

北但地域の地質特性と応用地質学的諸問題

—— 昭和61年度 見学会案内書 ——

1986年11月

日本応用地質学会関西支部

目 次

1. は じ め に	支 部 長 鶴 巻 道 二	2
2. 但馬地域の地質とその構造	吉 谷 昭 彦	3
3. 国 道 9 号 の 改 築 事 業	建設省豊岡工事事務所	16
4. 大久保地すべりについて	野 上 透 史	19
5. 兵庫県美方郡村岡町内の地すべりについて	内 藤 光 雄	45
6. 照来地すべりについて	尾 崎 睦 夫	69
	伊 田 勝 渡 辺 農	
7. 資 料		88

は　　じ　　め　　に

昭和59年度（第14回）の見学会は、本支部としては初めての一泊二日の行程で、奈良県五条～十津川地域を尋ねた。多彩な見学地を選び得たことともに、湯泉地温泉に泊り談論風発の一夜を過ごしたことは、極めて貴重な経験であった。

今年度総会に臨むに当たって、幹事会では見学地の選定について、日帰りで一泊の2案を準備して提案したが、一泊の行程で検討する方向が了承された。一方、島根県松江在住の渡辺農会員は、北近畿の地すべりや鉢伏山で近年発生した崩壊について資料を蓄積しつつあり、元幹事としての経験をふまえ、この地域を見学会の候補地として考慮してはどうかとの所見を寄せられていた。このような経緯で具体化されたのが今回の見学会であって、渡辺会員の尽力に負うところが大きい。

見学地の温泉町・村岡町には、京阪神地域にはみられない大規模な地すべりがあり、河川・道路に与える影響は勿論、圃場整備に当たっても多くの問題点をかかえている。地すべりの機構とともに、このような問題点についても、活潑な討論がおこなわれることを期待している。

温泉・浜坂・村岡・美方の各地域は、地質調査所（1977）が日本の主要地熱30地域の一つとしてあげている美方地域に含まれている。その代表として温泉町湯村温泉があり、見学会の宿泊地となっている。近年の温泉ブームもさることながら、地熱水の有効利用も地域社会の重要な課題となりつつある。このような方面、すなわち地熱水の開発と利用の方法についても、いろいろな話題が提供されることを期待する。

今回の見学会については、予察の段階から鳥取大学吉谷昭彦教授に多大の協力と助言を得るとともに、案内者として参加して頂くことになった。強力な味方を得たことを喜び、深く感謝している。温泉・村岡の両町役場、兵庫県地すべり対策室、浜坂土木事務所および建設省豊岡工事事務所には本見学会を後援して頂き、多大の援助を寄せられた。以上の各位に対し深く御礼を申し上げる。

日本応用地質学会関西支部

支部長　鶴　巻　道　二

但馬地域の地質とその構造

吉 谷 昭 彦（鳥取大学教育学部）

I は じ め に

但馬地域、とりわけ関宮町・八鹿町を東西に流れる八木川以北の地域には、新第三系、第四系が広く分布している。八木川以北の地域を便宜上、北但馬地域とよぶことにする。北但馬地域に分布する新第三系は、中新統の北但層群、鮮新統の照来層群に区分される。第四系は、前期更新統の水ノ山・鉢伏山火山岩類、後期更新統～完新統の神鍋山火山岩類、その他の段丘堆積物、平野部を埋積している末固結堆積物などに分けられる。

北但層群の直接の基盤は、中期中生代の活動とされている関宮岩体（超塩基性岩）および後期中生代酸性火山碎屑岩類、これを貫く花崗岩類である。後期中生代酸性火山碎屑岩類は矢田川層群で一括され、その主体は熔結凝灰岩類である。このような基盤岩類の層序および構造については、未だ明確にされていないところが多い。

新第三系の北但層群および照来層群に関しては、弘原海・松本（1958）、松本・弘原海（1959）、兵庫県（1961）、松原（1966）などの研究に詳細に論じられている。しかしながら、北但層群の層序に関しては、北但馬地域各地での地質調査が進展する過程で修正せざるを得ないところとなっている。また、照来層群についても岩相の水平・垂直方向での変化が著しく、層序について再検討すべきところとなっている。これらについては後述する。

第四系のうち、水ノ山・鉢伏山火山岩類については従来から鮮新～更新統とされているが、正確な時代決定はなされていない。ただ、流紋岩の活動が存在したことが最近に判明してきた（新竹、1984 MS）。流紋岩の活動は、北但馬地域に隣接する鳥取県東部地域においても確認されており、前期更新世の火山活動の変遷に一つの問題を提供することとなろう。

北但馬地域にみとめられる断層については、いわゆる活断層とされているものは少ない。断層のなかで、北但馬地域にみとめられる規模の大きなものとして、湯村断層、桃観断層などがあげられるが断層地形は顕著にみとめられるものの、活断層であるという積極的な根拠に乏しい。

北但馬地域には、北但層群、照来層群および火山性の崖錐堆積物などを第四系に、地這りないし崩落性の崩壊が認められる。とくに温泉町、村岡町での地這りは規模の大きなものである。

また、北但馬地域には、近年の地域づくりの気運とあいまって、地熱開発が急速に進められてきた。北但馬地域には、古くから城崎、湯村、七釜の温泉が知られていたが、浜坂町・温泉町・村岡町

・美方町の美方郡4町で、温泉堀削が行われ、新規源泉がかなりの数で誕生している。

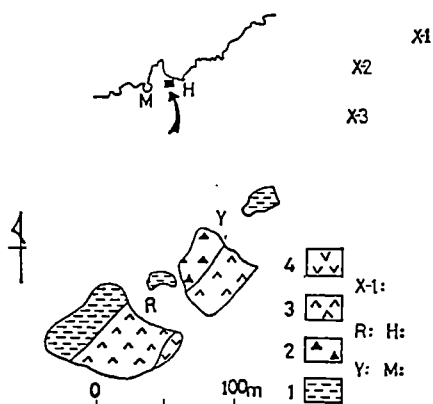
II 北但層群の層序と構造

北但層群は下位より、高柳累層、八鹿累層、豊岡累層、村岡累層に区分されている（弘原海・松本；1958，など）。しかし、この数年の地質調査の結果、豊岡累層の位置づけに疑問が生じてきた。すなわち、豊岡累層の大部分は八鹿累層に属すべきものであって、上位層準のあるものは村岡累層に含まれるものである。八鹿累層と村岡累層とは、基本的には高角不整合面をなすアバット関係を示す。

北但層群の再検討は、浜坂町内から行われた。この結果、高柳累層は北但層群堆積盆地にあっては、縁辺礫岩・砂岩相を示し、その一部は崖錐性堆積物相を示す縁辺基底礫岩層をなしている。

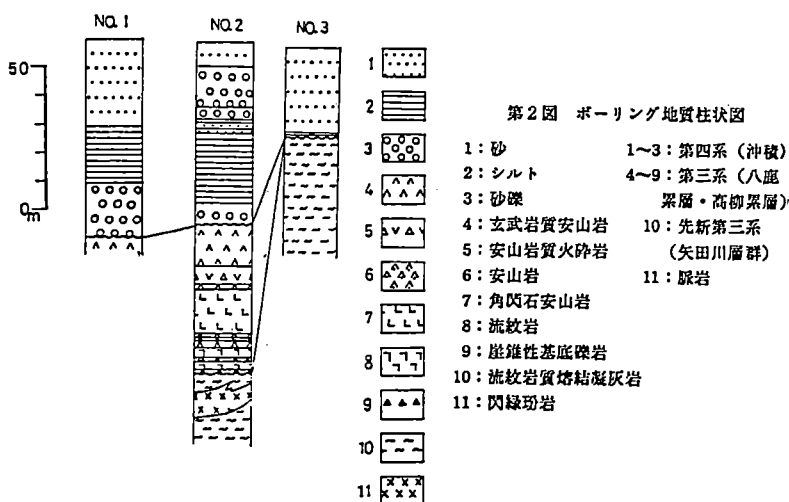
浜坂町西部の芦屋地区での浅所ボーリング資料を加味した断面図などを第1～第3図に示した（吉谷，1977）。また、浜

坂町東部の赤崎西方の
ひとさか峠付近での不
陶汰角礫岩が充填して
いる裂か系を中心に、
北但層群の堆積盆地の
形成過程を追跡した。



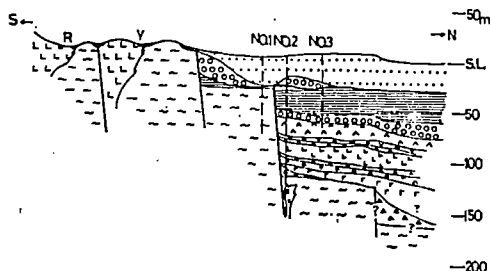
第1図 地質系統分布図

- 1: 流紋岩質熔結凝灰岩（基盤）
2: 崖錐性基底礫岩
3: 角閃石英安山岩
4: 輝石安山岩
X-1: ボーリング地点と番号, R: 龍潜寺,
Y: 薬師堂, H: 浜坂, M: 諸寄



第2図 ボーリング地質柱状図

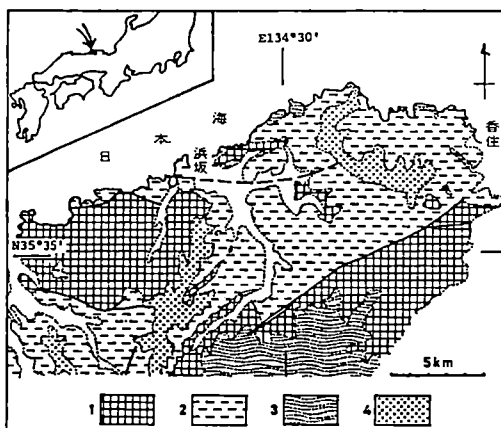
- 1: 砂 1～3: 第四系（沖積）
2: シルト 4～9: 第三系（八鹿累層・高柳累層）
3: 砂礫 10: 先新第三系（矢田川層群）
4: 玄武岩質安山岩 11: 礫岩
5: 安山岩質火砕岩
6: 安山岩
7: 角閃石安山岩
8: 流紋岩
9: 崖錐性基底礫岩
10: 流紋岩質熔結凝灰岩
11: 閃緑玢岩



第3図 芦屋地区模式地質断面図

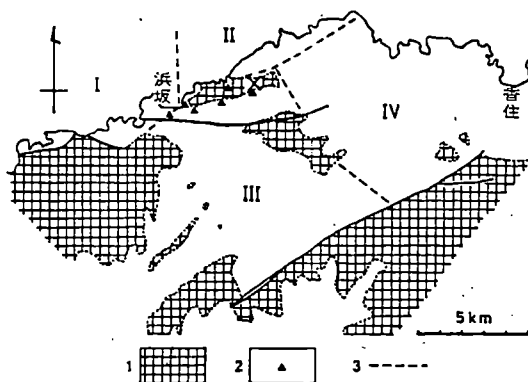
凡例は第2図の凡例に従う。
R: 龍潜寺 Y: 薬師堂

第4図に浜坂町付近の地質概略図を示した。浜坂町付近のグリーン・タフ堆積盆地は、4つの小さな堆積盆地に分けられる(第5図)それぞれの小堆積盆地の縁辺部には、崖錐性基底礫岩が分布する。基盤岩中に発達する固結破碎帯を中心にした構造を示したのが第6図である。第6図のAおよびB地点には、不淘汰角礫岩が充填した、開口断裂系が発達する。開口断裂系の露頭スケッチと水平断面図とを、それぞれ第7図、第8図に示した。この開口断裂系の解析結果を踏えて、グリーン・タフ堆積盆地の模式断面図を描き、第9図に示した(第4図~第9図は、吉谷・山内; 1981)による。



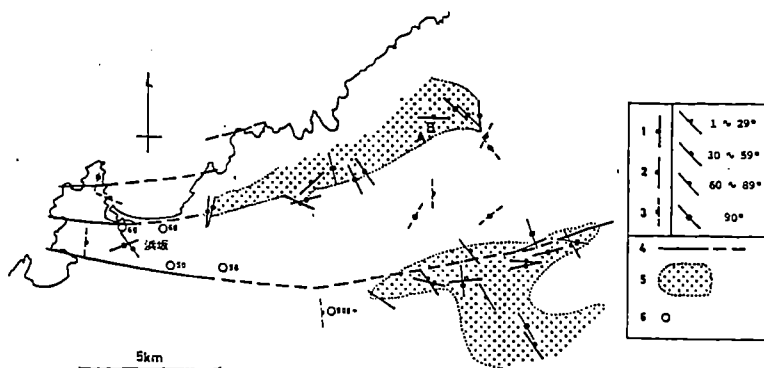
第4図 浜坂町付近の地質概略図(上村ほか, 1974を一部修正)

1. 先新第三系(基盤), 3. 照来群,
2. 北但群, 4. 鮮新統.



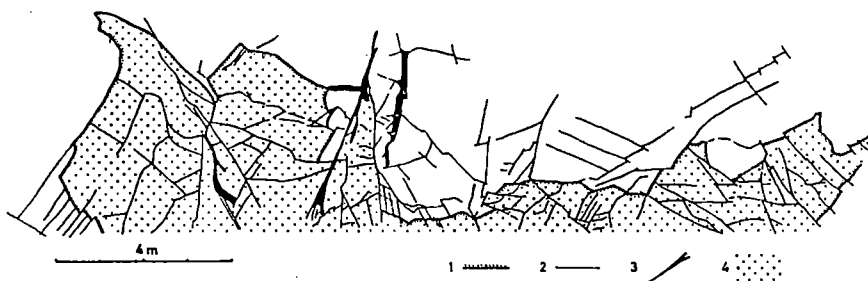
第5図 浜坂町付近のグリーン・タフ堆積盆地の分布

1. 基盤, 2. 崖錐性基底礫岩, 3. 堆積盆地の境界,
- 白抜き部は、新第三系分布域。×印は第4図の位置を示す。



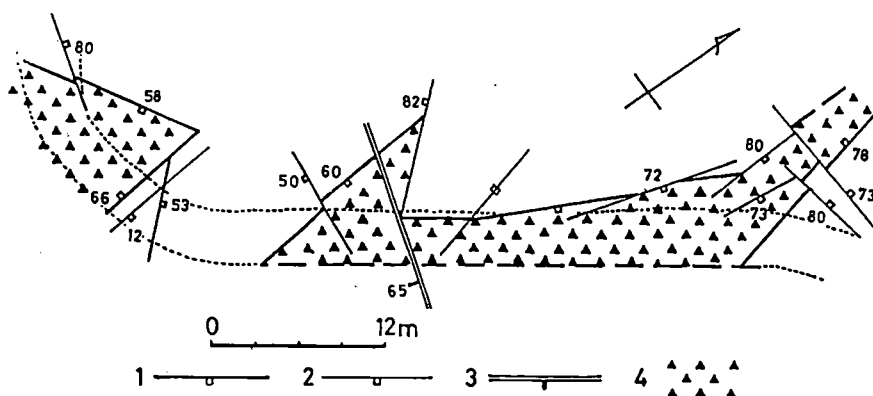
第6図 浜坂町付近の構造

1. 基盤岩中に発達する固結断列系。
 2. 基盤岩中に発達する新期断層(断列)。
 3. グリーン・タフ層中に発達する新期断層。
 4. 断層。
 5. 基盤。
 6. 試錐位置、数字は基盤深度(m)を示す。
- A, B は、第4図中の A, B の各地点を示す。



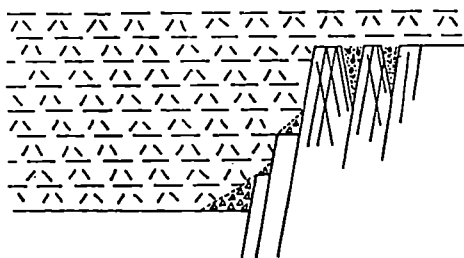
第7図 A地点での露頭のスケッチ

1. 不整合面。
 2. 破断面が分離した断層(新期断層)。
 3. 岩脈。
 4. 不淘汰角礫岩。
- 白抜き部は基盤。



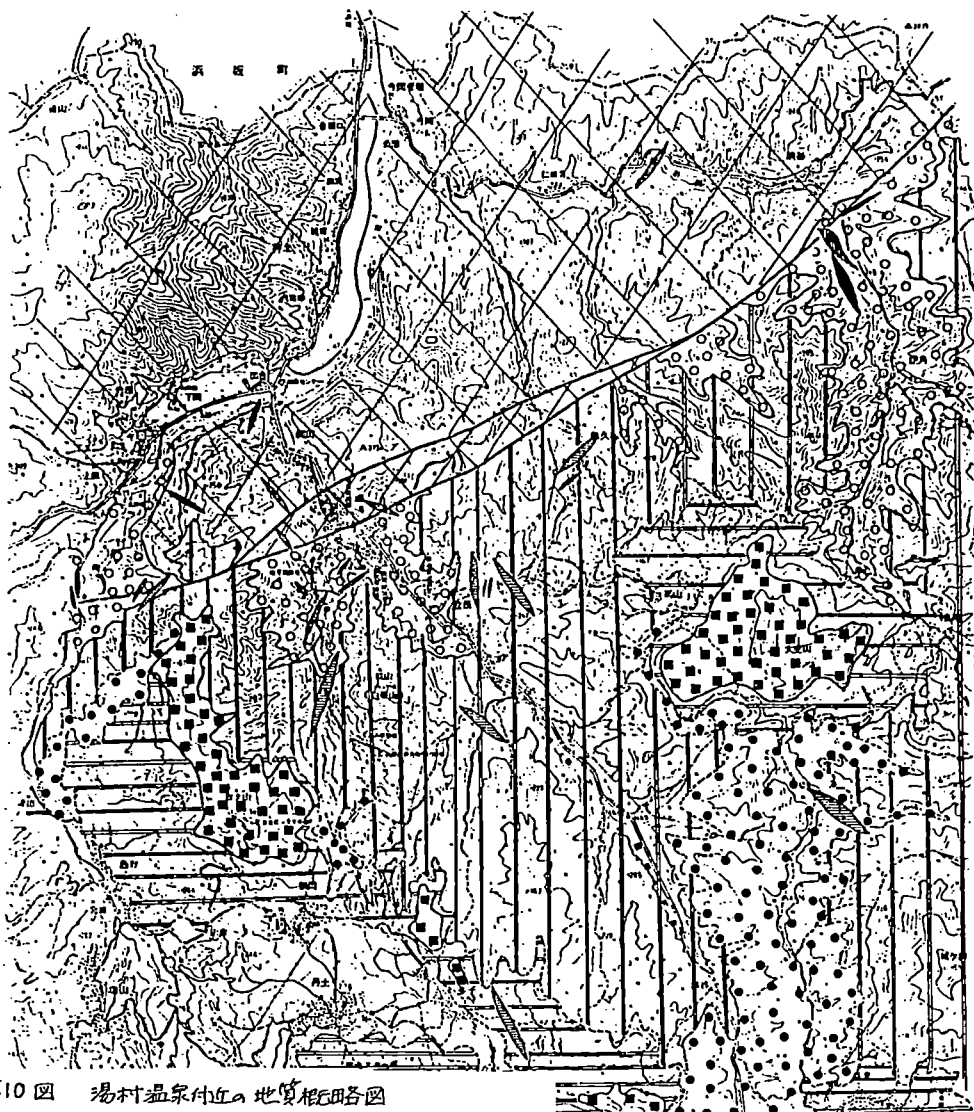
第8図 A地点の露頭の水平断面図

1. 固結した断層の破断面(不整合面)。
 2. 新期断層(新期断層)。
 3. 岩脈。
 4. 不淘汰角礫岩。
- 白抜き部は基盤。

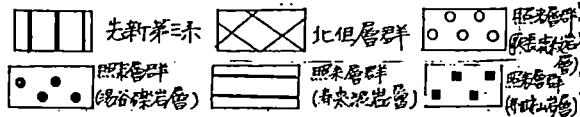


第9図 不淘汰角礫岩の産状を示す模式断面図

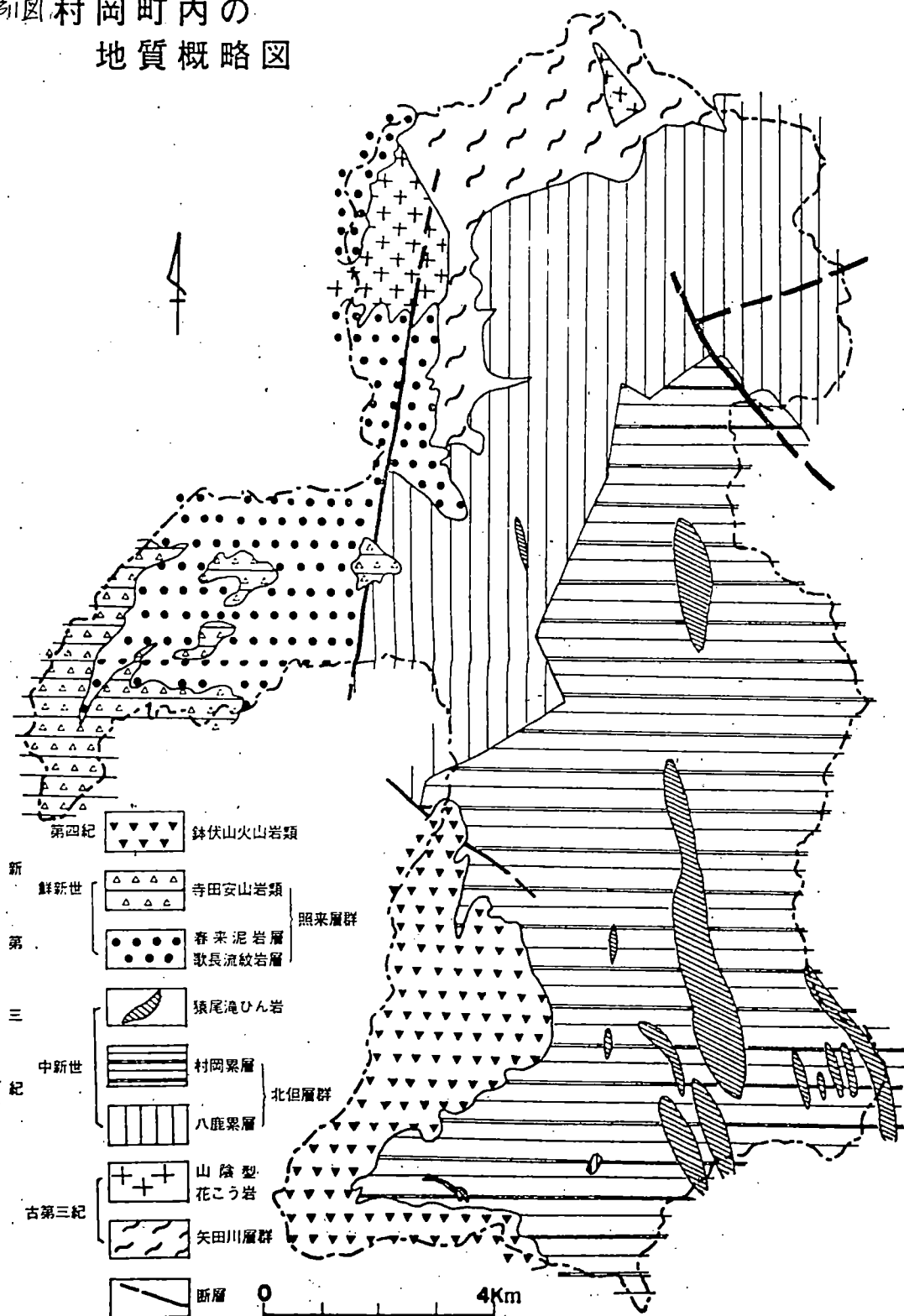
1. 糜蝕性基底礫岩.
2. 不淘汰角礫岩.
3. 火砕岩類を主体とするグリーン・タフ層.
4. 基盤.



第10図 湯村温泉付近の地質相図



第Ⅷ村岡町内の 地質概略図



これらの資料から判断されることは、広域の応力場の性質については諸論の分れるところであろうが、グリーンタフ堆積盆地の形成は、陥没運動によって形成されたと推論される。北但層群の堆積盆地は、中新世初期の高柳累層および八鹿累層が埋積した堆積盆地、村岡累層が埋積した中期中新世の堆積盆地に分けられ、いずれも陥没運動による形成である。その陥没量は、前者で1000m、後者で500m規模である。

温泉町および村岡町の地質系統の分布の概略をそれぞれ第10図、第11図に示した。

Ⅲ 照来層群の層序と構造

照来層群の層序につ

いては、松原ほか(1966)

による層序が妥当であ

ると判断される。ただ

し、湯村温泉南方の稲

負谷川の河床で崖錐性

基底礫岩が見い出され、

照来層群堆積盆地が陥

没運動によって形成さ

れたと判断している。

さらに、歌長流紋岩層、

湯谷礫岩層、春来泥岩

層は、きわめて入り組

んだ指交関係にあり、

鍵層を用いた等堆積面

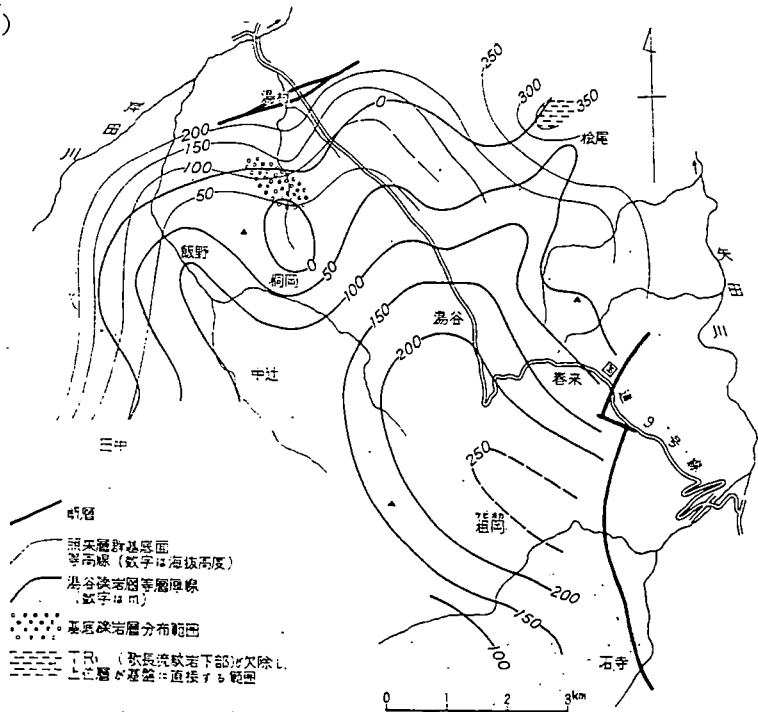
の追跡による層序の再

検討が望まれるところ

である。

照来層群の最上部をなす寺田安山岩層は、それ以下の層準の照来層群各層と異なり、春来泥岩層と指交の関係を示す溶岩類および安山岩質火砕岩類以外は、ほとんど乾陸の火山噴出物からなっている。寺田安山岩類は北但馬地域では比較的うすく、かつ分布面積もそれほど大きいものではないが、鳥取県東部地域には、膨大な量と分布面積が広がっている。

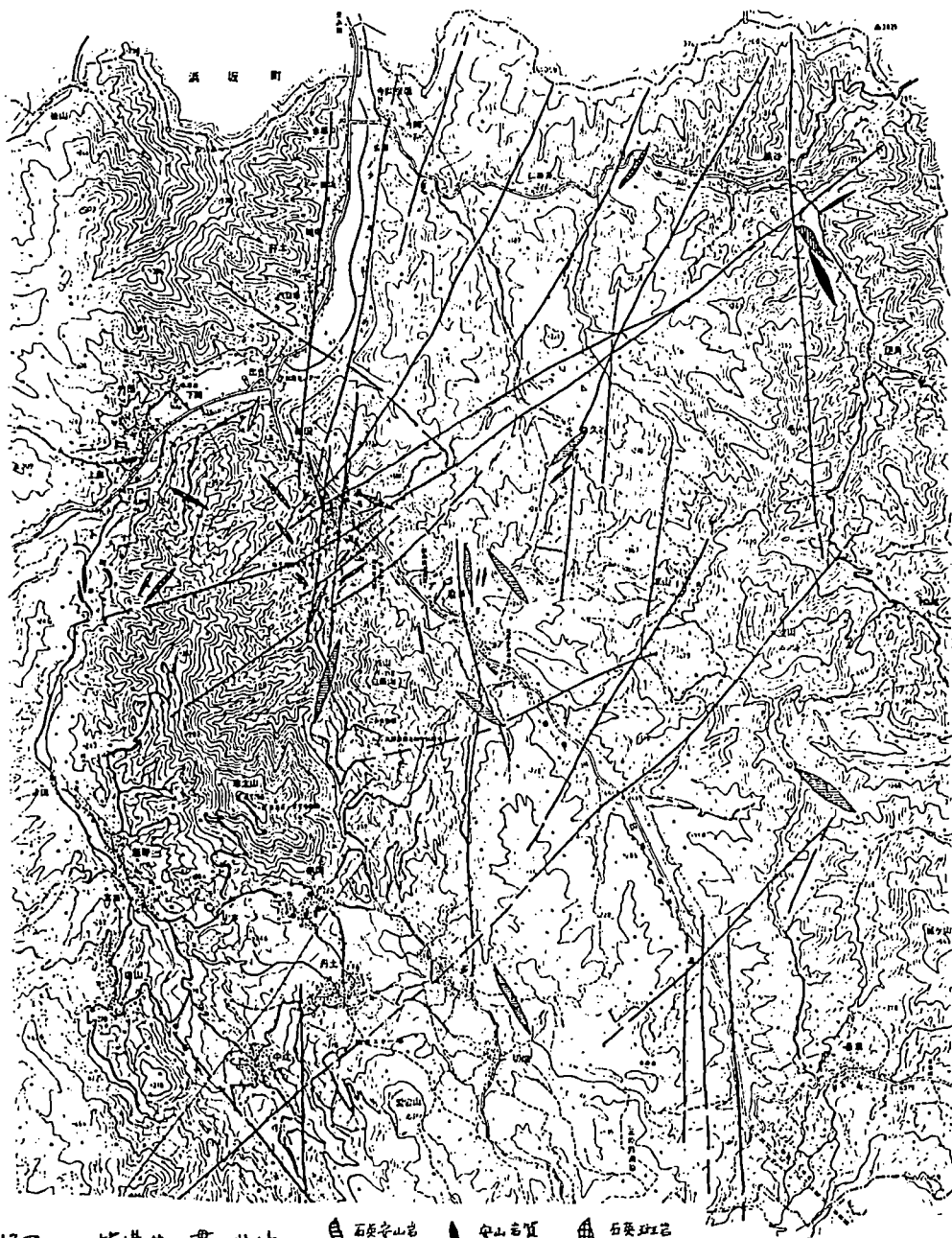
照来層群のうち、春来泥岩層は応用地質学の見地からみて、きわめて重要である。と云うのは大規



第12図 照来層群構造図 (松原ほか, 1966: 53)

模な地這りが伴なわれるからである。春來泥岩層はほとんどがスランプ層であって、その滑動方向は湯谷礫岩層が厚く堆積している、いわゆる堆積盆地中に存在したチャネル構造にむかっている（第12図）。

照來層群にみとめられる主要な構造については、露頭状況の悪いこともあって明確でない場合があるが、全般的な傾向を知るために、湯村温泉を中心とした地域での構造を第13図に示した。湯村断層に平行する断層と、南北性の方向を示す断層とが顕著である。



第13図 地質構造と貫入岩体

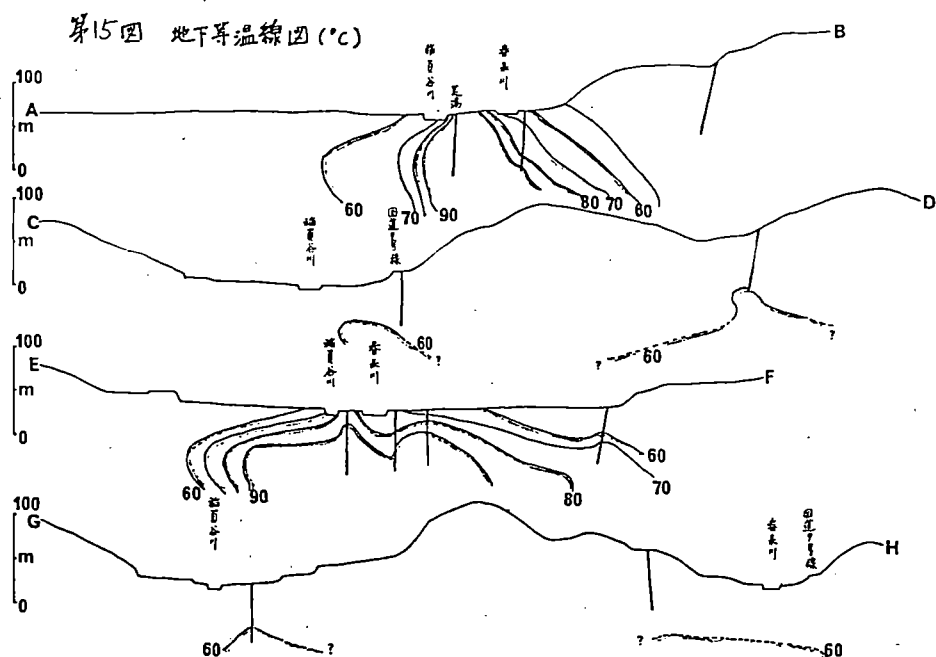
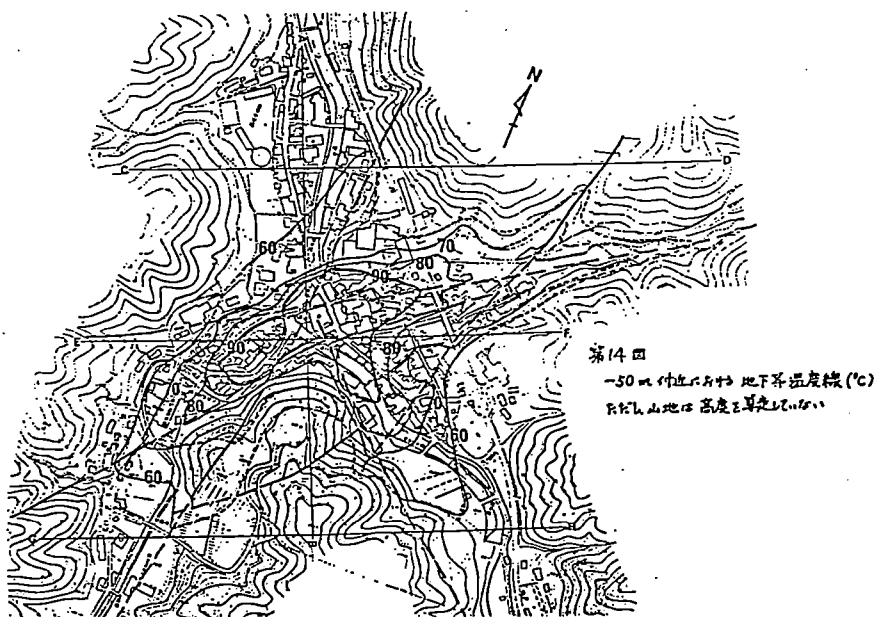
石炭系山岳
～泥岩層
岩脈

安山岩質
岩脈

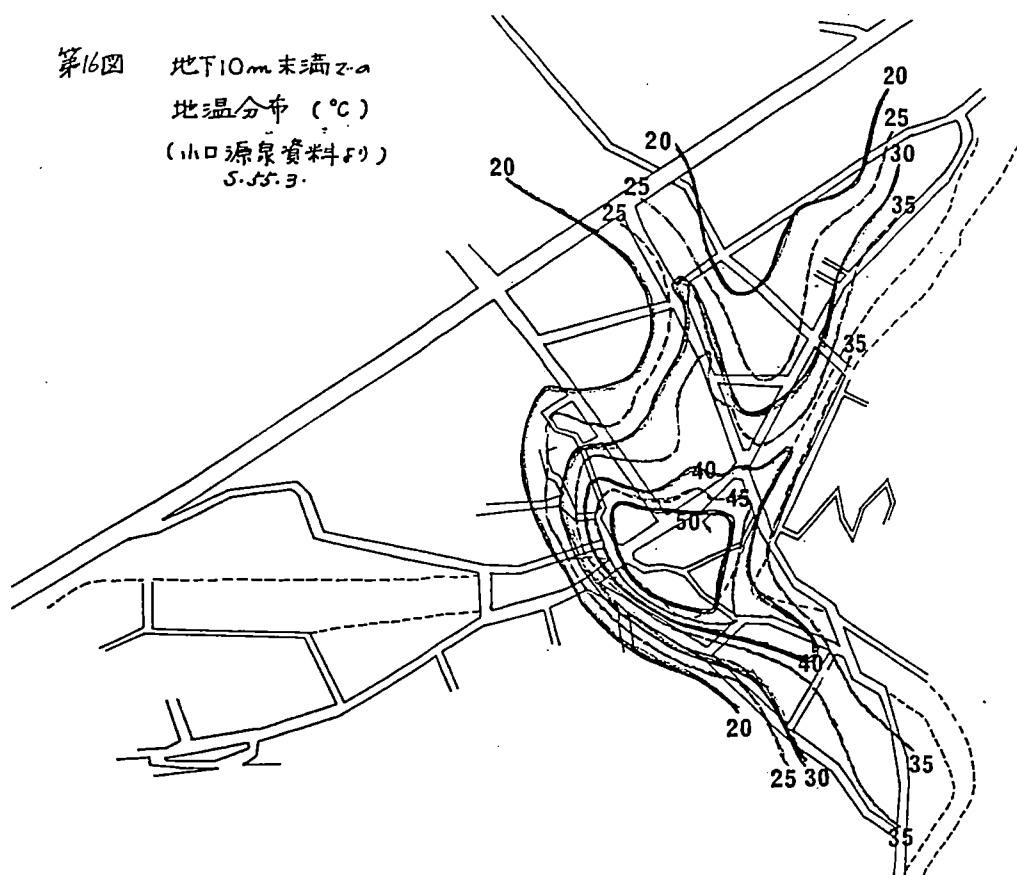
石英斑岩
岩脈

IV 北但馬地域の地熱

すでに述べたように、近年、地熱利用が拡大される気運のなかで、北但馬においても、地熱探査および掘削が急ピッチで進められてきた。地熱探査は、地表地質踏査に基いて、主として構造規制の観点に立って地球化学探査を実施している。地球化学探査の結果はかなり良好である。美方郡全域での探査資料および掘削資料はかなりのものとなっているが、ここでは、古来から有名な湯村温泉についての、いくつかの資料を示したいと思う。



湯村温泉は約1200年弱の歴史を有する高温の温泉であり、「荒湯」を中心とするいくつかの泉源が集中している。熱源岩体に関しては確証はないが、掘削資料から判断される限り、鮮新世ないしはそれ以降(?)の石英斑岩であろうと推測される。構造的には湯村断層およびそれと並走する副断層に規制されている。湯村温泉地域内における地温分布の水平、垂直方向について、それぞれ第14図、第15図に示した。とくに、湯村温泉地域内は、浅所でやや温度の高い温泉が得られるが、地下10m未満での地温分布状況を第16図に示した。

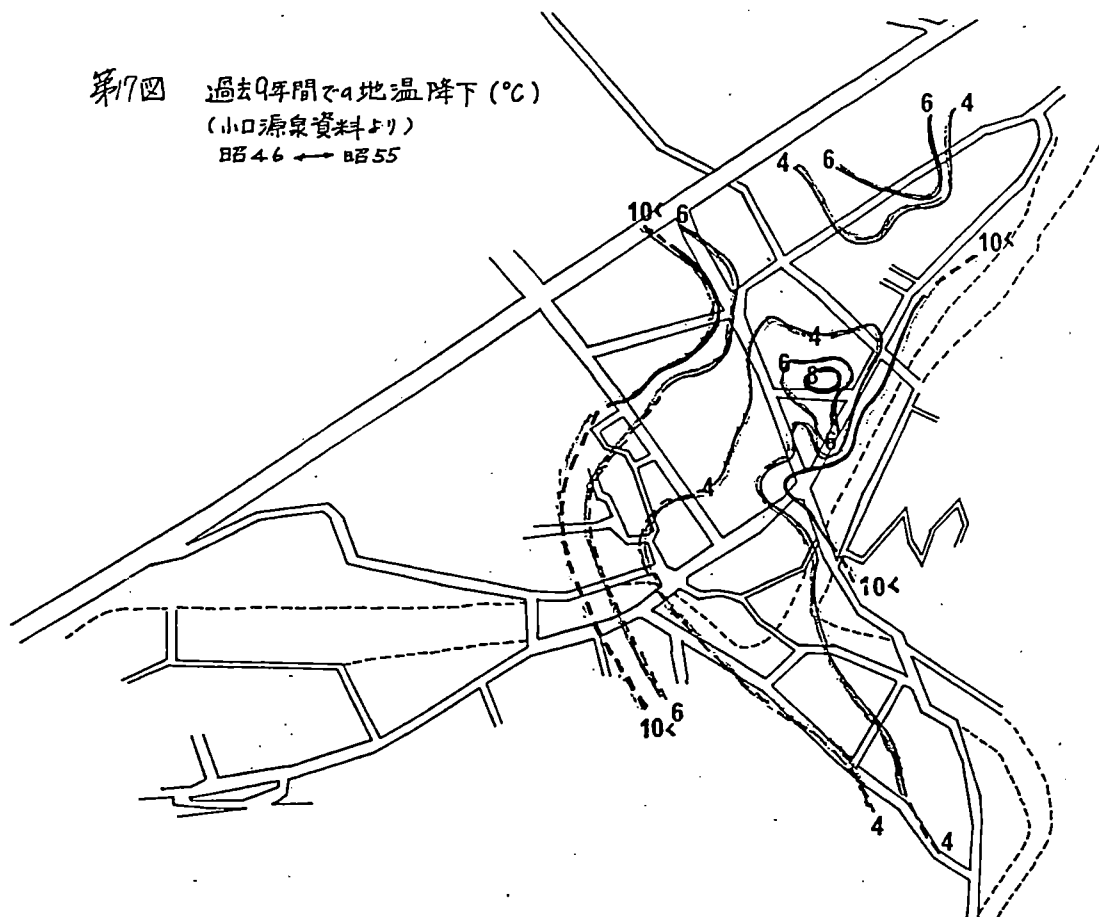


近年、温泉水の利用量、利用面が拡大されてきたために、「荒湯」にフラッシング現象が生じはじめ、地下浅所および「荒湯」周辺部での地熱構造にかなりの変化が生じている。その1例として地下10m未満での地温の降下量を第17図に示した。

いずれにせよ、地熱の開発は地熱の保護と表裏の関係にあり、観測資料に基いた適正な地熱利用を考えなければならないものである。

北但馬地域のうち、美方郡4町の、過去数年間における地熱探査のための掘削本数はかなりの数にのぼっている。この中で、浜坂町1号泉(自噴量300L/min, 76°C)、ほかに探査中の泉源2ヶ所、

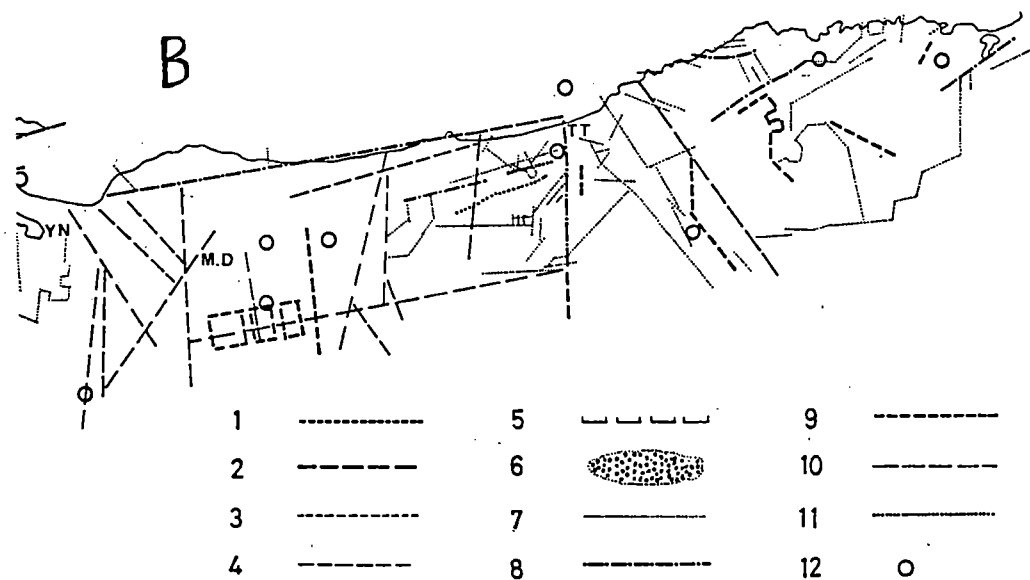
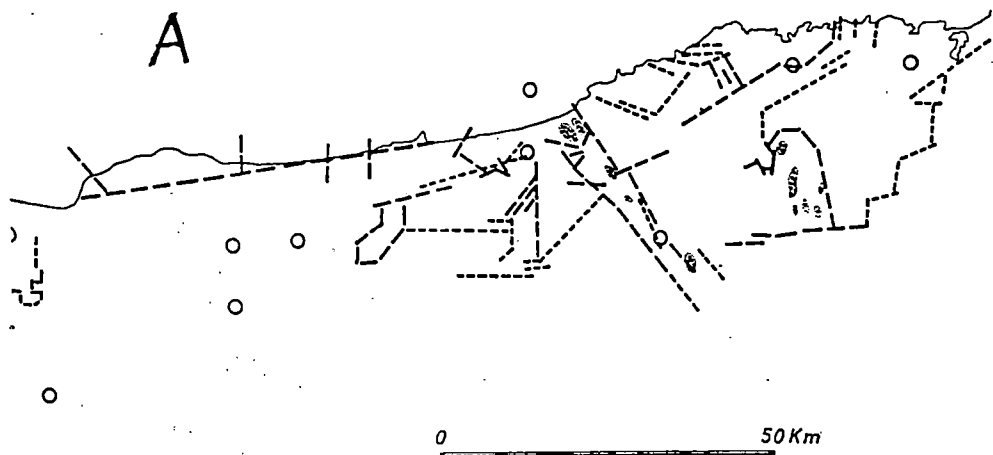
第7図 過去9年間で地温降下(℃)
(小口源泉資料より)
昭46 ← 昭55



探査ボーリング2本、亀城温泉泉源(以上浜坂町)、観測井(温泉泉源)4本、湯谷1・2号泉、探査ボーリング5本(以上、温泉町)、掘削中の源泉1本、探査ボーリング1本(以上、村岡町)、がそれぞれなされた。現在のところ、温泉の泉源登録がなされているのは、浜坂町で3本、温泉町で6本がそれぞれ新泉源として誕生している。

V おわりに

北但馬地域に発達する地ごりについては、専門的立場からの報告がなされると思うので、ここでは省略させていただいた。北但馬地域の地質については、現在かなり再検討を必要とする段階に来ている。堆積盆地の形成問題も含めて、層序については、詳細な検討を加えることによって、かなり修正されるであろうという予測が持たれる。最後に、山陰東部地域での構造について、第18図に示した。



第17図 山陰地域において新第三紀以降に形成された断裂系

(島根県沖の日本海海底に関しては島根県地質図編集委員会, 1982 による)

A : グリーンタフ変動期に形成された断裂系 (1 : 台島期に形成された断裂, 2 : 西黒沢期に形成された断裂, 3 : 下部船川期に形成された断裂, 4 : 等重力値線, 5 : 海底で中新統を切る断層, 6 : 中新世後期に貫入した深成~半深成岩類)。

B : 島弧変動期に形成された断裂系 (7 : グリーンタフ変動期に形成された断裂, 8 : 島弧変動期に再活動した断裂, 9 : 堆積盆地発生期に形成された断裂, 10 : 地形上のリニアメントから推定される断裂, 11 : 活断層, 12 : 被害地震の震央)。

MS : 益田, HM : 浜田, MO : 大江高山, OD : 大田, IZ : 出雲市, MT : 松江, YN : 米子, MD : 大山, TT : 鳥取市。

(山内和, 1983 に依る)

VI 文 献

兵庫県(1961), 兵庫県地質鉱産図および説明書・兵庫県.

松原秀樹・坂本 亨・上村不二雄(1966), 兵庫県北西部の地質. 地調月報, 第17巻, 2号, 1-10.

松本 隆・弘原海 清(1959), 北但馬地域の新生代構造発達史, 地質雑, 第65巻, 117-127.

新竹一雅(1984 MS), 鉢伏山火山岩類の研究. 鳥取大学教育学部卒業研究.

弘原海 清・松本 隆(1958), 北但馬地域の新生界層序. 地質雑, 第64巻, 625-637.

山内靖喜・吉谷昭彦・小室裕明(1983), 山陰地方における新第三紀以降の構造発達史からみた基盤内断裂系. 島根大学地質学研究報告, 第2号, 37-48.

吉谷昭彦(1977), 北但層群最下部層についての最近の知見. 鳥取大学教育学部研究報告, 第27巻, 83-87.

吉谷昭彦・山内靖喜(1981), 堆積盆地の周縁にみとめられる盆地発生期の構造.
鳥取大学教育学部研究報告, 第30巻, 85-95.

国 道 9 号 の 改 築 事 業

建設省豊岡工事事務所

1. 道 路 事 業

(1) 概 要

但馬地方は、大部分が山地であるため交通網の整備が望まれるところであるが、主要な道路として一般国道5路線（9号、178号、312号、426号、427号）のほか、但馬海岸有料道路、遠坂有料道路があり、鉄道は国鉄山陰本線、宮津線、播但線がある。

豊岡工事事務所は、このうち、一般国道9号の改築および維持管理、並びに一般国道178号豊岡道路の改築を行っている。

(2) 改 築 事 業

一般国道9号の1次改築は、昭和42年3月完了し、以来2次改築を逐次進め、既に出合橋拡巾、和田山バイパス（ $L=3.5\text{km}$ ）、春來バイパス（ $L=6.6\text{km}$ ）、蒲生バイパス（ $L=3.8\text{km}$ ）、入江改良（ $L=0.8\text{km}$ ）を完了している。

現在、八鹿バイパス、関宮除雪拡巾、鹿田局改に着手しており、笠波峠除雪拡巾、但馬トンネルの換気装置設置についても計画中である。

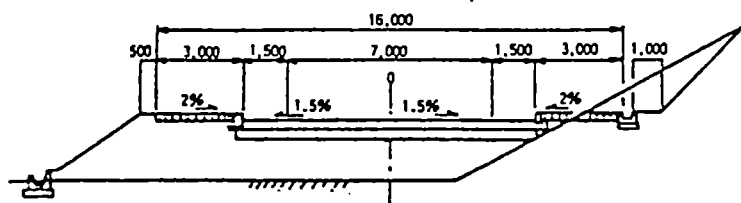
また、一般国道178号は知事管理の路線であるが、権限代行として、1次改築を実施している。昭和48年度に河梨峠改築（ $L=8.0\text{km}$ ）、昭和58年度に豊岡道路1工区（ $L=4.3\text{km}$ ）を完成させ、これに引続いて豊岡道路2工区（ $L=4.2\text{km}$ ）の改築を昭和58年度より着手している。

1) 八 鹿 バ イ パ ス （ $L=5.1\text{km}$ ）

一般国道9号のうち、和田山町から、八鹿町に至る延長 12.9km が、一般国道312号との重複区間となっており、この重複区間の終点附近を中心として生じる交通混雑を緩和するため、養父町～八鹿町間に延長 5.1km （うちトンネル $1,230\text{m}$ ）のバイパスを計画したものである。61年度は、測量、調査設計および用地買収を進めるとともに工事を実施する。

〈土 工 部〉

標準横断面図



2) 関宮除雪拡巾 (L=4.0km)

関宮町内から但馬トンネル間は、八木谷峠を控えて通行規制区間(200%)であるとともに、積雪地域でもあるため除雪帯を設け、合わせて線形改良および歩道を設置して除雪並びに交通安全対策面での改良を加えるもので、昭和55年度より事業に着手しているが、引き続き道路改良を実施し、事業の促進を図る。

3) 鹿田局改 (L=1.52km)

当地域は、平面線形が特に悪く交通事故が多発しており、冬季は豪雪のため、除雪作業等道路管理上の隘路となっていてところであり、線形改良を行うとともに歩道を設置する等交通対策面での改良を改えた整備が必要である。

このため、昭和55年度は、調査、昭和57年度には路線測量および道路、橋梁等の詳細設計を行い、昭和61年度は、用地買収を進めるとともに工事の促進を図る。

(3) 維持管理

維持管理として、兵庫県朝来郡山東町金浦から鳥取県岩美郡岩美町蒲生に至る延長72.6kmの指定区間の路面の補修、法面保護、橋梁補修、道路附属物の補修工事をはじめ、除草、清掃路肩処理等の作業を実施する。

(4) 交通安全施設等整備

歩行者の安全と交通事故防止を目指し、交通安全施設の整備をはかるものである。

3次に亘る交通安全5箇年計画にもとづく歩道設置事業は、ほぼその目標を達成しており、今後更に全線について充実をはかるべく計画、昭和61年度は1,210mの歩道設置、バス停整備3ヶ所を予定している。

また、2種事業としては、道路標識並びに区画線、防護柵、照明灯等を設置するとともに、道路情報管理

橋梁一覧表 (橋長 20m 以上)

橋名	型式	幅員 (m)	延長 (m)	架設 年次	摘 要
梁瀬橋	I桁(合成)	6.5	35	39	上路、鋼、P.C. 混合、 コンクリート系
大垣橋	〃	6.5	47	35	上路、鋼、 コンクリート系
滝田橋	〃	6.5	35	35	〃
和田山大橋	〃	6.5	330	46	〃
池田橋	アーチ型 (ランガン)	6.5	122	46	下路、鋼、 コンクリート系
広谷小橋	床版橋	7.5	23	36	上路、P.C. コンクリート系
広谷大橋	桁橋	7.5	197	37	上路、鋼、 コンクリート系
八木川大橋	〃	7.5	128	36	〃
大谷橋	トラス橋	6.5	56	40	〃
万久里橋	I桁(合成)	6.5	40	39	〃
関宮橋	〃	6.5	20	38	〃
関宮第二橋	床版橋	6.5	38	40	上路、P.C. コンクリート系
蛇淵橋	I桁(合成)	7.0	137	40	上路、鋼、 コンクリート系
矢井原橋	桁橋(箱桁)	6.5	96	40	上路、P.C. コンクリート系
八木谷橋	I桁(合成)	6.5	50	38	上路、鋼、 コンクリート系
新入江橋	〃	6.5	68.5	58	〃
和田橋	箱桁(合成)	6.5	45	35	〃
春米一号橋	I桁(合成)	6.5	50	50	〃
求橋	〃	6.5	21	50	〃
宮谷橋	〃	6.5	22	38	〃
夫婦橋	〃	6.5	32	38	〃
温泉大橋	〃	6.5	93	37	〃
湯村温泉橋	〃	7.5	39	36	〃
出合橋	桁橋(T桁)	6.5	91	46	上路、P.C. コンクリート系
千谷大橋	I桁(合成)	6.5	122	40	上路、鋼、 コンクリート系
千谷川橋	〃	6.5	20	53	〃
合 計	26 橋				

システムの整備促進を図る。

トンネルの現況

トンネル名	位置(キロ標)	延長(m)	巾員(m)	高さ建築限界	完成年	警報設備	消火器	非常電話	換気装置	摘 要
新和田山トンネル	115	330	6.5	4.5	46	有	有	有		
城山トンネル	116	38	6.5	4.5	46					カルバートボックス
和田山トンネル	118	226	6.5	4.5	38	有	有	有		
但馬トンネル	145	1,256	6.5	4.5	40	有	有	有	堅坑	
村岡トンネル	156	790	6.5	4.5	41	有	有	有		
入江トンネル	157	283.5	6.5	4.5	58					
春來トンネル	163	1,696	6.5	4.5	50	有	有	有	堅坑	
温泉トンネル	172	107	6.5	4.5	40					
蒲生トンネル	183	1,745	6.5	4.5	53	有	有	有	堅坑	
合 計		6,471.5								

積雪最大量及び累計降雪量（過去5カ年平均）（単位：cm）

年 度	八 鹿		春 来		千 谷	
	積雪最大量	累計降雪量	積雪最大量	累計降雪量	積雪最大量	累計降雪量
56	62	304	138	516	137	451
57	41	150	70	426	98	329
58	96	663	236	1,044	210	947
59	48	255	143	747	147	618
60	34	237	133	827	126	888
平均	56.2	321.8	144	712	143.6	646.6

(5) 雪寒対策

管内9号には、夜久野、八木谷、笠波、春來、4つの峠を有し、冬期においては、積雪ならびに路面凍結による交通障害を生ずるおそれがあるので、全線

の72.6Kmが積雪寒冷特別地域に指定されている。このため、八鹿、春來の2基地を有し、除雪車等約34台を稼働させ、消雪装置総延長15.3Kmを設置して、除雪、凍結防止等の作業を行い、交通の確保に努めている。

昭和61年度には、美方郡温泉町歌長地先の消雪装置を設置するとともに、6ヶ所に雪崩防止柵を設置する。

2. 道路事業調査

(1) 9号笠波峠除雪拡幅(L=3.5 Km)

但馬トンネル以西の当該区間は、兵庫県内9号のうちでも急峻な地域であり、積雪量も多く最急勾配8%ときつく、冬期の交通の難所となっている。また、地入り地域でもあり、9号の中でも最も危険なヶ所である。

昭和56年度の地質調査、弾性波探査及びボーリング調査、昭和57年度の切土法面の安定解析等に行き続き、昭和59年度は、詳細なペーパーロケーションを実施した。

昭和60年度は、地質の詳細調査を実施、昭和61年度には、対策工の立案のための調査をする予定である。

大久保地すべりについて

兵庫県農林水産部 治山課 副課長 坂口 則生
(但馬地域山地地すべり対策室 室長)

国土防災技術株式会社 野上 秀史

1. 概 要

位 置

兵庫県養父郡関宮町大久保地内（鉢伏高原）

地すべり規模

斜 面 長	約 300 m
斜 面 幅	約 200 m
面 積	約 4 ha
すべり面 深度	最大 24 m
地すべり土塊量	約 180,000 m ³
保 全 対 象	民家：約 70 戸
	水田：約 15 ha
	河川（八木川）

地すべり状況

昭和60年 9月21日～24日

累積雨量 84 mm （秋雨前線の活動）

昭和60年 9月24日 午前

地元の人が、地すべり地東側の畑にキレツを発見

昭和60年 9月24日 午後

関宮町等の担当官が現地へ、避難命令が出される。

この時点での模様は次のとおり。

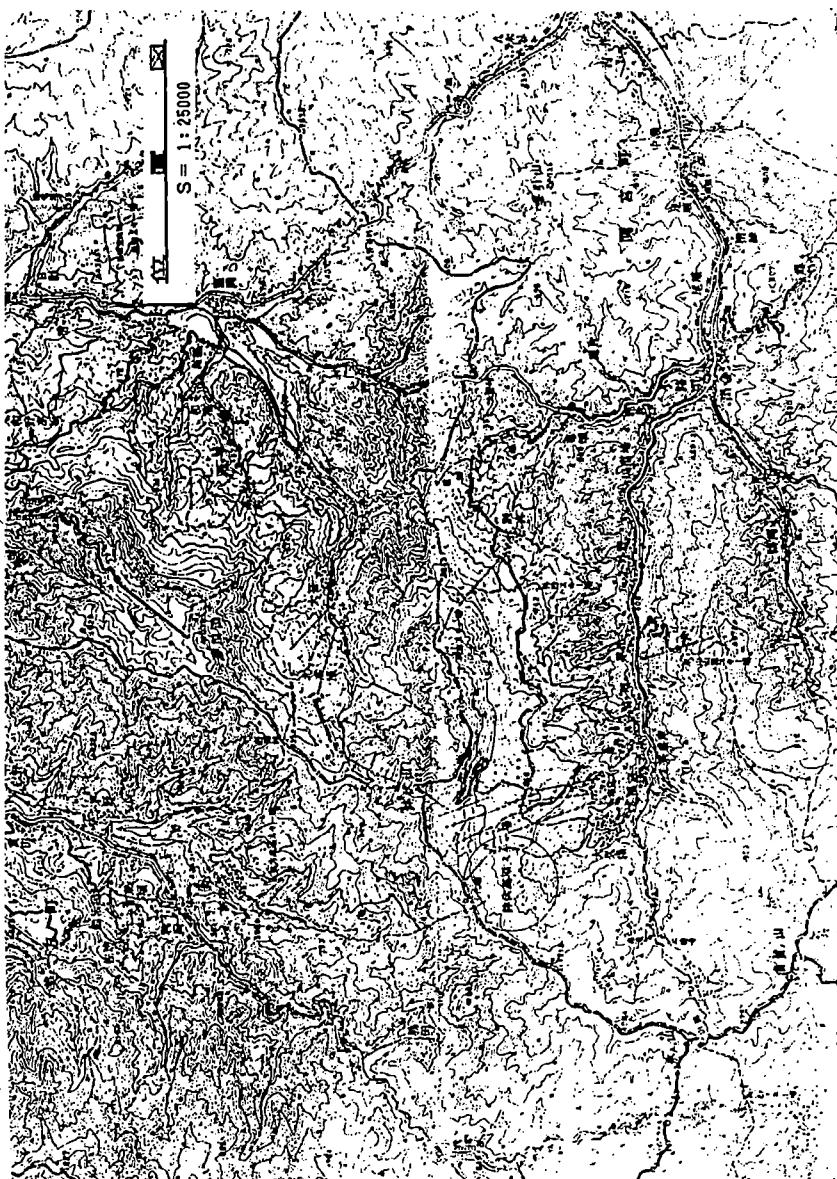
（冠頭部）

地すべりの東側の畑に約 250 m にわたってキレツが発生、キレツの幅は 1～2 m である。

（陥 没）

冠頭部のキレツの東側半分（約 100 m）にわたって、幅 10～15 m の陥没が連続して発生。

（湧 水……地表水）



キレツ内には3ヶ所から湧水が流れ込んでおり、地すべりの誘因となったと考えられる。

(末端部)

この時期に既に末端部が現われており、草木の倒れや土砂の崩落も認められている。

昭和60年9月25日午前(9:00頃)

冠頭部のキレツの落差は約5mに達し、非常に危険な状態となる。

土塊が移動している現象が随所で見られるようになる。

昭和60年9月25日 12時30分頃

地すべりの移動が急速に始まり、約20～30分間で崩れ落ち、現在の地形の状態となる。以後の変動は認められない。

滑落崖は10～20m、両側の崩落崖は30m程度にも達している。

地すべり冠頭部には幅30～40mの陥没帯がみられ、地すべり中央部においても冠頭部から末端部東側に向って、幅10～20mの陥没帯が生じている。

陥没帯内には湯水が流れ込み、冠水した状態にある。

応急対策工事（昭和60年度）

地表面整地	約 2.5 ha
水路工（コルゲート）	111 m
暗渠工（フトンカゴ）	428 m
谷止工（鋼製自在杵）	1 基（ $\begin{matrix} H=9.0\text{ m} \\ B=1.5\text{ m} \end{matrix}$ ）

調査内訳（昭和61年度）

調査ボーリング

オールコアボーリング：13孔 延350m

ノーコアボーリング：2孔 延33m

標準貫入試験

13孔 延144回

地下水検層

自然水位法：11孔

揚水法：10孔

簡易揚水試験

13孔 延47回

孔内傾斜計設定

2孔

水平電気探査

縦測線 5測線：1560m

横測線 7測線：1550m

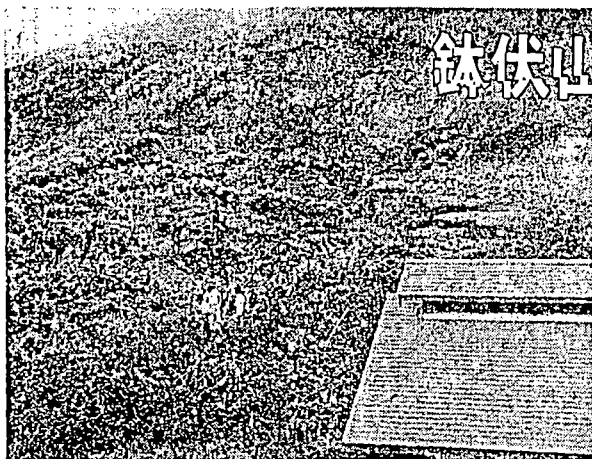
計 12測線 3110m

観測

水位計 13孔（基）

パイプヒズミ計 13孔

孔内傾斜計 2孔



鉢伏山の地すべり現場（中央部がすっぽりと落ち込んでいる）

鉢伏山の地滑り

依然警戒続く

[illegible][illegible]

この二世稱八人が親類宅へ避難している。

一方、この地すべりのきざしは二十四日にあり、地元の人たちが「山に亀裂が入っている」と投機に連絡。二十五日午前十時すぎに町職員ら三十人が現場付近を視察、その二時間後に一帯が崩れたことが分かった。「危ういところだった」と町幹部らはホッとされた。

シーズン前に地元ホッと

ガ
シ
ン
は
ア
ン
ナ
シ

[illegible]

緊急対策会議開
き排水など決定
所、國府町の代表が二十六

100

と話しており、早急な対策を望んでいる。

なお流れ出した土砂は、谷川をつたい、谷筋の低下流部分の森林で食い止められていますが、一郎が太久保川にも流入しており二十六日現在、太久保地区の農産物、田中順雄さん（五十）、岡田中弥蔵さん（六十）も、同

日、和田山麓倉庫内でこの地すべりの緊急対策会議を開き、地すべりは一応落ち着いてはいるが、まだ動く可能性があると判断の現場でポンプを使って排水するの土砂止め工事を早速に行う警戒、監視を続ける——などを決めた。

2. 地形・地質

当調査地は、養父郡関宮町鉢伏高原の高丸山（標高 1,070m）南西斜面に位置する。冬期は、スキー場として利用されているため地区内は、小灌木と杉が点在する程度で森林は形成されていない。

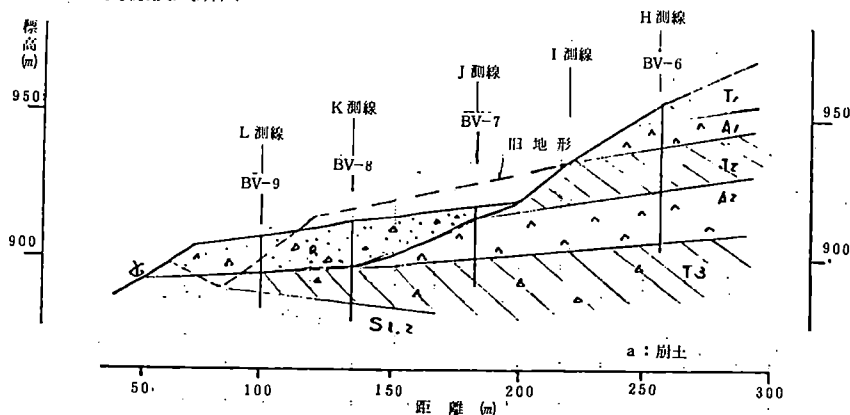
地すべりが発生した斜面は、標高 880 ～ 970 m の山腹で 2 つの沢にはさまれた小尾根を含んでいる。

この沢は下流の八木川の 1 次谷～ 2 次谷であり、地すべりの滑落崖より上部の集水面積は約 5 ha である。地すべり地より下流約 1,500 m の所には、大久保の部落が位置する。

当地区の地質は、鉢伏火山岩層に含まれ、年代的には、最新世のものである。

当地区の地質構造は、「模式断面図」に示す如く、下位より凝灰質砂岩、流紋岩質砂岩〔 S_1, S_2 〕、凝灰角礫岩〔 T_3 〕、安山岩〔 A_2 〕、凝灰岩〔 T_2 〕、安山岩〔 A_1 〕、凝灰岩〔 T_1 〕となっている。

C 測線模式断面



基盤となる凝灰角礫岩層の上面は縦断方向に 7° 前後の流れ盤をなしているが、地すべり地内ではほぼ水平となっている。

凝灰角礫岩〔 T_3 〕の上位に存在している安山岩〔 A_2 〕は K 測線より下方では薄くなり、確認されなくなる。また K 測線（横断）では C 測線上には認められず、B・D 測線でのみ認められることより、過去に流されたものとも考えられる。K 測線より上部の横断方向では、西から東に流れ、西側で厚く東側で薄くなっている。地すべりはこの安山岩〔 A_2 〕が薄くなる部分で発生している。

安山岩〔 A_2 〕より上位は、安山岩〔 A_1 〕と凝灰岩〔 T_1, T_2 〕の互層となっているが、それぞれの境界は不明瞭であり、優勢地質で地層区分を行なっている。

各層の特徴は次のとおりである。

崩壊土層〔a〕

崩積土層は、火山岩碎屑物からなり、地区内に広く分布している。層厚は10m前後と比較的厚いが、地すべり発生時に流され、5m程度の層厚の部分も認められる。

凝灰岩層〔T₁, T₂〕

凝灰岩は滑落崖上方では、安山岩との互層をなしているものと考えられる。安山岩の転石を随所に挟んではいるが、N値の20以下のものが多く、固結度は小さい。

安山岩層〔A₁, A₂〕

滑落崖上方(BV-6)において2層〔A₁, A₂〕確認されている。

上位の〔A₁〕は、風化しており、脆弱な部分もあり、この層内では水位が形成されない。岩組成も均一のものではない。

下位の〔A₂〕は、新鮮なものと、風化し脆弱化した部分とが認められる。斜面下方では確認されなくなる。

凝灰角礫岩〔T₃〕

全般に安定した岩であるが、処々風化した脆弱部が認められる、全ボーリング孔で確認されており、当地区の基盤をなす層と考えられる。走向傾斜は、約"EW 10° S"である。

凝灰質・流紋岩質砂岩〔S₁, S₂〕

BV-4.8.9号孔のみで確認されている。新鮮な部分が多いが、風化し、褐鉄鉱汚染を受けている部分もある。

縦断面上では受け盤となり、北向きの傾斜を示している。

各層の層厚は次の如くである。

地 層		層 厚 (m)	備 考
崩 積 土	a	0.5～10.0	
凝 灰 岩	T ₁	12.0	BV-6のみ
	T ₂	1.0～17.0	
安 山 岩	A ₁	8.0	BV-6のみ
	A ₂	2.5～18.0	
凝灰角礫岩	T ₃	3.0～	
凝灰質 流紋岩質 砂 岩	S	5.0～	

(参 照)

「平 面 図」

「地質断面図」………B, C, D, K測線

「地質柱状図」………BV-6, 7, 8, 9, 11, 15号孔

3. 調 査 結 果

3.1 水平電気探査

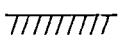
地層と比抵抗は次の如く対比される。

($\Omega-m$)

	地すべり地内	地すべり地外
崩 積 土 層 (a)	50 ~ 100	50 ~ 100
	100 ~ 150	100 ~ 500
凝 灰 岩 (T_1)		100 ~ 200
安 山 岩 (A_1)		50 ~ 100
凝 灰 岩 (T_2)		150 ~ 200
安 山 岩 (A_2)	30 ~ 50	30 ~ 40
		200 ~ 400
凝岩角礫岩 (T_3)	20 ~ 30	50 ~ 70
		100 ~ 200

電気探査結果による基岩面

区 分	地すべり地内	地すべり地外
崩 積 土 層 a		
凝 灰 岩 層 T_1		
安 山 岩 層 A_1		
凝 灰 岩 層 T_2		
安 山 岩 層 A_2		
凝灰角礫岩層 T_3		

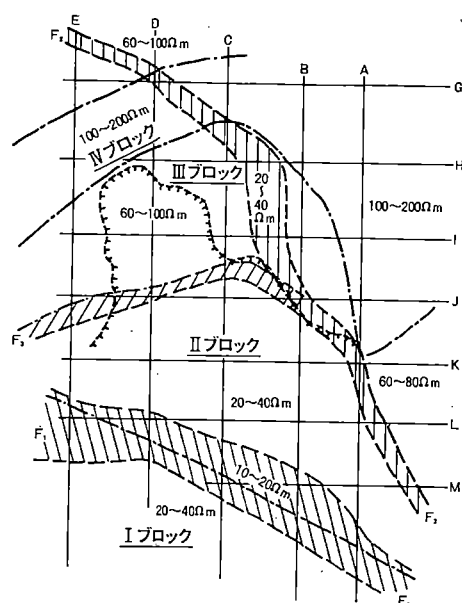
( 基 岩 面)

(地すべり地内：安山岩〔 A_2 〕～凝灰岩〔 T_2 〕
 地すべり地外：凝灰岩〔 T_2 〕～安山岩〔 A_1 〕

と推定される。

。比抵抗値によりブロック区分

$F_1 \sim F_3$ の低比抵抗帯……断層Ⅰ～Ⅳブロックに区分される。



S=1:2500

3.2 簡易揚水試験

地質、試錐日報解析結果とに対比すると、次の如くなる。

地 質	透 水 係 数 cm/sec	日 報 解 析
礫 混 り 土	$10^4 < k < 10^3$	◎ 透 水 層 ○ 帯 水 層 △ 有 圧 水 層
凝 灰 岩	$(5 \times 10^4) < k < (5 \times 10^3)$	◎ 透 水 層 ○ 帯 水 層 ○ 部 分 漏 水 層
安 山 岩	$10^4 < k < 10^3$	◎ 難 透 水 層 ○ 有 圧 水 層
凝 灰 角 礫 岩	$k \approx 10^4$	◎ 難 透 水 層 △ 部 分 漏 水 層
凝 灰 質 砂 岩 流 紋 岩 質	$10^5 < k < 10^3$	◎ 難 透 水 層 △ 一 部 漏 水 層

◎優勢

△劣勢

3.3 地下水検層

各調査孔の流動層のタイプは次のように区分される。

(イ) 自然水位時にも、全く流動を示さない

BV-5; 7号孔

(ロ) 水面でのみ僅かな流動を示す孔

BV-3号孔

(ハ) 水面でかなりの流動を示す孔

BV-1, 2, 4, (6), 8, 9, 11, 13, 14, 15号孔

(ニ) 被圧水的流動が認められる孔

BV-(7), 8, 11, 14号孔

観測した孔内水位の変動幅についてまとめると次のようになる。

④ 水位変化が1.0 m以上

BV-2, 3, 4, 5, 8, 9, 13号孔

⑤ 水位変化が1.0 m未満

BV-1, 6, 7, 11号孔

水位変化量を加味して、地下水の区分をすると次のように区分される。

自由地下水型	BV-2, 4, 9, 13
准自由地下水型	BV-1, 3, 5, 6, (7)
裂カ水型	BV-(7), 8, 11

3.4 観 測

・パイプヒズミ計

累積傾向を示すヒズミ変化は認められていない。

・孔内傾斜計 (BV-10, 12号孔)

1 mm以上の累積傾向を示す動きは、観測されていない。

・水位計

降雨に対して、水位上昇の出現するまでの時間と、水位変動幅との関連をみると、次の如くとなる。

早 ↑ 水 位 上 昇 ↓ 遅	大 ← 水位変動幅 → 小	
	BV-5	BV-3 BV-8 BU-9
	BV-4	
	BV-2	BV-7 BV-13 BV-1 BV-6 BV-11

4. 地すべり機構

4.1 水文地質条件

地 層	層 厚	試 錐 日 報	地下水検層	簡 易 揚 水	水 文 条 件
崩 積 土	0.5~10.0	透 水 層	BV-3. 8.9 ↑↑↑ ↑	$10^{-3} \sim 10^{-4}$ cm/sec	自己地下水帯
凝 灰 岩 (T ₁)	12.0	帯 水 層 部 分 漏 水	BV-7 BV-8		不完全 制限床
安 山 岩 (A ₁)	8.0	透 水 層	↑↑↑ BV-1 ↑↑↑ BV-2. 6. 11 ↑↑↑		通気帯
凝 灰 岩 (T ₂)	1.0~17.0	透 水 層 部 分 漏 水			不完全な 制限床
安 山 岩 (A ₂)	2.5~18.0	部 分 漏 水 一 部 漏 水			通気帯
凝灰角礫岩 (T ₃)	3.0~	一 部 漏 水 難 透 水	→ BV-4 ↑↑↑	10^{-4} cm/sec	制 限 床 有圧裂力水帯
砂 岩 (S _{P2})	5.0~	(送水面を含む)		$10^{-3} \sim 10^{-5}$ cm/sec	裂 力 水 帯

地下水制限床は次の如くと考えられる。

- ①凝 灰 岩〔T₁〕……不完全な制限床
- ②凝 灰 岩〔T₂〕…… ”
- ③凝灰角礫岩〔T₃〕……完全な制限床（基底床）

地下水は上記3枚の制限床（内上部2枚は不完全）に規制され、次のような3種類の地下水が認められる。

イ）標高975mラインの湧水……①

湧水、湿地が〔T₁〕の露出部に集中している。山頂付近でしかも湿地を形成し、沢の源と

なっていることより、その賦存量は多いものと推定される。この地下水（湧水）は地表面として、地すべり地内に流下している。

ロ) 崩積土〔a₁〕内の自由地下水、安山岩〔A₂〕内の准自由地下水又は不圧地下水……③

凝灰角礫岩〔T₃〕上面に規制される地下水であり、降雨・融雪期に涵養される浸透水と考えられる。

ハ) 凝灰角礫岩内の有圧水……③

岩体内に胚胎している地下水であり、BV-7. 8 号孔で有圧水として検出されている。（裂力水系）。

4.2 地すべり基岩面

パイプヒズミ計、地中傾斜計に何ら有意な変動が認められていないため、水文地質構造より推察する。

（条 件）

イ) 崩積土層が滑落前には5～20 mと厚い。

ロ) 安山岩〔A₂〕、凝灰角礫岩〔T₃〕層が2～8°の流れ盤となっている。

ハ) 安山岩〔A₂〕層が、上部のJ測線（横断）では連続した分布を示しているが、下方のK測線（横断）ではC測線（縦断）との交点で欠落している谷型の分布を示している。

ニ) 凝灰角礫岩上面が完全な地下水制限床の役を担っている。

ホ) 凝灰角礫岩内において、一部ではあるが有圧地下水が認められる。

ヘ) 滑落崖の傾斜が60度前後と急であり、深いすべりが想定される。

イ)～ヘ) より、当地区の地すべりのすべり面が形成された層として“崩積土層〔a〕下面（安山岩層〔A₂〕上面）もしくは、凝灰角礫岩〔T₃〕層上面付近（風化帯）と考えられる。

4.3 地すべり機構

（素 因）

- ・安山岩層〔A₂〕、凝灰角礫岩層〔T₃〕が流れ盤をなす。
- ・崩積土層〔a〕が厚くその上部に堆積。
- ・安山岩層〔A₂〕、凝灰角礫岩層〔T₃〕共に地下水制限床となる。

（誘 因）

- ・豪雨によって涵養された浸透水による。すべり面付近での過剰間隙水圧の発生と、これに伴うすべり面のせん断抵抗力の低下と考えられる。

※すべり面形状

イ) 滑落崖の破断角度 (60° 前後)

ロ) 地すべり頭部～中間部における陥没帯の形成

の点より、縦断形は板状すべり、横断形はU字型をなしていると考えられる。

孔 別 す べ り 面 深 度

測・線	BU-	すべり面深度 (G. L. -m)	地 質
B	3	7.9	崩積土層下面 (安山岩上面)
	4	9.9 11.1	崩積土層下面 凝灰角礫岩
	5	6.9 8.6	崩積土層下面 凝灰角礫岩
C	7	2.5	崩積土層下面 (安山岩上面)
	8	9.9 12.3	崩積土層下面 凝灰角礫岩
	9	9.5 11.0	崩積土層下面 凝灰角礫岩
D	10	8.5 9.6	崩積土層下面 安山岩上面
	11	4.4	崩積土層下面 (安山岩上面)

5. 対策工の計画

5.1 安定解析

- ・安定計算式 …… 「ヤンプ式」
- ・すべり面 …… “深層すべり”を対象とする。
- ・間隙水圧 [U]
 - ・現 状 [U_1] … 観測期間内の最高水位
 - ・危険時 [U_2] … ボーリング掘削において、すべり面を切った時点での孔内水位（翌朝）
 - ・地下水排除工施工後 [U_3] … 対策工施工効果による水位低下線を推定し、これを用いる。
- ・安全率
 - ・現状の安全率 [F_0] $F_0 = 1.00$ (U_1 対応)

・危険時 $[F_1]$ (U₂ 対応)

・対策工施工による安全率 $[F_1]$ (U₃ 対応)

(B・C測線)

・すべり面の上の土質定数 $[C', \delta']$

現状の安全率 $F_0 = 1.00$ の時、間隙水圧 $[U_1]$ を用い、内部マサツ角 $[\delta']$ を現状の地盤の地表面傾斜角に近似しているものとして、 $[\delta']$ を与え、粘着力 $[c']$ を逆算して求める。

・安定計算結果

上記の条件のもとで安定計算を行った結果は下表のとおりである。

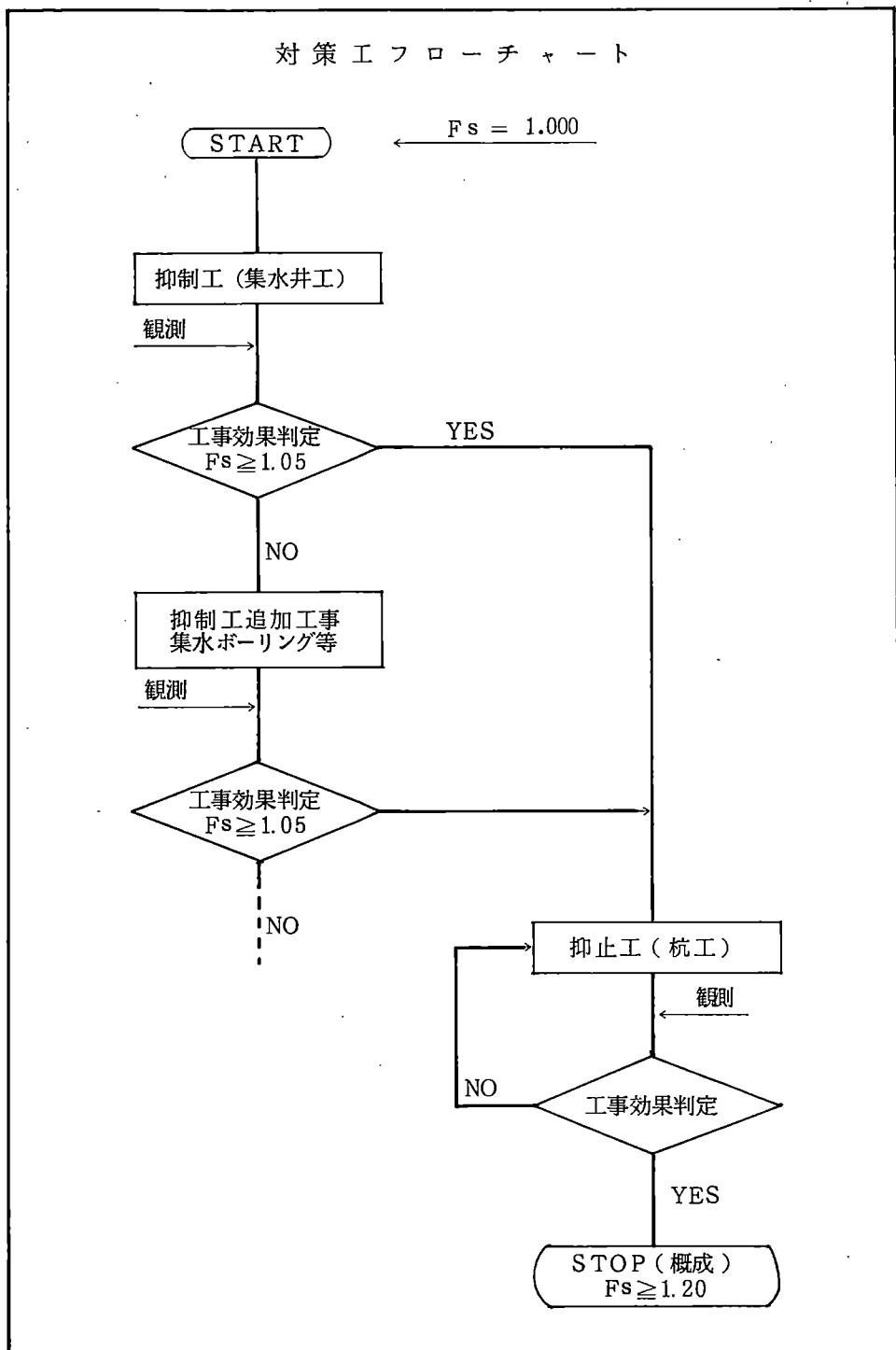
断 面	土 質 定 数		F_0	F_1	F_2	地すべり推力 ΣT (t/m)
	C'	$\tan \delta' (\delta)$	現 状	危 険 時	対策工後	
B	0.80	0.139 ($\approx 8^\circ$)	1.00	0.944 (-5.6%)	1.065	475.4
C	0.60	0.155 ($\approx 9^\circ$)	1.00	0.984 (-1.6%)	1.147	342.6
D	0.50	0.143 ($\approx 8^\circ$)	1.00	0.817 (-18.3%)		370.7

5.2 対策工の検討

対策工の施工方法は、まず抑制工（地下水排除工）によって安全率上昇を期待し、その後、安全率の不足分を抑止工で補うといった順序で考える。

※地下水排除工は遅効性の工法であることに留意し、場合によっては抑止工の先行もあり得るが

対策工のフローチャートは次のようになる。



抑制工

・対象地下水

凝灰角礫岩層に規制される“自由地下水”と、凝灰角礫岩内の“有圧地下水（裂カ水）”

・工 法

集水井および集水井内からの集水ボーリングによる地下水排除工法

・位 置 「平面図」参照

{ B測線上に2基（No. 1, No. 2）
 { C測線上に1基（No. 3） 計3基

・深 度

C測線のBU-8号孔で確認された有圧水（G. L. -15～18m）を捕捉する深度が必要（No. 3集水井），B測線の2基は上記のNo. 3集水井の排水の中継と同時に井内からの集水ボーリングによって，自由地下水，有圧地下水の排除をも目的とする深度とする。

・仕 様

（集水井）

集水井No.	深 度 [L] (m)	排水ドレーン長 (m)	施 工 地 点
1	17.00	約65.0 (地表へ)	B- 85
2	23.00	約50.0 (No. 1へ)	B-140
3	20.00	約50.0 (No. 2へ)	C-137

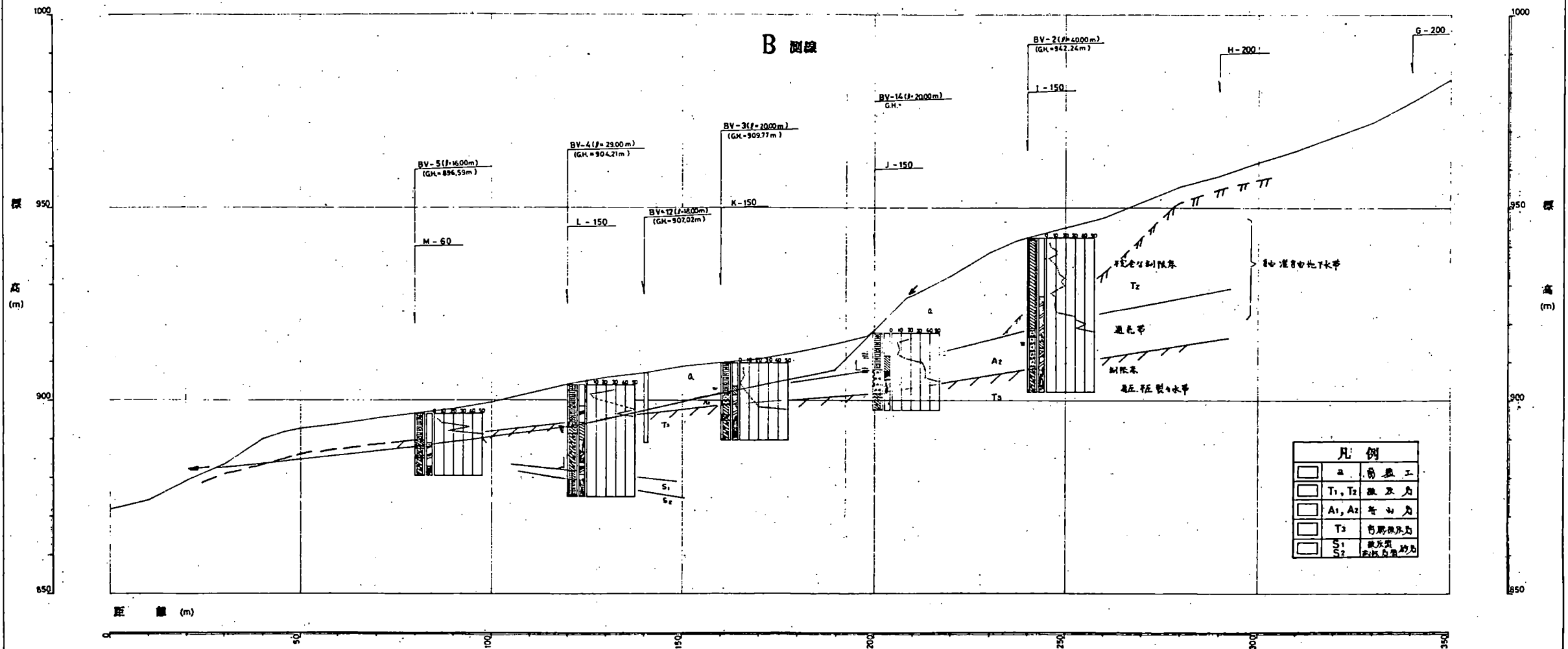
（集水ボーリング）

集水井No.	打 設 位 置 (G. L. -m)		打 設 長 (m/本)	本 数 (本)	対 象
1	9.0		40	6	自由地下水
2	上 段	8.0	50	8	自由地下水
	下 段	16.0	50	7	有圧地下水
3	上 段	9.5	50	7	自由地下水
	下 段	16.0	50	7	有圧地下水

大久保地区

S=1:1,000

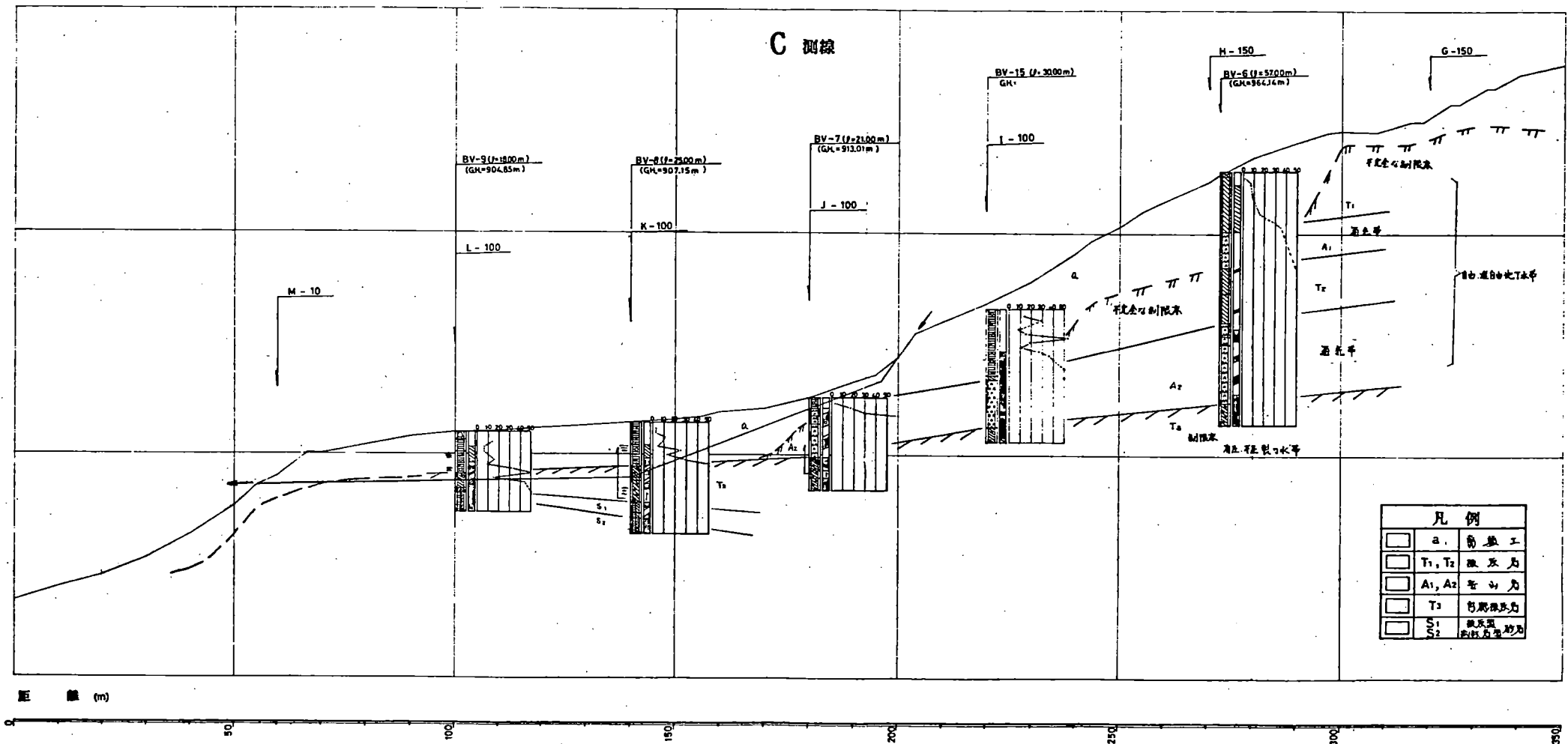
B 测线



大久保地区

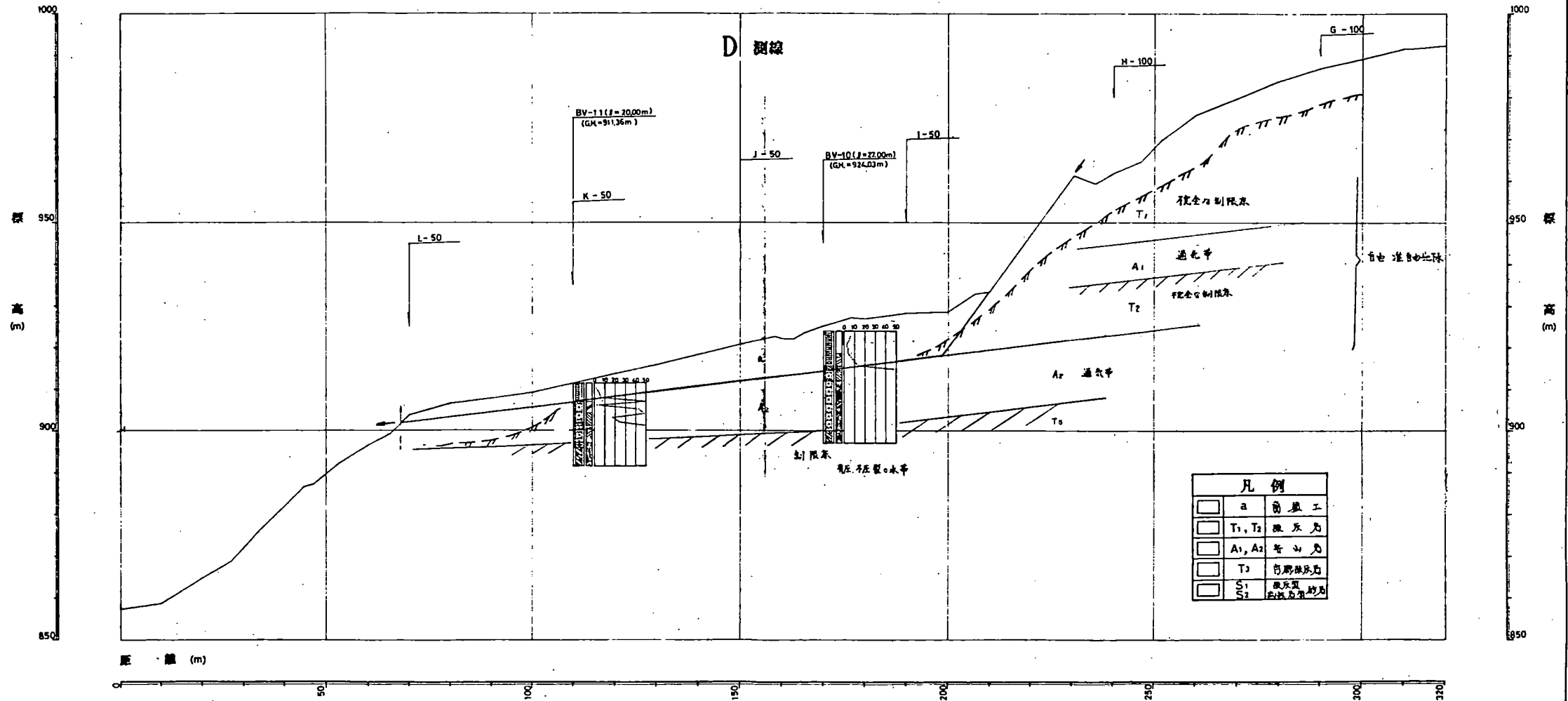
S=1:1000

C 测线



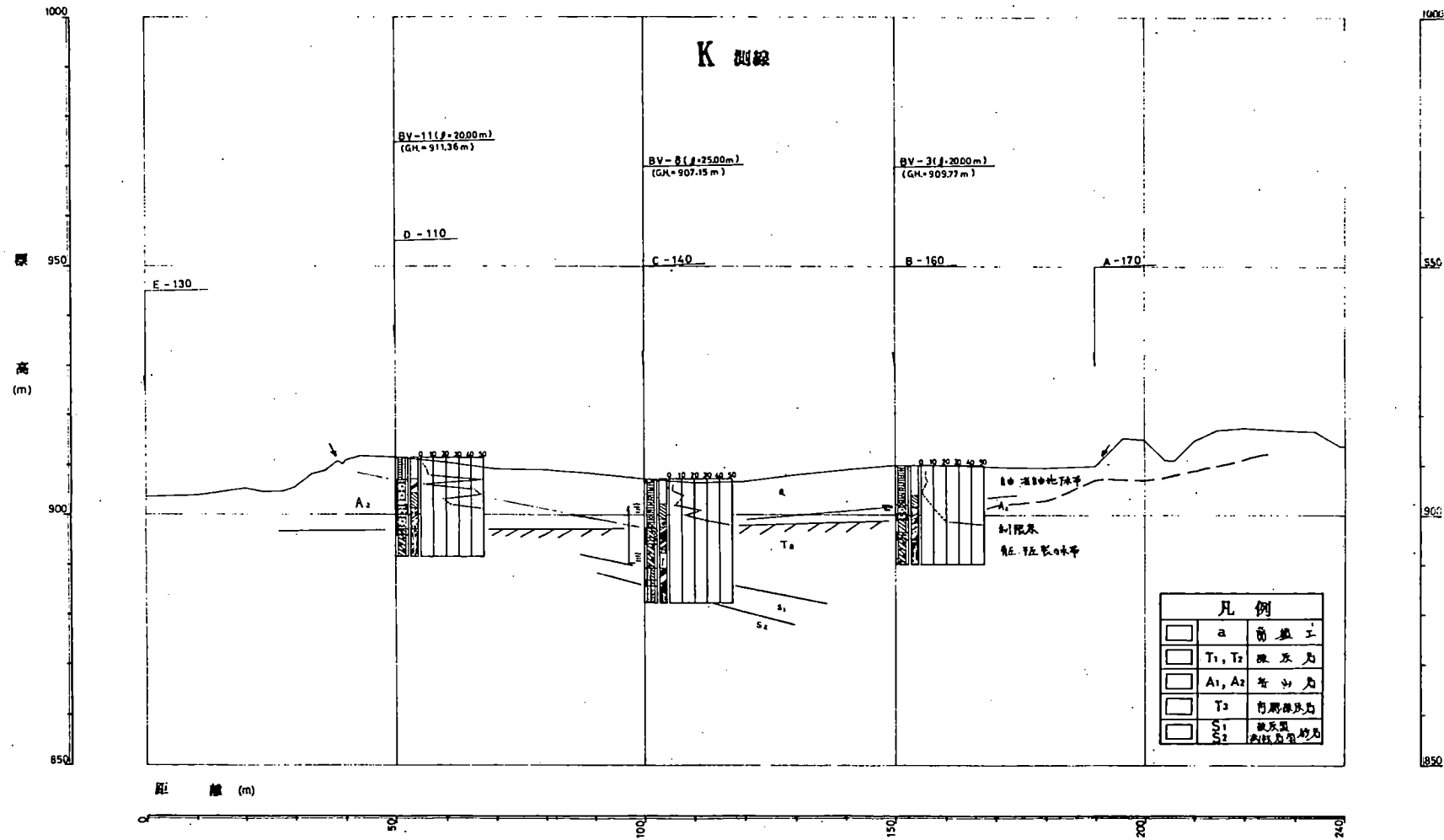
大久保地区

S=1:1000



大久保地区

S=1:1000

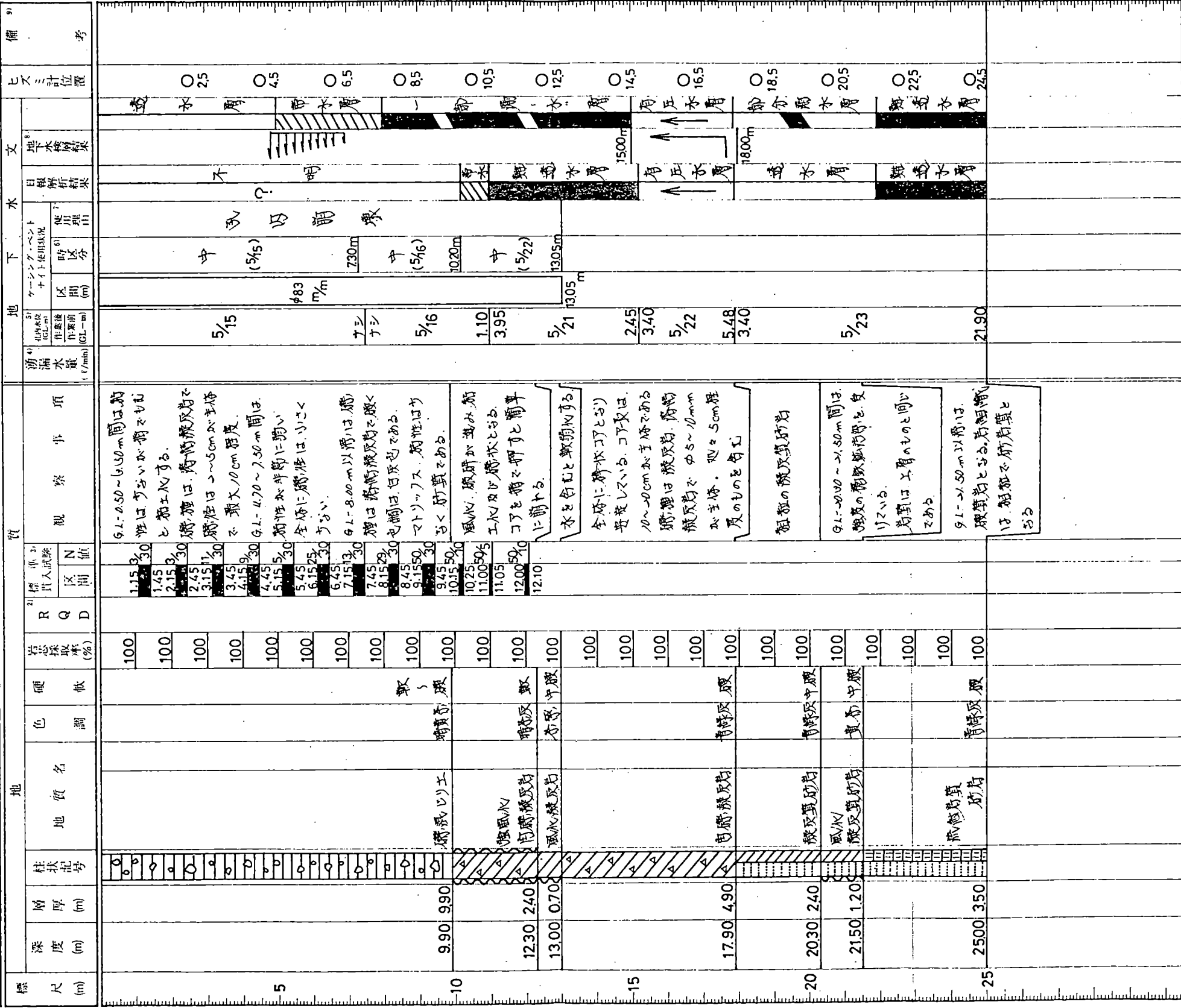


地 質 柱 状 図

試錐孔No. 8

現場名 保大久保 年度 昭和 45 年 5 月 15 日

掘進着手年月日	61 年 5 月 15 日	試錐深度	25.00 m	地盤標高	907.15 m
掘進完了年月日	61 年 5 月 23 日	試錐孔径	0.00-1305m	試錐担当者	永年 豊 幸一
試錐機・原動機	試錐機 OP-1 型・ヤンマ NS-90	孔径	83 mm	現場責任者	山越 敏 一
地下水位	7.69 m (6 月 2 日)	試錐角度・方向	90 度 鉛直	地質判定責任者	清水 及 一



注 1) 段層りにおける各段層の区間と試錐孔径 2) 単位換算長(たとえは 1 m)に対するコア長 10 m 以上の部分の全長をもって表示する 3) 記載例: 区間 1.15 ~ 3.00 m 4) 記号: 湧水 ①、漏水 ②、5) 作業前: ロッドを降ろす前、作業後: ロッドを上げ後 6) ケーシング・イベント + イト使用状況 7) 北内水位、湧水、漏水、押出し、レキ共掘り、湖沼等 8) 地質調査時の目録および北内水位をも併記すること 9) 土質サンプル採取⑤、透水試験⑥、間隙水圧計⑦、設置等の深度その他

地质柱状图

試錐子 No. 9

現場名旧和名年度正確な所地すべり防止事業(調査)

掘進着手年月日	61年	5月	25日	試錐深	度	18.00	m	地盤標高	904.85	m
掘進完了年月日	61年	5月	27日	試錐孔徑	区間	0.00-11.20	m	試錐担当者	茂岸禮幸	一
試錐機・原動機	坂式OP-1型・ヤンマー	NS-90		試錐角度・方向	孔徑	83	°	現場責任者	山村	廠
地下水位	3.46	m	(6月12日)	試錐角度・方向		90	°	地質判定責任者	清水	友一

[illegible]

注

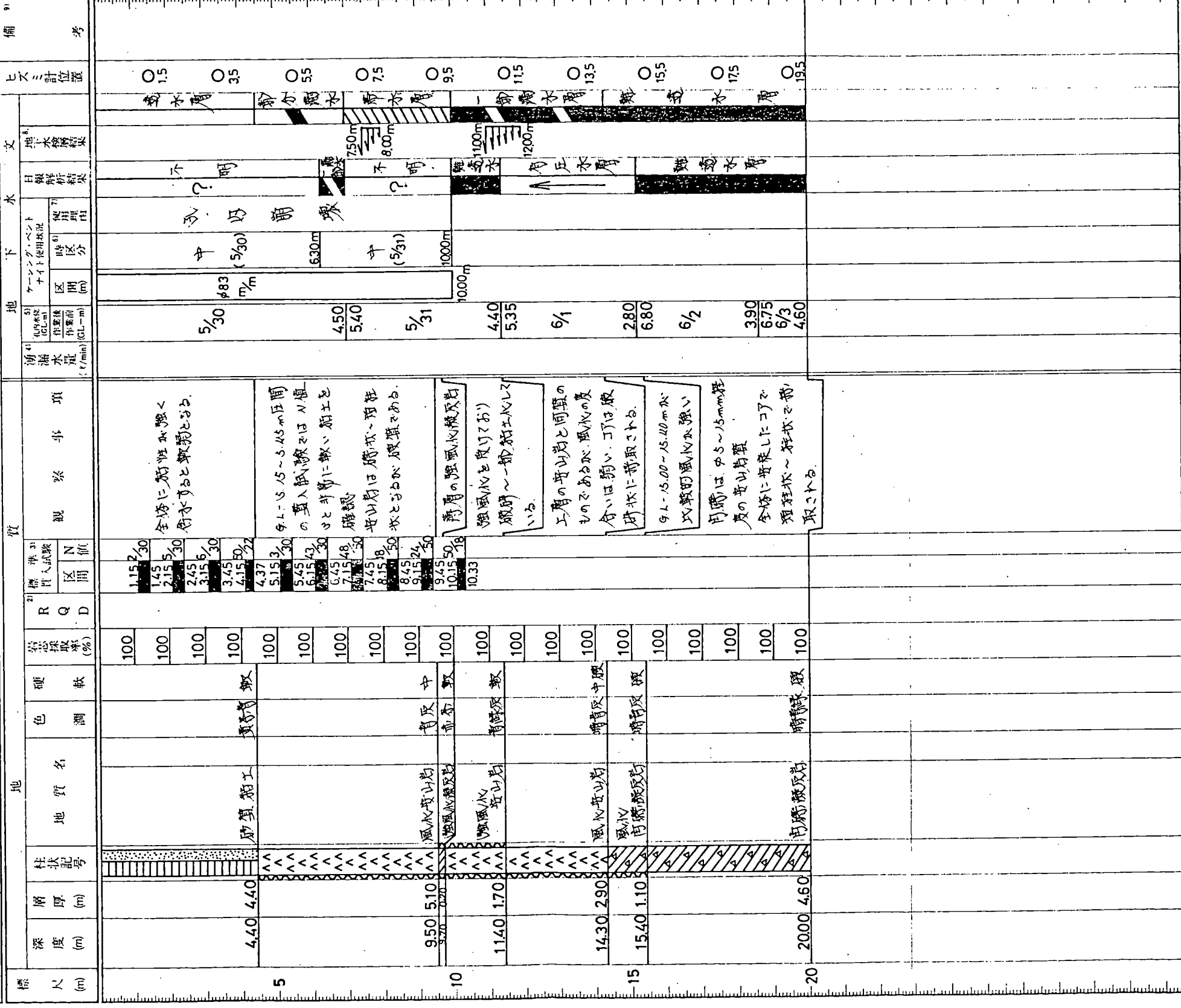
1) 掘削りにおける各付添区間と試掘孔径 2) 単位掘進長(たとえば 1 m)に対するコア径 10 cm 以上の部分の全長をもって表す
3) 記載例: 区間^{1.35} N 値⁵⁰
4) 記号: 湧水^①, 漏水^② 5) 作業前: ロッドを降す前, 作業後: ロッド引出(げ)後 6) ケーシング挿入が掘進作業前(前), 作業中(中), 作業後(後)のいずれかを記載のこと
7) 北袖, 南水, 漏水, 押出し, レキ長廻り, 崩壊等 8) 検閲実施時の月日および孔内水位をも併記のこと
9) 北袖サシ^③, 漏水採取^④, 湧水採取^⑤, 湧水採取^⑥, 湧水採取^⑦, 湧水採取^⑧, 湧水採取^⑨, 湧水採取^⑩, 湧水採取^⑪, 湧水採取^⑫, 湧水採取^⑬, 湧水採取^⑭, 湧水採取^⑮, 湧水採取^⑯, 湧水採取^⑰, 湧水採取^⑱, 湧水採取^⑲, 湧水採取^⑳, 湧水採取^㉑, 湧水採取^㉒, 湧水採取^㉓, 湧水採取^㉔, 湧水採取^㉕, 湧水採取^㉖, 湧水採取^㉗, 湧水採取^㉘, 湧水採取^㉙, 湧水採取^㉚, 湧水採取^㉛, 湧水採取^㉜, 湧水採取^㉝, 湧水採取^㉞, 湧水採取^㉟, 湧水採取^㊱, 湧水採取^㊲, 湧水採取^㊳, 湧水採取^㊴, 湧水採取^㊵, 湧水採取^㊶, 湧水採取^㊷, 湧水採取^㊸, 湧水採取^㊹, 湧水採取^㊺, 湧水採取^㊻, 湧水採取^㊼, 湧水採取^㊽, 湧水採取^㊾, 湧水採取^㊿, 湧水採取[㏀], 湧水採取[㏁], 湧水採取[㏂], 湧水採取[㏃], 湧水採取[㏄], 湧水採取[㏅], 湧水採取[㏆], 湧水採取[㏇], 湧水採取[㏈], 湧水採取[㏉], 湧水採取[㏊], 湧水採取[㏋], 湧水採取[㏌], 湧水採取[㏍], 湧水採取[㏎], 湧水採取[㏏], 湧水採取[㏐], 湧水採取[㏑], 湧水採取[㏒], 湧水採取[㏓], 湧水採取[㏔], 湧水採取[㏕], 湧水採取[㏖], 湧水採取[㏗], 湧水採取[㏘], 湧水採取[㏙], 湧水採取[㏚], 湧水採取[㏛], 湧水採取[㏜], 湧水採取[㏝], 湧水採取[㏞], 湧水採取[㏟], 湧水採取[㏠], 湧水採取[㏡], 湧水採取[㏢], 湧水採取[㏣], 湧水採取[㏤], 湧水採取[㏥], 湧水採取[㏦], 湧水採取[㏧], 湧水採取[㏨], 湧水採取[㏩], 湧水採取[㏪], 湧水採取[㏫], 湧水採取[㏬], 湧水採取[㏭], 湧水採取[㏮], 湧水採取[㏯], 湧水採取[㏰], 湧水採取[㏱], 湧水採取[㏲], 湧水採取[㏳], 湧水採取[㏴], 湧水採取[㏵], 湧水採取[㏶], 湧水採取[㏷], 湧水採取[㏸], 湧水採取[㏹], 湧水採取[㏺], 湧水採取[㏻], 湧水採取[㏼], 湧水採取[㏽], 湧水採取[㏾], 湧水採取[㏿], 湧水採取^㐀, 湧水採取^㐁, 湧水採取^㐂, 湧水採取^㐃, 湧水採取^㐄, 湧水採取^㐅, 湧水採取^㐆, 湧水採取^㐇, 湧水採取^㐈, 湧水採取^㐉, 湧水採取^㐊, 湧水採取^㐋, 湧水採取^㐌, 湧水採取^㐍, 湧水採取^㐎, 湧水採取^㐏, 湧水採取^㐐, 湧水採取^㐑, 湧水採取^㐒, 湧水採取^㐓, 湧水採取^㐔, 湧水採取^㐕, 湧水採取^㐖, 湧水採取^㐗, 湧水採取^㐘, 湧水採取^㐙, 湧水採取^㐚, 湧水採取^㐛, 湧水採取^㐜, 湧水採取^㐝, 湧水採取^㐞, 湧水採取^㐟, 湧水採取^㐠, 湧水採取^㐡, 湧水採取^㐢, 湧水採取^㐣, 湧水採取^㐤, 湧水採取^㐥, 湧水採取^㐦, 湧水採取^㐧, 湧水採取^㐨, 湧水採取^㐩, 湧水採取^㐪, 湧水採取^㐫, 湧水採取^㐬, 湧水採取^㐭, 湧水採取^㐮, 湧水採取^㐯, 湧水採取^㐰, 湧水採取^㐱, 湧水採取^㐲, 湧水採取^㐳, 湧水採取^㐴, 湧水採取^㐵, 湧水採取^㐶, 湧水採取^㐷, 湧水採取^㐸, 湧水採取^㐹, 湧水採取^㐺, 湧水採取^㐻, 湧水採取^㐼, 湧水採取^㐽, 湧水採取^㐾, 湧水採取^㐿, 湧水採取^㑀, 湧水採取^㑁, 湧水採取^㑂, 湧水採取^㑃, 湧水採取^㑄, 湧水採取^㑅, 湧水採取^㑆, 湧水採取^㑇, 湧水採取^㑈, 湧水採取^㑉, 湧水採取^㑊, 湧水採取^㑋, 湧水採取^㑌, 湧水採取^㑍, 湧水採取^㑎, 湧水採取^㑏, 湧水採取^㑐, 湧水採取^㑑, 湧水採取^㑒, 湧水採取^㑓, 湧水採取^㑔, 湧水採取^㑕, 湧水採取^㑖, 湧水採取^㑗, 湧水採取^㑘, 湧水採取^㑙, 湧水採取^㑚, 湧水採取^㑛, 湧水採取^㑜, 湧水採取^㑝, 湧水採取^㑞, 湧水採取^㑟, 湧水採取^㑠, 湧水採取^㑡, 湧水採取^㑢, 湧水採取^㑣, 湧水採取^㑤, 湧水採取^㑥, 湧水採取^㑦, 湧水採取^㑧, 湧水採取^㑨, 湧水採取^㑩, 湧水採取^㑪, 湧水採取^㑫, 湧水採取^㑬, 湧水採取^㑭, 湧水採取^㑮, 湧水採取^㑯, 湧水採取^㑰, 湧水採取^㑱, 湧水採取^㑲, 湧水採取^㑳, 湧水採取^㑴, 湧水採取^㑵, 湧水採取^㑶, 湧水採取^㑷, 湧水採取^㑸, 湧水採取^㑹, 湧水採取^㑺, 湧水採取^㑻, 湧水採取^㑼, 湧水採取^㑽, 湧水採取^㑾, 湧水採取^㑿, 湧水採取^㒀, 湧水採取^㒁, 湧水採取^㒂, 湧水採取^㒃, 湧水採取^㒄, 湧水採取^㒅, 湧水採取^㒆, 湧水採取^㒇, 湧水採取^㒈, 湧水採取^㒉, 湧水採取^㒊, 湧水採取^㒋, 湧水採取^㒌, 湧水採取^㒍, 湧水採取^㒎, 湧水採取^㒏, 湧水採取^㒐, 湧水採取^㒑, 湧水採取^㒒, 湧水採取^㒓, 湧水採取^㒔, 湧水採取^㒕, 湧水採取^㒖, 湧水採取^㒗, 湧水採取^㒘, 湧水採取^㒙, 湧水採取^㒚, 湧水採取^㒛, 湧水採取^㒜, 湧水採取^㒝, 湧水採取^㒞, 湧水採取^㒟, 湧水採取^㒠, 湧水採取^㒡, 湧水採取^㒢, 湧水採取^㒣, 湧水採取^㒤, 湧水採取^㒥, 湧水採取^㒦, 湧水採取^㒧, 湧水採取^㒨, 湧水採取^㒩, 湧水採取^㒪, 湧水採取^㒫, 湧水採取^㒬, 湧水採取^㒭, 湧水採取^㒮, 湧水採取^㒯, 湧水採取^㒰, 湧水採取^㒱, 湧水採取^㒲, 湧水採取^㒳, 湧水採取^㒴, 湧水採取^㒵, 湧水採取^㒶, 湧水採取^㒷, 湧水採取^㒸, 湧水採取^㒹, 湧水採取^㒺,

地 質 柱 状 図

試錐孔No. 11

現場名 大久保地区防災対策工事(調査)

掘進着手年月日	61年 5月 30日	試錐深度	2000 m	地盤標高	911.36 m
掘進完了年月日	61年 6月 3日	試錐孔径	1000~1000mm	試錐担当者	大 年 豊 幸一
試錐機・原動機	原動機 OP-1型・エンジン・NS-90	孔径	83 mm	現場責任者	山 野 敏
地下水位	7.48 m (6月12日)	試錐角度・方向	90度 鉛直	地質判定責任者	清水 友一



注 1) 図面に示す各層の厚さ(または1m)に於けるコアは10cm以上の部分の全長をもって表示する 2) 記載例: 区間1.15 N値あり
4) 記号: 湧水、漏水、押出し、レキ共廻り、崩壊等 5) 作業前: ロッド引出後 6) ケーシング挿入が掘進作業前(前)、作業中(中)、作業後(後)のいずれかを記載のこと。
7) 凡例: 湧水、漏水、押出し、レキ共廻り、崩壊等 8) 検閲表の欄の11日および12日水位をも併記のこと。
9) 土質サンプリング採取③、透水試験④、間隙水圧計⑤、設置等の深度その他。

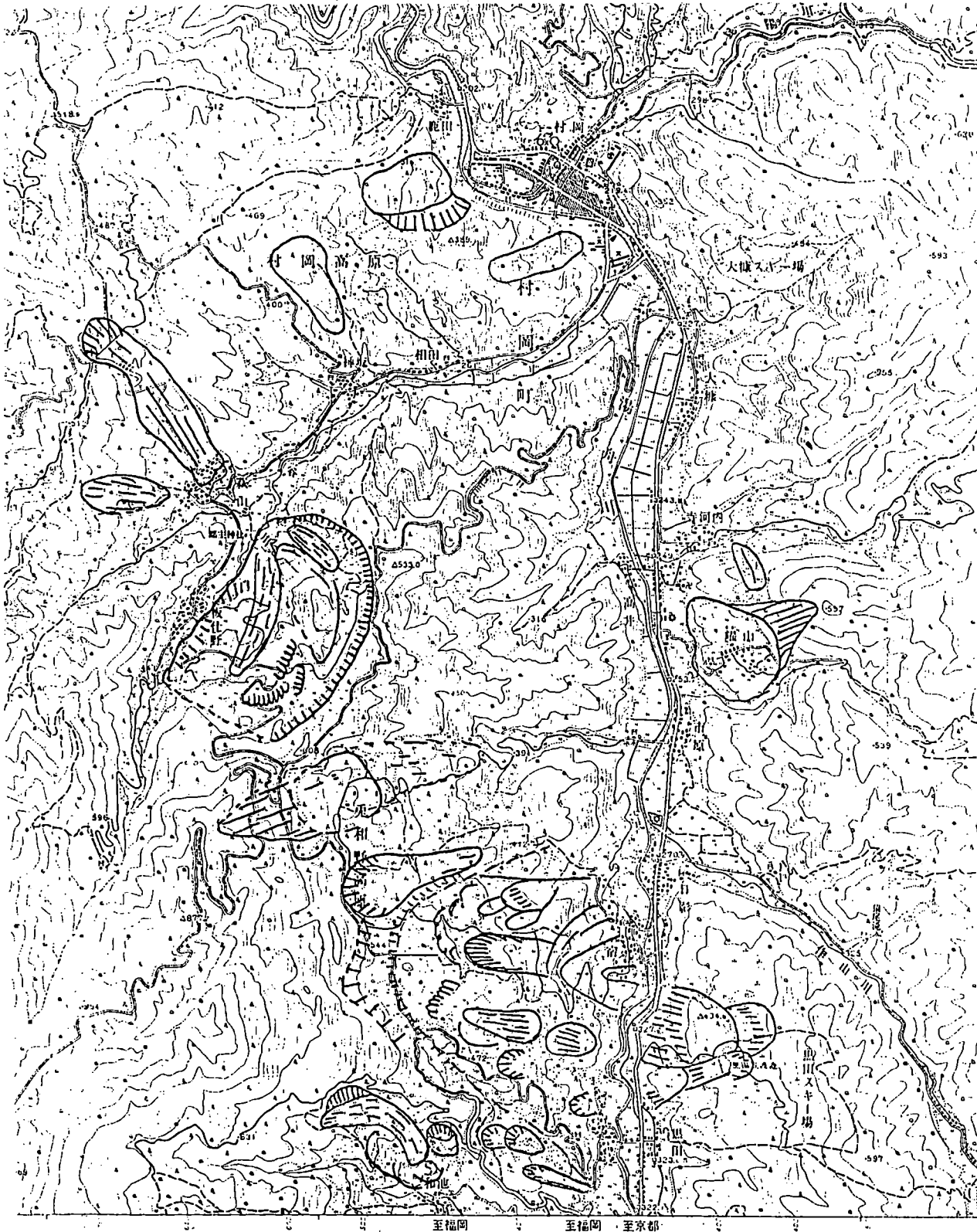
兵庫県美方郡村岡町内の地すべりについて

川崎地質株式会社 内 藤 光 雄

兵庫県美方郡村岡町内には、兵庫県土木部砂防課並びに浜坂土木事務所が管轄する建設省関連の地すべり指定地が13箇所存在し、すでに12箇所で防止工事がなされている。防止工事がなされている12箇所の地すべり防止区域における概況平面図、並びに縦断面図を図-1に、地すべり地の面積・履歴等を表-1・地すべり防止区域一覧表に示す。村岡町内の地すべりは、主に北但層群の村岡累層、ないしはそれを被覆する崩積土層内に発生しており、瀞川山の東側山麓部に位置する高坂地すべり地では、例外的に北但層群を被覆する照来層群中に地すべりが発生している。村岡累層は主に砂岩・頁岩の互層からなり凝灰質な部分を薄く挟む。すべり面は頁岩層中に形成されることが多く、地すべりの誘因は融雪期に浸透する豊富な地下水であり、滑動は12月の後半と3月～5月ころに観測されることが多い。但馬地方では例年11月後半～12月前半にかけて積雪があり、12月の中旬～後半に一度融雪し、12月後半に根雪となる積雪をみるのが普通である。12月後半に地すべり変動が観測されるのはこの理由による。地下に浸透した融雪水は、崩積土層中の礫に富む有効空隙率の大きい場所や、破碎を受け礫状化した岩盤中、ないしは風化を受け土砂化の進む残積土層中を通り浸透（地下水流脈状に存在）するが、地下水流脈中に排水能力以上に多量の地下水が供給された場合、図-2に示す様な状態で水脈中に過剰間隙水圧が発生し、周囲の滞留水にまで過剰水圧を及ぼし土塊の抵抗力を弱化させ、地すべりの融因となるものと思われる。

次に高坂地域に発生している地すべりを例にとり、地質構造、地すべりの発生機構等について記載する。図-3は地表踏査並びにボーリング調査を基に推定した地質断面である。照来層群と北但層群は不整合関係で接し、北但層群の侵食面を埋没する状態で照来層群の火山砕屑物が分布する。本層中には多量の安山岩礫が混入する。すべり面は照来層群と北但層群の境界部に発生し、不整合面が凹地状地形を呈する場所では照来層群中を通る。

地質構造からみた地すべりの発生機構としては、図-4、図-5に示すような機構が考えられる。図-4、図-5の主な違いは、北但層群を被覆する、安山岩礫を多量に混入する火山砕屑物の供給源のとらえかたにある。1例は瀞川山の山体崩壊物を供給源とし、2例は瀞川山の進入以前に形成した堆積物と考えている。既存資料では2例の可能性が高い。いずれの場合も、瀞川山の山体を構成する安山岩がキャップロックを形成し豊富な地下水の涵養源となり、地すべりの一融因を形成していると考えられる。



主な地すべり地形の分布（藤田 崇 による）、一原図は 1/25,000 「村岡」。

〈凡 例〉

(危険区域)

• 地すべり区域



• 隣接地域



(地すべり地形)

• 1次滑落崖



• 2次滑落崖



• 1次滑落ブロック



• 2次滑落ブロック



• 崩壊(旧崩壊)



• 地すべり土塊 陥没部



• 地すべり土塊 隆起部



• 地すべり土塊 滑動方向



• 亀

裂



• 湧水箇所



• 流水の多い小渓流



• ガリー(ガリー状地形)



1. 大笹

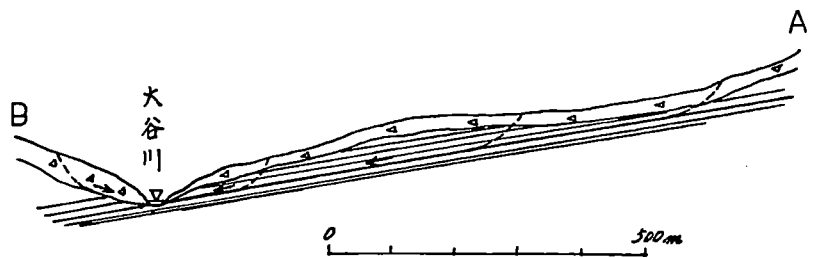
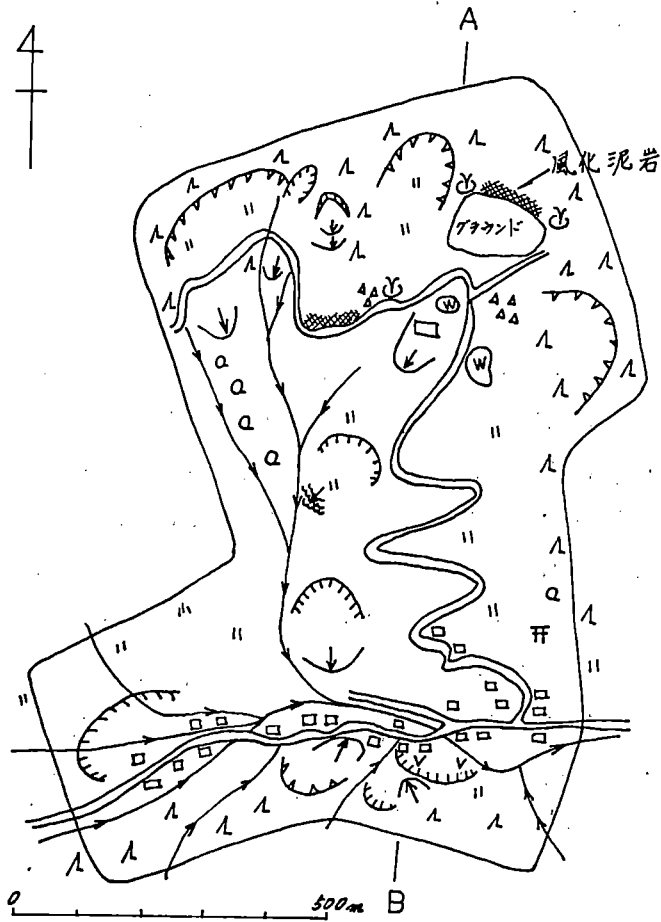
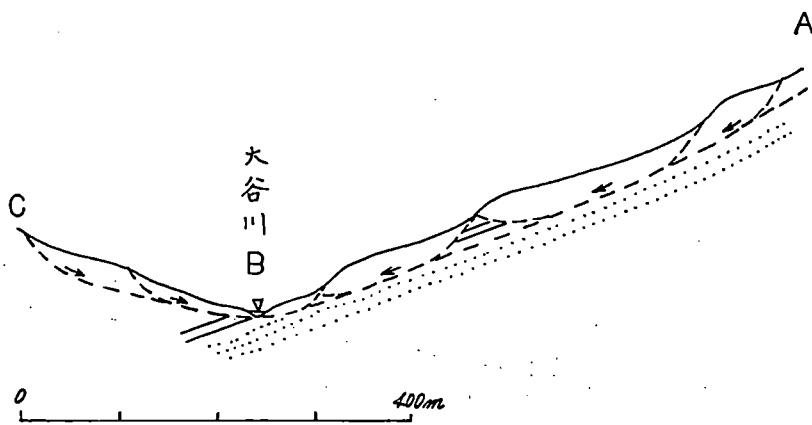
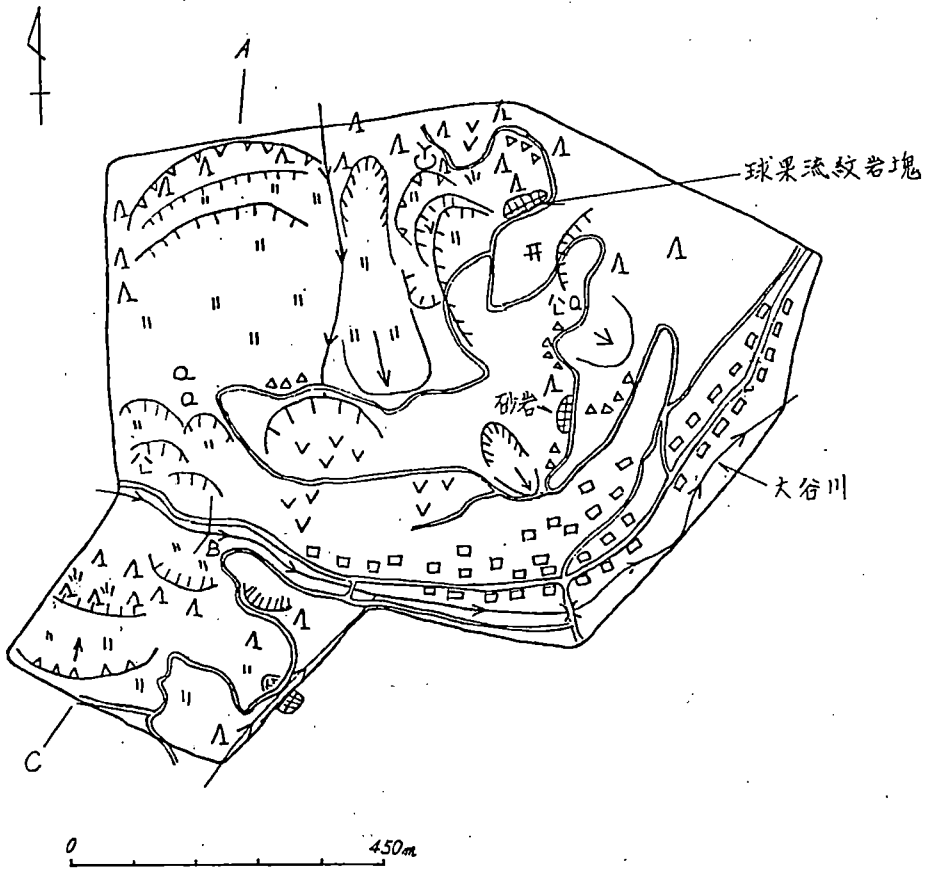
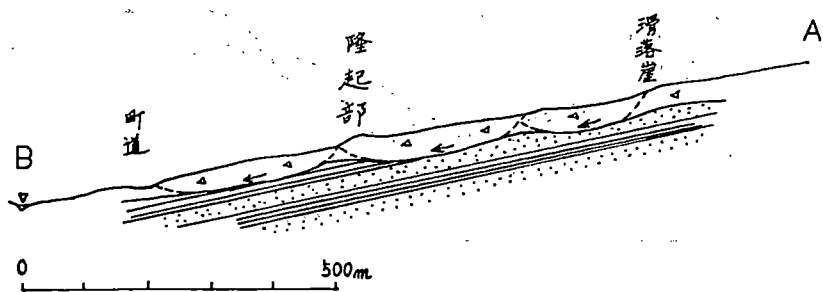
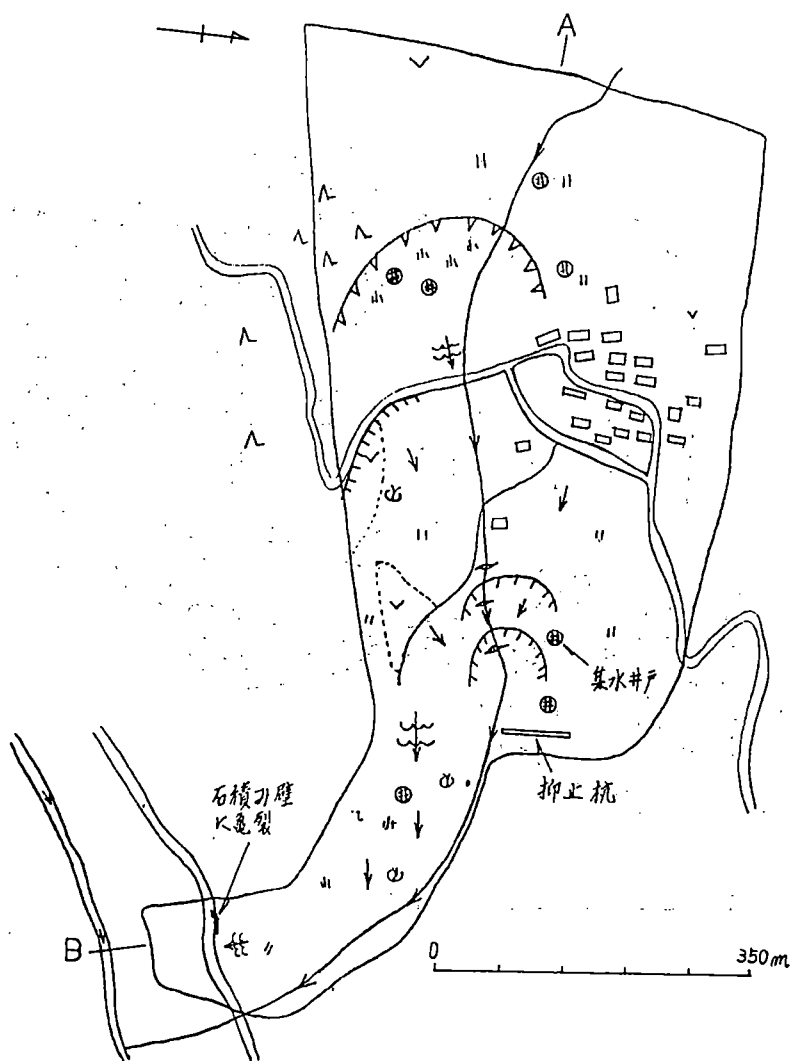


図-1 地すべり危険箇所概況平面図並びに縦断面図

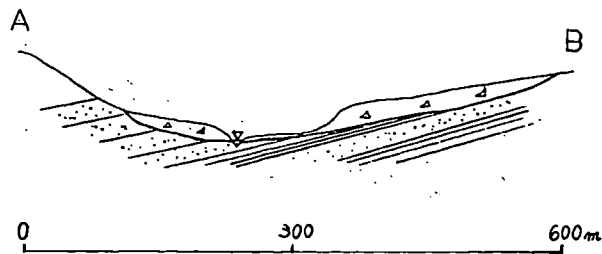
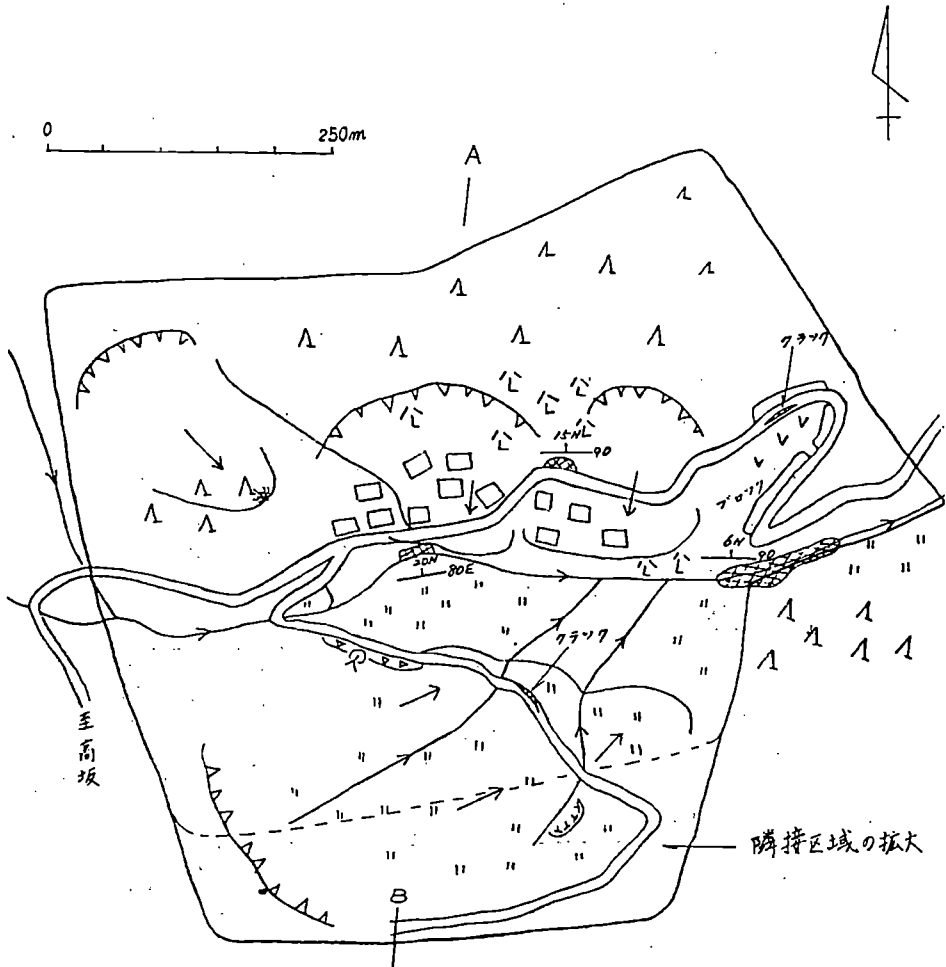
2. 大谷



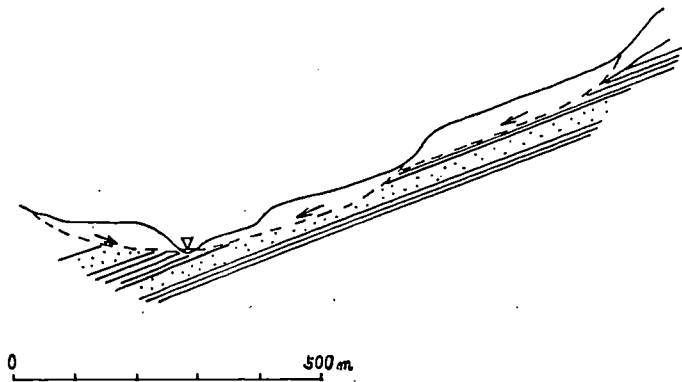
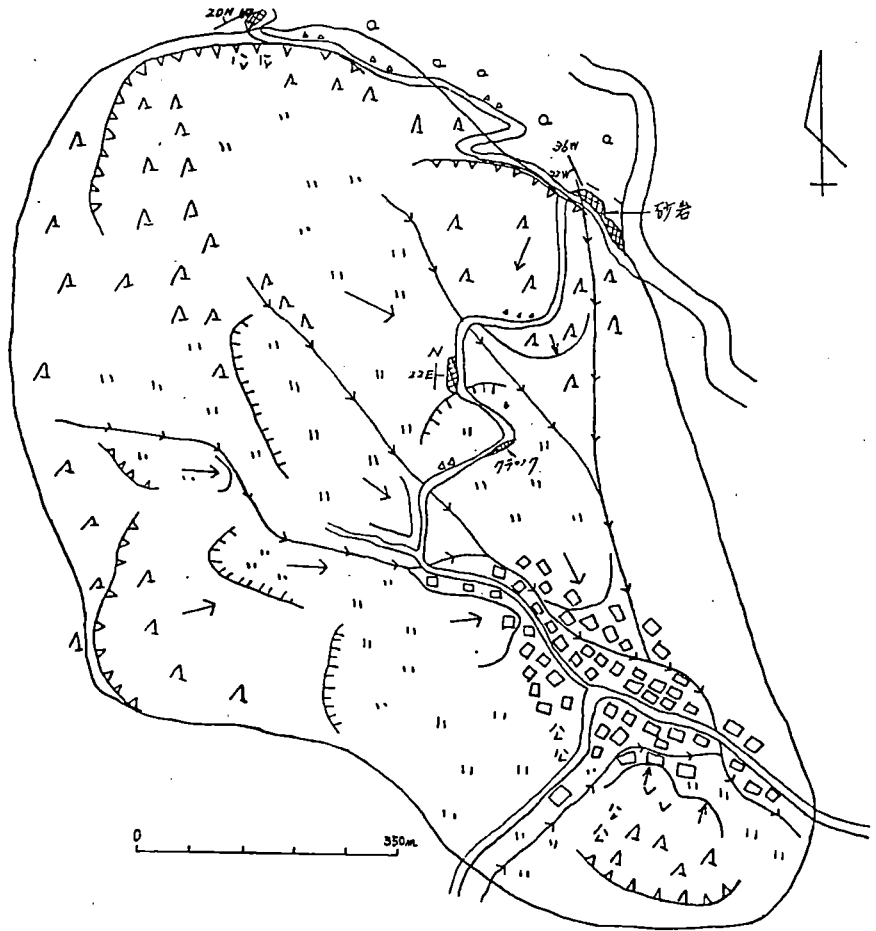
3. 高坂



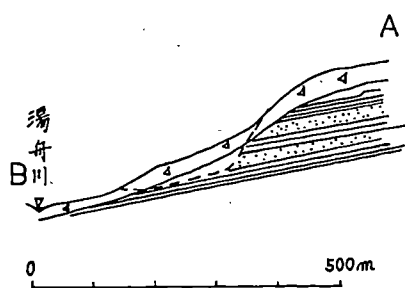
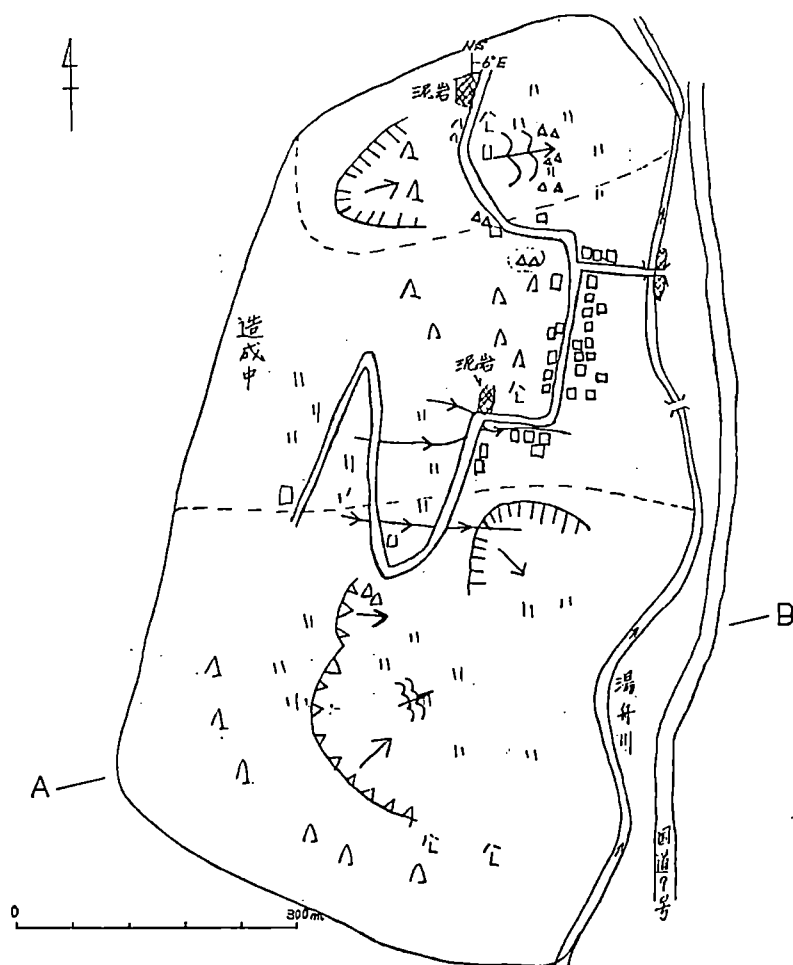
4. 池ヶ平



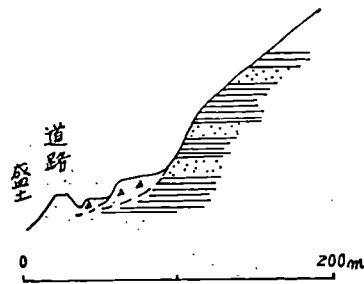
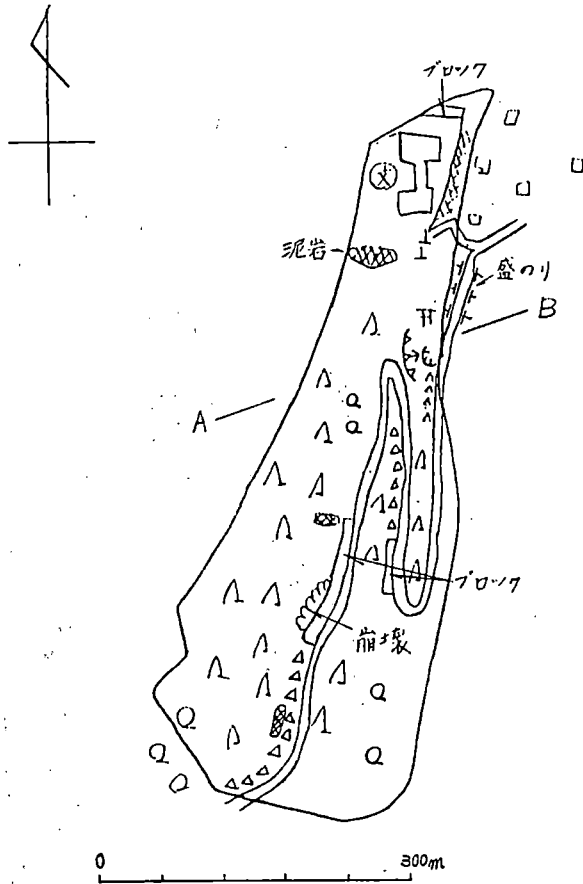
5. 村岡町和池



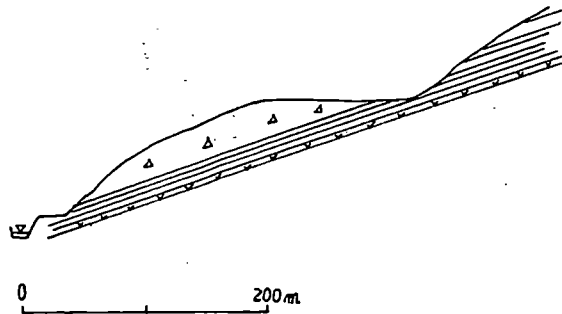
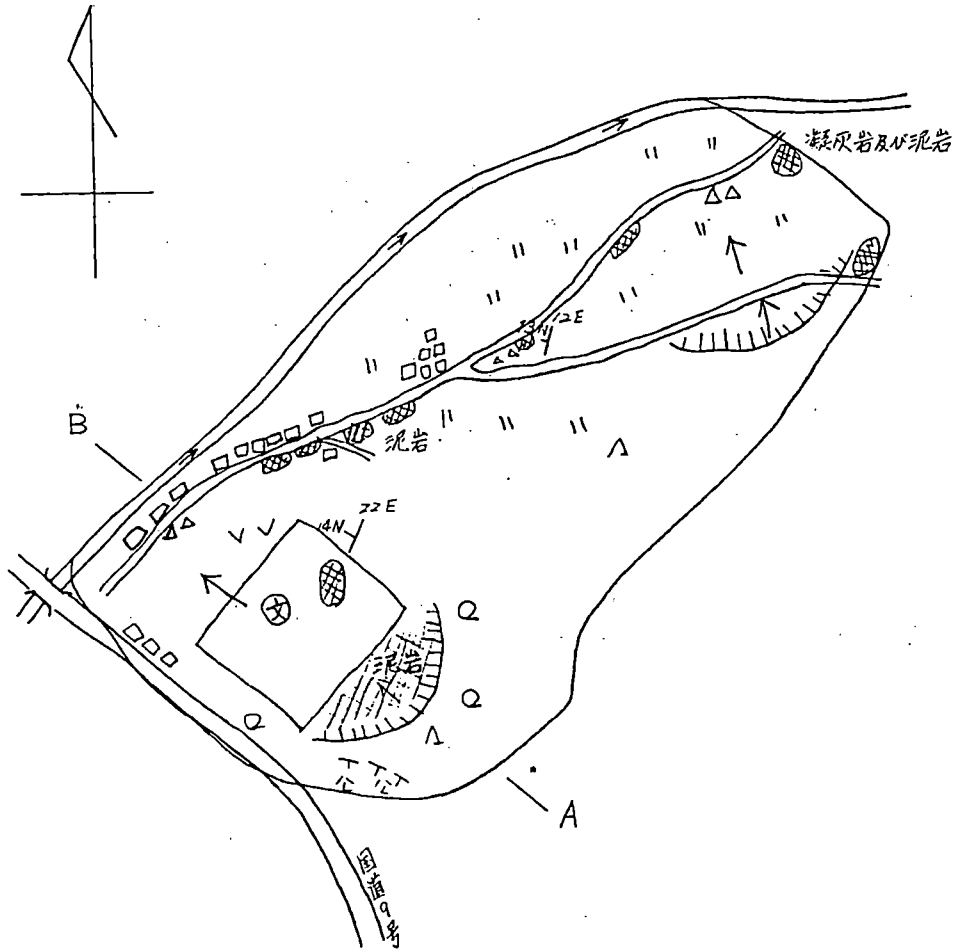
6. 宿



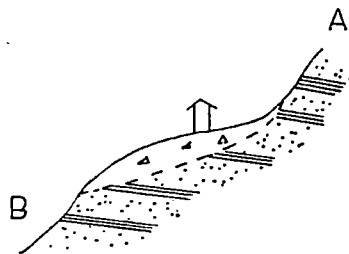
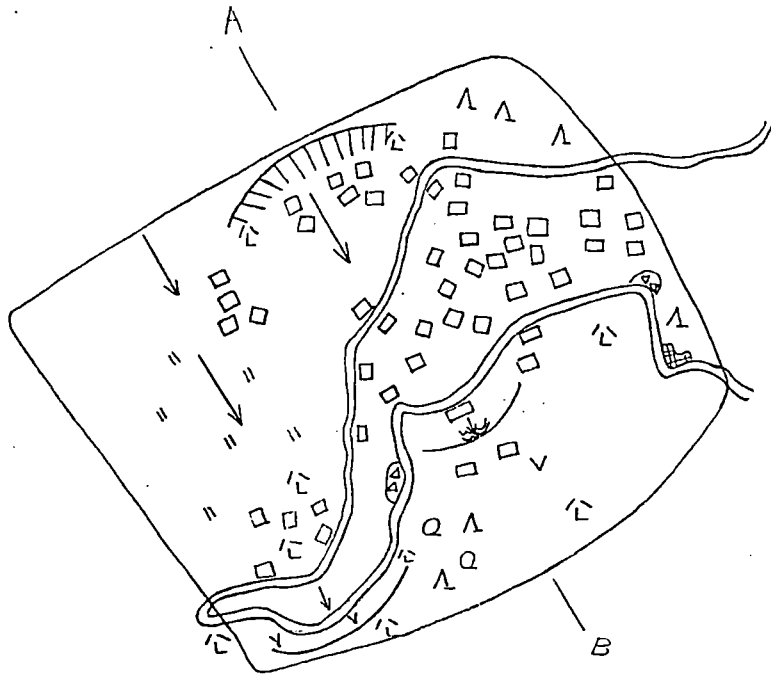
7. 福西



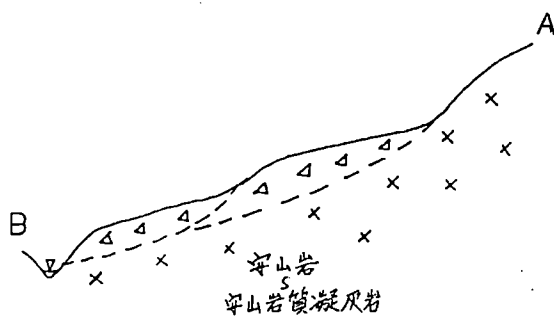
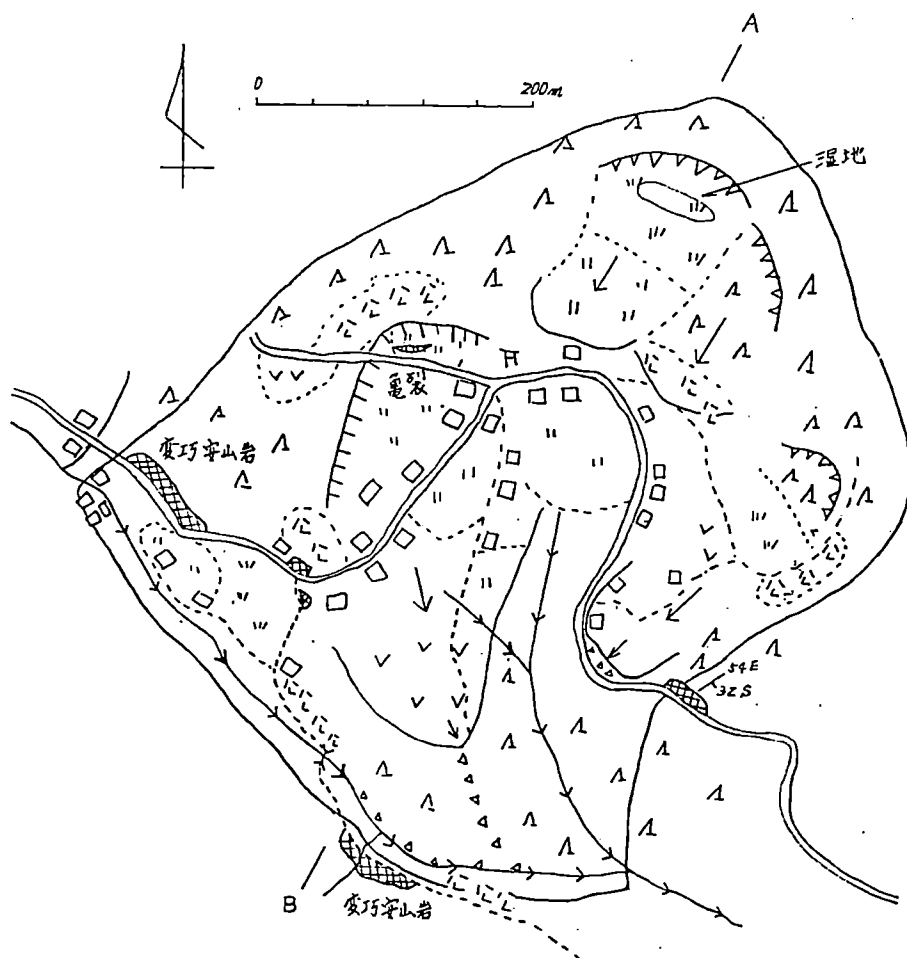
8. 村岡



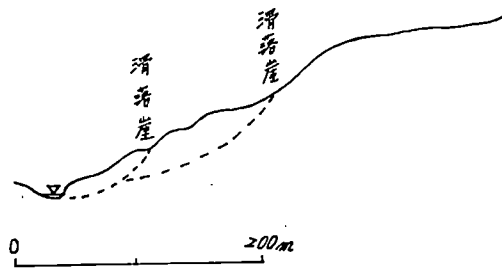
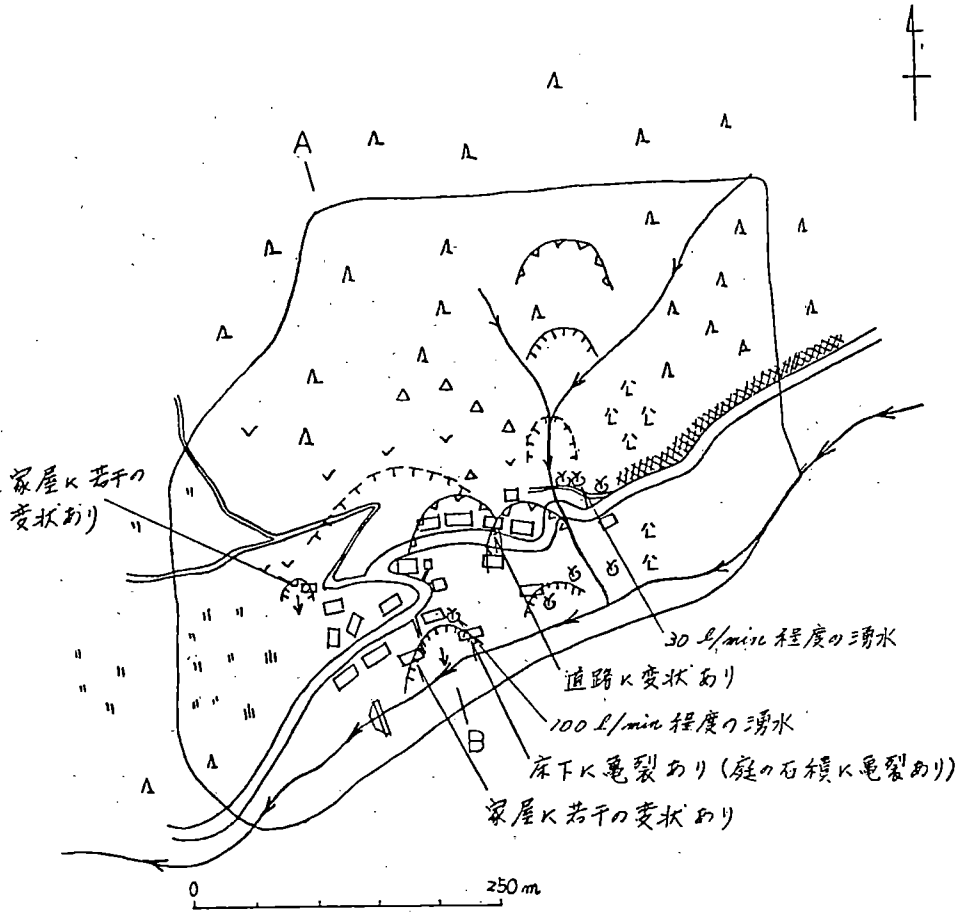
9. 祖岡



10. 丸味



11. 和佐父



12. 宮 神

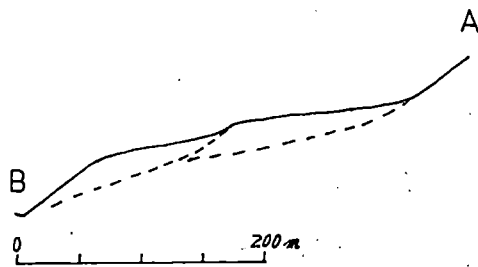
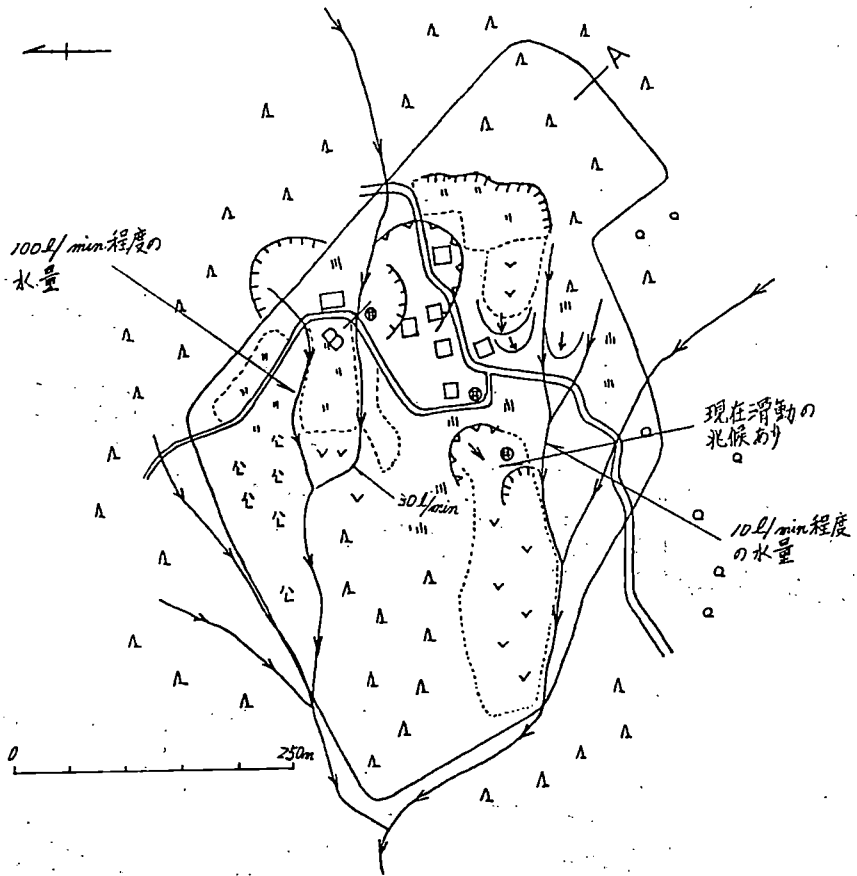
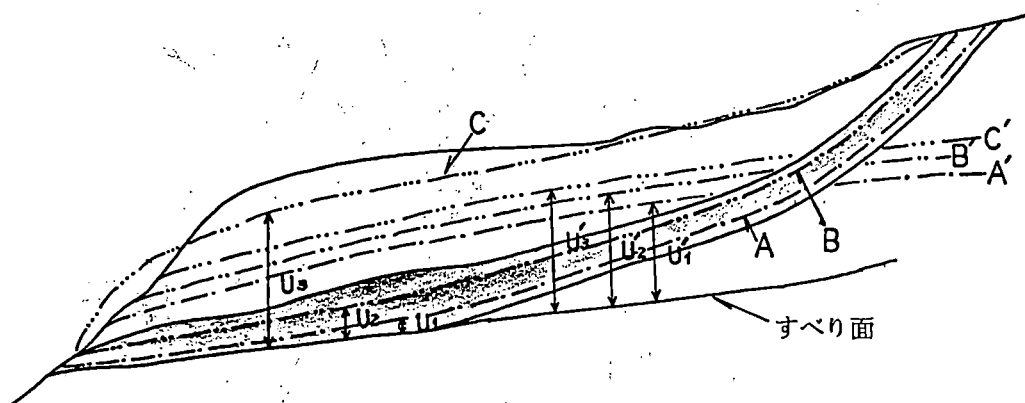
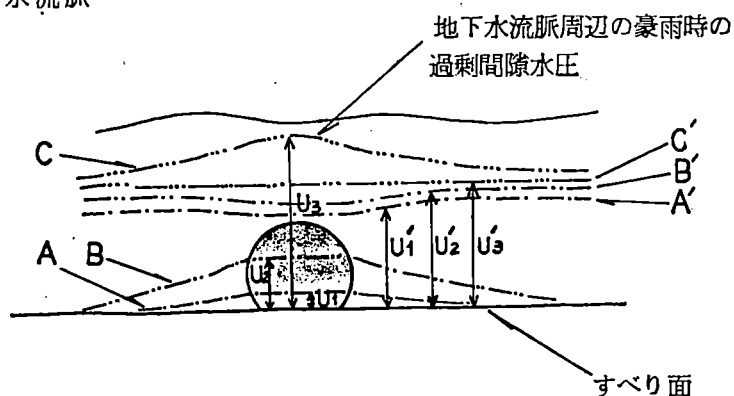


図-2

地下水流脈を形成する浸透速度の大きい地下水がすべり面に及ぼす
間隙水圧の状態



地下水流脈



凡 例

U_1, U'_1 : 平常時の水圧

U_2, U'_2 : 降水時の水圧

U_3, U'_3 : 豪雨時や融雪期の水圧

A, B, C : 地下水流脈中の浸透速度の大きい地下水(脈状地下水)

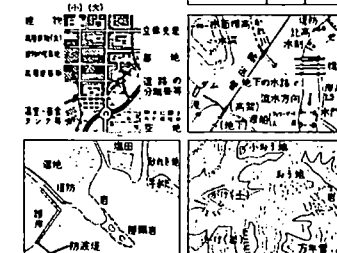
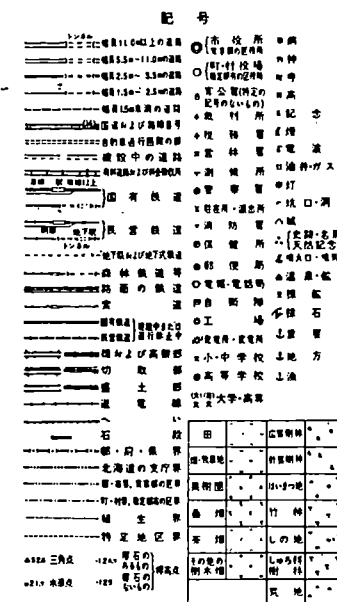
A', B', C' : 停滞的環境にある浸透速度の小さい地下水(地層水)

表-1 地すべり防止区域一覽表

兵 庫 県

整理 番号	箇所名	河 川 名			位 置			地 形 ・ 地 質										活 動 の 状 況										地すべりの種類	備 考
																		現 在					過 去						
		水 系 名	幹 川 名	溪 流 名	郡 市	町 村	大 字	面 積 (ha)	滑 落 崖	沼地・湿地・池	勾 配 (度)	地 質						亀 裂		陥没・隆起	湧 水		地すべり履歴						
												基盤岩の年代	基盤岩岩種	岩種の名称	地質構造	移動土塊層	受け盤・流れ盤	有・無	頻度		水 量	箇所数	同一区域内	周 辺	発生数	発生 年次			
1	大谷	矢田川	大谷川		美作郡	村岡町	大谷	51.2	1	1	13.0° 25.0°	2	1	泥岩	3	1	—	1	1	1	1	1	1	S30	1	1	北垣層群		
2	大谷	"	"		"	"	中大谷	58.4	1	2	14.5°	2	1	泥岩 砂岩	3	1	—	2		1	1	2	3	S28 S38 S51	1	1	北垣層群		
3	高坂	"	"	ニゴ 谷川	"	"	高坂	37.9	1	2	10.5°	2	1	泥岩	3	3	2	1	1	1	1	1	2	S10 S40	1	1	北垣層群		
4	川口好 池丁平	"	"	高坂川	"	"	池丁池	23.4	1	2	10.0°	2	1	泥岩 砂岩	3	3	—	1	2	1	1	2	2	S35 S59	1	1	北垣層群		
5	山 初池	"	"	"	"	"	初池	82.5	1	2	10.0°	2	1	砂岩 泥岩	3	3	—	1	2	1	3	3	2	T4 S60	1	1	北垣層群		
6	やい 宿	"	易舟川		"	"	宿	23.0	1	2	14.0°	2	1	泥岩 砂岩	3	3	2	2		1	3	3	1	S36	1	1	北垣層群		
7	山 福西	"	"		"	"	大糠	10.7	1	2	25.0°	2	1	泥岩 砂岩	3	3	—	2		2	3	3	—	—	1	1	北垣層群		
8	山 村岡	"	見島川	坪谷川	"	"	村岡	20.0	1	2	17.0°	2	1	泥岩	3	3	2	1	3	1	3	3	3	S36 S40 S59	1	1	北垣層群		
9	山 粗岡	"	熊波川	藩路川	"	"	粗岡	20.0	1	2	17.0°	2	1	砂岩 泥岩	3	3	1	2		1	3	3	3	T14 S35 S45	1	1	照来層群		
10	山 丸味	"	丸味		"	"	丸味	26.7	1	1	11.0°	2	2	泥岩	11	3	—	1	3	1	2	2	1	M10	1	1	照来層群		
11	山 和佐文	"	和佐文		"	"	入江	32.5	1	2	22.0°	2	1	泥岩	12	3	3	1	3	1	1	1	2	T5 S43	1	1	北垣層群		
12	山 宮神	"	宮石川		"	"	高津	16.9	1	2	16.5°	2	1	泥岩	3	3	2	2		1	3	3	2	T5年 S47	1	1	北垣層群		

氷ノ山



1. 投影はユニバーサル横メルカトル図法、度標等は第53帯、中央子午線は東経135°
2. 図形に付した短線は経緯度差1分ごとの目盛
3. 高さの基準は東京高の平均海面
4. 等高線の間隔は10メートル
5. 磁針方位は西偏約6°30' (昭和55年)
6. 図式は昭和40年式 (昭和44年加算訂正) 1:25,000地形図図式



兵庫県

A. 美方郡 1. 美方町 2. 村岡町
B. 豊父郡 3. 岡宮町 4. 大塚町
C. 六甲郡 波賀町

鳥取県

D. 三朝郡 三朝町

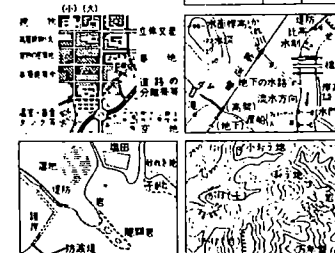
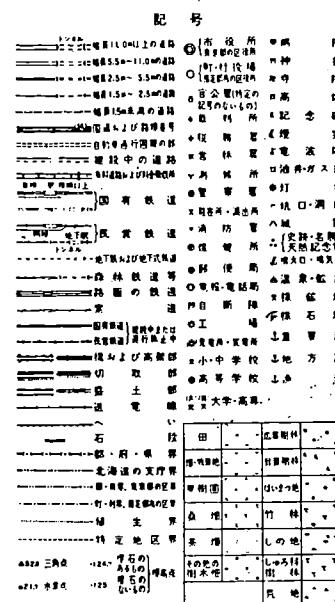
1. 使用した空中写真は昭和54年5月撮影
2. 現地調査は昭和55年6月実施
3. 発表は昭和55年4月20日現在

1:25,000 氷山

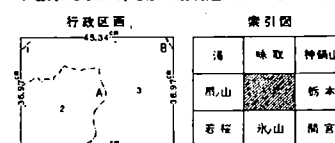


昭和57年3月30日発行 (3色刷) 許可(複製)禁止
著作権所有並発行権 国土地理院

村 岡



1. 投影はユニバーサル横メルカトル図法、座標系は第53条、中央子午線は東経135°
2. 図形に付した短縮は経緯度差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°30' (昭和55年)
6. 図式は昭和40年式 (昭和44年改訂) : 25,000地形図図式



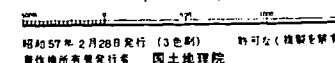
兵庫県

A. 美方郡	1. 温泉町	2. 美方町	3. 村岡町
B. 城崎郡	日高町		

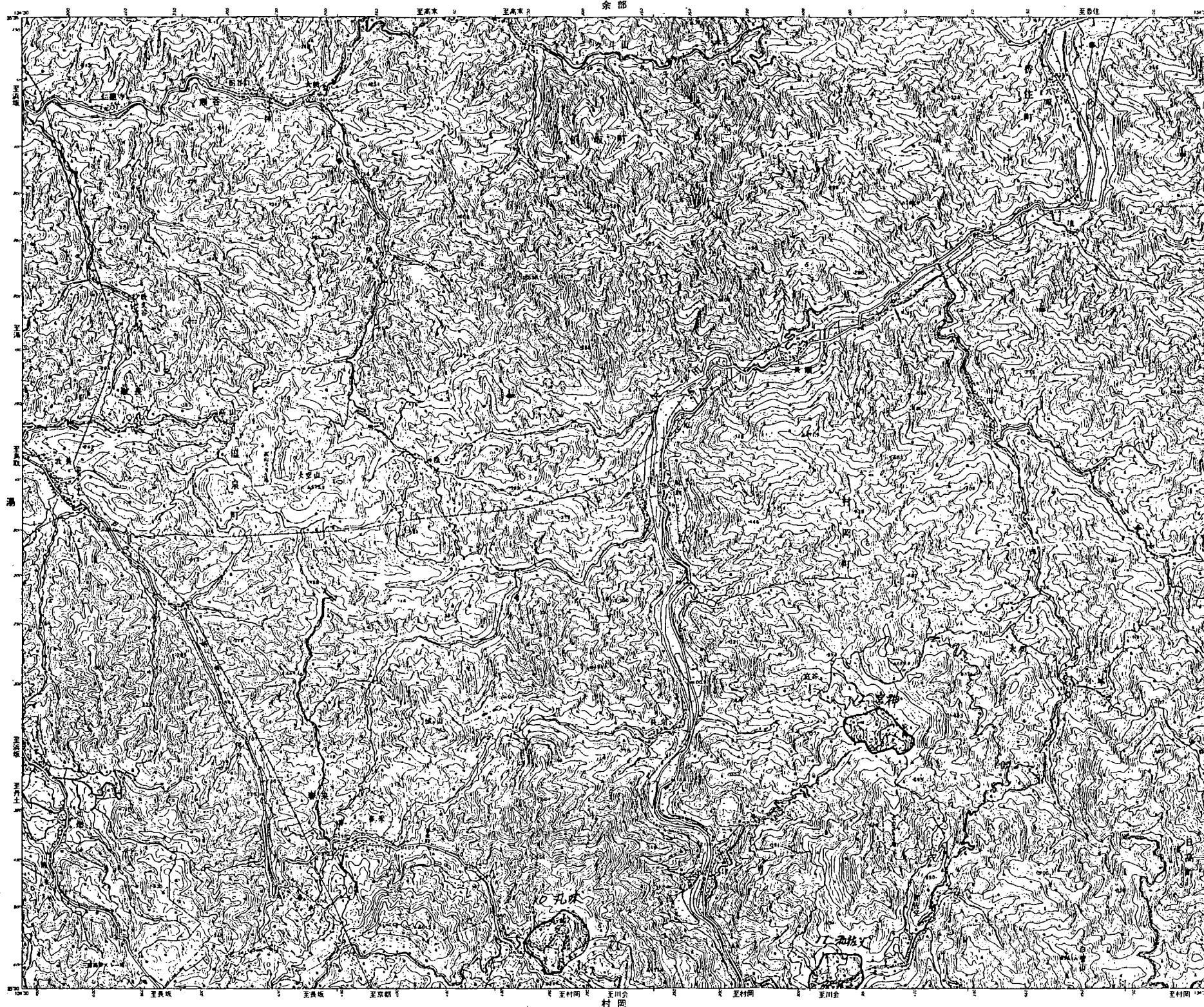
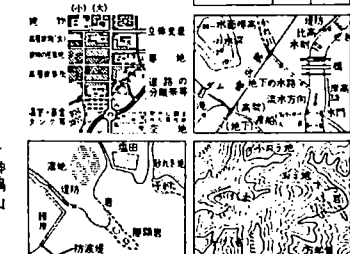
昭和47年、刊行
昭和55年度修正

1. 使用した空中写真は昭和54年5月撮影
2. 現地調査は昭和55年6月実施
3. 境界は昭和55年6月5日現在

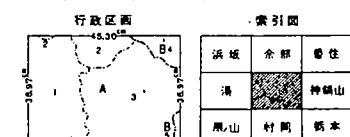
1:25,000 村 岡



味 取

[illegible][illegible]

1. 投影はユニバーサル横メルカトル図法、座標系は第53帯、中央子午線は東経135°
2. 図枠に付した図枠は経緯度幾分ごとの目盛
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°40' (昭和55年)
6. 図式は昭和40年式 (昭和44年加訂正) に25,000地形図図式



兵庫県

A. 笑方郡	1. 温泉町	2. 須坂町	3. 村岡町
--------	--------	--------	--------

昭和47年測量
昭和55年修正測量

1. 使用した空中写真は昭和54年5月撮影
2. 現地調査は昭和55年5月実施
3. 測量は昭和55年6月5日現在

1:25,000 味取



昭和56年12月28日発行 (3色刷) 許可(複製を禁ずる)
著作権所有兼発行者 国土地理院

図 - 3

高坂地域地質断面図 $S=1/500$ ($H=V$)

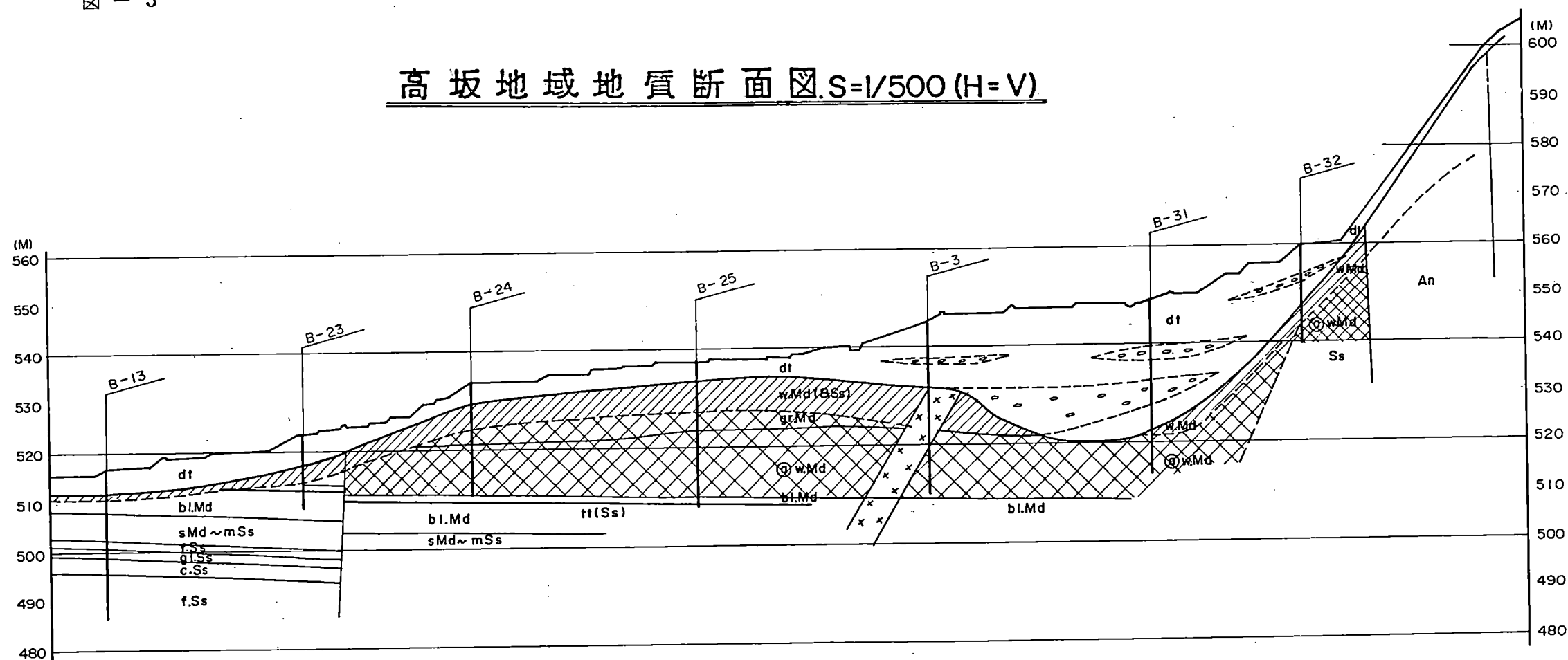
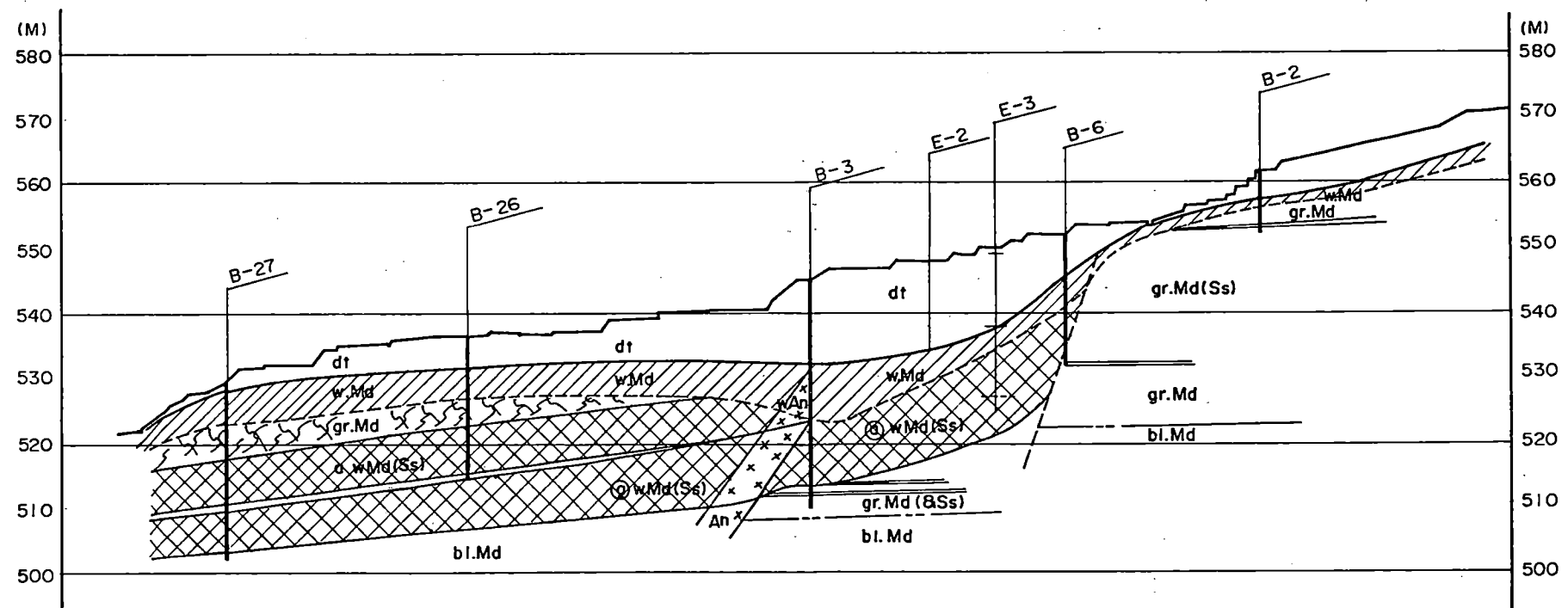


図 - 3

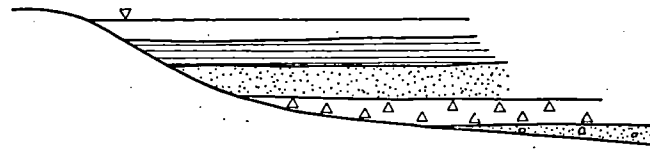
高坂地域地質断面図 S=1/500 (H=V)



高坂地区地質構造及び地すべり発生機構

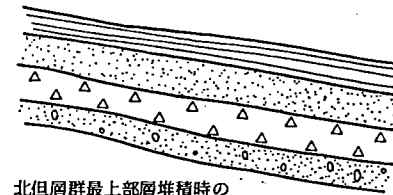
〔1例〕

(1) 新第三紀中新世（2600～1200万年前）
北但層の堆積



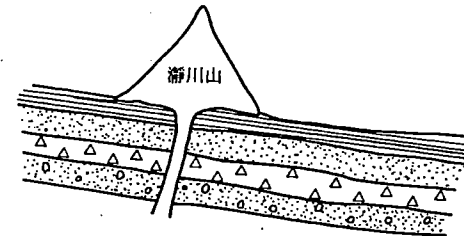
中部、火山岩類が優勢、上部、下部砂岩・泥岩優勢

(2) 構造運動により陸化



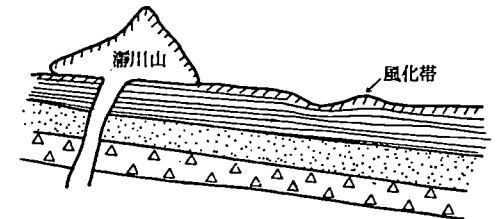
北但層群最上部層堆積時の
火山活動期に上昇陸化

(3) 溶岩の選出



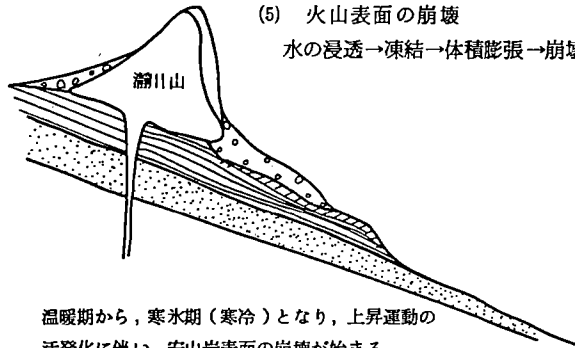
新第三紀後半鮮新世～第四紀前半における
火山の形成、六甲変動と同時期における火
山活動で水ノ山、鉢伏山、扇ノ山等と同期、
岩質は複輝石安山岩。

(4) 風化及び削剝、侵食



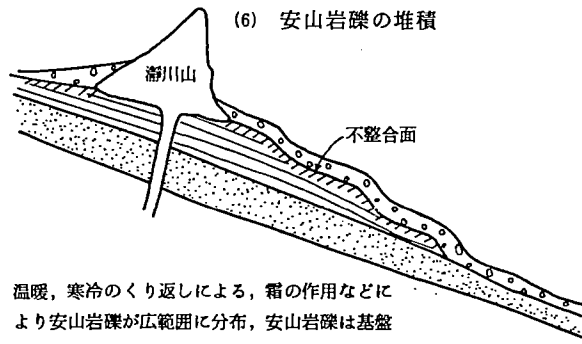
温暖期における泥岩、安山岩表面の風化促進
及び泥岩表面の削剝、侵食。

(5) 火山表面の崩壊
水の浸透→凍結→体積膨張→崩壊



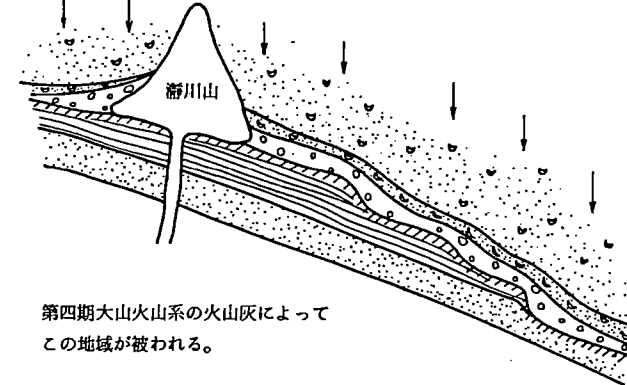
温暖期から、寒水期（寒冷）となり、上昇運動の
活発化に伴い、安山岩表面の崩壊が始まる。

(6) 安山岩礫の堆積



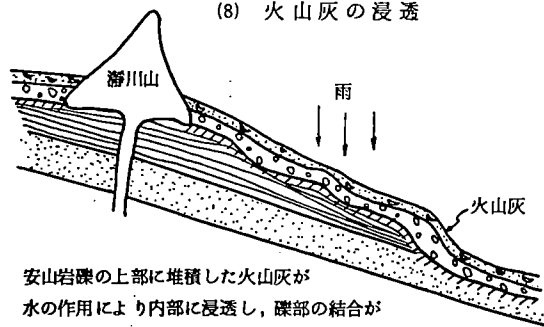
温暖、寒冷のくり返しによる、霜の作用などによ
り安山岩礫が広範囲に分布、安山岩礫は基盤
の起伏状態を強く受け堆積。

(7) 火山灰の堆積



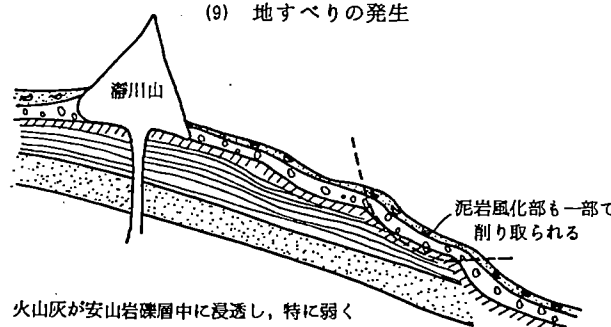
第四期大山火山系の火山灰によって
この地域が被われる。

(8) 火山灰の浸透



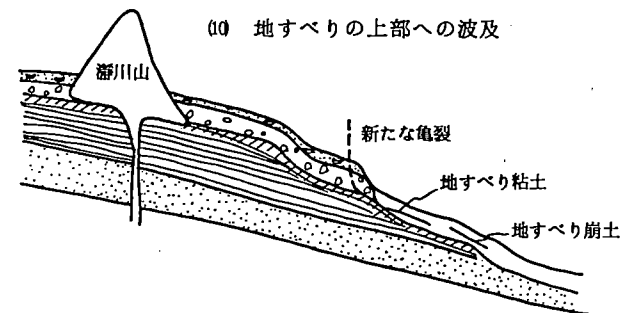
安山岩礫の上部に堆積した火山灰が
水的作用により内部に浸透し、礫部の結合が
ゆるみ、軟弱化進む。

(9) 地すべりの発生



火山灰が安山岩礫層中に浸透し、特に弱く
なった部分から、滑り始め、地すべり崩土が形成される。
この時、地すべりの誘因となるものは地下水の働きがある。

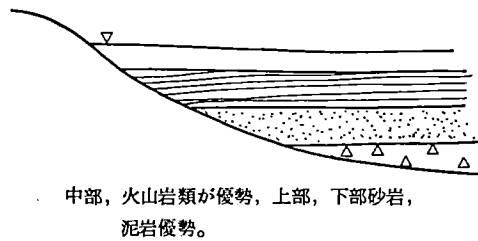
(10) 地すべりの上部への波及



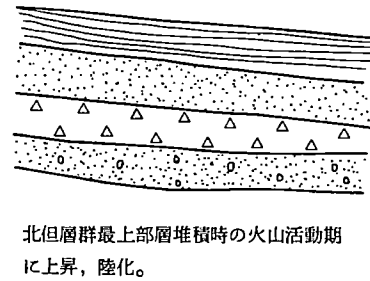
地すべり崩土が形成され、地すべりが上部に波及し、
本格的な地すべりとなる。

〔 2 例 〕

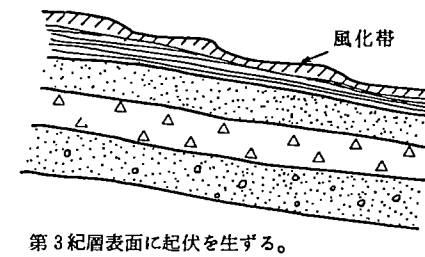
(1) 新第三紀中新世 (2600 ~ 1200 万年前)
北但層の堆積



(2) 構造運動により陸化

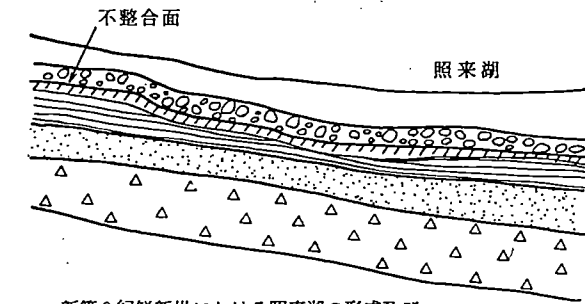


(3) 上部の風化及び削剝, 侵食



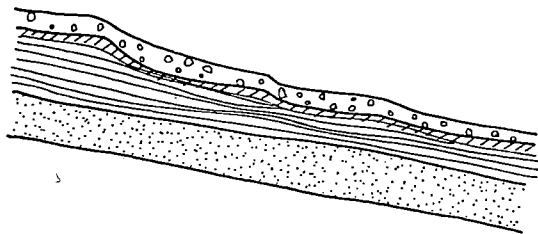
第3紀層表面に起伏を生ずる。

(4) 照来層の堆積

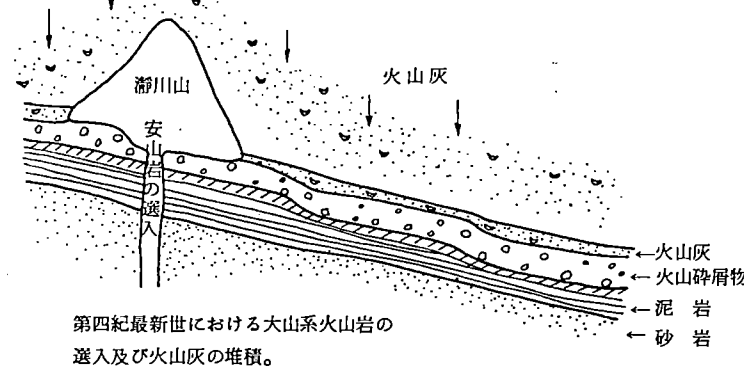


新第三紀鮮新世における照来湖の形成及び火山砕屑物の堆積。
火山砕屑物は安山岩質凝灰角礫岩が主体を占め, 基盤岩及び北但層の泥岩礫も混入する。

(5) 上昇運動に伴う陸化

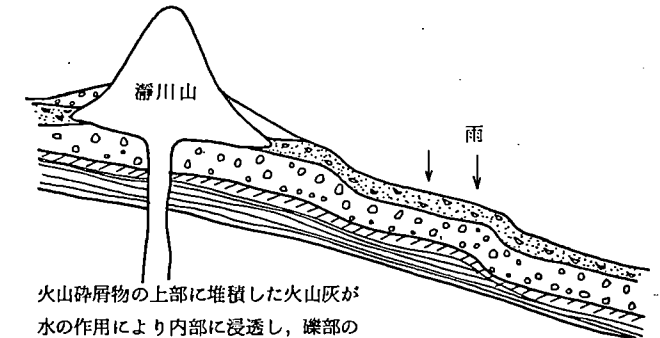


(6) 安山岩の侵入及び火山灰の堆積



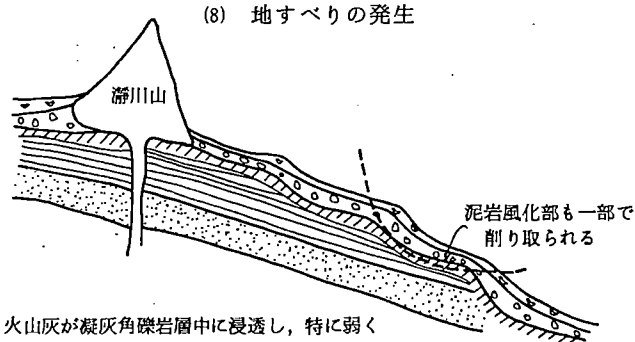
第四紀最新世における大山系火山岩の侵入及び火山灰の堆積。

(7) 火山灰の浸透及び安山岩の局部的崩壊



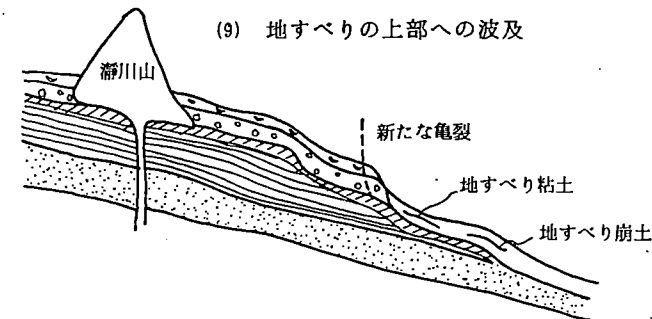
火山砕屑物の上部に堆積した火山灰が水の作用により内部に浸透し, 礫部の結合がゆるみ, 軟弱化が進む。

(8) 地すべりの発生



火山灰が凝灰角礫岩層中に浸透し, 特に弱くなった部分から滑り始め, 地すべり崩土が形成される。
この時, 地すべりの誘因となるものに地下水の働きがある。

(9) 地すべりの上部への波及



地すべり崩土が形成され, 地すべりが上部に波及し, 本格的な地すべりとなる。

照来地すべりについて

温泉町役場（産業課農政係） 尾 崎 睦 夫

西日本建設コンサルタント㈱ 伊田 勝・渡辺 農

1. は じ め に

照来地すべりは、兵庫県美方郡温泉町のほぼ中央部付近に立地している照来地区（旧照来村）一帯の地すべり地を総括して呼ばれているものである。この地域の地すべりについては明治32年及び同45年に発生した丹土地区を中心とした地域の甚だしい地すべり災害の折に、地元の要請によって震災予防調査会の実地調査が行われた時から注目され始め、大正11年の大地災以後は国内有数の大地すべり地として知られるようになった。なかでも大正11年に発生した大地すべりは、幅約300m、延長約1,500mに及ぶ広範囲が滑動したもので、滑動ブロックの頭部付近に位置していた丹土地区集落戸数のほぼ半数（東半部）を巻き込む極めて激甚なものであって、この地すべりは「丹土地すべり」の名で知られている。なお、この時の地すべり被害が地元住民によって如何に悲惨なものであったかは、当時の被災地域の住民の間で地区を挙げてブラジル等への移転が真剣に検討された程であった、と言われていることから伺い知ることが出来ると思われる。

その後、照来川の床固工などを主体とした対策工事が進むにつれて、地すべりの活動も小康状態を保つようになったが、昭和29～30年頃から大正時代の地すべり活動発生前の兆候らしきものを地元古老の人々が感じ始め、地すべり現象の周期性を否定しがたき発言が起こるなどして県当局に調査依頼、あるいは対策工事の陳情が相次ぎ、折からの「地すべり等防止法」の制定の機運とあいまって、県による本格的な調査の手が加えられるようになった場所である。

一方、この地域はグリーン・タフ変動期の最末期に形成された地層である照来層群の模式地となっているように、古照来湖と呼ばれる堆積盆地の中心部と考えられる場所に相当しており、地形・地質学的にも広く関心の持たれている地域である。したがって、この「照来地すべり」と言う呼称には、県下を含めて日本海側の各地域に広範囲に分布している、いわゆる「グリーン・タフ」と呼ばれる層準の、主に海成の黒色泥岩層分布地帯に多発している地すべり群と比べると、地質的に少し若い、非海成（湖成層）の泥岩及び凝灰岩層を地すべりの母体としており、「照来層群の地すべり」という意味合いを含んでいるとも言えるであろう。ちなみに、この照来層群の分布地域において如何に地すべりが多発しているかを見るために、県内の地すべり指定地における町域の指定地の占める割合を求めてみると、表-1のように示され、この地域が他地域に比べると著しい地すべりの多発地帯であることが明瞭に現れている。

表－１ 県内における温泉町内の地すべり指定地の占める割合

区 分	温 泉 町 内 (A)	兵 庫 県 下 (B)	比 率 (A/B)
指定地の箇所数	12ヶ所	88ヶ所	約 13.6 %
指定区域の面積	450.57 ha	2,335.15 ha	約 19.3 %
全 体 の 面 積	138.15 km^2	8,370.6 km^2	約 1.6 %

この他、当地域には古期に発生したと思われる大規模な山地崩壊跡を示す特異地形（崩壊跡地形とスランプ地塊、その他）や、有史以前の大規模な斜面崩壊による被災などを示唆する幾つかの興味深い伝承も残っており、単に地形・地質の面だけではなく、防災地質・応用地質的な観点からも非常に興味深い地域に当たっている。本文では、この照来地域の地すべりの概要について、特に現況の地形にも明瞭に残されている大正11年3月の大地災地を含めた過去の地すべり活動の記録等の既存資料をまとめて参考とするものである。

2. 照 来 地 区 の 概 要

照来地区は、温泉町のはゞ中央部に立地している盆地状の緩傾斜地からなる地域であって、旧照来村を構成していた「切畑・多子・桐岡・丹土・中辻・塩山・飯野」の、7つの集落からなっている（表－2、参照）。町域の大半が急峻な山地からなる温泉町（地目別面積の80%以上を山林が占める）にあっては、唯一のまとまった農耕地の広がっている地域であり、町の穀倉地帯とも言える場所である。この盆状地を取り囲んでいる山地は、町域の南端

表－2 照 来 地 区 7 集 落 の 概 要

集落名	面 積	世帯数	平均耕作地面積
切 畑	2.94 km^2	49	約 41 アール
多 子	4.65	74	約 49 アール
桐 岡	0.46	46	約 48 アール
丹 土	3.41	104	約 59 アール
中 辻	5.39	73	約 53 アール
塩 山	3.25	73	約 58 アール
飯 野	4.65	114	約 55 アール

部にある標高1,000 m以上の山岳地に連なった標高450～550 m 前後の定高性のある山地群からなっているが、盆地中央の南側背後部には愛宕山（標高584.7 m）が、また北側背後部には草太山（標高515.8 m）が、各々独立峰的な形態で存在している。また、地区内を流れている河川は、東端部の一部の範囲が春來川流域の支谷となるほかは、愛宕山の東を流れる照来川と西側を流れる中辻川及びその支流であり、飯野の上で合流して更に北流し、岸田川へと注いでいる。そして各集落は南東部にある三原野高原の裾部から愛宕山及び草太山の山麓部一帯にかけて、この盆地

を取り囲むように散在している。この照来地区の大半は地形的にも極めて明瞭で、かつ典型的な地すべり地形を呈しており、各集落毎（但し、塩山地区を除く）に地すべり防止区域の指定（表－3 参照）が行われている。なお、現在は地すべり防止区域に指定されていないけれども、塩山地区にも各所に地すべりの小被害が認められ、緩傾斜地の殆どは潜在的な地すべり地帯に相当すると見て良いと思われる。

表－3 町域の地すべり防止区域（◎印が照来地区）

指定地名	所在地	面積(ha)	指定機関
◎ 丹 土	温泉町丹土	56.69	建 35. 8. 29
◎ 中 辻	〃 中辻	26.08	建 35. 8. 29
◎ 切 畑	〃 切畑	15.95	建 35. 8. 29
◎ 桐 岡	〃 桐岡	7.45	建 35. 8. 29
◎ 多 子	〃 多子	61.00	建 35. 8. 29
◎ 飯 野	〃 飯野	38.26	建 35. 8. 29
前	〃 前	58.57	建 35. 8. 29
海 上	〃 海上	61.05	建 35. 8. 29
内 山	〃 内山	28.02	建 43. 2. 5
春 来	〃 春来	34.20	林 34. 6. 5
中 山	〃 湯	22.70	林 40. 8. 7
◎ 飯 野	〃 飯野	40.60	林 55. 4. 17

3. 地形・地質の概要

(1) 地 形

温泉町は日本海の海岸線から南へ約 5 km～30km程離れた位置にあって、南北方向にやゝ細長く延びた町域を有する、全体に低平地の発達に乏しい山地主体の地域である。町域の南端部には、県北山岳地帯を形成する標高 1,000 m 以上の山岳地（町域の最高点は標高 1,273 m の大ツツコである）が含まれており、扇ノ山を中心とした比較的新しい火山台地としての高原（畑ヶ平高原・上山高原）が発達している。この広い高原地帯から北側に向かって順次高度を下げ、中央部以北では定高性のある中起伏の山地（標高 450～550 m 前後）が連なっていて、そのほぼ中央部にまとまった緩傾斜の地形面をなす盆地（照来盆地）が形成されている。また、この中起伏の山地を深く下刻する河川の発達によって全体的に急峻な斜面地が多く、低平地は僅かに狭長な河谷沿いの分布を示すに過ぎない。町域を流れる河川は、町域東端部の春来地区と桧尾地区の一部が矢田川の流域に含まれるのを除くと、他は全て岸田川の流域からなっており、その支流河川である照来川・春来川などを合流して、町域北端部の今岡金屋（なお、町域の最低点は今岡金屋の北側の岸田川川底で、標高は約 25 m である）から浜坂町を経て日本海へと注いでいる。これら各水系及び稜線の示す分布図形には特徴があって、ほぼ南から北へ流下する各河川が、概ね特定方向への直線谷を形成すると共に、全体的に大きく「く」状に折れ曲がる河谷を発達させており、定高性のある稜線も大略、NNW－SSE 方向及び NE－SW 方向に主軸を持って折れ曲がる形態

を示し、地質構造の支配性を暗示させているように推察される。

上記したように、町域全体を通して低平地の発達に乏しく、岸田川及び各支流の河道に沿って僅かな分布を示すにすぎないが、緩傾斜地は上記した照来盆地の他にも南端部の畑ヶ平高原と上山高原や町域中央部東側の三原野高原と春來の台状地等があって、また、主として岸田川沿いの各所にも極く小規模の台状地が発達している。これらの内、台状地をなす地域には概ね集落が開けており、大半が農耕地として土地利用されているが、多くのものが大規模崩壊跡地が地すべり地に移行したものと推察されるような馬蹄形の急崖と、その前面の等高線の乱れた緩斜地（スランプ地塊）の組み合わせからなる異常地形を有しており、新・旧の崩積土類が被覆して緩傾斜地を形成する典型的な地すべり地形を呈し、またその殆どが地すべり防止区域の指定地となっている。なかでも照来地区は、周辺山地との境界が極めてシャープな形で分離されており、地すべりの終息期に近い状態の、顕著な変動が積み重なった地形形態を呈している。

なお、大規模崩壊地形として典型的なものが見られる所は越坂の南側にある牛峰山東側斜面であるが、岸田川沿いの海上・青下・石橋・前などの各地区と共に、照来地区の愛宕山麓部から塩山地区一帯の山地中腹部においても、崩壊跡地形のやや開析の進んだものと推察される類似の異常地形が認められる。この内、越坂・海上地区においては「蛇抜けによって河川が堰止められ湖沼が形成された」という伝承があり、照来地区にも類似の伝承が残っていて、地形発達史を考えるうえで参考となるのではないと思われる。

(2) 地 質

温泉町に分布する地質系統は、表-4に示したような地層並びに岩体として区分されるものから構成されている。大別すると、この地区の基盤岩体をなしている古期岩類、新第三紀中新世以降に形成された新期被覆岩類、及び第四紀層である未固結被覆層に区分される。以下、この大別した層序に従って、次に古い方からその概略を示す。

(a) 古 期 岩 類

温泉町地域の基盤岩体は、中生代末から古第三紀にかけて形成された、大部分が酸性の火山岩類と、その碎屑岩からなる矢田川層群、及びそれに進入した山陰型の花崗岩類から成っており、新第三紀被覆層の基盤として伏在すると共に処々で露岩して分布している。矢田川層群は、主として矢田川の流域において分布の見られるもので、町域では東北端の山地付近の僅かな範囲に分布を見るだけである。山陰型花崗岩類は浅所貫入型の黒雲母花崗岩と花崗閃緑岩であり、温泉町湯付近を中心に、略NNE-SW方向に延びる湯村断層の南側の山腹から河谷にかけての一帯と、西北端部の浜坂町界付近にかけての山地一帯に露頭しており、照来地域一帯の基盤として伏在すると推察される。

表-4

温 泉 町 地 域 の 地 質 層 序

地 質 年 代			地 質 系 統			主 た る 分 布 地 域			
新 生 代	第 四 紀	完 新 世	新期崩積土・沖積層			現河道沿いの低地帯、凹地斜面			
		更 新 世	古期崩積土・段丘堆積層 玄 武 洞 玄 武 岩 類 扇 ノ 山 安 山 岩 類			照来盆地などの台状地 浜坂町界付近の山地頭部一帯 町域南端部の山岳地帯を形成する			
	新 第 三 紀	鮮 新 世	照来層群	寺 田 火 山 岩 類 春 来 泥 岩 層 湯 谷 礫 岩 層 歌 長 流 紋 岩 類			照来盆地を中心とした町域の中央部一帯に広く分布する		
		中 新 世		北 但 層 群 村 豊 岡 累 層 八 岡 累 層 高 鹿 累 層			主として湯村断層以北の山地一帯に広く分布し、岸田川以西の山麓一帯にも分布している		
	古 第 三 紀		山 陰 型 花 崗 岩 類			主として湯村断層沿いの山麓～谷			
中・古 生代	白 亜 紀 後 期		矢 田 川 層 群			矢田川沿いの一部の地域に分布			
	先 白 亜 紀								

(b) 新 期 被 覆 岩 類

新期被覆岩類は、新第三紀中新世のグリーン・タフ変動期に形成された北但層群と、その末期に形成された中新統～鮮新統の照来層群、須賀ノ山・鉢伏山から扇ノ山一帯の死火山群を形成する鮮新世末～更新世の火山岩類、及び玄武洞・神鍋山などで代表される更新世～完新世に噴出した玄武岩類からなる。北但層群は、湯村断層の北側及び春来峠以東の地域に広く、かつ厚く分布しているが、町域の中部から南部一帯にかけては殆どその分布が見られないものであり、特に照来盆地一帯では欠如している地層である。この北但層群は最下部の粗粒な碎屑岩類と、ソレアイト質塩基性岩及び同質火砕岩類、酸性～中性の火山岩類及び火砕岩類、海成の砂岩・頁岩・凝灰岩の互層で特徴づけられるように、主として海盆に形成された地層によって構成されている。照来層群は、この照来地区を中心に存在していた古照来湖と呼ばれる湖盆一帯に形成された地層であり、基底礫岩層を最下部層として、歌長流紋岩類、湯谷礫岩層、春来泥岩層、寺田火山岩類の層序で示されている。次に、須賀ノ山（氷ノ山）から扇ノ山一帯に分布する火山岩類は、県下では鉢伏山火山岩類の名で総称されている。この火山活動は鮮新世末期から更新世にかけて何回か生じたと考えられ、基底礫層を挟在して、何枚もの安山岩質熔岩及び同質火砕岩類が累重しており、開析のまだあまり進まない火山台地状の高原地帯を形成している。一方、玄武洞及び神鍋山玄武岩で代表される玄武岩類は、更新世から完新世にかけて局所的な噴出によって形成されたもので、町域では北西端の浜坂町との境界付近の山上部一帯に

分布が見られる。

(c) 未固結被覆層

第四系の未固結堆積層は、町域が主として山地からなるように、その発達は一概して貧弱である。しかし、地すべり地を形成する緩斜面地や河谷沿いの低地帯では局所的に厚い堆積層・崩積土層が分布しており、地すべり地を除くと主体は粗粒な碎屑物からなっている。これら未固結被覆層には、新・旧さまざまな崩積土・土石流堆・段丘堆積物・沖積層などがあるものと推察されるけれども、照来盆地内の詳細については不明な点の多い状態にある。

4. 照来盆地の地質構成と地すべり

(1) 地質構成とその分布の特徴

照来盆地一帯には、上記した各地層並びに岩体のうち、本地区の基盤をなす花崗岩類を被覆して地区一帯に広く分布している照来層群の各部層と、これらの二次堆積物である崩積土類を主体とした未固結被覆層だけが分布している。

まず、基底礫岩層に相当するものと考えられる露頭は、中辻川右岸の飯野から中辻に向かう道路沿いの小丘陵状をなす山体（明神尾の先端部に当たる）の崖面に見られる。この露頭では礫種が花崗岩礫のみから構成されており、他の地域に分布する礫岩層（湯谷礫岩）とは明らかに異なった礫種で構成されている。但し、この地域内では本地点だけで本層の分布が見られ、他で確認されていないため、全体の分布構造等を明らかにすることは困難である。次に、歌長流紋岩類は草太山の山体を構成するものであり、周囲を湯谷礫岩層及び春來泥岩層に埋積されるような形態で産出している。主に流紋岩質な熔結凝灰岩と貫入岩状の産状を呈する熔岩からなっており、草太山に上がる道路沿いに好露頭が連続して見られる。

湯谷礫岩層は盆地周辺の低起伏山地一帯に広く分布しており、北但層群の安山岩類・黒色頁岩及び基盤の花崗岩類の礫を主体として構成されているが、構成礫種に関しては地域によってかなり差がある。この照来盆地周辺では、主として安山岩類の径 10～30 cm 大の亜円～亜角礫を主体とした巨礫混りの不淘汰堆積物からなっている。また、春來泥岩層は本地区一帯の地すべりの素因の 1 つであるように、この盆地内一帯に最も広く分布する地層である。本層は灰色～灰褐色を呈する凝灰質なシルト岩を主体とし、これに凝灰質な細粒砂岩層と凝灰岩が薄く挟まれた縞状の互層を呈することが多い。このシルト岩は細かいラミナあるいは板状の層理が発達して薄くはがれ易く、また脆弱で砕け易い。また、その堆積構造としては他地区において著しい乱堆積構造が認められており、前記した湯谷礫岩層とは指交状の関係で分布するものと推察される。

寺田安山岩類は、盆地南側の愛宕山の山体を構成して分布するほか、この盆地を取り囲む周囲の山地に小さな山体を構成して分布している。本火山岩類は主に安山岩質凝灰角礫岩からなり、これに熔岩を挟んでいる。切畑地区の照来川沿い及び中辻川沿いの所々に、この安山岩質凝灰角礫岩の巨礫塊（径が数 m のもの）が見られ、子持ち岩と呼ばれている。これは寺田火山岩類の二

次堆積（転石）と考えられ、古期の大規模な山地崩壊の遺物とも考えられよう。

以上に記載した照来層群を基盤層として、この盆地一帯には二次堆積の未固結被覆層が広く分布している。この二次堆積土の中には、段丘化した古期崩積土類（洪積層）と思われるものと、新しい崖錐・崩積土類と、地すべり土塊並びに沖積層が含まれる。古期崩積土類は、やや安定した台状地を形成しており、主として土石流堆（一種の扇状堆積物）的に形成されたものと推察され、切畑・多子間の高台や、中辻・丹土間の尾根状の平坦面を形成して分布しており、愛宕山山麓部などでは黒ボクに覆われている。新しい崩積土類は、山地及び台状地などを解体する過程において形成されたものであり、緩傾斜地をなす部分の主体は地すべりの繰り返しによる数次の活動によって、極めて粘稠質化したものからなっているように推察される。

なお、この地すべりブロック内に分布する二次堆積土等については、現在のところボーリング数も少なく、不明な点の多い状態にある。また、上記した地層の分布において、盆地周辺を境する山地斜面のうち桐岡・多子間には湯谷礫岩層が分布し、その上位に春來泥岩層が分布して切畑から塩山地区方向（すなわち、南東から北西方向）へ緩やかに傾斜した構造を示すものと推察されるけれども、ほぼ飯野・中辻を結ぶ線から西側（すなわち、中辻川左岸沿い）の塩山地区一帯の斜面中腹部以下においては湯谷礫岩層が分布しており、中腹部以上に春來泥岩層が分布することから、両者を不連続とする何らかの構造（例えば、断層構造、あるいは春來泥岩層堆積時の深い割り込みなど）のあることが推察される。

（2）地すべりブロックとその地形的特徴

前記したように、盆状地を形成する緩斜面は主として愛宕山の山麓を取り巻くように発達しており、愛宕山の東側を流れる照来川沿いと、西側を流れる中辻川右岸でその発達が著しい。これに対して、中辻川の上流部と照来川上流部の切畑地区付近では階段状の台状地が卓越しており、中辻川左岸の塩山地区一帯の斜面でも幅の狭い階段状の地形が顕著である。これらの地形的特徴には、基盤層である春來泥岩層の基本的な構造と、地すべり活動の履歴が大きく関与しているものと推察される。また、この地区の特異地形として、盆地を取り巻く山地内に幾つかの大規模な崩壊跡地（古期崩壊？）地形であることを推察させる異常地形（すなわち、滑落崖跡と前面のスランプ地塊の組み合わせ）の存在が指摘される。1つは塩山地区の後背地をなす北西－南東方向に延びる山地であり、二重山陵状の形態をなす山体と共に、その前面の滑落崖跡と推察される大きな馬蹄形の急斜面に取り囲まれてやや緩傾斜をなす台状地が分布しており、この緩傾斜地は集落及び耕作地として土地利用されている。愛宕山の北東側斜面中腹部にも同様の、やや開析の進んだ異常地形が認められ、広大な地すべり地はその末端部から始まっている。更に、多子～切畑間の東側山地にも同様の地形形態を示しているものが認められる。

次に、地すべり地形について見ると、照来川沿いの盆地中央部には幅 300 m 前後、長さ 1,000 ～ 1,500 m 程度の規模の大きい地すべり地塊が、川を挟んで 2 列認められる。すなわち、北東側

の多子ブロック（多子を頭部とし、桐岡付近を末端とするブロック）と、南西側の丹土ブロック（概ね、大正11年の活動ブロックに相当する）である。この地すべりブロックは、いずれも山地との境界が極めてシャープな形で分離されており、傾斜も極めて緩やかであることから、顕著な変動が積み重なった、地すべりの終息期に近い粘稠質な地すべり地塊であることを暗示させる。

なお、このブロック区分は現況における地形形態の特徴などに基づくものであり、これに桐岡ブロック（桐岡の集落付近を頭部とし、照来川と中辻川の合流点付近を末端とするブロック）を加えたものが、元々の大きな地すべりブロックであった可能性は高い（但し、桐岡の集落自体は湯谷礫岩層の分布地と推察され、亜不動地塊と判断される）と言えるであろう。

更に、盆地中央部から中辻川にかけて、上記した地すべりブロックの他に同様の規模のものが3列区分されるけれども、いずれも変動としてはそのブロック内のかかなり小さな範囲のみ（主としてブロックの先端部付近）で発生しているものと解され、ブロック全体が滑動した兆候は認められない。すなわち、ブロック全体としては亜不動地塊と評価しても良いのではないかと思われるけれども、小さな範囲の滑動はよりアクティブである。また、切畑－多子間、切畑－丹土間の一帯には個々の小さな範囲でかなりアクティブな動きを示すと解される多数の地すべり地塊が集中して見られる。一応、照来川を境として2つの地すべりブロック（両者を合わせて切畑ブロックと仮称しておく）に大区分されるが、北側の春來川に面した谷斜面の地すべりブロックを含めて、個々の地すべりブロックに細区分して評価するのが適切であろう。この他、中辻川上流部及び中辻川左岸の塩山地区から飯野地区一帯にかけての中腹部以下の斜面においても、比較的小さな单元での地すべりブロックが多数認められる。これらは多くのものが、全体的に斜面傾斜角がかなり急峻であるように、現況では比較的安定していると推察される古期崩積土類の造る緩斜面の一部を巻き込んだ比較的表層部の崩壊として、すなわち大半のものは初期段階の地すべり地塊と解されるのではないかと思われる。

以上に述べたように、この照来盆地の地すべりの全体像としては

- ① まず、愛宕山の北斜面や切畑地区の北斜面上部などの、主として安山岩体からなる大地塊が基盤層として伏在していた春來泥岩層などを巻き込み、スランプ状に崩壊・滑落して、山麓部に一種の扇状地堆積物として埋積された緩傾斜の地形面が形成された。
- ② 次いで、その後の侵食作用（特に、末端部に壁体状をなして存在していた礫岩岩体の侵食の度合い）と、基盤層として伏在する春來泥岩層の性質とが相乗し、大小の地すべりが累積して現況に見られるような広大な地すべり地が形成された。また、場所によっては湯谷礫岩層などの地質構造の規制を受け、潜在的な地すべり地ではあるが、現況では亜不動地塊と判断される台状地と、そのブロックの一部（概ね先端部付近）が局所的にアクティブな滑動を示す初生的な地すべり地の状態にある緩斜面地とが組み合わさった地形と考えられる。
- ③ 前者の典型的なものが丹土ブロックであり、多子ブロックと桐岡ブロックを合わせたものを、広義の丹土ブロックとみなすことができるであろう。そして、残りのものが後者に相当

することになるが、それらは広い亜不動地塊の先端部付近で滑動の見られるもの（中辻川右岸のブロック）、同様の滑動と共に、背後の山地斜面に喰い込むように進行しつつあるもの（切畑ブロック）、滑動ブロックの範囲が基盤層の構造等に制限されているもの（中辻川左岸一帯の塩山・飯野の各ブロック）に細分される。

などといったイメージが描けるのではなかろうか。

(3) 照来地すべりの変動史

上記したように、広義の丹土地すべりは、丹土～多子～桐岡の各集落に囲まれたブロックであり、その規模としては幅 700～1,000 m、長さ 最大 2,800 m、面積 約 220 ha、すべり面の深さを平均 10 m とすると、体積が 約 $2.2 \times 10^7 m^3$ 程度と把握されるので、国内でも有数の大地すべり地と言えるであろう。本ブロックの現況における変動のパターンとしては、概ね局所的な、かつ浅層あるいは表層部のクリープ型の運動を示すことが多いと判断されるけれども、その地形形態などから推察されるように、基盤層の構造に規制された典型的な流れ盤型、あるいは層すべりの特徴を有しており、かつてはスライド型の大規模変動を何回か経験しているように考えられる。このようなスライド型の大規模変動の発生には、1つの間接的なトリガー要因として「末端部で支えとなっていたものが失われたことに端を発している」と推察されるような地形的特徴も判読される。その大規模変動の最も新しい事例が、大正11年に発生した狭義の丹土地すべりブロックの滑動であるが、この滑動に至るまでのおよその過程を知ることができれば、本ブロックに対する基本的な機構解析の概略は成し得ることになるとも考えられるのではなかろうか。このためには、その大規模な滑動に先行した局所的な崩壊や、その発生場所と変動状況など過去の変動の記録を把握することが、すなわち本地すべり地の変動の履歴（活動史）を把握することが極めて重要な意味を持つものと考ええる。これについては、明治時代以降に実施された地すべり調査の中の、一部の資料において詳述されているところであるけれども、古い文献資料の中には、現在では中々入手し難いものも多いので、次にそれら文献資料の引用によって照来地すべりの有史時代以降の活動（変動）の歴史をまとめ、参考としたい。

① 明治30年以前

明治8年の地租改正以前において、照来七部落中の切畑・多子・丹土・中辻の照来川に沿った河岸部は不定地として免租されていたと言われ、その実態については明らかでないが、小区域の変動はかなり発生していたものと思われる。それに関連した記載として、「発生時期は明らかならざるも、明治8年以前より明神尾の北東方なる照来川沿岸一部の徐々に沁落せしことは、村民一般の認むる所なりとす。又、古老に聴くに照来川筋には断崖ありて大滝と称する落差 30 尺の瀑布、之にかかりしも、安政元年（1854年）の洪水に際し、該断崖の一部崩壊して現在の地形を呈するに至れりと云う。以来、明治30年（1897年）までは該地付近西岸の小区域の時々に動したるのみにして、其区域拡大せず」と示されている。その他、中辻部落の集落

発生の伝承として、「霊亀2年（716年）に大地動があり、丹土のオオドロミという所から滑落・流出し、一帯の隆起や陥落は飯野で堰止められた」という口伝があり、明治33年当時の古老の言として、「丹土・切畑の諸村、未だ存在せず、只僅かに現今の飯野村にのみ居住し、之を大門と称せし頃、愛宕山の山崩れありて丹土村付近に及び、今日、田面下に見る如き杉材等の如きは当時の遺物なり」という記録も見られる。

② 明治30年頃より、大正11年の大地災まで

明治30年3月、丹土部落の北方に滑落崖の生じる地すべりが生じて、その西方の耕地3反歩が損害を被った。更に、翌年の春には明神尾の東方照来川沿岸に及び、耕地5～6町歩が破壊し、亀裂線上にあった坂出弥蔵住宅は倒壊の恐れがあるので桐岡部落に移転した。翌、明治32年3月には丹土部落の北方、桐岡に通じる道路に沿って東西に亀裂を生じ、明神尾の東方照来川に至る約40町歩の耕地が破壊され、照来川は押し出された土塊によって水流が対岸を侵食破壊し、当初、東西に流れていた河流は漸次北方に弓形をなして彎曲するに至った。以来、数年間は小康状態を保っていたが、明治38年冬季より翌春にわたり地すべり区域が漸次拡大し、耕地及び住宅9戸がその被害を被って住宅の移転が行われた。明治45年3月に再び大に落を生じ、地すべり区域は漸次南方に拡大して丹土部落の一部に及んだ。このため丹土部落の二・三の住宅は倒壊の恐れがあるので、他に移転した。以来、本地域においては時に緩慢なる地すべり現象が見られたが、大なるには至らなかった、と示されている。

なお、地すべり調査の資料には加えられていないけれども、温泉町史には明治40年頃にビワ池が決壊して丹土部落の四つ辻一帯が流出し、途中の耕地が荒廃したと記されている。

③ 大正11年3月の大地災

大正10年の12月下旬、丹土部落の東半部では地動きの現象を感知していたが、当時、積雪が深く、その状況が明らかでないまま不安のうちに日を過ごした。越えて2月下旬、積雪が漸やく融けるに及んで耕地の至る所に大小・無数の亀裂を認め、殊に丹土部落から多子・切畑両部落に通じる道路の交叉点付近においては南北に走れる著しき亀裂が存在したと言う。3月7日頃よりに落は次第に顕著となって丹土部落に及び、その東方の耕地20町歩余は、あるいは陥没し、あるいは隆起し、丹土部落内においては1日2尺内外の変動を生じた所が少なくない。3月15日頃より、やや小康を保ち始め、漸次平穩に帰したもののように思える。被害の激甚であった場所は、丹土部落より多子部落に通じる道路以東の今回新たに発生した地災区域と、丹土部落の東半部（明治38年増加地災区域以東）であって、道路石垣の破損の如きは数えあげられない程であり、田畑52町歩余りの破損と住宅49戸（他に付属建物が17棟）は修繕に堪えないため既に取り壊し、この他住宅23戸（他に付属建物12棟）もまた同様の損害を被っていた。丹土部落付近は清澄なる湧水が豊富な所であるが、是等の湧水は大正11年の地災に先立ちて白濁し、地災後は全く涸渇するか減水したけれども、開口亀裂部より新たに多量の清水が湧出した。地災区域外においては、湧水に何等変化はない。今次の地災において亀裂の最も著

しかったのは、丹土部落の東半部から東にかけての新増加地災区域である。亀裂は該地災区域の周辺をなし、北西より南東に走るものと、これに直角に北東より南西に走るものがある。垂直変位の最も大きいのは、丹土部落の南方及び東方において地災区域の周辺をなせる亀裂であり、5尺～21尺である。その他の部分においては垂直変位は一般に少なく、通常1尺内外で全く垂直変位の認められない所も多い。亀裂の水平変位は新増加地災区域においては比較的少ない。その実測値として、桐岡と結ぶ道路で46尺8寸～49尺5寸 北北東方向へ移動、地すべり地を横断する高圧送電線電柱27尺 西北西方向へ一様に移動、田面で198尺 西北西方向へ移動した。上記したように、主たる移動は西北西方向であるが、桐岡付近の照来川南岸には川に沿って土堤のような小山(5～6m高)が並んでいる。この当りは元々平坦な良田であったものが、数次の地すべりにつれて次第に隆起し、始めのうちは畦畔や水路を付け替えるくらいで水田に使用し得られたものも、隆起が甚だしくなるにつれて畑となり、桑園となり、終には山林となるもので、この様な隆起地帯が1軒位も続いている、などと記載されている。この時の変動ブロックの範囲、顕著なクラック発生位置等を、現況の地形図上に記入したものが図-2である。

④ 大正11年の大地災以降

大正11年以後についての変動に対する詳しい記録などは見当たらないが、「変動としては河床低下と側方侵食によって副次的に生ずる小区域の滑動もしくは陥没の現象等が散発的に起こっていた。特に、照来川河岸付近に多く、このため対策工事として照来川に、河床低下防止による機械的平衡を失って滑動の生ずる事を防止する床固定工法を採択し、昭和10年より引続き、約33基施工して現在(昭和33年)に至っている。しかし、河岸を遠く離れた地区、特に丹土部落付近においては、特に顕著な滑動ではないが緩慢な滑動、即ち家屋の建具の変化、田面の隆起、亀裂発生等の現象は無くならず、昭和29～30年頃より大正時代の地すべり現象以前の兆候らしきものを地元民の古老の人々が実感的に感じ始め、暗に地すべり現象の周期性を否定し難き発言が起こって、県当局に調査依頼もしくは対策工事の陳情に及んでる」などと記されている。なお、地すべり等防止法の制定に伴い、この地区の地すべりは前記したように建設省の指定地域とされ、浜坂土木事務所の管轄の下に各地区に対する調査並びに対策工事が逐次進められ、今日に至っている。しかし、その後も局部的、かつ小規模な変動は数年置き程度の間隔で、どこかで発生しており、その比較的規模の大きいものの例が昭和59年の春先に発生した春來川支谷の多子地区の地すべりである。このように当地区の地すべりには融雪期の地下水の増大が誘因となっている事例の多いことが理解される。

⑤ その他の地区の地災

本文では引用を省略するけれども、明治から大正時代にかけて顕著な被害を被り、その記録の示されているのは切畑地区の地すべり、多子地区の地すべり、六万坂地すべり(塩山地区から中辻地区へ向かう中辻川右岸一帯の地すべり等で、六万の名は小さな棚田が非常に多いこと

に渡って当地区の地すべり対策事業を遂行されている兵庫県浜坂土木事務所に、未公表資料である多くの既存資料の貸与とその引用を許可されたことに対して改めて深甚なる謝意を表します。また、この調査等を実施するに当たって何かと便宜を図って頂いた町当局の担当各位と、協力を与えられた地元の住民各位にも、紙上を借りて謝意を表するものであります。

6. 参考資料

- * 岡田 英夫（1900）：兵庫県但馬国美方郡照来村滑落地調査報告、震災予防調査会報告、
第38号 第38号
- * 大日方順三（1912）：兵庫県但馬国美方郡照来村滑落地調査報告、震災予防調査会報告、
第47号 第47号
- * 植村癸己男（1922）：兵庫県美方郡照来村丹土地災調査報文（手書きによる写し）
- * 山本 武彦（1922）：但馬国美方郡照来村に於ける土壌の滑落、海と空、第2巻、第5号
- * 棚橋 寿市（1938）：但馬地方地回り地踏査報告、海と空、第18巻、第7号
- * 兵庫県（1959）：昭和33年度 照来地区地回り調査報告書（第1報）
- * 兵庫県（1960）：昭和34年度 照来地区地回り調査報告書（第2報）
- * 兵庫県（1961）：昭和35年度 照来地区地回り調査報告書（第3報）
- * 兵庫県（1962）：昭和36年度 照来地区地回り調査報告書（第4報）
- * 温泉町（1984）：温泉町史
- * 温泉町（1984）：照来地区圃場整備事業に伴う地質調査業務報告書
- * 藤田 崇（1984）：照来地すべりについての所見（同上、報告書の添付資料）
- * 温泉町（1986）：温泉町多子地区圃場整備地すべり地質調査委託業務報告書

を示したものと云う)の3地区についてである。いずれも、丹土地すべりに比べると極く小規模な範囲の滑動である。

(4) 個々の地すべりブロックに対する既存の調査結果

当照来地区の地すべりについては、主として兵庫県(浜坂土木事務所)による地すべり対策事業に関する多くの既存調査資料があるほか、道路の補修計画あるいは治山事業、圃場整備事業等に係わる調査結果として、かなりの数のボーリング調査等の既存資料がある。しかし、地すべり地域の面積が非常に広いことに加えて、特に当地区の代表的な地すべりブロックである広義の丹土地すべりについては、対策事業後においては顕著な被害の見られないことから、これまでに実施されているボーリングの数は非常に少ないと言える。したがって、最も変動の累積していると思われる地すべりブロックを取り上げた場合には、地下の状態については不明な点が多いというのが現状である。

以上のことから本文では、これら既存調査の内容、並びにその成果として得られている解析結果等についてのまとめは省略し、今回の見学に当たって、討議のための資料としてコアー観察の便宜を与えられる予定になっている多子ブロックの圃場整備計画に関する調査資料の中の地質柱状図だけを引用(図-3~図-6)するにとどめる。

5. お わ り に

照来盆地一帯は、現況における地すべり変動の有無を別とすれば、集落並びに農耕地として土地利用されている範囲の殆ど全てが潜在的な地すべり地としての素因を備えている場所である。この地すべりそのものが、かつては豊かな実りをもたらす水田の適地として地域の生活基盤を支えてきたことは事実であるが、反面、その維持に多くの労力を要したことも想像にかたくないであろう。特に、近年の山村地帯の農業を取り巻く環境条件は極端に悪く、諸外国からの経済的圧力を待つまでもなく、国内における競争力からも取り残されて農業を捨て去らざるを得ないような条件下におかれているというのが実情である。これを少しでも解消して地区の生活基盤を保持していくためには、少労力化するための機械化農業が可能なように圃場を改良するなどの方策が不可欠である。しかるに、地すべり地帯と云うことでこの計画自体に多くの制約が付き、更に地形要因などからも平坦地の農業改良に比べると格段のコスト高となるので、地域の負担は一層大きくなるから、地域住民が極めて悪条件下に置かれていることは十分に御理解頂けるものと思われる。

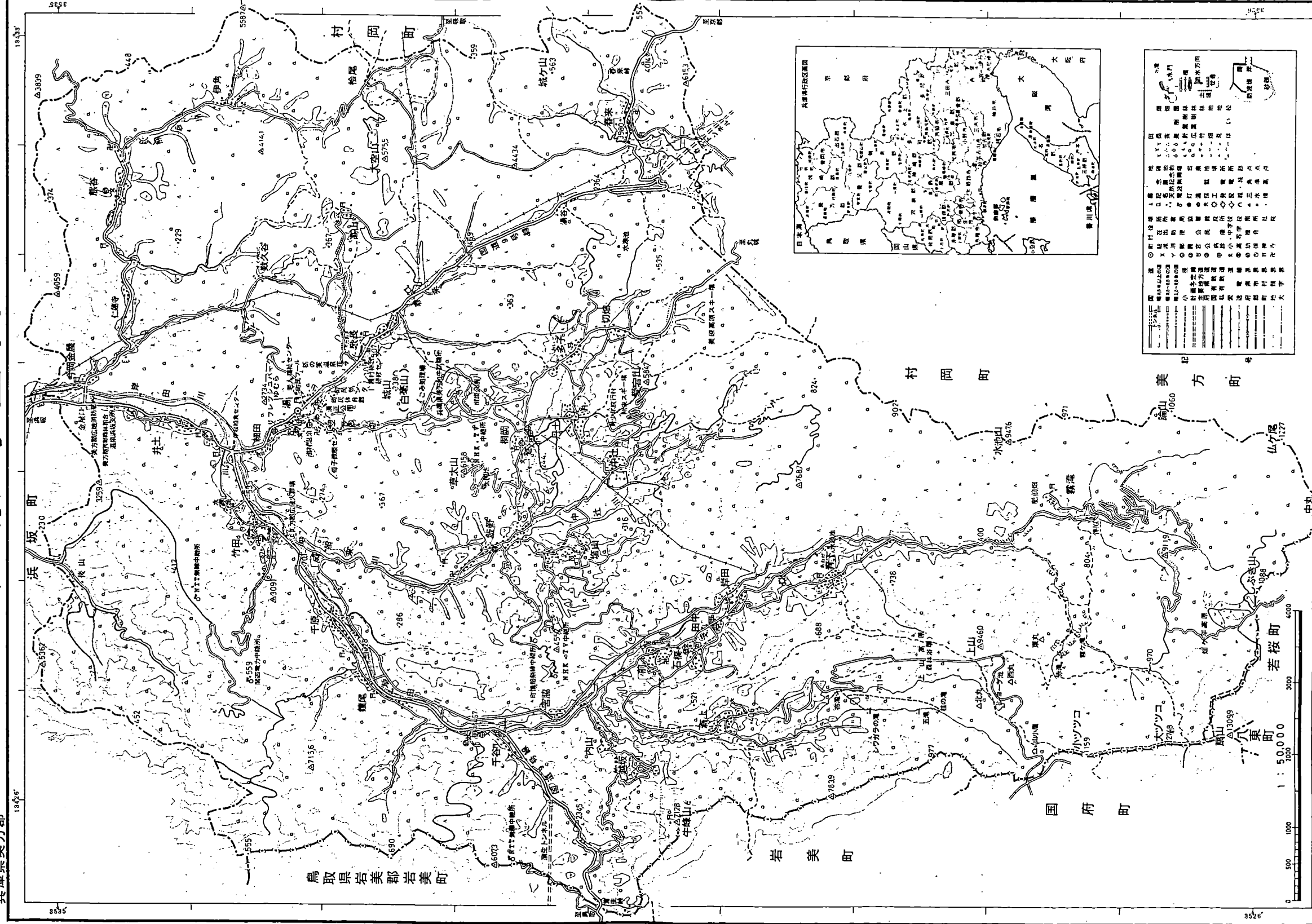
筆者らは、先に当地区の圃場整備事業の推進を目的として、照来地区の地すべりの概況を把握するための基礎的な調査を実施する機会を得た。本文で紹介した内容はその一端をまとめたものであるが、今回の見学会を契機として、この圃場整備の推進に対する忌憚りの無い御意見を拝聴でき、御助言・御協力を賜ればこの上のない喜びとするところである。

なお、最後になったがこの調査を実施するに当たり、また本文をまとめるに当たっても、永年

温泉町全図

兵庫県美方郡

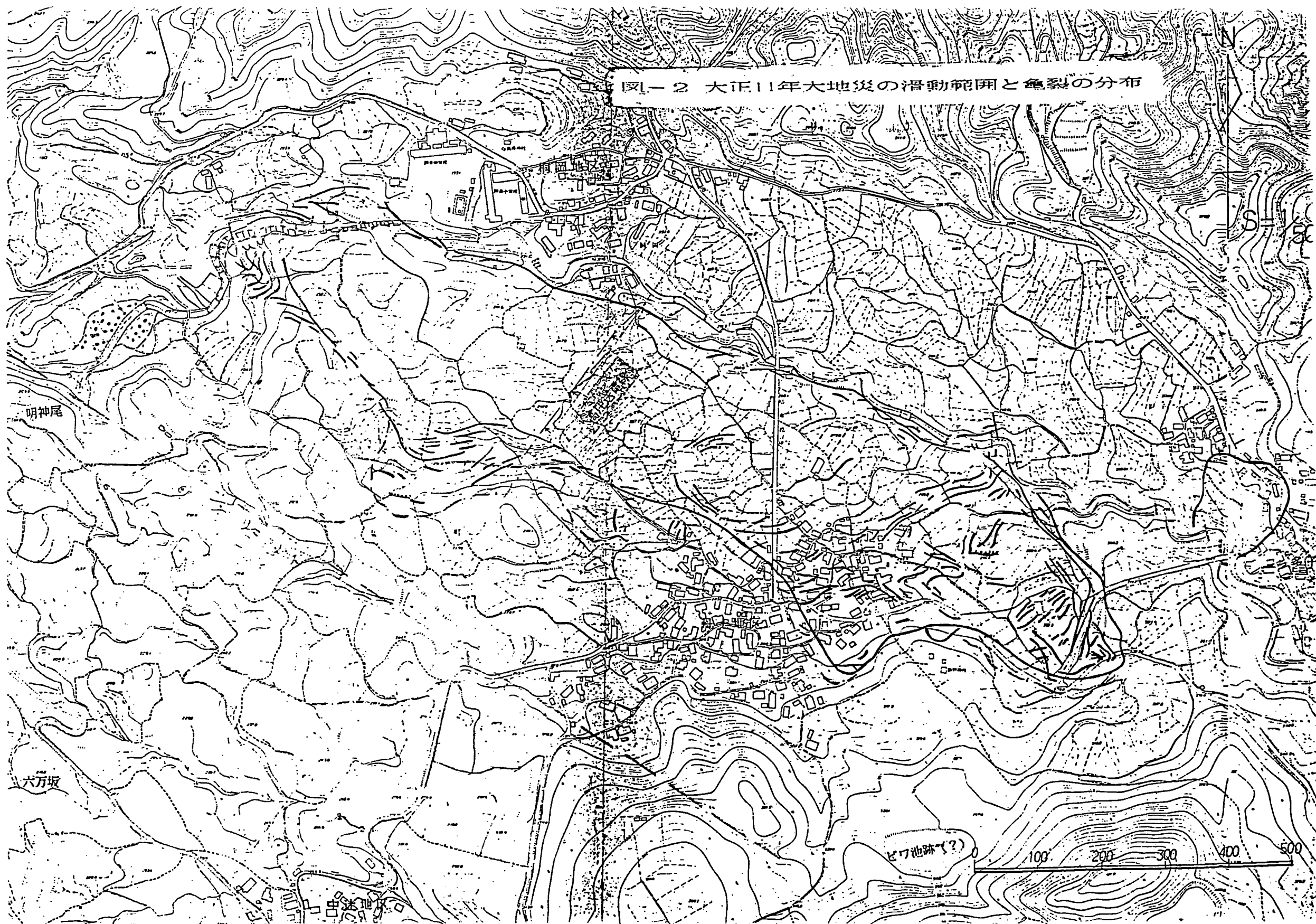
昭和六十一年十二月調査



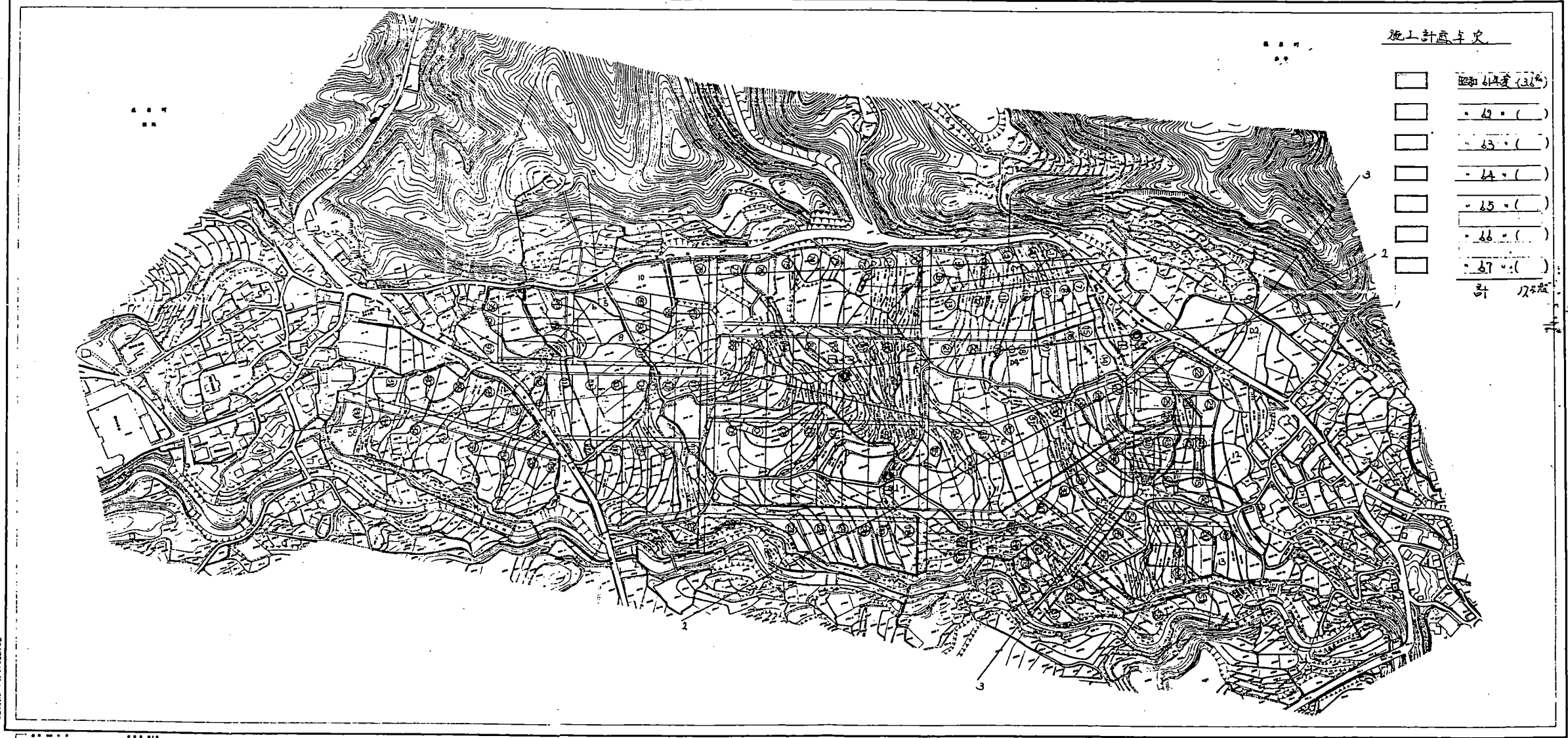
温泉町役場

この地図は、建設省国土地理院の承認を得て、同院発行の 5 万分の 1 地形図を複製したものである。
承認番号 (昭 46 雑第 9559 号)

神戸市港区下河原通 3 丁目 4-16 星文社 電話 (078) 861-5577



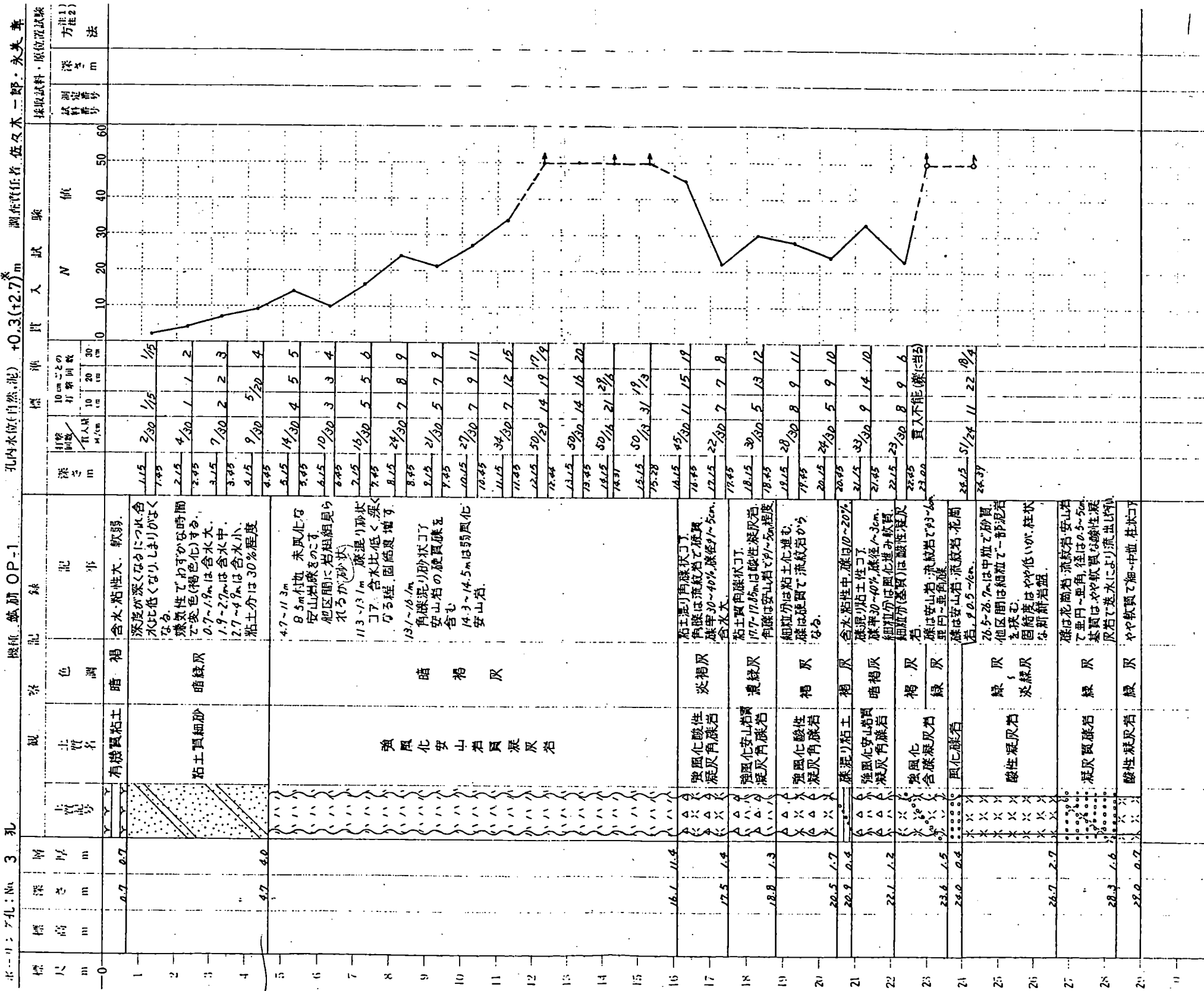
土地改良総合整備事業「区画整理」多子地区平面図



1:3,000

0 50 100 200 300m

調査年月日 60年8月25日
調査責任者 佐々木 一郎・永矢 章
標高 279.39 m
孔内水位(自然泥) +0.3(+2.7) m
採取試料・原位置試験



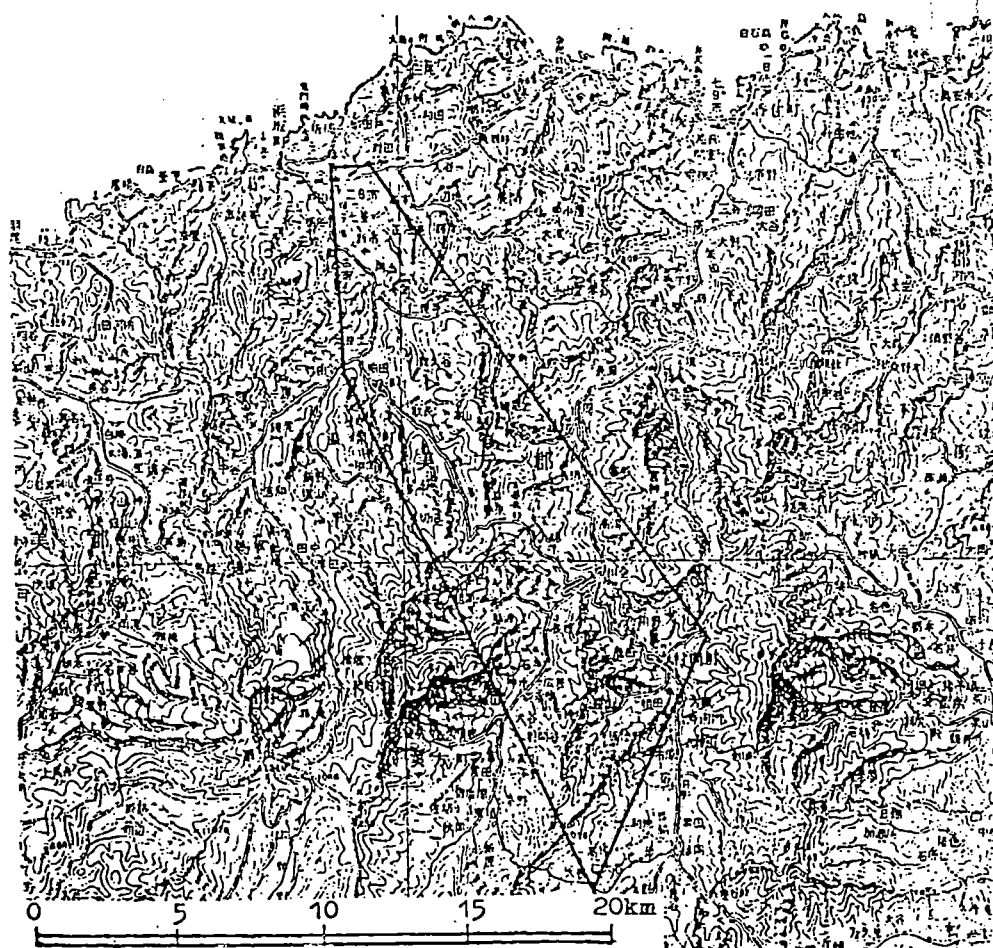
比留川貴・安藤直行・角清愛，1977：日本の主要地熱地域の熱水の化学組成，地質調査所報告第257号，より、743～745頁と754頁を引用した。
(鶴巻道二)

25. 美 方

Mikata

位置	兵庫県美方郡温泉町，同郡浜坂町，同郡美方町，同郡村岡町
データ数	30
収集・整理	黒田和男・宮村 学・望月常一・坂巻幸雄
協 力	兵庫県衛生部薬務課，浜坂保健所

調査位置図(20万分の1地勢図 鳥取)



第25-1表 美方地域試料一覽表

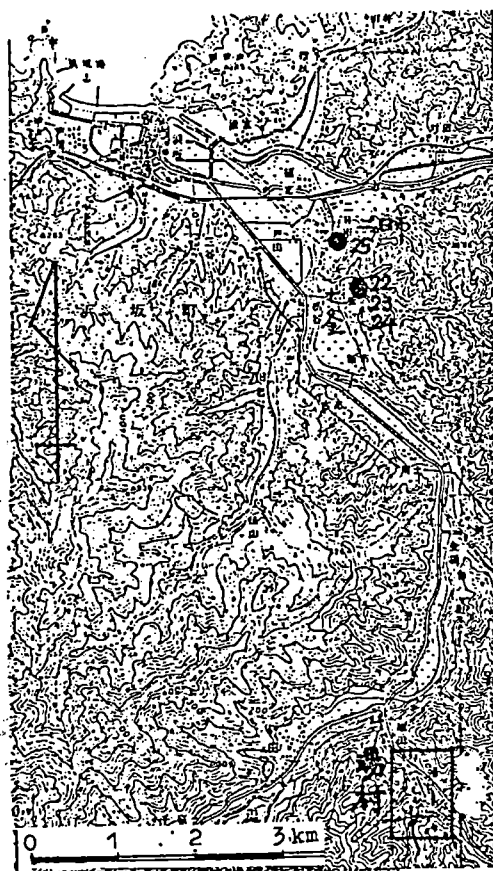
No.	産地	温泉名	源泉名	試験年月日	文献 no.	文献中の 試料 no.	備	考
MKC-1	兵庫県美方郡温泉町湯1248	湯	荒元	1955. 7. 20	17		D=0.6~0.75m, Q=339//m, F	
"-2	" " "1265	"	元	" 7. 20	"		D=2.5m, Q=76.3//m, F	
"-3	" " "1258の3	"	観光ホテル	1968. 8. 23	"			
"-4	" " "1260	"	いづつや	1955. 7. 15	"		D=3m, Q=208//m	P
"-5	" " "1260	"	いづつや6号	1958. 6. 10	"		D=1.9m,	P
"-6	" " "1257	"	とみや別館	" 6. 10	"		D=4m,	P
"-7	" " "1254	"	とみや	1955. 7. 19	"		Q=43.9//m, P	
"-8	" " "1227	"	みよし	" 7. 15	"		Q=58.1//m, P	
"-9	" " "1543	"	橋本屋	1958. 5. 26	"		D=2.42m, Q=22.9//m, P	
"-10	" " "1266の1	"	岡田屋	1955	"		D=1.41m, Q=48.9//m, P	
"-11	" " "宮岡1346の8	"	八田屋	1958. 6. 10	"		D=32.4m, Q=26.2//m, P	
"-12	" " "中町1315	"	一富士旅館	" 6. 10	"		D=10m, Q=17.3//m, P	
"-13	" " "1325の5	"	高山屋	1962. 8. 30	"		D=15.8m, Q=13//m	
"-14	" " "1201の1	"	伯雲荘	1964. 12. 19	"		D=20m, Q=32//m, P	
"-15	" " "1216	"	銀士扇	1963. 8. 30	"		D=13.6m, Q=39.8//m, P	
"-16	" " "1269の4	"	富士鉄	1964. 5. 30	"		D=31.5m, Q=56.4//m, P	
"-17	" " "1538	"	河越	1968. 12. 9	"		D=6m, Q=8.63//m, P	
"-18	" " "1246	"	とちせん	" 12. 10	"		D=2m, Q=1.7//m	
"-19	" " "1268	"	ぎおん	" 12. 9	"		D=5m, Q=8.5//m	
"-20	" " "962の3	"	木村	" 6. 1	"		D=14m, Q=13.9//m, P	
"-21	" " "歌長西の垣534	"		1973. 8. 15	"		D=340m, Q=75//m, P, X	
"-22	" " "派坂町七釜前田797	七釜	1号	1962. 6. 30	"		D=197m, Q=160//m, F	
"-23	" " "ミワラ975	"	2号	1966. 12. 27	"		D=400m, Q=270//m, F	
"-24	" " "前田706の18	"	3号	1961. 3. 10	"		D=150m, Q=2.6//m, F	
"-25	" " "二日市家の前891	二日市		1964. 11. 21	"		D=300m, Q=180//m	
"-26	" " "戸屋ハザマ55	"		1970. 10. 15	"		D=332m, Q=300//m, P, X	
"-27	" " "美方町大谷野尻335の2	小	1号	1961. 4. 9	"		D=50m, Q=350//m, F, X	
"-28	" " "129の1	代	2号	"	"		D=240m, Q=18//m, F, X	
"-29	" " "村岡町村岡2952	"		1973. 8. 15	"		D=600m, Q=82//m, P, X	
"-30	" " "大笹落合131の3	"		" 3. 1	"		D=273m,	P, X

備考のDは深度(m), Qは揚(湧)水量(L/m), Fは自噴, Pはポンプ揚水, Xは源泉位置不明を示す。

第 25-2 表 美方地城水質一覽表

NO	NO	MKC 1	MKC 2	MKC 3	MKC 4
TEMP	95.3	95.3	91.5	95.1	94.3
TSH	851.200	1055.000	959.100	1112.000	1112.000
PH(FD)	8.30	7.20	7.20	7.50	7.50
PH(LB)					
H (MG/KG) (MVAL/KG)					
K	19.807	0.508	0.267	0.049	0.305
NA	296.479	12.897	3.914	11.423	9.400
NH4	0.160	0.009	0.160	0.800	0.044
CA	37.496	1.871	2.049	0.819	1.515
MG	20.639	1.698	0.166	0.077	0.764
FE	0.325	0.012	0.011	0.004	0.012
MN			0.001	0.004	
ZN			0.032		
CU					
PB					
AL	0.064	0.007	0.033	0.044	0.004
CL	152.470	4.301	4.301	160.800	132.970
BR					
I					
F					
OH					
SO4	139.316	2.901	2.600	0.003	0.000
SO3			0.143	4.212	2.100
HC03	509.000	8.998	8.998	282.700	375.870
CO3	3.960	0.152	0.103	0.009	6.161
ST02 (MG/KG) (MMOL/KG)					
HB02	115.780	1.928	1.748	112.057	140.013
H3PO4	4.860	0.111	0.116	3.869	4.930
HAS02					
CO2					
H2S	3.500	0.080	3.181	42.820	3.900
RN (*E-10 CURIE/L)	5.300			0.973	0.089
NA/K	25.403	14.669	17.602	30.829	30.829
CA/(HC03+CO3)	0.205	0.225	0.177	0.246	0.246
MG/CA	0.908	0.081	0.095	0.504	0.504
NA/CA	6.853	1.910	13.942	6.206	6.206
CL/(HC03+CO3)	0.471	0.473	0.577	0.609	0.609
CL/F					
CL*100/(CL+SO4+HC03+CO3)	26.336	26.879	33.877	31.228	31.228
SO4*100/(CL+SO4+HC03+CO3)	17.760	16.250	31.455	17.485	17.485
(HC03+CO3)*100/(CL+SO4+HC03+CO3)	55.904	56.871	34.669	51.287	51.287
(NA+K)*100/(NA+K+CA+MG)	78.971	65.369	93.085	80.987	80.987
CA*100/(NA+K+CA+MG)	11.023	32.042	6.318	12.639	12.639
MG*100/(NA+K+CA+MG)	10.006	2.589	0.597	6.374	6.374
(CL+SO4)*100/(CL+SO4+HC03+CO3)	44.096	43.129	65.331	48.713	48.713
(HC03+CO3)*100/(CL+SO4+HC03+CO3)	55.904	56.871	34.669	51.287	51.287
(NA+K)*100/(NA+K+CA+MG)	78.971	65.369	93.085	80.987	80.987
(CA+MG)*100/(NA+K+CA+MG)	21.029	34.631	6.915	19.013	19.013

第 25-1 図 美方地域における温泉の分布および試料採取地（二日市，七釜温泉）



第 25-2 図 試料採取地（湯村温泉）

