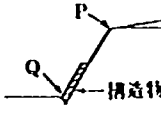
調査機関		調査者		総合判定
路線名		管理番号		
所在地				
番号	項目	小項目	点数	備考
①	斜面高 (H/m)	$H < 10$	3	 のり尻から20°近傍の勾配変換点(QとP)の比高とする。斜面に保護工等があってもそれを含めた高さとする。
		$10 \leq H < 30$	7	
		$30 \leq H < 50$	8	
		$50 \leq H$	10	
②	斜面勾配 (a)	$a < 1:1.0$	1	①のQ、P間の平均勾配とする。 1:0.6の勾配は約60° (=59.04°)
		$1:1.0 \leq a < 1:0.6$	4	
		$1:0.6 \leq a$	7	
③	オーバーハング	構造物のない斜面のオーバーハング	7	上の斜面では、まずないと思われるが、岩の斜面などで一見してオーバーハングと見られるもの。
		構造物のある斜面のオーバーハング	4	
		なし	0	
④	斜面の地質条件	斜面の表面に転石・浮石が多い	10	上位のものを用いる。 たとえば、土砂で表面に転石、浮石が多いものは10点とする。
		切土のり面に玉石が多い	7	
		風化変質、きれつの発達した岩	6	
		硬泥り土砂	5	
		風化変質した岩	4	
		きれつの発達した岩	4	
		土砂	4	
		粘質土	1	
	きれつの発達していない岩	0		
⑤	表土の厚さ	0.5m以上	3	表土とは、表面の腐植土、有機質土をさす。ただし、表上下に非常にルーズな崩壊土等があれば、それも含める。
0.5m未満		0		
⑥	湧水	有	2	常時見られる湧水をさす。
		無	0	
⑦	落石・崩壊頻度	年1回以上	5	道路交通または道路構造物等に損傷を与えない程度の軽微な落石、はた落ち、のり割れ等をさす。
		年1回未満	3	
		なし	0	
⑧	道路の曲率半径 (Rm)	$0 < R \leq 25$	4	線路部の内カーブ山側(凸部)ののり面斜面をプラスとする。沢部の外カーブ山側(凹部)はマイナスとする。 $R = \infty$ もしくはマイナスは $50 < R$ に含むものとする。
		$25 < R \leq 50$	2	
		$50 < R$	0	
小計		点		①～⑧の合計 (基準要素)
⑨	斜面の異常、変状	有	a	斜面とは、自然斜面、無保護斜面(ネット工は入れる)、植生のあるのり面をさす。異常、変状はクラック、段差等崩壊に直接つながるものをいう。
		無	c	
⑩	斜面安定工の異常、変状	有	a	表面にモルタル吹付等何らかの人工構造物に覆われているもの。異常、変状はクラック、段差、はらみ出し等、崩壊に直接つながるもの。
		無	c	
⑪	構造物や道路交通に支障を与えた落石・崩壊	有	a	過去に落石、崩壊等により事故または道路構造物等に損傷を与えた経緯があるもの。なお、当該箇所には十分な防護工が施されていれば対象外。
		無	c	
⑫	斜面上の有害行為	顕著である	a	斜面高の範囲で表土、水の乱流、停滯、浸透等崩壊を助長させるような行為。
		若干見られる	b	
		なし	c	
小計		a, b, c		⑨～⑫のa, b, cの個数の集計 (判断要素)
⑬	斜面安定工による斜面の安定度	やや低い	a	表-4.4.4「斜面安定工による斜面の安定度評価の目安」を参考にして判断する。
		普通	b	
		高い	c	
のり尻から道路までの距離 (Lm)		$L = \quad, L' = \quad, H = \quad$		 L, L', H の長さは左図の通りとする。
その他特記事項				

表3.2 斜面耐震性判定法による調査結果

項目 斜面	①斜 面 高 (Hm)	②斜 面 勾 配 (α)	③オ ー バ ー ハ ン グ	④斜 面 の 地 質 条 件	⑤表 土 の 厚 さ	⑥湧 水	⑦落 石 ・ 崩 壊 頻 度	合 計	○は崩壊発生斜面
H・1	7	4	4	4	0	0	3	22	○
Y・1	8	1	0	4	0	0	0	13	
Y・2	7	1	0	4	3	0	0	15	
M・1	7	1	0	4	0	0	0	12	○
M・2	7	4	0	4	0	0	0	15	○
M・3	7	4	0	4	3	0	0	18	○
M・4	7	4	7	4	3	0	0	25	○
M・5	7	4	0	4	3	0	0	18	○
M・6	7	7	0	4	3	0	0	21	○
M・7	7	7	7	4	3	0	0	28	○
N・1	7	1	0	4	0	0	3	15	
N・2	7	1	0	4	3	0	0	15	○
N・3	7	7	0	4	0	0	0	18	○
N・4	7	4	0	4	3	0	3	21	○
N・5	7	7	0	4	3	0	0	21	○
N・6	7	4	0	4	0	0	0	15	○
N・7	7	4	0	4	3	0	0	18	○
N・8	3	4	0	4	3	0	3	17	○
N・9	3	4	0	4	3	0	0	14	○
N・10	7	4	0	4	3	0	0	18	○
N・11	7	4	0	4	3	0	0	18	
N・12	3	1	0	4	0	0	0	8	
N・13	7	4	0	4	0	0	0	15	○
N・14	7	4	0	4	3	0	3	21	○
N・15	3	7	7	4	0	0	0	21	○
N・16	3	7	7	4	0	0	0	21	○
N・17	8	1	0	4	3	0	3	19	○
N・18	8	1	0	4	3	0	0	16	○
I・2	3	7	7	4	0	0	0	21	○
I・3	7	4	0	4	3	0	0	18	○
I・4	7	7	0	4	0	0	0	18	○
I・5	3	7	0	4	0	0	0	14	○
I・6	7	4	0	4	3	0	0	18	○

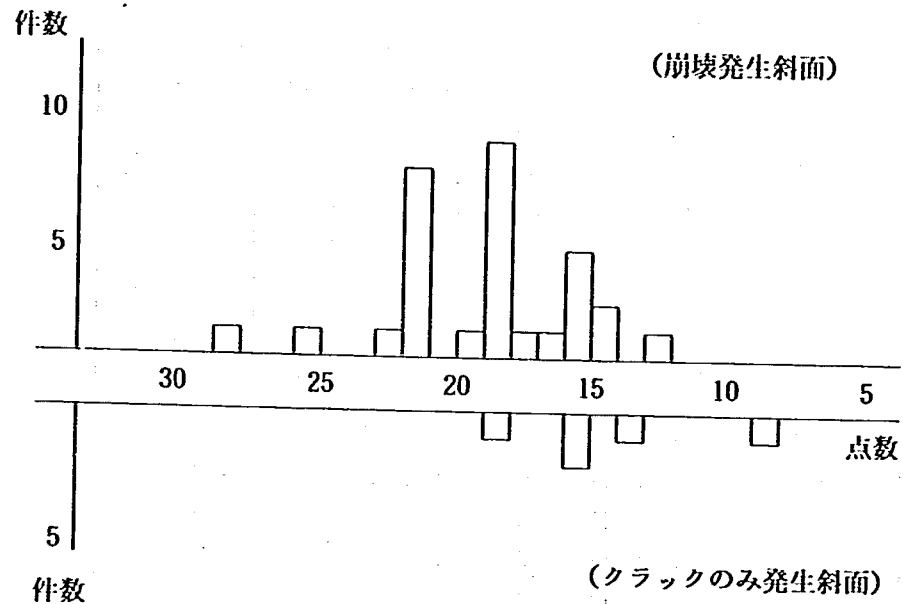


図 3.1 斜面耐震性判定法による調査結果

3.3 まとめ

今回の調査地のように地質的に変化の乏しい地域においては、斜面勾配が大きな判断要素として影響力をもち、また事実斜面勾配の大きな斜面に崩壊が多発している。しかしながら、隣合わせた斜面において一方は崩壊し他方は崩壊していないような斜面の、その差異を見つけるとなると斜面勾配のみでは変化に乏しいため、この調査項目のみでは斜面の差異を情報としてとらえることは困難である。斜面高さ、斜面勾配といった斜面のプロポーシオンを、大枠でとらえた場合同じような斜面であった場合崩壊に寄与する要因はもう少し些細な微地形変化であり、あるいは植生と言ったものであろう。この手法における判定精度を向上させるためにはこのような情報を要因として取り込んでいく必要があると思われる。

4. 崩壊地における土質調査及び安定解析

4.1 目的

第3章で述べたように、今回の地震では、約400ヶ所の斜面において崩壊が生じた。今回の調査の目的は、将来においてこのような崩壊を判別・予測するための手法を提示するために、観察した斜面の性状等から、崩壊又は安定に寄与する因子を見出すことにあった。従来より、自然斜面はその成層構造・地質・力学的性質等が複雑で、安定計算のような純力学的手法によっては、定量的に斜面の挙動を予測することは甚だ難しいと言われている。さらに、地震を対象とした場合には、地震動の特性そのものが明確に把握し難いことから、通常は第3章に述べたような影響因子を定性的に見出すに留まっている。

これに対して、斜面崩壊によって人家や交通等に被害が生ずるおそれのある所では、その斜面について崩壊（規模も含めて）の可能性をある程度明確に判別・予測する必要がある。そのための一つのアプローチとして、斜面の抵抗力と外力を比較するという力学的方法がある。この方法は前述したような理由から容易なものではないが、このようなアプローチに基づく事例を集積し、この方法の問題点・限界及び改良のための方向を明らかにすることは重要なことである。

そのために、今回の地震における斜面崩壊箇所と非崩壊箇所について、その現象の差が生じた原因を説明し得るか否かを検討することとした。

4.2 調査箇所の概要

4.2.1 位置

図4.1に示す国道126号に沿う成東町早船地先の約80m離れた2断面を調査した。A-測線は崩壊箇所、B-測線は非崩壊箇所である。

4.2.2 地形及び地震時性状

両測線とも国道126号にはほぼ平行（南西-北東）に延びる尾根状の台地の国道側に面した標高40~10m（斜面高30m）平均勾配約40°の急斜面である。

崩壊斜面であるA-測線においては、斜面の上部1/3の標高40~30m付近に斜面崩壊が生じている。この斜面上部の崩壊が下位の旧崩壊土等を巻き込んで、末端は標高20m付近に達している。崩壊幅は約27mである。崩壊地の頭部には2列（1=26.0m, 9.5m）の引張亀裂が認められ、開口幅は50cm以上と推定される。

図4.2に示した断面図を用いて述べると、斜面崩壊の頭部は、測線距離（以下、距離）41m付近であるが、開口クラック、植生状況からして、距離46m付近におよんでいるものと思われる（距離は図に示した水平距離のこと）。

末端部は距離15m付近であり、それより起点側には樹径40cmのスギ造林もみられ、変状は認められない。

調 査 箇 所 図

都市計画図(1/2,500)複製

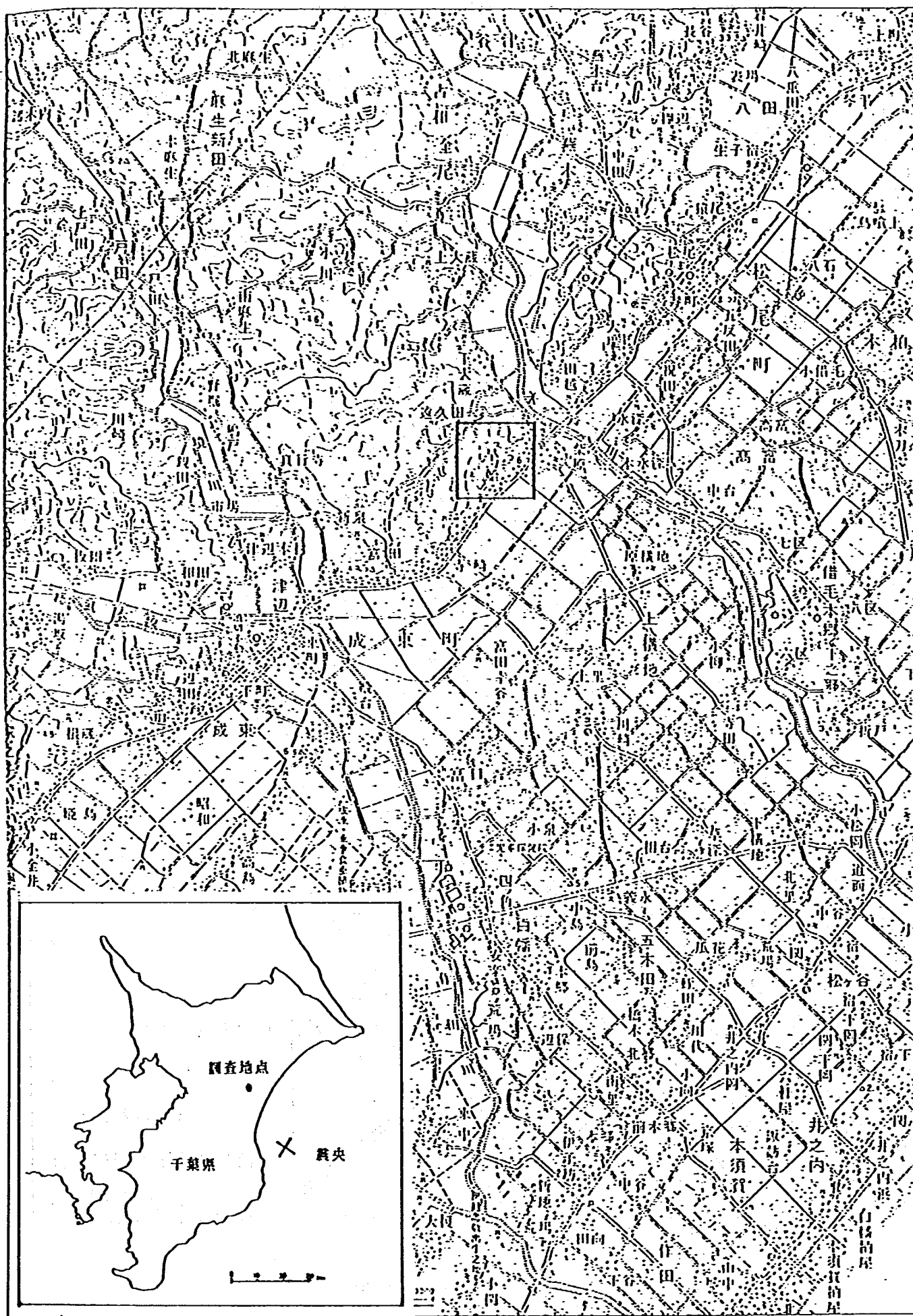


図4.1(a) 調査位置図

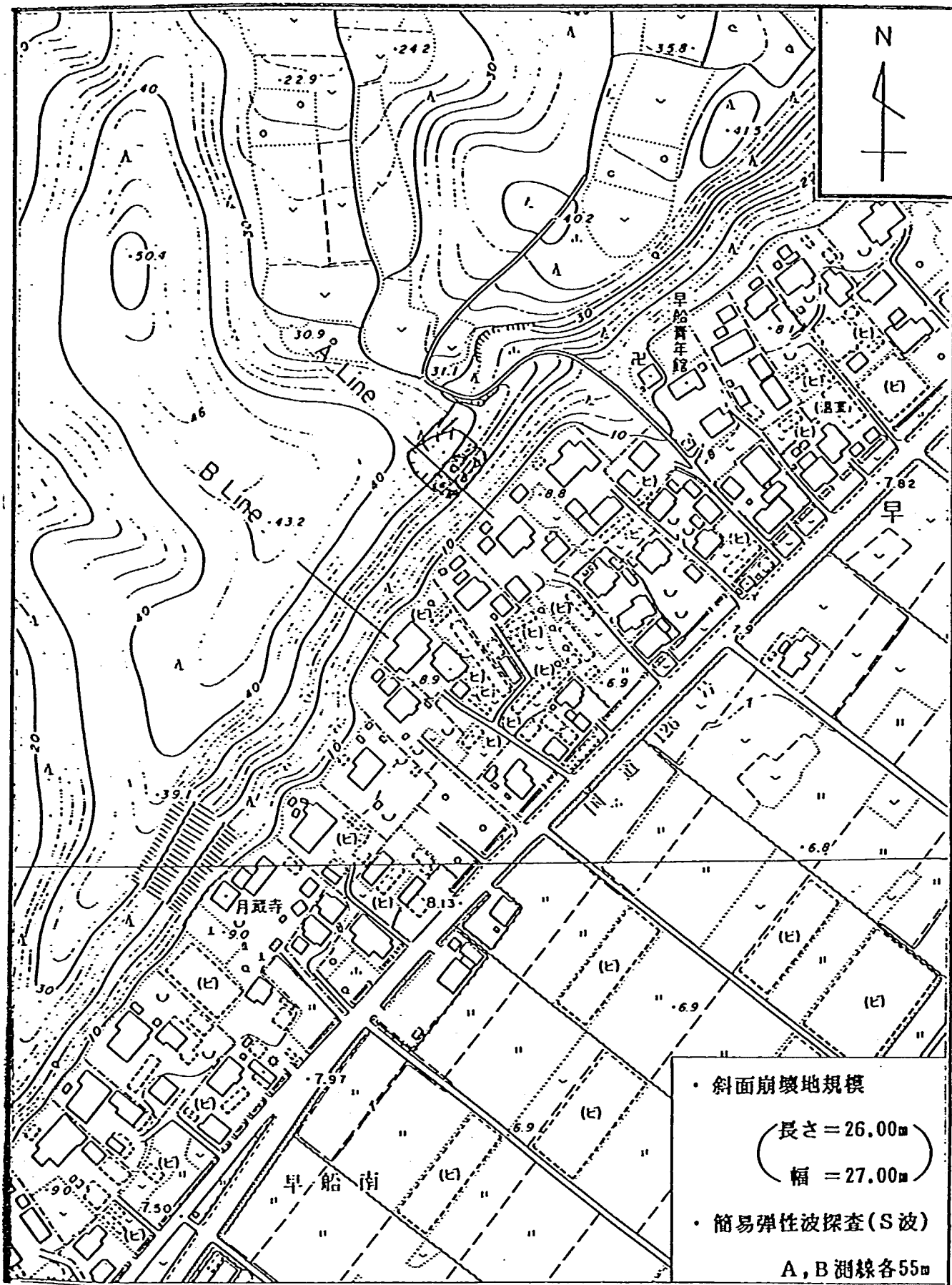


図4.1(b) 調査位置案内図

S = 1 / 2 5 0 0

表4.2 調査項目

項 目	数 量	備 考																																						
簡易弾性波探査	計2測線 延110m (崩壊地、非崩壊地)																																							
簡易貫入試験	崩壊地、非崩壊地各6地点																																							
ブロックサンプリング	5供試体/地点×6地点=30供試体	TWチューブ(1=15cm) 使用による切出しブロックとして採取した。																																						
土 質 試 験	・物理試験																																							
	<table><tr><td>土粒子の比重試験</td><td>6試料</td></tr><tr><td>含水量 "</td><td>" "</td></tr><tr><td>液性、塑性限界"</td><td>3 "</td></tr><tr><td>粒度 "</td><td>6 "</td></tr><tr><td>単位体積重量 "</td><td>" "</td></tr></table>		土粒子の比重試験	6試料	含水量 "	" "	液性、塑性限界"	3 "	粒度 "	6 "	単位体積重量 "	" "																												
	土粒子の比重試験	6試料																																						
	含水量 "	" "																																						
	液性、塑性限界"	3 "																																						
	粒度 "	6 "																																						
	単位体積重量 "	" "																																						
	・力学試験																																							
	三軸圧縮試験(CD) 6試料																																							
	・サンプリング																																							
	<table><tr><th>地層区分</th><th>撓 乱</th><th>不撓乱</th><th>崩壊 斜面</th><th>非崩壊 斜 面</th></tr><tr><td>崩 積 土</td><td>○</td><td></td><td>○</td><td></td></tr><tr><td>旧崩積土</td><td></td><td>○</td><td></td><td>○</td></tr><tr><td>表 土 (ローム)</td><td></td><td>○</td><td colspan="2">○*</td></tr><tr><td>ロ ー ム</td><td></td><td>○</td><td colspan="2">○*</td></tr><tr><td rowspan="3">砂</td><td>最上</td><td>○</td><td>○</td><td></td></tr><tr><td>上</td><td>○</td><td>○</td><td></td></tr><tr><td>中</td><td>○</td><td>○</td><td></td></tr></table>		地層区分	撓 乱	不撓乱	崩壊 斜面	非崩壊 斜 面	崩 積 土	○		○		旧崩積土		○		○	表 土 (ローム)		○	○*		ロ ー ム		○	○*		砂	最上	○	○		上	○	○		中	○	○	
	地層区分	撓 乱	不撓乱	崩壊 斜面	非崩壊 斜 面																																			
	崩 積 土	○		○																																				
	旧崩積土		○		○																																			
	表 土 (ローム)		○	○*																																				
ロ ー ム		○	○*																																					
砂	最上	○	○																																					
	上	○	○																																					
	中	○	○																																					
*崩壊斜面より山側の大地(屋根)で テストビットにより採取																																								
<table><tr><th>試 験 項 目</th><th>規 格</th></tr><tr><td>土粒子の比重試験</td><td>JIS-A-1202</td></tr><tr><td>含 水 量 "</td><td>JIS-A-1203</td></tr><tr><td>液 性 限 界 "</td><td>JIS-A-1205</td></tr><tr><td>塑 性 限 界 "</td><td>JIS-A-1206</td></tr><tr><td>粒 度 "</td><td>JIS-A-1204</td></tr><tr><td>密 度 "</td><td>土質工学会(案)</td></tr><tr><td>三 軸 圧 縮 "</td><td rowspan="2">"</td></tr><tr><td>(CD)</td></tr></table>		試 験 項 目	規 格	土粒子の比重試験	JIS-A-1202	含 水 量 "	JIS-A-1203	液 性 限 界 "	JIS-A-1205	塑 性 限 界 "	JIS-A-1206	粒 度 "	JIS-A-1204	密 度 "	土質工学会(案)	三 軸 圧 縮 "	"	(CD)																						
試 験 項 目	規 格																																							
土粒子の比重試験	JIS-A-1202																																							
含 水 量 "	JIS-A-1203																																							
液 性 限 界 "	JIS-A-1205																																							
塑 性 限 界 "	JIS-A-1206																																							
粒 度 "	JIS-A-1204																																							
密 度 "	土質工学会(案)																																							
三 軸 圧 縮 "	"																																							
(CD)																																								

4.3.2 調査結果

(1) 速度測定

速度層区分は下表のとおりである。

表 4.3 速度区分表

速 度 層	速度値 (m/sec)	※ 層 厚 (m)	
		A 測 線	B 測 線
1	70~80	1.5~4.0	1.0~1.5
2	140~210	2.0~6.0	2.0~4.0
3	(270)	—	2.0~4.0
4	220~ 360	—	—

※鉛直方向の見かけの層厚

この結果を図示すると図4.3のようになる。

1) 第1層 (70~80m/sec)

第1層は表土、ローム、崩積土、旧崩積土等の被覆層に対応する。上表より明らかなごとく、この層は、A—測線の層厚はB—測線のそれに比べて厚く分布している。また、弾性波探査の解析上やむを得ない面があるが、A—測線の砂層の表層部約1.0~0.5mも第1層に含まれており、風化が進行しているものと思われる。

2) 第2層 (140~210m/sec)

基盤（砂層）の風化層である。第1層と同様に、A—測線の層厚はB—測線に比べて厚く、すなわち、風化の進んでいることを示している。

3) 第2'層 (270m/sec)、第3層 (220~260m/sec)

B—測線では第2'層が解析されるが、第3層と同様に基盤と判断して良いであろう。A—測線では基盤の速度値が220、360m/secに区分されるのに対し、B—測線では320m/secと一定している。土質構成、地下水状況の違いを反映している可能性がある。

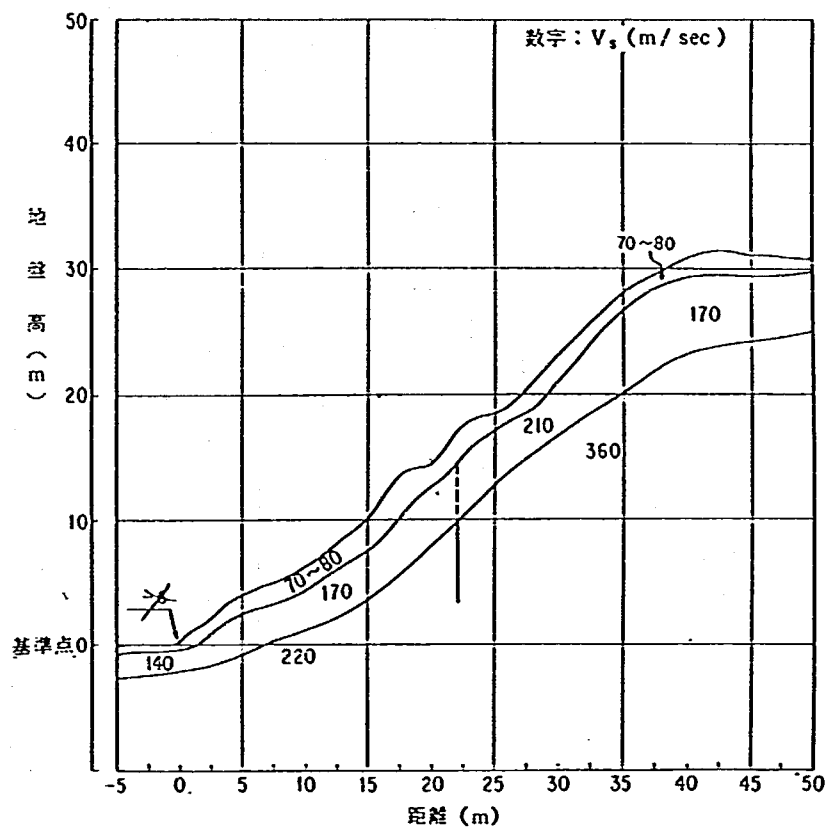
崩壊に関係するのは第1層であり、第2層は基盤（砂層）の風化層、第3層は基盤である。A—測線（崩壊斜面）、B—測線（非崩壊斜面）を比較した場合、第1層、第2層の層厚がA—測線で厚く、逆にB—測線では薄い傾向にある。特に、崩壊の発生しやすい斜面上部では、A—測線では両層共に最も厚くなっている。

なお、A—測線の斜面下部では第1層の層厚が厚くなっており、旧崩積土がやや厚く堆積しているものと思われる。従って、A—測線（崩壊斜面）については、過去にも崩壊が発生していた可能性がある。

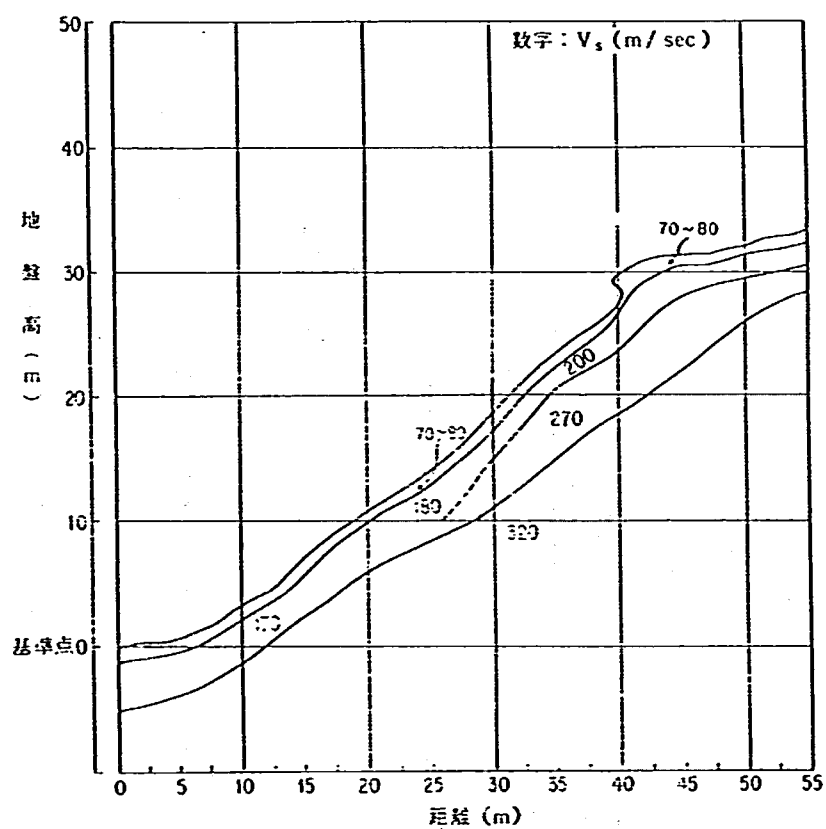
(2) 簡易貫入試験結果

崩壊斜面および非崩壊斜面における簡易貫入試験結果を図4.4に示す。簡易貫入試験のN c 値の深度に対応する変化からは、値の急変部が顕著で不連続面を持つ箇所と、値が深部になるに従ってゆるやかに増加する箇所、および比較的急激に増加する箇所のパターンに分けることができると思われる。

このうち、表層部でN c 値5以下の層が厚く、不連続面を持つパターンは、崩壊斜面の計測地点で見出

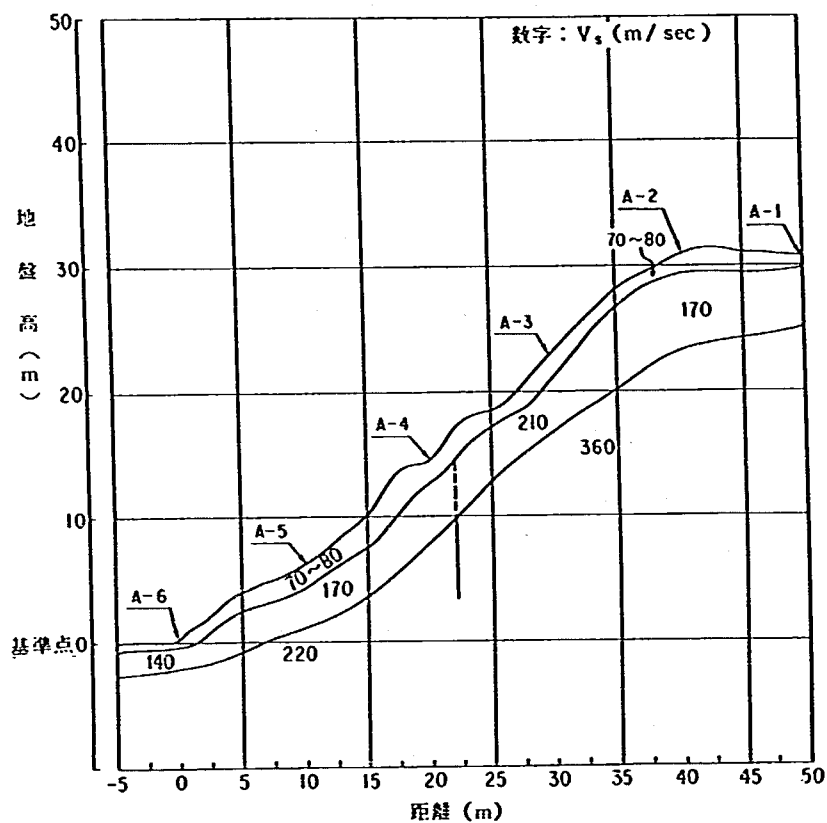


(a) 崩壊斜面

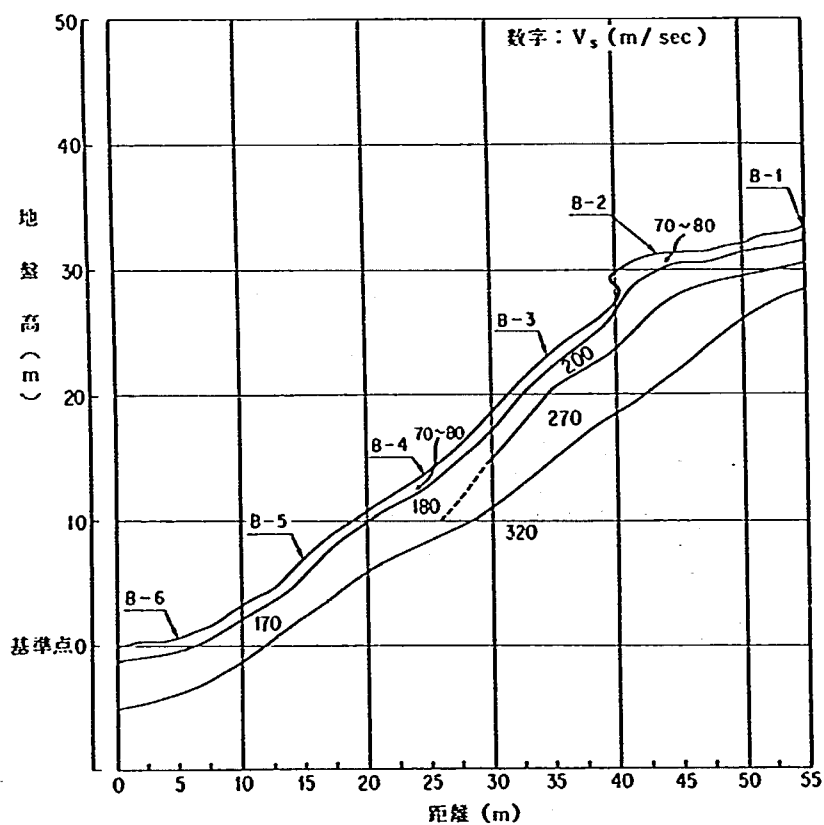
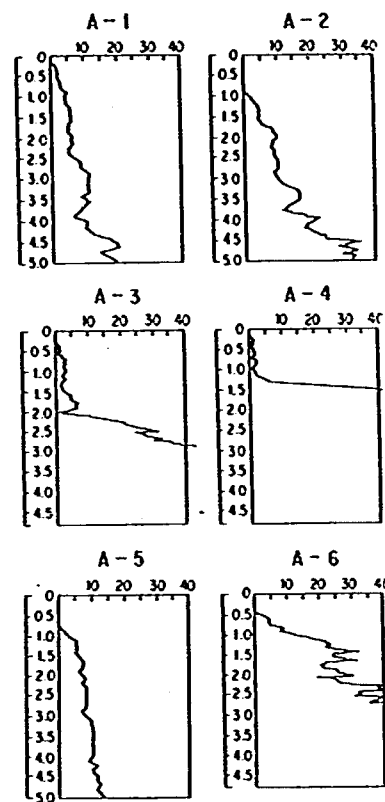


(b) 非崩壊斜面

図4.3 弾性波速度分布

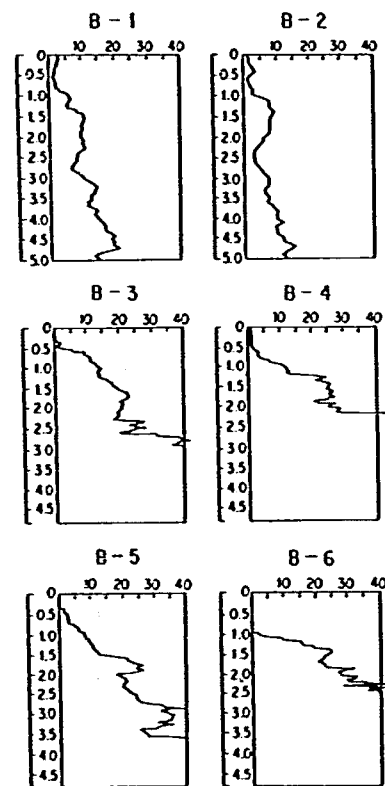


(a) 崩壊斜面



(b) 非崩壊斜面

図4.4 簡易貫入試験結果



される。また、 N_c 値がゆるやかに増加するパターンは、台地上の計測地点および旧崩積土上と思われる地点で見出される。台地上には、表層の腐植土、ローム層が分布すると共に風化層が厚いためにこのような計測結果が得られたものと推定される。崩壊斜面と非崩壊斜面との比較では、崩壊斜面で N_c 値が 5 以下の層がより厚く明瞭に認められる。この層がどのような過程で形成されたのか、また、崩壊斜面に共通なものかどうか、今後詳細な検討を加える必要がある。

(3) 土質試験

土質試験結果を表4.4に一覧する。試験項目ごとに要約すると以下のとおりである。

表 4.4 土質試験結果

地層区分	土粒子の比重 (G_s)	含 水 比 (W_n %)	液性、塑性限界(%)		粒 度 特 性 (%)		湿 潤 密 度 (ρ_t ; g/cm ³)	三軸圧縮試験 (CD)	
			W_L	W_P	砂 + 砂	シルト + 粘土		C (kgf/cm ²)	ϕ (°)
表 土 (ローム)	2.666	28.6	44	25	47	53	1.454	0.096	30.6
ロ ー ム	2.767	107.5	153	89	19	81	0.997	0.16	30.7
崩 積 土	2.678	18.1	—	—	67	43	—	—	—
	2.675	19.8	—	—	60	40	—	—	—
旧 崩 積 土	2.664	37.8	57	31	57	43	1.498	0.16	29.0
砂	最上段	2.680	—	—	74	26	1.603	0.071	36.6
	上 段	2.673	—	—	89	11	1.424	0.059	36.8
	中 段	2.767	—	—	88	12	1.631	0.26	32.4

1) 土粒子の比重 (G_s)

$G_s = 2.66 \sim 2.77$ の範囲にある。ロームは暗褐色を呈し、武蔵野ロームと推定される。有機物の含有量も少ない。一般に火山灰質粘性土の G_s はバラツキが多いが、 $G_s = 2.767$ はその範囲に含まれるものと思われる。砂層 (中段) は $G_s = 2.767$ と他の砂に比べてやや大きい値を示している。鉱物組成の違いを反映しているものと思われる。

1) 含水比 (W_n)、液状限界 (W_L)、塑性限界 (W_P)

崩積土と旧崩積土を比較した場合、粒度組成は近似するが、前者は後者に比べて W_n は小さい値を示している。本来、表層部にあったことから乾燥等の影響を受けているものと思われる。

ロームの含水比は $W_n = 107\%$ で、武蔵野ロームの含水比としては一般的な値といえる ($W_n = 100 \sim 120\%$)。

砂層は $W_n = 13.9 \sim 22.7\%$ とバラツキがあるが、粒度組成の違いによるものと思われる。なお、下総層群、地蔵堂層の砂層としては、全体的に含水比が小さいように思われるが、サンプリング位置が崩壊斜面の表面であり、乾燥等に原因するのかもしれない。

液性、塑性限界試験は旧崩積土、表土、ローム等で実施しているが、いずれも $w_p < w_L < w_i$ の関係にある。

3) 粒度特性

崩積土、旧崩積土はほぼ類似した粒度組成を示す。また、表土、ローム等は各々異なっており、各層の違いを示している。

砂層についてはいずれも細砂に区分されるが、粘性土分の含有量に多少の違いがある。

4) 湿潤密度 (ρ_t)

ローム層は $\rho_t = 0.997 \text{ g/cm}^3$ であった。試料自体がポーラスな状態にあるものと思われる。

砂層は $\rho_t = 1.424 \sim 1.631 \text{ g/cm}^3$ である。一般値としては $\rho_t \approx 1.8 \text{ g/cm}^3$ 以上が期待できるものと思われ、これらの値はかなり小さいといえる。既述のサンプリング位置が崩壊斜面の表面であり、また、従来より風化作用を受けているものと思われる。

5) 三軸圧縮試験 (CD)

三軸圧縮試験は不飽和 (自然含水比) のCD条件で行った。試験方法は土質工学会 (案) に準拠する。

(1) 共試体 $d = 50\text{mm}$ 、 $h/d = 2$

(2) ヒズミ制御 $\epsilon = 0.2\%/ \text{mm}$

(3) 側圧水準 $\sigma_3 = 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 \text{ kgf/cm}^2$ の4段階

表4.4. 土質試験結果一覧表から明らかなように、表土 (ローム)、ローム、旧崩積土、崩積土の強度定数は、 $c_d = 0.096 \sim 0.16 \text{ kgf/cm}^2$ 、 $\phi_d = 29.0^\circ \sim 30.7^\circ$ であり、これらの被覆層は類似した値を示している。

基盤である砂層は、 $c_d = 0.059 \sim 0.26 \text{ kgf/cm}^2$ 、 $\phi_d = 32.4^\circ \sim 36.8^\circ$ であり、バラツキは少ない。

被覆層と基盤とは粒度組成等により明確に区分できる。

4.4 地震動の推定

当該斜面又はその極く近傍では、観測された地震動記録はない。このような場合、対象地での地震動の大きさを推定する方法として以下のような方法がある。

(1) 既往の地震動の距離減衰式による。

(2) 今回観測された各地の地震動観測記録による地震動の大きさ (の分布) から推定する。

(3) 近傍の墓石の転倒記録による。

それぞれの方法においても細部においては少しずつ異なる方法がある。

ここでは、以下のように考えた。

まず、観測された強震記録の最大値は、表4.5²⁾、図4.5³⁾、4.6⁴⁾のように整理されている。従来より、表4.5のような記録は、震央を中心とした等高線の形に整理することが多いが、いうまでもなく、このような強震記録はマグニチュードと震央距離のみならず、地質や地形、設置構造物とその位置等の影響を受けることが知られている。そのため、当該斜面での地震動の大きさを正確に推定することは難しい。このようなことから、以下では現場に比較的近い長柄ダムの記録（基盤での最大加速度、水平262, 138gal, 鉛直86gal；天端での最大加速度、水平369, 354gal, 鉛直324gal）等を参考にして、以後の解析を行うこととした。なお、千葉県土木部が墓石転倒率から推定したこの地区（成東町）の加速度は213galとされている⁵⁾。

表4.5 強震観測記録の最大加速度値一覧（千葉県内）²⁾

震央距離 (km)	市町村名	場 所	位置	最大加速度値 gal (方位)	観 測 機 関
27	勝 浦 市	地殻観測施設	GL	210(NS)	科学技術庁国立防災科学技術センター
37	安 房 郡	天津跨線橋	GL	125(EW)	建設省土木研究所
43	市 原 市	日本合成ゴム	GL	153(NS)	日本合成ゴム
44	千 葉 市	港工事事務所	GL	171(NS)	運輸省港湾技術研究所
45	千 葉 市	東大生研	GL	361(NS)	東京大学生産技術研究所
48	千 葉 市	千葉県公害研	GL	135(NS)	科学技術庁国立防災科学技術センター
48	千 葉 市	千葉ガーデンタウン	1F	130(EW)	三井建設
49	銚 子 市	銚子検知点	GL	133(合成)	(財)鉄道総合技術研究所
52	銚 子 市	地殻活動観測	GL	100(NS)	科学技術庁国立防災科学技術センター
52	木更津市	市役所	GL	384(NS)	科学技術庁国立防災科学技術センター
53	銚 子 市	電報電話局	1F	75(EW)	東京大学地震研究所
57	香 取 郡	小見川大橋	GL	185(EW)	建設省土木研究所
61	船 橋 市	西船橋駅	GL	96(合成)	(財)鉄道総合技術研究所
61	富 津 市	富津岬	GL	49(NS/EW)	建設省土木研究所
64	安 房 郡	岩井南観測施設	GL	44(EW)	科学技術庁国立防災科学技術センター
65	安 房 郡	千倉観測施設	GL	40(NS)	科学技術庁国立防災科学技術センター
65	東葛飾郡	下総観測施設	GL	101(EW)	科学技術庁国立防災科学技術センター
	印 旛 郡	木下駅	GL	117(合成)	(財)鉄道総合技術研究所
70	松 戸 市	新葛飾橋	GL	56(NS)	建設省土木研究所
72	館 山 市	地殻活動観測	GL	19(EW)	科学技術庁国立防災科学技術センター
72	我孫子市	我孫子保線区	GL	95(合成)	(財)鉄道総合技術研究所
73	松 戸 市	江戸川堤防	GL	45(NS)	建設省土木研究所

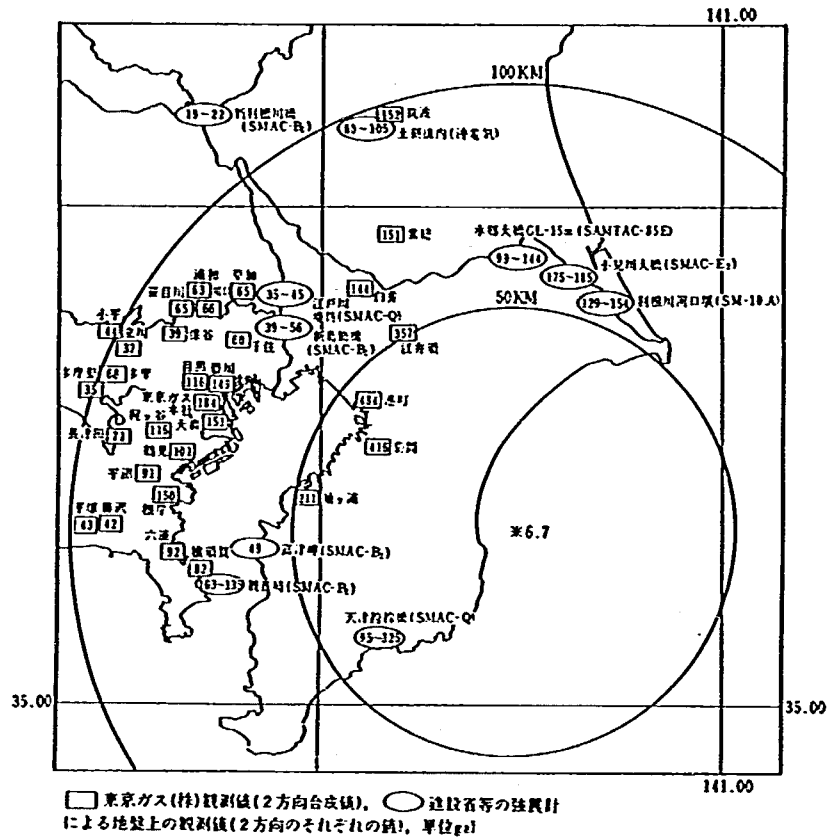


図4.5 各地の最大水平加速度(暫定値)³⁾

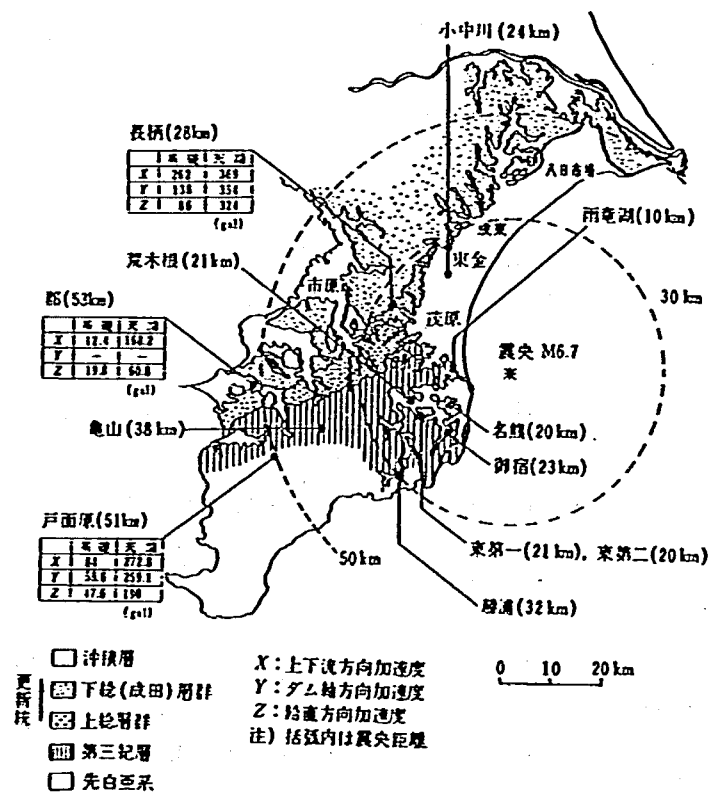


図4.6 千葉県の地質および調査ダム的位置⁴⁾

4.5 安定解析

4.5.1 安定解析の方法

安定解析の方法は、全体安定を検討するすべり面安定解析法及び局所並びに全体安定を詳細に検討する有限要素解析法に大別される。ここでは、前者のすべり面安定解析法を取上げる。すべり面安定解析を実施するのに当たって次のような項目が必要である。

- 1) 斜面形状 (地震前の)
- 2) 地層構成及び地層の土質定数
- 3) すべり面形状
- 4) すべり面の強度定数
- 5) 植生 (根系, 樹木重量等) の影響
- 6) 地震動特性 (強度・振動数特性・継続時間等)

これらはどれも単純ではないが、それぞれ以下のような方法によった。

1) は、4.3で述べた土質調査のための現地踏査から、基盤砂層以上の表土・ロームを含む旧崩積土層の一部が崩壊したと考えられることと、崩積土の土量や隣接する残留斜面の形状から推定した。

2) は、4.3で述べた土質調査・試験から推定した。

3) は、1)と同様である。

4) は、基本的には崩積土層の強度定数と考える。

5) は、従来余り検討されていないが、このような斜面においては、重要な因子の一つと考える。

植生の斜面安定に与える影響についてGreenway⁶⁾は表4.6のようにまとめている。影響は水文学的メカニズムと力学的メカニズムとに分かれる。ここでは、地震時に与える影響が大きいと考えられる因子5, 6, 7について考える。さらに、今回の斜面崩壊は根の発達範囲をすべて含んだものと考えたと、因子5, 6の影響は考えなくてよくなる。従って、以下では木の重量の影響のみを考察する。

6) は、4.4に述べたことから、最大水平加速度が250~400galの範囲であったと推定する。

4.5.2 植生に関する測定

今回の斜面崩壊に影響すると考えられる斜面における植生に関して以下のような調査を行った。主要な目的は、斜面上の樹木の重量及び高さを測定することである。

(1) 調査測定箇所

崩壊地 (A測線) に隣接する5 m×10 mの敷地であり、この敷地内にあった樹木20本を対象とした。

(2) 測定方法

- ・ 直径 d 斜面表面から1.2 mの高さの外周を測定し、直径 d を求め2 cm単位に丸めた。
- ・ 樹高 h 測定箇所の樹高をすべて樹高尺により測定しようとしたが、見通しが悪かったため、見通しのきく3本を測定して平均した。なお測定箇所の樹高はどれも大差はないと見えた。

表4.6 植生の斜面安定に及ぼす影響 (Greenway⁶⁾による)

水文学的メカニズム	影 響
1. 葉が降雨をさえぎり、浸透に寄与する降雨を減ずる。	B
2. 根や茎が地表面の粗度と土の浸水性を増し、浸透能力を増す。	A
3. 根が土から水分を抽出し大気中に放出することにより間隙水圧を低下させる。	B
4. 水分の涸渇により土の乾燥クラックが強調され、浸透能が増加する。	A
力学的メカニズム	影 響
5. 根が土を補強し、土のせん断強度を増加する。	B
6. 根が堅固な地盤にアンカーされ、上方斜面を支える。	B
7. 木の重量が斜面への上載圧となり、垂直成分と斜面下方成分とを増加する。	A/B
8. 風を受けると斜面に動的荷重を伝える。	A
9. 根は地表面で土粒子を結びつけ、浸蝕に対する抵抗を増す。	B

A：安定に不利

B：安定に有効

- ・ 材積（幹の生材体積） V_g
文献⁷⁾に記された表により上述の d 、 h を用いて求めた。
- ・ 幹の重量 W_g の計算法
前項と同じ参考書に記された気乾比重から計算する方法によった。

今、 u_s ：生材のときの含水率（％）

u_a ：気乾状態のときの含水率（≒15％）

W_g ：生材重量

W_a : 気乾重量

W_o : 全乾重量

V_g : 生材体積

ほぼ等しいと考える

V_a : 気乾体積

ρ_a : 気乾比重

とすると、

$$W_g = \frac{100}{u_s + 100} \cdot \rho_a \cdot V_g \cdot \frac{u_s}{100} + 1$$

現地の樹種は、カヤ（針葉樹）、モチノキ（広葉樹）であったので、気乾比重ρ_aは、植物図鑑より、カヤについては針葉樹のスギ、モチノキについては広葉樹の項を参考に次のような値とした。

カヤのρ_a=0.64~0.92≒0.78

モチノキのρ_a=0.85

以上から、生材のときの含水率u_sが分かれば、生材重量W_gが求まる。生材の含水量はオウショウブナの心材の80%を用いた。

・樹木全体の重量

文献¹⁾によると、アカマツの枝条率は、

(根)	(幹)	(枝)	(葉)
24.4%	61.4%	6.6%	7.6%

である。この値を用いると、地上部の樹木の重量は

$$\begin{aligned} (\text{地上部の樹木の重量}) &= (\text{幹の重量}) \times \frac{61.4+6.6+7.6}{61.4} \\ &= (\text{幹の重量}) \times 1.23 \end{aligned}$$

となる。

(3) 測定及び計算結果

対象とした20本の樹木についての諸元を表4.7に示す。樹高hは、測定した3本の樹高の平均値とした。

$$\text{平均樹高 } h = (10.55 + 13.30 + 11.30) / 3 \approx 12\text{m}$$

表4.7より、測定領域内（5 m×10 m）の樹木の総重量は7.18 t fであり、単位面積あたり0.14 t f/m²となる。

4.5.3 安定解析の条件

4.5.1で述べたように、安定解析を行う上での諸条件は必ずしも明確ではなく、諸条件にはある幅があ

表4.7 樹木寸法の測定結果

No	木の種類	外周	直径	樹高	幹材積	幹の重量	樹木の地上部の重量
		(cm)	(cm)	(m)	(m ³)	含水比 80% (tf)	含水比 80% (tf)
1	カヤ(針葉樹)	65	20	12	0.19	0.23	0.28
2	モチノキ(広葉樹)	61	20	"	0.17	0.23	0.28
3	"	42	14	"	0.09	0.12	0.15
4	"	30	10	"	0.05	0.07	0.09
5	"	70	22	"	0.20	0.27	0.33
6	"	68	22	"	0.20	0.27	0.33
7	"	96	30	"	0.36	0.48	0.59
8	"	119	38	"	0.55	0.73	0.90
9	"	123	40	"	0.60	0.80	0.99
10	"	70	22	"	0.20	0.27	0.33
11	"	100	32	"	0.40	0.53	0.65
12	"	103	32	"	0.40	0.53	0.65
13	カヤ(針葉樹)	55	18	"	0.15	0.18	0.22
14	モチノキ(広葉樹)	21	6	"	0.02	0.03	0.04
15	"	21	6	"	0.02	0.03	0.04
16	"	21	6	"	0.02	0.03	0.04
17	"	64	20	"	0.17	0.23	0.28
18	"	69	22	"	0.20	0.27	0.33
19	"	67	22	"	0.20	0.27	0.33
20	"	67	22	"	0.20	0.27	0.33
							7.18
							7.18/5×10m ² = 0.14 t/m ²

るものとして考えざるを得ない。以下に解析を実施した条件を列挙する。

1) 斜面形状及びすべり面形状

通常、斜面の安定解析に用いるすべり面形状は円弧等の斜面外側に向かって凹形のものでされることが多い。この現場の場合、すべり面は地山とも言えるべきやや硬い砂層表面にはほぼ一致しており、結果として形状は円弧等の単純な形状では、表現し難い。このような複雑なすべり面をそのまま解析に取込む方法としては、Janbu法⁹⁾や折線を連ねた多平面安定解析法¹⁰⁾等があるが、ここでは、他の諸条件の不確実さも考慮して、層厚一定の無限長の直線すべり層(斜面形状も直線)として取り扱うことにした。

すべり層厚等は、崩壊前の詳細な情報のないことから以下のように仮定した。

測 線	すべり層厚 h	斜面傾斜角 θ
A	0.5、1.0、1.5m	45°
B	0.5、1.0、0.5m	40、45°

2) すべり面計算式

すべり層を1) のように考えると、図4.7を参照して安全率 F_s は次式で与えられる。

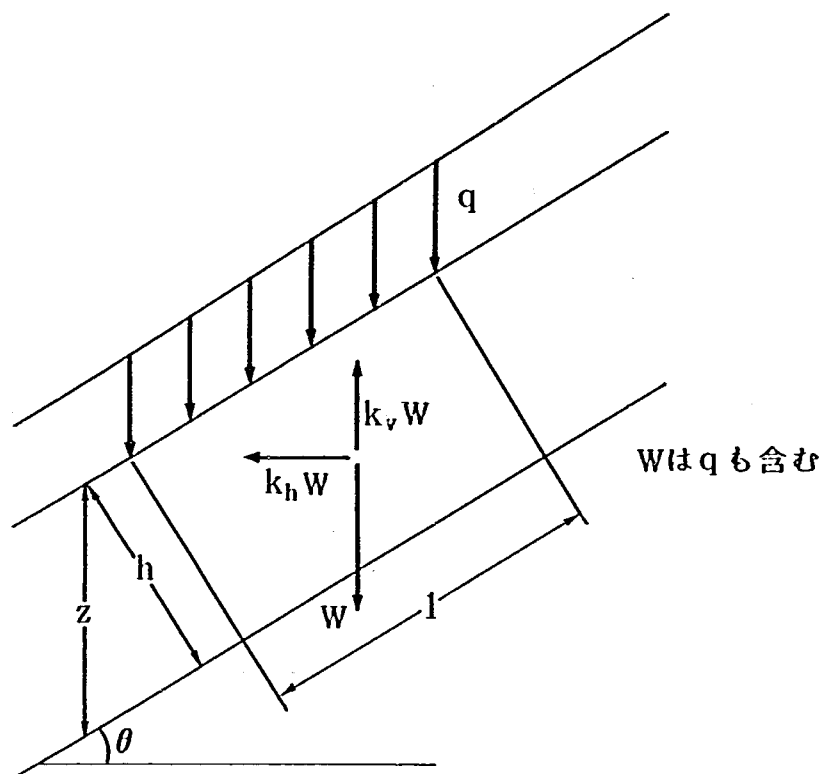


図4.7 安定解析モデル（無限長斜面の場合）

$$F_s = \frac{c \cdot l + W \{ (1 - k_v) \cos \theta - k_h \cdot \sin \theta \} \tan \phi}{W(1 - k_v) \sin \theta + k_h \cdot W \cos \theta} \quad (1)$$

$$W = \gamma_s h \cdot l + q \cdot l \quad q: \text{上載荷重 (樹木重量)}$$

$$h = z \cdot \cos \theta$$

$$\therefore F_s = \frac{\frac{c}{W \cdot \cos \theta} + (1 - k_v - k_h \tan \theta) \tan \phi}{(1 - k_v) \tan \theta + k_h} \quad (2)$$

この式によれば、 c 、 ϕ が大きい程、地層重量 W が小さい程（層厚 h が小さい、上載荷重 q が小さい） F_s が大きい。又、傾斜角 θ が大きい程 F_s は小さい。この（２）式によると、樹木の影響は、その重量のみに置き換えられ、樹高自体は影響しない。ついでながら、通常の斜面安定解析に用いられる凹型のすべり面を想定した場合には、重量を一定としたとき、樹高が高い程、滑動モーメントへの寄与が減少し、安全率が増加することになる（地震力を一定分布として与えた場合）。

斜面安定に及ぼす以上のような概略の特性を、今回調査したA測線（崩壊箇所）、B測線（非崩壊箇所）について定性的に当てはめると、A測線の方が勾配がやや急で、表層厚もやや厚い（A測線の実際の崩壊層厚は、B測線の表層厚より薄いように推定される）ということから崩壊箇所となったA測線の方が安全率が低いことが推定される。

以下では、もう少し定量的に現象が説明できないかを検討する。

3) すべり層及びすべり面の土質定数

A測線、B測線とも $\gamma_s = 1.5 \text{ tf/m}^3$ 、 $c = 1.0$ 、 1.6 tf/m^2 、 $\phi = 29^\circ$

4) 樹木重量

A測線、B測線とも $q = 0.14 \text{ tf/m}^2$

5) 地震動強度

4.4で述べたことから、水平加速度は200～400gal程度、鉛直加速度は100～300gal程度とする。

以上のことから、安定計算を以下のように条件を変えて行った。

A測線

層厚 $h = 0.5, 1.0, 1.5 \text{ m}$

傾斜角 $\theta = 45^\circ$

樹木重量 $q = 0.14 \text{ tf/m}^2$ （一部については $q = 0 \text{ tf/m}^2$ の場合も実施）

計算震度

$k_h = 0.2$

$k_v = 0.0, 0.1, 0.2$

$k_h = 0.3$

$k_v = 0.0, 0.1, 0.2, 0.3$

$k_h = 0.4$

$k_v = 0.0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4$

B測線

層厚 $h = 0.5, 1.0, 1.5 \text{ m}$

傾斜角 $\theta = 40^\circ, 45^\circ$

樹木重量 $q = 0.14 \text{ tf/m}^2$

計算震度

$k_h = 0.2$

$$k_v=0.0, 0.1, 0.2$$

$$k_h=0.3$$

$$k_v=0.0, 0.1, 0.2, 0.3$$

$$k_h=0.4$$

$$k_v=0.0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4$$

4.5.4 安定解析結果とその考察

結果は図4.8～4.22に示すとおりであるが、各図の計算条件をまとめると表4.8のようになる。

- 1) 一定の水平震度 k_h に対して、鉛直震度 k_v が上向きに大きくなる程、安全率は低下する（図4.8～4.22）。
- 2) 層厚が大きい程、安全率は小さい（図4.8、4.9、4.10、；4.12、4.13、4.14）。
- 3) A測線とB測線において、傾斜角の差の影響（図4.15、4.18；4.16、4.19；4.17、4.20；4.21、4.22）よりも、層厚の差の影響（図4.8、4.9、4.10；4.12、4.13、4.14；4.15、4.16、4.17）の方が大きい。
- 4) 表層の粘着力を $c=1.6 \text{ tf/m}^2$ とした場合、計算した条件の範囲内では、層厚を1.5mにした場合（図4.10、4.21）、安全率 F_s が1を下回る。

表4.8 解析条件一覧

測 線	層厚 h (m)	q (tf/m ²)	c (tf/m ²)	ϕ (°)	図 番
A ($\theta = 45^\circ$)	0.5	0.14	1.6	29	4.8
	1.0				4.9
	1.5				4.10
	1.0	0.0	1.6	29	4.11
	0.5	0.14	1.0	29	4.12
	1.0				4.13
	1.5				4.14
B ($\theta = 40^\circ$)	0.5	0.14	1.0	29	4.15
	1.0				4.16
	1.5				4.17
B ($\theta = 45^\circ$)	0.5	0.14	1.0	29	4.18 (4.12 と同じ)
	1.0				4.19 (4.13 と同じ)
	1.5				4.20 (4.14 と同じ)
B ($\theta = 40^\circ$)	1.5	0.14	1.6	29	4.21
B ($\theta = 45^\circ$)	1.5	0.14	1.6	29	4.22 (4.10 と同じ)

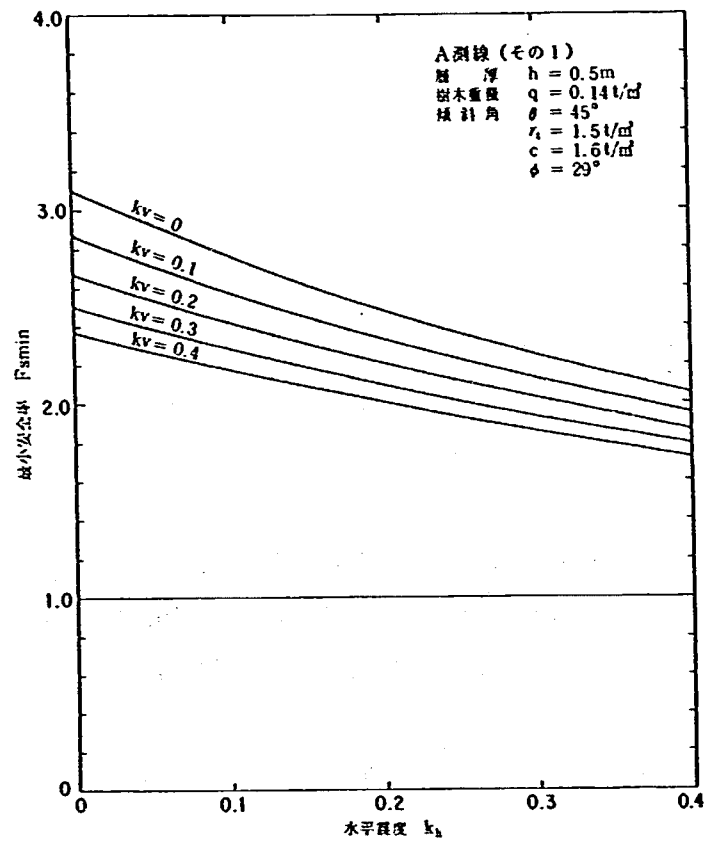


図4.8 安全率と震度の関係

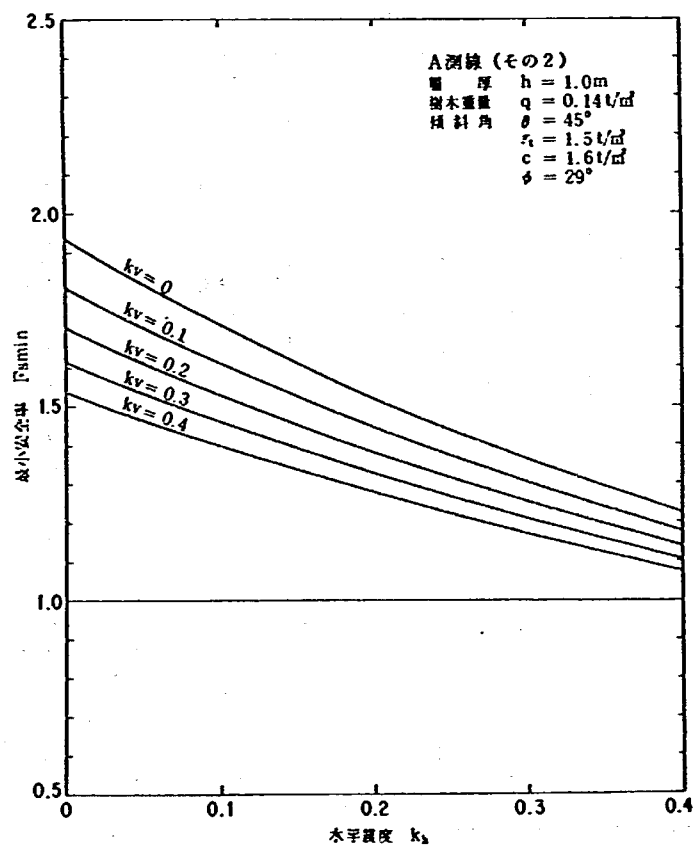


図4.9 安全率と震度の関係

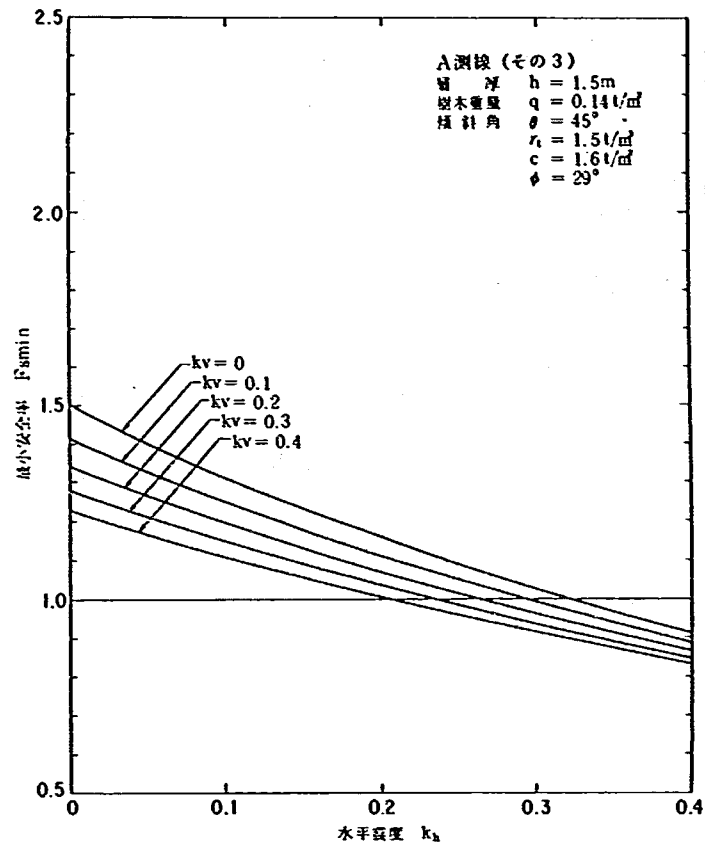


図4.10 安全率と震度の関係

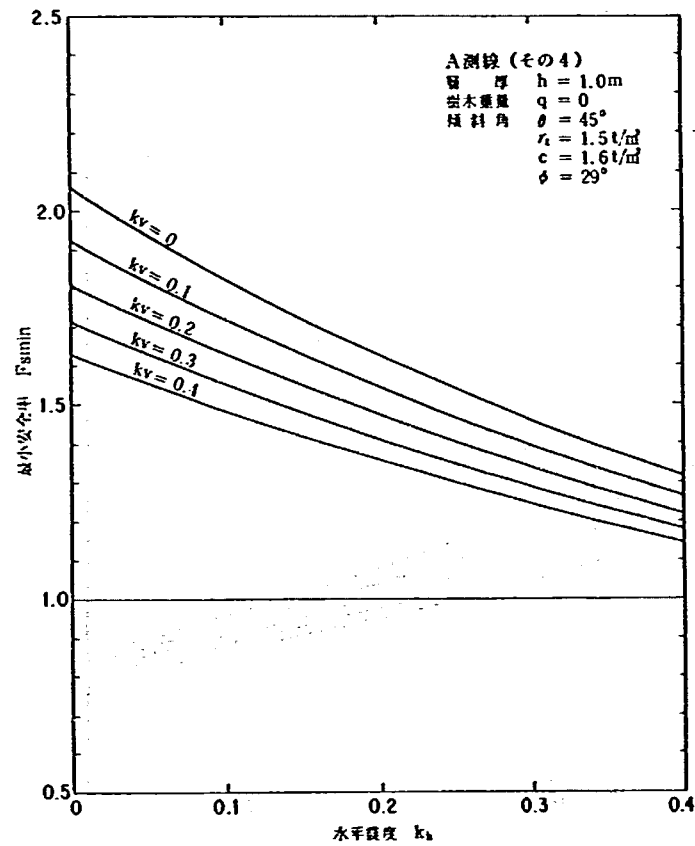


図4.11 安全率と震度の関係

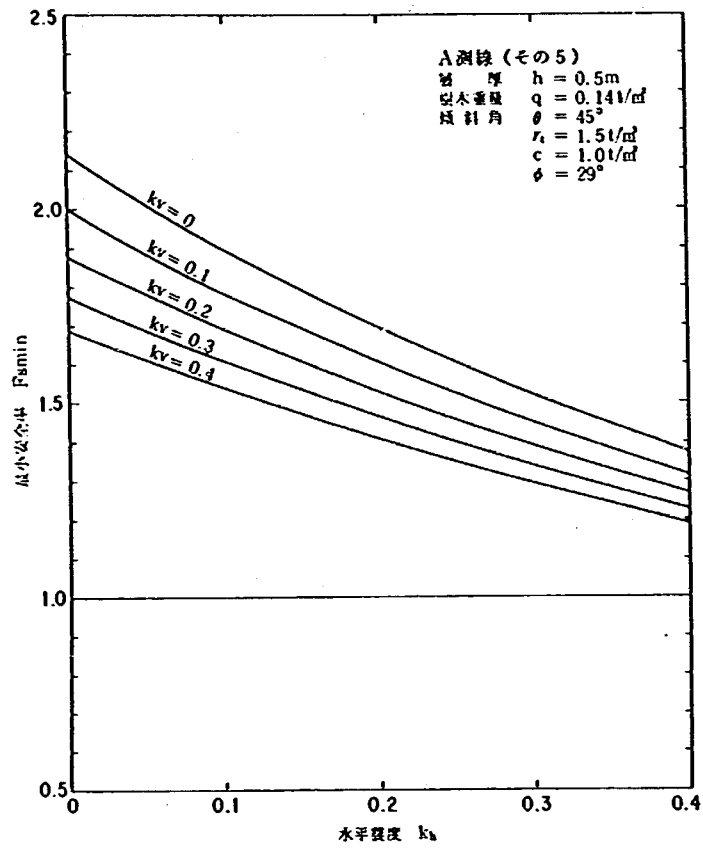


図 4.12 安全率と震度の関係

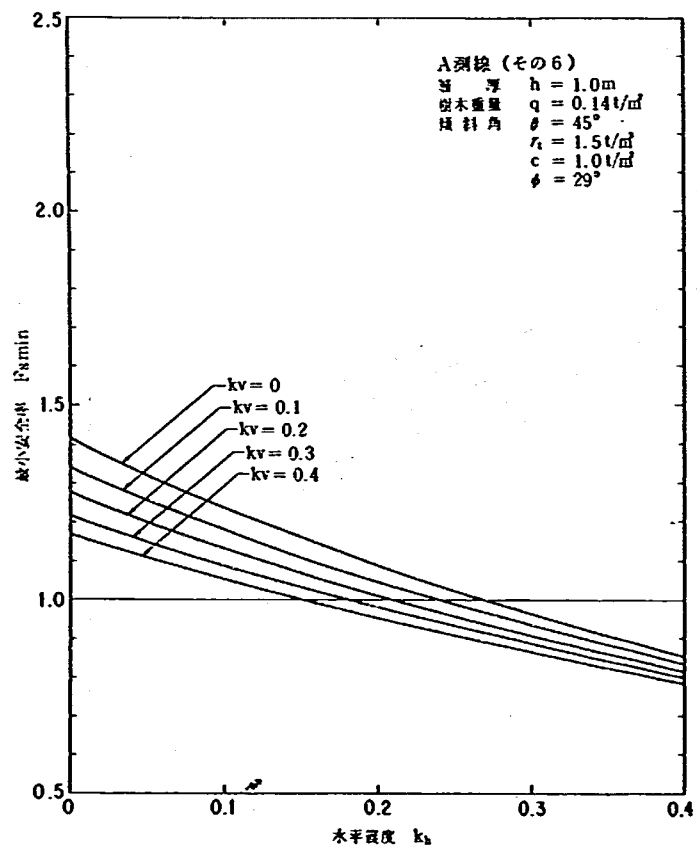


図 4.13 安全率と震度の関係

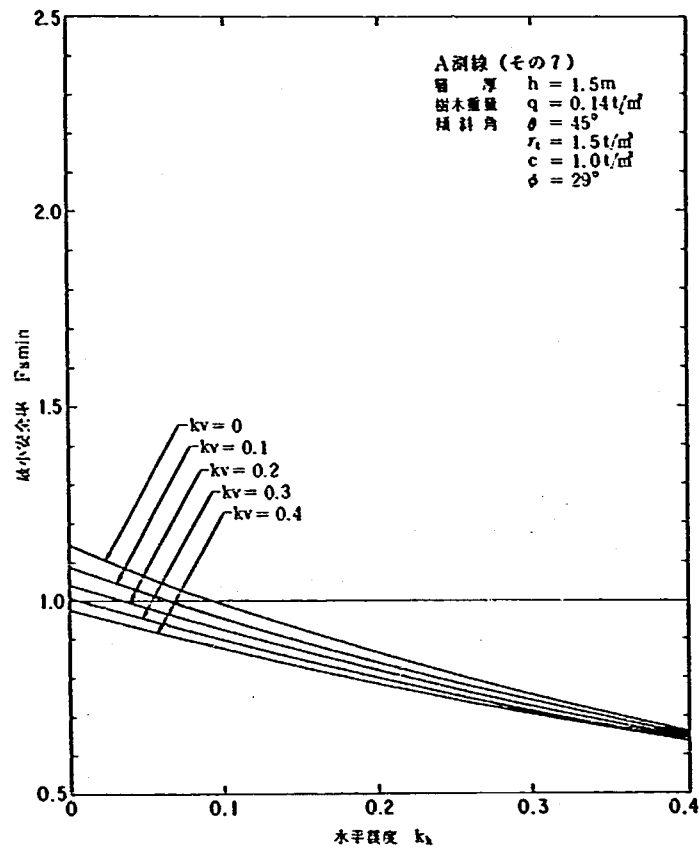


図4.14 安全率と震度の関係

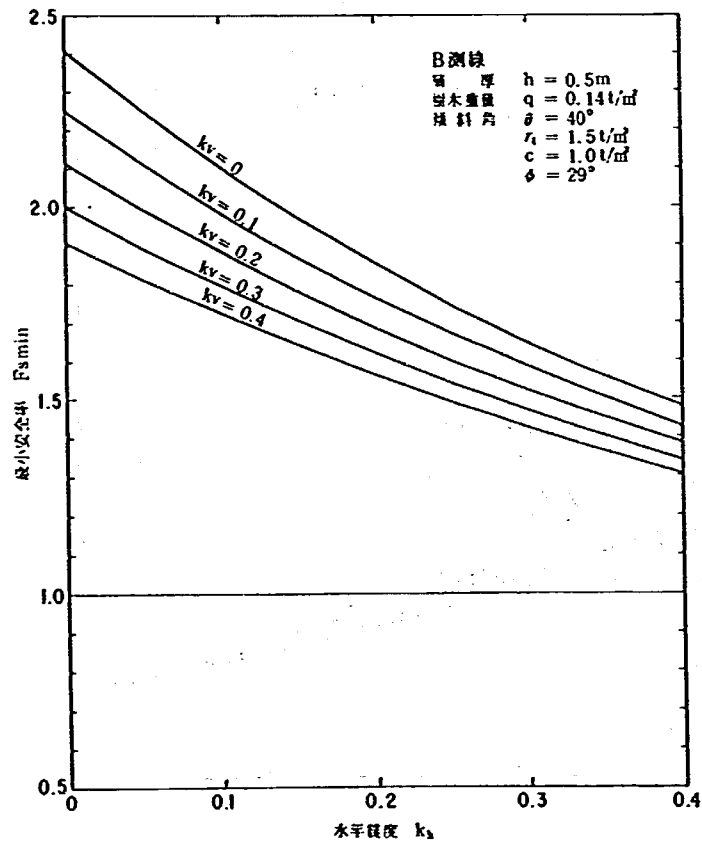


図4.15 安全率と震度の関係

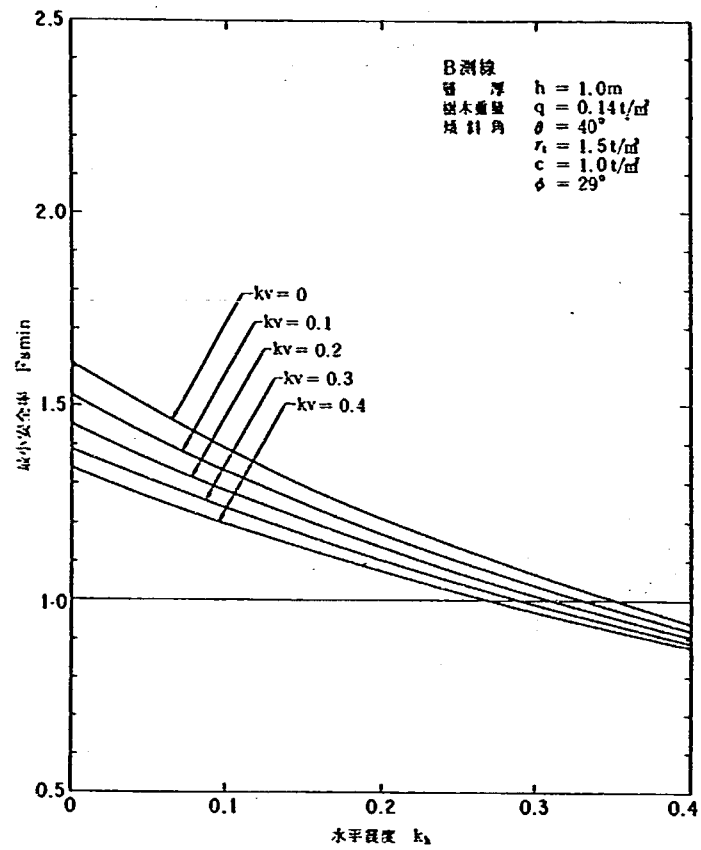


図 4.16 安全率と震度の関係

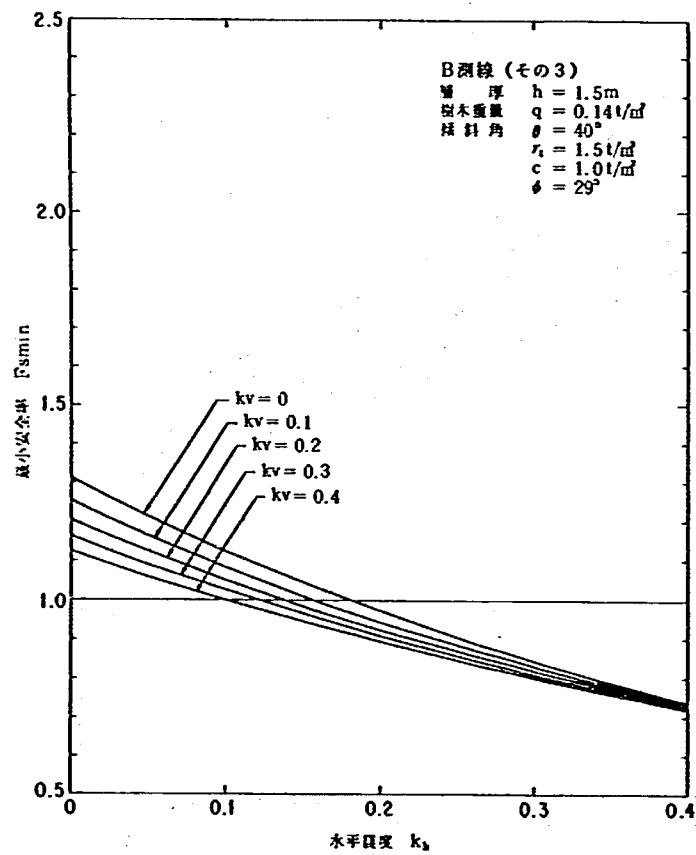


図 4.17 安全率と震度の関係

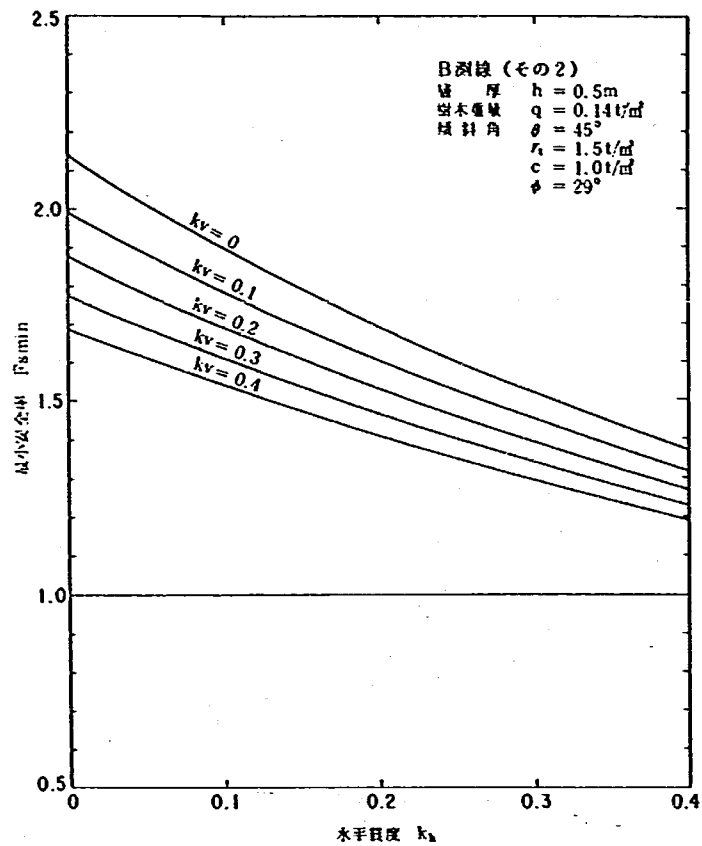


図 4.18 安全率と震度の関係

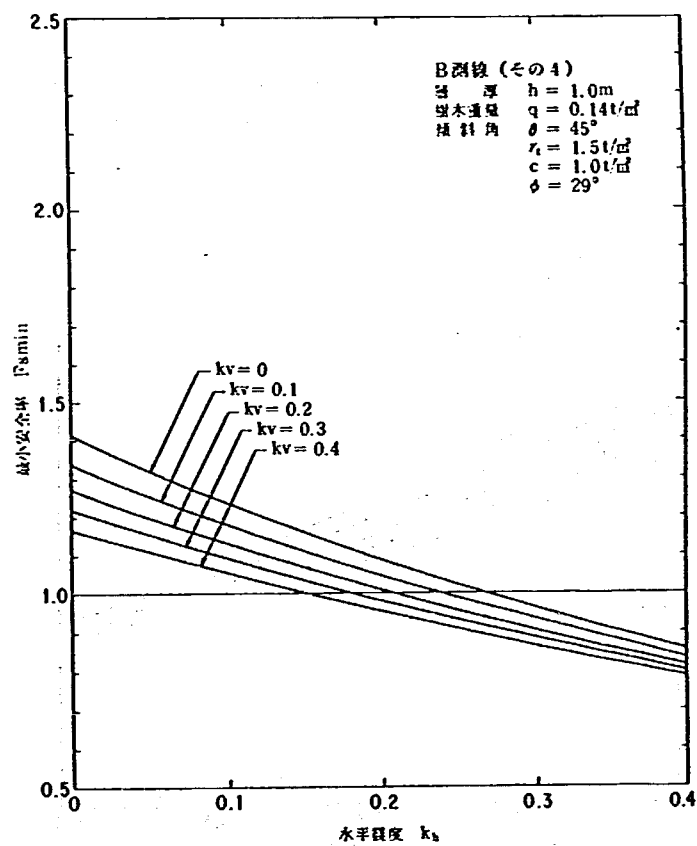


図 4.19 安全率と震度の関係

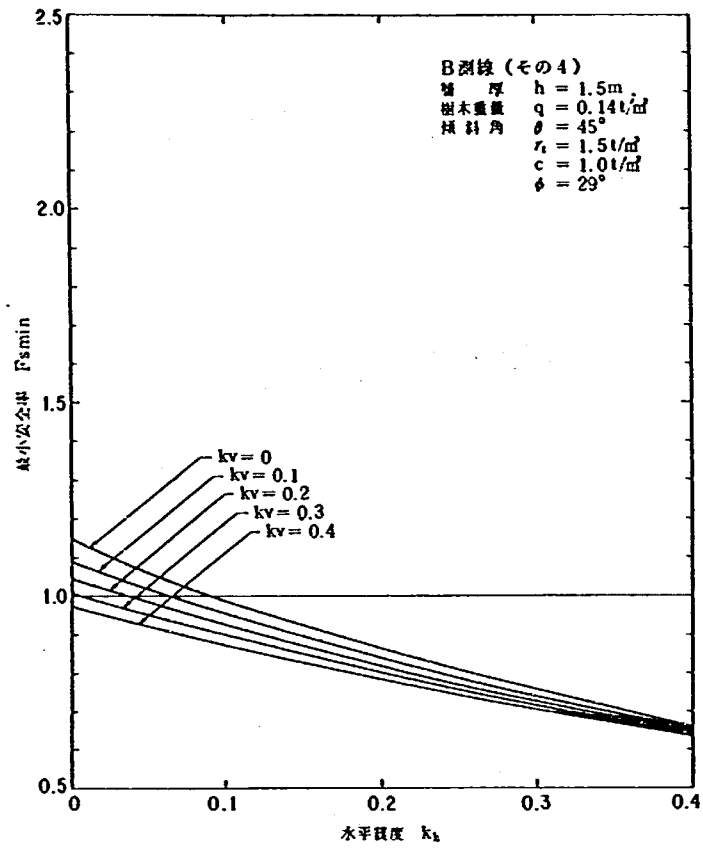


図 4.20 安全率と震度の関係

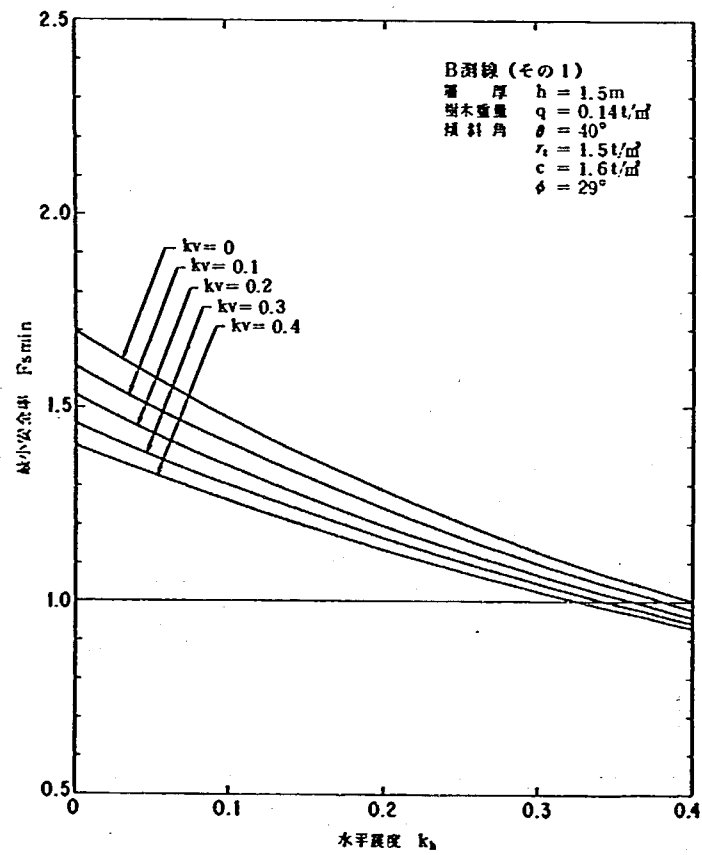


図 4.21 安全率と震度の関係

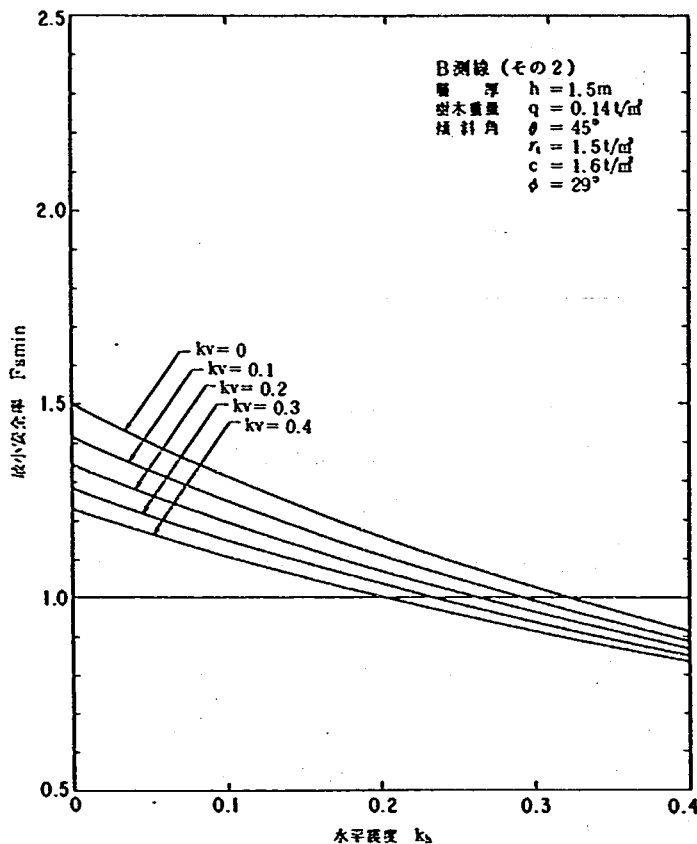


図4.22 安全率と震度の関係

- 5) 表層の粘着力を $c = 1.0 \text{ t f / m}^2$ とした場合、計算した条件の範囲内では、層厚が1.0m以上の場合に (図4.13、4.14、4.16、4.17、4.19、4.20)、安全率 F_s が1を下回る。
- 6) 樹木重量の影響は、図4.10、4.12において見られるが、それ程大きな差を与えるものではない。
- 7) 現場斜面については様々な不確定な要因があるが、安全率に対して、最も感度が高いのは、表層の粘着力、次いで層厚であるといえよう。
- 8) 4.5.3に定性的に述べたように、斜面勾配及び表層厚で概略的に比べると、崩壊した斜面であるA測線の方が、安全率が小さいことになる。ただし、崩壊が生じた表層厚は、A測線において計算で予想されるようなほぼ一様と見なされる表層厚の最大値よりは薄いものであった。このことは、単純に表層を一定の c 、 ϕ 材と見なすことから推定される結果とは合致しない。この原因としては、表層内の震度分布、表層内の粘着力・内部摩擦角の分布等の影響が考えられる。
- 9) 以上では、安全率計算結果に影響を与える諸因子の影響を定性的に述べた。ここで、安全率の絶対値に注目するため、まず崩壊したA測線についての計算結果を考察する。いくつかある計算結果の中で、次の条件のものを対象とする。

$$c = 1.0 \text{ t / m}^2$$

$$k_h = 0.3, \quad k_v = 0.2$$

図4.12より、 $h = 0.5 \text{ m}$ のとき、 $F_s = 1.39$

図4.13より、 $h=1.0\text{m}$ のとき、 $F_s=0.91$

同じ条件に対して、B測線を考えると($\theta=40^\circ$ として)

図4.15より、 $h=0.5\text{m}$ のとき、 $F_s=1.52$

図4.16より、 $h=1.0\text{m}$ のとき、 $F_s=1.01$

したがって、この条件の下で、両測線について等しい層厚 $h=1.0\text{m}$ を想定した場合、A測線では $F_s<1.0$ 、B測線では $F_s\approx 1.0$ となった。

10) ここでの問題点として以下のものがある。

① 両測線について、風化された表層厚がA測線でB測線より厚いことは弾性波深査等から示されているが、特に浅層部層厚 1m がそれより深い所に比べ、強度が低いということは見出し難い。計算によれば、同じ土質の層がさらに深くまで存在する場合には、より深い位置で安全率が最小となり、安全率もより低くなる。このことは、A測線では崩壊層厚が 1m 程度と想定されること、B測線では崩壊しなかったことの2つと矛盾する。

② 震度については、近傍でいくつかの観測記録があり、ここで用いた値は、主として長柄ダムの天端での値を最も参考に行っているが、当該斜面について、確定的な値を定めることは困難である。

11) 前述した9)の結果や10)の問題点に対して、A測線(崩壊)、B測線(非崩壊)の現象の差異を説明する理由として以下のことが考えられる。

① A、B両測線の表層厚の違いにより、A測線の表層、特に浅い所での震度が大きくなった。

② A、B両測線での含水比の微妙な差異により、斜面粘着力の差が生じた(推定)。

12) 11)を受け、今後、自然斜面の安定をこのような安定計算により判定するためには次のような分野の研究が必要とされる。

① 斜面表層での振動増幅の予測法。

② 斜面浅層での地盤強度を精密に調査する方法。

4.6 まとめ

崩壊及び非崩壊斜面各1箇所におけるやや詳細な調査から、下記の知見を得た。

1) 今回の地震における崩壊斜面の崩壊層は、表層部の層厚 $1\sim 2\text{m}$ 程度の表土・ロームであり、極く薄いものである。

2) 1)に対応する表層部の弾性波速度は、 $70\sim 80\text{m/sec}$ で、それより下の層が大略 $140\sim 200\text{m/sec}$ 以上あるのと比べ極端に小さく、強度も小さいことを示している。

3) 全体的な地層構成は、崩壊斜面・非崩壊斜面とではほぼ同一であり、顕著な差は見出し難い。細かく見ると、上述した崩壊対象層となる表層厚が崩壊斜面においてやや厚い。しかし、この表層全てが崩壊したわけではない。

4) 当該地点で発生した地震動の大きさは不明であるが、比較的近傍の長柄ダムでの記録等から、最大水平加速度が $250\sim 400\text{g}$ 程度の範囲であったと推定される。

- 5) 現場採取土について行った土質試験結果等を用いて、震度法による直線すべり安定解析の試算結果によると、崩壊斜面・非崩壊斜面について、表層厚を1 m、表層の粘着力を1.0 t/m²、内部摩擦角を29°、水平震度 k_h を0.3、鉛直（上方）震度 k_v を0.2崩壊斜面の斜面勾配を45°、非崩壊斜面の斜面勾配を40°とすると、崩壊斜面で $F_s < 1.0$ 、非崩壊斜面で $F_s 1.0$ となった。この結果は、数多くの推定値を用いた計算であり、このように極似た条件にある斜面の安定性を安定計算により判別することが極めて困難であることを示している。
- 6) 今後の課題として、①斜面表層での振動増幅の予測法、②斜面浅層での地盤強度の精密調査法の研究が必要とされる。

あ と が き

斜面崩壊による土砂災害より人命・社会資本を守るためには災害の予知予測技術が必要となってくる。そこには、発生時期・場所・規模の3要素が備わることが必要である。題材となっている千葉県東方沖地震において場所と規模の2要素について基礎資料を収集すべく調査を行ないさらに現行の危険度判定手法を適用した場合の問題点の抽出と、隣接しあった斜面において崩壊・非崩壊の現象の差が生じた原因を安定解析を通して説明し得るか否かを検討した。

その結果、現行の危険度判別手法の有用性は認められるものの、隣あった斜面のように形態的に似通った場所において適用する場合には判別が困難であり、さらに斜面間に存在する微細な地形判別、植生等地表条件、過去の崩壊履歴等を取り込められるように改善する必要があると思われる。さらに安定解析による検討を行なった結果この手法による精度を向上させるためには①斜面表層での振動増幅の予測法②斜面浅層での地盤強度を精密に調査する方法の研究が必要と思われる。

参 考 文 献

第1章

- 1) 千葉県土木部；千葉県東方沖地震被害調査報告書、1988、pp.74 ~76.

第2章

- 1) がけ崩れによる災害実態調査要領 建設省河傾発第39号 昭和49年11月27日

第3章

- 1) Hiromu Moriwaki; Geomorphological Prediction of the Travel Distance of a Debris Proc. The China-Japan Field Workshop on Landslide, 1987

- 2) 道路震災対策便覧 一震前対策編一 日本道路協会 昭和62年 2月

第4章

- 1) 千葉県成東町北方の第四系、地質学雑誌第69巻、第813号、1963、6.
- 2) 1987年千葉県東方沖地震による建築物の被害調査報告、建築研究資料、No.65、1988.
- 3) 千葉県東方沖の地震(62. 12. 17)の調査速報、土木技術資料、Vol.30、No.1、1988.
- 4) 千葉県東方沖の地震(1987年12月17日)におけるダムの挙動、ダム技術、No.25、1988.
- 5) 千葉県土木部；千葉県東方沖地震被害調査報告書、p.39.1988.
- 6) Greenway, D.R. ; Vegetation and Slope Stability, Slope Stability, Ed. by Anderson, M.G. and Richards, K.S. , John Waiay & Sons Ltd., 1987.
- 7) 林野庁計画課編立木幹材積表一東日本編一日本林業調査会、昭和47年4月、第3版.
- 8) 佐藤敬二、他；造林学、朝倉書店、p.188、昭和54年.
- 9) Janbu, N. ; Earth pressure and bearing capacity calulations by generalized procedure of slices, Proc. 4th Int. Conf. SMFE, Vol. 2 , pp.207-212, 1957.
- 10) 沖村孝；山腹表層崩壊発生位置の予知に関する一研究、土木学会論文報告集、331号、1983.

斜面崩壊の実態調査表

調査要領

斜面の種類 自然斜面 : 1 人工斜面 : 2
 斜面の向き N, NE, E, SE, S, , SW, W, NW の8方位で、1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8に対応させ番号で記入する

斜面の型

横断方向

1: 大きな尾根部



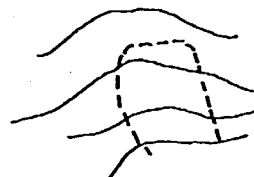
2: 山腹の小さな尾根部



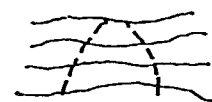
3: 大きな谷部



4: 山腹の小さな谷部



5: 平衡な山腹



縦断方向

1: 上昇型 (凸部)



2: 下降型 (凹部)



3: 直線型



4: 複合型 (S型)



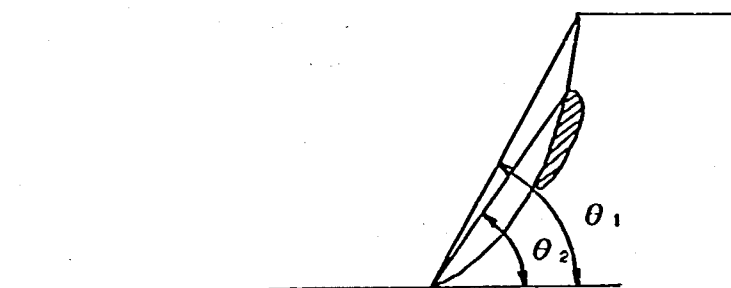
5: 複合型 (逆S型)



斜面角度

平均傾斜角：斜面の下端から上端までの角度 θ_1

崩壊頭部の傾斜角：斜面の下端から崩壊地最上部までの角度 θ_2



斜面の高さ・・・・・・・・・・斜面上端までの高さ

地 質

表 層・・・・崩壊地の上部側部を見てその状態を記入する。また、表層の厚さを括弧書きで記入する。

{例} 粘土, 砂, 黒土, 礫, 岩塊, 腐植土等 (1 m)

基 岩・・・・岩石の種類または基盤となる土質を下記の分類によって分け, 該当する番号を記入する。

1: 噴出岩類 (安山岩, 玄武岩, 流紋岩・・・等)

2: 深成岩類 (花崗岩, 閃緑岩, 英紋岩・・・等)

3: 火山碎屑物 (集塊岩, 凝塊岩・・・等)

4: 水成岩 (頁岩, 粘板岩・・・等)

5: 変成岩類

6: シラス

7: ローム

8: その他

地被物の状態

種類 1: 裸地 2: 草地 3: 竹 4: 針葉樹 5: 広葉樹 6: 針広混交

樹齡 1: 10年未満 2: 10~30年未満 3: 30~50年未満 4: 50年以上

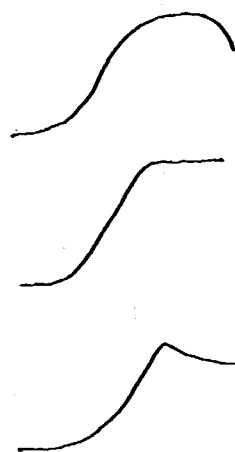
密度 1: 疎 2: 中 3: 密

斜面上端

1: 尾根

2: 台地

3: 凹地



利用状況

1: 水路または沢

2: 道路

3: 池・沼

4: 家

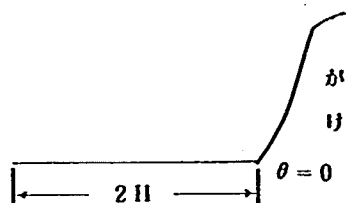
5: 田・畑

6: 山林

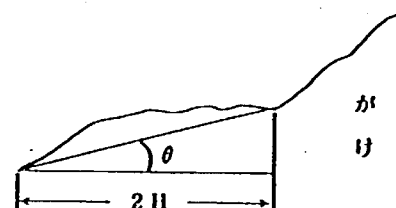
7: その他

斜面下端

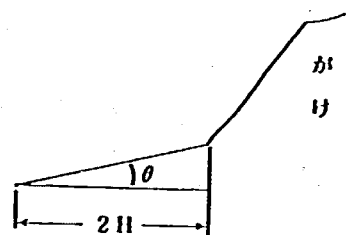
1: 平地



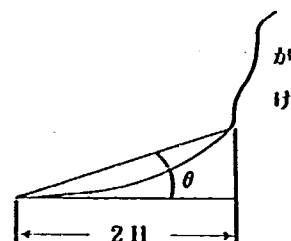
4: 凸曲線上昇



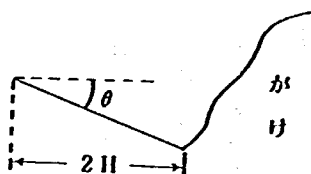
2: 上昇(直線)



5: 凹曲線上昇



3: 下降(直線)



6: S曲線上昇

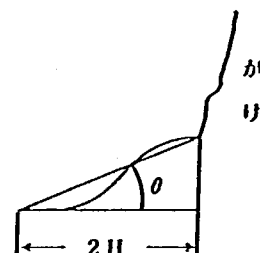


表 査 観 態 実 の 壊 崩 面 斜

No.	所在地	斜面の傾斜度	斜面の高さ	斜面の長さ		斜面の面積		斜面の容積		斜面の全長	地盤の状態		地盤物の状況		クラックの有無		クラックのタイプ		崩壊の規模								崩壊の位置		崩壊の原因		水の状況					
				a	b	a	b	a	b		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b						
																															断面方向	断面方向	断面方向	断面方向	断面方向	断面方向
N 5	坂東町	1	6	1	3	2	6	1	0°	60°	60°	25	砂 3.0	8 砂	1-1	1	1	0	50	50	0	1	0	25	100	3	15	4 500	24 (7)	1.0 (0.28)	3	1	0	0	0	0
N 6	坂東町	2	4	5	3	2	7	1	0°	50°	50°	15	砂 0.3	8 砂	2-1	1	1	0	0	0	0	0	1	15	15	0.3	18	80	13.5 (2)	1.1 (0.13)	3	1	0	0	0	0
N 7	坂東町	1	4	4	2	2	5	1	0°	60°	60°	30	砂 3.0	8 砂	2-1	1	1	0	100	不明	0	1	0	30	35	3.0	9	945	37 (不明)	0.8 (不明)	3	1	0	0	0	0
N 8	坂東町	2	5	5	3	1	6	1	0°	60°	60°	10	砂 1.0	8 砂	5-2	2	1	0	20	50	0	1	0	10	20	1.0	3.7	70	3.5 (0)	2.9 (0)	2	1	2	0	0	0
N 9	坂東町	1	5	5	2	2	6	1	0°	50°	50°	8	□ △ 0.8	7 □ △	5-2	3	2	1	5	不明	0	1	0	7	5	0.8	1.6	6	1.5 (0)	4.7 (0)	2	2	0	0	0	0
N 10	坂東町	1	6	5	3	1	6	1	0°	50°	50°	11	砂 1.0	8 砂	2-1	2	1	1	0	0	0	0	1	11	15	1.0	3.9	59	10 (2)	1.1 (0.18)	2	1	1	0	0	0
N 11	坂東町	2	6	1	2	2	6	1	0°	30°	40°	30	砂 1.0	8 砂	5-2	2	3	-	5	3	1	0	0	0	0	0	0	0	*	-	-	-	-	0	0	

表 査 観 実 態 の 崩 壊 面 状

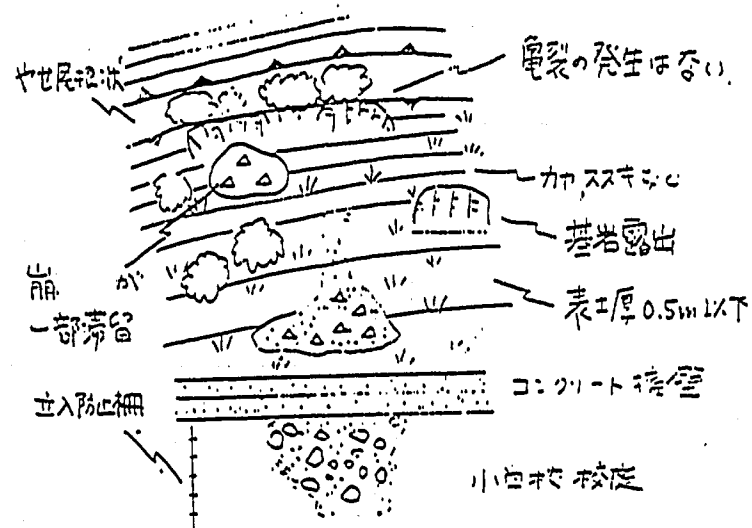
No	所在地	斜面の種類	斜面の向き	斜面の傾斜		斜面の上部		斜面の下部		斜面全体の状況	地質		地表面の状況					クラックの有無		クラックのタイプ			崩壊の規模								崩壊土頭の位置	崩壊土頭の状況	過去の崩壊の有無		水の存在	
				a	b	a	b	a	b		a	b	c	d	e	f	g	a	b	c	d	e	f	g	a	b	a	b	a	b						
				断面方向	断面方向	断面方向	断面方向	断面方向	断面方向		断面方向	断面方向	断面方向	断面方向	断面方向	断面方向	断面方向	断面方向	断面方向	断面方向	断面方向	断面方向	断面方向	断面方向	断面方向	断面方向	断面方向	断面方向	断面方向	断面方向			断面方向	断面方向		
N12	成東町	1	6	5	1	2	6	1	0°	30°	35°	7	砂 (1) 0.3	8 砂	5-3	2	2	-	40	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	*	-	-	-	-	0	0
N13	成東町	2	3	5	3	2	6	1	0°	45°	45°	30	砂 0.5	8 砂	4-3	2	2	0	0	0	0	0	1	30 (12)	10	2	17	340	20	1.5 (0.17)	3	1	-	-	0	0
N14	成東町	1	6	2	1	1	6	1	0°	23°	50°	10	腐植砂 1.0	8 砂	5-1	3	4	0	-	-	-	-	-	12 (8)	40	1.0	10	400	15	0.8 (0.67)	2	2	0	1	0	0
N15	成東町	1	6	1	2	1	6	2	20°	55°	55°	10	腐植砂 0.5	8 砂	5-2	1	3	1	0	0	0	0	1	10 (3)	10	0.5	4	20	10	1.0 (0)	2	1	0	1	0	0
N16	成東町	2	4	5	3	2	6	1	0°	90°	90°	8	砂 0.5	8 砂	1-1	1	1	0	0	0	0	0	1	8 (3)	8	0.5	2	8	3	2.7 (0.25)	2	1	0	0	0	0
N17	成東町	1	6	5	1	2	6	1	0°	33°	35°	38	腐植砂 1.0	8 砂	5-1	2	2	0	0	0	0	0	1	35 (15)	20	1.0	22	440	35	1.0 (0)	3	2	0	1	0	0
N18	成東町	1	6	5	1	2	6	1	0°	28°	35°	35	腐植砂 1.0	8 砂	5-1	1	2	0	0	0	0	0	1	28 (15)	30	1.0	19	570	50	0.5 (0)	3	2	0	1	0	0

表 査 調 実 態 の 建 築 国 家

No.	所在地	市町村	調査年度	敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積	延床面積	容積率	敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積		延床面積		容積率		敷地面積			
-----	-----	-----	------	------	--	------	--	-----	--	------	------	-----	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	------	--	-----	--	------	--	--	--

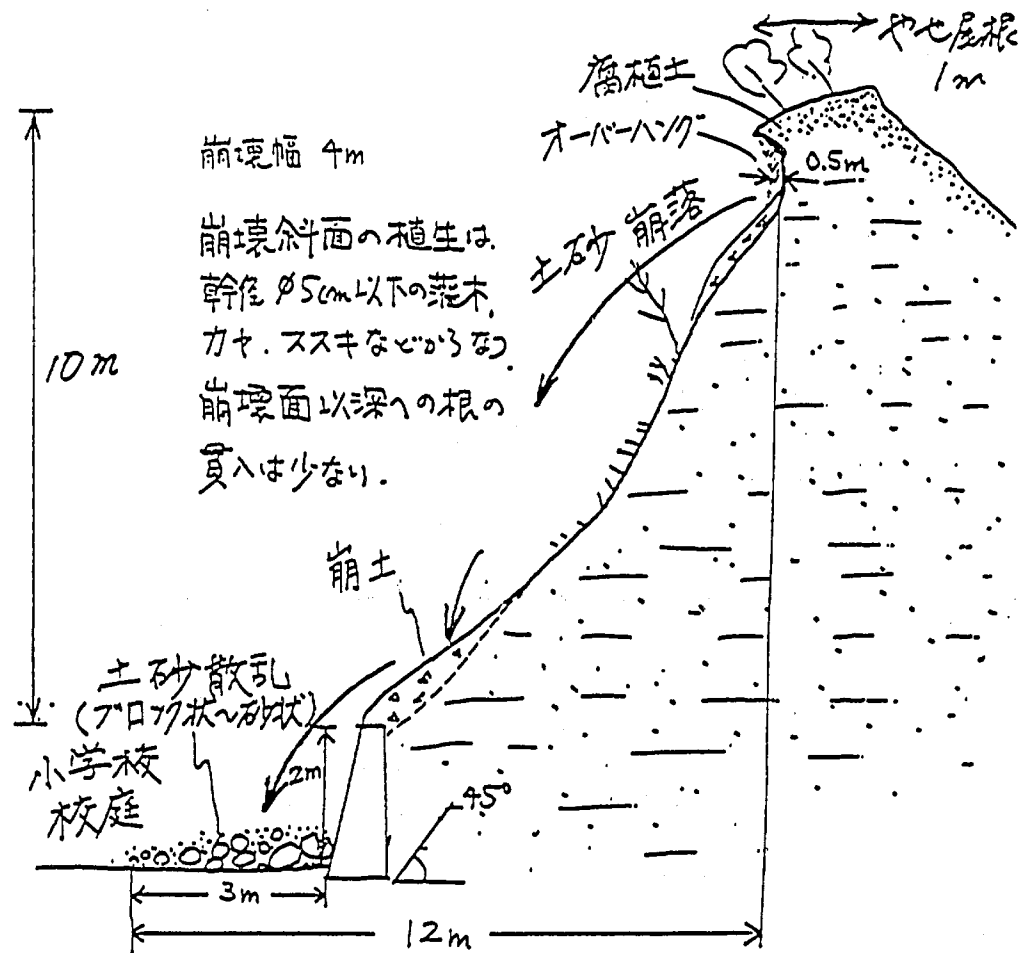
表 査 観 実 の 湖 面 図

No	所在地	湖の位置	湖の形状	湖の面積		湖の長さ		湖の幅		湖の深さ		湖の底質		湖の周囲		湖の用途		湖の管理		湖の調査		湖の備考		湖のその他			
				a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
湖の規模																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖のその他																											
湖の形状																											
湖の位置																											
湖の用途																											
湖の管理																											
湖の調査																											
湖の備考																											
湖																											



調査位置図

永代んから崖部分より土砂崩落があり、今回の地震で崖最上部のオーバーハング部分より3~5m³の土砂が新たに崩落した。土砂は校庭わきにもブロック状~砂状に散らした。現場は従来より立入り禁止措置となっていた。



整理番号

Y-1

八日市場郡・市 一町・村 米倉

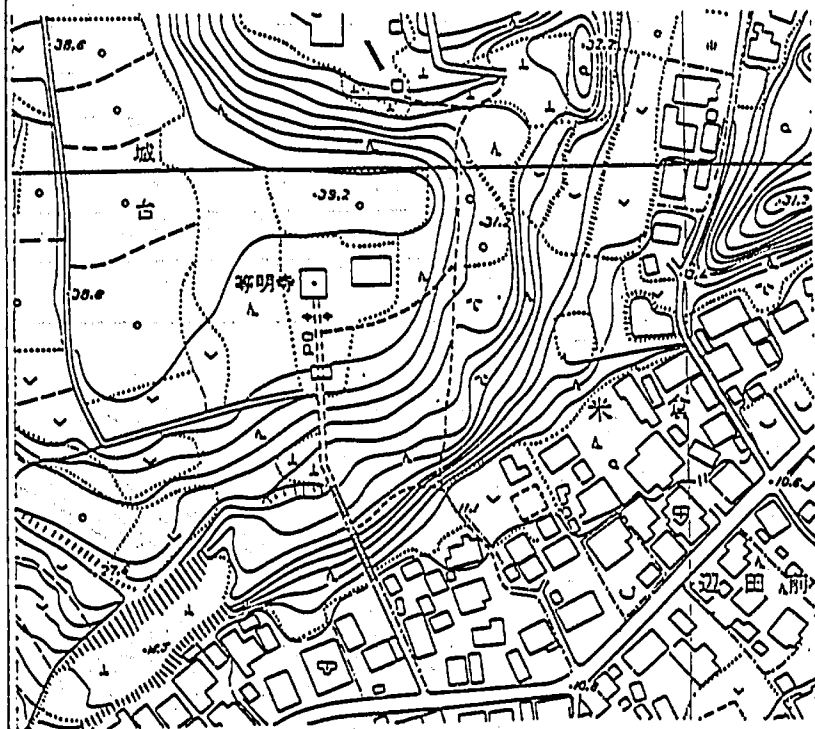
地質

第四紀上総層科笠森層
(岡田砂層)及山下砂層(笠森層)

崩壊

クラック発生のみ

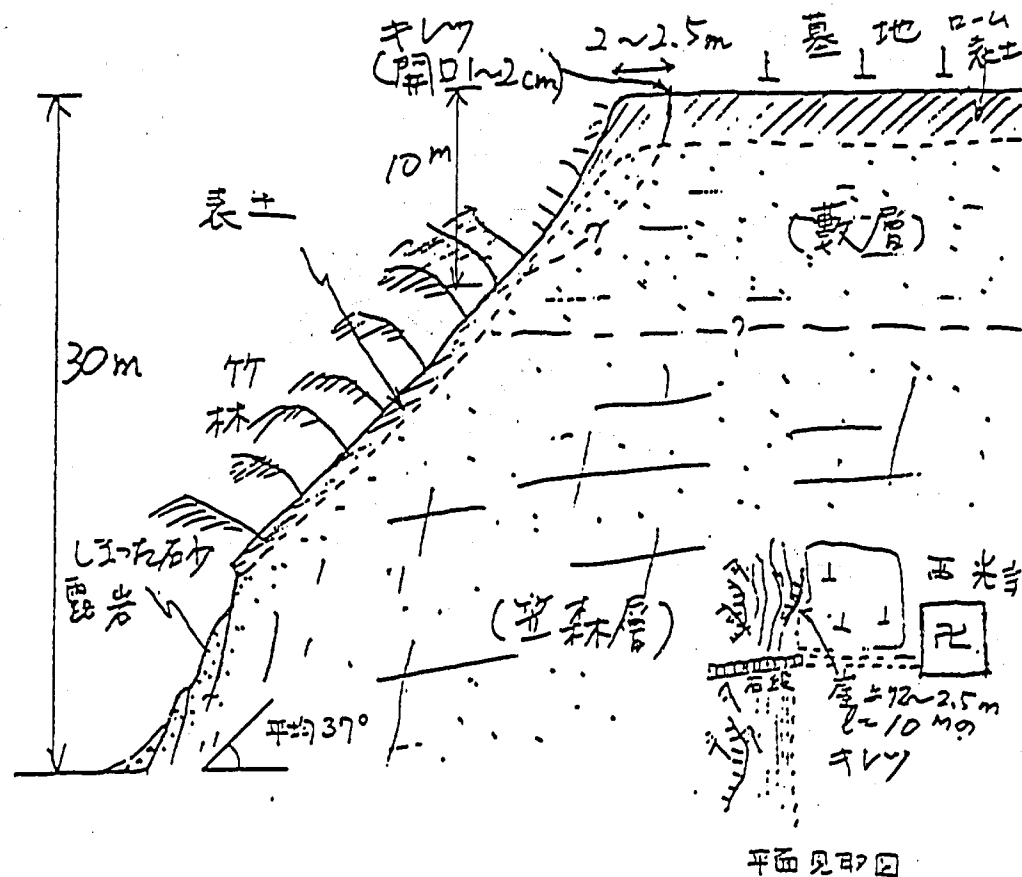
62年12月25日調査



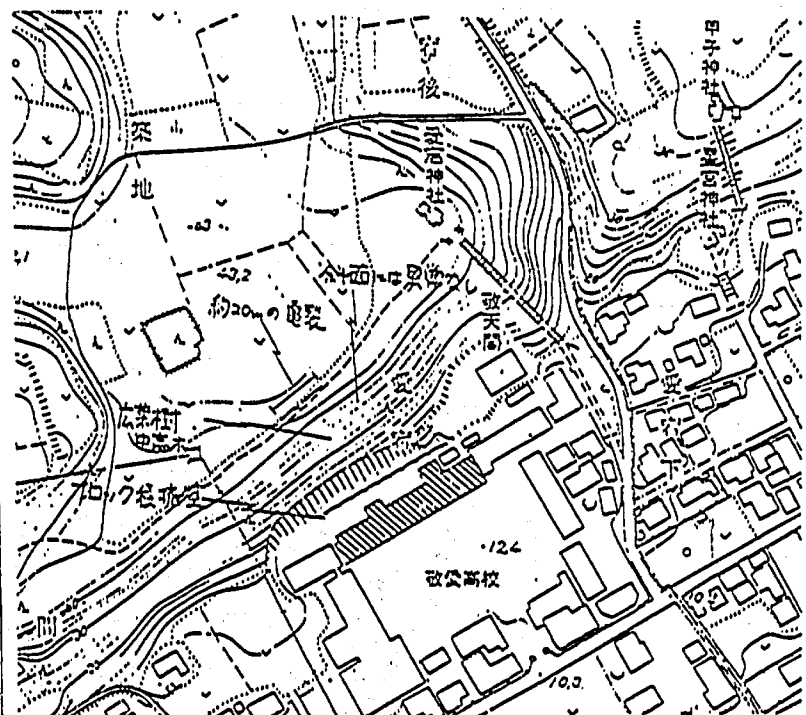
(現況と地形状況が異なるので見取図で参照)

調査位置図 1/2500

西光寺境内、墓所の端に幅1~2cm、長さ約10mのキレツ
が発生した。深さは数10cm程度とみられ崩壊には至らな
かった。地盤は腐植土またはローム層とみられ、砂層(数層)
とみられる。急斜面下部の露岩崖はしほれた砂層(笠森層)
で崩落、肌落ち等の変状は認められない。

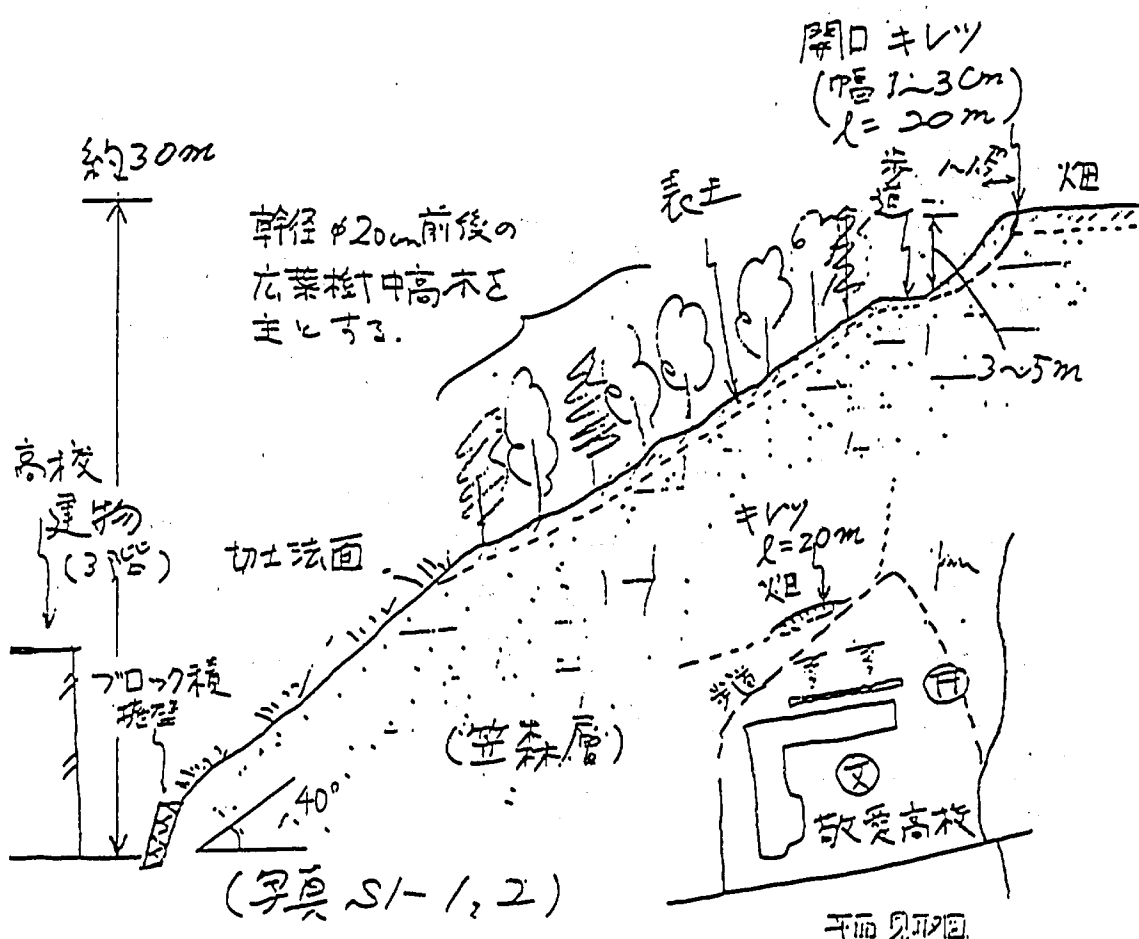


平面見取図



調査位置図 1/2500

法面 斜面にはキレツ、崩壊などの変状はないが最上部、畑の縁に幅1~3cm、 $l=20m$ にわたって開口キレツが発生した。この部分の地質はゆるい耕作土で若干沈下したが、崩壊には至らなかった。



(写真S1-1, 2)

断面見取図

整理番号

M-1

山武 郡・市 松尾 町・村田越(浅間宮)

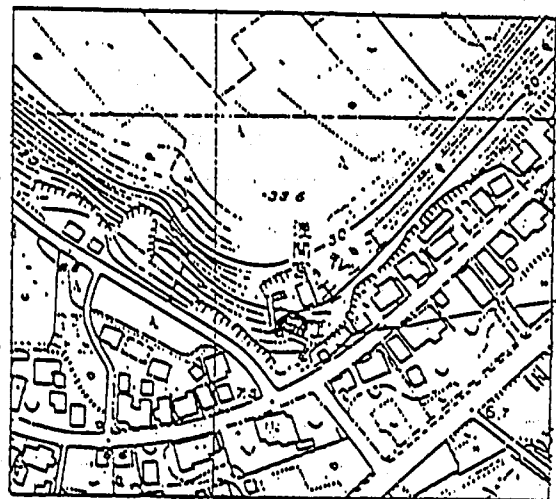
地質

上より関東ローム層 成田層 礫層

崩壊

クラック発生のみ

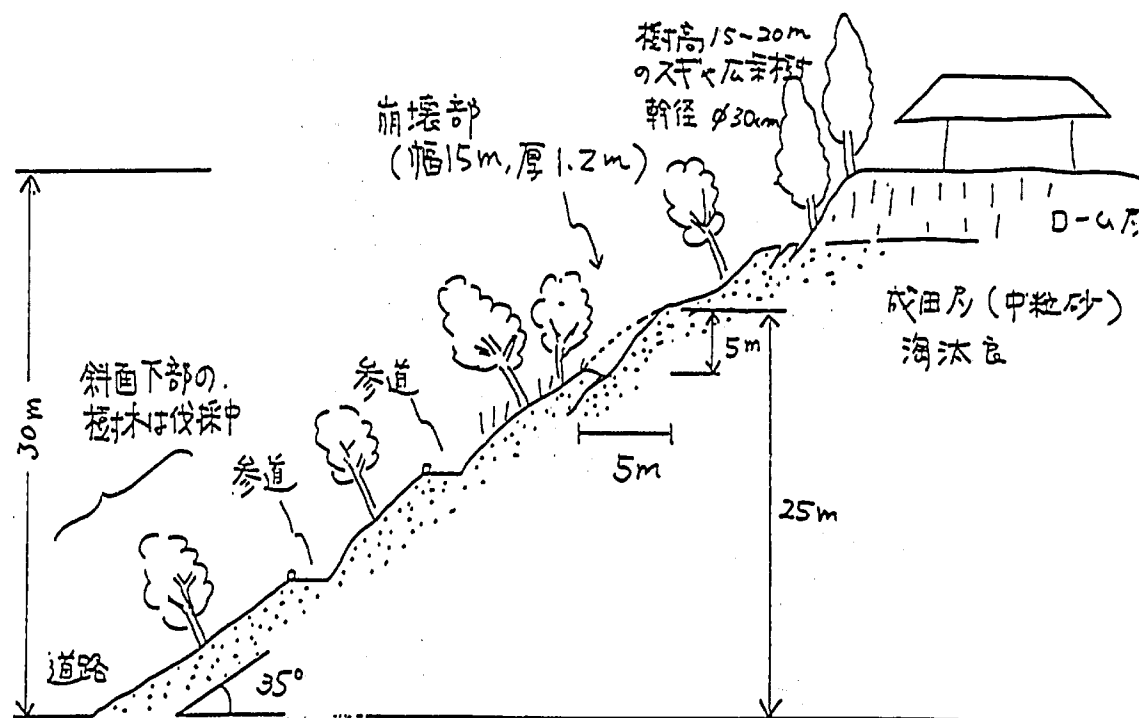
62年12月27日調査



樹木伐採中

調査位置図 1/2500

成田層の表層部の崩壊である。中、上部に崩壊亀裂が集中している。斜面の上3/3付近より上方で変状が現れている。下部は現在安定しているが、樹木は伐採されている。12月21日～27日伸縮計7mm伸長。22日以後は不動。斜面には広葉樹の太木が多い。広葉樹の幹径は30cm程度である。



T1-27~31

整理番号

M-2

山武(郡)市松尾(町)村旧越

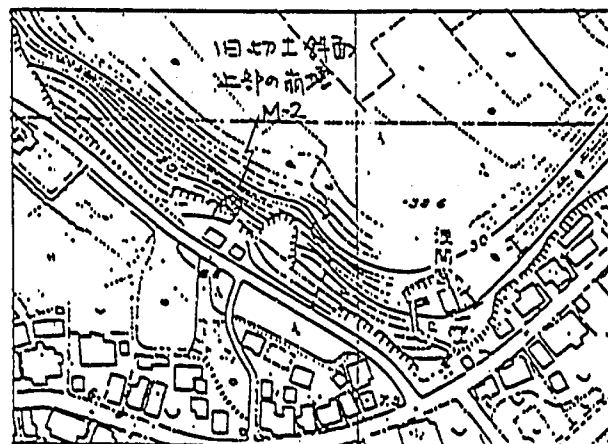
地質

上り腐植層、成田層

崩壊

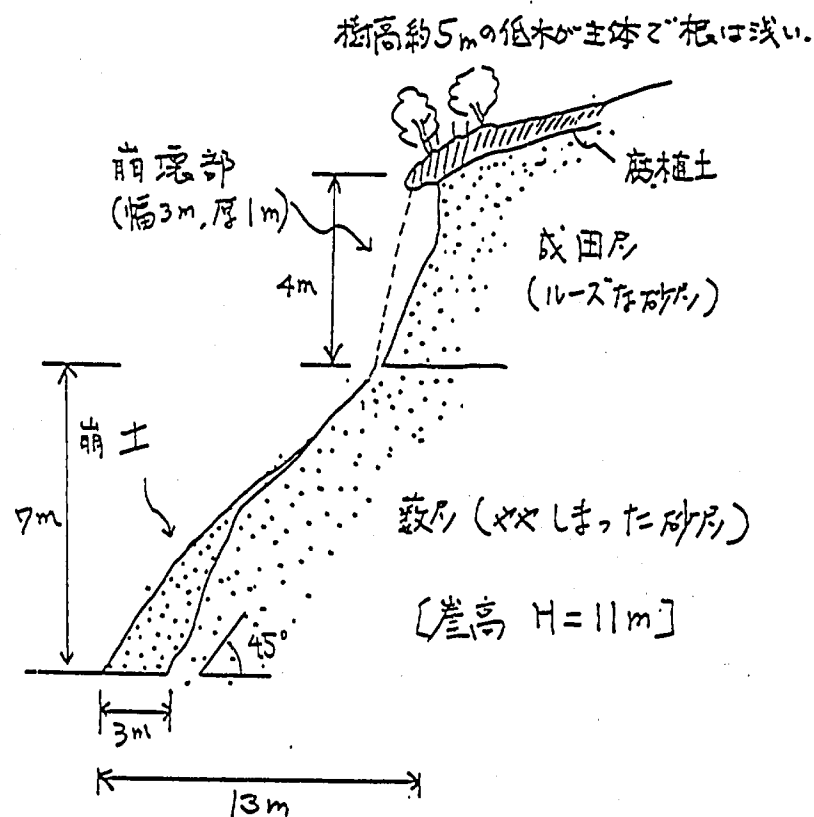
クラック発生のみ

62年12月27日調査



調査位置図 1/2500

旧採砂地の上部斜面で発生した小崩壊である。
 成田層(砂層)中のクレーン状に崩壊した。小規模
 崩壊であるが、斜面直下に家屋があり、崩壊が拡大すると
 家屋まで土砂が達する恐れがある。崩壊した部分は成田
 層の部分で、根糸の侵入はみられない。崩壊後腐植
 層がオーバーハングとなっている。



整理番号

M-3

山武 市松尾 村

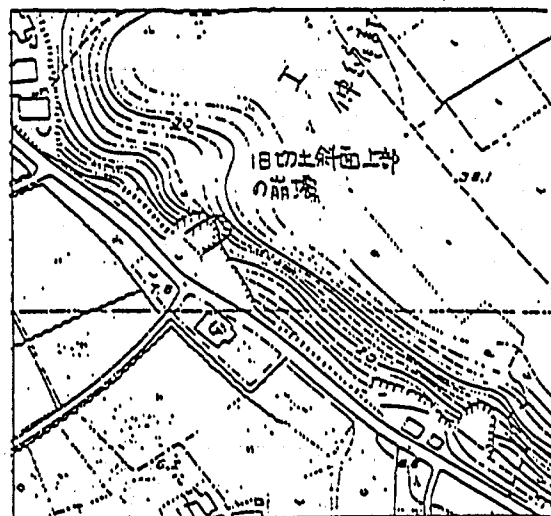
地質

上より腐植層、成田層

崩壊

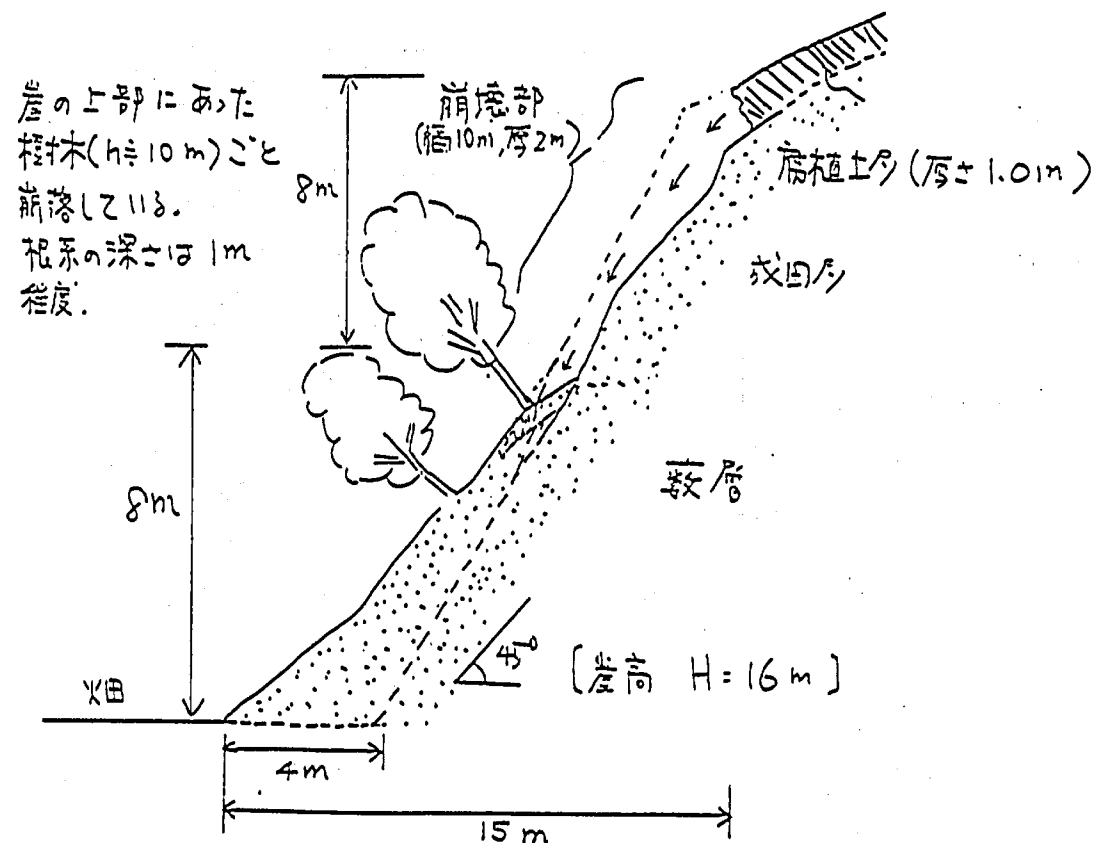
クラック発生のみ

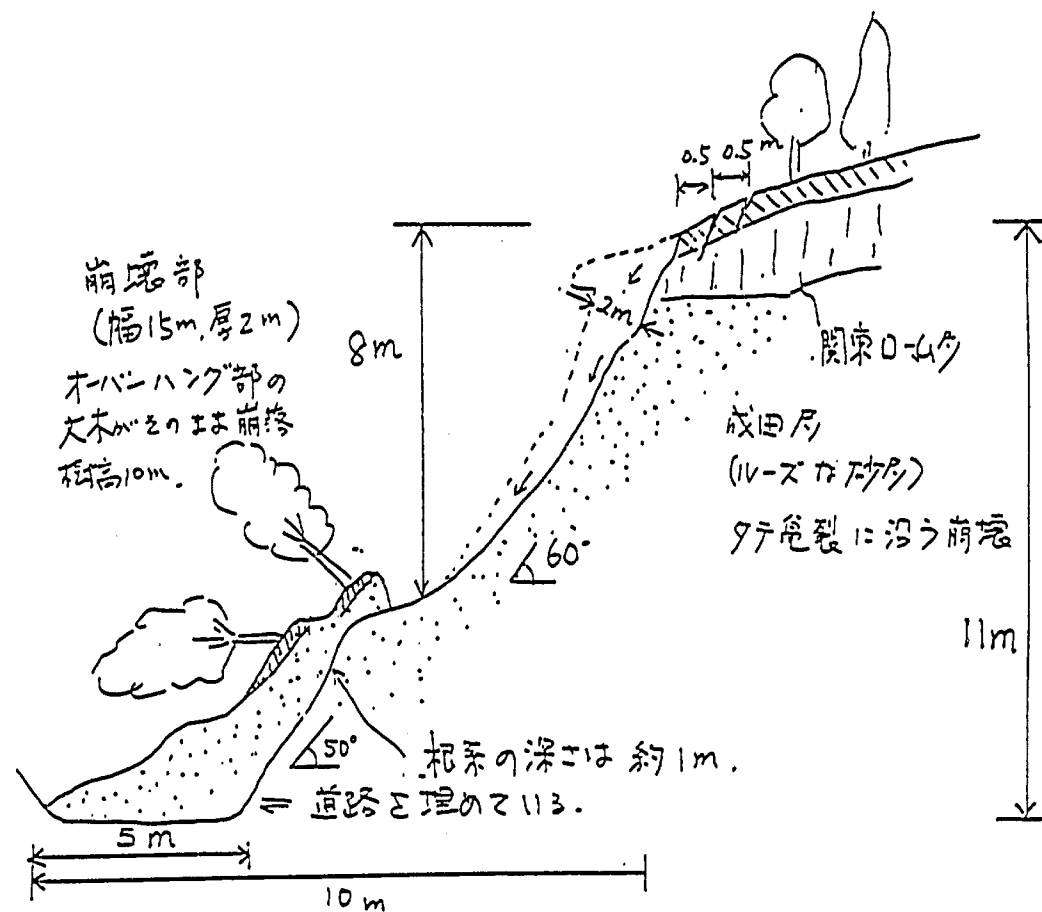
62年12月27日調査

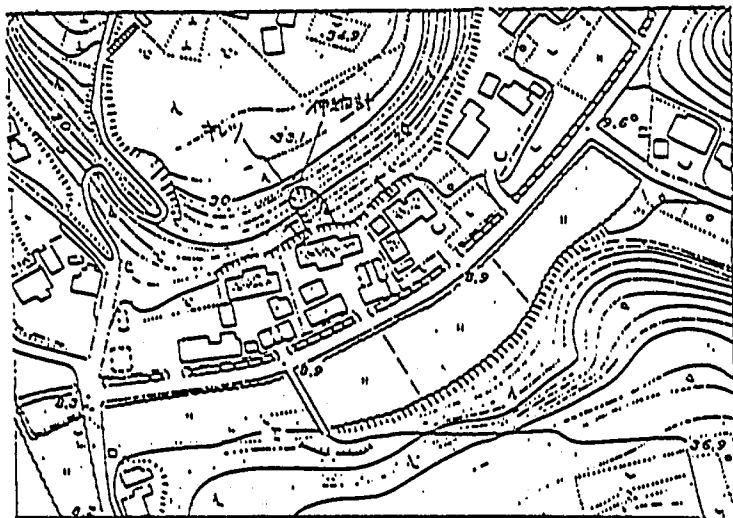


調査位置図 1/2500

斜面上部を構成している成田層が、タテ亀裂に沿って崩落した。崩土は樹木ごと落下し崖の下に停止している。
 崖そのものは旧採砂地で、崖下は畑地である。
 崖の上部には樹高10～15mの広葉樹がある。表土の厚さは、1.2～1.5m程度である。根系の貫入は表土の部分のみで、深さは1m程度である。

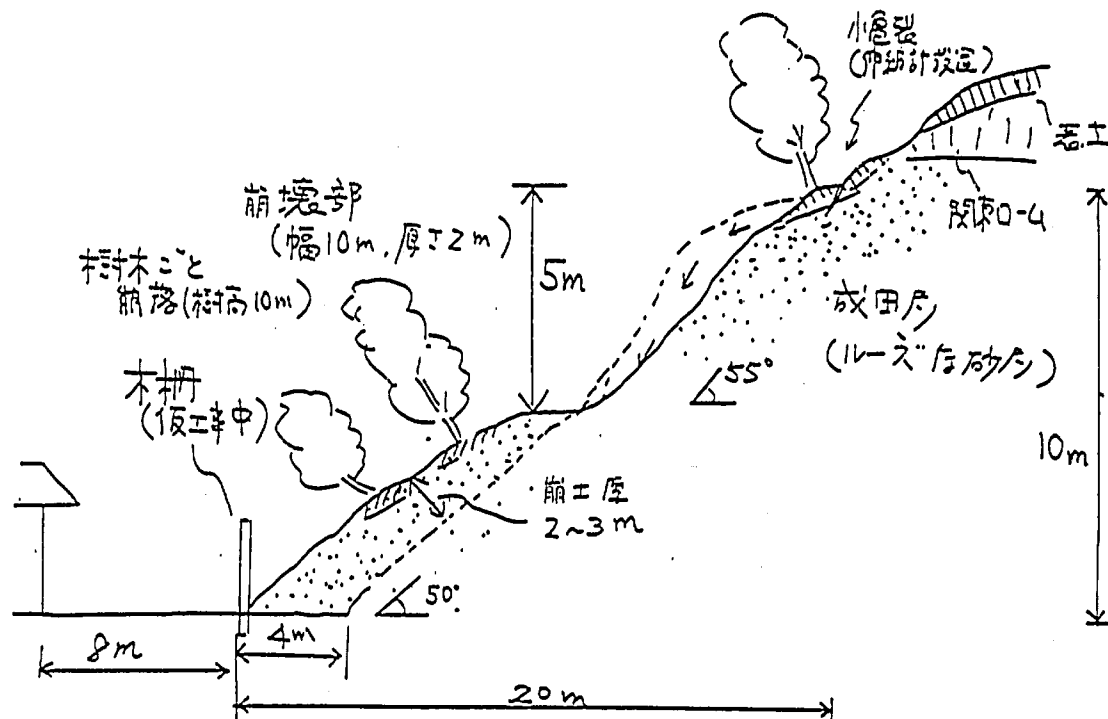


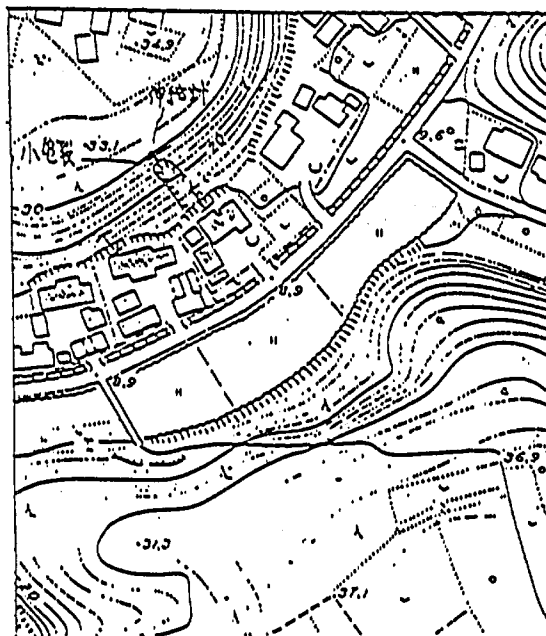




調查位置圖 1/2500

平坦な台地面の下に緩斜面があり、その緩斜面の直下より崩壊している。斜面の高さは約20mあり、斜面中部の成田層が9ヶ亀裂に沿って崩壊した。崩土は人家の近くまで離れた。この人家は12月末現在避難勧告が出ている。斜面上部の小亀裂をまたぐ伸縮計は、12月24日～27日までは変化がみられない。

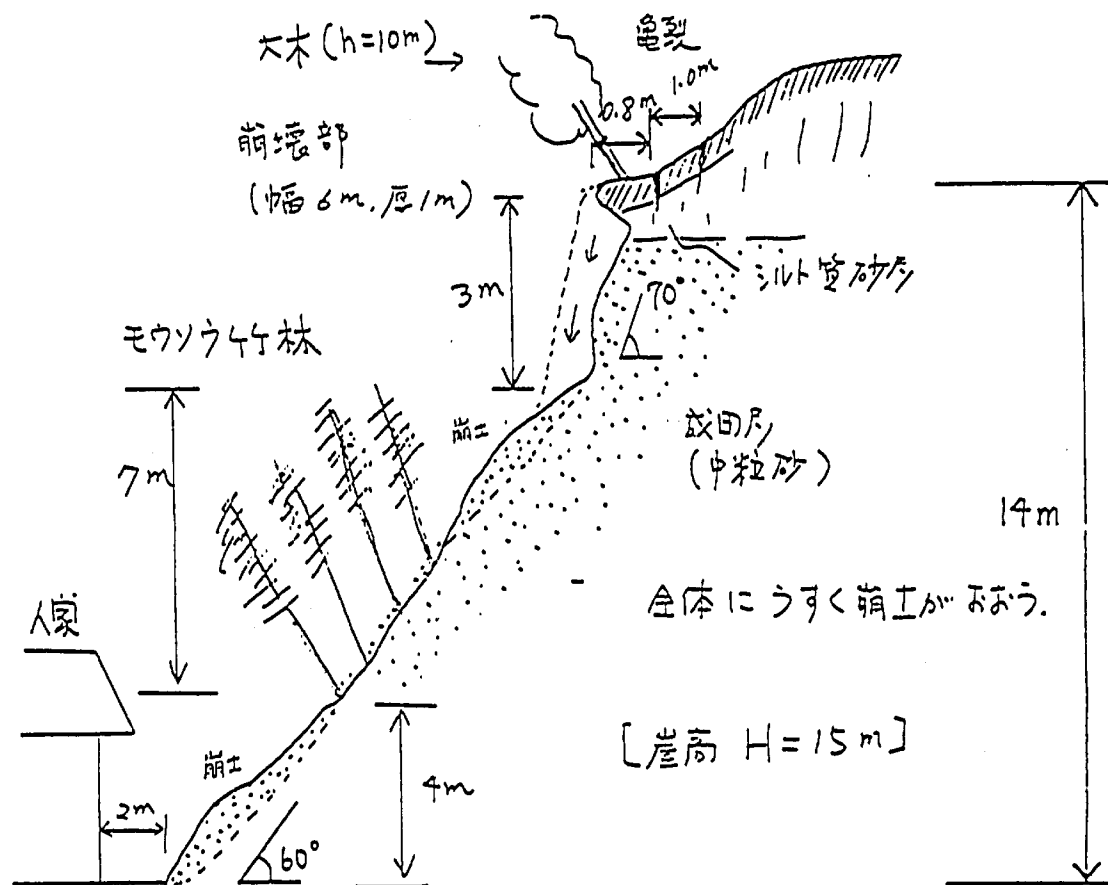


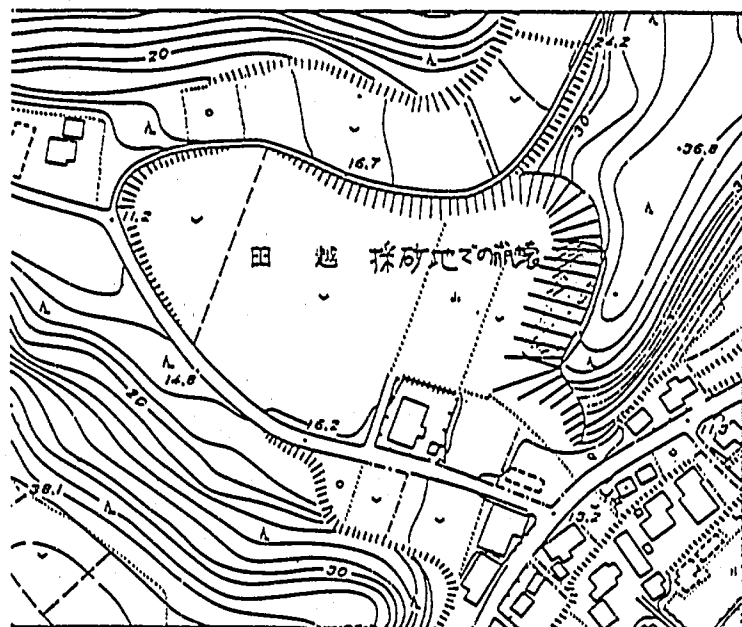


調查位置図 1/2500

(T5のつづき斜面)

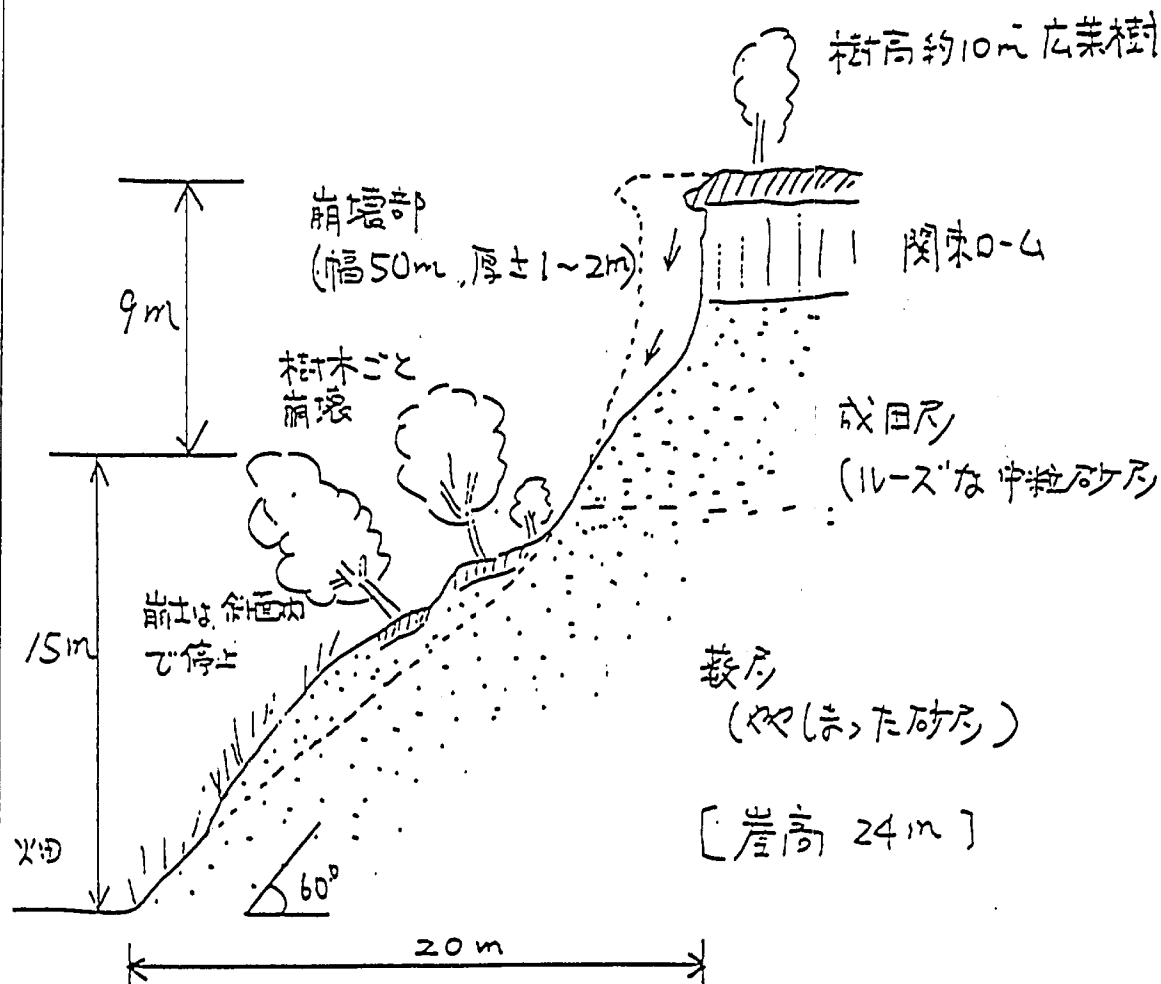
平坦な全地面の下に緩斜面があり、その緩斜面の直下から約3m下までのシルト質砂層の部分が崩壊している。崩壊は斜面の中部から最下部まで達している。斜面の脊には大木があった。斜面上部の小亀裂をまたぐ伸縮計は、12月24日～27日までは変化がみられない。竹林では変位がみとめられない。



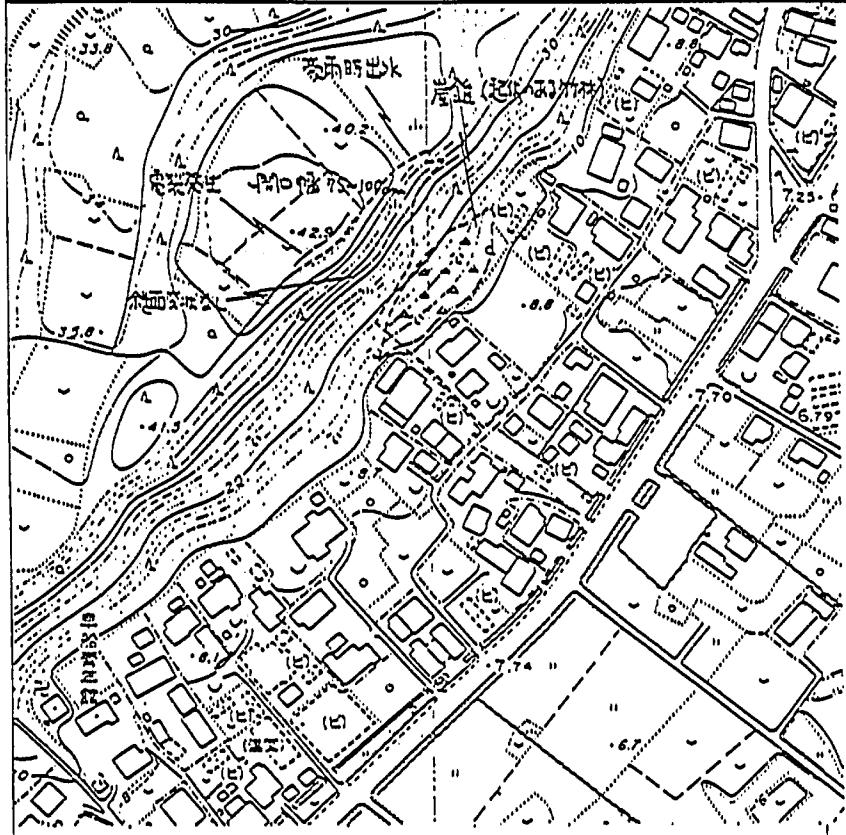


調查位置図 1/2500

古い採砂地にある急崖に発生した崩壊である。関東ローム層、成田層ともタテ解、裂が強くみられる。崩壊した部分は斜面上部の関東ローム層と成田層である。崩土は斜面直下に堆積している。なお斜面直下は畑となっている。



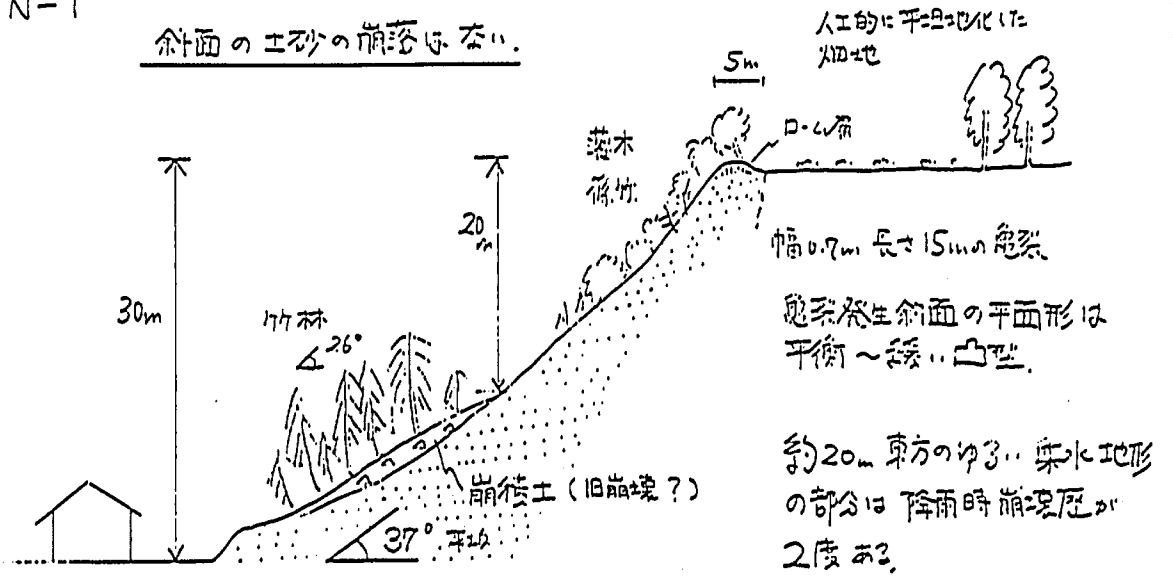
整理番号	N-1	山武 市 成東 村 早船	地質	関東ローム層 成田層	崩壊	クラック発生のみ	62年 12月 27日 調査
------	-----	--------------	----	------------	----	----------	----------------



調査位置図 1/2500

N-1

斜面の土砂の崩落はない。



谷地に面した急崖部の上端に亀裂が発生している。
 亀裂は、人工的に平坦化したと思われる平地に長さ約15m
 にわたって発生し、開口幅は最大約100cmである。
 土砂の崩落はないが斜面下部には旧崩積土が滞留し、
 竹林となっている。斜面上部の植生は幹径20cm程
 度の広葉樹や高木疎林。

整理番号

N-2

山武市成東町早船

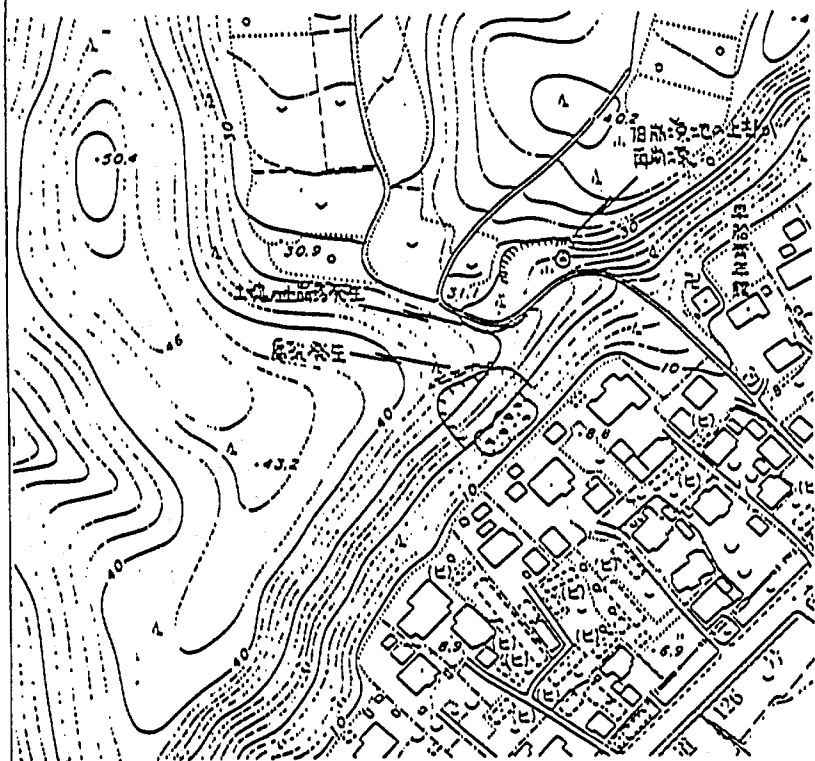
地質

腐植土、関東ローム層、成田層

崩壊

クラック発生のみ

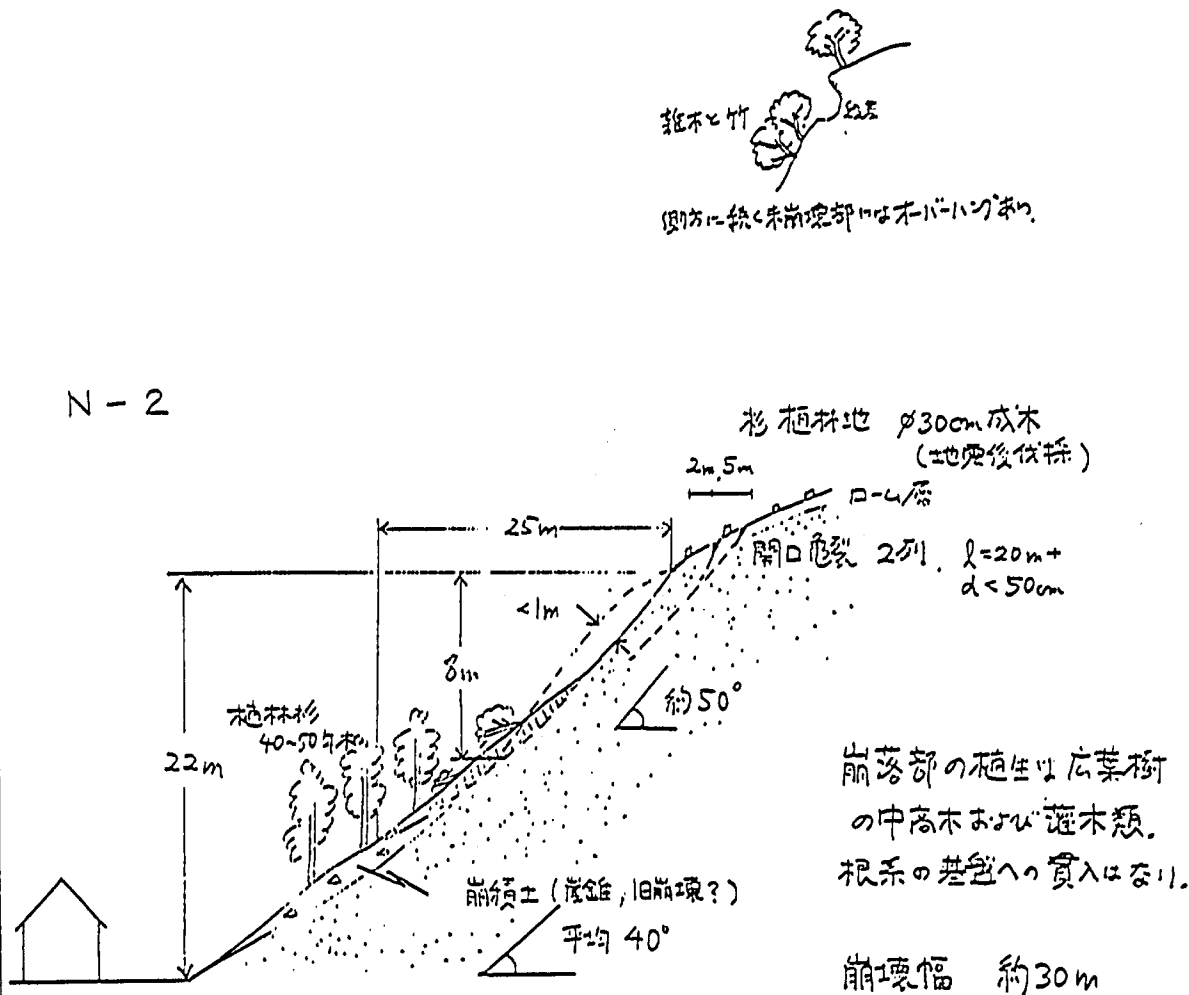
62年12月27日調査



調査位置図 1/2500

低地に面した急崖の表層崩壊。上端の台地面上には2本の開口亀裂が残っている。亀裂は長さ20m以上、開口幅は50cm以下と思われる。崩壊土砂は斜面中腹で停止しているが、下部には、旧崩壊によると思われる炭鏝が分布し、植林地となっている。崩壊地の側方に続く、未崩壊斜面の上端にはオーバーハングや段差が認められる。

N-2



崩落部の植生は広葉樹の中高木および灌木類。根系の基盤への貫入はなし。

崩壊幅 約30m

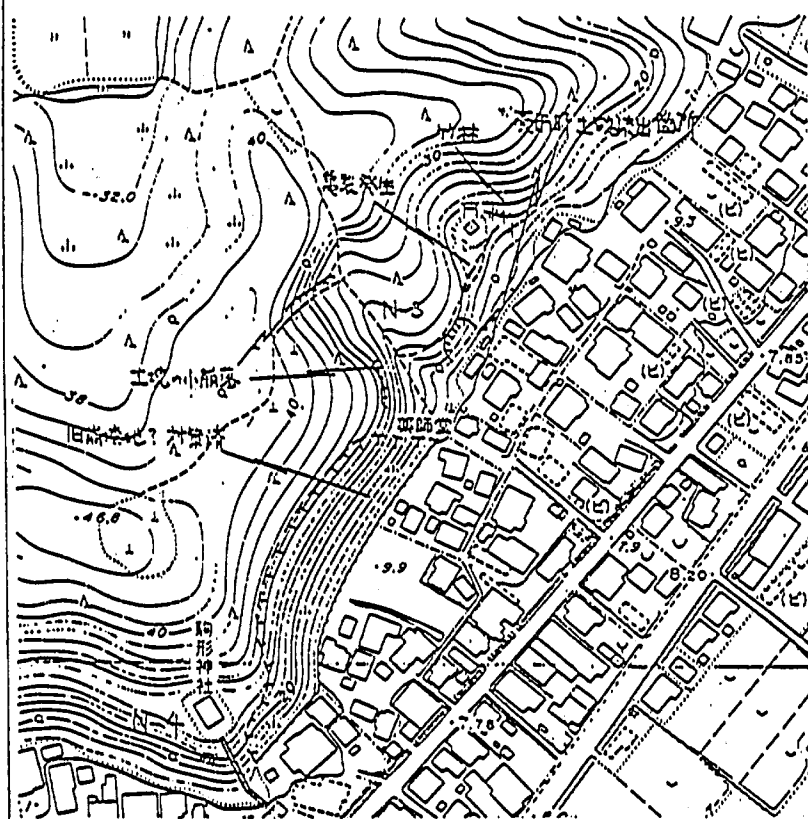
整理番号 N-3

山武(郡)市成東町村寺崎

地質 成田層

(崩壊) クラック発生のみ

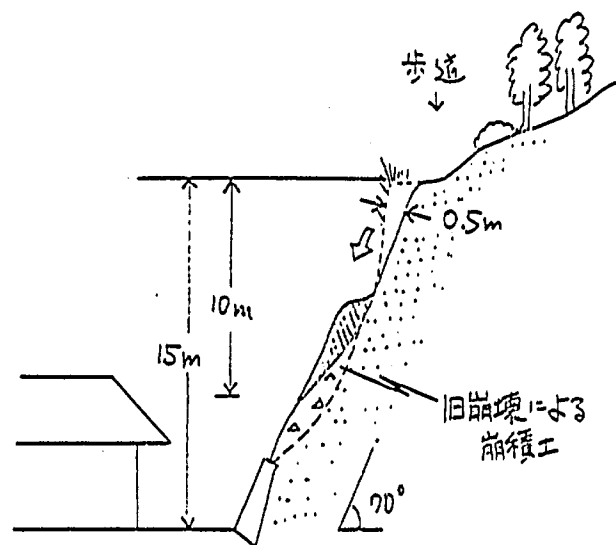
62年12月27日調査



調査位置図 1/2500

崖地中段に設けた歩道の下部のほぼ直立した斜面が崩落した。旧崩壊地と思われ斜面下部には崖錐がみられる。崩壊地と端の平坦部には亀裂が発生し、側方に連続しているが、樹林に覆われた斜面では土砂の崩落は発生していない。

N-3



崩落部の植生はススキ、カヤ
基盤への根の貫入はない

崩壊幅 約10m

整理番号

N-4

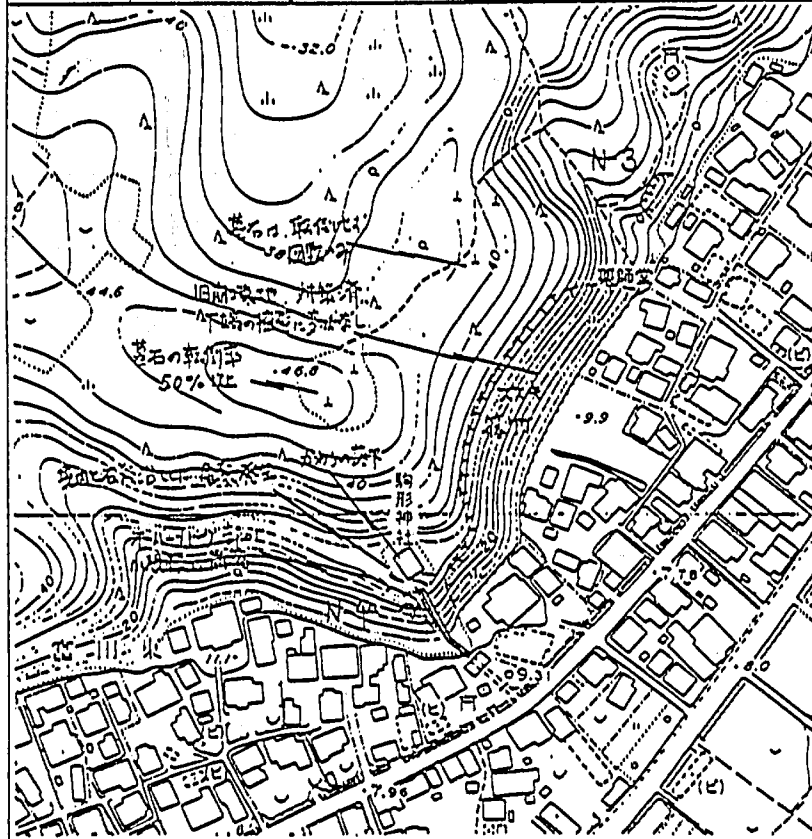
山武 郡・市 成東 町・村 富田 栗駒 地質

成田層

例 図

クラック発生のみ

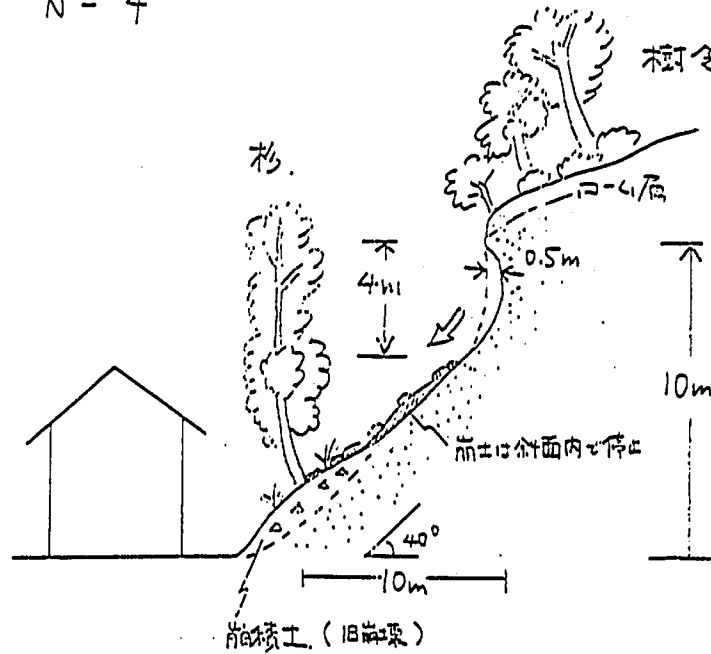
63年12月27日調査



調査位置図 1/2500

台地末端から低地に下がる脚部の小尾根側面でも小崩落が発生、オーバーハングの部分が落下したと思われる。小尾根上の駒形神社境内には北東-南西方向の亀裂が発生している。亀裂は念道谷いにもみられる。

N-4



崩落部は裸地または草地であつたと思われる。崩壊幅は約5m

整理番号

N-5

山武 市 成東 町 村 富 田

地質

関東ローム層, 成田層

崩壊

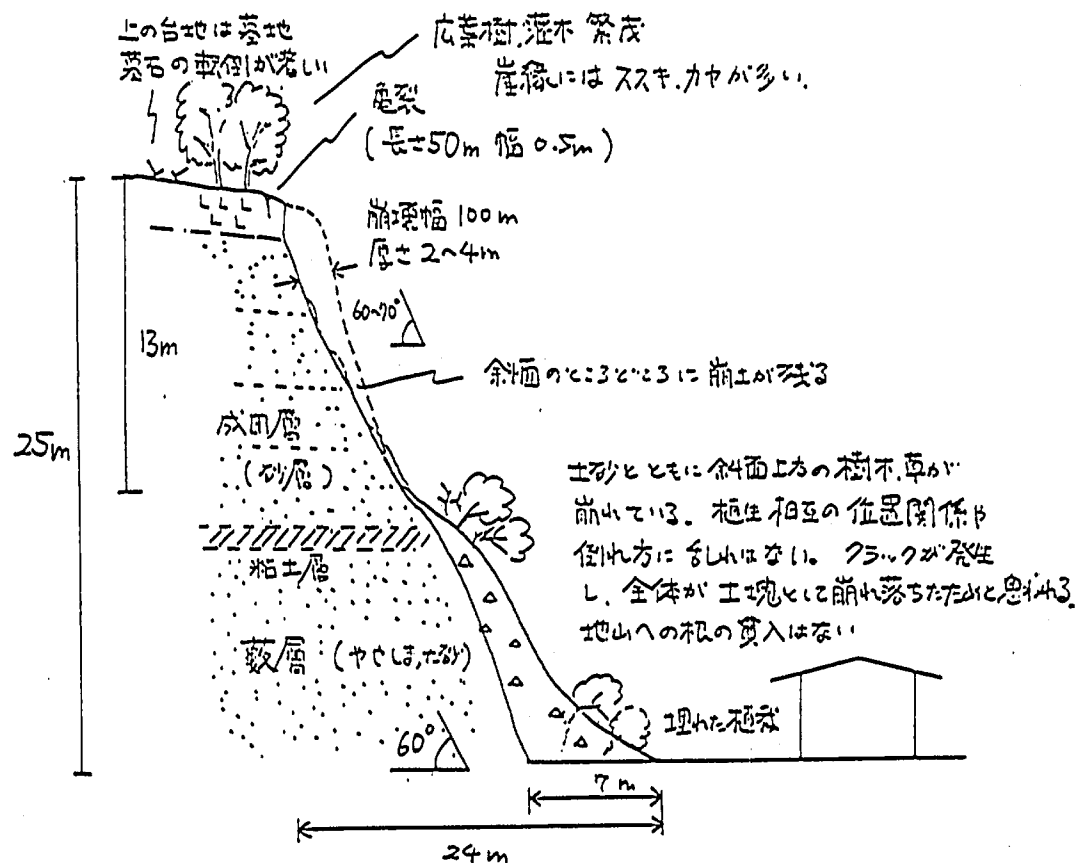
クラック発生のみ

63年12月27日調査

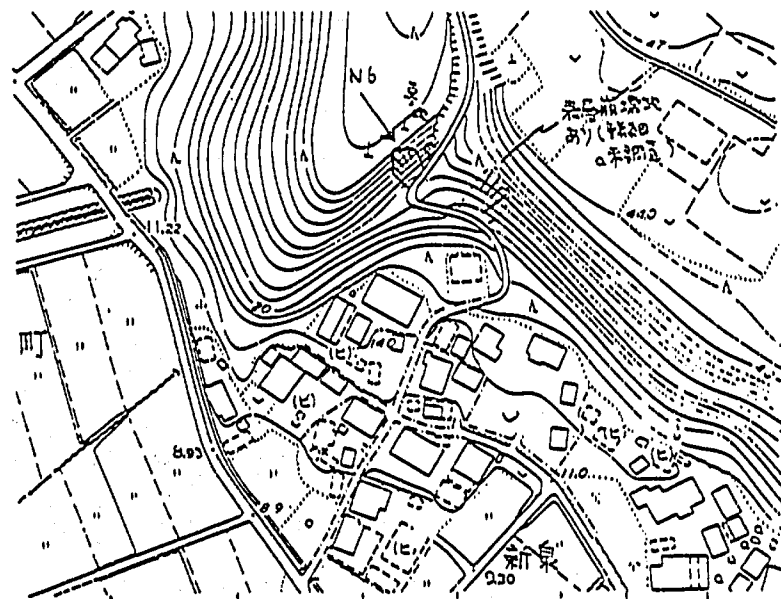


調査位置図 1/2500

地震以前は古い切工地と思われる急斜面が細く残っていた。尾根をはずれていたが地震によって切工上端より2~4mの根までが崩落した。このとき尾根も崩壊した。崩土は斜面上部から下部に堆積して不安定であり、がけの上には幅40~60cm、深さ60cm程度の崩壊が長さ50mにわたってあり、未だ崩落の危険がある。またがけ上面の落石は33基のうち30基が転倒しており、震動が著しかったことを示している。ただしこれが地震時からのものによるものか、崩壊現象に伴うものかは不明である。

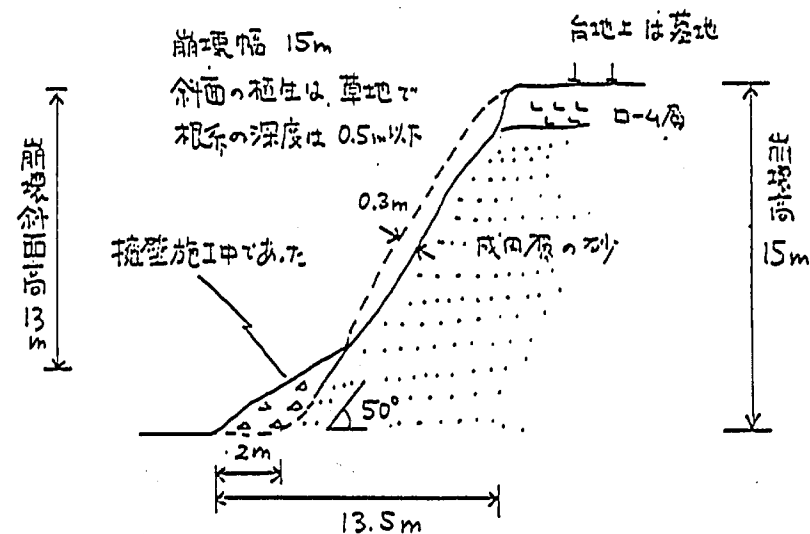
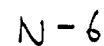


植生は かん木、広葉樹を主として、がけ縁にはススキなどの草本が見られる。広葉樹は5m高ほどとある。崩落した部分と崩落しなかった部分に植生の不連続はよく、崩土上には、植生があまり乱れることなく残っている例が多い。このことから、根張り、の深い樹木がゆるがれて崩壊が発生したのでよく、クラックが発生して土塊として崩落したことを示すものと思われる。



調查位置圖 1/2500

切土法面の保護のため斜面下部をさらに若干切り込
で擁壁を打設する工事の途中で地震が起こった。
そのため、草つき斜面の表層30cm程度が崩落したが
現在では比較的安定しており、崩壊拡大の危険は少
ないと思われる。



整理番号

N-7

山武郡・市成東町・村 真行寺

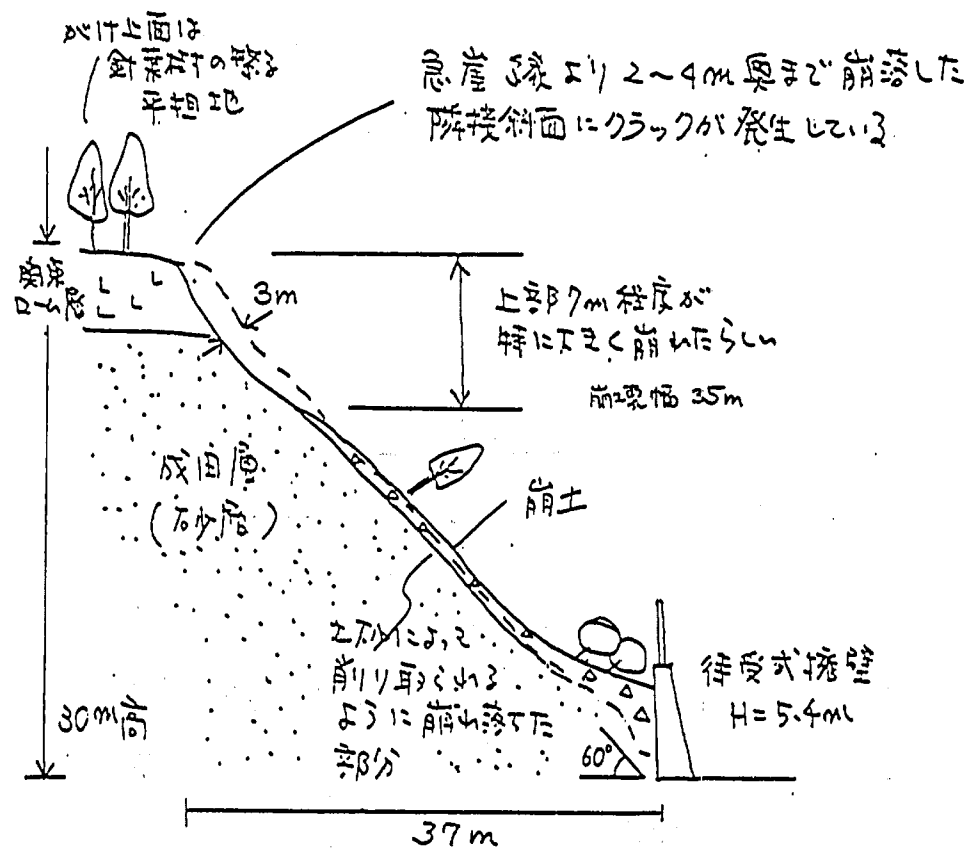
地質

関東ローム層, 成田層

崩壊

クラック発生のみ

63年12月27日調査



旧崩壊地であったものと思われる。その急崖の上部7m程度が奥行2~4mにわたって大きく崩れたものであり、斜面下部は取られるように崩れ落ちたものと思われる。周囲には表層崩壊があらうこちらに見られ、また、2名の亀裂が近くに見られる。この亀裂は長さ10.7mに及びその延長は滑落崖に一致しているが、地層をさし、ビニールシートをかぶせてあるのでその程度は不明であり、不安定な状態にあり、充分な観察を継続する必要がある。

植生は、崩壊上面や崩壊地の間隙が針葉樹林(12m高)であり、がけ縁も針葉樹が繁っていたものと思われる。一方、崩落面では明らかに広葉樹、針葉樹が見られるものの、おおむね裸地か草地であったものと思われる。

整理番号

N-8

山武 郡・市 成東 町・村 真行寺

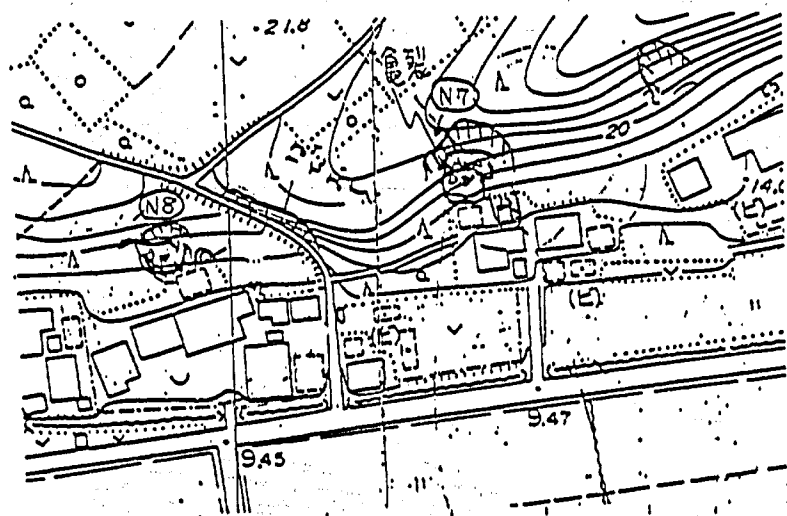
地質

関東ローム層 成田層

崩壊

クラック発生のみ

63年12月27日調査

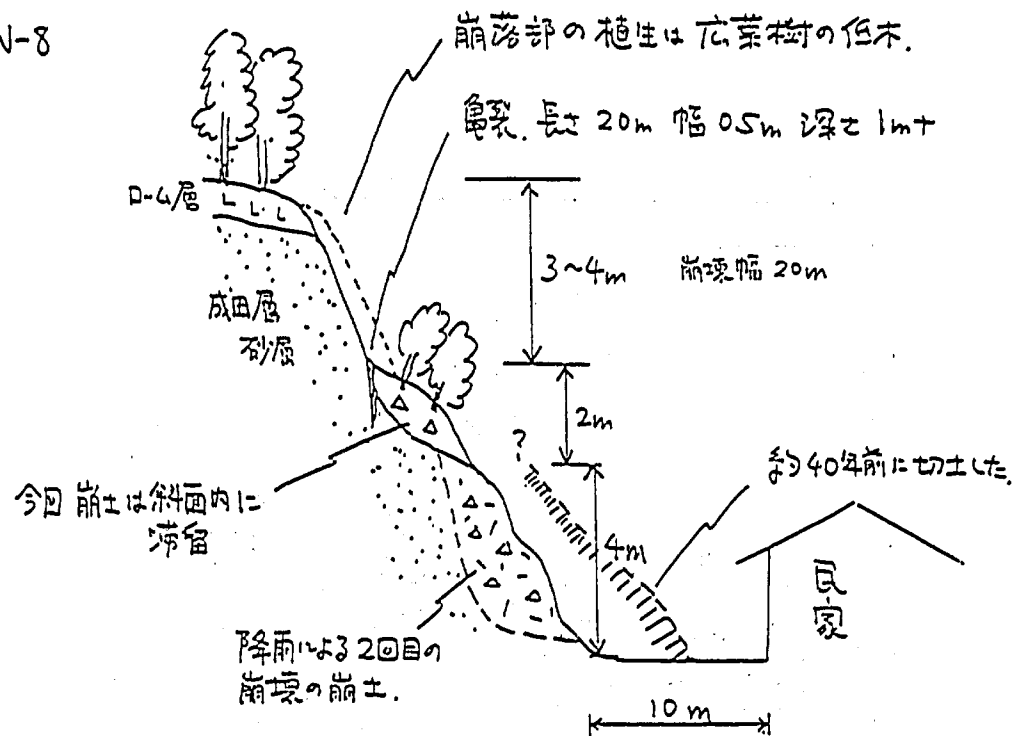


調査位置図 1/1800

この崖は40年くらい前に山を切ったものであるが、地盤以前にも2回同様の崩壊を起している。2回とも梅雨末期の大雨、台風と降雨によるものである。1回目は十数年前で崩土は町元3mの高さに達した。2回目は家屋には及ばなかったものの、現在に残っている。

今回崩壊した斜面は、ローム層と砂層より成り、かん木が覆っていた。このうち上部3~4mが奥行7m程度にわたって崩壊し、旧崩壊積土の上に新しい崩壊土を堆積させた。

N-8



崩壊崖の延長は亀裂となっている。亀裂の幅は50cm、深さは1m以上であり、住民が保護のためビニールシートを敷いている。旧崩壊土および新崩土は今後大雨の際に流出するおそれがあるので、排除した方がよい。植生はかん木を主としており、ところどころに呉れらるなす樹も根張り1.5m程度である。崩壊上面と崩土の部分の間には植生の不連続はなく、また崩土上の植生にもおそれが見られないことから、現在見られる亀裂面から土が崩壊して崩壊したことがわかる。

整理番号

N-9

山武 郡・市 成東 町・村 真行寺

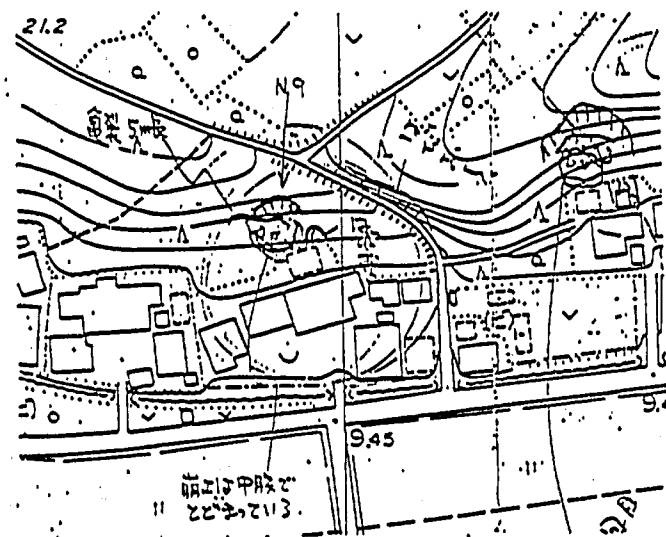
地質

関東ローム層

崩壊

クラック発生のみ

62年12月27日調査



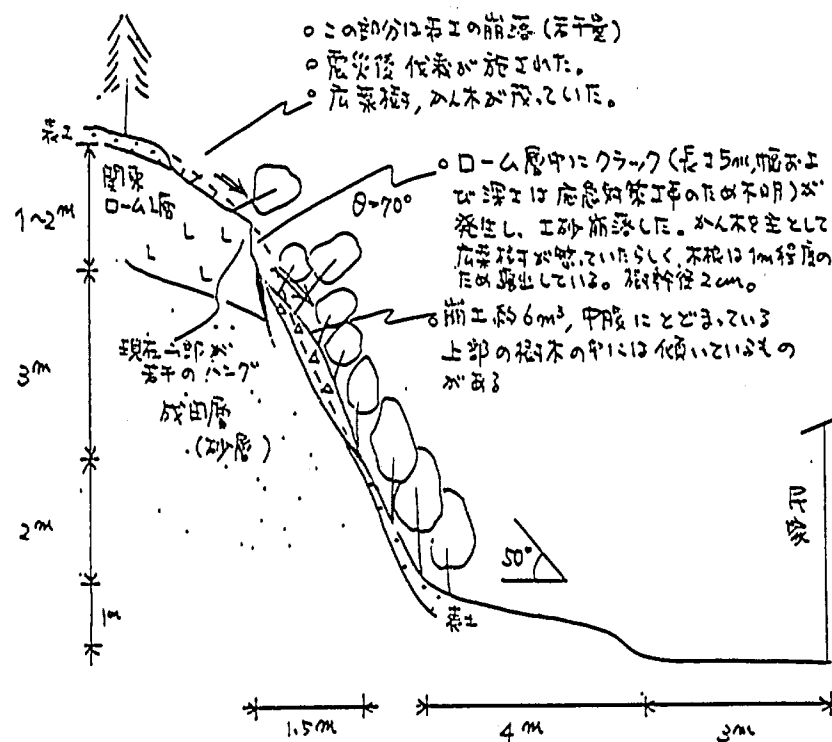
調査位置図 1/1800

がけの上端はローム層より成り、上部1~2mが崩壊している。
亀裂は崩落面に沿って西へ伸びているが、深さ、巾は工事を施してあるので不明である。

人家に被害を及ぼすおそれはないが、亀裂からの雨水の浸透は防ぐ必要がある。

植生は主として広葉樹、かん木で、広葉樹は高さ4m程度である。

((崩壊巾5m、崩壊深0.8mの崩壊))



整理番号

N-10

山武郡・市成東町・村市場

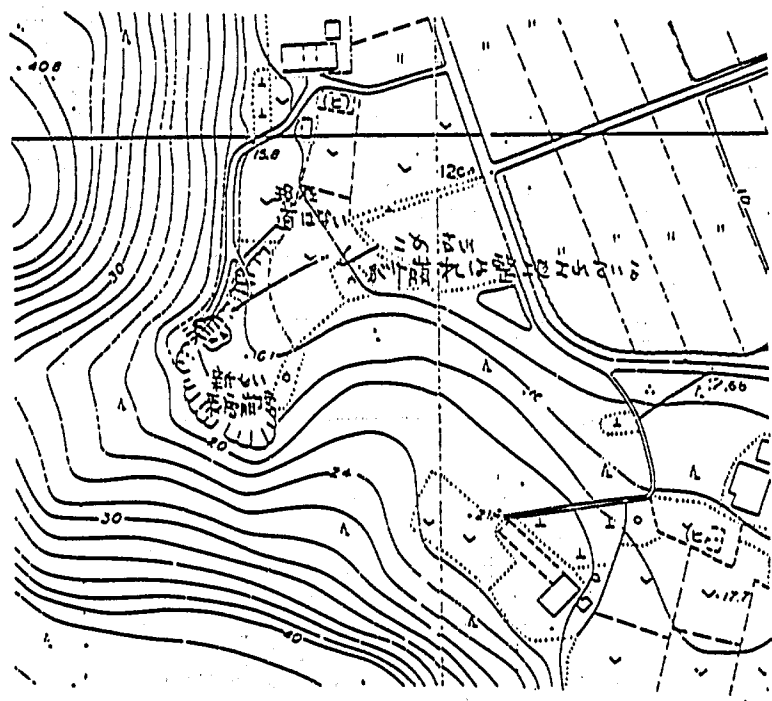
地質

成田層(砂層)

崩壊

クラック発生のみ

62年12月27日調査

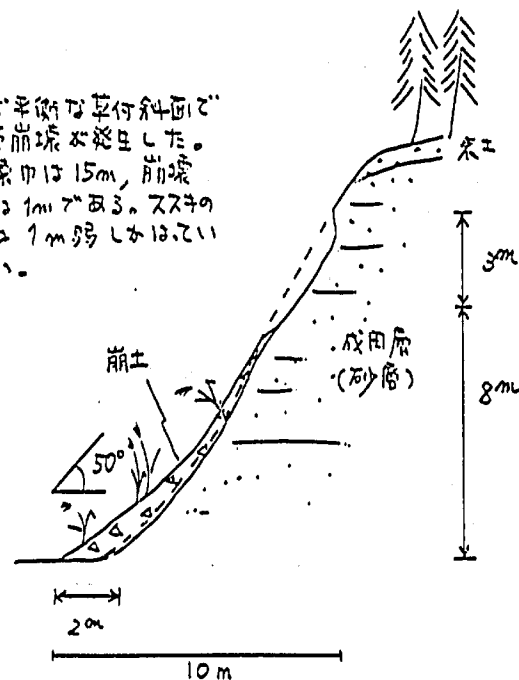


調査位置図 1/2500

旧崩壊地と思われる草付き斜面の上部3mの表層1m
程が表層崩壊を起こした。

植生はススキなどの草本である。根張りは1m程度
で崩壊源よりやや浅い。

ほぼ平坦な草付き斜面で
表層崩壊が起きた。
崩壊巾は15m、崩壊
深は1mある。ススキの
根は1m弱しかはてい
ない。



整理番号

N-11

山武 市 成東 村 板附

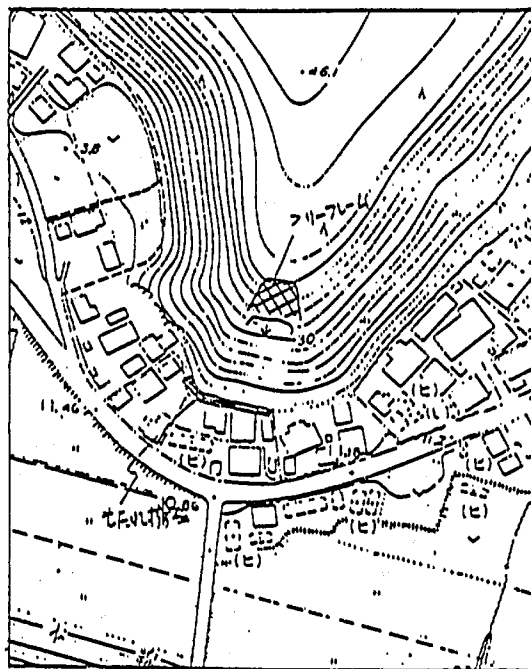
地質

上り表土層関東ローム層成田層

崩壊

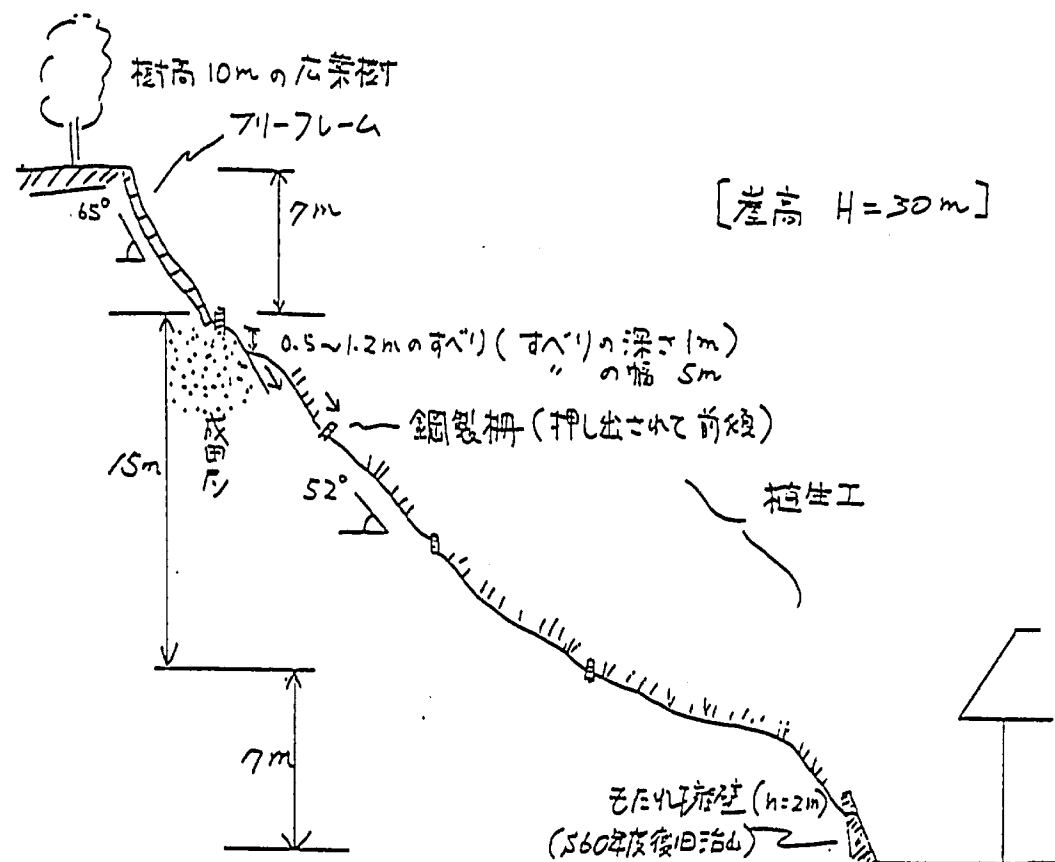
クラック発生のみ

62年12月27日調査



調査位置図 1/2500

斜面上部にフリーフレーム工、中～下部に鋼製柵工最下部にもたれ擁壁が施工されている。崩壊は発生しなかったが斜面の3/4ぐらい上部にクレツが発生し、ずれが1m程度ある。
 ずれの生じたブロックは、幅12m、高さ5m、厚さ1mである。
 現在、応急的にパイプの打ち込みが施工されているが、まだ不安定である。



T2-13~16

整理番号

N-12

山武 郡・市 成東 町・村 板附

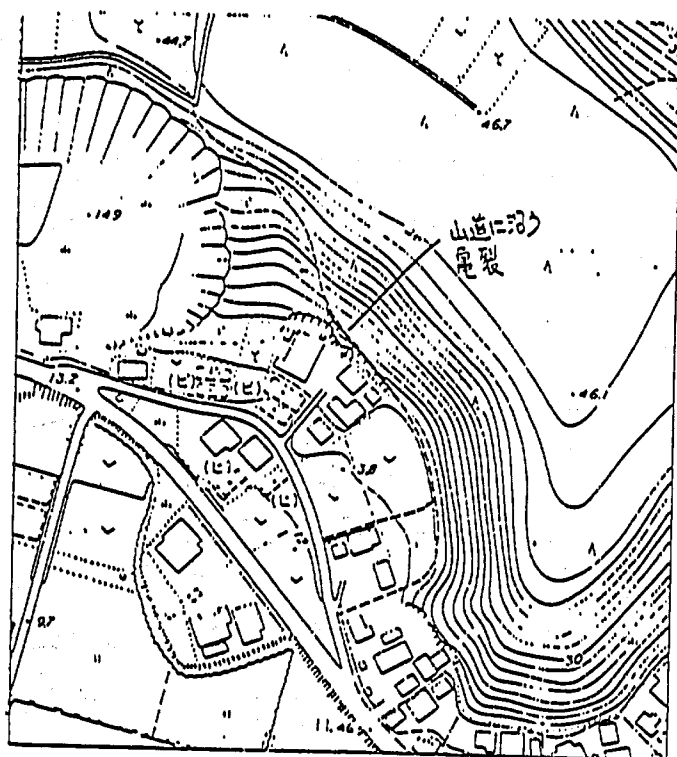
地質

成田層 礫層

崩壊

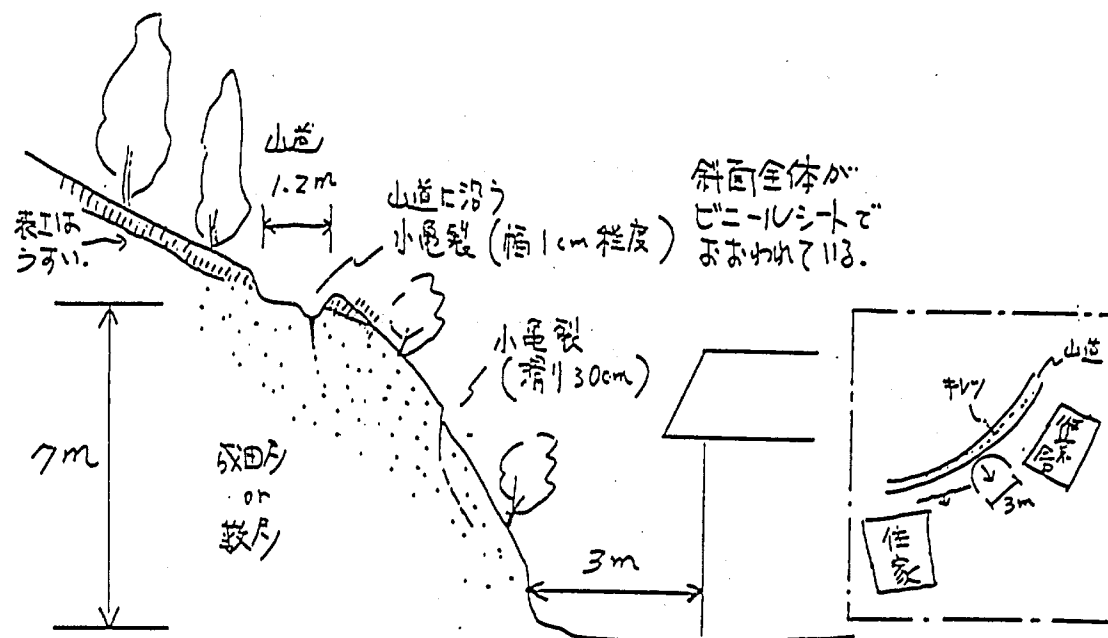
クラック発生のみ

62年12月27日調査



調査位置図 1/2500

崩壊は発生していないが、人家の背後の斜面に亀裂が生じ、危険な状態になっている。斜面中部に横断方向の小道があり、小道に沿って亀裂がみられる。この人家には戦時中に兵隊が駐留しており、残骸を多く掘った。そのため、斜面が崩れやすくなったと考えられる。

[崖高 $H=7m$]

斜面下部で掘削等の有害行為あり。

整理番号

N-13

山武郡・市成東町・村板附

地質

上部
関東ローム層・成田層・敷層

崩壊

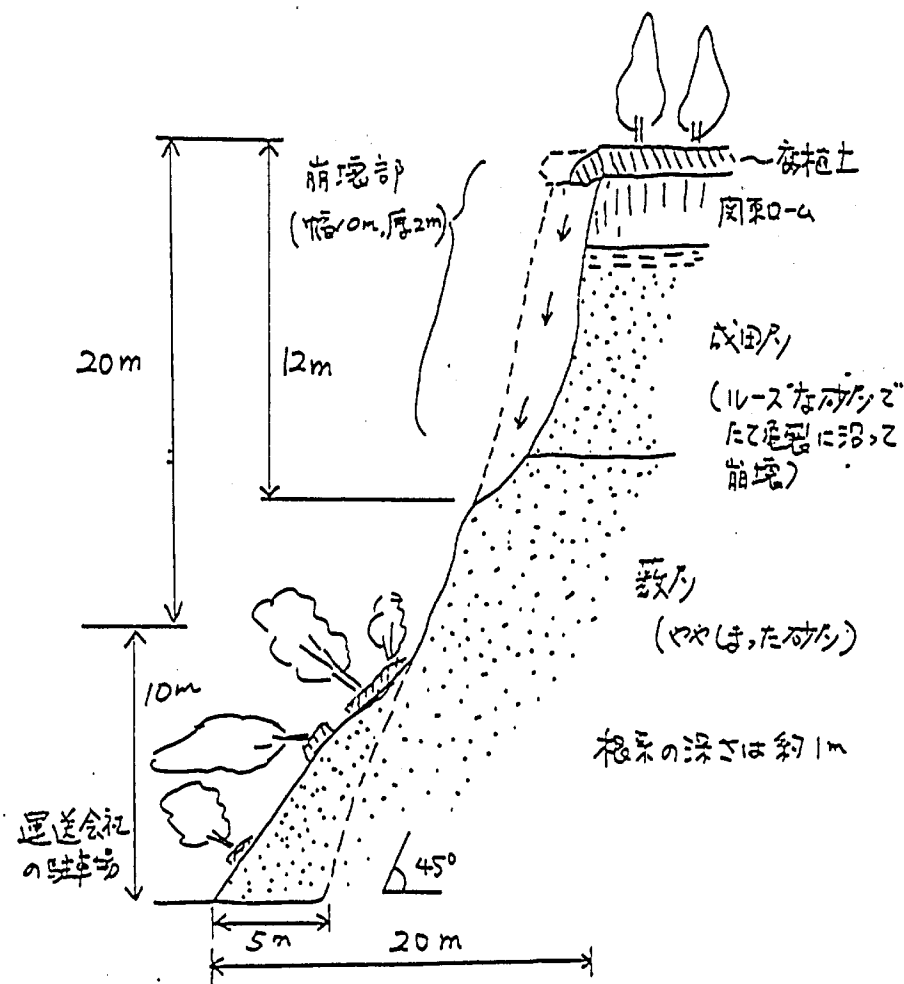
クラック発生のみ

62年12月27日調査



調査位置図 1/2500

古い採砂地にある急崖に発生した崩壊である。
 関東ローム層・成田層ともタテ亀裂が発生している。
 崩壊したのは、斜面上部の関東ローム層と成田層の上部で
 斜面直下に崩土が堆積している。崩土中には、 $\phi 50 \sim 30 \text{ cm}$
 の石けん塊がある。なお、斜面直下は運送会社の
 駐車場になっている。



整理番号

N-14

山武 国・市 成東 町・村 下町(波切不動)

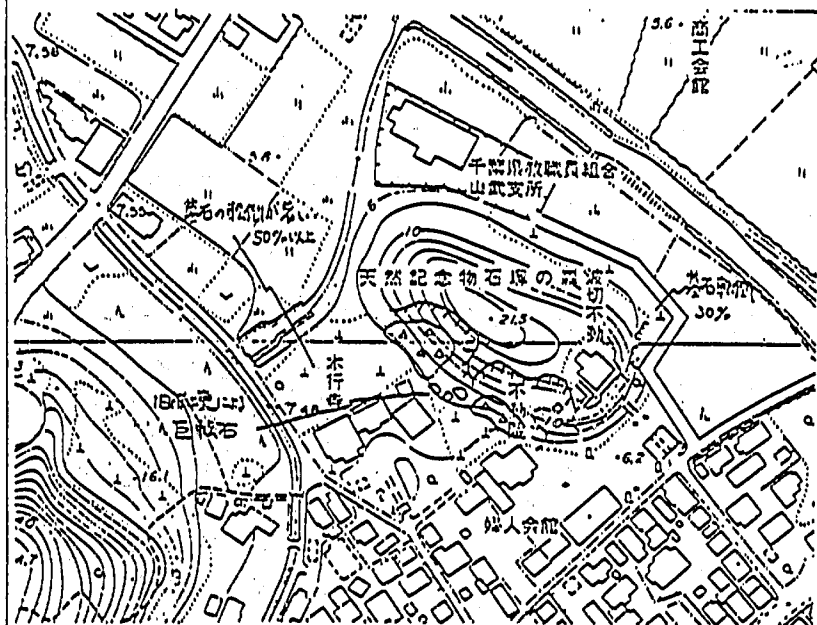
地質

腐植土、段礫層、笠森層

崩壊

クラック発生のみ

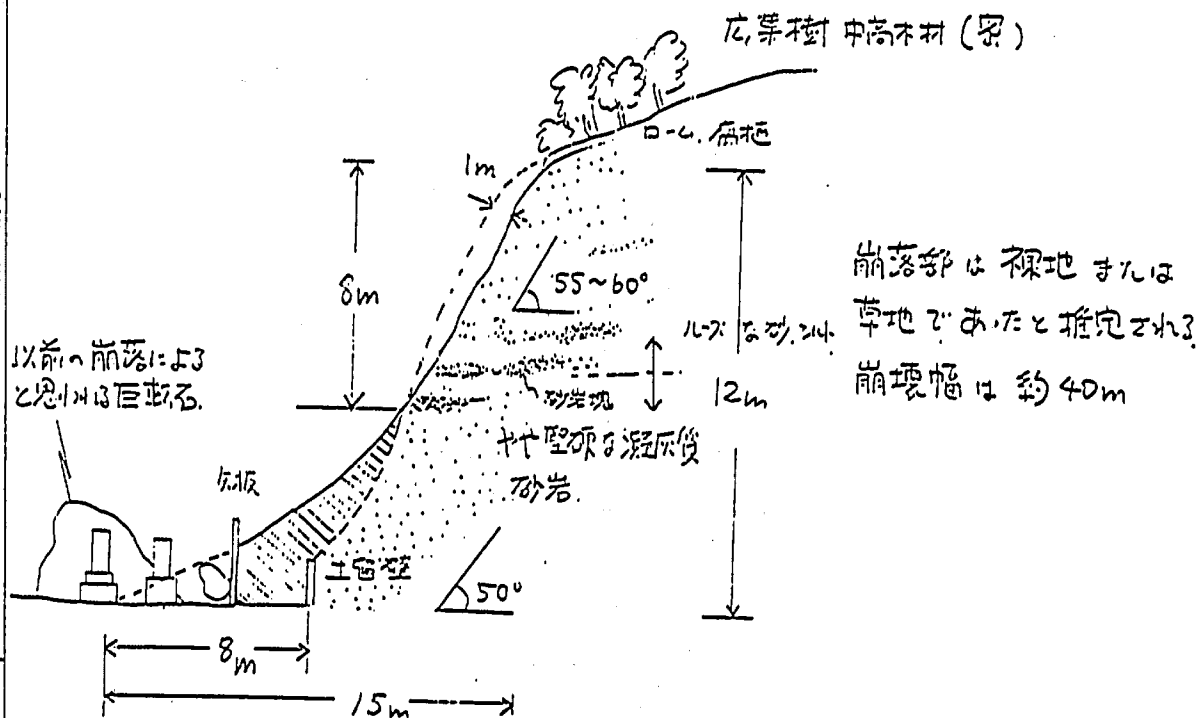
62年 12月 27日 調査



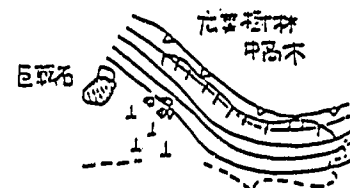
調査位置図 1/2500

開削された台地の小山状部分の急崖が崩壊。
崖の下部はわり堅硬な砂岩からなり、崩壊は上部の
ルーズな砂層部で発生している。斜面基部には巨崩壊
によると思われる巨礫石が分布する。また、
斜面基部の不平等院及び本行寺の墓石は転倒してい
るものが多いが波切不動境内の石礫類には被害は
ない。

N-14



崩壊はこの付近まで
到達したと推定される。



整理番号 N-15

山武 郡・市 成東 町・村 上町

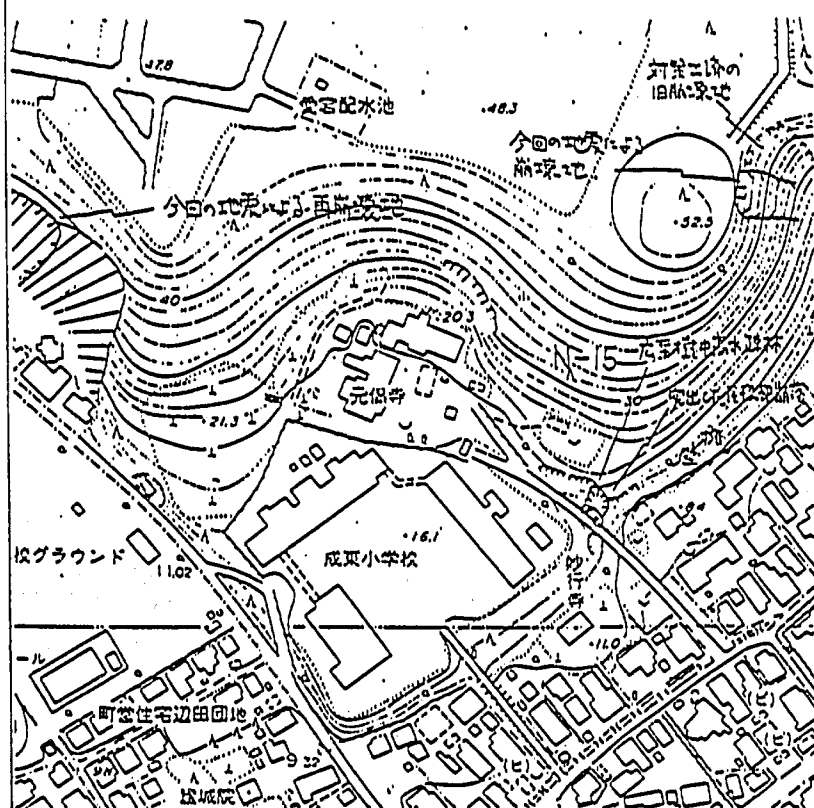
地質

腐植土

崩壊

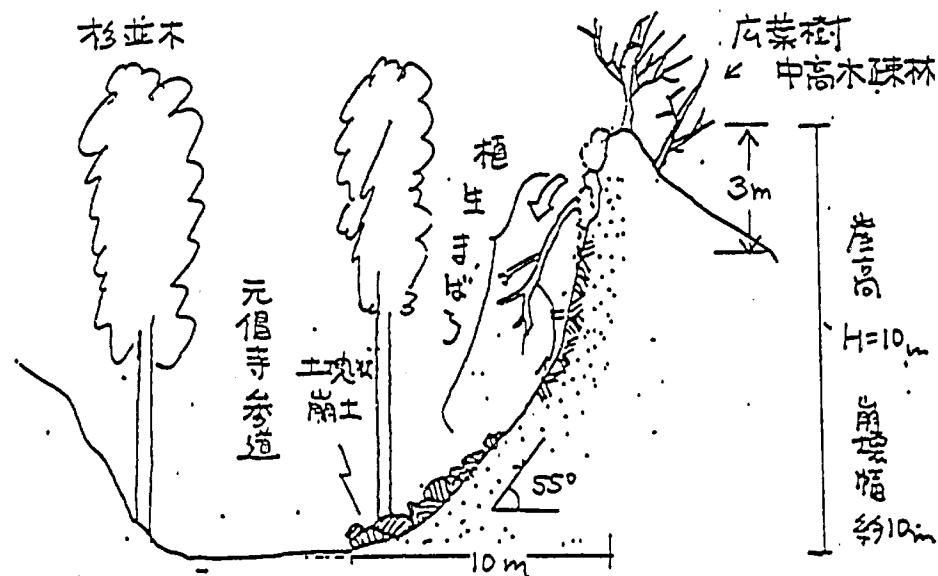
クラック発生のみ

62年 12月 27日 調査

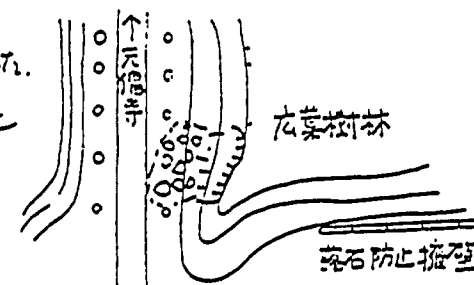


調査位置図 1/2500

台地縁から低地に張り出した小尾根の側壁が崩落。斜面は急傾斜で植生はほとんどない。崩落土塊は落石に近い形態であり、地山の亀裂の発生した部分が剝離したものと推定される。小尾根はヤセ尾根で稜線には 20 年木以上の広葉樹中高木が分布する。



尾根上の樹木の根が貫入した。亀裂の多い層が崩落したと考えられる。



整理番号

N-16

山武 郡・市 成東 町・村 根 蔵

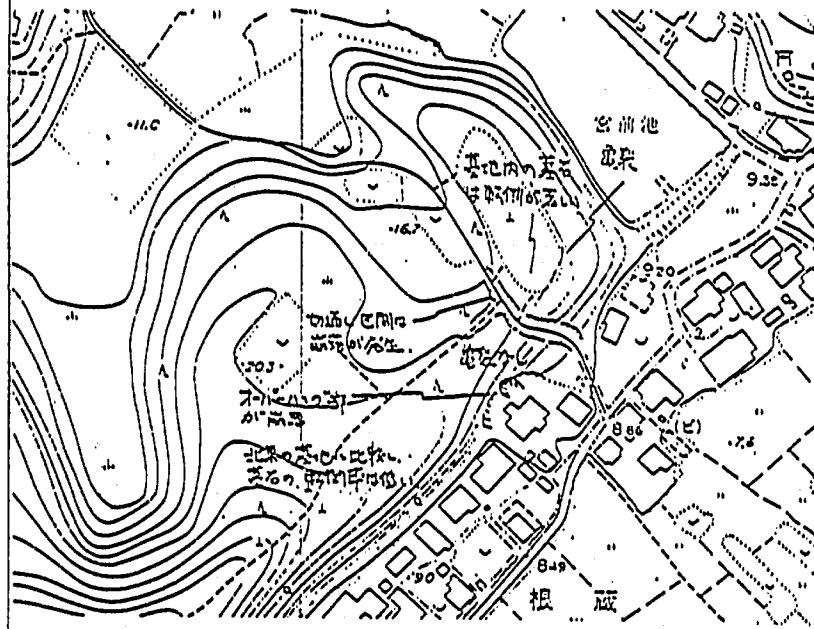
地質

腐植土、笠森層

崩壊

クラック発生のみ

62年12月27日調査

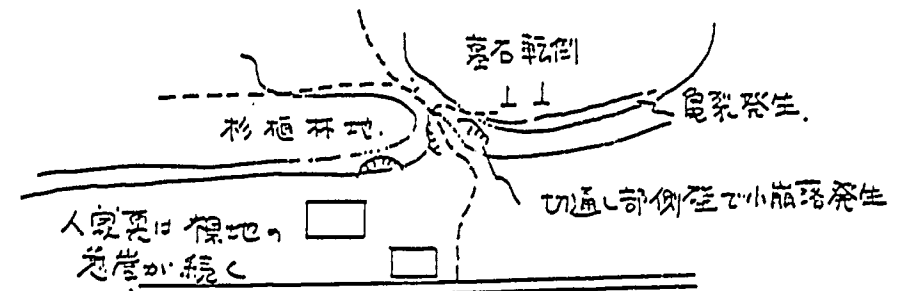
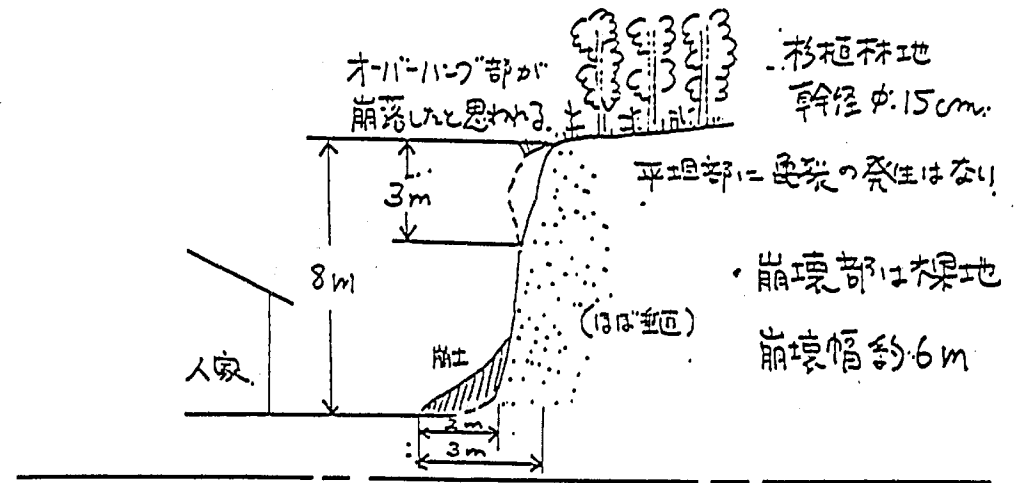


調査位置図 1/2500

台地末端部人家裏の急崖で小規模な崩壊が発生。

オーバーハング部の土砂が崩壊したと推定される。

崖の基盤は人工的に削り取った可能性がある。崖上の平坦地には亀裂はみられぬが、本地点の東方にある基地近辺では墓石の転倒が著しく、崖の上端に沿って開口亀裂が認められる。



整理番号

N-17

山武郡・市成東町・村根蔵

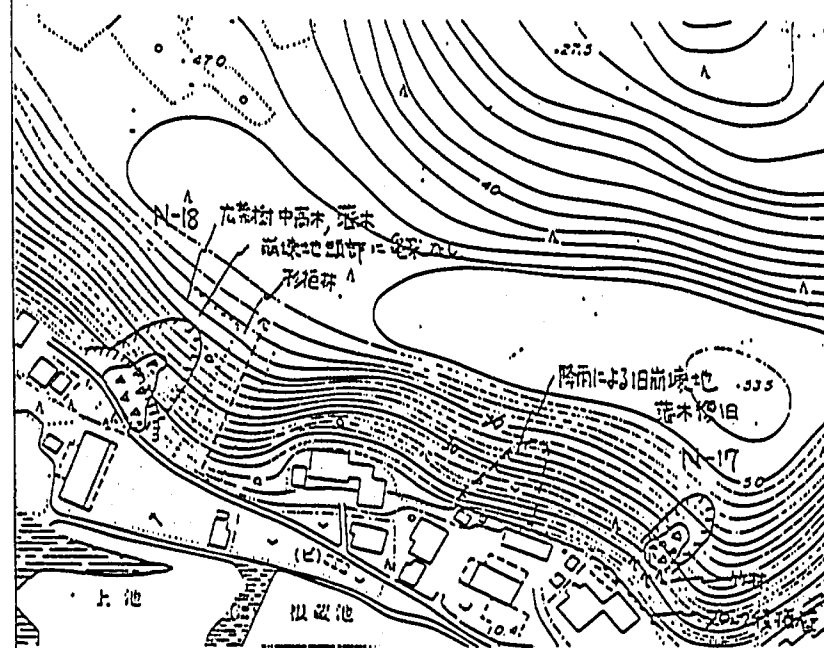
地質

腐植土・関東ローム層・笠森層

別紙

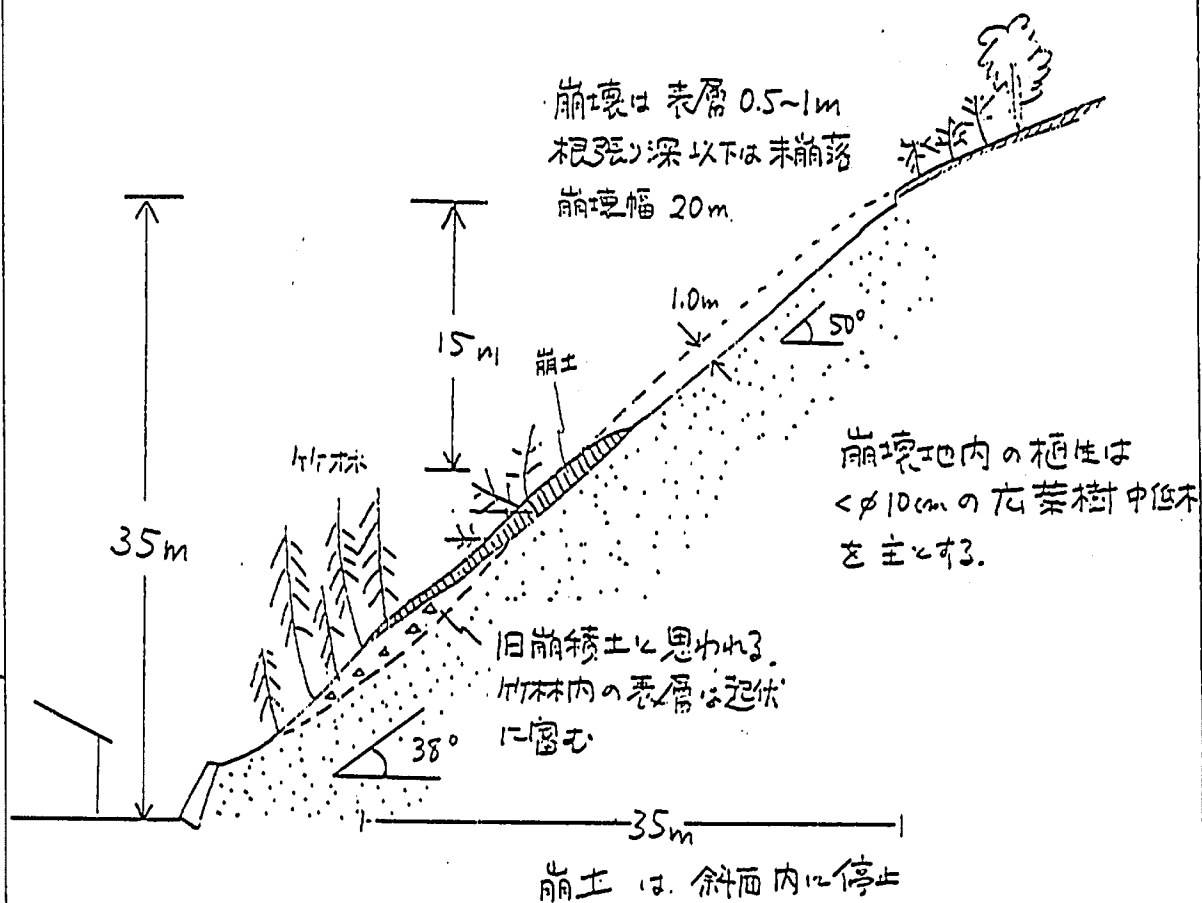
クラック発生のみ

62年12月27日調査



調査位置図 1/2500

谷地縁の急崖部で境界線より下部が崩落。崩落部は、
樹木の根張り=深以上の表層部のみで発生している。
崩落した土砂は斜面中腹に滞留している。斜面下部には
旧崩壊によると思われる堆積物が分布し、竹林と成っている。
崩壊部分の斜面の傾斜は約50°。



整理番号

N-18

山武 郡・市 成東 町・村 根蔵

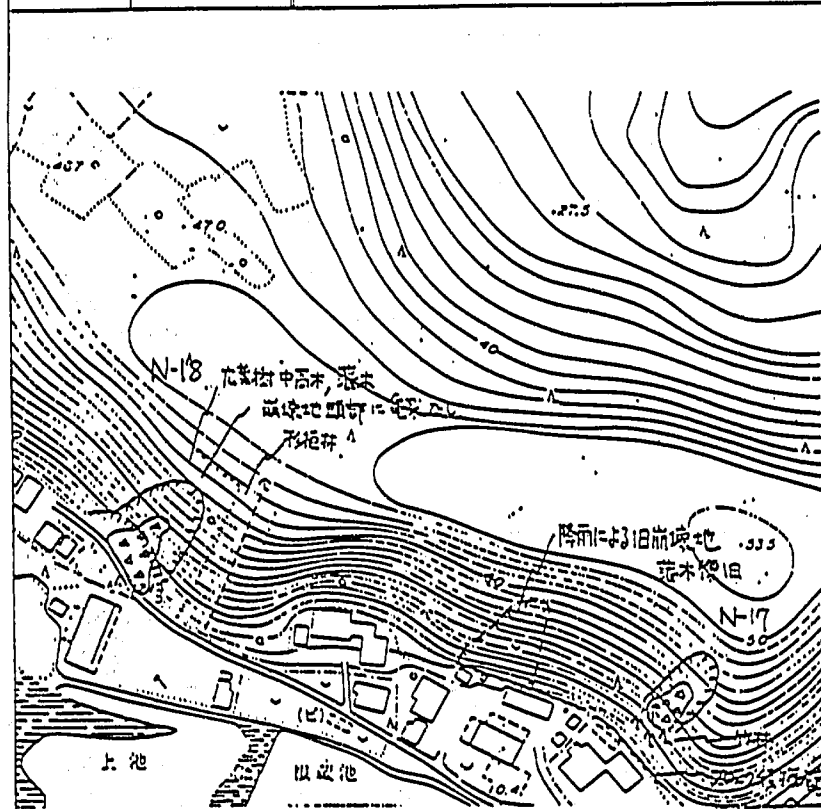
地質

関東ローム層、笠森層

崩壊

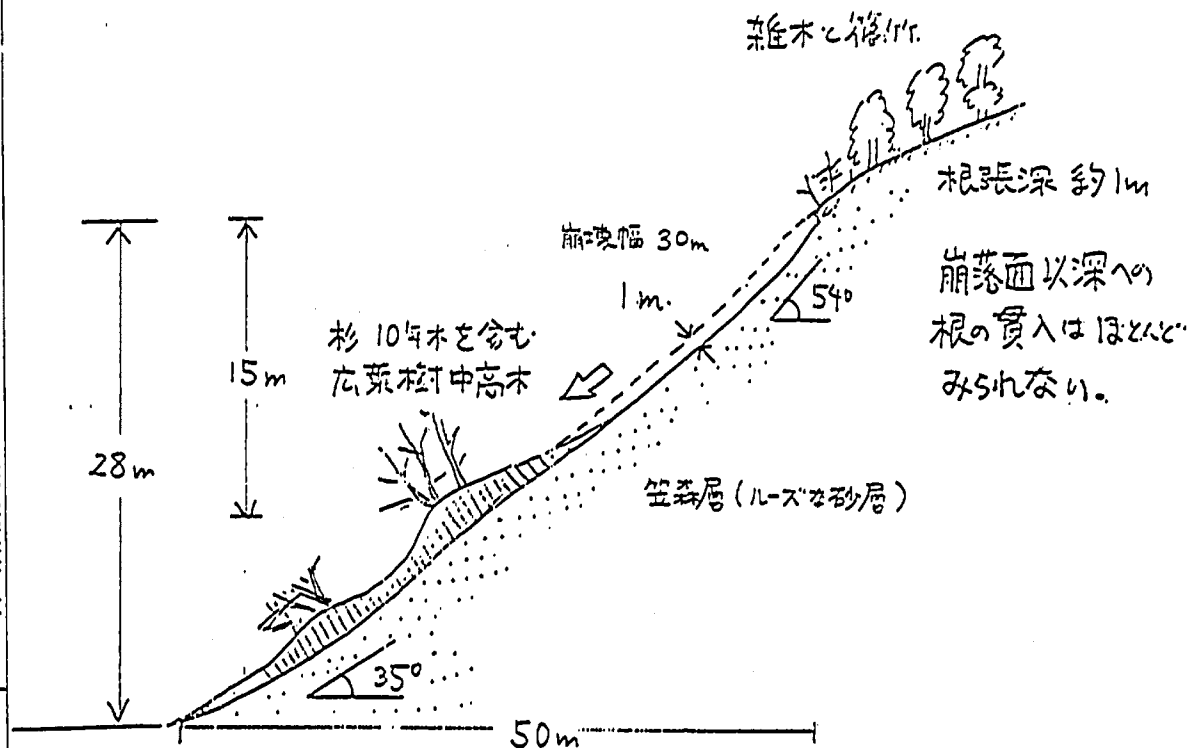
クラック発生のみ

62年12月27日調査



調査位置図 1/2500

比高約40mの斜面のうち急勾配より下部の約25mが崩壊。崩壊深は約1mで樹木の根系が露出している表層部が樹と共に崩落した。



崩土は斜面末端で停止している。

崩壊発生部の南方は杉植林地。(φ20~30cm 成木)

整理番号

I-1

市原郡・市

町・村 砂子

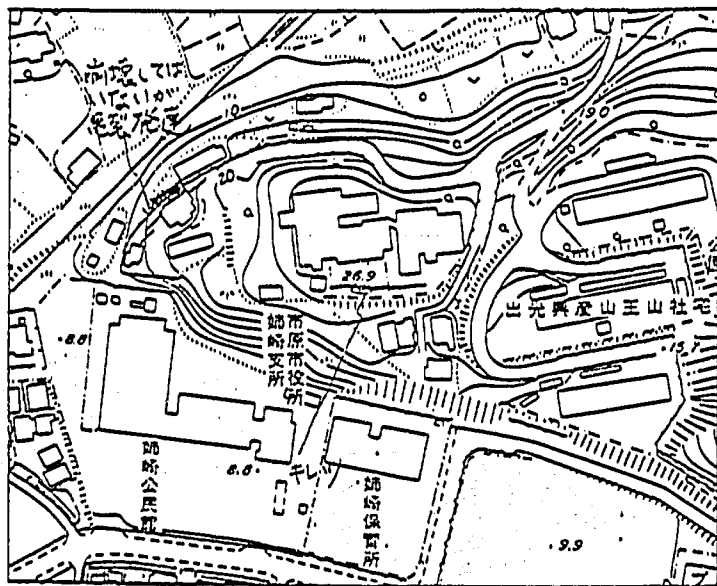
地質

盛土、成田層

崩壊

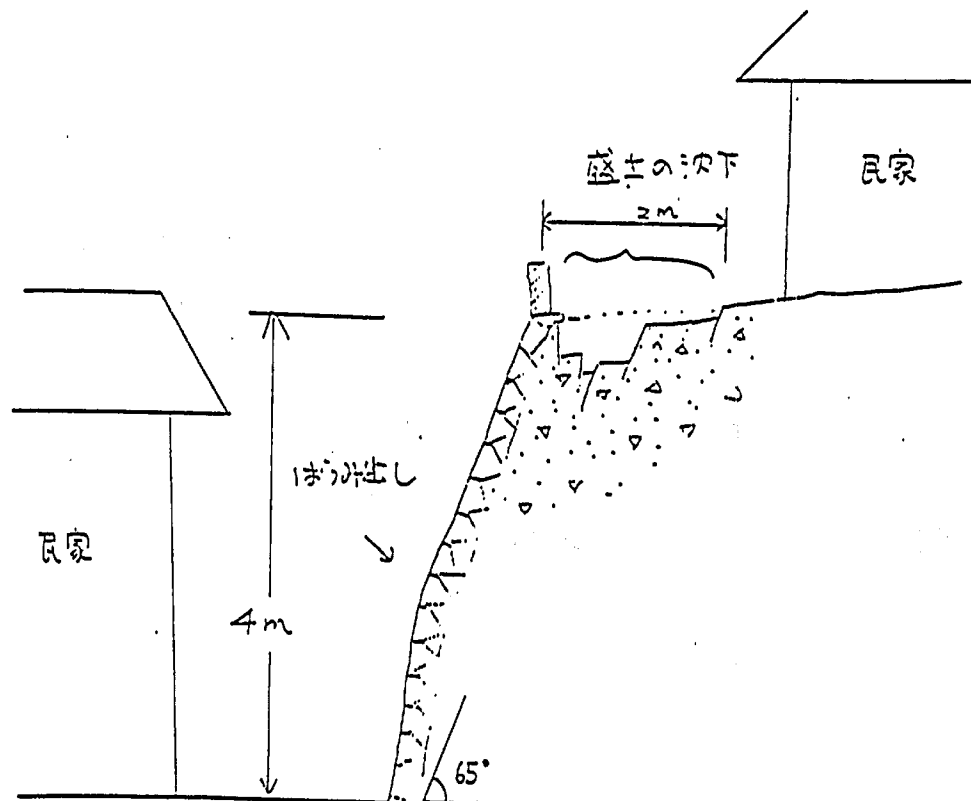
クラック発生のみ

63年12月25日調査



調査位置図 1/2500

比高4.0m程度の盛土斜面で、斜面の上と下に家屋がある。これらの家屋の住民は、12月末で避難している。斜面はブロック積擁壁で、若干のほらみ出しがみられ、その上部の平坦部では盛土面の沈下がみられる。また水道管からの漏水により、盛土が流出して、斜面の下に堆積している。



整理番号

I-2

市原 郡・市

町・村 田尾

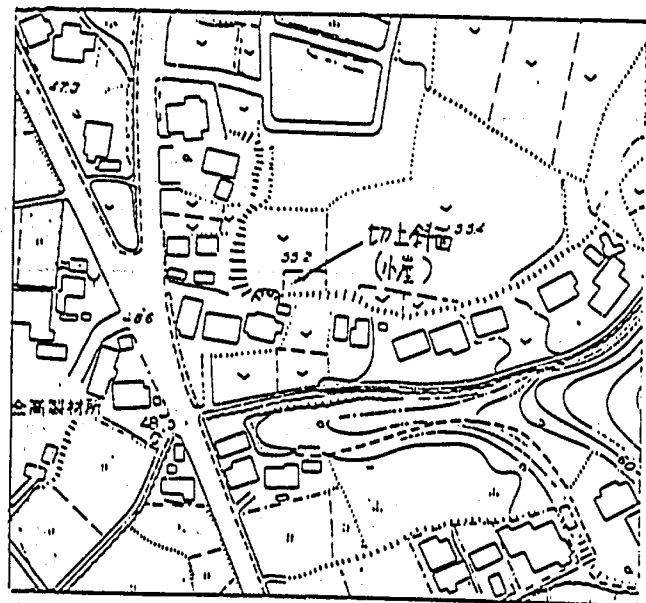
地質

関東ローム層, 成田層

崩壊

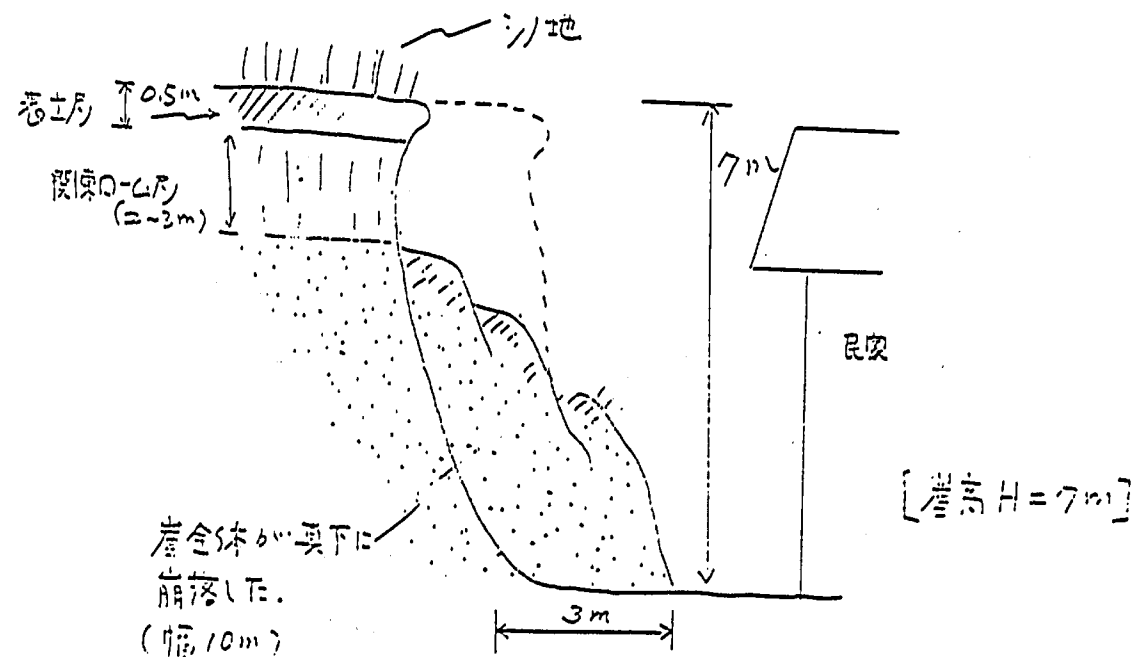
クラック発生のみ

63年12月25日調査



調査位置図 1/2500

比高 7~10m 程度の小崖で発生した崩壊である。
 ローム層と砂層が真下に崩落したようである。
 ローム層・砂層とも縦クラックが発達している。
 崖上部にはしのが生育している。表土の厚さは
 0.5m 程度でしのが根系は浅い。



整理番号

I-3

市原 郡・市

町・村 水沢

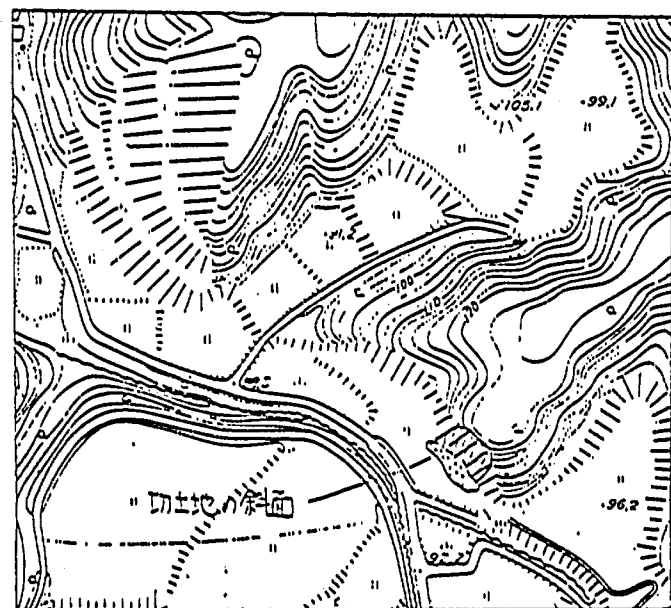
地質

成田層, 笠森層

崩壊

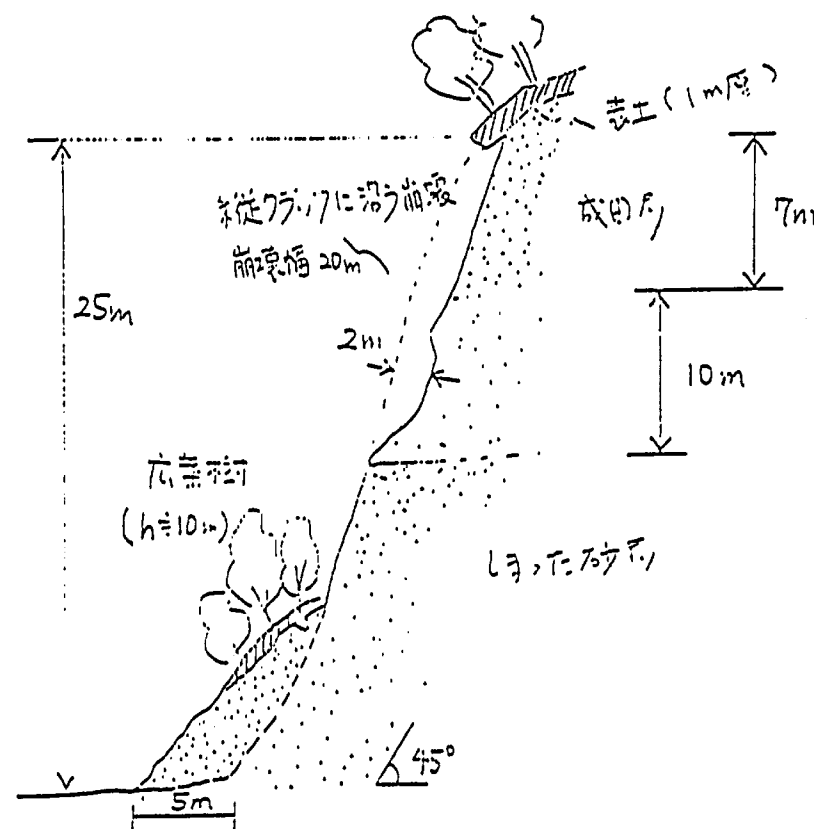
クラック発生のみ

63年 12月 25日 調査

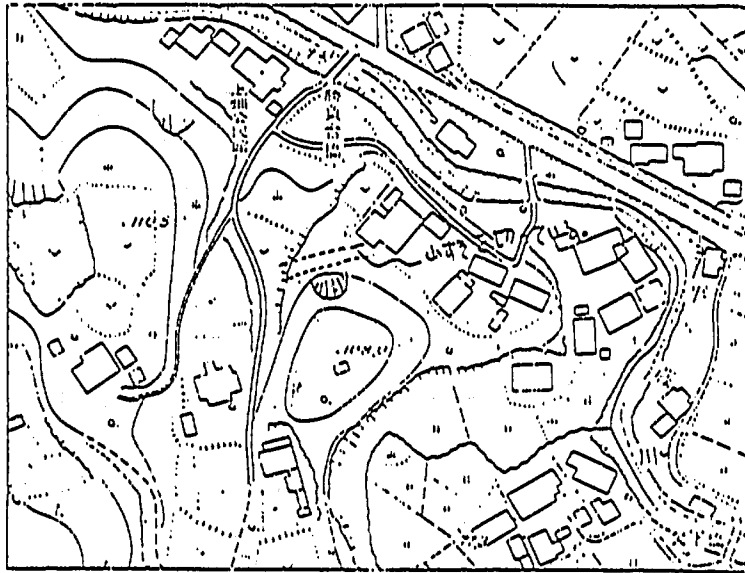


調査位置図 1/2500

成田層、笠森層 からなる急崖の上部で発生した崩壊である。成田層には縦クラックが発達しており、それに沿って表層部が崩壊した。土取場と残っていた斜面である。斜面上部には 樹高 10m 程度の広葉樹がある。

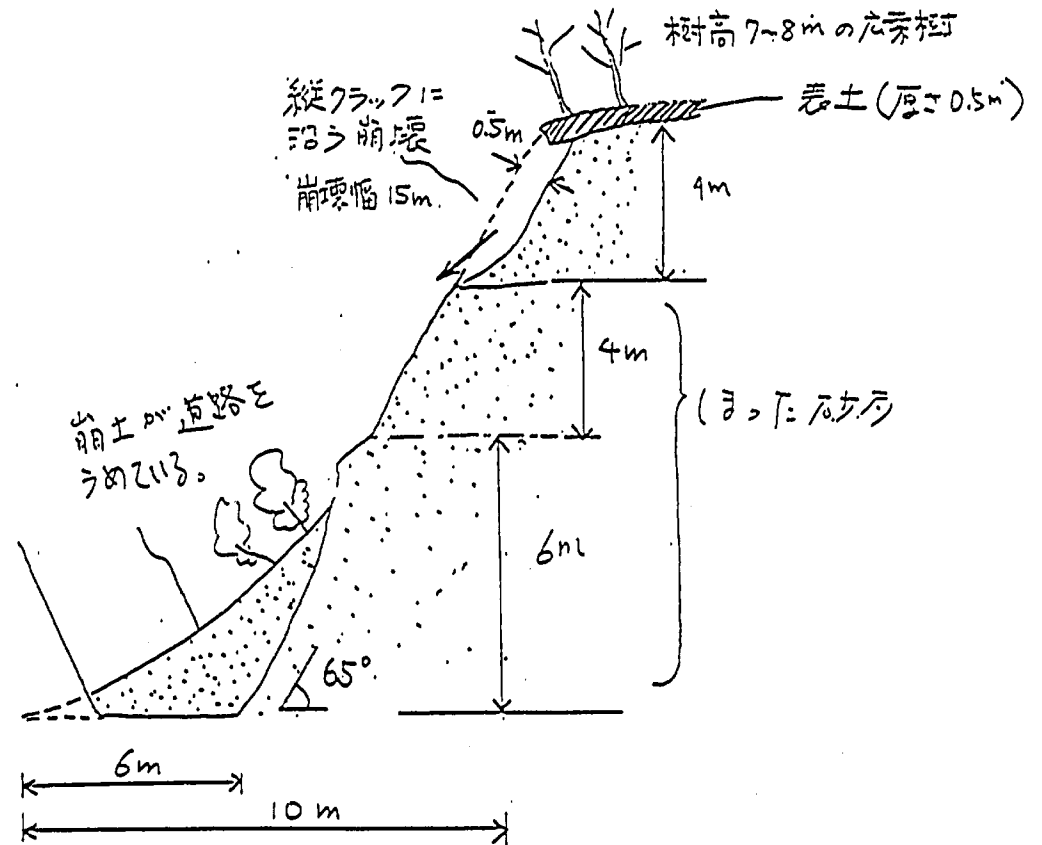


整理番号	I-4	市原 郡・市	町・村 上 火田	地質	表土, 成田層, 藪層	崩壊	クラック発生のみ	63年12月25日調査
------	-----	--------	----------	----	-------------	----	----------	-------------



調査位置図 1/2500

成田層からなる斜面で、切り通しになっている。
 崩壊した斜面は、成田層 藪層(砂層)からなり、
 崩壊した部分は、斜面最上部のやわらかい砂層の
 部分である。崖上部に生育している広葉樹は
 樹高7-8m程度である。



整理番号

I-5

中原 郡・市

町・村 上 火 田

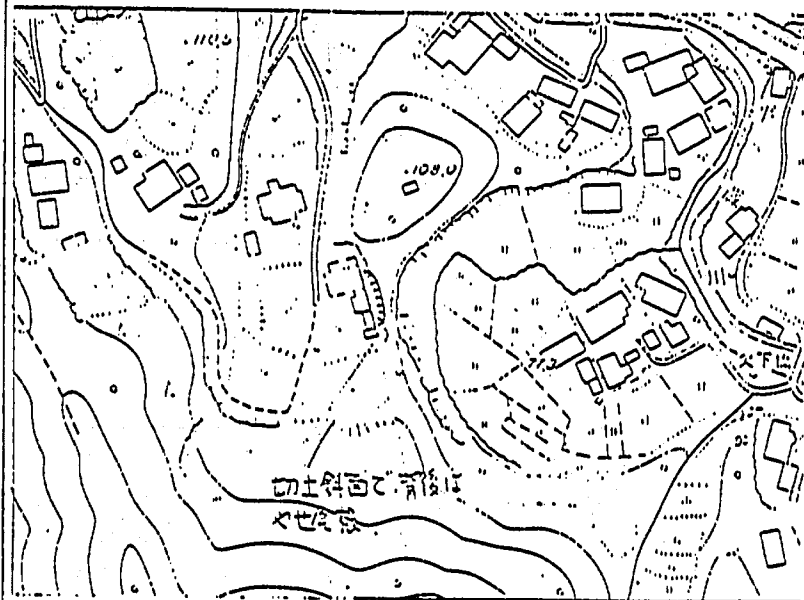
地 質

成 田 層

崩 壊

クラック発生のみ

63年 12月 25日 調査



調査位置図 1/2500

成田層からなる斜面で、全体が土地である。

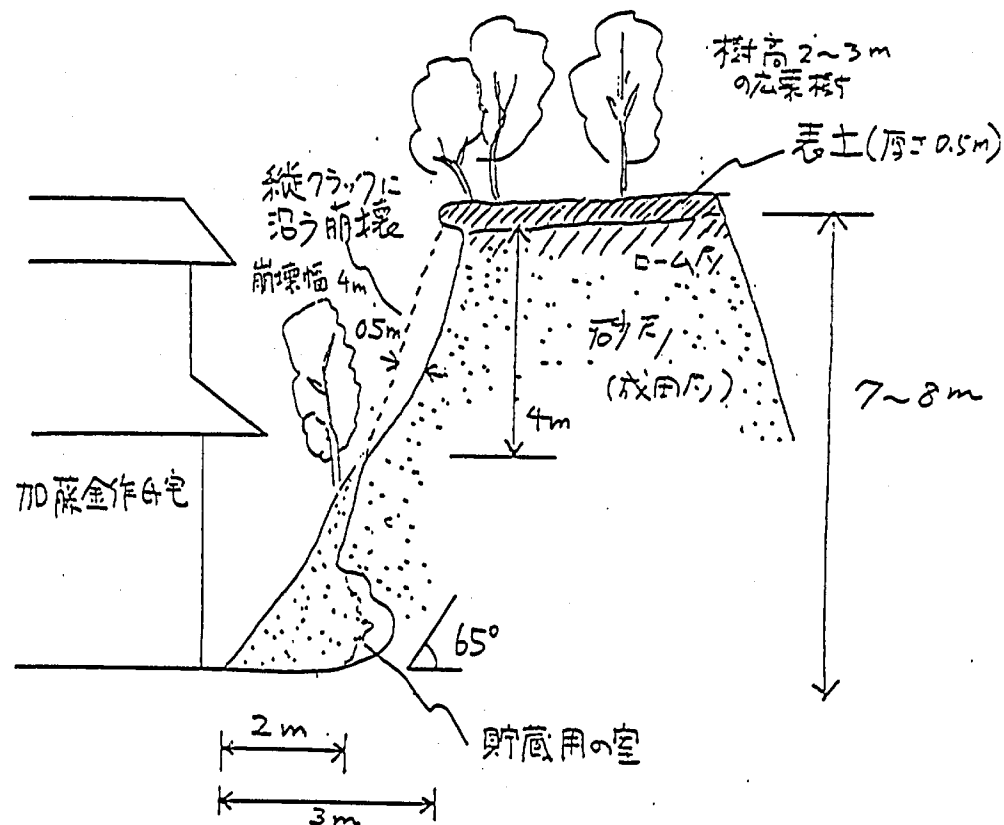
背後斜面も切り土されており、やせ屋根状になっている。

崩壊した斜面は急で縦断列が多くみられる。

斜面下部には貯蔵用のほら穴が数多くほらられている。

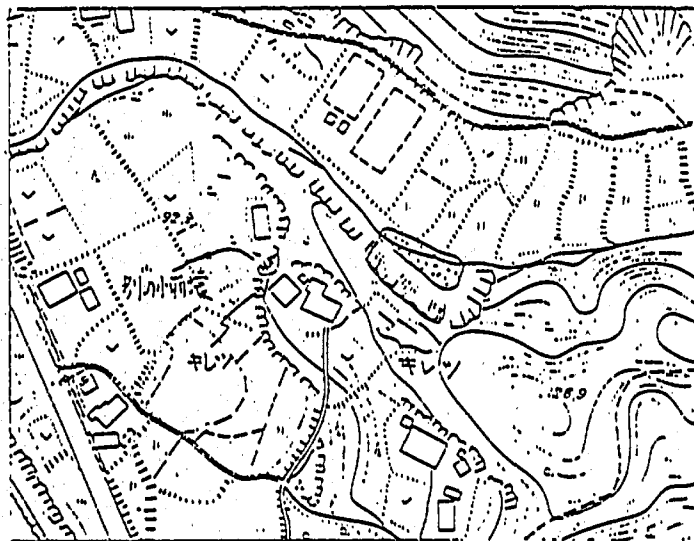
片上部に生育している広葉樹は樹高2~3mの

低木である。



加藤金作宅

貯蔵用の室



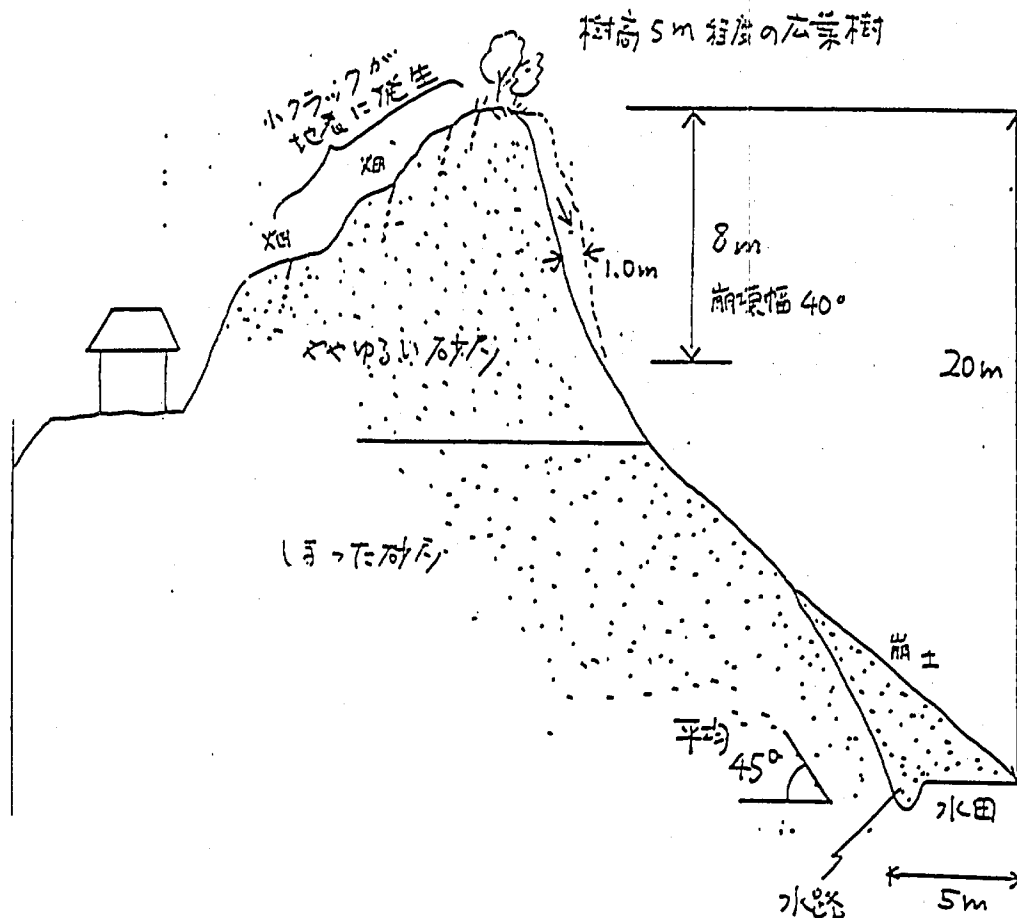
調查位置圖 1/2500

比高20m程度の急斜面である。崩壊した斜面の反対側にもゆるい斜面であり、全体的にはやせ屋根状である。

崩壊した部分は 斜面上部のややゆるい砂層で
縦クラックに沿って崩壊できている。

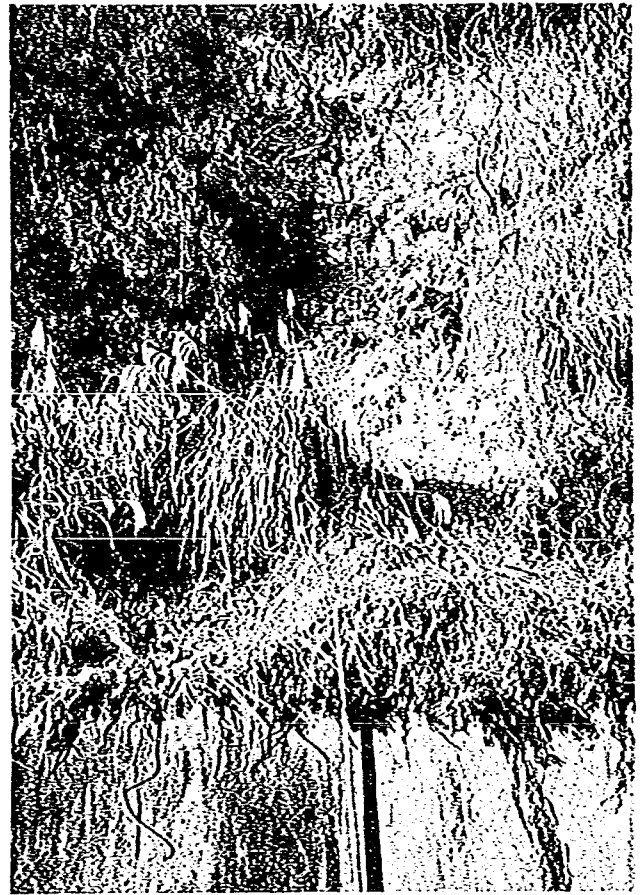
崩壊した斜面の下は畑である。

反対側の斜面は緩斜面であるが、斜面上部に小クラックが生じた。

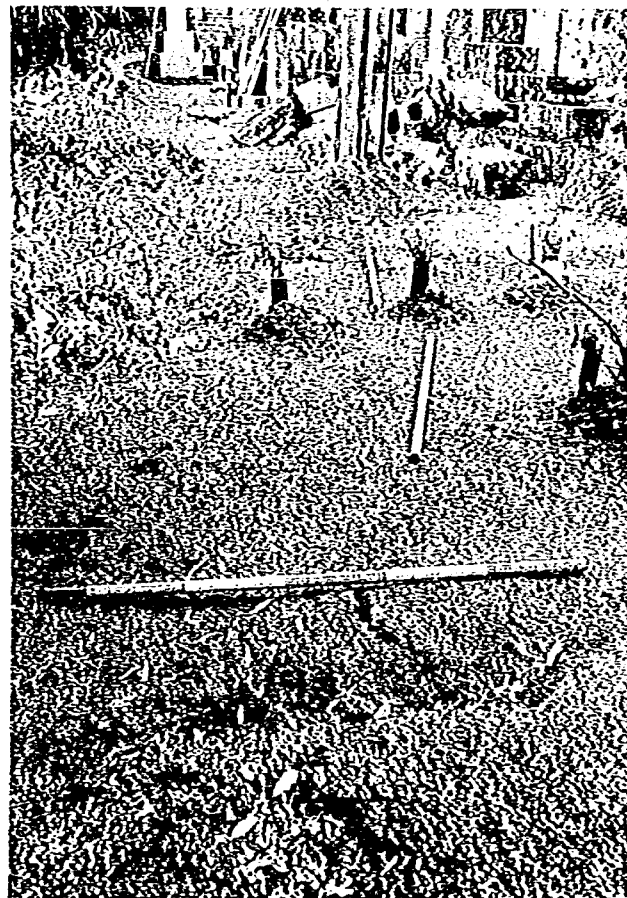




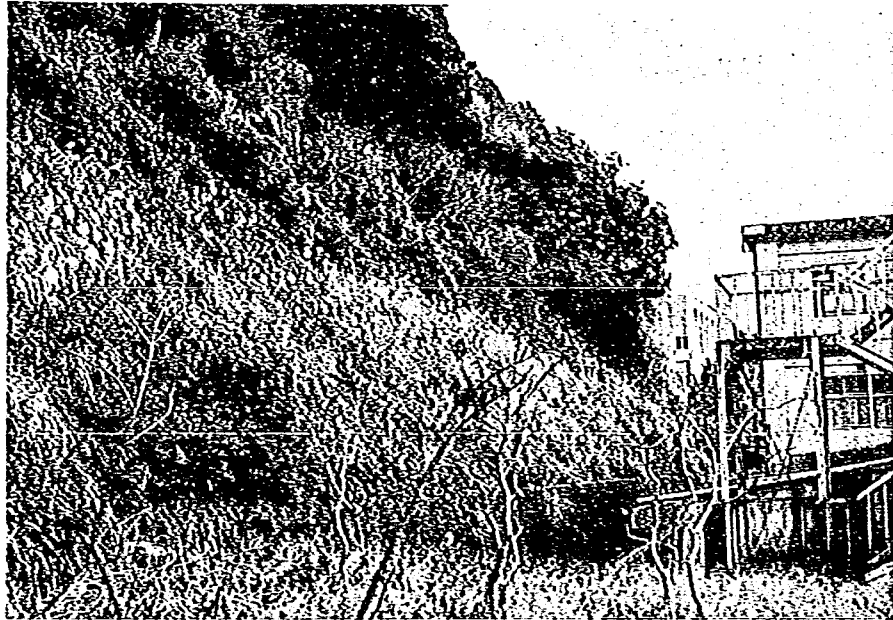
H-1 千潟町清和甲の崩落全景
上部のオーバーハングより土砂が
崩落して、校庭に散乱した。



H-1 近景 崩土は斜面上に残積



Y-1 西光寺境内の亀裂発生箇所
開口幅 1 ~ 2 cm $\ell = 10m$



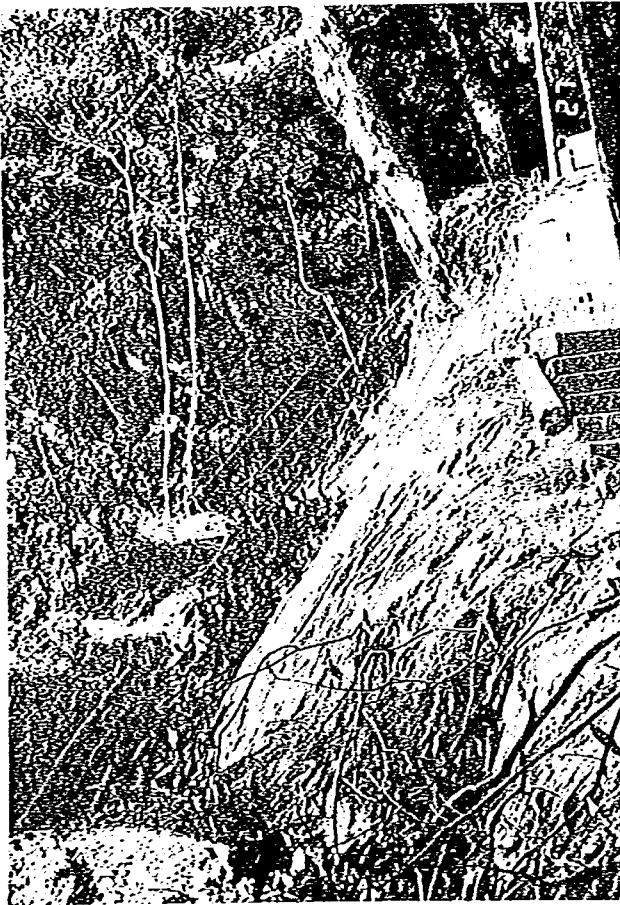
Y-2 八日市場市富谷の亀裂発生箇所
建物は敬愛高校，斜面の崩落はない。



Y-2 亀裂発生箇所近景
畑の縁に開口亀裂が発生
開口幅 $1 \sim 3 \text{ m}$ $\ell = 20 \text{ m}$



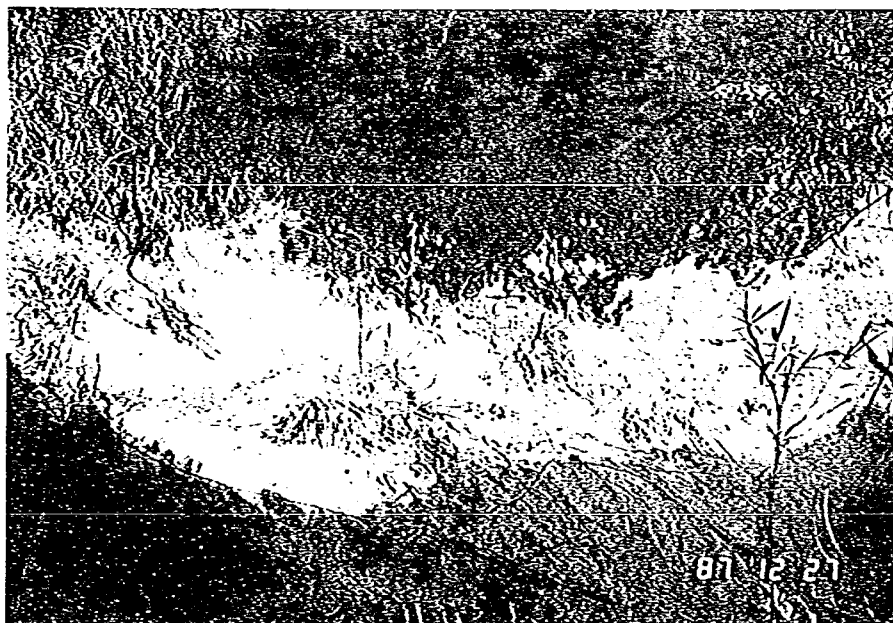
M-1 松尾町田越浅間神社の崩壊斜面全景



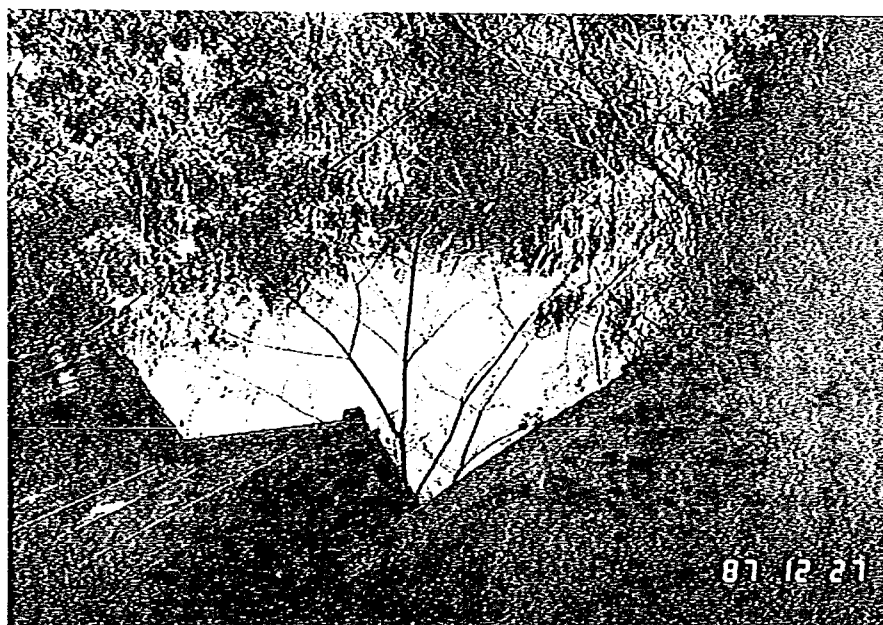
M-1 浅間神社参道付近の小崩壊



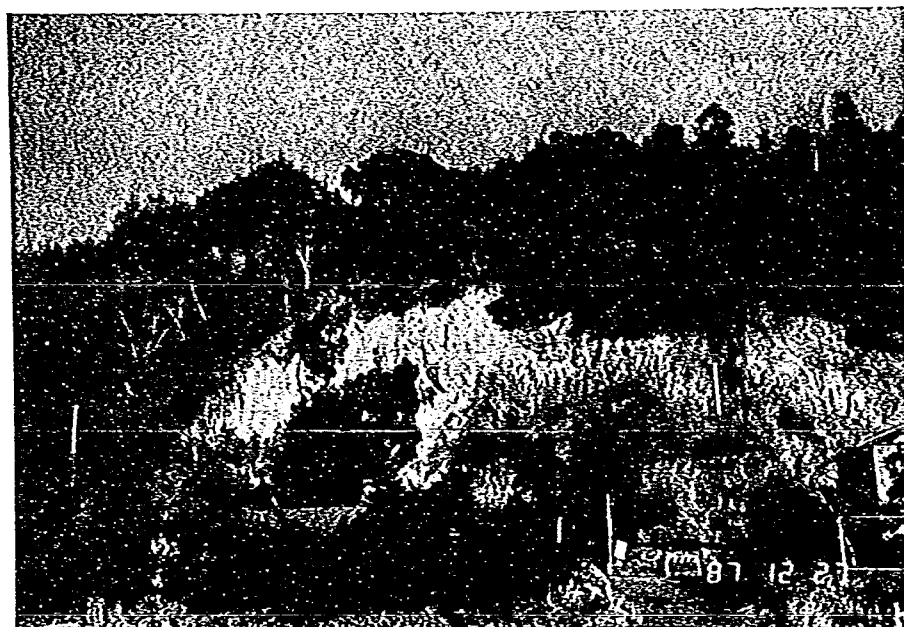
M-1 崩壊斜面を構成するシルト質砂層



M-2 成田層(やわらかい砂層)がうすく崩壊した。



M-2 松尾町田越浅間神社裏の崩壊斜面



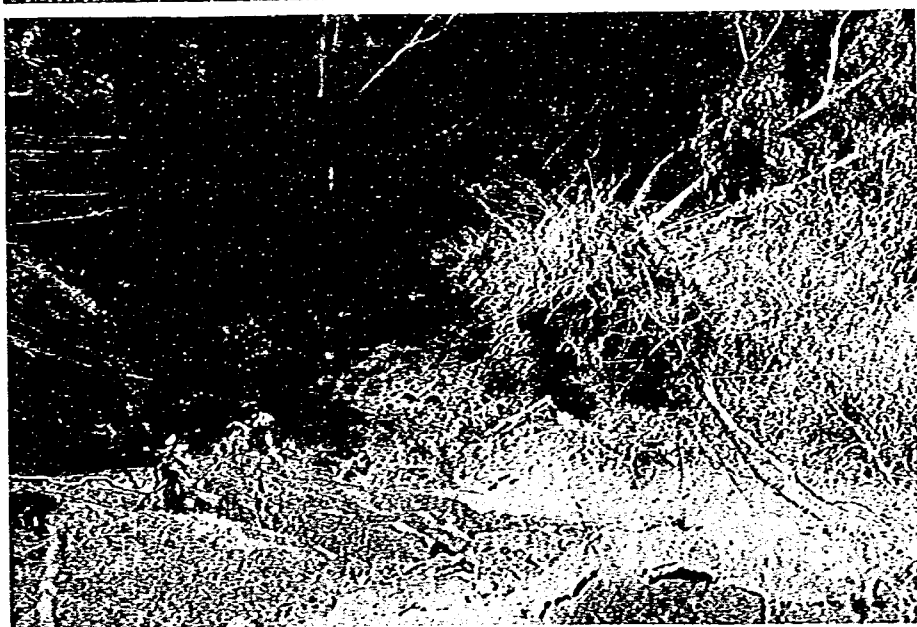
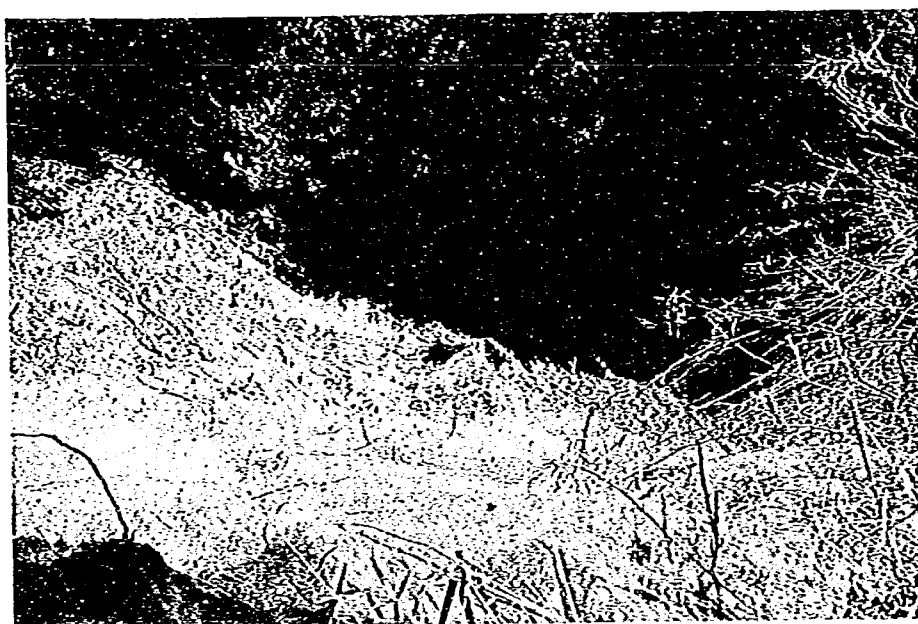
M-3 松尾町田越の崩壊斜面全景



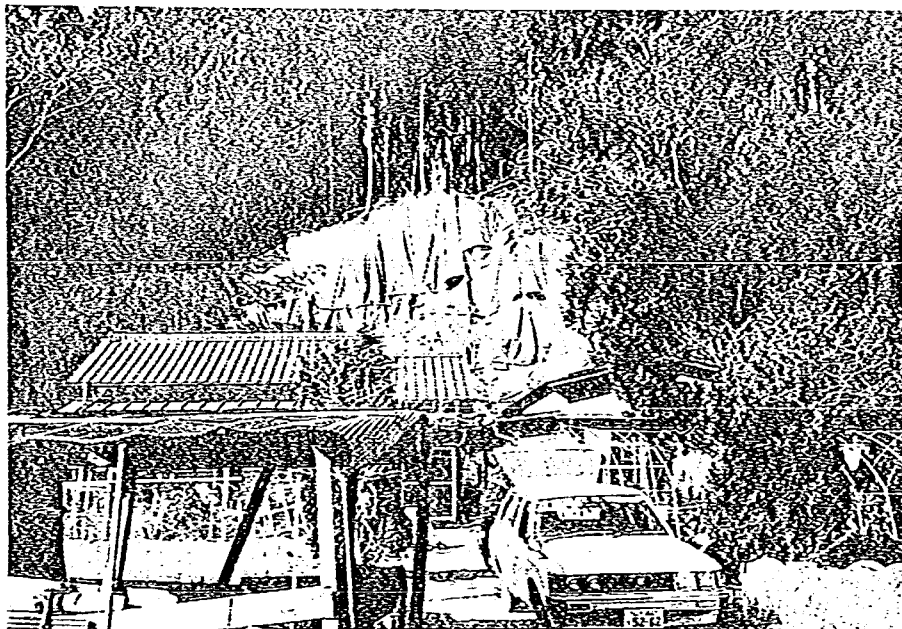
M-3 斜面上部がタテ亀裂に沿って崩壊している。
崩土は斜面の直下に堆積している。



M-4 松尾町石越の切り通しで発生した崩壊



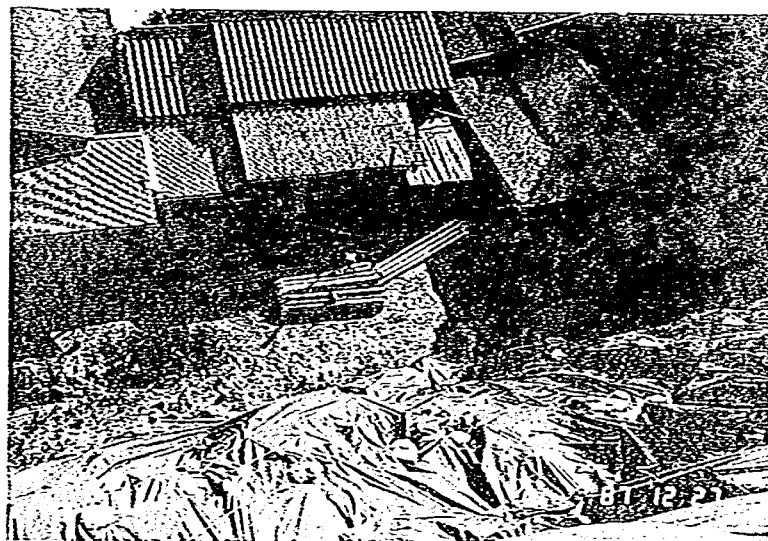
M-4 崩土は道路を完全に埋めている。



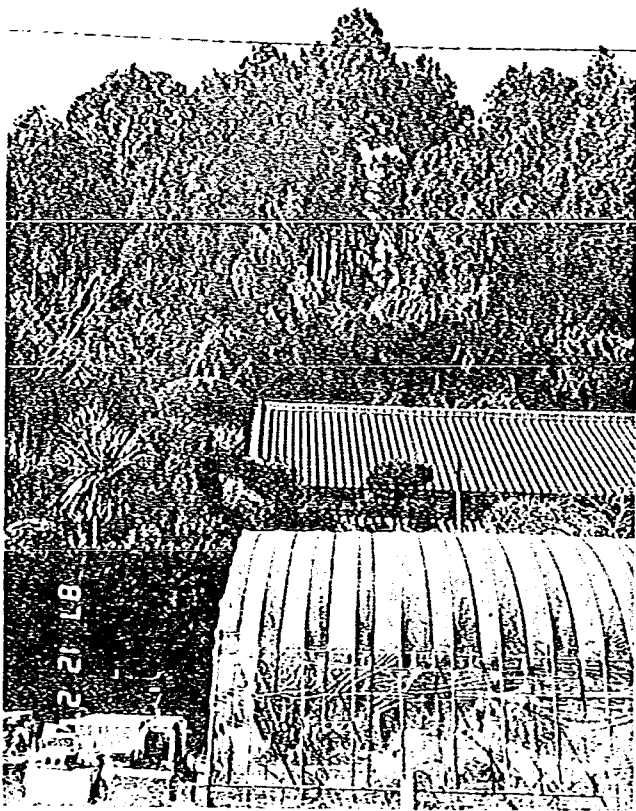
M-5 松尾町石崎の崩壊斜面全景



M-5 斜面中部の盛り上がった部分より下が崩壊した部分



M-5 斜面と住家は約8m離れている。



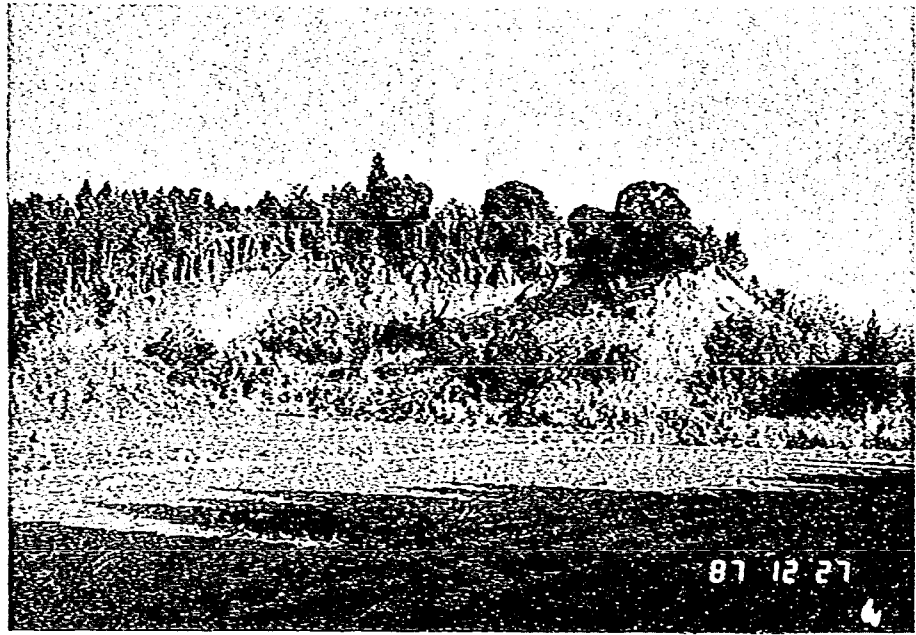
M-6 松尾町石崎の崩壊斜面の全景



M-6 斜面上部の崩壊部分



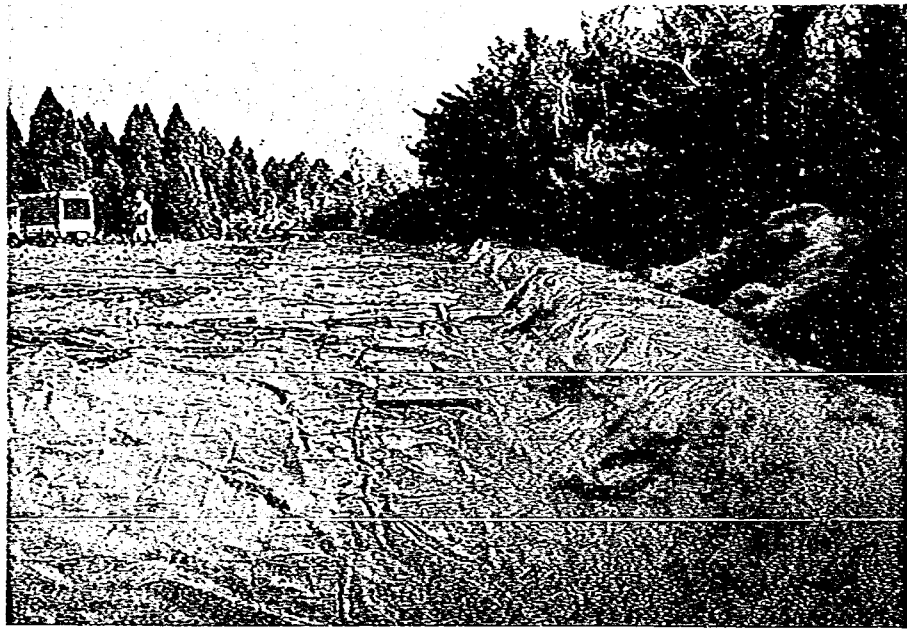
M-6
崩壊土砂の末端部
住家の背後2mのところで
停止している。



M-7 松尾町大堤の崩壊斜面全景，切土斜面である。



M-7 崩土は崖錐をおおっている。



N-1 台地縁に生じた開口亀裂，写真右側の斜面内に崩壊は発生していない。



N-2 写真左側の緩斜面には開口亀裂が3列発生している。斜面下部の杉植林地は旧崩壊による崖錐分布地と思われる。



N-3 人家裏急崖の崩壊，白々とした部分が今回の崩壊地。崩壊深は0.5 m以下。斜面中段以下は旧崩壊による崖錐。



N-4 屋根地形の側面の小崩壊
ややオーバーハングした部分が崩落、
屋根上には開口亀裂がみられる。



N-5

崩壊地西面の状況 一右手にあった尾根も急崖と共に崩落した。



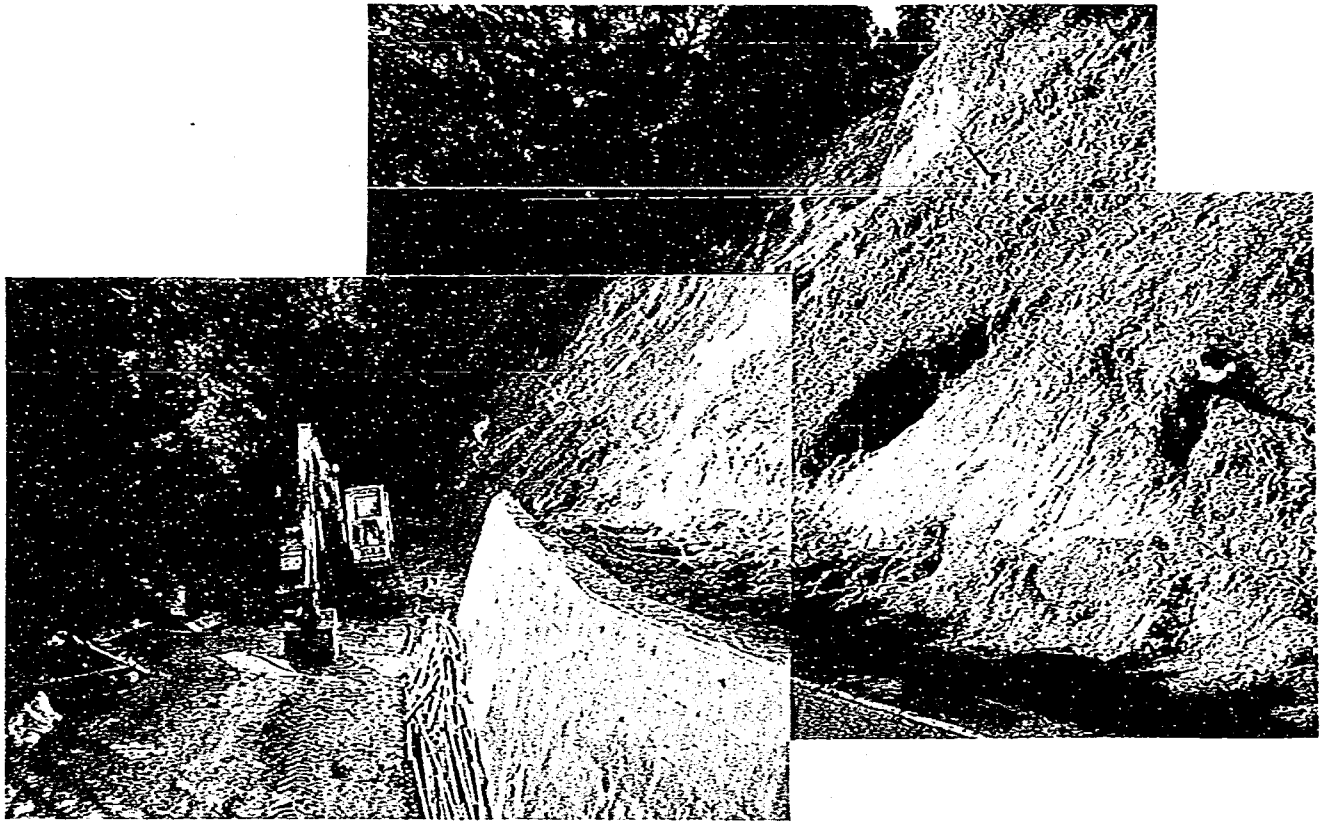
N-5 崩壊地北端より南方を見る。



N-5 崩壊地上面の亀裂



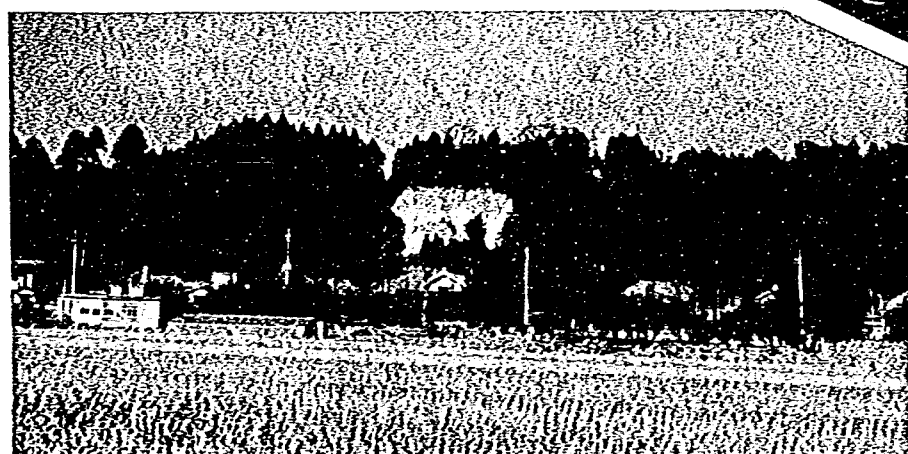
N-5
旧尾根のつけ根附近の上面には、幅
2~10mm、長さ3m程度の亀裂が数
条見られる。



N-6 改变中の草つき斜面の表層崩壊



N-7 崩壊地全景



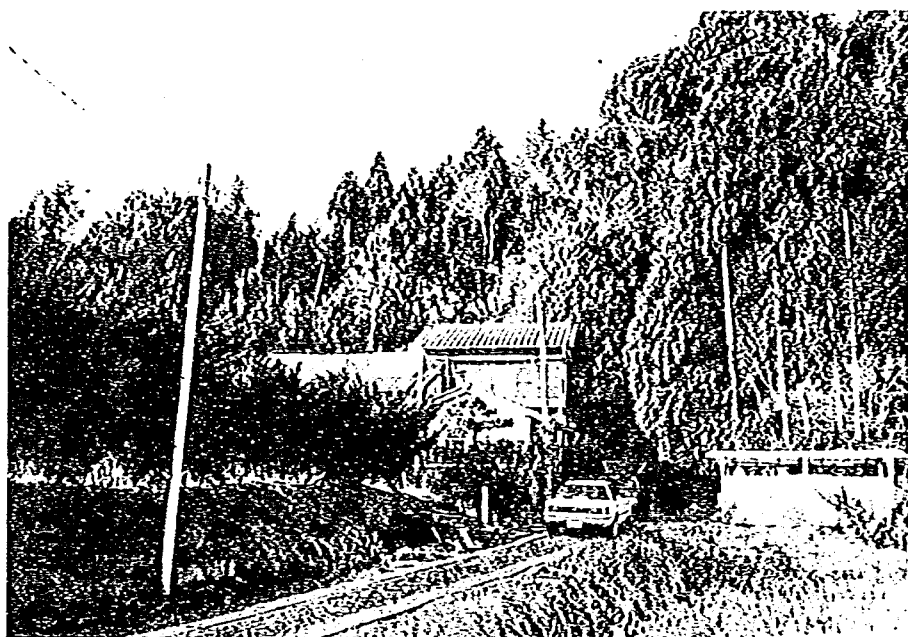
N-7 崩壊地の遠景



西側の亀裂
埋戻しをされ、ビニルシートで保護されている。



N-7 崩壊地



N-8 遠 景



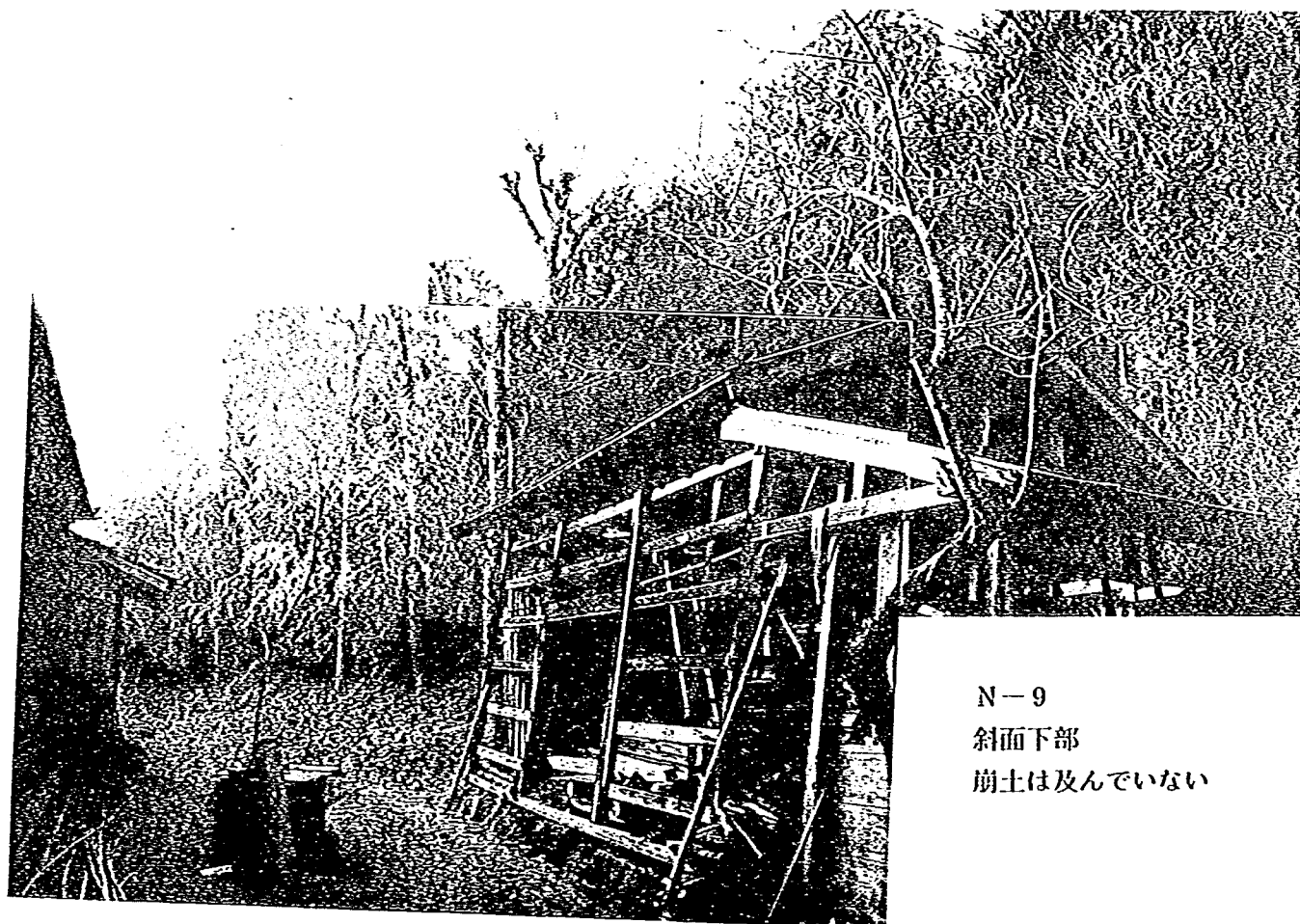
N-8 近 景
下部は降雨による
2回目の崩壊の崩
積土堆

N-8

亀裂はビニルシートで保護
されているが不十分である。



N-8



N-9
斜面下部
崩土は及んでいない



N-9
ローム層の崩壊

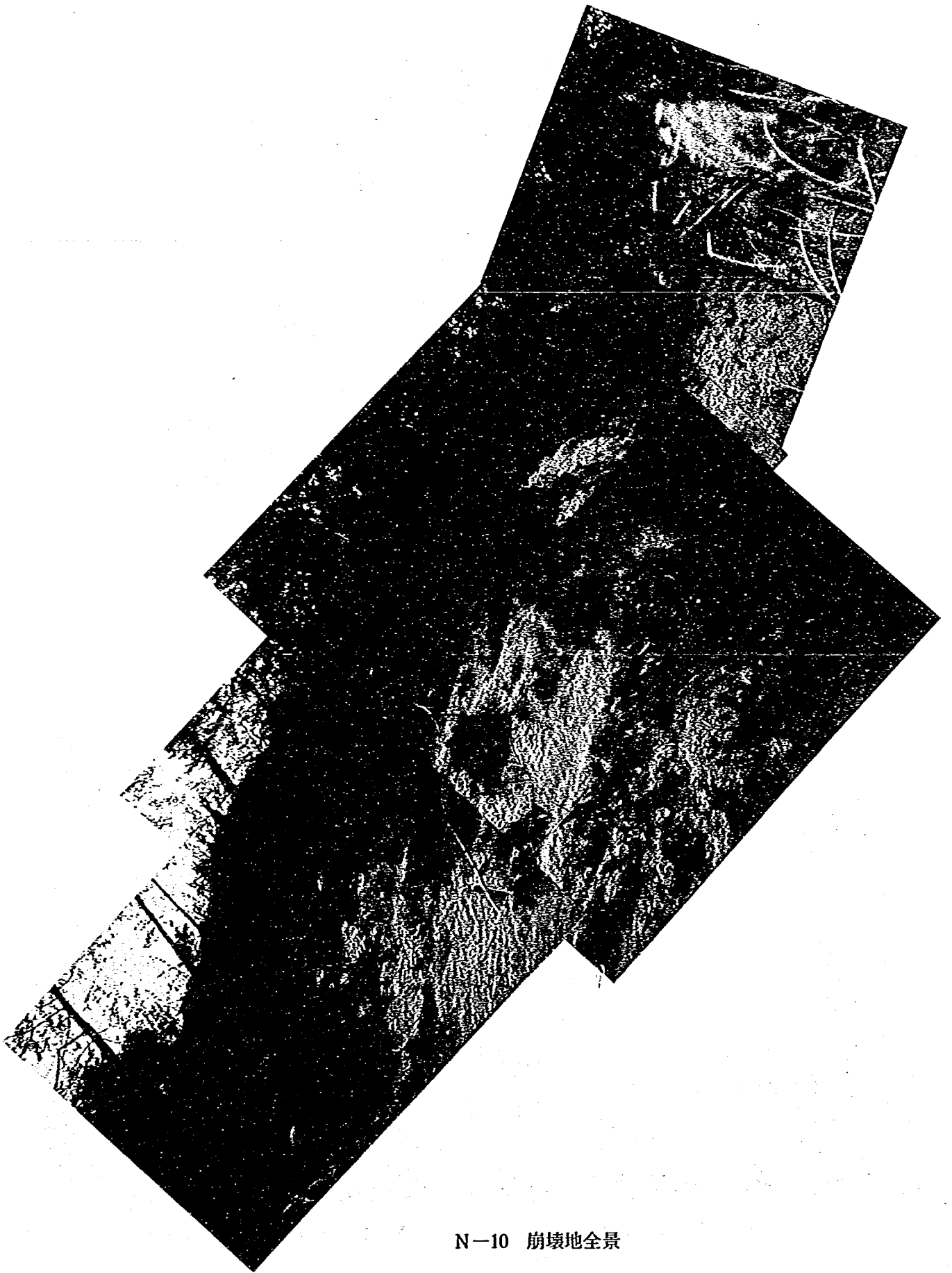


N-10 遠 景

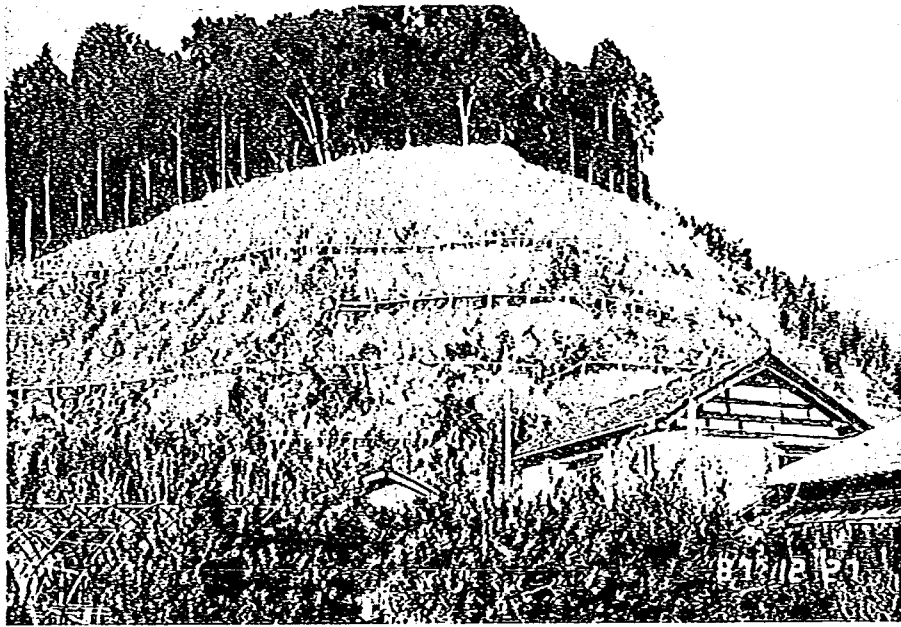


N-10 土 塊

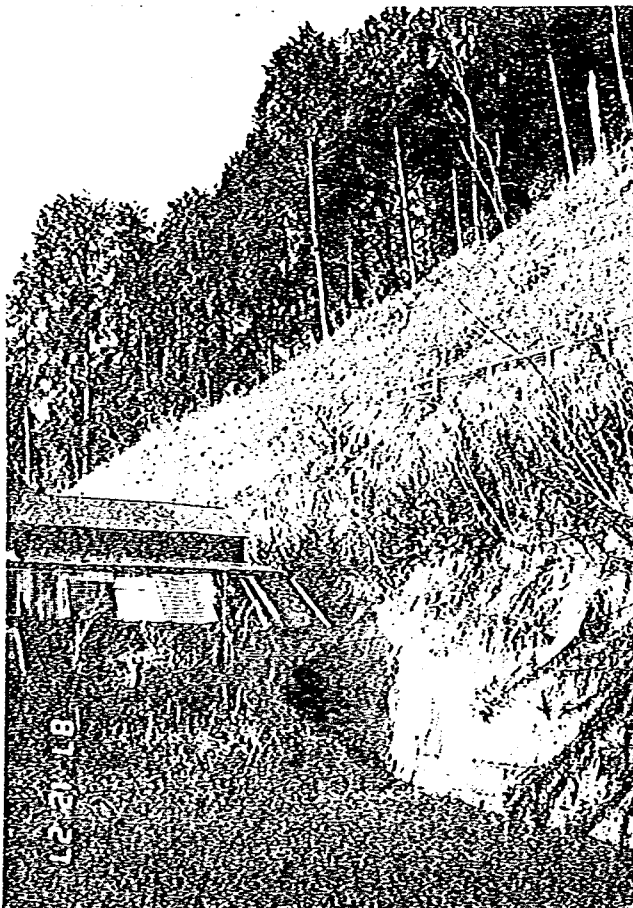
未固結の砂層が、径10~15cmの玉状に破壊され、崩れ落ちたものと思われる。



N-10 崩壊地全景



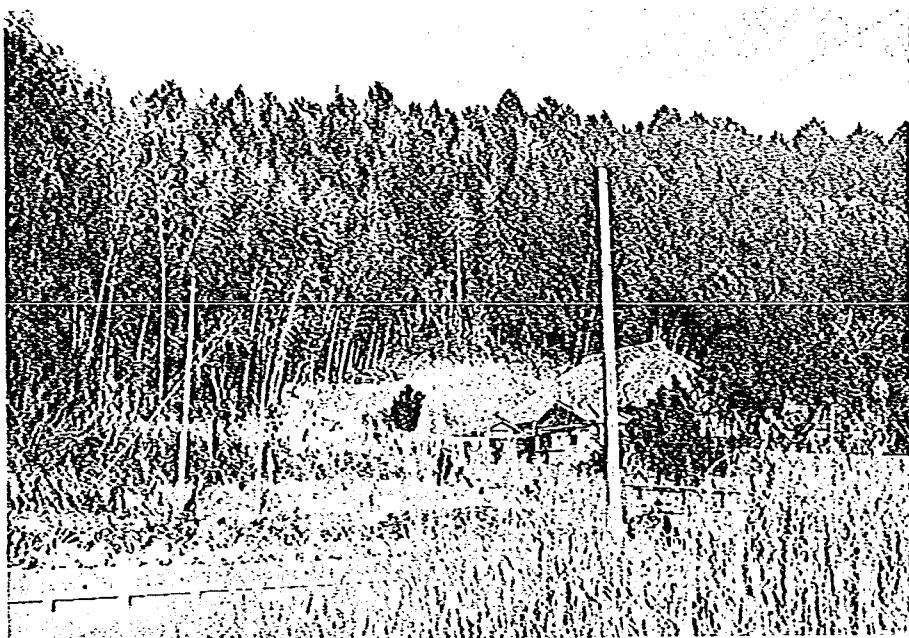
N-11 成東町板附の変状発生斜面の全景



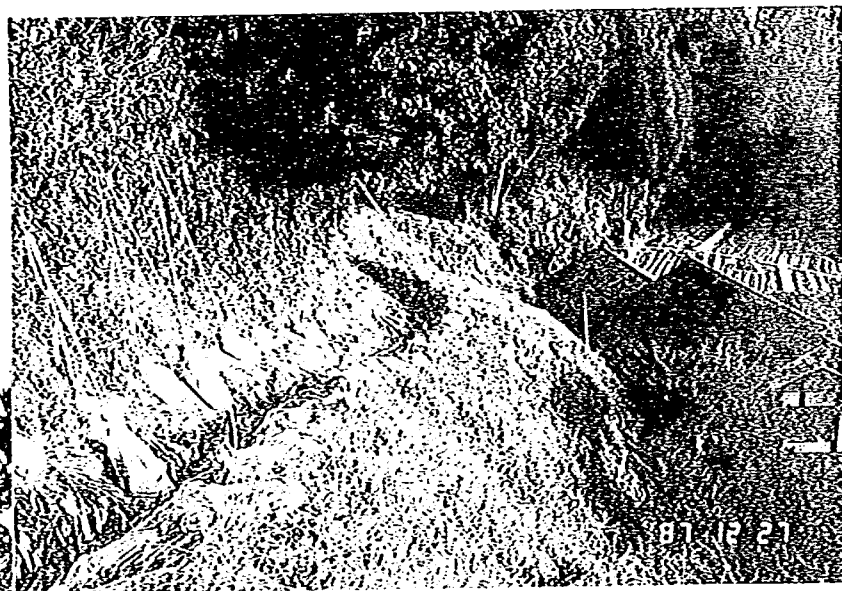
N-11 住家が斜面直下にある



N-11 のり尻のもたれ擁壁と住家



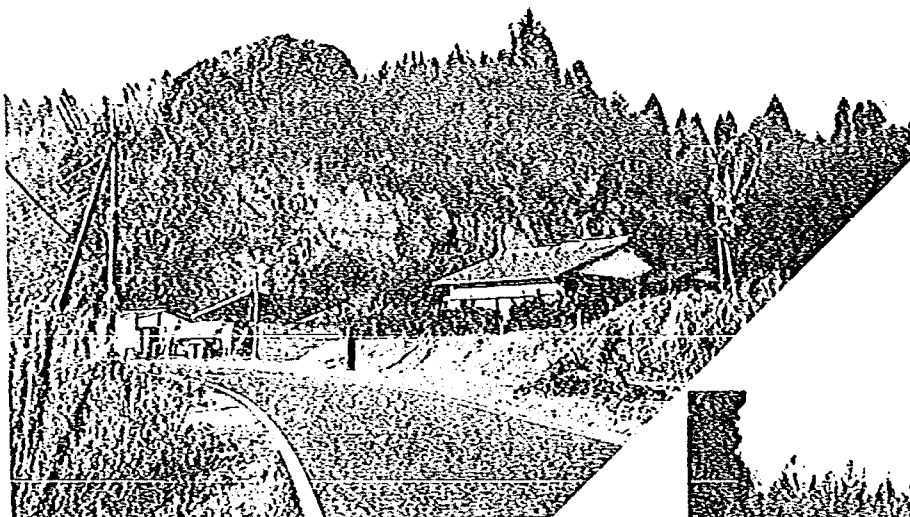
N-12 成東町板附の変状発生斜面の全景



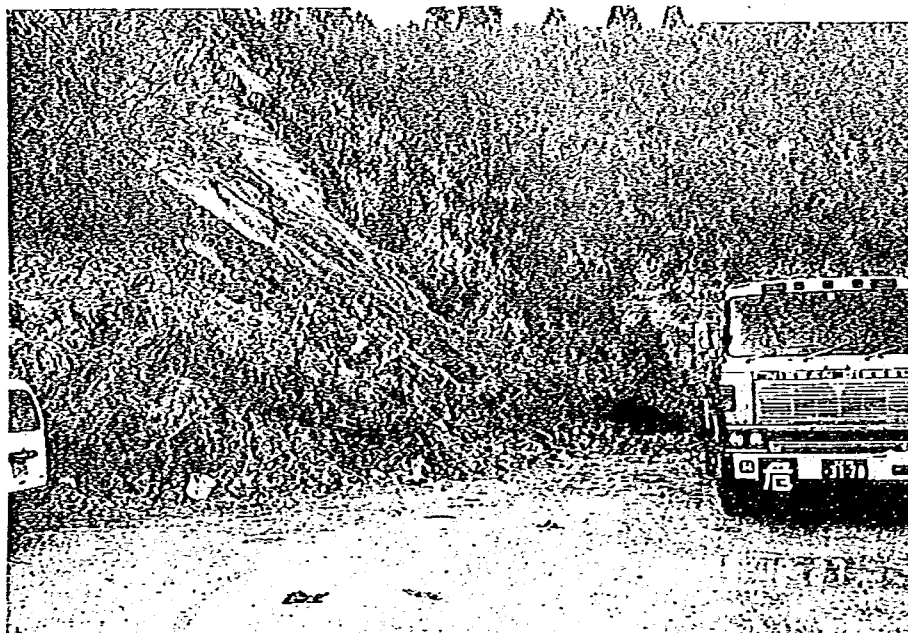
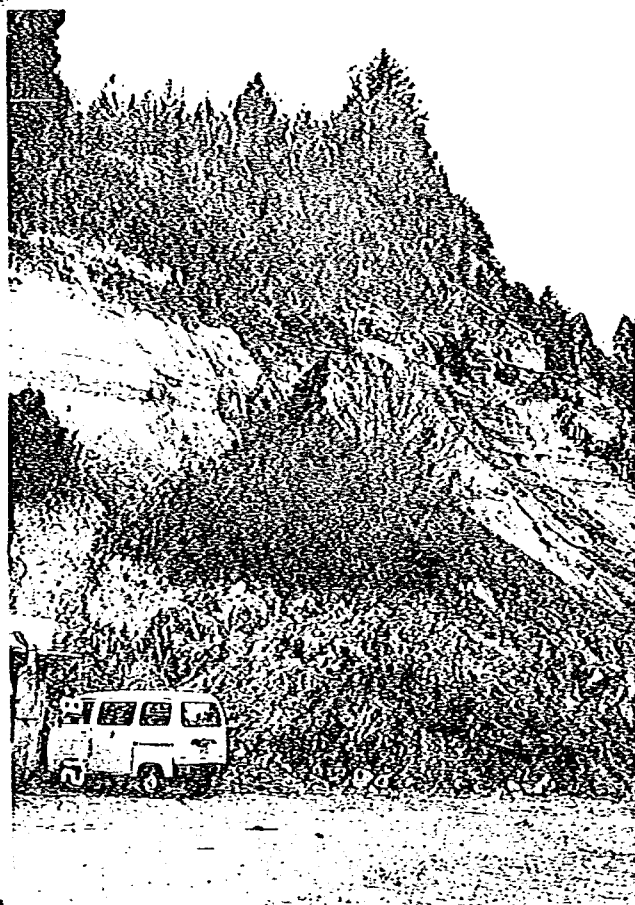
N-12 斜面中部の小道に沿って亀裂が生じた。



N-12 斜面下部に生じた小亀裂

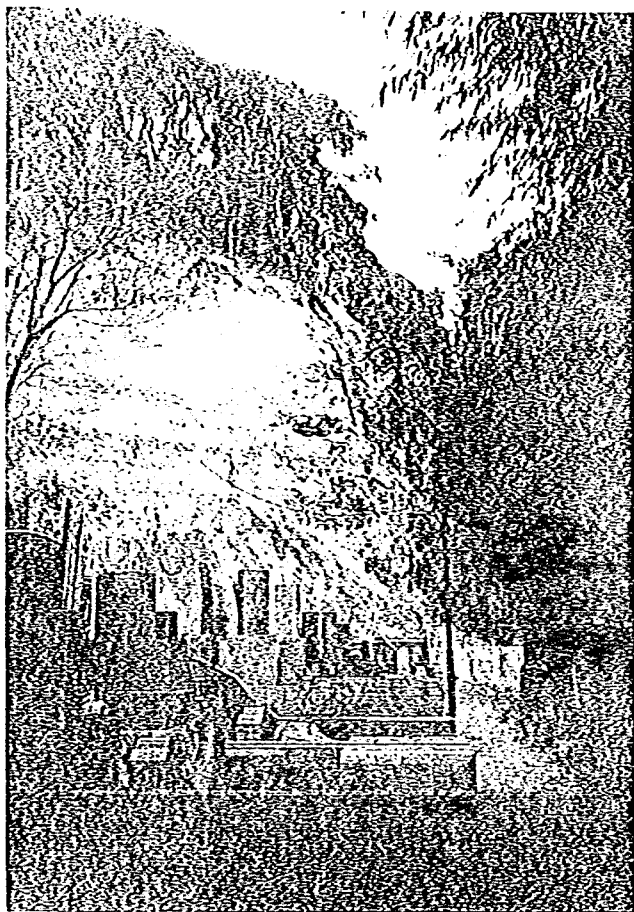


N-13 成東町板附の崩壊斜面全景

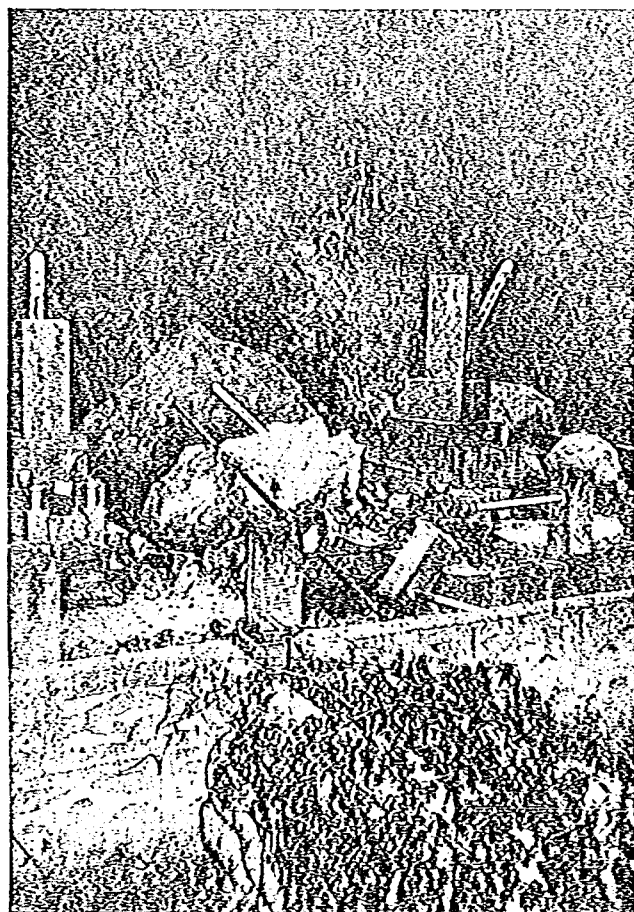


N-13
切土斜面の上部が崩壊した。

N-13 崩土は運送会社の駐車場に約5 m おし出した。



N-14

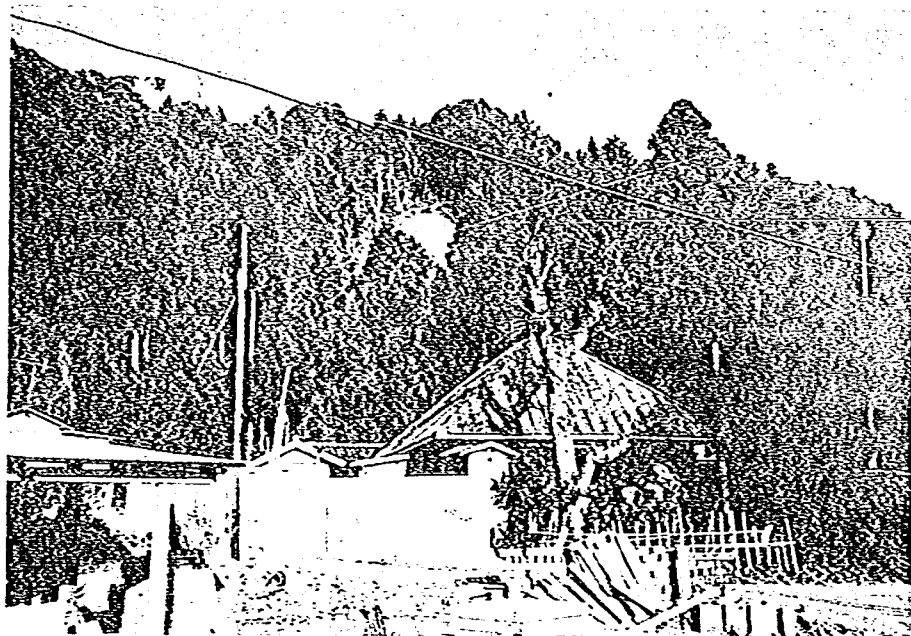


N-14 笠森層中のやや堅硬な砂岩のブロックが落下。斜面の基部にはこれに類した巨転石が点在するが、植生が完全に復旧し、かなり以前の崩落によるものと考えられる。



N-15 台地から低地に張り出したヤセ尾根の側面が崩壊。崩落部は 70° ～垂直で、土砂は落石錐状を呈する。

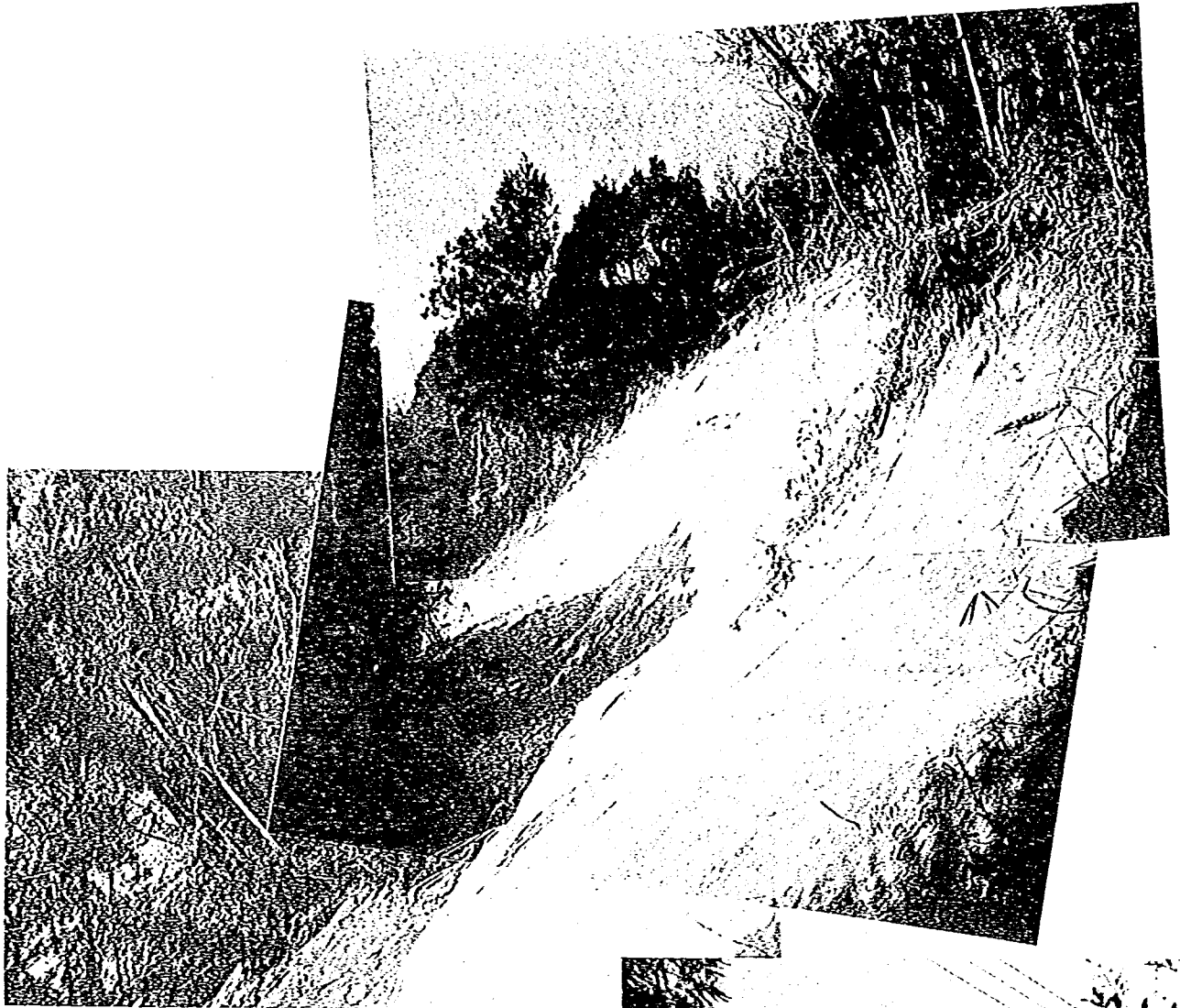




N-17 遠 景



N-17 M-5 と同様な崩壊。崩壊土砂は斜面中腹で停止している。斜面下部には旧崩壊によると思われる崖錐が分布しており、やや傾斜が緩い。



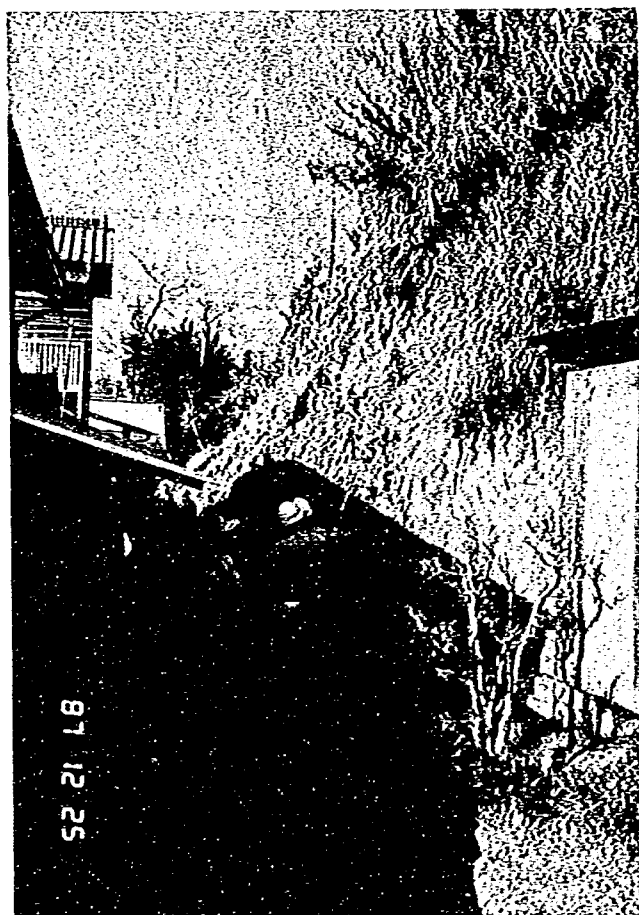
N-18 崩壊地の上端は遷急線となっている。
崩壊深度は樹木の根限り深度とほぼ等しい。



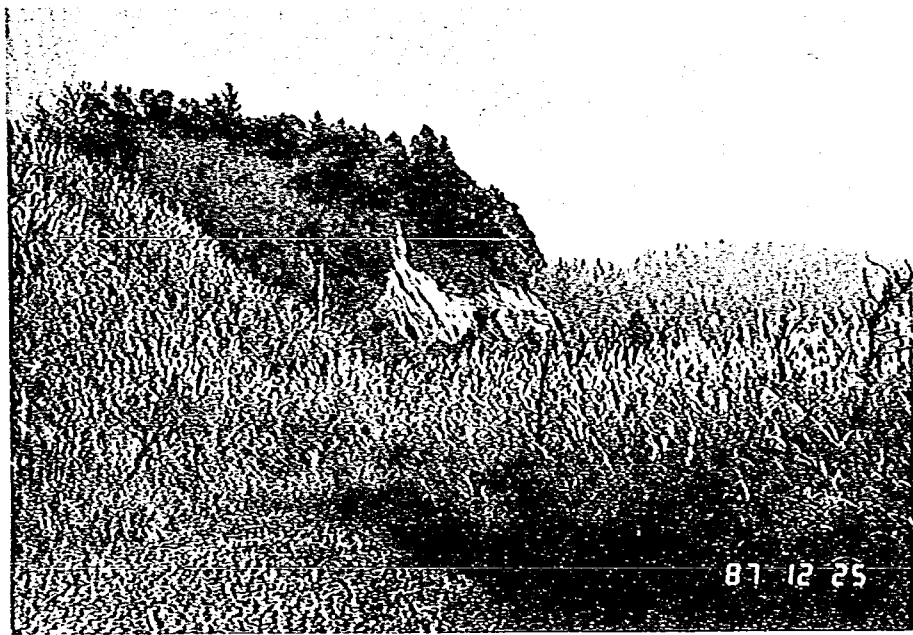
N-18 崩壊は厚さ 1 m 以下の表層部のみで発生。
中央の繁みは斜面上部から崩落したものの。



I-1 市原市砂子盛土斜面の上部で沈下



I-2
市原市田尾の崩壊斜面
崩壊したのはローム層とその下位の砂層。斜面下の人家への影響は少ない。



I-3 市原市水沢の崩壊斜面全景切土斜面の上部が崩壊した。



I-4
市原市上畑の崩壊斜面
切り通しとなっている斜面の上部
が崩壊し、道路を埋積した。



I-5

市原市上畑の崩壊斜面

成田層の砂層が縦クラックに沿って崩壊している。

斜面下部には貯蔵用のほら穴がある。



I-6

市原市上畑の崩壊斜面

やせ尾根の最上部から崩壊して、斜面直下の水路や水田が崩土にうまった。

千葉県東方沖地震による
斜面崩壊地調査

I S S N 0386—5878

土木研究資料第2824号

平成2年3月(1990)

吉松・青木・服部・大浦・

古賀・伊藤・鷺田

要 旨

昭和62年12月の千葉県東方沖地震において崩壊の発生した斜面の現地調査を行い、それを基に現行の危険度判定手法と安定解析による検証を行なった。その結果、現行の危険度判定法の有用性は認められるものの、隣あった斜面のように形態的に似通った場所においては判別が困難であること、さらに安定解析による検討においてその精度を向上させるためには①斜面表層での振動増幅の予測法②斜面浅層での地盤強度を精密に調査する方法の研究が必要であることが確かめられた。

キーワード：地震・斜面崩壊・現地調査・危険度予測・安定解析・
簡易弾性波探査・地震動・植生

郵便はがき

3 0 5 - □ □

41円切手
をはって
下さい。

茨城県つくば市大字旭一番地

建設省土木研究所

砂防部急傾斜地崩壊研究室
行

No. _____

土研資料第2824号

No. _____

配布先氏名

配布先住所



土木研究所資料第2824号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏名

⑩

土木研究所資料第2824号