

活断層に関する調査研究(I)

(動力炉・核燃料開発事業団 委託研究成果報告書)



1992年6月

神岡鉦業株式会社

この資料は、動燃事業団の開発業務を進めるため、特に限られた関係者だけに開示するものです。ついては、複製、転載、引用等を行わないよう、また第三者への開示又は内容遺漏がないよう管理して下さい。また今回の開示目的以外のことには使用しないよう特に注意して下さい。

本資料についての問い合わせは下記に願います。

〒 107 東京都港区赤坂 1-9-13

動力炉・核燃料開発事業団

技術協力部 技術管理室

活断層に関する調査研究 (I) *

茂住洋史**, 桜井若葉**, 福元勝治***, 和田一成***,
阿達一宏***, 深堀康昌***, 新宮和喜***

要 旨

本研究は、断層運動に対する地質環境の長期安定性を解明する事を目的とする。本年度は、跡津川活断層系中に位置する神岡鉱山茂住坑周辺で以下の調査を実施した。

- ① 茂住坑周辺の調査：リニアメント判読。既存の地質・微小地震研究の整理。
- ② 坑内の状況調査：長棟地域構造坑道(長棟坑道)の水理・通気・地質。

跡津川活断層系は、跡津川・牛首断層等の著名な断層を含む。茂住坑の北縁を走る茂住祐延断層(MSF)は、南落ち、右ずれの活断層で同断層系に属する。MSF沿いの地震活動は、その東端付近で活発であるが、茂住坑の位置する西端付近では低調である。その低調な活動は、MSF西部が「施錠部」であるためか、クリープ運動域であるためか、低応力場であるためと思われる。

長棟坑道は、MSFの南側300-600mにほぼ平行に5km開削されている。本坑道は、本邦の既設坑道中活断層に最も近接し、保持状況も良好であるため、活断層観測の最適地である。

今後の研究は、以下のように提案される。

- ① 地表調査と長棟坑道内での応力調査によるMSFの「施錠部」の捕捉
- ② 「施錠部」を横切る新坑道の開削
- ③ 新坑道での応力・断層活動の精密計測
- ④ 得られた諸データの定量的な解析(モデリング)

*本報告書は、神岡鉱業株式会社が動力炉・核燃料開発事業団の委託により実施した研究の成果である。

契約番号：030D0332

事業団担当部課室：環境技術開発推進本部地層科学研究グループ(青木和弘)

神岡鉱業株式会社, *三井金属資源開発株式会社

Study on Active Faults (I)*

Hiroshi Mozumi**, Wakaba Sakurai**, Katsuji Fukumoto***,
Kazushige Wada***, Kazuhiro Adachi***, Yasumasa Fukahori***
and Kazuki Shingu***

Abstract

The objective of this study is to prove a long-term stability of geological environment against faulting movement. The study was conducted on the area around Mozumi mine of the Kamioka mining district, located in the Atotsu active faults system zone. This report presents the results of the first phase study, which include the following investigations:

- 1) Air-photo geological interpretation and review of the existing data on geology and seismology of the area around Mozumi mine.
- 2) Study of the existing data on the underground ventilation system, drainage system and detailed geology of Nagato-Kozo tunnel, a long geological tunnel in Mozumi mine.

The Atotsu active faults system comprises a series of faults including the prominent faults such as Atotsugawa fault, Ushikubi fault and Mozumi-Sukenobu fault (MSF). MSF passes through the north of the Mozumi mine area with ENE trend and shows right-lateral displacement with north side upthrown. Seismic activity along MSF is stronger in its eastern end, and it is weaker in the western end, where Mozumi mine is located. The weak seismic activity at the western end of MSF is interpreted due to "locked" faults, or creep movement, or low stress.

Nagato-Kozo tunnel is 5km long and parallel to MSF with a distance of 300 to 600m from MSF. This is the tunnel nearest from the known active faults in Japan. Considering this location and good maintenance of the tunnel, the Nagato-Kozo tunnel seems to be the most suitable place to make an observation of the effects of active faulting.

The following surveys are recommended in the further studies:

- 1) Geological and geophysical surveys and subsurface stress measurements in the Nagato-Kozo tunnel to locate the "locked" zones of MSF.
- 2) Driving a new tunnel across one of the "locked" zones.
- 3) Accurate measurements of subsurface stress and fault activity in the new tunnel.
- 4) Quantitative analysis of all data obtained from the above described studies (modeling).

*Work performed by Kamioka Mining & Smelting Co., Ltd. under contract with Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation.
PNC Liaison: Geosciences Research Program Radioactive Waste Management Project (Kazuhiro Aoki)

** : Kamioka Mining & Smelting Co., Ltd.,

*** : Mitsui Mineral Development Engineering Co. Ltd.

目 次

1. はじめに	1
2. 調査の概要	3
2.1 題 目	3
2.2 目 的	3
2.3 調査位置	3
2.4 調査期間	3
2.5 調査項目	3
2.6 担当者	5
3. 茂住鉦山周辺の地形および地質概要	6
3.1 地 形	6
3.2 地質概要	7
3.2.1 基盤岩類	7
3.2.2 被覆岩類	10
3.2.3 地質構造	11
4. 跡津川活断層系の研究概要	13
4.1 地形・地質学的研究	13
4.1.1 松田(1966)	13
4.1.2 野沢(1978)	13
4.1.3 活断層研究会(1980, 1991)	14
4.1.4 跡津川断層シンポジウム(1983)	14
4.1.5 竹村・藤井(1984)	20
4.2 精密基線測量	22
4.3 地球化学的観測 -断層ガス-	22
4.4 断層ガウジおよび断層近傍部の年代測定	24
5. 茂住鉦山内の状況調査結果	26
5.1 茂住鉦山長棟地域構造坑道地質概要	26
5.1.1 飛驒片麻岩類	26

5.1.2	手取層群	26
5.2	茂住鉦山長棟地域構造坑道水理状況	28
5.2.1	割れ目状況調査結果	28
5.2.2	湧水状況調査結果	30
5.3	茂住鉦山からの排水	30
5.4	茂住鉦山内の通気	34
5.5	茂住鉦山内の岩石物性値	34
6.	リニアメント調査結果	39
6.1	調査方法	39
6.2	調査結果	40
6.2.1	断層変位に関連すると考えられる地形	40
6.2.2	リニアメント密度分布	41
6.3	考察	41
7.	微小地震の状況調査結果	47
7.1	跡津川断層の特徴	47
7.2	歴史地震	47
7.3	跡津川断層周辺における地震観測	48
7.4	現在の地震活動	48
7.5	残差ブーゲー異常と地震活動	59
7.6	1858年飛越地震と現在の地震活動との関係	59
7.7	茂住祐延断層についての考察	60
8.	本年度調査のまとめ	62
8.1	茂住鉦山周辺地域の地形・地質状況(含リニアメント分布)	62
8.2	跡津川活断層系に関するこれまでの研究	62
8.3	茂住鉦山内の状況	63
8.4	微小地震	64
8.5	茂住祐延断層	64
9.	活断層の挙動調査研究計画の提案	66
9.1	緒言	66

9.2 調査計画	66
9.2.1 第1段階－茂住祐延断層の施錠部の捕捉－	67
9.2.2 第2段階－計測坑道開削－	70
9.2.3 第3段階－計測坑道での精密計測－	72
9.2.4 第4段階－活断層の活動機構の解析－	73
参考文献	78
付帯資料	別冊
• 2面破碎法選定理由	1
I. 造山応力の測定法	2
II. 地中応力場理論の提案	15
• 坑道地質図スケッチ（長棟構造坑道地質図）	33
• ボーリング柱状図	88
• 写 真	164

図表一覧

図2	調査位置図	4
図3. 2. 1	模式地質柱状図	8
図3. 2. 2	飛驒変成帯の岩体区分	9
図5. 2. 1	割れ目の極の分布密度	29
図5. 3. 1	茂住鉾山坑排水系統図	31
図5. 3. 2	主要坑口からの月別排水量	33
図5. 4. 1	茂住鉾山坑内通気系統図	35
図6. 3. 1	リニアメント密度分布図(1/20万)	43
図6. 3. 2	リニアメントローズダイアグラム(1/20万)	45
図7. 4. 1	微小地震調査地域図	49
図7. 4. 2	跡津川断層周辺地域の震央分布(1990年1-12月)	50
図7. 4. 3	飛驒山脈下の震源分布(1990年1-6月)	52
図7. 4. 4	跡津川断層周辺地域の震源メカニズム(1/20万)	53
図7. 4. 5	跡津川断層周辺地域の主圧力軸(1/20万)	55
図7. 4. 6	図7. 4. 2および図7. 4. 4~5の凡例	57
図9. 2. 1	微小地震観測点配置図(案)	68
図9. 2. 2	微小地震観測伝送システム構成図	69
図9. 2. 3	水平応力測定による断層施錠部抽出の仮想例	71
図9. 2. 4	坑道・ボーリング調査計画(案)	76

添付図(別冊)

第3-1 図	広域地質図(1/5万)	
第3-2 図	広域地質断面図(1/5万)	
第5-1 図	茂住鉾山地域地質図(1/1万)	
第5-2 図	茂住鉾山地域地質断面図(1/1万)	
第5-3 図	長棟地域構造坑道地質図(1/5千)	
第5-4 図	茂住鉾山長棟地域構造坑道水理状況図(1/5千)	

第6-1 図 リニアメント解析結果図(1/5万)

表4. 1. 1	活断層一覧表	15
表5. 2. 1	測溝の測点における水量データ	30
表5. 5. 1	茂住鉦山における岩石物性値表	38
表9. 2. 1	調査計画（案）一覧表	75

1. はじめに

活断層は、“ごく最近の地質時代に繰り返し活動し、今後も活動する可能性のある断層”である。ごく最近の地質時代が10万年なのか、100万年なのか、200万年なのか、理学的にはそれがどのくらいの時代であるかということも研究課題になるが、実用的な意味で動くかもしれない可能性を考慮するかしないかということは、その土地の使用目的やその時の社会の考え方などによってきまる。

我が国における活断層の研究を1960年代から振り返ると、60年代は地震は断層の動きによるという説が確立された時代である。また、阿寺断層や跡津川断層等の横ずれ断層が発見され、その重要性が指摘された。断層の調査によって累積性と広域性がわかったために、地震は断層運動だと地震学者が地震学的に言ったのと同時に、地質学者も地震とは広域的、持続的に存在する地殻応力場のもとで、断層に沿って間欠的に反復して生じる急激な地殻運動であるという考えに到達した。

70年代は、一つの活断層が何年ごとに大地震を起こすのかということが盛んに議論された。地震の間隔や規模が問題にされ、長い断層が大きな地震を起こすという考えから、断層の長さや地震の規模との関係が注目された。トレンチ調査による地層の記録から、地層が堆積するまでの間にこういう事件があった、それはいつだったかという個別の事件を明らかにする研究が始まった。地震動の方からも、一様な変位を与えるのではなくて、断層面の部分部分に強度の違う部分を考えたりして、アスペリティーとかバリアーという言葉が生まれた。

次の世代の80年代は、個別的な一つ一つの断層がいつどのような動きをしたか、その断層のどの部分がどのように動いたかという追求が始まり、時間予測モデル、固有地震モデル等が提案された。断層ごとに、あるいは、場所的にも時間的にも断層の部分（区間）ごとに特徴、個性を持っているという考えが出てきた。

このように、活断層の研究は地震予知の観点から進められてきており、地表における活断層の分布の概要や活動履歴等の知見が明らかになってきたと言えよう。しかし、断層面の形態を含めた活断層自身およびその周辺の地質環境の地下深部での情報は、ほとんど得られていない。特に断層運動による地質環境に対する影響の範囲と程度が、地下深部でどのように変化しているかという研究は非常に少ないのが現状である。このため、日本全国の既存の鉱山坑道の中で最も活断層の近くに位置する神岡鉱山茂住坑を選び、各種状況調

査を行うこととした。初年度は、文献調査を主体に周辺の地質や地震および坑内の既存データを収集解析し、今後の研究のための基礎資料とするものである。

2. 調査の概要

2.1 題 目

活断層に関する調査研究(Ⅰ)

2.2 目 的

本調査研究は、断層運動による地質環境に対する影響(力学的な影響・水理学的な影響・地球化学的な影響等)の範囲と程度が、地表のみならず地下深部でどのように変化しているかを調査し、地層科学研究の重要な課題である地質環境の長期安定性を明かにする事を目的とする。

2.3 調査位置

神岡鉱山茂住坑地内およびその周辺(図2)。

2.4 調査期間

平成4年3月16日～平成4年6月30日

2.5 調査項目

① 茂住鉱山周辺地域の状況調査

茂住鉱山周辺地域の地形、地質状況

- ・ 鉱山周辺地域の地質
- ・ 鉱山周辺地域の地質断面
- ・ 鉱山周辺地域の坑道位置構造
- ・ 鉱山周辺地域の主要試錐位置
- ・ 鉱山周辺地域の主要試錐岩芯地質

② 茂住鉱山内の状況調査

茂住鉱山内外水理状況(割れ目、湧水)

茂住鉱山内全域の出水湧水量変化

茂住鉱山内通気・排水・軌道の関係

茂住鉱山内岩石物性値

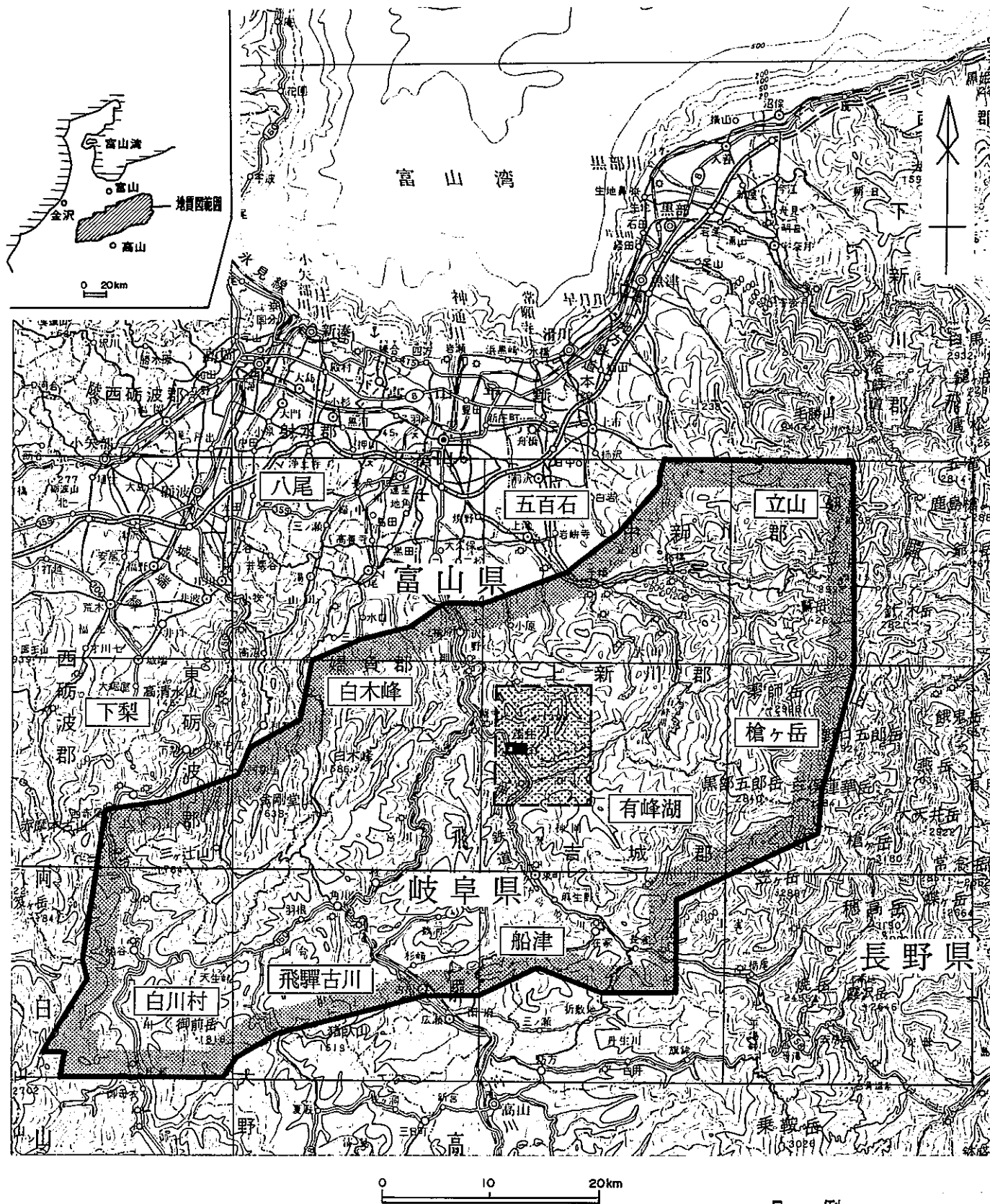






图 2 调查位置图

凡例

-  広域地質図 縮尺 1/5 万
-  茂住鉱山地域地質図 縮尺 1/1 万
-  茂住鉱山長棟地域
構造坑道地質図 縮尺 1/5 千
-  立山 国土地理院発行 1/5 万地形図図幅名

③ リニアメント調査(空中写真による)

調査面積 72km²(茂住祐延断層沿い)

調査内容

- ・断層変位地形の抽出
- ・崖地形, 横ずれ地形等の抽出

④ 微小地震の状況調査

跡津川断層周辺地域の震央分布(1990年1-6月)

飛驒山脈下の震源分布(1990年1-6月)

跡津川断層周辺地域の震源メカニズム

跡津川断層周辺地域の主応力軸

⑤ 調査研究計画の提案

事業団の提示する調査手法および研究計画に従って, その具体的実施方策を提案する。

2.6 担当者

○ 神岡鉱業株式会社

地下利用事業室主査	茂住 洋史
探査課長	桜井 若葉

○ 三井金属資源開発株式会社

調査本部副本部長	福元 勝治
調査本部応用地質部課長代理	和田 一成
調査本部地質部主任	阿達 一宏
試錐本部副本部長	深堀 康昌
開発本部設計部長	新宮 和喜

3. 茂住鉾山周辺の地形および地質概要

3.1 地形

調査地域(図2)は、富山・岐阜の県境部に沿って東西に延び、東は長野県槍ヶ岳北西麓、西は岐阜県白山北東麓に達している。本地域の主要部は飛驒高原に位置しており、山稜部の標高は1,000mを超えている。また本地域東縁部は飛驒山脈(北アルプス)に位置しており、劔岳(2,998m)、立山(3,015m)、薬師岳(2,926m)、黒部五郎岳(2,840m)、三俣蓮華岳(2,841m)などの3,000m級の高山が南北に連なっている。調査地域の中央部～西部の飛驒高原地域にも、白木峰(1,586m)、金剛堂山(1,638m)、三ヶ辻山(1,764m)、御前岳(1,816m)等の1,500～2,000m級の山稜が分布している。

このような高山の連なる地域をほぼ南北に貫いて、東部に常願寺川、中央部に神通川、西端部には庄川が北流し、富山湾に注いでいる。このうち神通川は、茂住鉾山北西方の猪谷(いのたに)以南では、調査地域南東から流れ込む高原川と、南西から流れ込む宮川との2支流からなる。茂住鉾山は、このうちの高原川沿いに位置している。

茂住鉾山から高原川に沿って4km南東へ遡ると、土(ど)に至る(図2では発電所記号が示されている)。ここで、高原川は約3kmにわたり西南西方向に流れを転じる。そして、東漆山(ひがしうしやま)付近で再び元の北西-南東方向の流れに戻る。この高原川が流れを変える長さ約3kmの区間は跡津川断層の断層谷にあたっており、跡津川断層の右ずれ運動によって高原川が変位したことが明らかにされている(松田, 1966)。神通川のもう一つの支流宮川の中流部も跡津川断層の断層谷にあたっている。

高原川が流路を変える土では、跡津川断層の延長方向にあたる東南東方向から支流が合流している。この支流が、跡津川である。右横ずれ断層である跡津川断層は、同時に北西側の岩盤を南東側の岩盤に対して相対的に隆起させている。跡津川の跡津川断層沿いの区間では、北西側が南東側に対して相対的に100～450m隆起しており(東郷・岡田, 1983)、隆起側の跡津川北岸は急崖をなしている。この急崖の上部の高幡山付近から北方に向かって流下する長棟川(ながとけ)は、跡津川断層による変位によって生じた載頭河谷であると考えられている(東郷・岡田, 1983)。

跡津川から跡津川断層に沿ってさらに北東に向かうと、有峰湖(ありみね)に至る。有峰湖付近には、跡津川断層と関連する可能性がある微小地震が多発しているほか、地形上の明瞭な変位や、断層露頭が認められている(東郷・岡田, 1983)。

3.2 地質概要

跡津川断層地域の地質は、地質調査所(磯見・野沢, 1957; 河合・野沢, 1958; 野沢・坂本, 1960; 坂本・野沢, 1960; 野沢ほか, 1975, 1981; 山田ほか, 1988; 原山ほか, 1991)や通商産業省(1970, 1971, 1972, 1973), 通商産業省資源エネルギー庁(1978), 金属鉱業事業団(1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985)等によって調査されてきた。これらの成果をまとめた本地域の広域地質図および広域地質断面図を第3-1図および第3-2図に、模式地質柱状図を図3.2.1に示す。

本地域を構成する岩石は、ジュラ紀中頃を境にして、それ以前に形成された基盤岩類と、それ以降に形成された被覆岩類の2つに大別される。

3.2.1 基盤岩類

基盤岩類は、1)時代未詳の飛驒変成岩類、2)二畳紀～石炭紀の飛驒外縁帯古生層および3)後期古生代～前期中生代の船津花崗岩類からなる。

(1) 飛驒変成岩類

飛驒変成岩類を構成する岩石は、下記のとおりである。

① 片麻岩類(黒雲母片麻岩, 角閃石片麻岩, 角閃岩, 晶質石灰岩など)

なお、横山衝上断層に沿っては、1 km内外の幅で片麻岩類が圧砕されて生じたミロナイトが分布している。

② 伊西岩等のミグマタイト

③ 変塩基性岩と呼ばれる深成岩起源の変成岩

飛驒変成岩類は、JR高山本線猪谷駅付近を通るほぼ南北の線(図3.2.2)を境にして、中央岩体と西部岩体とに分けられる(秋山, 1980; 相馬・秋山, 1984)。両岩体には、以下のような差異が認められる。

	西部岩体	中央岩体
地質構造	低角・長波長の褶曲 北～北東へプランジ	高角・短波長の褶曲 南へプランジ
変成度	角閃岩相～グラニュライト相	角閃岩相
伊西岩の出現	ない	ある
晶質石灰岩の特徴	厚い	薄い
卓越する鉱床	黒鉛鉱床	鉛・亜鉛鉱床

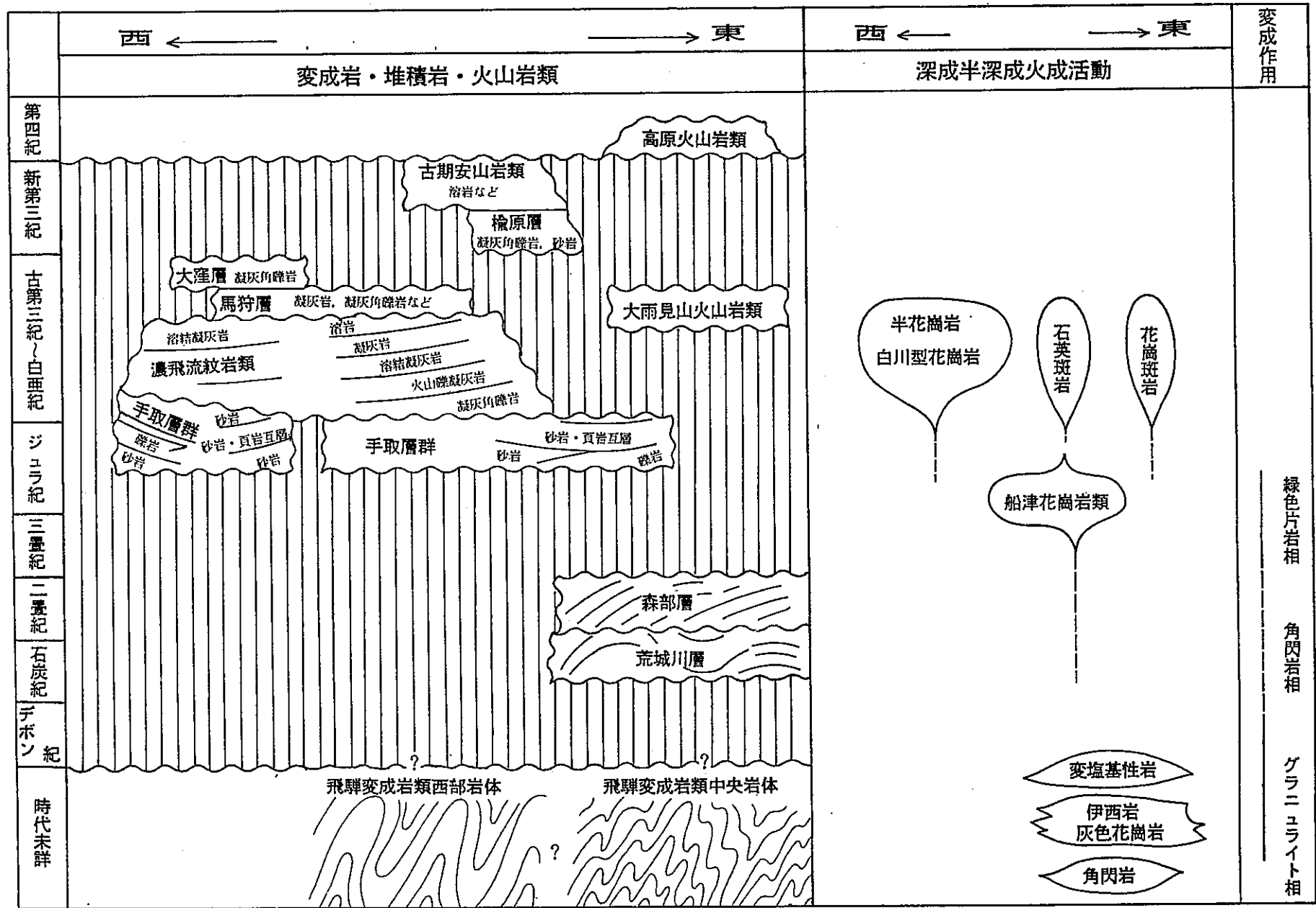
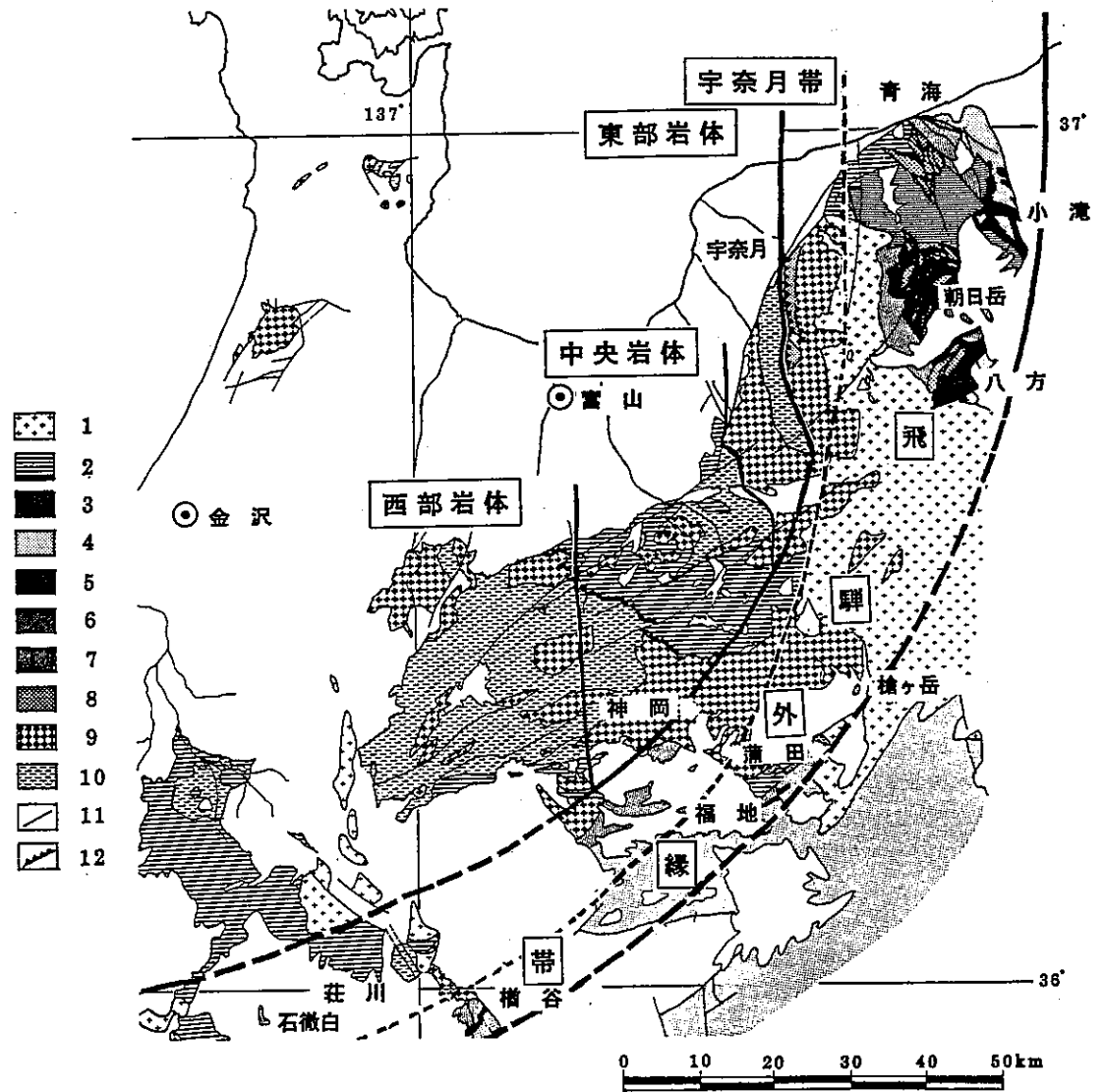


図3. 2. 1 模式地質柱状図 (通商産業省, 1977)



1: 新期花崗岩類, 2: 中生層(手取統), 3: 中生層(米馬統), 4: 美濃帯, 5: 蛇紋岩, 6: 宇奈月結晶片岩, 7: 古生層, 8: 外縁帯結晶片岩類, 9: 船津花崗岩類, 10: 飛驒変成岩類, 11: 断層, 12: 衝上断層

図 3.2.2 飛驒変成帯の岩体区分 (相馬・秋山, 1984)

(2) 飛驒外縁帯古生層

本地域に分布する飛驒外縁帯古生層は、石炭紀の荒城川層(磯見・野沢, 1957)および二疊紀の森部層(Yamada and Yamano, 1980)からなる。荒城川層は主に塩基性火山岩類からなり、石灰岩を伴う。森部層は粘板岩、砂岩、石灰岩からなる。両層は、飛驒変成岩類とは船津花崗岩類によって隔てられ、直接の関係は不明である。

(3) 船津花崗岩類

主としてジュラ紀に進入した、日本列島最古のバソリス状花崗岩である。花崗岩、花崗閃緑岩およびトータル岩からなる。一部、飛驒変成岩類との境界に沿って圧砕され、眼球花崗岩となっている。進入時期は、流葉山(なかはま), 森安, 小鳥川(せどり), 白木峰西方, 水無山などの小岩体でやや古く先ジュラ紀とされるほかは、ジュラ紀前期(180 Ma前後)とされている(加納, 1990)。ジュラ紀の花崗岩類は、1)比較的早期に形成されかつ全体に塩基性の岩相を示す下之本型と、2)比較的後期に形成されかつ黒雲母花崗岩を主体とする船津型とに分けられる。本花崗岩の進入は大規模であり、このため飛驒帯全体がその熱的影響を受けたと考えられている(加納, 1990)。

3.2.2 被覆岩類

被覆岩類は、1)ジュラ紀中期～白亜紀前期の手取層群、2)白亜紀後期～古第三紀の火成岩類、3)新第三系、4)第四紀火山岩類および5)沖積層等からなる。

(1) 手取層群

手取層群は、基盤岩類を斜交不整合に覆って分布する。下位から、ジュラ紀中～後期の東坂森累層(九頭竜亜層群相当)、ジュラ紀後期～白亜紀前期の長棟川累層(石徹白亜層群相当)および白亜紀前期の跡津川累層(赤岩亜層群相当)に分けられ、東坂森累層と長棟川累層は不整合関係、長棟川累層と跡津川累層は整合関係にあるとされている(河合・野沢, 1958)。これら各累層はいずれも礫岩、砂岩、頁岩からなるが、跡津川累層中には流紋岩(岩床)が挟在する。堆積環境は、東坂森累層が浅海成、長棟川累層と跡津川累層が湖沼性になっている。本層群中に飛驒変成岩類および花崗岩類の礫が含まれることから、本層群は飛驒帯が陸化・侵食された後に、堆積したと考えられている。

(2) 白亜紀後期～古第三紀の火成岩類

本火成岩類は、1)濃飛流紋岩類、2)それにやや遅れて貫入した白川型花崗岩類、および3)これらとほぼ同時代の未区分の火成岩類からなる。この酸性火成活動は、この時期に西南日本内帯に広く見られる同種の火成活動の一部とみなされる。

濃飛流紋岩類は、調査地域の南西部に分布し主に流紋岩溶結凝灰岩からなり、一部に流紋岩溶岩や非溶結の凝灰岩～凝灰角礫岩を挟んでいる。

白川型花崗岩類は、調査地域の西部に分布し、主として黒雲母花崗岩～花崗閃緑岩よりなる磁鉄鉍系花崗岩である。本花崗岩の貫入が浅所であったため、本花崗岩には文象斑岩やアプライトが伴う。

この時期には、上記の酸性火成岩類以外にも、多数の酸性(半)深成岩・火山岩が貫入・噴出している。

(3) 新第三系

新第三系は、中新世の北陸層群およびその相当層からなり、岩相によって火山岩類と堆積岩類に2分され、量的には前者が卓越する。火山岩類は、安山岩～デイサイトの溶岩および火砕岩類からなり、一部の地域では岩脈として先新第三系を貫いている。堆積岩類は、礫岩、砂岩および泥岩からなり、層序的に火山岩類より下位のものと上位のものがある。下位の堆積岩類は湖沼堆積物からなり、一部に流紋岩溶結凝灰岩を挟んでいる(野沢ほか, 1981)。上位の堆積岩類は海成堆積物からなり、貝化石を多産する(坂本・野沢, 1960; 野沢・坂本, 1960)。

(4) 第四紀火山岩類

本岩類は、主に安山岩～デイサイトの溶岩および火砕岩からなり、立山、雲ノ平などの火山体を構成する。また、高原川上流域には上宝火砕流堆積物(山田ほか, 1985)とよばれる更新世中期(または前期)の流紋岩溶結凝灰岩が分布する。

3.2.3 地質構造

本地域の地質構造を規制する断層としては、横山衝上断層で代表される低角逆断層と、跡津川断層に代表されるENE-WSW方向の高角断層群とが、主要なものであり、そのほか、NNB-SSW方向およびNNW-SSB方向の断層も認められる。

横山衝上断層は、調査地域東部の手取層群の分布の南縁および西縁を画する衝上断層であり、手取層群の上に船津花崗岩類および飛驒変成岩類が低角度(30°以下)で衝上している。この衝上断層を南東に追跡すると、衝上運動による見かけの変位量は次第に減少し、調査地域東縁の北ノ俣岳付近では手取層群基底の不整合面に移化する(河合・野沢, 1958)。手取層群北縁の有峰湖北方地域においても、船津花崗岩類が手取層群の上に衝上しており、祐延衝上断層とよばれている。本地域の手取層群は大局的には緩い盆状構造を示しているが、上記の衝上断層の付近では急傾斜となり、一部では逆転している。これらの衝上断層運動の時期は、手取層群堆積以後で、新第三系堆積以前と考えられている(河合・野沢, 1958)。

ENE-WSW方向の高角断層群は調査地域のほとんど全域にわたって発達している。それらのうち、跡津川断層と牛首断層は本地域の北東部から南西部まで50km以上にわたって連続する大断層であり、両断層の中間の地域に分布する延長約10kmの茂住祐延断層とともに、右ずれの変位が卓越する活断層と認定されている(活断層研究会, 1991)。跡津川断層、牛首断層および茂住祐延断層は、横山衝上断層に対して見掛け上それぞれ約2 km, 約2 km および約1 kmの右ずれ変位を与えている。本地域のENE-WSW方向の断層群には、上記の3つの断層に代表される活断層のほかに、同方向の白亜紀後期～古第三紀の酸性岩脈を密接に伴い、新第三系に不整合に覆われるもの(牛首断層北方の断層群)もあり、運動時期もさまざまである。跡津川断層についてもその活動開始時期が古第三紀にまで遡るという見解もある(竹内, 1983)。また変位のセンスも、垂直変位の卓越するものや見掛け上左ずれの変位を示すものなどがある。

4. 跡津川活断層系の研究概要

跡津川活断層系(竹内ほか, 1990)は, 富山・岐阜の県境にほぼ沿って, ENE-WSW方向に60~70kmにわたって延びている。本活断層系は, 南から1)跡津川, 2)万波峠, 3)茂住祐延, 4)牛首の主要な活断層を含んでいる。これらのうち, 最も研究が進んでいるのは跡津川断層である。なお, 2)万波峠断層と3)茂住祐延断層とは, 研究者(例えば, 東郷・岡田, 1983)によっては, 一連の断層と考えられ茂住(あるいは万波-祐延)断層と一括されることがある。

4.1 地形・地質学的研究

跡津川断層の研究は, 村田(1912)が本断層の存在を指摘したことから始まる。その後の松田(1966)の研究以後, 跡津川断層の研究は本格化した。

4.1.1 松田(1966)

跡津川断層の全体像は, 松田(1966)の研究によって, 初めて明らかにされた。松田は, 跡津川断層全線にわたる詳細な地形・地質学的研究を行い, 以下の諸点を明らかにした。これらの諸点は, 現在の知見とも矛盾していない。

- ① 跡津川断層は, 縦ずれよりも, 右ずれの卓越した活断層である。右ずれ量は, 基盤のずれから見ても, 河谷のずれから見ても, 約3kmである。縦ずれは, 北側の相対的な隆起として認められ, そのずれ量は1km以下である。
- ② 活動の開始は, 第三紀後期以降である。
- ③ 最近数万年間の平均右ずれ変位速度は, 1~数m/1000年程度である。
- ④ 最新の活動は, 1858年の飛越地震である。
- ⑤ 幅広く(10数~数10m)顕著な破碎帯・断層粘土を伴う断層露頭が, 各所で見られる。断層面はほぼ垂直で, 断層面上に水平に近い条線が見られる。
- ⑥ 跡津川断層による河谷の変位量は, 河谷の大規模なほど(形成期の古いほど)大きい。

4.1.2 野沢(1978)

野沢(1978)は, 1957年以降出版された跡津川断層通過地域の1/5万地質図幅調査結果をまとめて, 以下のような指摘を行っている。

- ① 跡津川断層と同様、跡津川活断層系に属する他の断層も右ずれ断層である。その変位量は、牛首断層西端部付近で約 4 km、茂住祐延断層の茂住付近で数100mである。
- ② 跡津川活断層系の縦ずれのセンスは、ほぼ全域を通じて相対的に南落ちであり、一部で北落ちのセンスを示す部分がある。
- ③ 跡津川活断層系地域では、第三紀中～後期にすでに右ずれの変位運動があった可能性がある。この変位運動は、跡津川断層の南方の戸市付近では、少なくとも三畳紀～ジュラ紀にまで遡る。また、縦ずれのセンスは、過去のある時期には現在と逆であった可能性がある。

4.1.3 活断層研究会(1980, 1991)

活断層研究会(1980)は、跡津川活断層系の特徴をリストアップした。その成果に若干改訂を加えた活断層研究会(1991)の同じリストを、表4.1.1に示す。

4.1.4 跡津川断層シンポジウム(1983)

1982年には跡津川断層シンポジウムが開かれ、跡津川断層に関する多角的な研究結果が報告された。その成果は、1983年の月刊地球にまとめられている。そのうち、地形・地質学的研究としては東郷・岡田(1983)、岡田・熊木(1983)、竹村(1983)、竹内(1983)がある。また、山田・竹内(1983)と跡津川断層発掘調査団(1983)は、特定の断層露頭あるいは断層トレンチの詳細な研究を行っている。これらの報告の中には、その後詳細な記載として報告しなおされたものもあるが、本節ではこれらの再報告もまじえてその内容を概観する。

(1) 東郷・岡田(1983)

東郷・岡田(1983)は、跡津川断層に沿う断層変位地形の紹介・分析を、以下のように行っている。

- ① 跡津川断層の西端近くから東端付近まで、その全体にわたって、低断層崖が散見される。このことは、同断層全体が最近において活動的であることを示す。
- ② 跡津川断層の中央部(東漆山付近)では、跡津川断層は過去約 1 万年の間に少なくとも 4 回以上活動し、その最新の活動はこの2300年の間に起った。
- ③ 跡津川断層の中央部(宮川～跡津川)では、前輪廻河川が約 2 km右にずれている。なお、高原川や宮川の一部では、この右ずれ量に河食による増大分が加わり、2.5～4.5 kmの屈曲を示す。

表 4.1.1 活断層一覽表 (1) (活断層研究会, 1991)

断層名	確實度	活動度	長さ km	走向	傾斜	断層形態	変位基準	年代 10 ⁴ 年	断層変位		平均変位速度 m/10 ³ 年
									上成 隆起 m	下分 側 m	
早乙女岳断層 [千石川, 小又川]	II	B~C	10	NE		断層崖 屈曲	山地高度 谷		S	R(1000)	
(一ノ越断層)	I	B	9	NS		逆むき低断層崖 核部の列	山地斜面 尾根		W W		
(天狗平断層)	I	C	2	EW		低断層崖	立山第3期泥流 堆積物	<12	N(<5)		
(弥陀原断層)	I	B	3	ENE		低断層崖・屈曲 溝状凹地 屈曲 断層露頭	立山第3期泥流 堆積物 立山第3期泥流 堆積物を切る谷 立山第3期泥流 堆積物	<12 <12 4.5~6	R R(40)		0.7~ 0.9
(赤牛岳北斜面断層)	I	B~C	<2	NE		逆むき低断層崖	山地斜面	<2	W(<5)		
茂住祐延断層	II	C	23	NE		屈曲 屈曲	長棟川支流金山 谷 西笠山西側尾根			R(500) R(125)	
跡津川断層	I	A	(60)	ENE	V	低断層崖 低断層崖 低断層崖 屈曲 屈曲 屈曲 屈曲 屈曲 屈曲 屈曲 屈曲 屈曲 屈曲 屈曲 屈曲 屈曲 屈曲 断層露頭 断層露頭 断層露頭 断層露頭 断層露頭 低断層崖 低断層崖 低断層崖 低断層崖 低断層崖 低断層崖 低断層崖 低断層崖 低断層崖 低断層崖 低断層崖	坂上駅西の段丘 面 丸山付近の段丘 面 東漆山の段丘面 天生西の谷 天生西方の谷 白坂の西の谷 白坂の谷 官川(坂上一三 川原) 菅沼の北東の谷 菅沼の北東の谷 洞谷の上流 高原川(東漆谷 一土) 佐古の谷 大多和峠南西の 谷 大多和峠南西の 谷 和田川 花崗岩/石灰岩 花崗岩/閃長岩, 石灰岩 花崗岩/角閃片 麻岩 段丘礫層基底 段丘礫層基底 段丘礫層基底 段丘礫層基底 段丘礫層 中越面 殿面 坂巻面 見座面 段丘面 山地斜面 山地斜面 段丘面 山地斜面	<1 <1 <10 R(80~100) R(20~30) R(350) R(300) R(<4200) R(30~60) R(30~80) R(1000~1600) R(<3000) R(<650) R(>250) R(<180) R(1600) <1 <1 <10 <1 <1 1.1 0.9 0.5 0.23 N N N N S	NW R NW(5.5~6) NW(8) NW(>2) R(80~100) R(20~30) R(350) R(300) R(<4200) R(30~60) R(30~80) R(1000~1600) R(<3000) R(<650) R(>250) R(<180) R(1600) NW(>3) NW(>15) NW(>27) NW(0.8) N(>20) N(14.5) R(20~30) N(10.8) N(5.8) N(2.6) N(5.6) N N N S		2~3
[天生金山谷 下流]				NE	V	断層露頭	花崗岩/石灰岩				
[天生金山谷 出合]				NE	V	断層露頭	花崗岩/閃長岩, 石灰岩				
[天生川発電 所付近]				NE	V	断層露頭	花崗岩/角閃片 麻岩				
[坂上駅西の 段丘]				NE		断層露頭	段丘礫層基底	<1	NW(>3)		
[丸山の段丘]				NE	V	断層露頭	段丘礫層基底	<1	NW(>15)		
[東漆山の段 丘]				NE	V	断層露頭	段丘礫層基底	<10	NW(>27)		
[土の段丘]				NE	V	断層露頭	段丘礫層基底	<1	NW(0.8)		
[丸山の北西 (真川沿い)]				NE	V	断層露頭	段丘礫層		N(>20)		
[東漆山]						低断層崖	中越面	1.1	N(14.5) R(20~30)		
						低断層崖	殿面	0.9	N(10.8)		
						低断層崖	坂巻面	0.5	N(5.8)		
						低断層崖	見座面	0.23	N(2.6)		
						低断層崖	段丘面		N(5.6)		
						低断層崖	山地斜面		N		
						低断層崖	山地斜面		N		
						低断層崖	段丘面		N		
						低断層崖	山地斜面		S		

表 4.1.1 活断層一覽表 (2)

断層名	確 活 長 走 傾 実 動 々 向 斜 度 度 き 向 斜	断層形態	変位基準	年 代 10 ⁴ 年	断層変位		平均変 位速度 m/ 10 ³ 年	
					上 下 横 成 陸 ず 起 起 ゑ 個 分 ゐ m 側 m	断層変位		
跡津川断層 [白坂付近] [もずも谷上流] [有峰湖西岸] [真川・スゴ谷合流点] [林付近] [忍区付近] [真川] [有峰湖西岸] [高原川～宮川間] [野首]						N S SE NW N(9~10) N(8~12) N(25) R(約 2000) N(200~300) N(100) N(5)	R	2.5~3.7
牛首断層 [利賀川ダム南]	I A~B(67) NE	屈曲 低断層崖 屈曲 屈曲 屈曲 屈曲 屈曲 屈曲 屈曲 屈曲 断層露頭 低断層崖	小口川 地すべり地形 熊野川 黒川支流 万波川 神通川(小糸一長棟川合流点) 原山本谷支流 万波川支流白木谷左岸の支谷・山脚 万波川支流大坂谷 猪谷川・神通川合流点付近 低位段丘礫層基底 低位段丘			R(1500) SE R(875~1250) R(275~325) R(<2500) R(3000) R(150) R(125~150) R(500) R(50~100) NW(15) R NW(4~6)	R	
(万波峠断層)	II C 7 NE	屈曲 屈曲 屈曲	大坂谷 万波川上流の山脚 万波峠付近尾根			R R(<100) R(150)	R	
コサキ (数河断層)	II C 15 ENE	断層崖	山地頂面			N		
戸市川断層	II C 22 NE	低断層崖 低断層崖 屈曲 屈曲 屈曲	野口の段丘 黒内の扇状地 戸市川付近の山脚 森茂川支流 小島川支流増谷			N R N(<10) N(15) R(50) R(250~650) R(200~500)		

表 4.1.1 活断層一覽表 (3)

資料表各欄の説明

欄 Column	説明 Explanation
断層名 Name of fault	(), (())はそれぞれ旧版, 新版で命名されたもの。確実度の低い断層に対しては断層名のかわりにその断層の通過地域名を記してある場合がある。
確実度 Certainty as active fault	Iは確実な活断層, IIは活断層であると推定されるもの, IIIは活断層の可能性のあるもの(3.2参照)。
活動度 Degree of fault activity	Aは平均変位速度が1 m/1000年以上10 m/1000年未満のもの, Bは0.1 m/1000年以上1 m/1000年未満のもの, Cは0.01 m/1000年以上0.1 m/1000年未満のもの。A, B, Cのいずれか限定できない場合にはA~B, B~Cを用いた。[]のついているものは, 第四紀後期の約50万年間に活動しなかったとみられるもの。
長さ Fault length	断層線または断層系(群)の長さ(3.6参照)。その断層の延長が隣接図幅に及ぶ場合は, 当該図幅内の長さだけを括弧をつけて示す。
走向 Strike	図示した断層線の一般走向。16方位に分けて示す。
傾斜 Dip	断層面の傾斜方向。Vはほとんど垂直の場合。
断層形態 Fault features	その断層の存在を示す形態の種類(2.5参照)。
変位基準 Fault reference	断層の存否, 変位のむき, 活動度などの判定に用いられた地形・地層などの種類(3.3, 3.6参照)。
年代 Age of fault reference	変位基準の年代。10 ⁴ 年単位の概数で示す。
断層変位 Fault displacement	変位基準のくいちがいのむきと変位量。変位量は上下成分と横ずれ成分に分けて示す。横ずれ成分のRは右ずれ, Lは左ずれのことである(3.6参照)。
平均変位速度 Average slip rate	変位基準の変位量(第12欄の値)をその年代(第11欄の値)で割った値を1000年当りに換算。

- ④ 跡津川断層に沿っては、その西端部を除いて、断層活動で生じた南向きの断層崖が分布する。これは、同断層の上下変位が、西端部で北落ち、中～東部で南落ちであるためである。跡津川断層の中央部(宮川～跡津川)における上下変位量は100～450mである。
- ⑤ 跡津川断層の右ずれ平均変位速度は、中央部(東漆山付近)で2～3m/1000年あるいはそれ以上、東部(有峰湖西岸)で3～5m/1000年である。

(2) 岡田・熊木(1983)

岡田・熊木(1983)は、跡津川断層沿いの段丘の変位や断層面上の条線を調べ、同断層の変位速度を以下のようにまとめた。

- ① 跡津川断層中央部～東端部にかけての変位速度は、垂直変位が1～1.5m/1000年、右ずれ変位が中央部で2.5～4m/1000年、東端で2～3m/1000年である。なお、同断層東端部に位置する真川L₃面は、例外的に2.5m/1000年の大きな垂直変位速度を示す。

(3) 竹村(1983)

竹村(1983)は、富山県内の活断層の特徴を、以下のようにまとめている。

断層名	延長	変位方向 隆起側、横ずれ	河川の 横ずれ量	平均変位速度 (cm/1000年)	活動度
跡津川	80km	NW側、右方向	2.7～3.0km (高原川)	100～400	A
茂住 (茂住祐延および万波峠)	45km	NW側、右方向	0.2～0.3km (高原川)	60～90	A～B
牛首	85km	NW側、右方向	0.9～1.2km (神通川)	80～150	A

(4) 竹内(1983)

竹内(1983)は、跡津川断層が位置する飛騨地域の造構運動史および応力場の変遷を考察し、跡津川断層の活動史を以下のように述べている。

- ① 跡津川断層系は、白亜紀後期の酸性火成活動に伴う引張性の割れ目ないし弱線として、110～105Ma頃発生した。

- ② 白亜紀後期～古第三紀(105～22.5Ma ; 90～41.5Ma間を除く)にかけて、飛騨地域はN-S系圧縮応力場となり、この応力に応じて跡津川断層は左ずれ運動をした。
- ③ 中新世前期(22.5～15Ma)には、跡津川断層系北方地域の沈降に伴い、跡津川断層系は北落ち南上がりの正断層として活動した。
- ④ 中新世中期(15～14Ma)に広域応力場が転換し、それ以降跡津川断層系は北上がりあるいは右ずれ北上がりの運動に転じた。

(5) 山田・竹内(1983)

山田・竹内(1983)は、跡津川断層の北東端付近の真川地区で砂防工事により出現した断層露頭の詳細な研究を行い、以下の諸点を明らかにした。

- ① 断層面の走向傾斜は、 $N53^{\circ}E82^{\circ}S \sim N57^{\circ}E78^{\circ}S$ である。
- ② 断層面上の条線は、 $20 \sim 30^{\circ}$ SWのピッチを示す。したがって、水平変位速度は垂直変位速度の2～3倍である。
- ③ 垂直変位は、南落ちである。花崗岩のすぐ上位に不整合に乗る段丘礫層(>3.55万年)の基底を基準にすると、垂直変位量は50m以上に達する。
- ④ 3.5～2.0万年の間には、2500年の平均活動周期で、6回の活動があった。
- ⑤ 平均変位速度は、垂直方向に1.4m/1000年、水平方向に3～4m/1000年である。

(6) 跡津川断層発掘調査団(1983)

跡津川断層発掘調査団(1983)、跡津川断層発掘調査団ほか(1989)は、跡津川断層の中央部やや西より、高原川沿いの宮川村野首(一部論文では地名を林としている)で、トレンチを掘って跡津川断層を発掘し、その詳細な研究を行った。その結果、以下の諸点が明らかになった。

- ① 主断層面の走向傾斜は、 $N70^{\circ}E, 65^{\circ}N$ (上部)～ $75^{\circ}N$ (下部)である。
- ② 断層面上の条線は、若干の逆断層成分(南落ち)を伴う右ずれ運動を示す。
- ③ 10回の活動の痕跡が認められる。
- ④ 10回の活動のうち、最新4回の活動時期が以下のように明らかになった：<820年B.P., 5200年B.P., 7500年B.P., 8600年B.P.。これらの平均活動周期は2800年であり、最新の活動は安政の飛越地震(1858年)に相当する。

4.1.5 竹村・藤井(1984)

竹村・藤井(1984)は、跡津川活断層系沿いで活断層の露頭を新たに見だし、その記載を行った。また、跡津川断層を除くその他の活断層については、地形図から断層の変位を推定している。さらに、跡津川活断層系の縦ずれ変位方向の時代による変化についても考察を加えている。

(1) 跡津川断層(真川沿い、岩井谷～スゴ谷の区間)

- ① 断層面は、走向が $N60^{\circ}E$ 、傾斜が $85^{\circ}SE$ ～垂直である。
- ② 断層面上の条線は、 $35\sim45^{\circ}SW$ のピッチを示す。したがって、縦ずれ変位量と同等以上の右ずれ変位量が推定される。
- ③ 垂直変位は、南落ちである。礫層を挟んで花崗岩の上位に乗る湖成層の下限($>3.05\sim3.59$ 万年)を基準にすると、垂直変位量は約50mに達する。
- ④ 跡津川断層の真川周辺での縦ずれ平均速度は、約2～1万年前から現在までの間では $1\sim2m/1000$ 年である。
- ⑤ 岩井谷～スゴ谷の区間での跡津川断層の横ずれ平均変位速度は、 $1\sim5.7m/1000$ 年程度である。

(2) 跡津川断層(真川沿い、岩井谷上流700mの地点)

- ① 断層面は、走向が $N42\sim45^{\circ}E$ 、傾斜が $87^{\circ}SE$ である。
- ② 断層粘土上の条線は、 $45^{\circ}SW$ ないしそれより若干低角度のピッチを示す。
- ③ 垂直変位は、南落ちである。北西側と南東側との落差は、基盤の花崗岩で6.5m、基盤上の段丘堆積物(礫層；490年前の木片を含む)で $4\sim3m$ 、地表近くで $0.5\sim1m$ である。
- ④ 上記②および③の変動は、段丘堆積物堆積以降(<490 年)に起きた断層運動による。
- ⑤ 岩井谷上流700m地点での跡津川断層の縦ずれ平均速度は、ここ500年間では $1\sim4m/500$ 年である。

(3) 「茂住断層」

- ① 活断層研究会(1980)の茂住－祐延断層および万波峠断層は、一つの連続した活断層(「茂住断層」と考えられる。
- ② 茂住－祐延断層および万波峠断層は、いずれも地形から北上がり右ずれの断層と推定され、それらの右ずれ変位量は $200\sim700m$ 以上である。

- ③ 万波峠西方には、万波峠断層が第四紀層を切断している露頭が新たに見いだされた。
- ④ ③の万波峠断層の露頭では、断層面が $N80^{\circ} E60\sim 65^{\circ} SE$ で、断層粘土面上にピッチが $35^{\circ} SW$ の条線が見られる。
- ⑤ 万波峠断層の平均変位速度は、縦方向に $0.6m$ 以上/ 1000 年、横方向に $0.9m$ 以上/ 1000 年である。

(4) 牛首断層

- ① 牛首断層は右ずれ断層で、その変位量は久婦須川で $2,000\sim 2,500m$ 、神通川で $900\sim 1,200m$ 、熊野川で $1,000\sim 1,200m$ 、小口川で $800\sim 1,300m$ である。
- ② 牛首断層を挟んだ両側の土地の高低差は、神通川以西では北西側が $100\sim 200m$ 高く、神通川以東では南東側が高い。
- ③ 牛首谷中流部で、走向傾斜 $N60^{\circ} E80^{\circ} NW$ を示す牛首断層の露頭が新たに見いだされた。断層は、更新世末期以降に形成された段丘面に南落ちの変位を与えており、段丘面の南北両側での高低差は約 $15m$ である。
- ④ 水無谷上流では、走向 $N60^{\circ} E$ でほぼ垂直の断層露頭が見いだされた。断層は崖錐を南落ちに $50cm$ 変位させており、断層粘土上にはピッチが $20\sim 30^{\circ} SW$ の条線が見られる。
- ⑤ 上記④付近では、走向 $N30\sim 40^{\circ} E$ 傾斜 $65^{\circ} SE$ の断層が、礫層に $80cm$ 北上がりの変位を与えている。
- ⑥ 牛首谷中流部での牛首断層の縦ずれ平均変位速度は、 $0.8\sim 1.5m/1000$ 年である。
- ⑦ 水無谷上流での牛首断層の平均変位速度は、縦ずれよりも横ずれの方が大きい。

(5) 活断層の時代による縦ずれ変位方向の変化

竹村・藤井(1984)の露頭観察により、跡津川断層系の現在の縦ずれ変位は南落ちであることが確認された。彼らは、地質構造上各断層が北落ちであるという野沢(1978)の指摘と彼ら自身の観察結果とを合わせて考察して、以下のように縦ずれ変位史を推定している。

- ① 飛騨山地北縁部から富山平野にかけて存在する主な活断層は、第三紀中～後期は北落ちの変位を、それ以降は南落ちの変位をした。
- ② 第三紀中～後期に蓄積された北落ちの変位総量は、それ以降の南落ちの変位総量をまさっており、地質構造上は北落ちを呈する。

4.2 精密基線測量

国土地理院は、1982年以降跡津川断層を挟んで精密基線測量を実施してきた。三雲(1992)は、その結果を以下のように要約するとともに、測量結果に基づき跡津川断層の性状の分析を行っている。

- ① 地震活動の低調な中央部では、約16mm/8年の右ずれ運動が認められた。
- ② 地震活動の比較的活発な西部では、8年間の間に変位は認められない。
- ③ 跡津川断層の中央部はクリープ運動をしており、断層中央部では応力が蓄積されていない可能性が、①から考えられる。
- ④ 跡津川断層中央部がクリープ運動をしているとすると、跡津川断層東西両端部における活発な地震活動は、断層中央部のクリープ運動による応力の蓄積の結果である可能性がある。すなわち、跡津川断層沿いの地震活動は、飛越地震の余震ではなく、新しい活動であると見なすことができる。

4.3 地球化学的観測 -断層ガス-

一般に、活断層中には CO_2 、 H_2 、 Rn 等のガスが高濃度に含まれている(例えば、杉崎, 1989)。跡津川活断層系では、跡津川断層西部の天生峠、牛首断層東部の亀谷に定点観測点が設けられ、断層ガス中の CO_2 、 H_2 、 Rn の長期連続観測が実施された(宇井・林, 1983; 佐竹・林, 1983; Sugisaki et al., 1983; 杉崎他, 1984a, 1984b; 杉崎, 1989)。彼らの研究では、断層露頭の複数の箇所での測定が行われ、断層ガスの経時変化の他に、断層ガスと測定箇所の岩質との関係も検討された。また、上記2地点における定点観測と時期を前後して、跡津川断層、牛首断層上の他の8地点で断層ガス中の CO_2 、 H_2 の調査が実施された(佐竹・林, 1983)。そのうちの宮川村野首は、跡津川断層発掘調査が行われた地点であるが、発掘前および発掘中に連続観測が実施された。以上の研究を通して、以下の諸点が明らかにされた。

(1) CO_2

- ① CO_2 濃度は、堆積岩中で高く、花崗岩および片麻岩中で比較的低い。
- ② CO_2 濃度が高い箇所では濃度の変動も大きく、特に夏に高く、冬に低い季節変動が顕著である。
- ③ CO_2 の $\delta^{13}\text{C}$ は、天生峠で-20%程度、亀谷で-5~-20%である。他の跡津川断層、牛

首断層沿いの地点では、約-10%の値を示す2地点を除き、 $\delta^{13}\text{C}$ は-20%程度である。

- ④ CO_2 の起源は、①～③から次のように考えられる。 $\delta^{13}\text{C}$ が20%程度の地点では、微生物により堆積物中の有機物が分解されて CO_2 が生じている。 $\delta^{13}\text{C}$ の比較的高い一部の地点では、このような生物起源の CO_2 に晶質石灰岩起源の CO_2 が反応している。

(2) H_2

- ① H_2 濃度は場所による変動が大きく、同一露頭でも測定箇所により顕著な違いが見られる。
- ② H_2 濃度は、天生峠の方が亀谷よりも高い傾向がある。その原因は、以下のような両地点の違いに求められる。1)前者が石英に富む破砕帯であるのに対して後者は粘土化に富む破砕帯である。2)前者の位置する跡津川断層が後者の位置する牛首断層よりも地震活動が活発である。
- ③ H_2 濃度の経時変化は不規則かつ突発的で、気温・気圧・降水量とは連動していない。
- ④ H_2 濃度の上昇が、幾つかの遠く離れた観測地点で同時に観測される場合がある。例えば、1982年5月末～7月末にかけて、跡津川断層沿いの天生峠、野首、真川、牛首断層沿いの亀谷で、ほぼ同時期に H_2 濃度の上昇が観測された。また、1981年10月～11月にも、天生峠と亀谷で同時期に H_2 濃度の上昇が観測された。
- ⑤ 跡津川断層および牛首断層中の H_2 濃度の高さは、阿寺、山崎、深溝、根尾谷、根来といった他の活断層の H_2 濃度に匹敵する。また、先歴史断層中の H_2 濃度に比べて著しく高い。
- ⑥ H_2 の起源は、①～④および H_2 発生に関する実験(例えば、杉崎ほか、1984b)から次のように考えられる。断層沿いの微小地震により地下深部の岩石が破壊され、それによって新鮮な岩石表面が生じる。新鮮な岩石表面は化学的にラジカルであり、地下水と反応して H_2 を発生させる。
- ⑦ H_2 発生のメカニズムから、④の現象は以下のように解釈することができる。1)跡津川断層の西端から東端にかけての全域で、ほぼ同時期に微小地震が発生した。2)この同時期の地震活動は、跡津川断層だけに限られず、牛首断層の活動を伴っていた。

(3) Rn(α トラック法)

- ① Rn測定値は、降雨量等による地下水の変化にともなって変動する。しかし、その変動の仕方は、天生峠と亀谷とは異なっている。すなわち、天生峠では降雨にともなってRn測定値が増加し、亀谷では反対に減少する。
- ② ①は、以下のようなメカニズムによる。天生峠では、地下水の荷重によって応力が増加し、Rnが多量に放出される。亀谷では、降雨があっても周辺の応力を増加させることがない。むしろ、水が抜けるような水文地質構造を持っているので、降雨と関連した変動がない。
- ③ Rn測定値には、夏に高く、冬に低いという季節変動が認められる。天生峠では、この変動に、春の雪解けにともなうRn測定値増加が伴う。
- ④ Rn測定値と気圧との関連性は、明瞭でない。

4.4 断層ガウジおよび断層近傍部の年代測定

断層の活動年代を、断層破碎部の年代測定から直接に決定しようとする幾つかの試みがなされている。

(1) K-Ar年代測定

最近、跡津川断層の断層ガウジから採取した雲母粘土鉱物のK-Ar年代測定が行われ、同断層東部の真川の露頭から53.9Ma(金折ほか, 1990), 南西部の天生から54.2Ma(柴田・内海, 1992)という年代値が得られている。これらの年代は跡津川断層に伴って生じた熱水変質作用の年代を示すものであり、同断層の活動が少なくとも古第三紀前期にまで遡ることを示唆している。

(2) ESR年代測定

鉱物の結晶構造には格子欠損があり、その中に補足される不対電子の数は、ある程度の規模の断層活動時に一旦ほとんど0となり、その後時間の経過にともなって再び増加していく。ESR年代測定法による断層の活動年代測定は、この性質を利用している。跡津川断層のESR法による年代測定の試みは、ESR法による年代測定法が本格的に開始された当初から着手された(田中ほか, 1981, 1984; 田中, 1986)。彼らの研究の結果、不対電子数をリセットする程の規模の活動のうち最も新しい活動が、跡津川断層東端付近の真川では、 11.9 ± 0.5 万年前に起こったことが明らかになっている。

(3) 残留磁気

未固結のまま埋没している堆積物は、地震時に液状化して流動し、一部は砂礫脈や砂岩脈として上位の地層に貫入することがある。液状化した堆積物は地震がおさまると定置され、堆積物中の磁性粒子は定置した時点での地磁気方向に再磁化される。

酒井・広岡(1983)は、宮川村野首での跡津川断層発掘調査で、断層面近くの砂質の堆積物が安政の飛越地震(1858年)の時代の地磁気を記録していることを発見し、上記のような磁化機構の存在を初めて指摘した。

その後、竹内・酒井(1985)は、真川地区で、跡津川断層の断層面に沿って流動し直立した湖成層の残留磁気を測定した。その結果、野首地区と同様に、安政の飛越地震の年代に相当する地磁気が記録されていることを確認した。

5. 茂住鉦山内の状況調査結果

5.1 茂住鉦山長棟地域構造坑道地質概要

茂住鉦山地域では、通商産業省(1970, 1971, 1972, 1973)により地表調査・試錐調査が、また金属鉦業事業団(1978, 1979, 1980, 1981, 1982, 1983, 1984, 1985)により構造坑道調査が実施された。茂住鉦山地域の地質図および地質断面図を、第5-1図および第5-2図に示す。また、長棟地域構造坑道の地質図を第5-3図に示す。

構造坑道内には、坑口と坑道終点付近に飛驒片麻岩類が分布し、坑道中央部には手取層群が広く露出している(第5-3図)。両地層の境界は、坑口付近では鉛谷錐(鉦化を伴うNW-S E系SW急傾斜の断層；錐は鉦脈を指す鉦山学用語。鉦化の程度が低い場合、単に断層／切れ目を指す。)を挟んで不連続に接する関係にあり、坑道終点付近では手取層群が飛驒片麻岩類を不整合に覆う関係にある。

5.1.1 飛驒片麻岩類

本坑道の茂住坑口から増谷錐を通り鉛谷錐に至る約1,500mの区間には、優白質花崗岩質片麻岩帯が分布している(第5-3図)。構造坑道終点付近では、手取層群との不整合面から45mにわたっては黒雲母片麻岩あるいは角閃石片麻岩が、さらにその奥25mにわたっては伊西岩を挟在する晶質石灰岩が露出している。また、伊西岩と晶質石灰岩との境界には、ザクロ石を含む反応スカルンが見られる。坑道終点付近では飛驒片麻岩類は東傾斜を示している。この構造は、S方向にプランジした折り畳み褶曲の一翼を表すものである。

5.1.2 手取層群

手取層群は、飛驒片麻岩類を不整合に覆って、坑道沿いに約3,200mにわたる広い範囲に露出している(第5-3図)。不整合面は、全体に舟底状を呈しており、岐阜・富山の県境付近で最も深く坑道下約700mの位置にあり、その東西に向かって徐々に浅くなり、西側鉛谷錐付近では坑道下約300mにあり、東側では坑口から約4,700mの地点で不整合面が坑道レベルに達する。手取層群は、一般にWNW-ESEの走向でE方向に緩傾斜を示している。坑道内を通る断層や緩い褶曲により地層の繰り返しが一部に見られるが、全体として坑口方向に上位の地層が、坑道終点方向に下位の地層が露出している。坑道内に露出する手取層群は、長棟川累層下部の庵谷峠礫岩層と同累層上部の猪谷互層とからなり、下記のような岩相層

序を示している。

層名	区分	岩相
猪谷互層	V	砂岩と頁岩の互層
	IV	層内礫岩
	III	砂岩と頁岩の互層(流紋岩を挟在)
II		漸移部
庵谷峠 礫岩層	I	円礫岩
	I'	含角礫岩砂岩(崖錐堆積物)
~~~~~ (飛驒片麻岩類) ~~~~~		

坑口から約1,500~2,400mの区間には、猪谷互層V層の砂岩・頁岩互層が分布している。このうち、坑口から約2,300mまでの区間は砂岩が卓越し、また砂岩の岩質も淡灰白色粗粒~中粒で比較的粗い。これに対して、約2,300~2,400mの区間は黒色頁岩が卓越し、砂岩の岩質も灰色~暗灰色中粒~細粒で比較的細かい。

坑口から約2,400~2,500mの区間および約2,600~3,000mの天盤付近には、猪谷互層IV層の層内礫岩が分布している。礫径は中礫を主体とし、円磨度は角礫~円礫にわたる。礫種は、砂岩、珪岩、頁岩を主体とし、花崗岩質岩、片麻岩を伴う。基質部は、アルコースあるいはグレイワッケである。

坑口から約2,600~3,000mの踏まえ付近および約3,000~4,200mの区間には、猪谷互層III層が分布している。III層の岩相は、坑口からの距離で3,300m、4,000mの地点を境に、岩相上3つの部分に分けられる。

坑口から約2,600~3,300mまでの区間は凝灰岩、礫岩を挟在する砂岩・頁岩互層である。砂岩部は、暗灰色~淡灰色で層厚が0.3~数m、粒度は極細粒~極粗粒まで変化し、級化成層が見られる。頁岩部は、一般に黒色である。

坑口から約3,300~4,000mまでの区間は、層厚2~7mの砂岩層および層厚3~12mの礫岩層が繰り返し出現し、まれに0.2~0.5mの頁岩層薄層を挟在する。礫岩部の礫は、細礫~大礫にわたり、礫の円磨度は高く、砂岩礫を主とし珪長岩、アプライト質酸性岩礫を伴う。また、角~亜角礫の頁岩礫も僅かに見られる。

坑口から約4,000～4,200mまでの区間は、一部に頁岩層を介在する、細粒～極粗粒の砂岩層である。

猪谷互層Ⅲ層には、地層に調和的な岩床状貫入岩体として流紋岩が貫入している。流紋岩には斜長石、角閃石の斑晶が存在し、緑泥石化作用を被っている。また、一部に流理構造が見られる。

Ⅱ層は、坑口から4,200m付近に露出する。本層は、礫岩を主体とし、砂岩、頁岩の薄層～ラミナを少量介在する。礫岩部は、礫径が細礫～巨礫にわたり、円磨度が円礫～偏平亜円礫、礫種は珪長岩、花崗岩、花崗閃緑岩、アプライト、流紋岩(?)などの酸性火成岩が卓越し砂岩、頁岩も伴う。

庵谷峠礫岩層のⅠ層は、無層理に近い礫岩からなり、極少量砂岩薄層を挟む。礫種は、酸性火成岩、中性火成岩を主とし、少量の堆積岩、変成岩を伴う。赤色を帯びたカリ長石を含む花崗岩および中性火成岩の礫は、下位ほど卓越し、基底部付近はこれらの卓越帯～優勢帯となっている。礫径は中礫～大礫を主とし、円磨度は円礫～亜円礫～偏平亜円礫にわたる。

庵谷峠礫岩層のⅠ'層は、基底部付近に局在して認められる。飛驒変成岩類の侵食面の斜面に沿って生成した崖錐堆積物であると考えられている。

## 5.2 茂住鉦山長棟地域構造坑道水理状況

### 5.2.1 割れ目状況調査結果

長棟地域構造坑道内の主な割れ目の位置、走向、傾斜を第5-2図に示す。本坑道内における主要な割れ目の総数は442本であり、本坑道の全長のうち中央部付近では比較的割れ目が少なく、その手前とその奥に割れ目が多い。

割れ目の方向性を調べるために、各々の割れ目の極をステレオネットにプロットした。極の分布密度を、図5.2.1に示す。図中の数字は、極密度割合の%表示である。図中の赤い色で塗られた部分が極密度の高い部分(4%以上)であり、この高密度部は、走向N20°W 傾斜80°Eを中心に分布している。この卓越方向は坑道および茂住祐延断層に対しほぼ垂直方向である。

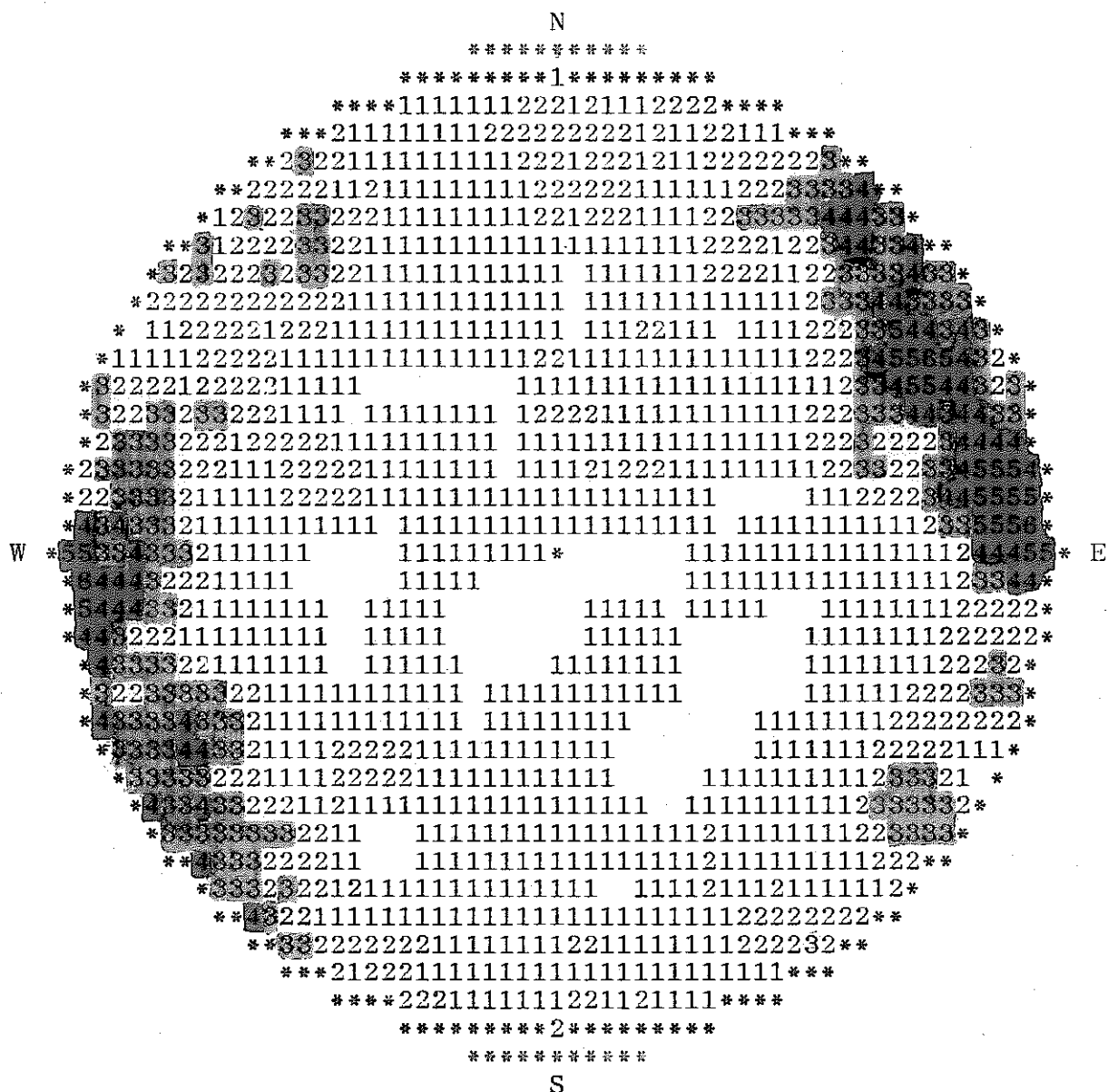


図 5. 2. 1 割れ目の極の分布密度

### 5.2.2 湧水状況調査結果

長棟地域構造坑道における湧水状況について、長棟坑道分岐点から長棟坑道終点近く（茂住坑口からの距離4,370m）まで調査した。しかし長棟坑道終点から坑口側への約450m分については酸欠状況がひどく立ち入り調査できなかった。

湧水はほぼ坑道全域にわたって見られ、そのうち主な湧水箇所および側溝流量測定地点を第5-4図の水理状況図に示す。湧水は、坑口から約1,200～2,700mの間で比較的多く見られ、特に、1,400m前後の地点からは、特に多量の湧水が認められる。また、同図に示した各測定地点における側溝の水量を表5.2.1に示す。同表では、下段から上段に向って、流量が59,196,690,93 l/minずつ増加する。これは、坑道の奥から坑口に向かって湧出水量が累積されるためである。

表5.2.1 側溝の測点における水量データ

坑口からの 距離 m	側溝幅 m	側溝高 m	水 位 m	流 速 m/min	流 量 l/min
1,015	0.85	0.80	0.12	25.0	2,550
1,500	0.90	0.80	0.10	27.3	2,457
2,000	0.85	0.80	0.09	23.1	1,767
2,820	0.85	0.84	0.22	8.4	1,571
4,070	0.60	0.80	0.12	21.0	1,512

### 5.3 茂住鉱山からの排水

図5.3.1に茂住鉱山排水系統図を示す。坑内の水は、ケージ立坑、アクセス坑道、採掘中および完了した切羽や水抜き孔等の通水路を経由したあと、5つの主要坑口(0mL大津山通洞、-130mL持ヶ壁通洞、-320mL増谷、-500mL茂住通洞および-500mL跡津通洞)から排水されている。そのうち、-130mL持ヶ壁通洞を除く4つの坑口の月別の排水量の推移を図5.3.2に示す。なお、持ヶ壁通洞からの排水は、少量だが、増谷堆積場山腹水路に自然排水されている。その排水については、測定データがない。

各坑口の水量に注目してみると、0mL大津山通洞が最も少なく、-320mL増谷が最も多い。これは、-320mLより上のレベルにおける湧水のお大半が、-320mL増谷坑口から排出されてお

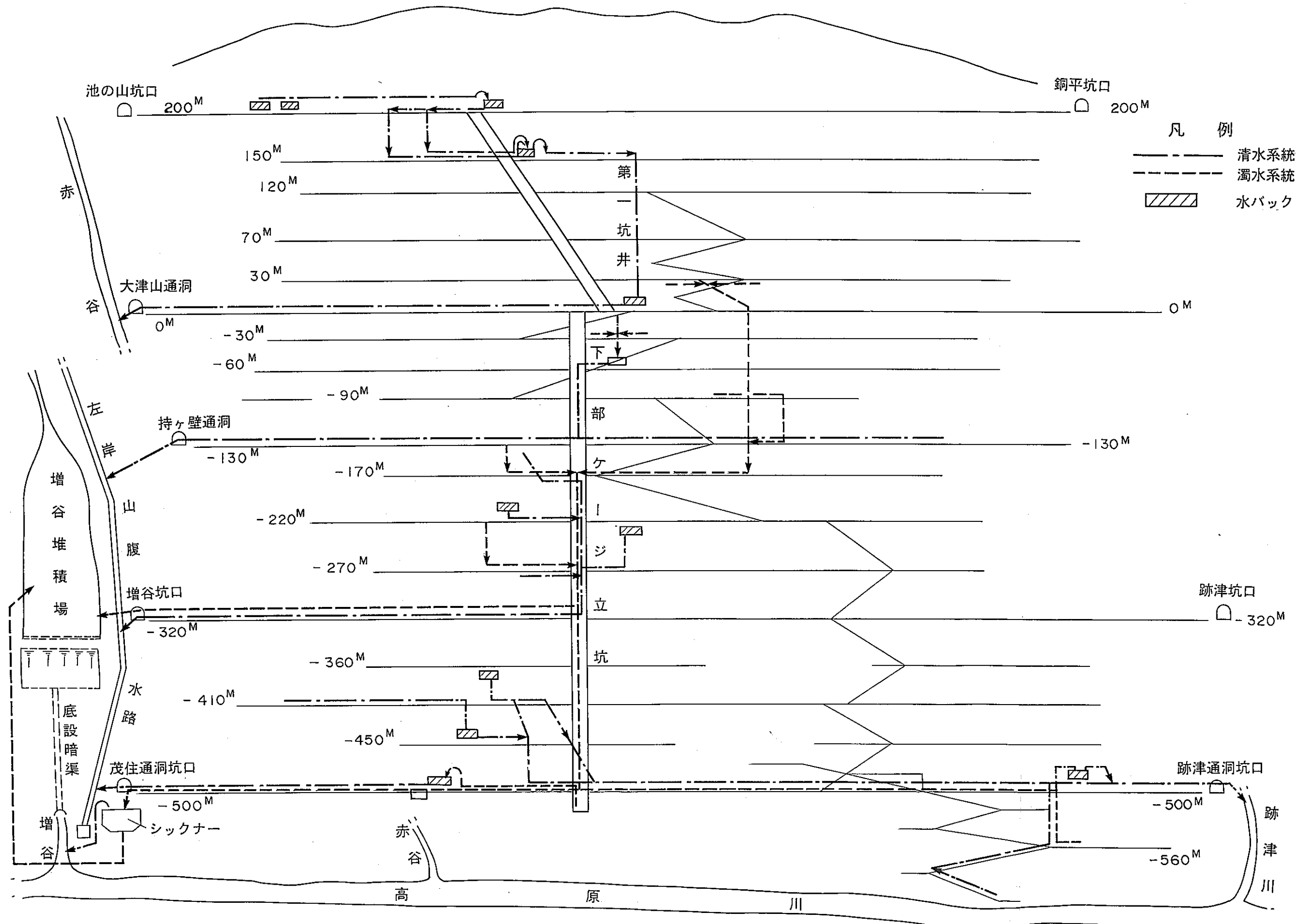


図5.3.1 茂住鉾山坑排水系統図



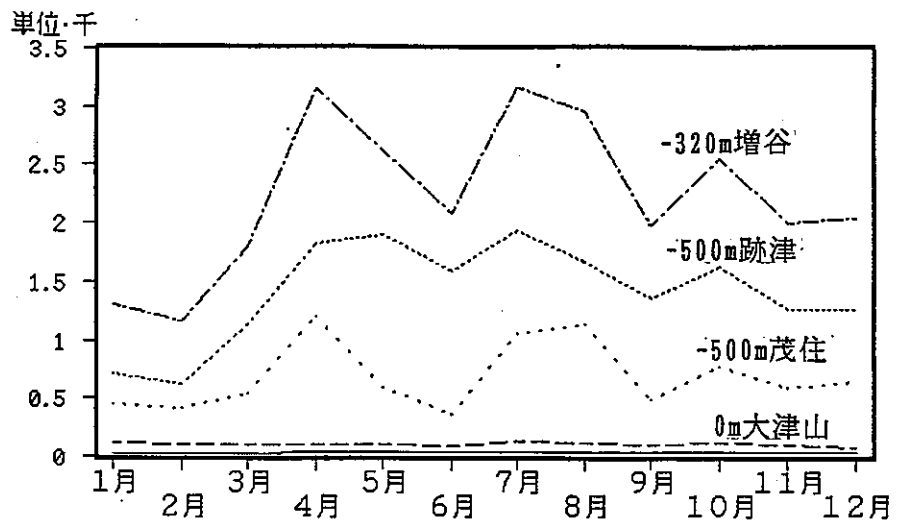


図5.3.2 主要坑口からの月別排水量

り、茂住鉱山の坑内上下展開間隔700mのうち500mに近い湧水量の処理をしていることに起因する。-320mより下のレベルにおける湧水については、茂住通洞と跡津通洞の2つの坑口から排出されている。

次に月別排出総量に注目してみると、4月、7月、8月、10月が多くなっている。4月、5月は雪解け、7月、8月は梅雨、10月は秋の長雨によるものである。気象的なタイミングから少しずれているのは地内への浸透のため、流下時間が表流水に比べ遅いことによる。

さらに坑内坑廃水は、全域において清水系と濁水系の2系統に区別されて坑外に排水されている。図5.3.1によると、上位レベルの0m大津山通洞と-130m持ヶ壁通洞は清水の1系統であるのに対し、下位の-320m増谷および-500m茂住通洞は清濁2系統である。濁水系については、増谷堆積場に送水されるか、シックナーにより処理されて高原川へ放水されている。

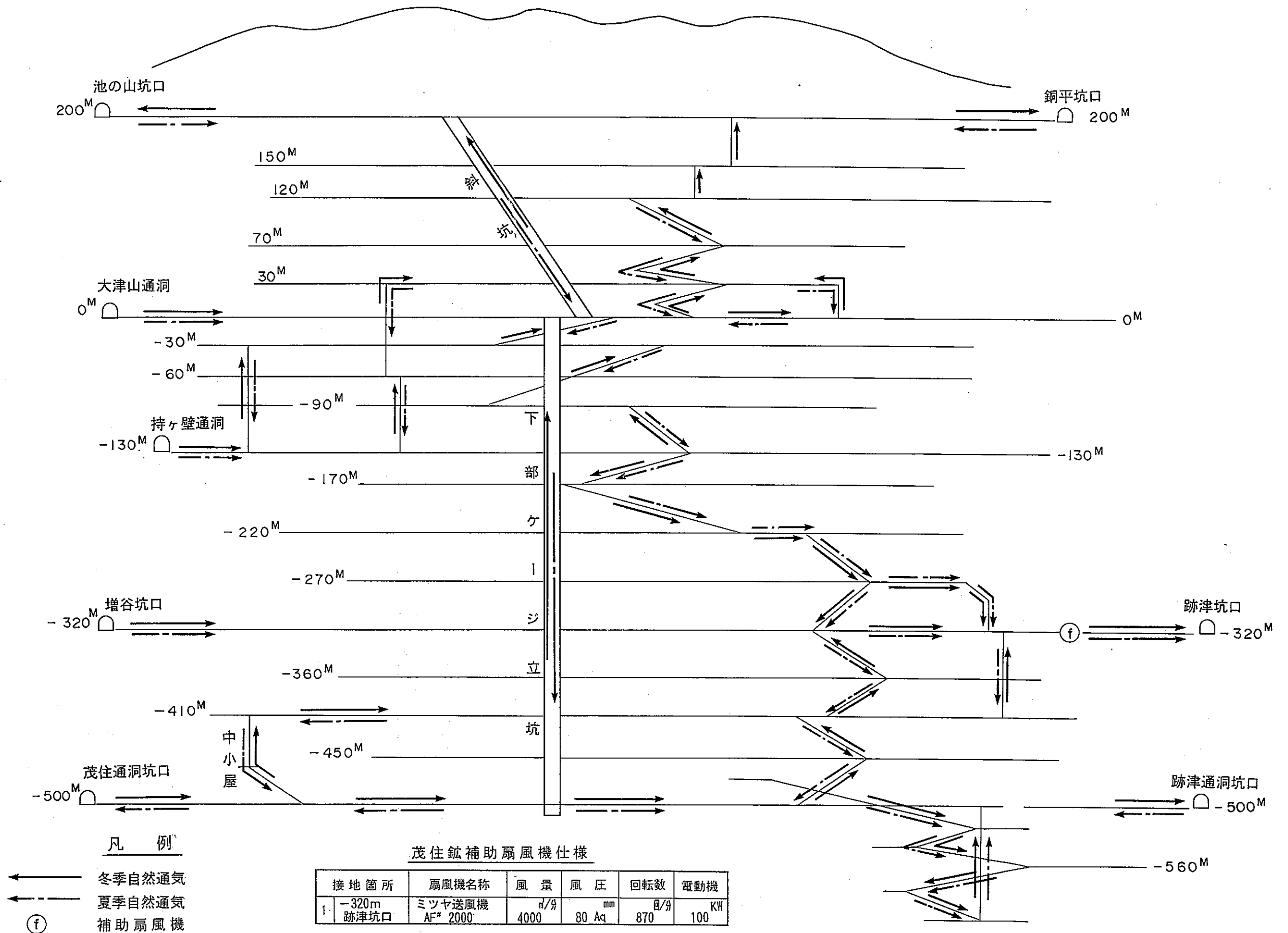
#### 5.4 茂住鉱山内の通気

茂住鉱山坑内の通気系統図を図5.4.1に示す。主要入排気は、上のレベルから+200m池の山と銅平、0m大津山通洞、-130m持ヶ壁通洞、-320mの増谷と跡津、-500mの茂住通洞と跡津通洞の8坑口を経由して、主に自然通気により行われている。主要な通気網は、坑内のケージ立坑を中心に、坑内の末端まで連絡する斜坑、水平坑道、坑井等から構成されている。全体的な通気の流れの傾向は夏季は上から下へ、冬季は逆に下から上である。これは坑外と坑内の気温差によるもので、夏季は坑外からの入気が坑内で冷やされて下降気流となり、冬季は坑外からの入気が暖められて上昇気流になるためである。

したがって最上位坑口+200m池の山と銅平および最下位坑口-500m茂住通洞と跡津通洞では、夏と冬の自然通気方向が逆転しているのに対し、中位レベル坑口である0m大津山通洞、-130m持ヶ壁通洞、-320mの増谷と跡津は年中一定方向に流れている。冬季から夏季へ、またはその逆の場合の季節の変わり目には、時々通気が停滞することがあり、その場合は、坑内の通気を確保するため、-320m跡津坑口付近に設置した大型扇風機により強制通気される。

#### 5.5 茂住鉱山内の岩石物性値

茂住鉱山において採取した主要構成岩である片麻岩の物理試験、力学試験および弾性波試験の結果を表5.5.1に示す。



凡例

← 冬季自然通気  
 ← 夏季自然通気  
 (f) 補助扇風機

茂住鉱補助扇風機仕様

接地箇所	扇風機名称	風量	風圧	回転数	電動機
1. -320m 跡津坑口	ミツヤ送風機 AF# 2000	4000 m ³ /分	80 mm Aq	870 回/分	100 KW

図 5. 4. 1 茂住鉱山坑内通気系統図

物理試験項目として、岩石の自然・湿潤・乾燥状態の各々の見掛比重、吸水率、有効間隙率を示す。見掛比重について見ると、3つの状態ともほとんど差がない。吸水率、有効間隙率に注目すれば、どちらも非常に小さな値となっており、岩質が密であることを示している。同時にこのことは、見掛比重が湿潤状態に左右されない理由を示唆するものである。

力学試験項目として、一軸圧縮試験と引張試験の値を示す。一軸試験の平均値は $1,645.2\text{kg}/\text{cm}^2$ で、どの試料も大体 $1,000\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上の値を示す。静弾性係数は、平均値は $595,000\text{kg}/\text{cm}^2$ で、大半が $400,000\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上であり、これらより岩石は極めて硬いことが判る。引張強度の平均は $69.8\text{kg}/\text{cm}^2$ となり、すべて $50\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上で引張強度も大きい。

弾性波試験項目として、P波およびS波の速度、動弾性係数、動ポアソン比の値を示す。超音波伝播速度は、P波およびS波の平均値はそれぞれ $5,320\text{m}/\text{s}$ 、 $2,730\text{m}/\text{s}$ で両方とも極めて大きな値を示し、これからも岩質が緻密で硬いことが判る。動弾性係数は、その平均値は $551,000\text{kg}/\text{cm}^2$ で静弾性係数の値より小さく、一般的な傾向と異なっている。この原因については不明である。また、動ポアソン比の平均値は静ポアソン比に比べ大きな値となっている。

以上一連の岩石試験結果から、茂住鉾山内の岩石物性は、一般的な岩質に比べ、かなり緻密で硬く、脆性度が大きい傾向を示すことが判る。

表5.5.1 茂住鉾山における岩石物性値表

試料番号	岩種	測定 条件	物性試験						力学試験				弾性波試験			
			見掛比重			湿潤 密度	吸水率 %	有効 間隙率 %	1軸圧縮 強度 kg/cm ²	引張強度 kg/cm ²	静ポア ソン比	静弾性 係数 kg/cm ²	超音波伝播速度		静ポア ソン比	動弾性 係数 kg/cm ²
			自然	湿潤	乾燥								P波 m/sec	S波 m/sec		
1	片麻岩	強湿	2.70	2.70	2.70	2.744	0.30	0.82	1,844.4	57.0	0.25	619,000	5,350	2820	0.31	580,000
2	片麻岩	強湿	2.73	2.73	2.71	2.665	0.41	1.11	2,065.3	89.8	0.19	776,000	5,240	2810	0.30	558,000
3	片麻岩	強湿	2.77	2.78	2.76	2.800	0.67	1.86	2,386.5	51.7	0.30	635,000	5,350	2860	0.30	608,000
4	片麻岩	強湿	2.74	2.75	2.73	2.707	0.59	1.60	565.6	65.0	0.34	185,000	5,440	2840	0.31	585,000
5	片麻岩	強湿	2.76	2.76	2.74	2.799	0.55	1.50	1,992.2	85.0	0.32	862,000	5,630	2630	0.36	538,000
6	片麻岩	強湿	2.73	2.73	2.72	2.702	0.44	1.19	1,904.3	83.4	0.22	780,000	4,900	2370	0.35	417,000
7	片麻岩	強湿	2.79	2.79	2.78	2.785	0.48	1.35	1,468.6	55.9	0.29	525,000	5,360	2810	0.31	588,000
8	片麻岩	強湿	2.80	2.80	2.78	2.750	0.51	1.41	1,033.8	55.8	0.25	417,000	5,380	2710	0.33	548,000
9	片麻岩	強湿	2.81	2.82	2.80	2.755	0.60	1.68	1,545.9	84.7	0.38	554,000	5,200	2700	0.32	539,000
平均	片麻岩	強湿	2.76	2.76	2.75	2.744	0.51	1.39	1,654.2	69.8	0.28	595,000	5,320	2730	0.32	551,000

## 6. リニアメント調査結果

### 6.1 調査方法

調査面積72km²をカバーする白黒空中写真を実体視して、断層活動に関連すると考えられる地形の抽出を行った。人工物による判読精度への影響を極力除去するため、現在入手可能な空中写真のうち、最も撮影年次の古いものを判読作業に使用した。使用した空中写真の諸元を、以下に示す。

撮影年月日	: 1947年11月6日あるいは1955年6月14日
撮影時刻	: 午前11時40分頃
雲量	: 0%
飛行高度	: 約 7,000m
撮影間隔	: 約 4,000m
レンズ 焦点距離	: 150.63mm
ベース/ハイト レシオ	: 約 0.57
オーバーラップ	: 約 60%
印画縮尺	: 約 4万6千分の1 (白黒密着印画)
枚数	: 37枚
撮影者	: 米軍
著作権者	: 国土地理院

調査地域全域にわたり、良好な実体視が可能であった。1947年次撮影の空中写真の一部に積雪が認められたが、判読作業に支障はなかった。

判読した断層活動に関連すると考えられる地形は、リニアメント、リニアメントの通過する鞍部、沢のくい違い、凹地形、崖地形、地滑り地形、横ずれ地形である。リニアメントは明瞭度により、3ランクに分類した。

空中写真の判読結果を5万分の1地形図に転写した図をリニアメント解析結果図として第6-1図に示す。

リニアメント解析結果から調査地域におけるリニアメント密度の分布をおさえるため、500×500m四方を単位面積として、単位面積中のリニアメントの総延長を計測し、格子デ

ータを作成した。格子データから作成した等密度線図をリニアメント密度分布図として、図6.3.1に示す。

同時に調査地域を17ブロックに分割し、各ブロックに含まれるリニアメントの方向および長さを測定した。10度毎のリニアメントの総延長を強度として、各ブロックについてローズダイアグラムを作成した。結果を図6.3.2に示す。

## 6.2 調査結果

### 6.2.1 断層変位に関連すると考えられる地形

#### (1) リニアメント

調査地域に含まれる跡津川断層、茂住祐延断層、牛首断層はいずれも明瞭な断層谷を形成するため、空中写真においても明瞭度の高いリニアメントとして抽出された。これらの断層は $N60\sim 70^{\circ} E$ の走向方向を持ち、その方向に平行なリニアメントが数多く抽出された。 $N60\sim 70^{\circ} E$ 方向のリニアメントは他の方向に比較して、連続性が高い傾向が認められる。

$N80\sim 100^{\circ} E$ 方向のリニアメントは跡津川断層近傍から有峰湖南方および東方に多数認められる。この方向のリニアメントはいずれも明瞭度が低く、連続性に乏しい。

$N10\sim 20^{\circ} E$ 方向のリニアメントが跡津川の発電所付近から有峰湖東方にかけてやや密に分布する。この方向のリニアメントは明瞭度がやや高く、祐延貯水池西方では比較的連続性も高い。

#### (2) 沢のくい違い

11地点において、沢のくい違いが認められた。このうち跡津川断層により高原川がくい違う地点は、跡津川断層の右横ずれ変位の結果であると考えられている(例えば、東郷・岡田, 1983)。

沢のくい違いに関しては、上述のような横ずれ変位の結果と考えられる場合と、弱線の存在によって沢の流向が規制された結果と考えられる場合とがあり、断層活動と関連づけるためには、現地調査を含む慎重な検討が必要である。

### (3) 横ずれ地形

空中写真から横ずれ地形と判定されたのは、2地点のみである。これらは、跡津川断層の南の打保(うづ保)および森茂(もりも)に位置し、 $N50^{\circ}E$ 方向のリニアメントを伴っている。ずれの方向は一方が左横ずれ、他方が右横ずれで不一致である。いずれの地点も沖積面が変位しているように写真から判断されるが、現地検証が必要である。

### (4) その他の地形

断層活動に関連する可能性のあるその他の地形として崖地形、凹地形および地滑り地形が認められた。

崖地形、地滑り地形は跡津川、高原川および長棟川沿いにやや多く認められるが、地形の保存状態が悪く、やや古い時期に形成されたものと考えられる。地域東部の山岳部に形成された地滑り様地形には氷食地形の可能性もある。

凹地形はあまり多くは認められなかった。

## 6.2.2 リニアメント密度分布

図6.3.1に示したリニアメント密度分布図から、跡津川断層沿いの有峰湖南西方に広範囲な高密度異常が認められる。茂住祐延断層沿いの祐延貯水池南西方にも、狭いながら高密度異常が認められる。

有峰湖東方の真川付近に認められる高密度異常は $N20^{\circ}E$ 方向に伸長している。異常帯の分布から $N20^{\circ}E$ および $N80^{\circ}W$ の2系統の方向性が読み取れる。

図6.3.2に示したリニアメントローズダイアグラムから、地域全域においてNE~ENE系のリニアメントが最も卓越し、次いでE-W系リニアメントが顕著である傾向がうかがえる。

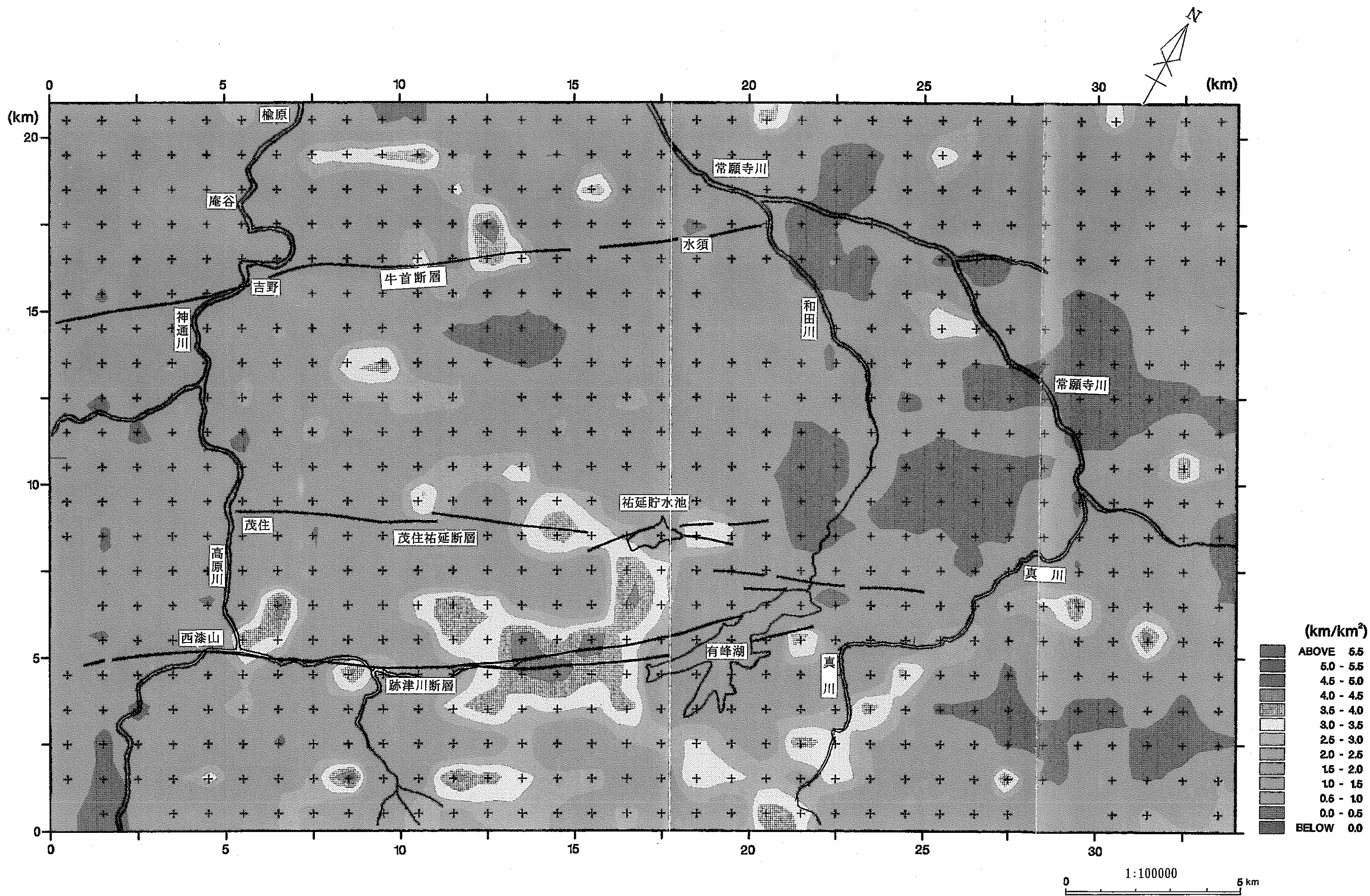
特に地域南西部の高原川の西岸では、 $N40\sim70^{\circ}E$ と $N80\sim90^{\circ}W$ の2系統のリニアメントが卓越する傾向が顕著である。

## 6.3 考察

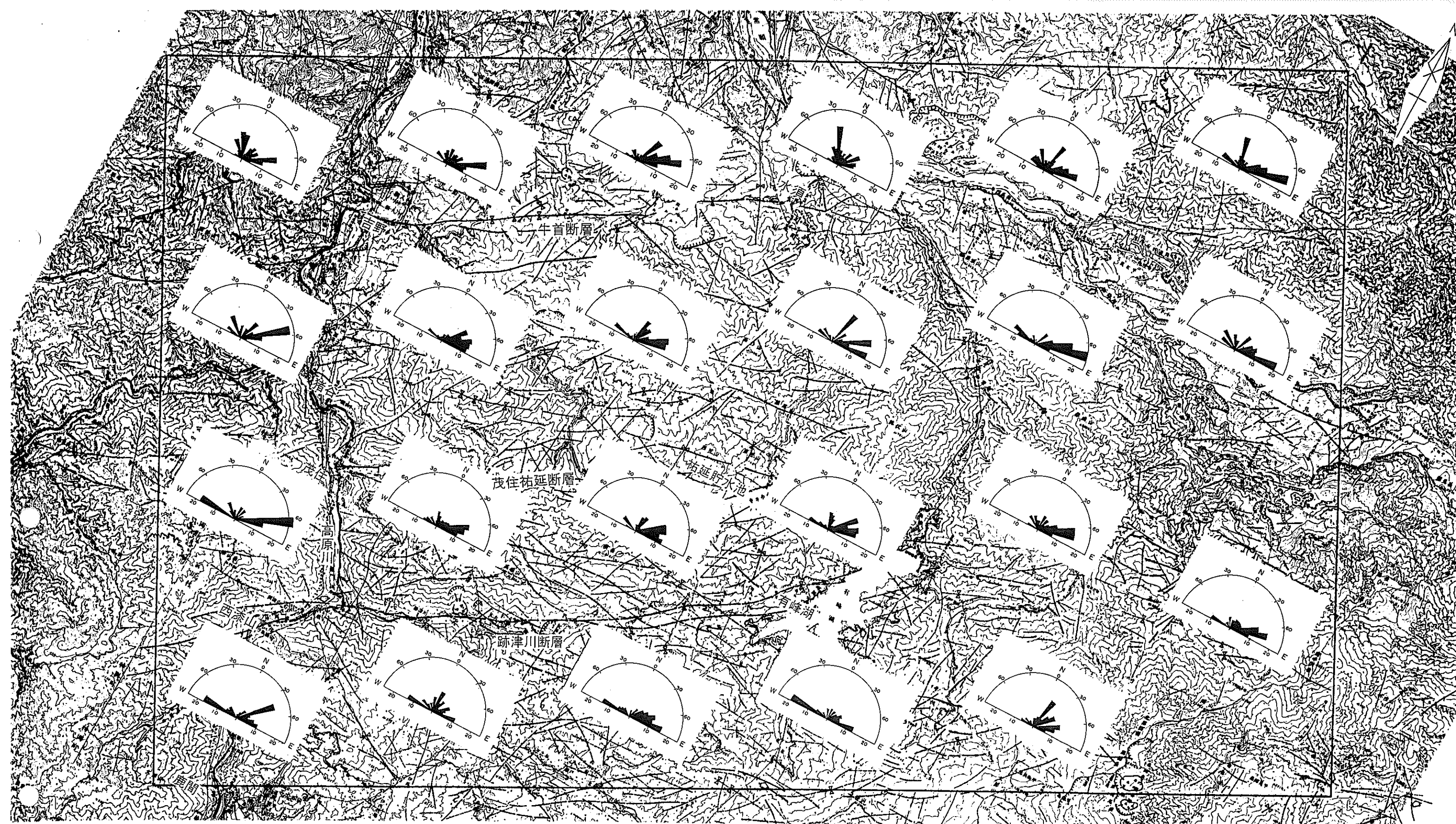
$N60\sim70^{\circ}E$ の走向方向を持つリニアメントが、数多く抽出された(図6.3.2)。この方向のリニアメントは他の方向のものに比較して連続性が高く、中でも西漆山-有峰湖、茂住-祐延貯水池及び吉野-水須を通る3組は明瞭なリニアメントとして抽出され、各々、跡津川断層、茂住祐延断層および牛首断層に相当すると考えられる。



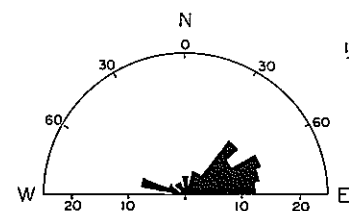
リニアメント密度分布(図6.3.1)は、跡津川断層沿いの有峰湖の南西方に広範囲な高密度異常が認められる。また茂住祐延断層沿いの祐延貯水池南西方にもやや狭小な高密度異常が認められる。これらは必ずしも断層の活動度の大きな地域を示すとはいえないが、少なからず応力の集中場であった可能性が考えられる。



DENSITY OF LINEAMENTS 図 6. 3. 1 リニアメント密度分布図



凡例

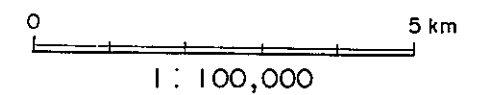


リニアメントの長さ  
(10度の幅に入るリニアメントの延長に対する百分率で表示)

リニアメントの方位

- |  |                         |  |            |
|--|-------------------------|--|------------|
|  | 明瞭なリニアメント               |  | 凹地形        |
|  | やや不明瞭なリニアメント            |  | 雄地形        |
|  | 不明瞭なリニアメント              |  | 地すべり地形     |
|  | リニアメントの通過する鞍部           |  | 横ずれ地形      |
|  | リニアメントによる沢のくい違いが認められる地点 |  | リニアメント調査範囲 |

図6.3.2 リニアメントローズダイアグラム



## 7. 微小地震の状況調査結果

### 7.1 跡津川断層の特徴

跡津川断層は、立山と白山の山頂に定規をあてた直線のように極めて直線性がよく、東北東－西南西方向に63kmほど連続する。地形的な落差はあまりないが、右ずれが卓越する。松田(1966)は、この断層の右ずれは基盤の地質でも河谷の最大屈曲でも約3kmであり、一方北側の相対的隆起は1km以下であることから、右ずれの卓越した活断層であると認定した。また、この活動は第三紀後期以降に開始し、最近数万年の平均右ずれ変位速度は千年につき1～数m程度で、最近の活動は、1858(安政5)年の飛越地震であろうとみなした。また、この断層は南方に位置する阿寺断層(北西－南東方向に約70km連続する左ずれ活断層で、北東側が約1km程隆起)とともに日本を代表するA級活断層であり、互いに共役な断層関係にあるようにみえる(河野ほか、1983)。

### 7.2 歴史地震

跡津川断層の活動によって発生した可能性のある歴史上の大地震としては、1586年天正飛驒地震(白山大地震、M=8.0)と1858年飛越(角川または安政飛驒)地震(M=6.9)の2つが考えられている。

1586年の地震では、飛驒白川村保木脇で山津波により帰雲城とその城下町300戸が埋没し、また越中木舟城が地中に埋没し、両者とも城主以下多数の圧死者を出したという記録がある。最近の資料調査によれば、この地震はこの地域だけでなく、越中・飛驒・美濃・近江・尾張・伊勢の広い範囲にわたって同時にかなりの被害を与えているところから、跡津川断層の動きによって起こったと考えるのは無理とされている(三雲・和田、1983)。

1858年4月9日に発生した飛越地震の際には、高原川・宮川・小鳥川・常願寺川の流域の吉城・大野両郡約70ヶ村の各部落で全潰家屋323、半潰377と死者203、負傷45の被害を受け、飛驒角川部落では家屋がほとんど全滅した。この地震は飛驒地方だけでなく、広く北陸地方一帯に大災害を引き起こしたが、特に大きい被害を生じた激震地が立山－白山を結ぶ東北東－西南西方向の狭い地帯に集中していたことから、1858年飛越地震が跡津川断層の動きによって発生したことを裏付けている(三雲・和田、1983)。

### 7.3 跡津川断層周辺における地震観測

跡津川断層周辺地域の微小地震活動が明らかになってきたのは比較的最近になってからである。従来の気象庁の観測では、跡津川断層付近に発生したと見られる地震は、1958年から1972年までの15年間に僅かに数個であった。その後、1971年7月から1973年12月まで、京都大学防災研究所上宝地殻変動観測所が臨時観測を行った結果、跡津川断層周辺でかなり微小地震が発生していることがあきらかになった(和田・岸本, 1974; 和田, 1975)。

本格的な定点観測が始まったのは、1975年5月に地震予知計画の一貫として上宝観測所に地殻変動・地震観測テレメータ・システムが導入されてからである。現在では、同観測所に上宝蔵柱(観測点コード: KTJ)・天生(AMJ)・楡原(NRJ)・福光(FMJ)の4点の地震観測点があり、名古屋大学高山地震観測所とのリアルタイムのデータ交換によって、高山(TAK)・焼岳(YKE)・高根(TKN)の3観測点のデータを加え、合計7点による観測が行われている(三雲・和田, 1983)。

### 7.4 現在の地震活動

地震活動調査地域図を図7.4.1に示す。

1990年1月～12月の跡津川断層周辺地域(図7.4.1中のA地域)における地震活動状況を図7.4.2に示す(京大防災研(1991a)と同(1991b)をコンパイル)。図中の活断層位置・歴史地震の震央等は、活断層研究会(1991)より引用した。1990年1月～6月の飛驒山脈下(図7.4.1中のB地域)の震源分布を図7.4.3に示す(京大防災研, 1991b)。なお、震源決定精度は、水平方向に1～1.5km以内、深さ方向に2～3km以内である(竹内ほか, 1990)。また、図7.4.2および図7.4.4～5の凡例を図7.4.6に示す。

本地域の地震活動は、跡津川断層に沿った地域および飛驒山脈下で活発である(図7.4.2)。特に跡津川断層沿いでは、東北東－西南西方向の線状配列が見られるが、活動は一様ではなく、断層の両端で活発であるのに対し、高原川流域の断層中央部では低調である。高原川上流の上宝村周辺でも低活動である。こうした特徴は、上宝地殻変動観測所がテレメータ・システムによる地震観測を開始して以来継続している(三雲・和田, 1983; 竹内ほか, 1990)。本断層東部の有峰湖付近の活動は茂住祐延断層に沿うものかも知れない。観測点天生(AMJ)近傍では、本観測点のみで観測されているS-P時間1秒以下の微小地震が多数記録されており、跡津川断層西端部では図7.4.2に示す以上に地震活動が活発であるとの報告もある(Mikumo et al., 1988)。三雲・和田(1983)によれば、跡津川断層に沿っ

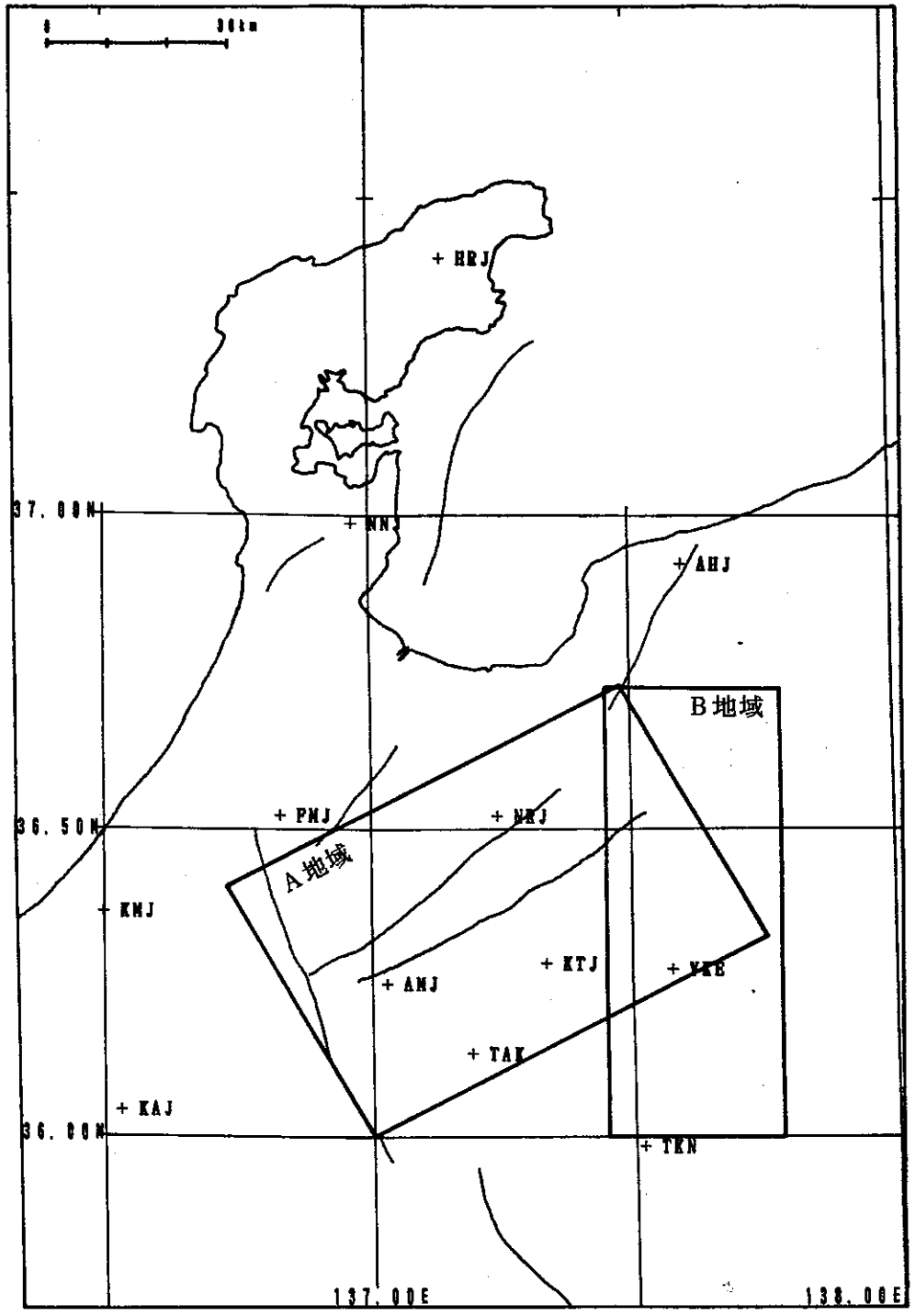


图7.4.1 微小地震調査地域図

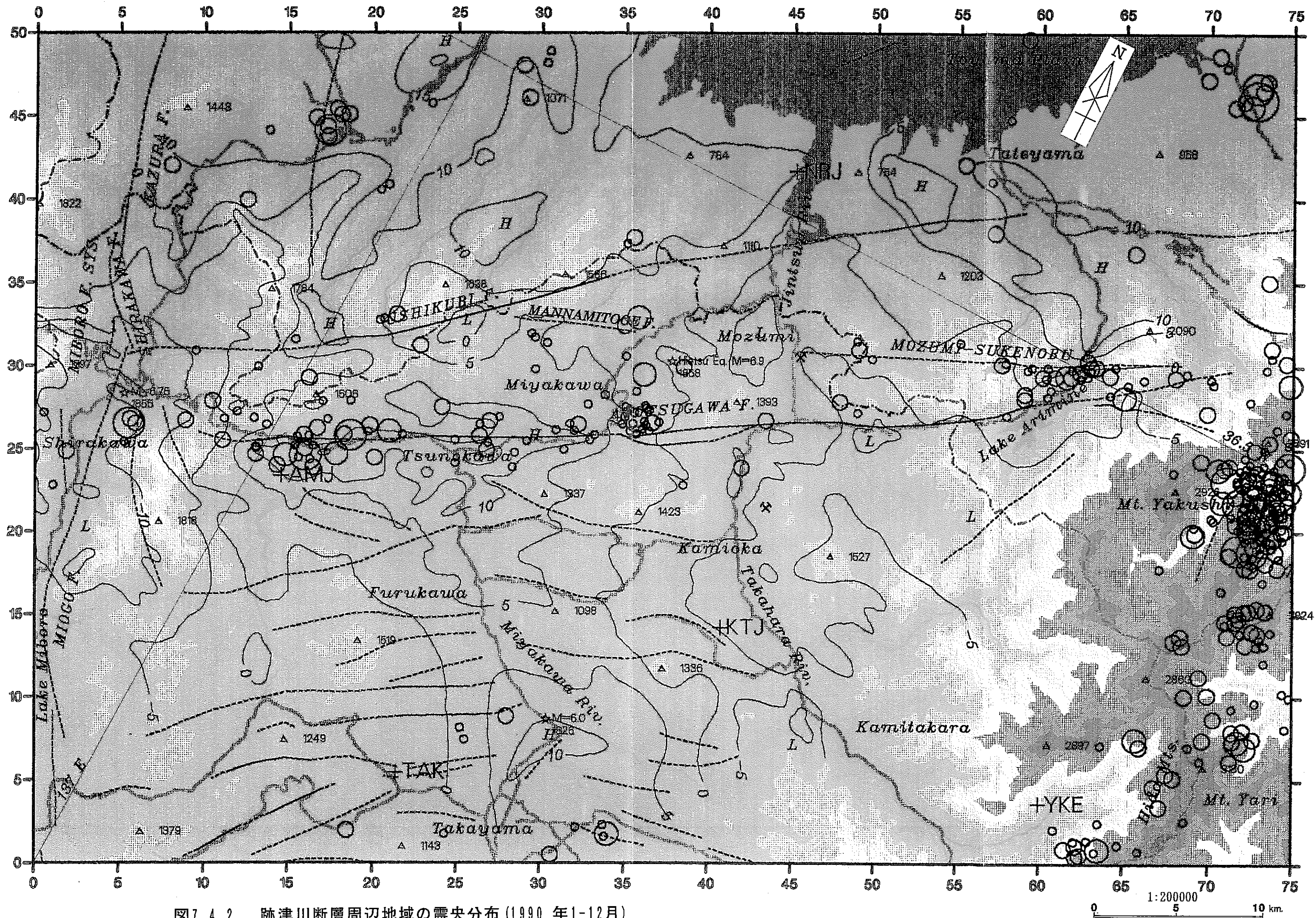


図7.4.2 跡津川断層周辺地域の震央分布(1990年1-12月)

DISTRIBUTION OF EPICENTERS BENEATH THE HIDA MOUNTAINS

90 1 - 6 TOTAL = 2096

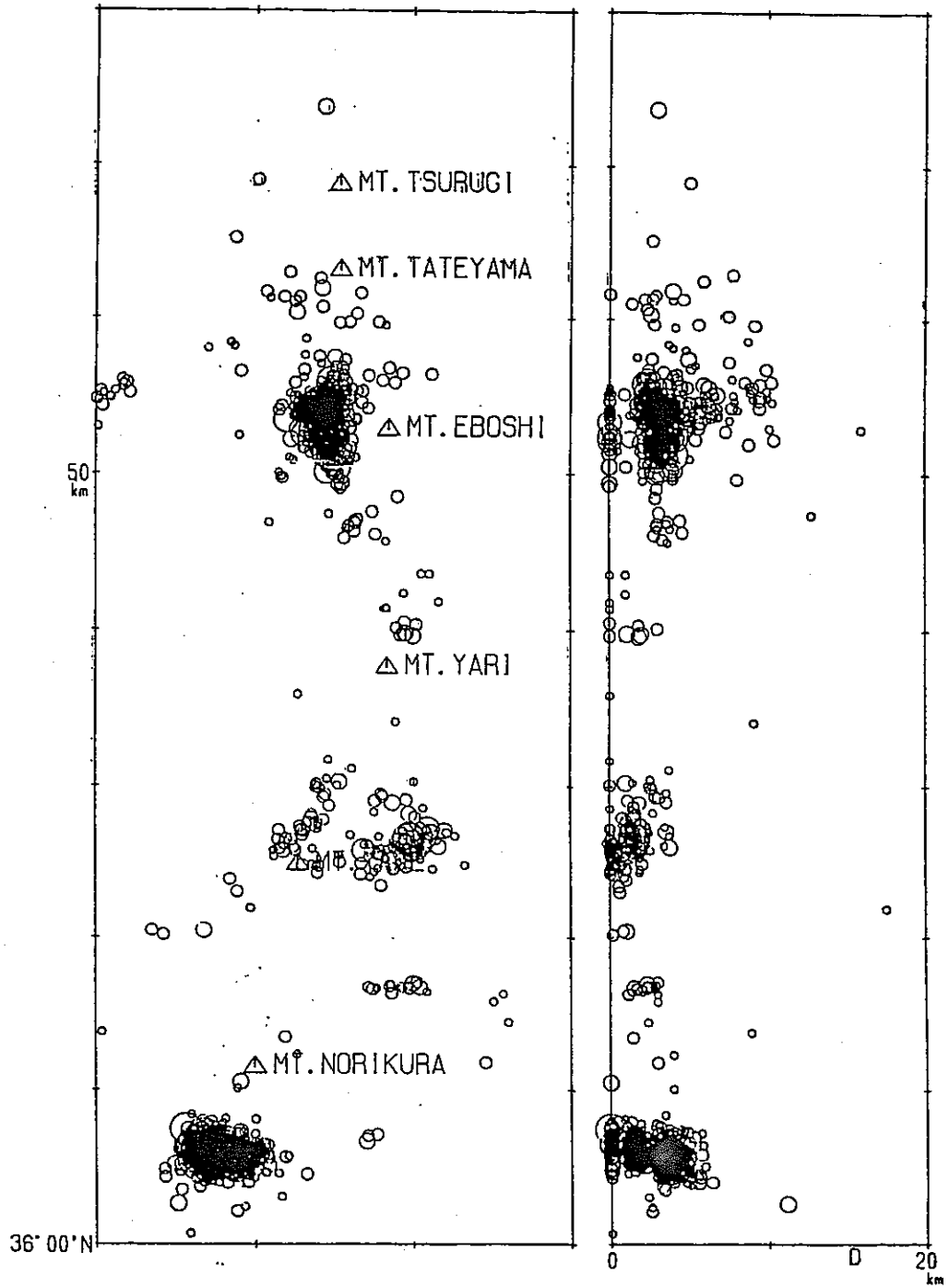


図 7. 4. 3 飛騨山脈下の震源分布 (1990 年 1-6 月)



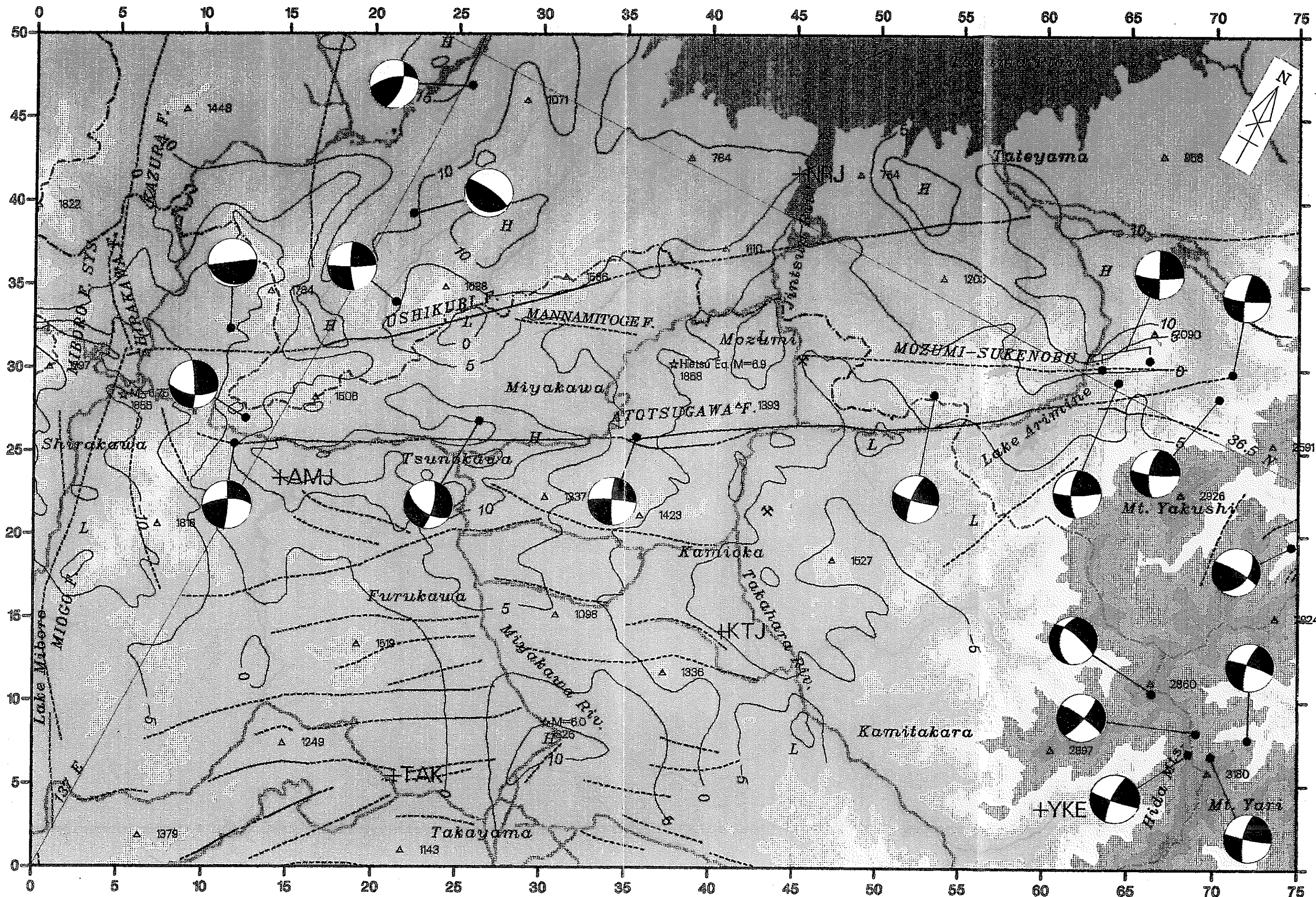


図7.4.4 跡津川断層周辺地域の震源メカニズム

1:200000  
0 5 10 km.

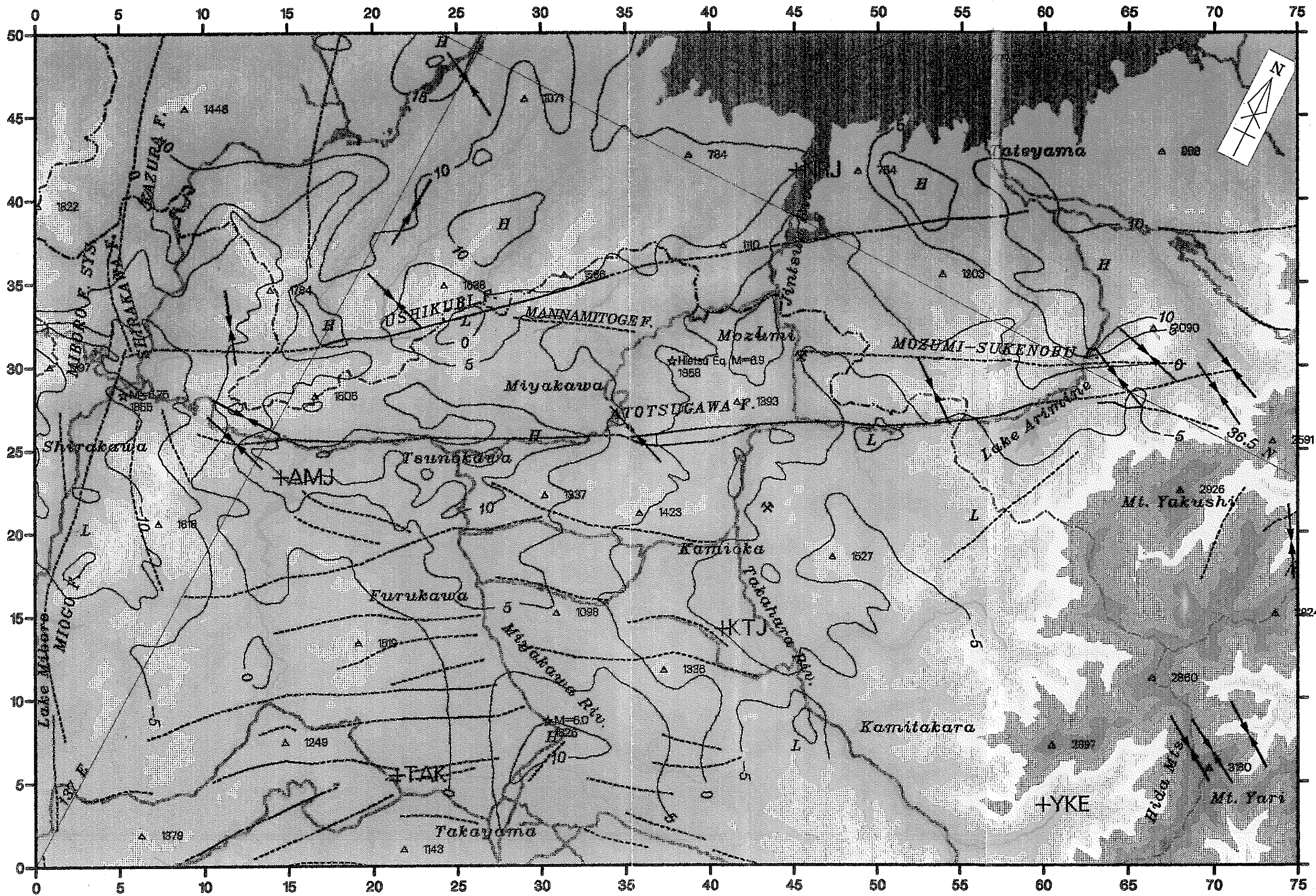


図7.4.5 跡津川断層周辺地域の主圧力軸

1:200000  
0 5 10 km.

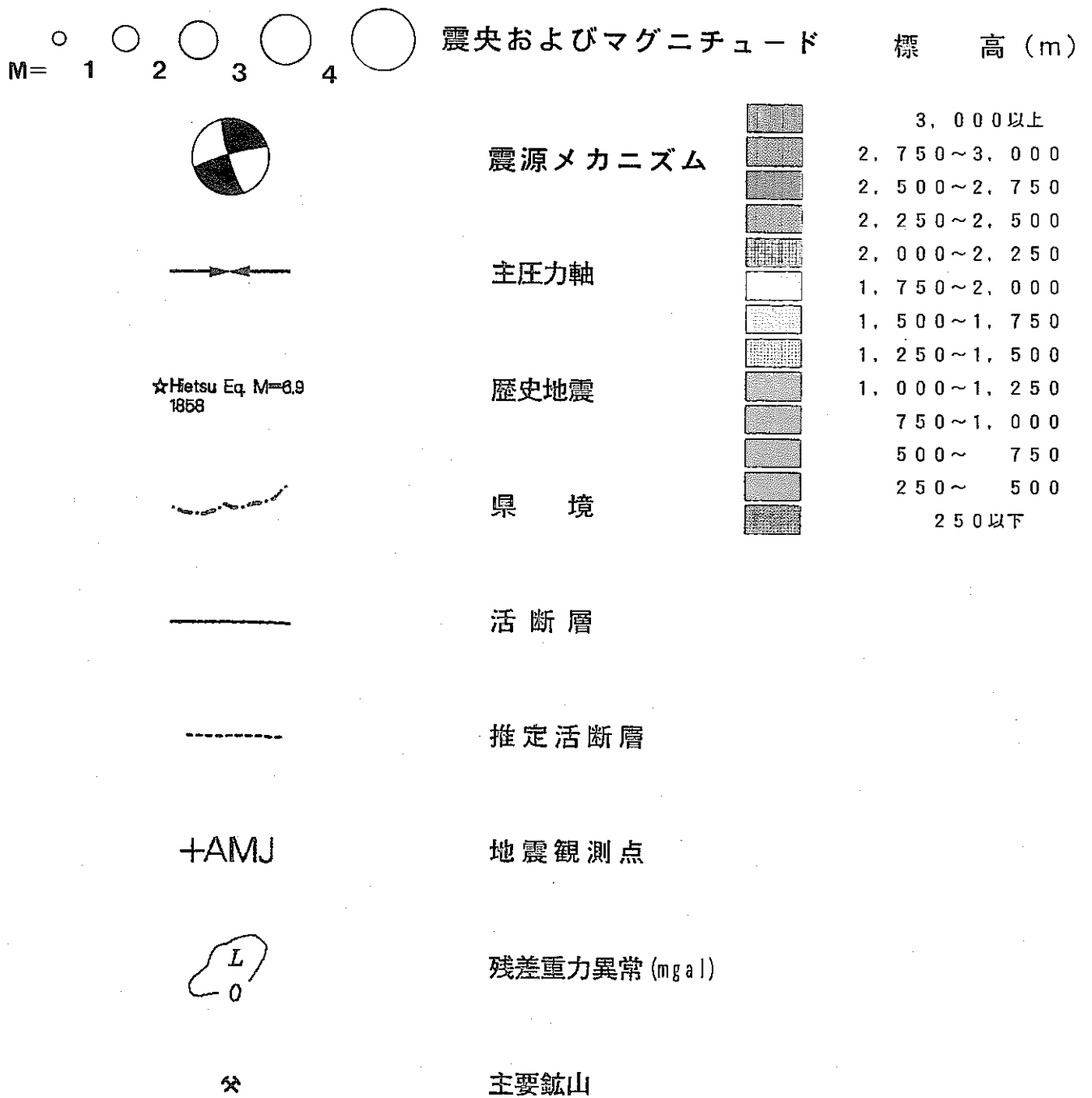


図7.4.6 図7.4.2および図7.4.4~5の凡例

た震央分布は、地質学的な地表面の断層位置より北側に分布し、深度方向には震源の分布がほぼ垂直ないし僅かに北西側に傾斜する傾向がある。採石発破の観測結果から断層の北側と南側で、地殻上部の速度構造に差がないことが確認されており、この震央分布は実際のものと考えられている。また、本断層沿いに発生する地震の深さの下限は約15kmである。この深さは本地域における岩盤の脆性破壊の発生する下限と考えられている。

飛驒山脈下(図7.4.3)では1990年1月24日以来、活発な群発地震活動が始まり、乗鞍岳南西-焼岳周辺-烏帽子岳-焼岳東方-乗鞍岳南西へと活動が移動したが、5月以降はかなり活動が減少した。その後、乗鞍岳南西の定常的活動を除き、比較的静穏であったが、10月下旬より再び小規模な群発地震が活発化した。また図7.4.3右に示すように、飛驒山脈下の震源の下限は約8kmである。

跡津川断層の北方を走る牛首断層は、本期間では地震活動度が低い。茂住祐延断層では有峰湖付近で活動がみられる。また、茂住祐延断層西方延長部の万波峠断層では宮川村付近で活動がある。ただし、茂住祐延断層西端部での地震活動は低調である。

御母衣断層系(加須良・白川・三尾河断層)に沿っては、若干の地震活動が見られるが、顕著ではない。

図7.4.4は、本地域に発生したマグニチュード3以上の地震を用いて決定した震源メカニズムを示す(Mikumo et al.(1988)をコンパイル)。なお、本図はウルフネットに下半球投影したもので、黒色部は地震の初動が押しを示し、白色部は引きを示す。跡津川・茂住祐延・牛首断層に沿った10個の地震は、横ずれ断層のメカニズムを示している。これらの節面の1つの走向方向は東北東-西南西であり、断層方向に平行している。ここで、この節面を断層面と考えると、滑り方向は右横ずれとなり、これは地理学のおよび地質学的研究から推定されている第四紀の断層運動方向と調和する。さらに、主圧力軸(最大圧縮主応力軸)は東南東-西北西方向を示す。

牛首断層・御母衣断層系に囲まれた図7.4.4北部では、異なった型のメカニズムが見られる。牛首断層の北側では2つの縦ずれ型(内1つは高角逆断層型)、本断層約15km北方ではスラスト型、さらに断層近傍では横ずれ型のメカニズムが見られる。これらの地震の主圧力軸・主張力軸(最小圧縮主応力軸)は方向が一定しておらず、複雑な応力場あるいは局所的な片寄りを示している。これらは、右横ずれ型の牛首断層運動および左横ずれ型の御母衣断層系の運動に影響されていると考えられている。例えば、牛首断層西端部の高角逆断層型の地震は、跡津川断層西端部を御母衣断層系でブロックされて、後者の左横ずれ運

動による圧縮力の影響を受けていると考えられている。なお、牛首断層西端部すぐ北側では1990年の地震活動(図7.4.3参照)は低調であるが、他の年にはかなり活発な地震活動があることも報告されており、この地域としてはやや大きい地震(M=3~4)が時々発生する(三雲・和田, 1983)。

本調査地域内の飛驒山脈下では横ずれ断層型のメカニズムが主であるが、正断層型のものも見られる。これらの地震メカニズムの節面の1つは山脈の軸にほぼ平行しているが、この方向の断層は確認されていない。その主圧力軸は東南東-西北西の方向性を呈し、これらの地震は広域応力場の中で飛驒山脈下浅部に形成された小規模な潜在雁行断層によるものと考えられている(Mikumo et al., 1988)。

図7.4.5は、図7.4.4に示したメカニズム解から求められた主圧力軸(P軸)の水平方向の分布である(Mikumo et al., 1988)。本地域の主圧力軸は、概ね東南東-西北西の方向を示し、本地域に隣接する飛驒地域の南西部に発生したマグニチュード6~7の大規模な地震のメカニズムから求められた主圧力軸方向とも一致し、本地域周辺の広域的応力場を示すものとする。

## 7.5 残差ブーゲー異常と地震活動

本地域のブーゲー異常図から広域的な長波長のブーゲー異常を除去した残差重力異常を図7.4.2, 4, 5に示した(大久保ほか(1988)をコンパイル)。跡津川断層の西半部には約10 mgalの高重力異常があり、断層西端部で閉じている。これは、断層の破砕帯に沿って高密度の岩体が貫入しているためと考えられている。跡津川断層の西半部における活発な地震活動域は概ねこの高重力異常域に相当している。一方、本断層東端部の活発な地震活動域は、重力異常の勾配が大きい地域に位置している。この跡津川断層北側の高重力異常域は、花崗岩類や変成岩類が高異常帯の一部の地域に見られることから、これらの岩石が地表近くに存在するためと考えられている。

## 7.6 1858年飛越地震と現在の地震活動との関係

現在の跡津川断層に沿った地震活動は、1858年の飛越地震の余震活動と考えられている。また上述のように、この地震活動は本断層上で一定ではなく、断層中央部で低調である。これは、1858年の地震の際の断層の破壊が一様でなかったことに関連すると考えられる。すなわち、断層近傍の破砕度あるいは断層強度の不均質性が著しいためと考えられている。

(三雲・和田, 1983)。強度が不均質であるほど、断層後の応力の再配分に時間を要するため、余震の減衰する割合が小さく、小さい余震の発生する割合が高くなる。三雲・和田(1983)は、断層西部および東部での活発な地震活動を断層強度の不均質性が著しいためとし、特に西部においてはこの不均質性により断層の破壊の進行に伴って短周期地震波を発生し、被害が大きかったとした。一方、断層中央部では強度分布が比較的一様でしかも平均強度があまり高くなく、破壊が滑らかに進行し断層変位は大きくなり、かつ余震活動はあまり長く継続しないと説明している。上述のように、本断層西部および東部では正の残差ブーゲーを示し、花崗岩類・変成岩類が地表付近に存在する可能性が指摘されており、こうした構造運動に伴い周辺岩盤の破碎度を高めた可能性もある。一方、佃(1983)は本断層の地震活動の非一様性について、もう一つの可能性を指摘している。これは、断層中央部及び角川付近直下の低活動はこの地区が飛越地震の際にスリップし、他の領域がバリアーとして残ったため、他の地域に地震活動が集中しているというものである。また、最近三雲(1992)は、国土地理院の精密基線測量結果にもとづき、断層中央部ではクリープ運動が発生しているため地震活動が低調となっている可能性を指摘している。

#### 7.7 茂住祐延断層についての考察

茂住祐延断層に注目すると、広域地震観測網のデータからは本断層東部の跡津川断層に接近した部分では地震活動は活発である。また、長棟地域構造坑道の東方および西方延長部(万波峠断層)にも地震が発生しており、本断層が活断層であることを示唆している。しかし、茂住鉦山付近では地震活動は低調である。もっとも、京都大学防災研究所および名古屋大学の地震観測点は、広域の地震活動を把握するよう設置されているため、局所的な微小地震活動を捕捉できていない可能性もある。例えば跡津川断層直近の観測点天生(AMJ)では、他の観測点に検知されない微小地震が多数発生している。こうした地震活動を観測するためには、局所地域的な観測網を長棟坑道周辺に設置し、その観測網内で震源決定可能な観測システムを導入する必要があると考える。

現在の観測網では検知できない微小地震活動が茂住祐延断層中央部に線状に発生しているならば、跡津川断層と同様の応力場に起因する間欠的な断層運動(スティック・スリップ)が存在することになり、比較的短期間の観測により歪エネルギーの蓄積・解放の様子を観測できる可能性がある。

一方、広域地震観測網のデータが示すように本地域の地震活動が事実低調であるならば、

本地域の力学的・地震学的環境は次の3つが考えられる。すなわち、本地域は、

- ① いわゆる「施錠部」(locked zone)に相当する
- ② 断層のクリープ運動を発生するステープル・スライディングが起きている
- ③ 低応力場にある

ここで①の場合、現在は歪エネルギーを蓄積している状態にあることを示し、将来施錠部の歪エネルギー解放が地震活動として発生する様子やその前兆活動を示す微小地震を地震観測により監視できると考える。②の場合、地震観測によってその現象をとらえることは困難と考えるが、地山応力測定によって監視できるであろう。一方③の場合、断層運動を発生させる力学的環境が弱いので、活断層が新たな地点で発生するための応力蓄積には相当な時間経過を必要とし、微小な応力経時変化を把握しなければならなくなる。

茂住祐延断層は、南北を跡津川断層と牛首断層に挟まれ、東北東-西南西方向の広域的応力場をそのまま反映した力学的環境であるかは現状では不明である。本地域の力学的環境を把握し、活断層が新たな地点で発生する可能性の評価を行うためには、断層近傍における局地的地山応力測定と共に微小地震活動の観測は大きな意義があると考えられる。こうした力学的環境の評価のためには最低数年間の予備観測が必要となろう。また、この地震観測は本地域の平均的な地殻応力の解明にも寄与できると考える。

## 8. 本年度調査のまとめ

本調査は、富山・岐阜の県境部付近の飛騨高原に位置する神岡鉾山茂住坑およびその周辺を対象として実施された。調査は、茂住鉾山周辺地域の1)地形・地質状況調査、2)本地域を通過する活断層に関するこれまでの研究、3)茂住鉾山内の水理・湧水・通気・排水・軌道・岩石物性などの状況調査、4)空中写真によるリニアメント調査、5)微小地震の状況調査からなる。

### 8.1 茂住鉾山周辺地域の地形・地質状況(含リニアメント分布)

本地域を構成する岩石は、ジュラ紀中頃を境にして、それ以前に形成された基盤岩類と、それ以降に形成された被覆岩類の2つに大別される。基盤岩類は、1)時代未詳の飛騨変成岩類、2)二畳紀～石炭紀の飛騨外縁帯古生層および3)後期古生代～前期中生代の船津花崗岩類からなる。被覆岩類は、1)ジュラ紀中期～白亜紀前期の手取層群、2)白亜紀後期～古第三紀の火成岩類、3)新第三系、4)第四紀火山岩類および5)沖積層等からなる。

本地域の地質構造を規制する断層としては、横山衝上断層で代表される低角逆断層と、跡津川断層に代表されるENE-WSW方向の高角断層群である跡津川活断層系が、主要なものである。

横山衝上断層は、調査地域東部の手取層群の分布の南縁および西縁を画する衝上断層であり、手取層群の上に船津花崗岩類および飛騨変成岩類が低角度(30°以下)で衝上している。

跡津川活断層系は、南から跡津川・万波峠・茂住祐延・牛首の主要な活断層を含んでいる。これらのうち、跡津川断層と牛首断層は調査地域の北東部から南西部まで50km以上にわたって連続する大断層であり、両断層の中間の地域に分布する延長約10kmの茂住祐延断層とともに、右ずれの変位が卓越する活断層と認定されている(活断層研究会, 1991)。これらの3つの活断層は、本調査における空中写真判読でも明瞭なりニアメントとして抽出された。これらのうち、最も研究が進んでいるのは跡津川断層である。

### 8.2 跡津川活断層系に関するこれまでの研究

跡津川活断層系の研究は、村田(1912)が跡津川断層の存在を指摘したことから始まる。その後、跡津川断層の全体像が、松田(1966)の研究によって初めて明らかにされて以来、



現在までに跡津川断層系の主要断層について概略次のような研究結果が得られている。

(1) 地質学的・地形学的研究や断層のトレンチ調査など

- ①跡津川断層：右ずれ約3kmの活断層。右ずれ速度は1～数m/1000年。第四紀以降南落ち、地形の変移量1km以下。第三紀以前には北落ちの活動。延長は80km。最近の数万年間では2500～2800年に1回活動。白亜紀後期に発生した弱線にルーツを持つ可能性あり。最新の活動は1858年の飛越地震。
- ②茂住祐延断層(含万波峠断層)：0.2～0.7km以上右ずれの活断層。右ずれ速度は0.9m以上/1000年(万波峠断層)。南落ち。延長45km。
- ③牛首断層：0.8～2.5km右ずれの活断層。右ずれ速度は0.8～1.5m/1000年。延長85km。

(2) 跡津川断層の精密基線測量

断層中央部がクリープ運動をしている可能性が指摘された。

(3) 活断層中に高濃度に含まれるCO₂、H₂、Rnなどのガスの観測調査

特に、断層の活動によって発生するH₂ガスについて次の結果が得られた。

- ①H₂濃度の上昇が、跡津川断層および牛首断層沿いの幾つかの遠く離れた観測地点で同時に観測された。これは、跡津川断層の西端から東端にかけての全域で、ほぼ同時期に微小地震が発生し、さらに牛首断層の活動をも伴っていたためと解釈できる。
- ②跡津川断層および牛首断層中のH₂濃度は、阿寺、山崎、深溝、根尾谷、根来といった他の活断層のH₂濃度に匹敵する高さである。

(4) 断層ガウジおよび断層近傍部の年代測定

雲母のK-Ar年代測定・ESR法年代測定・地震により液状化した堆積物の残留磁気測定などが試験されている。得られた活動年代は、各メディアごとにその年代若返りのメカニズムに応じた年代が得られている。

### 8.3 茂住鉦山内の状況

本調査地域内に位置する茂住鉦山では、1978年から8年間、海拔約350m準において金属鉦業事業団により延長2,670mにわたる長棟地域構造坑道調査が実施された。本構造坑道は、茂住祐延断層にほぼ平行に300～600m離れて開削されている。坑道の現在の保全状況は良

好で、大規模な坑道補修・取り明けの必要はない。本坑道は日本全国の既設坑道の内で最も活断層の近くに位置し、活断層の観測に適した条件を備えている。

この構造坑道の地質は比較的低角度の層理を示す手取層の砂岩・頁岩・礫岩が、2,600m地点付近まで連続した後、不整合面で境されて飛騨片麻岩類が現れる。坑道内の水量は比較的豊富で、1,000m地点付近の側溝で2,550 l/minの流水量が観測されている。

#### 8.4 微小地震

1990年1月-12月の合計7点の京都大学防災研究所および名古屋大学の地震観測結果によれば、本地域の地震活動は、跡津川断層に沿った地域および飛騨山脈下で活発である。特に跡津川断層沿いでは、東北東-西南西方向の線状配列が見られるが、活動は一様ではなく、断層の両端で活発であるのに対し、高原川流域の断層中央部では低調である。跡津川断層の北方を走る牛首断層は本期間では活動度が低い。

茂住祐延断層は本断層東端部の跡津川断層に接近した部分では地震活動は活発である。また、長棟地域構造坑道の東方および西方にも地震が発生しており、本断層が活断層であることを示唆している。しかし、茂住鉦山付近では地震活動は低調である。この原因としては、合計7点の地震観測点は、広域の地震活動を把握するよう設置されているため、局所的な微小地震活動を捕捉できていない可能性がある。

一方、茂住鉦山付近の地震活動が事実低調であるならば、本地域の力学的・地震学的環境は、①いわゆる「施錠部」(locked zone)に相当する、②クリープ運動を発生している、③低応力場にある、の3つが考えられる。

#### 8.5 茂住祐延断層

以上のように、本調査により、来期以降精査が必要となる茂住祐延断層について次のことが明かとなった。

- (1) 跡津川・牛首断層などの大活断層を含む跡津川活断層系の中にあって、茂住祐延断層は南落ち、右ずれ0.2~0.7km以上の活断層と認定されている。
- (2) 茂住祐延断層の中央部付近は東部に比べて地震活動が低調で、これは①観測網に捕捉できない微小地震活動がある、②施錠部に相当する、③クリープ運動を発生している、④低応力場にある、の可能性が考えられる。

- (3) 本調査地域内に位置する神岡鉦山茂住坑内の延長約4,800mにわたる長棟地域構造坑道は、茂住祐延断層にほぼ平行に300～600m離れて開削されており、坑道の保全状況は良好である。日本全国の既設坑道の中でこのように活断層の近くに位置しているものは他にはなく、活断層の観測には最も適した条件を備えているといえる。

## 9. 活断層の挙動調査研究計画の提案

### 9.1 緒言

近年の地震研究の進歩により、大地震発生の統計的予知が可能となりつつあり、大地震が何時発生するかについての研究が鋭意なされている。しかし今日まだ信頼性の高い手法が開発されるには至っていない。そこで、1つの可能性として、地震を誘起する力の直接監視、即ち、造山水平応力の蓄積と発散を時空間の1つの関数として捉えることにより、活断層の挙動を予知し得ることが考えられる。

ところが、活断層近傍の地中でその挙動を監視出来る条件を満たしている箇所は極めて限られている。日本全国の既設坑道で活断層の周辺に位置しているものは、神岡鉱山茂住坑長棟地域構造坑道の他にない。本坑道は、跡津川活断層系に属する茂住祐延断層とほぼ平行に約300~600m離れて開削されており、計測条件を満たしている。したがって、活断層の挙動を応力の異常蓄積と発散の視点で解析するために、本坑道で水平応力の原位置測定を具体的に行うための調査、計画を以下に提案する。

### 9.2 調査計画

調査は、大きく分けて4段階の過程を踏む。

#### (1) 第1段階

第1段階は、長棟地域構造坑道内外において、茂住祐延断層の所在および性状等の確認を行い、同断層の応力蓄積状況を把握することにより同断層の施錠部を抽出する。

#### (2) 第2段階

第2段階は、第1段階において解析された施錠部、すなわち応力蓄積箇所に対する第3段階の精密計測のための坑道の開削作業段階である。

#### (3) 第3段階

第3段階は、本調査研究の眼目である新設された計測坑道における精密計測データ取得段階である。

#### (4) 第4段階

第4段階は、本研究の集大成となる諸データの定量解析を行う。

以下各段階の調査内容につき詳述する。

## 9.2.1 第1段階 - 茂住祐延断層の施錠部の捕捉 -

### (1) 地表調査による断層の位置・性状の確認調査

#### ① 地質精査

地表調査により茂住祐延断層およびこれに由来する裂罅系の性状(走向・傾斜・充填物・変質・規模等)を明らかにするために10km×2kmの範囲を踏査する。

#### ② 放射能探査

地表精査により推定された断層通過地点に対し通過地点を確定するために、マンボーン・ $\gamma$ 線核種分析法による放射能探査を、10測線、合計1,000m実施する。

#### ③ 土壌 $H_2$ ガス調査

活断層においては、土壌ガス中の $H_2$ 濃度が高まることが知られており、活断層であることを確認するために5測線計500mを実施する。

#### ④ 微小地震観測

茂住祐延断層の応力解放に伴う微小地震観測のための観測網を設置し(図9.2.1)、電話回線伝送システム(図9.2.2)により得られた観測データを観測本部へ転送する。データ収録は、トリガー方式とし地震発生時のみA/D変換されたデータを磁気テープに収録する。刻時は収録装置に内蔵された水晶時計により行い、JJYの信号により校正し観測点間の照合を行う。

### (2) 長棟坑道における応力分布調査

#### ① 坑内ボーリング

応力測定基地作成のため長棟地域構造坑道に400m間隔で試錐座を設け(図9.2.4)、各50mの垂直孔を10本合計500m掘削する(工期約1年)。

#### ② ボーリングコア鑑定

前記にて得られたボーリングコアの岩質・裂罅系把握のためのコア鑑定を行う。さらに茂住祐延断層近辺に存在する既存孔3本につき約2,000mを新設孔と同一基準で再鑑定し、地表から長棟地域構造坑道準までの裂罅頻度の変化(B-3孔、約1,000m)、長棟地域構造坑道より茂住祐延断層への断裂密度の変化(B-4孔700m、B-7孔364m)を調べる。

#### ③ ボーリングコアの物性試験

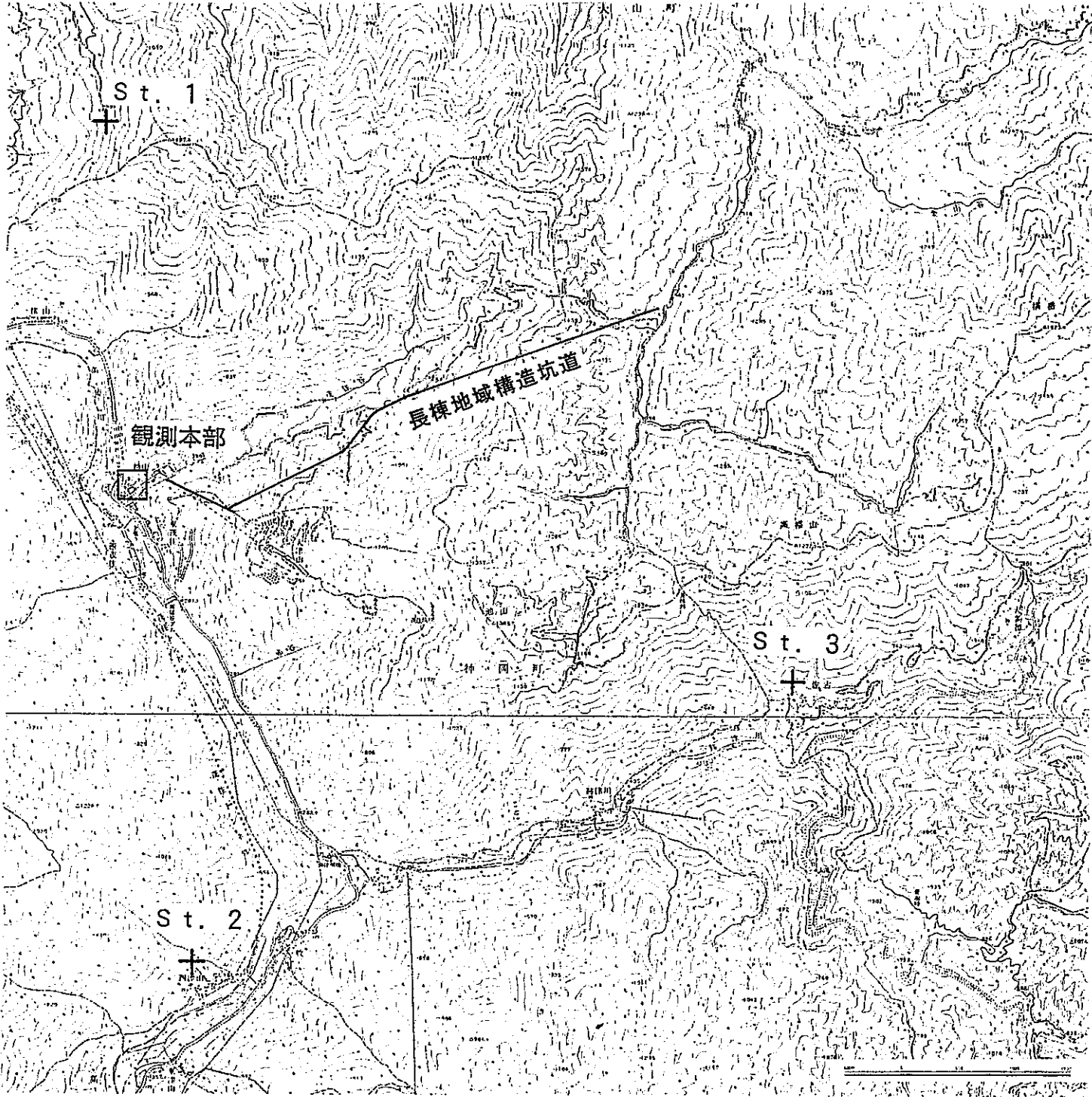


図9.2.1 微小地震観測点配置図(案)

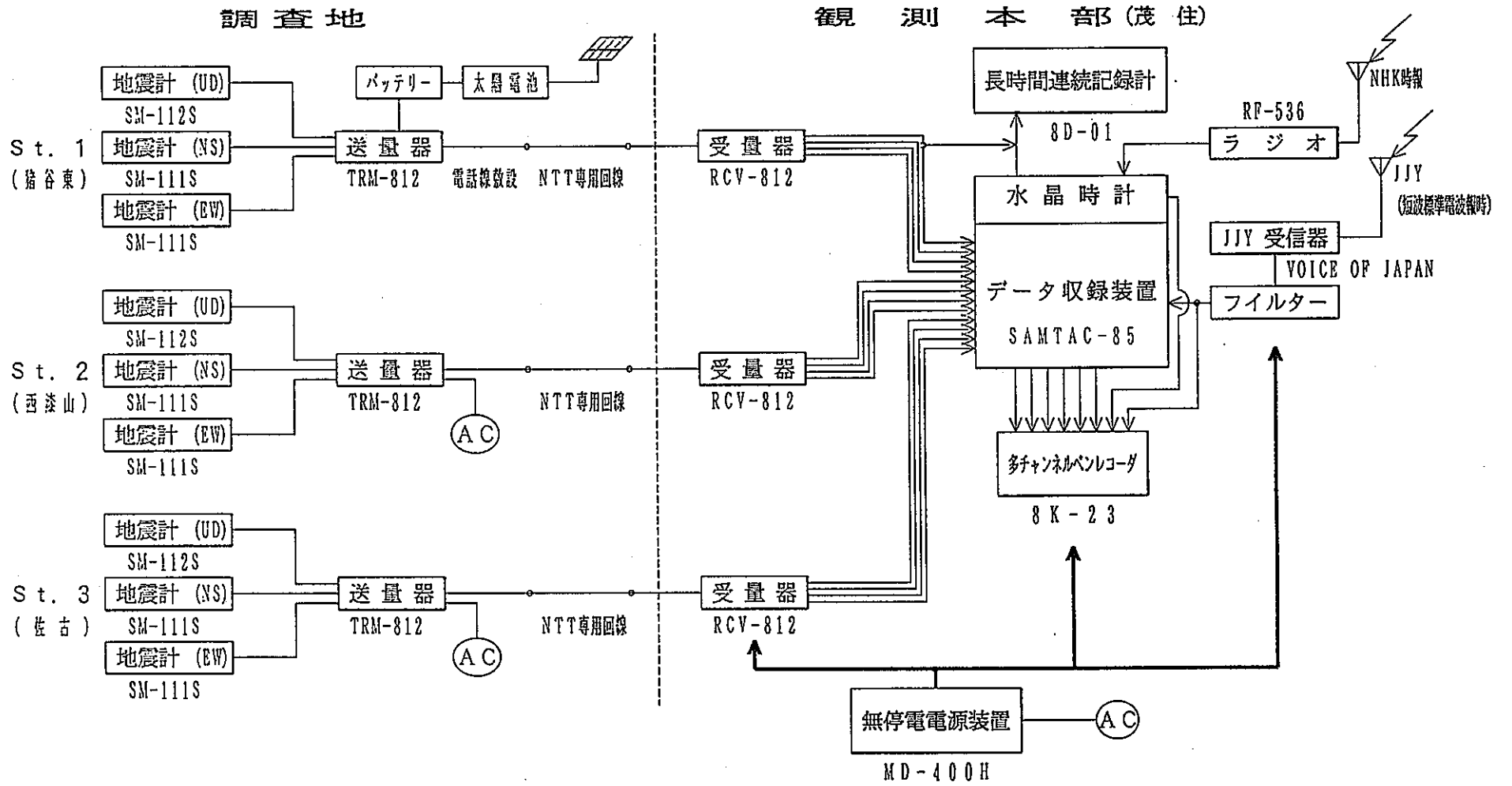


図9.2.2 微小地震観測伝送システム構成図

得られたボーリングコアから約25m間隔(2試料/孔)で試料採取し各種物性値を合計20試料、実験室で測定する。

④ ボーリング孔のボアホールカメラ観察

新設ボーリングコアの肉眼観察により得られた裂隙の走向、傾斜を求め裂隙系の立体構造を明らかにする。

⑤ 原位置物性試験

新設ボーリング孔で10m間隔にて合計50ヶ所の原位置物性試験を行う。

⑥ 水平応力測定

新設ボーリング孔で10m間隔にて合計50ヶ所の2面破碎法による水平応力の計測を実施する。計測は2ヶ月に1回約2年間にわたり実施することにより水平応力の時系列的変化を解析し、茂住祐延断層の応力蓄積状況を把握し、施錠部の抽出を試みる。図9.2.3に本法による断層施錠部の抽出例(仮想)を示す(2面破碎法選定理由は巻末資料参照)。

⑦ AE測定

応力測定の一環として、定方位岩石試料を各試錐座地点で採取し、実験室にてAE(Acoustic Emission; 岩石の破壊にともなう音波放出)測定を行い長棟地域構造坑道における応力分布を把握する。断層の動きに伴い発生するAEを原位置で連続測定する。

⑧ 内空変位

茂住祐延断層の応力解放に伴う地盤変位の把握の一環として、長棟地域構造坑道内の内空変位測定を各2ヶ月毎に実施し、坑道の内空変位の経時変化をとらえる。

⑨ 地下水位変位：新設ボーリング孔を用い地下水位測定を各2ヶ月毎に実施し、地下水位の経時変化をとらえる。

## 9.2.2 第2段階 -計測坑道開削-

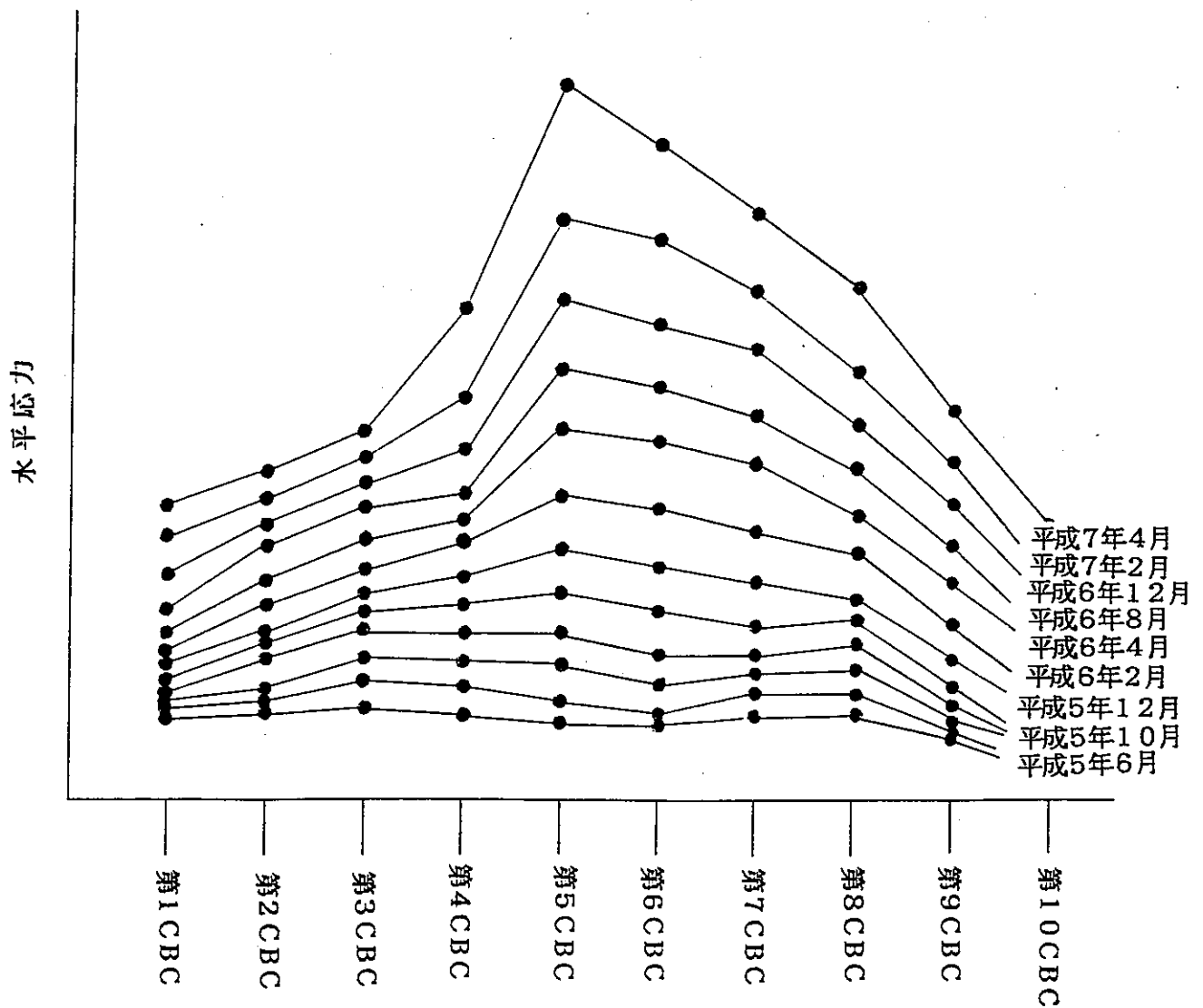
① 既存坑道の拡幅

第1段階調査により施錠部が抽出されれば(図9.2.3)、その中心部にて茂住祐延断層に直角となる分岐点までをトラックレス工法用で既設坑道を拡幅する(工期約1年)(図9.2.4)。

② 計測坑道開削

計測坑道は、茂住祐延断層と直交する方向に、かつこの断層を挟んで対称的に、上





第1段階における水平応力計測結果の時系列的変化の仮想例  
この図の場合、第5CBC付近が最も造山水平応力の蓄積傾向が大きい。  
すなわち、施錠部である可能性が高い。

図9.2.3 水平応力測定による断層施錠部抽出の仮想例

下盤に各々1,000m合計2,000m開削する(工期約2年)。

③ 計測坑道調査

坑道開削の進捗に合わせ精密地質調査を実施する。

④ 第1段階の連続観測事項の継続

計測坑道開削中も以下の事項のみ定期観測を継続する。

ア. 水平応力測定

イ. 地下水位測定

ウ. 微小地震観測

9.2.3 第3段階 -計測坑道での精密計測-

① 計測ボーリング孔掘削

茂住祐延断層地点にて10mの短尺垂直ボーリングを1孔と本断層の上下盤に各々200m間隔にて試錐座を設け、各試錐座にて100m長の垂直ボーリングを実施する(総掘削長1,010m;工期約1年)。

② ボーリングコアの肉眼鑑定

第1段階のコア鑑定と同一基準にてコアの観察記載を行う(総鑑定長1,010m)。

③ ボーリングコアの物性試験

得られたボーリングコアにつき約25m間隔でサンプリングし第1段階にて行ったと同様の各種物性試験を実験室にて合計40試料実施する。

④ ボーリング孔のボアホールカメラ観察

コア鑑定により捕捉された裂隙の走向・傾斜を定め裂隙系の立体構造を明らかとする(総観察長1,010m)。

⑤ 原位置物性試験

各孔10m毎に第1段階にて行ったと同様の原位置物性試験を合計101ヶ所にて実施する。

⑥ 水平応力測定

計測ボーリング孔で20m間隔にて合計50ヶ所の2面破碎法による水平応力測定を実施する。計測は2ヶ月毎に1回とし約2ヶ年にわたり継続実施する。第1段階に設置した観測孔についても2ヶ月に1回の頻度で引き続き計測実施する。

⑦ AE測定

応力測定の一環として、定方位岩石試料を各試錐座地点で採取し、実験室にてAE測定を行い長棟坑道における応力分布を把握する。断層の動きに伴い発生するAEを原位置で連続測定する。

⑧ 内空変位

茂住祐延断層の応力解放に伴う地盤変位の経時変化を把握するため内空変位測定を、断層をはさんだ2ヶ所で2ヶ月に1回測定する。

⑨ 断層ガス観測

断層の活動に伴い変動するとされる断層ガス(H₂ガスおよびラドンガス)を茂住祐延断層上で定期的(1～2週間に1回)に測定する。

⑩ ESR法測定

茂住祐延断層の活動時期および伝播状況を明らかとするために断層本体およびその派生断層の断層ガウジから石英粒子を抽出しESR法による年代測定を行う。

⑪ 坑内湧水水質試験

茂住祐延断層およびその派生断層近辺で湧出する水の水質試験を定期的(1～2週間に1回)に実施する。

⑫ 地下水位測定

第1段階調査のボーリング孔に加え計測ボーリング孔についても2ヶ月に1回の水位測定を行う。

⑬ 微小地震観測

坑外に設置した微小地震観測網を利用し連続観測を継続する。

#### 9.2.4 第4段階 -活断層の活動機構の解析-

茂住祐延断層を定量的に表現できるコンピュータモデルを作成し、造山水平応力の蓄積と突然の発散の状況を、現地での時空間的監視結果を照合しながら、シミュレーションする。これらの解析を通して、1)活断層の活動機構を明らかにし、2)活断層周囲の地盤への影響を検討し、3)活断層の大規模地下構造物へ与える影響を予測することを目的とする。本研究を通して、地震発生機構の一端を垣間見る事も可能と考えられ、比較的信頼性の高い地震発生予知の研究にも寄与できると確信する。

なお、将来的には本調査により得られる知見に基づいて、茂住祐延断層近傍にて大規模地下構造物を具体的に設計・構築し、構造物に対する活断層の挙動の監視による活断層の

活動機構を検証する必要もあろう。

以上の調査を表9.2.1の調査計画(案)一覧表にまとめる。また図9.2.4に坑道・ボーリング調査計画(案)を示す。

表9.2.1 調査計画（案）一覧表

調査過程	調査名	備考
第1段階 (約3年)	地表地質精査	20km ² , 10km×2km
	放射能探査	マンボーンγ線核種分析法, 断層位置確定
	土壌H ₂ ガス調査	断層の活動性確認, 断層を横切る測線上
	微小地震観測	微小地震観測網・電話回線電送システム設置
	試錐座作成	10ヶ所
	坑内ボーリング	500m 50m×10孔程度
	新コア鑑定	上記ボーリングのコア鑑定
	既存コア鑑定	約2,000m 2~3本
	コア物性室内試験	見掛比重・1軸圧縮試験等
	ボアホールカメラ観察	新ボーリング孔内の観察
	孔内原位置物性試験	各種検層試験
	孔内水平応力測定	2面破砕法
	A E測定	実験室内・原位置
内空変位測定	断層活動と地盤変位の経時変化との関係把握	
孔内地下水位観測	断層活動と地下水位の経時変化との関係把握	
第2段階 (約3年)	既設坑道拡幅	断層施錠部への坑道分岐点まで既存坑道拡幅
	計測坑道開削	断層に直交し断層施錠部を通る坑道の開削
	計測坑道地質調査	詳細地質スケッチ
	水平応力測定	第1段階の連続観測の継続
	地下水位観測	第1段階の連続観測の継続
	微小地震観測	第1段階の連続観測の継続
第3段階 (約3年)	試錐座作成	11ヶ所
	ボーリング	1,010m (10m×10孔)+10m
	新コア鑑定	上記ボーリングのコア鑑定
	コア物性室内試験	見掛比重・1軸圧縮試験等
	ボアホールカメラ観察	ボーリング孔内の観察
	孔内原位置物性試験	各種検層試験
	孔内水平応力測定	2面破砕法
	A E測定	実験室内・原位置
	内空変位測定	断層を挟んだ2ヶ所で地盤変位の経時変化把握
	断層ガス(H ₂ , Rn)観測	断層活動の捕捉
	E S R法年代測定	断層活動時期の把握
	坑内湧水水質調査	水質と断層活動の関係把握
	孔内地下水位観測	断層活動と地下水位の経時変化との関係把握
微小地震観測	第1・2段階の連続観測の継続	
第4段階 (約1年)	データ整理	入力値設定、プログラム作成
	数値解析	モデル作成、解析・評価

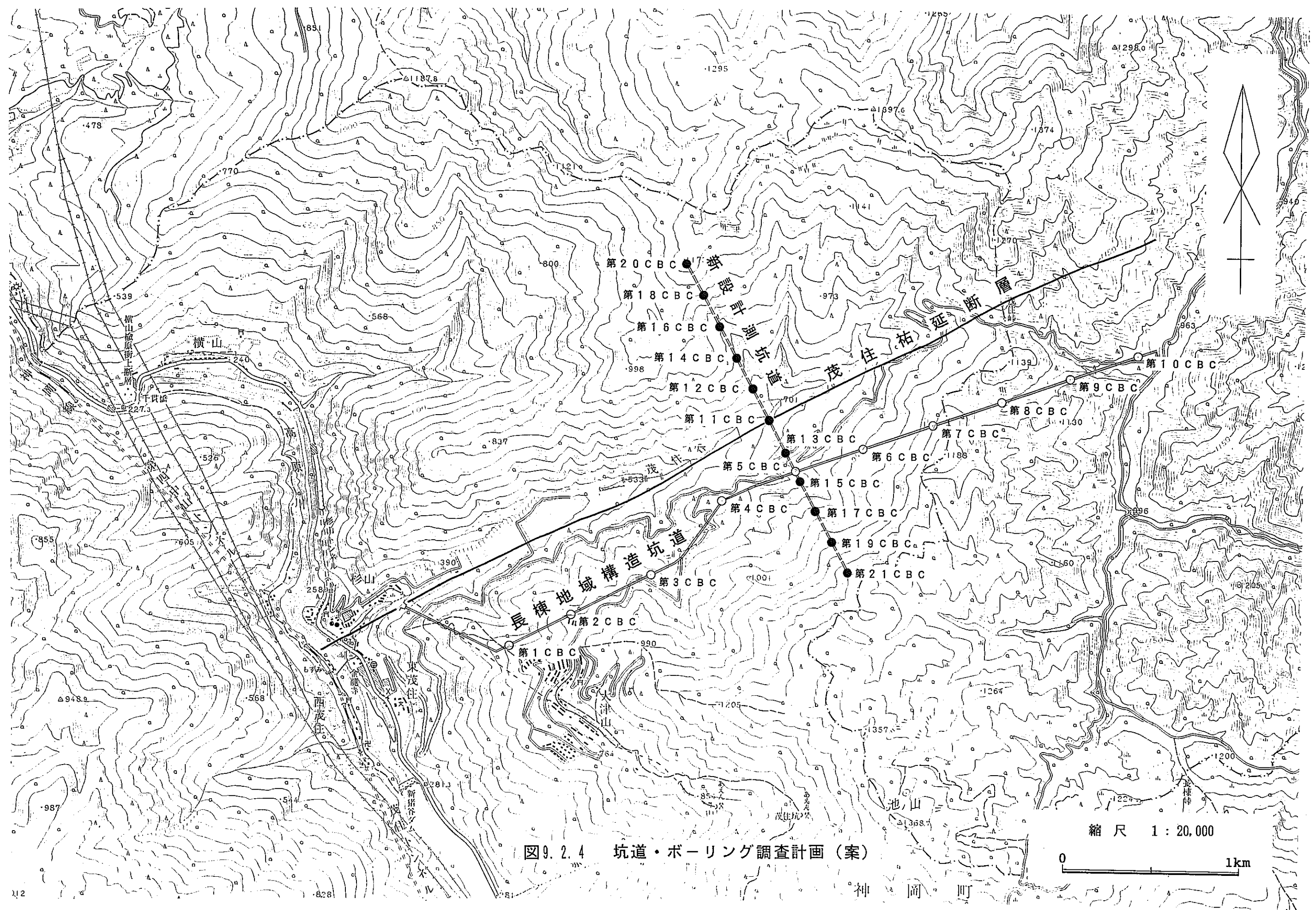


図9.2.4 坑道・ボーリング調査計画(案)

縮尺 1 : 20,000

0 1km

## 参考文献

- 秋山伸一, 飛驒帯の地質構造と神岡型鉾床群の鉾化について—神岡鉾山の地質鉾床に関する広域的研究(その1)—: 鉾山地質, vol. 30, p. 345-352 (1990)
- 跡津川断層発掘調査団, 跡津川断層におけるトレンチ掘削調査(速報): 月刊地球, vol. 5, p. 335-340 (1983)
- 跡津川断層発掘調査団・岡田篤正・竹内 章・佃 為成・池田安隆・渡辺満久・平野信一・升本真二・竹花康夫・奥村晃史・神嶋(竹村)利夫・小林武彦・安藤雅孝, 岐阜県宮川村野首における跡津川断層のトレンチ発掘調査: 地学雑誌, vol. 98, p. 440-463 (1989)
- 原山 智・竹内 誠・中野 俊・佐藤岱生・滝沢文教, 槍ヶ岳地域の地質: 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 190p. (1991)
- 磯見 博・野沢 保, 5万分の1地質図幅「船津」および同説明書: 地質調査所, 43p. (1957)
- 金折裕司・矢入憲二・川上紳一・竹下 徹, 中部日本における断層運動による花崗岩貫入テクトニクス: 地震, 第2輯, vol. 43, p. 77-90 (1990)
- 加納 隆, 飛驒帯の花崗岩質岩類: 鉾山地質, vol. 40, p. 397-413 (1990)
- 活断層研究会編, 高山・金沢: 日本の活断層—分布図と資料, 東京大学出版会, 東京, p. 182-185, p. 204-206 (1980)
- 活断層研究会編, 高山・金沢: [新編] 日本の活断層—分布図と資料, 東京大学出版会, 東京, p. 216-221, p. 242-245 (1991)
- 河合正虎・野沢 保, 5万分の1地質図幅「東茂住」および同説明書: 地質調査所, 76p. (1958)
- 金属鉾業事業団, 昭和52年度精密調査報告書 長棟地域: 53p. (1978)
- 金属鉾業事業団, 昭和53年度精密調査報告書 長棟地域: 51p. (1979)
- 金属鉾業事業団, 昭和54年度精密調査報告書 長棟地域: 130p. (1980)
- 金属鉾業事業団, 昭和55年度精密調査報告書 長棟地域: 59p. (1981)
- 金属鉾業事業団, 昭和56年度精密調査報告書 長棟地域: 40p. (1982)
- 金属鉾業事業団, 昭和57年度精密調査報告書 長棟地域: 36p. (1983)
- 金属鉾業事業団, 昭和58年度精密調査報告書 長棟地域: 57p. (1984)

- 金属鉱業事業団, 昭和59年度精密調査報告書 長棟地域 : 52p. (1985)
- 河野芳輝・加藤純子, 中部地方北部における重力異常と地形, 活断層, 地震活動 : 月刊地球, vol. 5, p. 388-393 (1983)
- 河野芳輝・岡田篤正・佃 為成, 概説 : 跡津川断層 : 月刊地球, vol. 5, p. 320-325 (1983)
- 河野芳輝・日比 猛・久保昌之・角南基亮・道上 収・渋谷恭二・古瀬慶博・鈴木敬二郎, 中部日本北部の重力異常(1) : 地震, 第2輯, vol. 35, p. 539-545 (1983)
- 京都大学防災研究所地震予知研究センター, 飛騨地方周辺の最近の地震活動 : 地震予知連絡会報, vol. 45, p. 395-400 (1991a)
- 京都大学防災研究所地震予知研究センター, 飛騨地方周辺の最近の地震活動 : 地震予知連絡会報, vol. 46, p. 322-329 (1991b)
- 松田時彦, 跡津川断層の横ずれ変位 : 地震研究所彙報, vol. 44, p. 1179-1212 (1966)
- 三雲 健, 研究の回顧と展望 : 月刊地球, 号外, no. 4, p. 197-227 (1992)
- 三雲 健・和田博夫, 跡津川断層と地震活動 : 月刊地球, vol. 5, p. 325-334 (1983)
- Mikumo, T., Wada, H. and Koizumi, M., Seismotectonics of the Hida region, central Honshuu, Japan : Tectonophysics, vol. 147, p. 95-119 (1988)
- 村田 析, 跡津の大断層 : 地質学雑誌, vol. 21, p. 206-208 (1912)
- 野沢 保, 跡津川断層—最近の話題から : 地質ニュース, no. 283, p. 28-36 (1978)
- 野沢 保・坂本 亨, 5万分の1地質図幅「五百石」および同説明書 : 地質調査所, 68p. (1960)
- 野沢 保・河田清雄・河合正虎, 飛騨古川地域の地質 : 地域地質研究報告(5万分の1図幅), 地質調査所, 79p. (1975)
- 野沢 保・坂本 亨・加納 隆・稲月恒夫, 白木峰地域の地質 : 地域地質研究報告(5万分の1図幅), 地質調査所, 85p. (1981)
- 岡田篤正・熊木洋太, 宮川の段丘と跡津川断層の変位 : 月刊地球, vol. 5, p. 411-416 (1983)
- 大久保義弘・古瀬慶博・河野芳輝, 跡津川断層周辺の重力異常と地殻構造 : 月刊地球, vol. 5, p. 425-430 (1983)
- 大久保義弘・古瀬慶博・河野芳輝, 跡津川断層周辺のブーゲ異常と地殻構造 : 地震, 第2輯, vol. 41, p. 97-102 (1983)
- 酒井英男・広岡公夫, 古地磁気・岩石磁気からみた断層運動 : 月刊地球, vol. 5, p. 395-



399 (1983)

坂本 亨・野沢 保, 5万分の1地質図幅「八尾」および同説明書: 地質調査所, 69p.

(1960)

佐竹 洋・林 美光, 跡津川断層, 牛首断層における断層ガスの連続観測—炭酸ガス, 水素について: 月刊地球, vol. 5, p. 355-372 (1983)

柴田 賢・内海 茂, K-Ar年代測定結果—4—地質調査所未公表資料—: 地質調査所月報, vol. 43, p. 359-367 (1992)

相馬恒雄・秋山伸一, 飛驒変成帯中央部の地質構造と岩石の分布について: 地質学雑誌, vol. 90, p. 609-628 (1984)

杉崎隆一, 活断層と地殻のガス情報: 応用地質, vol. 30, p. 213-224 (1989)

Sugisaki, R. Ido, M., Takeda, H., Isobe, Y., Hayashi, Y., Nakamura, N., Satake, H. and Mizutani, Y., Origin of hydrogen and carbon dioxide in fault gases and its relation to fault activity: Jour. Geol., vol. 91, p. 239-258 (1983)

杉崎隆一・井戸正彦・武田 浩・磯部由美子・佐竹 洋・林 美光・中村則明・水谷義彦, 活断層より放出されるガス(1)炭酸ガスについて—断層ガスの化学的特徴と断層活動—: 地震, 第2輯, vol. 37, p. 45-54 (1984a)

杉崎隆一・井戸正彦・武田 浩・磯部由美子・佐竹 洋・林 美光・中村則明・水谷義彦, 活断層より放出されるガス(2)水素について—断層ガスの化学的特徴と断層活動—: 地震, 第2輯, vol. 37, p. 55-65 (1984b)

竹村利夫, 富山県の活断層: 月刊地球, vol. 5, p. 431-435 (1983)

竹村利夫・藤井昭二, 飛驒山地北縁部の活断層群: 第四紀研究, vol. 22, p. 297-312 (1984)

竹内 章, 跡津川断層のルーツ: 月刊地球, vol. 5, p. 373-377 (1983)

竹内 章・酒井英男(1985) 跡津川断層における最近の活動イベント—古地磁気学的手法による断層の年代測定—: 活断層研究, no. 1, p. 67-74 (1985)

竹内 章・和田博夫・三雲 健・神嶋利夫・中村俊夫・酒井英男, 跡津川断層縦走: 日本地質学会第97年学術大会(富山)見学旅行案内書, p. 85-110 (1990)

田中和広, 電子スピン共鳴(ESR)年代測定法による断層の活動時期の検討—跡津川断層における予備的検討—: 電力中央研究所, 研究報告385021, 32p. (1986)

- 田中和広・金折祐司・宮越勝義, 電子スピン共鳴測定法による跡津川断層の活動年代測定  
の試み(その2): 月刊地球, vol. 6, p. 253-257 (1984)
- 田中和広・金折祐司・宮越勝義・池谷元伺・三木俊克, 電子スピン共鳴測定法による跡津  
川断層の活動年代測定の試み: 月刊地球, vol. 3, p. 505-509 (1981)
- 東郷正美・岡田篤正, 断層変位地形からみた跡津川断層: 月刊地球, vol. 5, p. 359-365  
(1983)
- 佃 為成, 跡津川断層の微小地震: 月刊地球, vol. 5, p. 417-425 (1983)
- 通商産業省, 昭和44年度広域調査報告書 長棟地域: 16p. (1970)
- 通商産業省, 昭和45年度広域調査報告書 長棟地域: 35p. (1971)
- 通商産業省, 昭和46年度広域調査報告書 長棟地域: 25p. (1972)
- 通商産業省, 昭和47年度広域調査報告書 長棟地域: 13p. (1973)
- 通商産業省資源エネルギー庁, 昭和52年度広域調査報告書 飛驒地域: 104p. (1978)
- 宇井啓高・林 美光, 断層ガスの継続観測: 月刊地球, vol. 5, p. 346-351. (1983)
- 和田博夫, 跡津川断層付近における微小地震活動 第2報: 地震, 第2輯, vol. 28, p. 113-  
124 (1975)
- 和田博夫・岸本北方, 跡津川断層付近における微小地震活動 第1報: 地震, 第2輯, vol.  
27, p. 1-9 (1974)
- 渡辺邦彦, 微小地震活動とその周辺: 月刊地球, vol. 5, p. 404-410 (1983)
- 山田淳夫・竹内 章, 跡津川断層東端の断層露頭: 月刊地球, vol. 5, p. 399-403 (1983)
- Yamada, K. and Yamano, H., Find of Permian fossils from the Moribu Formation,  
Hida mountains, central Japan: Sci. Rep. Kanazawa Univ., ser. 2,  
vol. 25, p. 53-65 (1980)
- 山田直利・足立 守・梶田澄雄・原山 智・山崎晴雄・豊 遥秋, 高山地域の地質: 地域  
地質研究報告(5万分の1図幅), 地質調査所, 111p. (1985)
- 山田直利・野沢 保・原山 智・滝沢文教・加藤禎一・広島俊男・駒沢正夫, 20万分の1  
地質図幅「高山」: 地質調査所 (1988)

# 活断層に関する調査研究(I)

## 別冊 付帯資料

(動力炉・核燃料開発事業団 委託研究成果報告書)



1992年6月

神岡鉱業株式会社

この資料は、動燃事業団の開発業務を進めるため、特に限られた関係者だけに開示するものです。ついては、複製、転載、引用等を行わないよう、また第三者への開示又は内容遺漏がないよう管理して下さい。また今回の開示目的以外のことには使用しないよう特に注意して下さい。

本資料についての問い合わせは下記に願います。

〒 107 東京都港区赤坂 1-9-13

動力炉・核燃料開発事業団

技術協力部 技術管理室

## 2 面破碎法選定理由

I. 造山応力の測定法

II. 地中応力場理論の提案

## I . 造山応力の測定法

現在一般に行われている地山応力測定法は、2面破砕法、水圧破砕法、応力解放法、A E法等がある。これらの方法の原理、特徴については、次頁の表A-2に示す通りである。

茂住鉾山坑内における大型陽子崩壊実験の建設に際し、昭和62年11月に上述の4法による計測が建設予定位置周辺で実施されている。表A-1にその結果を示す。

表A-1 各種の方法による初期地圧測定結果

項目	2面破砕法	水圧破砕法	応力解放法		A E法
			球状歪法	多軸歪法	
最大主応力	183kg/cm ² N30° E 52° S	96kg/cm ² N32° E 43° S	367kg/cm ² N25° E 52° S	291kg/cm ² N22° E 54° S	290kg/cm ²
中間主応力	133kg/cm ² N130° E 8° N	96kg/cm ² N155° E 31° N	99kg/cm ² N234° E 34° N	139kg/cm ² N121° E 6° N	
最小主応力	112kg/cm ² N226° E 37° N	48kg/cm ² N267° E 32° N	24kg/cm ² N134° E 14° N	291kg/cm ² N215° E 35° N	49kg/cm ²

(注) 上段 応力値

中段 応力の方位 (北から時計回り)

下段 応力の傾斜 (水平からの傾き、方位は落とし側)

この結果によると、2面破砕法および水圧破砕法による最大主応力の値は、応力解放法に比べ小さい。しかし最大主応力の方向・傾斜は、どの方法も類似している。球状歪法では、最大・最小の比が極めて大きく出ており、またその中間・最小の位置が他の方法と逆になっていることが目につく。結果を総括すると、2面破砕法と水圧破砕法の結果及び球状歪法と多軸歪法の結果が各々比較的似通っている。これは、各グループの原理が同じであることに起因していると思われる。

ここに示す一連の測定法について、同一地点での水平応力の系時変化を監視することを主目的として検討する。まず、応力解放法は計測毎にオーバーコアリングを必要とし、厳密には同一箇所での再計測が不可能であり、今回の測定条件に合致しない。更にオーバー

表 A - 2 主な地圧測定方法

名称	方法・特徴	留意事項	名称	方法・特徴	留意事項
1. 2面破碎	(原理) チューブによってボーリング孔内を加圧し微小亀裂を発生させ、加圧力と微小亀裂の開口情況より地圧を求める。 (特徴) ①操作が簡便、安価であるため多くの測定データに基づく高精度の地圧解析が可能。 ②計測をリアルタイムでチェック可能。 ③坑道からの距離がある程度大でも測定可。 ④三次元の地圧を求めるには方向の異なる3本のボーリング孔が必要 ⑤縦亀裂のみ発生させるため、横圧力の計測の精度が高い。 ⑥くり返し測定が、簡便に高精度で実施可能。	①ボーリング孔内載荷油圧は700kg/cm ² まで加圧可能で、被りが相当厚くても対応可能。 ②ボーリング孔径 φ76	(2) 多軸歪	(原理) ボーリング孔(φ56)内に、一軸歪計を組み合わせた計器をセメントミルクで埋設し、外周をOCして解放歪を求める。 地圧の算出方法は(1)とほぼ同様。 (特徴) (1)とほぼ同様(①, ②)	(1)と同様(①, ②, ③) ④計器をセメントミルクで埋設するため、養生期間(7日~10日)を必要とする。 ⑤ボーリング孔径 φ56, φ216
			(3) ボアホールゲージ	(原理) ボーリング孔に孔径の変位から歪を求めるような仕組みになっている計器を挿入し、外周をOCし、解放歪を求める。 地圧は解放歪とOCコアの較正試験結果から算出。 (特徴) ①(1)と同様。③計器の転用が可能。 ②1本のボーリング孔では二次元の地圧であるため、三次元地圧を求めるためには方向の異なる3本程度のボーリング孔が必要。	① } (1)と同様 ② } ③ } ④ボーリング孔径 φ50, φ167 ⑤ゲージの測定誤差2μm →応力誤差20kg/cm ²
2. 水圧破碎	(原理) ボーリング孔の一部の区間を水圧により加圧し亀裂を生成させる。複数の亀裂に対し、その方向と開口・閉合するときの圧力を計測し、地圧を求める。 (特徴) ①OCの必要なく原理的には2面破碎と類似。 ②高水圧が外部に洩れるため、液体の粘性・流量等の影響を受ける。 ③くり返し測定の場合、水流の亀裂への浸蝕で精度が落ちる恐れがある。 ④横亀裂が発生することもある。	①被りが厚く(1000m)、高い応力下での測定になるため、亀裂の発生に要する水圧も高くなりそれに応じた水圧系の耐圧、ポンプの高出力が必要。 ②ボーリング孔径 φ76	(4) 孔底歪	(原理) ボーリング孔(φ56)の先端底面を研磨し、モールドゲージを接着し、外周をOCして解放歪を求める。地圧は室内岩石試験から得られたE、νを用いて算出。 (特徴) ①OCボーリングの必要がある。 ②1本のボーリングでは二次元の地圧であるため、三次元の地圧を求めるためには方向の異なる3本程度のボーリングが必要。	① } (1)と同様 ② } ③ } ④ボーリング孔径 φ76, φ176
			(4) AE	(原理) カイザー効果を利用し、その材料の過去の応力履歴から地圧を推定する。 (特徴) ①ボーリングコアを加工し、室内で測定できる ②必ずしも現在の地圧を表しているとは限らない。 ③ボーリング及びコアの加工過程において測定すべき地圧の方向を考慮する必要がある。 ④一般に精度が低いと言われている。 ⑤地圧の方向性が不明である。	①ボーリング孔径 φ56
3. 応力解放 (1) 球状歪	(原理) ボーリング孔(φ76)底面を半球状に研磨し、球状歪計を接着し、外周をオーバーコアリング(OC)し、解放歪を求める。 地圧は解放歪と室内較正試験から得られるE、νを用いて算出する。 (特徴) ①大孔径(φ176~216)のボーリングをする必要がある。 ②1本のボーリングでも三次元の地圧を求めることができるが、本数を増した方が結果の信頼性は増す。 ③同地点でのくり返し測定が不可能である。	①高い応力下でも測定可能。 ②OCを実施するため、時間と費用がかかる。 ③既存の測定事例によれば岩質が堅硬であるため長尺のOCボーリングには難しさが伴う。 ④ボーリング孔径 φ76, φ176			

コアリングの掘削能力から孔口からの計測深度も高々20m程度である。

AE法による地圧測定は、原位置から得られた試料を供試体に整形し室内試験で再載荷を行いAE発生率を測定し、カイザー効果により地圧を推定する方法であり、この方法も厳密には同一地点での再計測は不可能であり、今回の測定条件を満たさない。が、計測は比較的低廉かつ簡便である。

経時変化を計測えし得る測定方法は、残された2面破碎法と水圧破碎法の2法となる。

これらの2測定法について、比較検討する。

①水圧破碎法は、周囲の最も弱い地圧の方向に対し鉛直に発生する。従って、深度が浅い場合被り圧が最小応力を示す場合破碎面が水平のいわゆる「ヨコ亀裂」となり、水平応力が捕捉されないことがある。これに対し、2面破碎法は、水平亀裂の発生は不可能であり、常にいわゆる「タテ亀裂」が発生するので、水平応力を直接測定できる。

②水圧破碎法は、パッカーで密閉状にした孔内部に高圧水を直接、強制圧入するので、水の粘性、浸透圧、流量、注入速度、計測部の岩盤の透水性等の影響を受ける。更に、数年間に及んで何回も同じ亀裂を繰り返して計測する場合、パッカーからの漏水、高圧水の流入による亀裂の浸食、塵の亀裂への混入等により測定値の精度が落ちる可能性がある。他方、2面破碎法は亀裂面には直接流体を注入しないので、発生亀裂も水圧破碎に比べ極めて微小なため、これらの問題を完全に避けることができる。

③2面破碎法では、計測しながらリアルタイムで圧力-変形曲線をロガーのモニター画面で確認できるので、計測精度をチェックしながら測定できる。また計測機器はコンパクトで計測準備作業が簡便で、図A-1~4に示す通り水平応力を色々な深度で連続的に容易に測定できる。

従って長期に及ぶ水平応力の時系列的変化の監視には、2面破碎法が最適であると考えられる。次にこの2面破碎法について詳述する。

2面破碎の原理による孔内載荷式応力測定法での、地中深部の応力の連続計測は、水圧破碎法と同じ様にボーリング孔の周囲に生じる亀裂を利用するものである。しかし、水圧破碎法との相似性は最初の亀裂が発生する時点までで、2面破碎法では高圧化された流体は、



水圧破碎法のように亀裂内に多量に流出することなく、プラスチック製の载荷チューブ内に完全に密封されている。従って、図A-5に示すように最初の亀裂が発生した後も流体の連続昇圧が可能で、最初の亀裂に対し2番目の亀裂を直角方向に起こすことが出来る。

こうしてボーリング孔壁上に作られた2つの亀裂は、極めて微小で、プローブの载荷圧を除去すると亀裂の目は再度閉塞する。従って、プローブの再载荷により事前に作られた微小亀裂を、ほぼ最初と同じ状況で再び開くことは常時可能で、その度に精度の高い応力を容易に求めることが出来る。このように2面破碎法の微小亀裂の特性により、何回でも同じ亀裂を痛めずに使用でき、完全に同一箇所での経時計測が可能である。従って、この方法は、応力蓄積状態の経時監視に最適と言える。

2面破碎法では垂直孔を使用すると、地中の最大水平応力 $\sigma_{Lmax}=P_0$ と最小水平応力 $\sigma_{Lmin}=Q_0$ が直接計測できる。オーバー・コアリング法や水圧破碎法と異なり、少なくとも500mまでは与えられた孔の任意の深度で連続して計測することが出来る。個々の計測点で事前に作った2つの亀裂 $f_1$ と $f_2$ を再開させるためには、载荷圧を $P_1^E$ と $P_2^E$ まで昇圧することが必要である。最初の亀裂Bと再開亀裂Eの違いを図A-6に示す。計測現場において、刻々とデータ・ロガーの画面に図A-7のようにモニター表示されるので計測業務の精度をリアルタイムに確認できる。この図から得られる再開圧力 $P_1^E$ と $P_2^E$ から、ボーリング孔に対して垂直な面における、最大水平応力 $P_0$ と最小水平応力 $Q_0$ は次式で与えられる。

$$\begin{aligned} P_0 &= (P_1^E + 3P_2^E)/8 \\ Q_0 &= (3P_1^E + P_2^E)/8 \end{aligned} \quad (6)$$

## 造山水平応力の測定法に関する参考文献

- Amadei, B. (1985) Applicability of the theory of hollow inclusions for overcoring stress measurements in rock. *Rock Mech. Rock Engin.* vol.18, p.107-130.
- Brown, E.T. and Hoek, E. (1978) Trend in relationship between measured in situ stresses and depth. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci.*, vol.15, p.211-215.
- Dickie, D.E., Bull, G.S. and Serata, S. (1992) Rock mechanics and mining: their interrelationship at Sifto Canada Inc.'s Goderich mine. 7th Int. Sym. Salt, Kyoto, April, p.6-9.
- Fairhurst, C. (1964) Measurement of in situ rock stresses with particular reference to hydraulic fracturing. *Rock Mech. Engin. Geol.*, vol.2.
- Gray, W.M. and Barron, K. (1969) Stress determination from strain relief measurements on the ends of boreholes. *Int. Sym. Determination Stresses Rock Masses*, Lisbon, no.5, p.183-199.
- 平松良雄・岡 行俊(1963) 応力解放法による岩盤内の応力測定に関する研究. *日本鉱業会誌*, vol.79, p.1016-1022.
- 金川 忠・林 正夫・仲佐博裕(1977) 岩石における地圧成分のAcoustic Emissionによる推定の試み. *土木学会論文報告集*, vol.258, p.63-75.
- 金川 忠・日比野 敏・石田 毅(1986) オーバーコアリング法による3次元地圧計測法—埋設型8成分ゲージの開発—. *電力中央研究所報告*385033.
- 黒石裕樹・小笠原 宏・竹内智一・田中 豊・水田義明(1988) 小口径3次元水圧破碎法による地殻応力の繰り返し測定—六甲諏訪山実験坑—. *地震*, 第2輯, vol.41, p.203-213.
- Los Alamos National Laboratory(1987) Los Alamos Mini Review. LALP-87-16, September.
- Mizuta, Y., Sano, O., Ogino, S. and Katho, H. (1987) Three-dimensional stress determination by hydraulic fracturing for underground excavation design. *Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr.*, vol.24, p.15-29.
- 坂口清敏・広川隆男・尾原祐三・菅原勝彦(1991) 円錐孔底ひずみ法による岩盤応力測定(その1)—理論測定精度の分析—. *資源・素材学会平成元年度春季大会研究・業績発表講演会講演要旨集*, p.13-14.
- Sakuma, S., Kikuchi, S., Nakamura, T., Mizuta, Y. and Nakagawa, K. (1988) Example of in situ stress measurements using the double fracture method. *Proceeding 9th West Japan Sym. Rock Engin.* July, p.88-94.
- Sakuma, S., Kikuchi, S., Mizuta, Y. and Serata, S. (1989) In situ stress

measurement by double fracturing. Proceeding Japan Soc. Civil Engin.,  
June, vol.406, p.111-11

Serata Geomechanics, Inc.(1988) In situ measurement of stress states in salt and  
associated sedimentary rock in relation to depth. Final Report Solution  
Mining Research Institute, vol.6, September.

Serata, S. and Kikuchi, S.(1986) A diametral deformation method for in situ  
stress and rock property measurement. Int. J. Min. Geol. Engin., vol.4,  
p.15-38.

Serata, S., Sakuma, S. Kikuchi, S. and Mizuta, Y.(1991) Double fracture method  
of in situ stress measurement in brittle rock. Rock Mech. Rock Engin.,  
(in press).

Serata, S. and Fuenkajorn, K.(1992) Formulation of a constitutive equation for  
salt. 7th Int. Sym. Salt, Kyoto, April, p.6-9.

菅原勝彦・尾原祐三・岡村 宏・王 遺南(1985) 球面孔底ひずみ測定による3次元岩盤応  
力の決定. 日本鉱業会誌, vol.101, p.277-282.

菅原勝彦・尾原祐三・荒木秀朗・石村 豊(1987) スリーブフラクチュアリングによる地圧  
測定. 第7回岩の力学国内シンポジウム講演論文集, p.181-186.

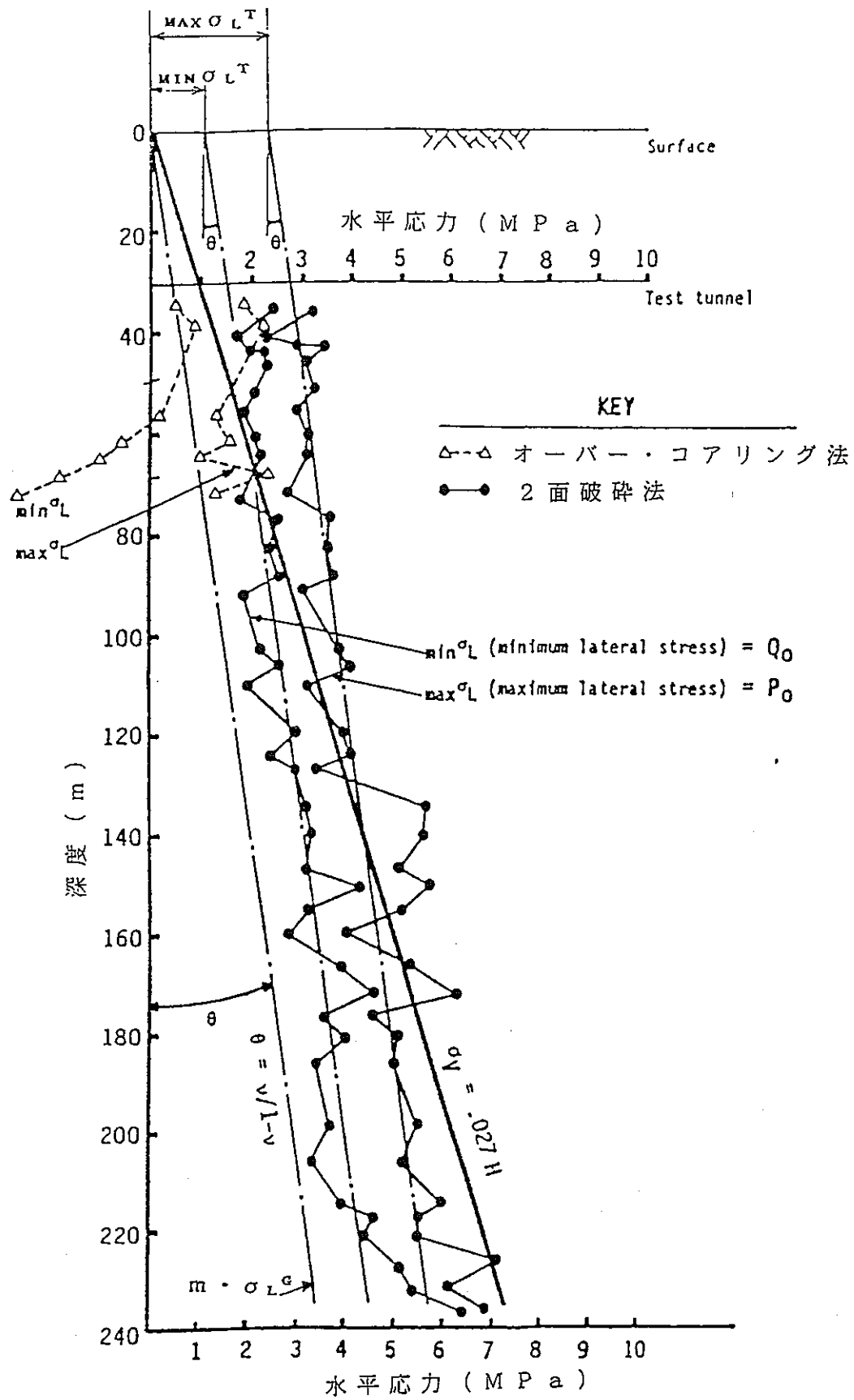
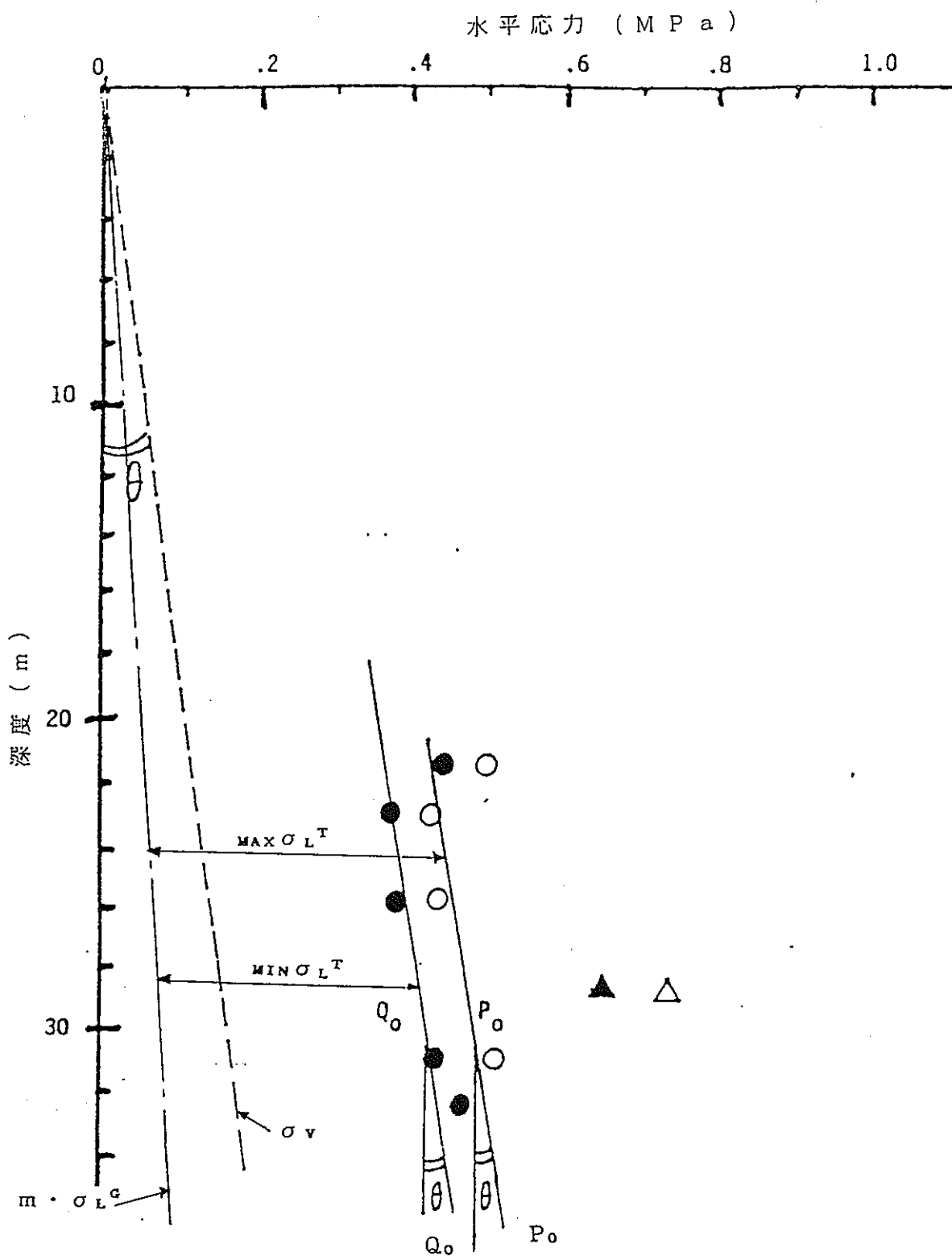
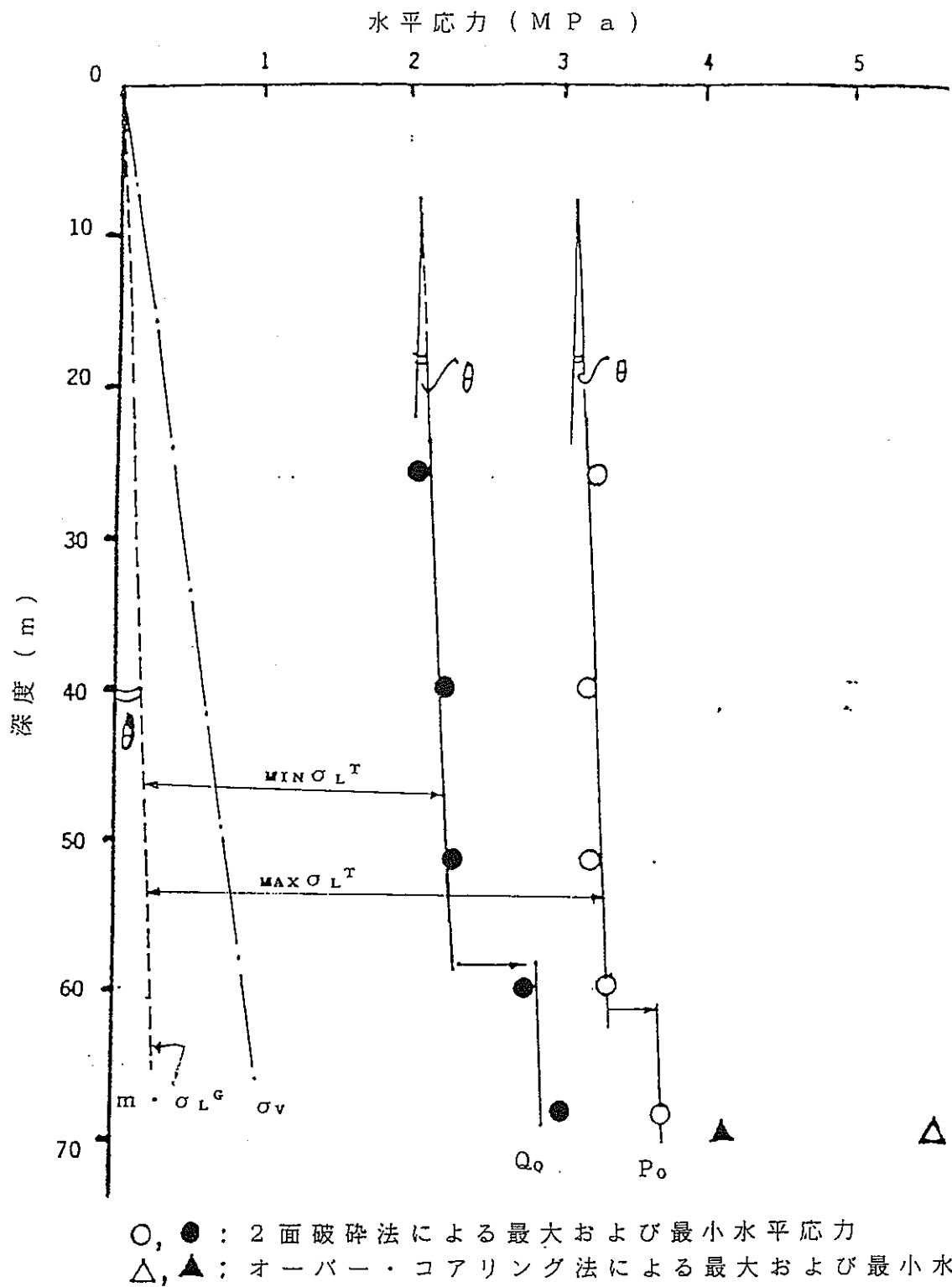


図 A-1 日本西南地方に位置する主要活断層近傍の緑色片岩中にて実施された2面破碎法とオーバー・コアリング法による深度別水平応力計測結果の比較



○, ● : 2面破碎法による最大および最小水平応力  
 △, ▲ : オーバー・コアリング法による最大および最小水平応力

図A-2 中部日本の頁岩と砂岩の互層中にて実施された2面破碎法とオーバー・コアリング法による深度別水平応力計測結果の比較



図A-3 北日本の安山岩層中にて実施された2面破碎法とオーバー・コアリング法による深度別水平応力計測結果の比較

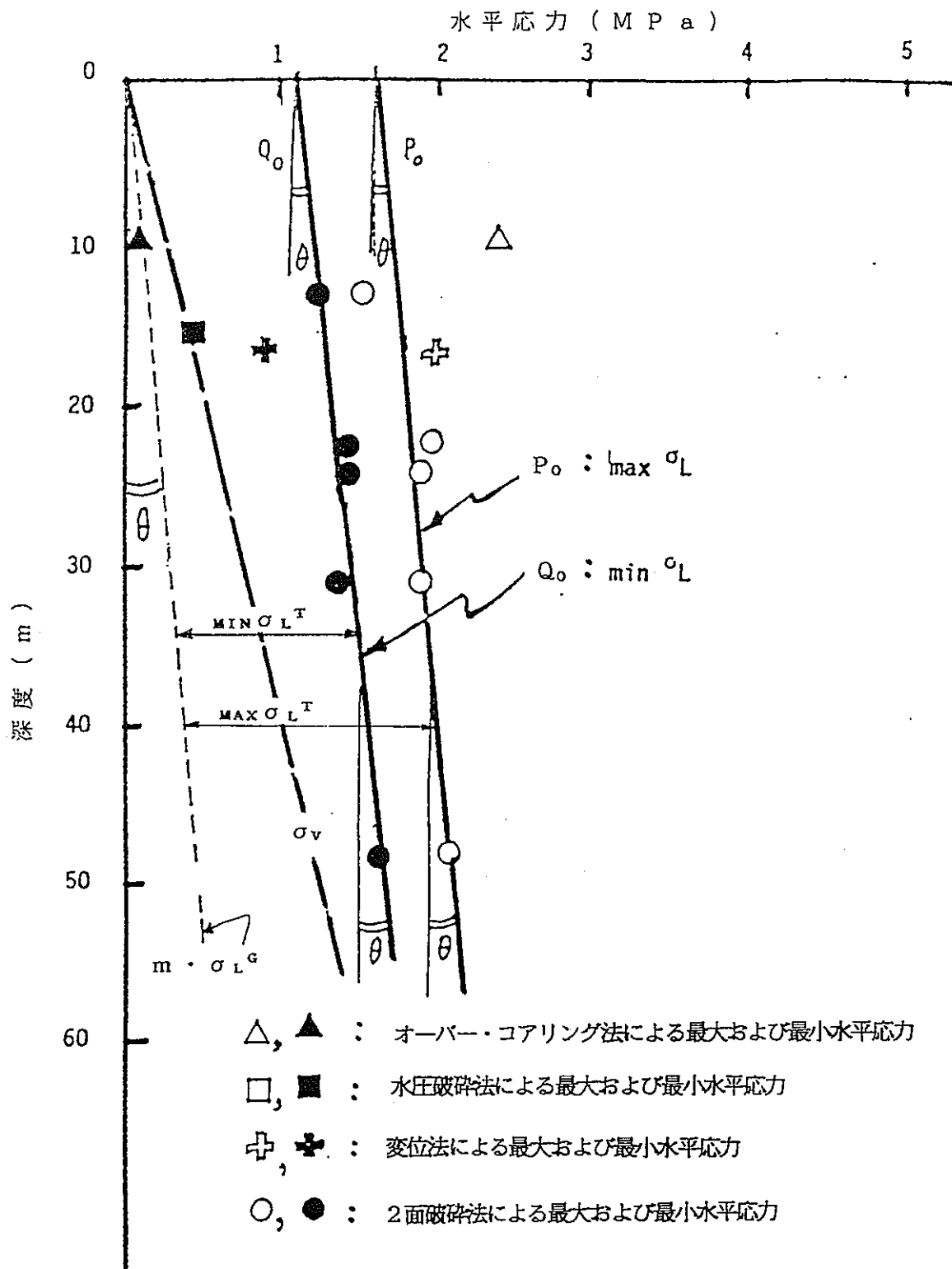


図 A - 4 富士山麓の安山岩層中で実施されたオーバー・コアリング法、水圧破砕法、変位法および2面破砕法による深度別水平応力計測結果

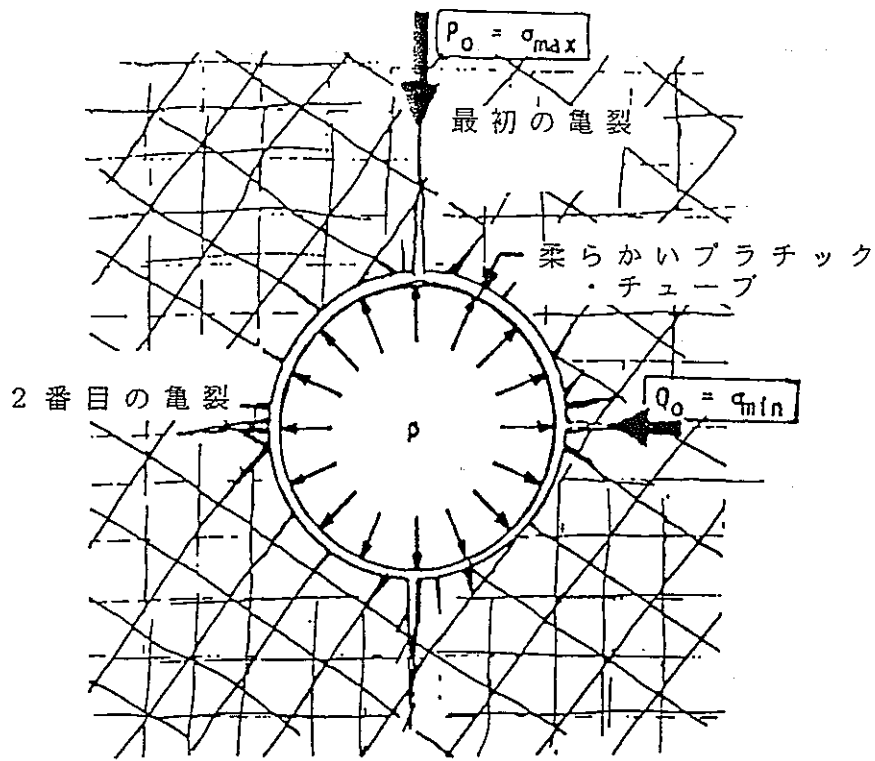


図 A-5 柔らかいプラスチックチューブを通して行われる孔内油圧载荷により緩んだ孔壁を静かに転圧し、やがて互いに直交する最大水平応力 ( $P_0$ ) および最小水平応力 ( $Q_0$ ) の2つの破砕面を形成する。

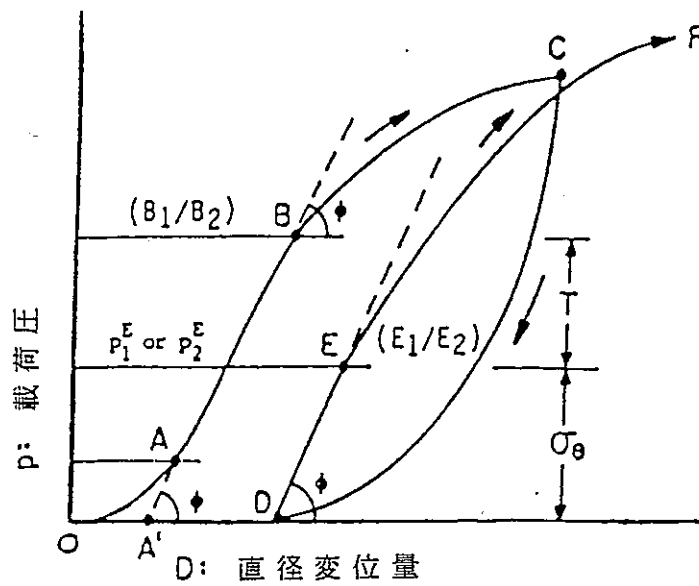


図 A-6 最初の亀裂発生点  $B$  と繰り返し载荷による亀裂の再開点  $E$  の関係を示す载荷—直径変位量の曲線



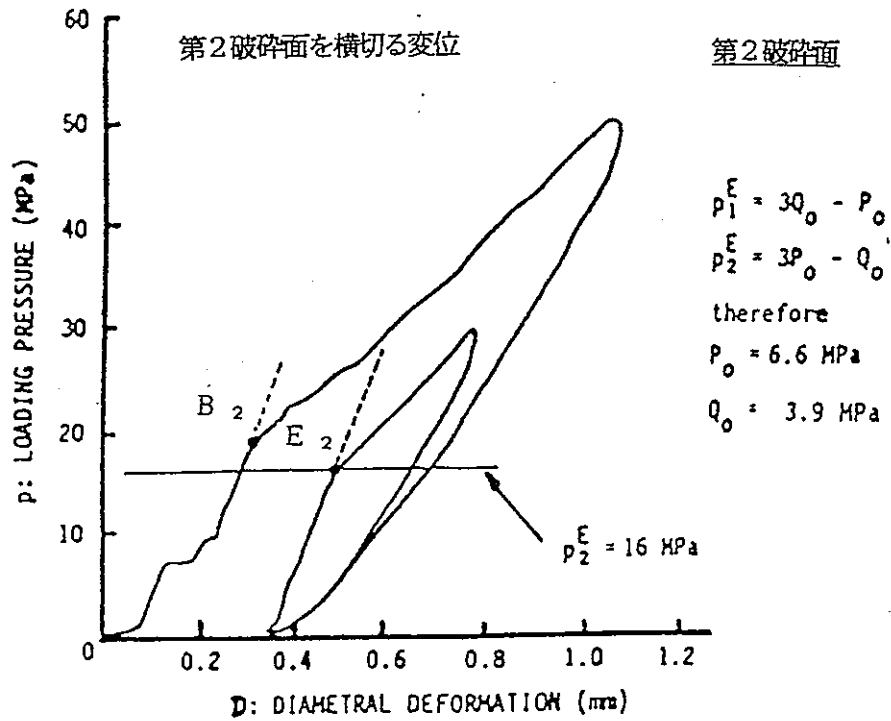
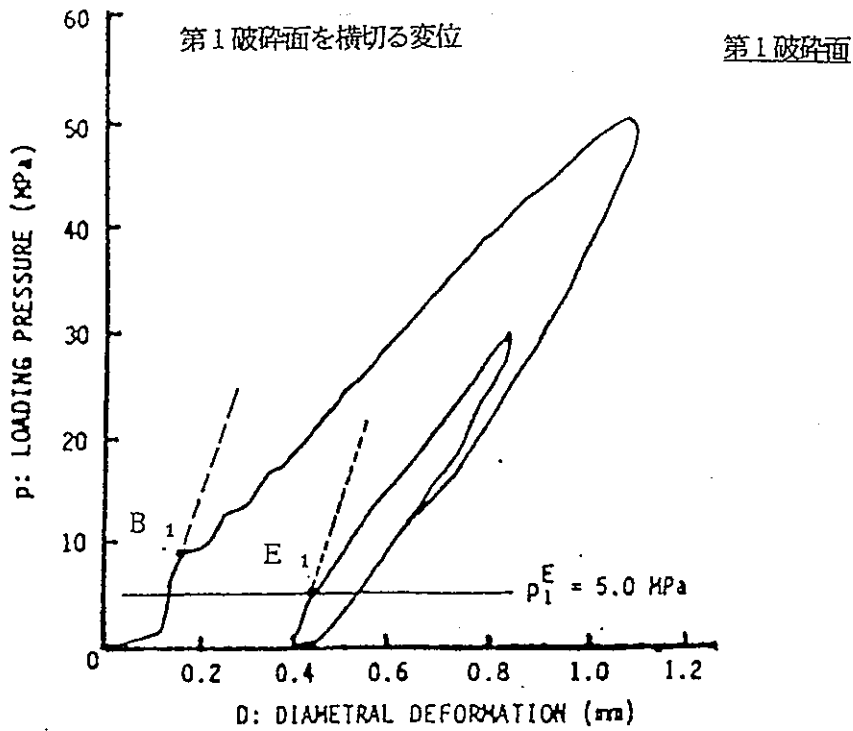


図 A - 7 計測中に得られる最初の亀裂  $B_1$ 、 $B_2$  および亀裂の再開点  $E_1$ 、 $E_2$  を示すデータ・ロガーのモニター画面

## II. 地中応力場理論の提案

1989年2月22日

世良田 章正

### 1. 緒言

地表堆積物の地下深くにおける構造物が、大きな水平応力に遭遇することが時としてある。これは、地球の表面近くに存在するプレート・テクトニクスの方に起因するものである。この応力場の影響は、地下深部のトンネル、鉱山、空洞等の地下構造物の設計にとり、やっかいなものである。『地中応力場理論』は、この重要な影響を定量的に把握するための1手段として仮定したものである。

この仮定理論は、5つの主要な地球の条件、即ち、重力、造山応力、岩層の強度、温度および地質学的応力の履歴を包括することにより表現したものであり、以前の研究で得られた地球の応力状態を検討することにより導かれたものである。この理論の妥当性は、ミシガン岩塩層における原位置応力場の仮定理論による推定値とその実際の計測結果がほぼ一致することによりテストされた。この仮定理論が実証理論になるまでには更に厳密な原位置テストによる確認を必要とするものである。

### 2. 観察された応力状態

地下の岩盤中において、おびただしい数の応力測定が、石油開発、地熱開発、原子力廃棄物および地震の研究等と関連して世界中で行われてきた。一般に、応力状態はかなり変化することが知られているが、利用したデータ解析によると、応力のうち垂直成分については、図1に示すように、かぶり圧と大方よくマッチしている。図中の直線は、垂直応力とかぶり圧との1対1の関係を示している。計測結果がこの関係からいくらかバラついてるのは、計測の正確性の限界を反映しているものと考えられる。

反面、水平応力 $\sigma_h$ は、地表近くでは、垂直応力 $\sigma_v$ より、はるかに大きな値を示している。しかし $\sigma_h/\sigma_v$ の比率は、図2に示すように、地中深くになると急速に減少する。図中の値は相当バラついてはいるが、かぶりが1300m付近になると、比率は1以下になっていることが判る。この現象の1つの具体的な影響を、カナダからメキシコ湾にかけて実施された地中岩盤中の水圧破碎試験結果において直接見ることが出来る。即ち、地中浅い箇所では水圧破碎面が水平であったのが、地中約1300m付近で垂直方向に変化することである。この事実は、ニューメキシコのフェントン・ヒルで実施されたHDR（高温岩体）地熱エネルギープロジェクトにおいて、ロス・アラモス国立研究所の論文で確認されている。広範なロス・アラモスの応力計測の結果から、図3の修正図に示すように、地下約1300mの深さで、横応力は、かぶり圧よりも小さくなっていることが判る。

### 3. 要素の解析

観察された応力場の岩石力学的解析により、次の5つの要素が応力状態に対し大きな影響を与えるものとして確認される。

#### ①重力

垂直応力 $\sigma_v$ は、岩層の変形特性に従い、水平応力 $\sigma_L$ に影響を及ぼす。かぶり圧の水平応力への重力影響分 $\sigma_{LG}$ は、地盤のポアソン比と厳密に関係し次式で与えられる。

$$\sigma_{LG} = [\nu / (1 - \nu)] \sigma_v = [\nu / (1 - \nu)] \rho \cdot H \quad (1)$$

ここで  $\nu$  : ポアソン比

$\rho$  : かぶりの平均密度

H : 深度

$\sigma_{LG}$ と原位置での計測値 $\sigma_L$ との比較は、図2に示す通りである。これによると水平応力状態を重力効果だけにより説明することは不可能であることが判る。

#### ②水平方向の造山応力

地表近くにある比較的大きな水平応力は、地殻のプレート・テクトニクスの影響によるところが大きい。造山応力の性質は、上述のように地表からの深さに対する $\sigma_L / \sigma_v$ 比率のパターンにより明瞭である。どうして比率が急激に減少するのかについては、一般に地表近くで一様に造山応力が約20MPa（図3参照）の平均的な大きさを有するという仮定により説明することが出来る。

#### ③岩盤強度効果

$\sigma_L$ は、岩石の各々の層群の強度により大いに影響を受ける。即ち、この事実は、岩層の3軸クリープせん断強度( $K_0$ )により最も良く表現することが出来る。この値は、長期間のクリープ限界強度と見なすことが出来る。岩層の3軸のせん断応力 $\tau_0$ が強度 $K_0$ を越えると、物体は変形し、新しい応力と強度との平衡状態 $\tau_0 \leq K_0$ に落ち着く。

いかなる地質的岩層においても初期水平応力 $\sigma_L$ は、応力と強度の間の平衡関係により、次式で与えられる。

$$\sigma_L = \sigma_v \pm a (3/\sqrt{2}) K_0 \\ = \rho H \pm a (3/\sqrt{2}) K_0 \quad (2)$$

ここで  $a$  : 偏り係数 (0~1)

$K_0$  : 3軸クリープせん断強度

$K_0 = K_0^A + (K_0^B - K_0^A) (1 - e^{-\alpha \sigma_m})$

$K_0^A$  : 拘束応力のない場合の3軸せん断強度

$K_0^B$  : 無限の拘束応力の場合の限界3軸せん断強度

$\alpha$  : 延性係数

$\sigma_m$  : 平均応力

(2) 式の関係は、図4に示すように、地質的な岩層と深度を考慮したものであり、各岩石層中の水平応力の値は、深度と岩石強度により規制されるある範囲に限定されるということを示している。

もし、 $\sigma_r$ 値がこの範囲の外の値を取った場合は、ある種の地盤の崩壊（例えば破壊とか地盤のクリープ挙動等）が起こり、再び範囲内の平衡応力状態に戻る。

#### ④温度

地盤温度は、応力状態に直接の影響を与える。高温は、地盤の3軸クリープせん断強度 $K_0$ を減少させるからである。地球表面の最も硬い岩石でさえ、 $K_0=0$ の塑性流動のマグマ状の物質となり、応力状態は(2)式に従い静水圧状になる。試験材料として岩塩を使用して、岩石強度と温度との間の実験式が図5のように世良田により誘導された。

$$K_0^B = A \cdot \exp [-B \times 10^{-3} (T - 20)]$$

(3)

ここで A : 強度パラメーター

B : 指数係数

T : 温度 (°C)

地熱温度Tは、次のような経験式により深度とともに変化する。

$$T = T_0 + g_t \cdot H$$

(4)

ここで $T_0$  : 地表温度 (°C)

$g_t$  : 温度勾配 (°C/m)

(4) 式を(3)式に代入すると

$$K_0 = A \cdot \exp [-B \times 10^{-3} (T_0 + g_t \cdot H - 20)]$$

(5)

(5) 式を(2)式に代入すると、 $\sigma_r$ の最大値と最小値を深度Hの関数として表すことが出来る。

#### ⑤地質学的応力の履歴

垂直応力 $\sigma_v$ も水平応力 $\sigma_r$ も過去の総ての地質学的応力変化の結果によるものである。プレート・テクトニクス力が一般に一定の値に維持されていたとしても、 $\sigma_r$ の変動は、地震のような局部的乱れにより100年から1000年の時間スケールで発生する。 $\sigma_v$ の変動については、氷河時代とか地表浸食のような時間スケール即ち10000年の単位で対応する。従って、局部的な地質学的応力の履歴は、重要な影響を有している。

#### 4. 仮定理論の公式化

『地中応力場理論』の公式化は、20世紀初頭に、原子物理学者が原子モデルを説明するために採用した手法を用いた。即ち、『地中応力場理論』は、総ての過去の観察結果を矛盾のない形で説明するようにまとめられ、厳密な仮定から導かれた推定応力を原位置測定によって実証することによりその仮定の有効性をテストすることができた。このように総合的な『地中応力場理論』を図6のグラフに示す。これは、実証の場であるミシガンのデータを用いたものである。

図6において重力による影響を①で示す。20MPaの造山応力を②で示すが、これは成層に加えられる水平応力の合計と想定する。最終的な水平応力は、③で与えられるが、各累層の強度の影響が組み込まれている。③は、深度1300mの地層交叉点(Inversion Point)で④を横切っており、ここが、唯一の静水圧的な応力状態であることを物語っている。この深度より深くなると、水平応力は垂直応力と比べ小さくなっている。強度の境界線⑤は、水平応力の上限の輪郭を形づくっている。

水平応力の下限はもっと深い所で始めて図に入ってくる。これは図7の大縮尺図に表現されている。応力の交叉点より深くなると、 $\sigma_v$ の値は図7の水平応力の最小値の限界線⑥に到達するまで深さに比例して減少する。更に深度が増すと、地盤の温度が上昇するため剪断クリープ強度K_cが失われる事により、水平応力は次第に静水圧的な状態になる。これが地表からマグマに至る迄の水平応力の全貌であり、全体の応力状態の形は、逆S字型のカーブを示す。この原理は、世界のいかなる地点(例えば図2や3のデータが集められたような地点)についても適用可能である。但し、局部的影響を十分に考慮した修正を行う必要がある。そのような局部的影響としては、小地域の造山活動とか、現地に特有な地質学的応力の履歴により引き起こされた特有の異常値等を典型的なものとして挙げる事が出来る。

#### 5. 仮定理論の現場テスト

図6に示す初期応力状態は、その理論の原位置テストの場として選ばれたミシガン盆地のために仮定されたものであり、1987年10月アラバマ州モービル市で行われたソリューション・マイニング学会で発表されたものである。現地の計測は、1987年11月～12月にゴドリッチ鉱山にて実施された。当鉱山は、ミシガン盆地の地下600mの深度で操業している。応力計測には、2面破碎法の応力計測システムと物性計測システムS/P-100が岩塩層のA-2の地点で使用された。このシステムは、2種類の計測プローブ(S-100とP-100)を使用するものである。

図8に鉱山所在地と鉱山の模式地質断面図を示す。図9に、採掘が終了した北側域の実証試験箇所を示す。3本の64m長の試験孔が、図10に示すようにA-2岩塩層の中に水平に削孔された。乱されていない地盤中に水平ボーリング孔の表面に8本のP-100のピストンが貫入していく様子が図11で明らかにされているが、これは大きな水平応力の存在を直接的に証明しているものである。4本のピストン#3, 4, 5, 6は、一様に

同じ量だけ水平に貫入しており、しかも垂直方向のピストン#1, 2, 7, 8の貫入量よりも大きい。この差は如何に水平応力 $\sigma_L$ が垂直応力 $\sigma_v$ よりも大きいかを確然と示している。同様の計測が、S/P-100を使用して数多く実施された。計測結果の説明を図12に示すが、これは鉾山の境界坑道の周囲の応力分布を示すものである。この付近では境界部の応力の乱れは、坑壁から64mまでの範囲内に収まっている。解析により、ミシガン盆地での初期応力を明らかにしたが、その要約を下の表1に示す。

表1. ミシガン岩塩盆地初期応力

	方 向	大 き さ (MPa)	精 度 (MPa)
$\sigma_{max}$	NE/水平	20.7	±1
$\sigma_{int}$	NW/水平	20.0	±1
$\sigma_{min}$	垂 直	12.4	±1

## 6. 検討

### ①仮定理論の根拠

『地中応力場理論』は、5つの主要な要素、即ち、重力、造山応力、岩層の強度、温度および地質学的応力の履歴をまとめて公式化されたものである。この公式化により、これまでに報告された地下の現地応力計測結果を説明することが出来る原理を定義した。

### ②応力状態の仮定

この理論は、図6に示すようにミシガン盆地での初期応力を仮定するのに適用された。この仮定とは、A-2岩塩層の中の水平応力 $\sigma_L$ を20.7MPaと見なすことである。これは、岩塩の長期クリープ強度(3軸せん断強度 $K_0=4.0$ MPa)により耐え得る最大許容水平応力である。

### ③現場での確認

ミシガン盆地の岩塩層A-2における大きな水平応力の計測は、仮定した値とよく合っており、この理論の妥当性を示している。

### ④造山応力状態

もし地盤が岩石力学的に完全に無傷なものであれば、造山起源の大きな水平応力が地球表面近くに存在すると理論的には云うことが出来る。このことから地震の影響により発生するいかなる局所的な造山応力の変化も、地中深い所よりむしろ地表近くで正確に計測し得る可能性を示している。

### ⑤工学的な適用

理論的に仮定した応力状態と現地で計測したものが、十分よく合致することから判断してこの理論は、一般的な工学的適用、特に地盤の有限要素のモデル化に有用である。更に研究を進めると、この理論と地震応力の蓄積との興味深い関係も考えられる。

## 7. 結論

『地中応力場理論』の信頼性は、ミシガン盆地の操業中の鉱山において、仮定した応力状態と原位置で計測した結果は、比較的によく一致しており、この理論は、工学的な地下構造物の支保の問題において定量的な現地特性把握に利用することが出来ることを示すものである。

## 8. 謝辞

ミシガン盆地の現地計測は、ソリューション・マイニング学会の資金援助によるものであった。本作業は、S I F T O社の協力と援助により可能となったものであり、特にその責任者であった Al Hamilton と Don Dikkie 両者に特に謝意を表する次第である。

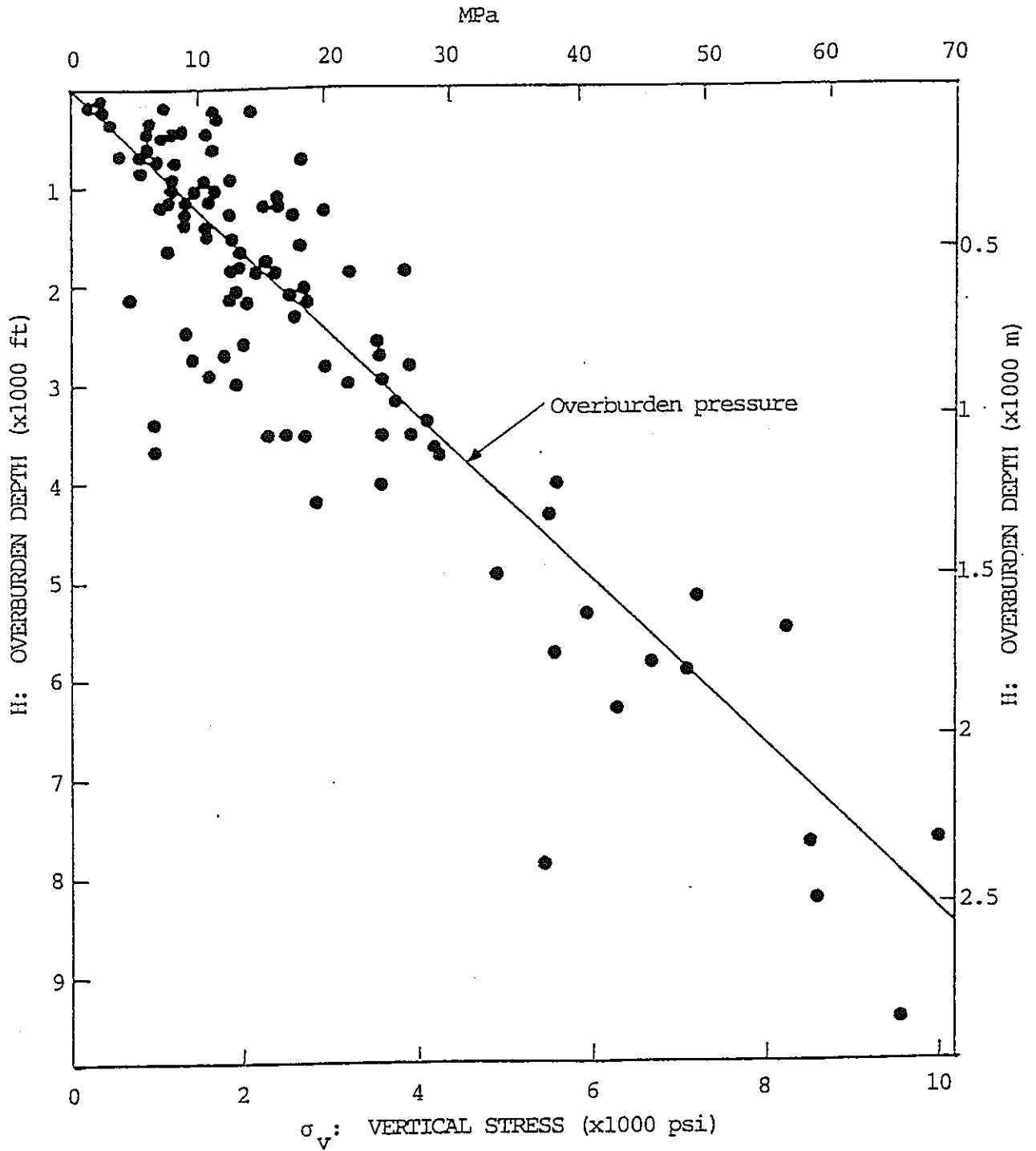


FIG. 1. Vertical stress vs. overburden depth (weight), indicating one-to-one relationship within accuracy of measurements [2,3]



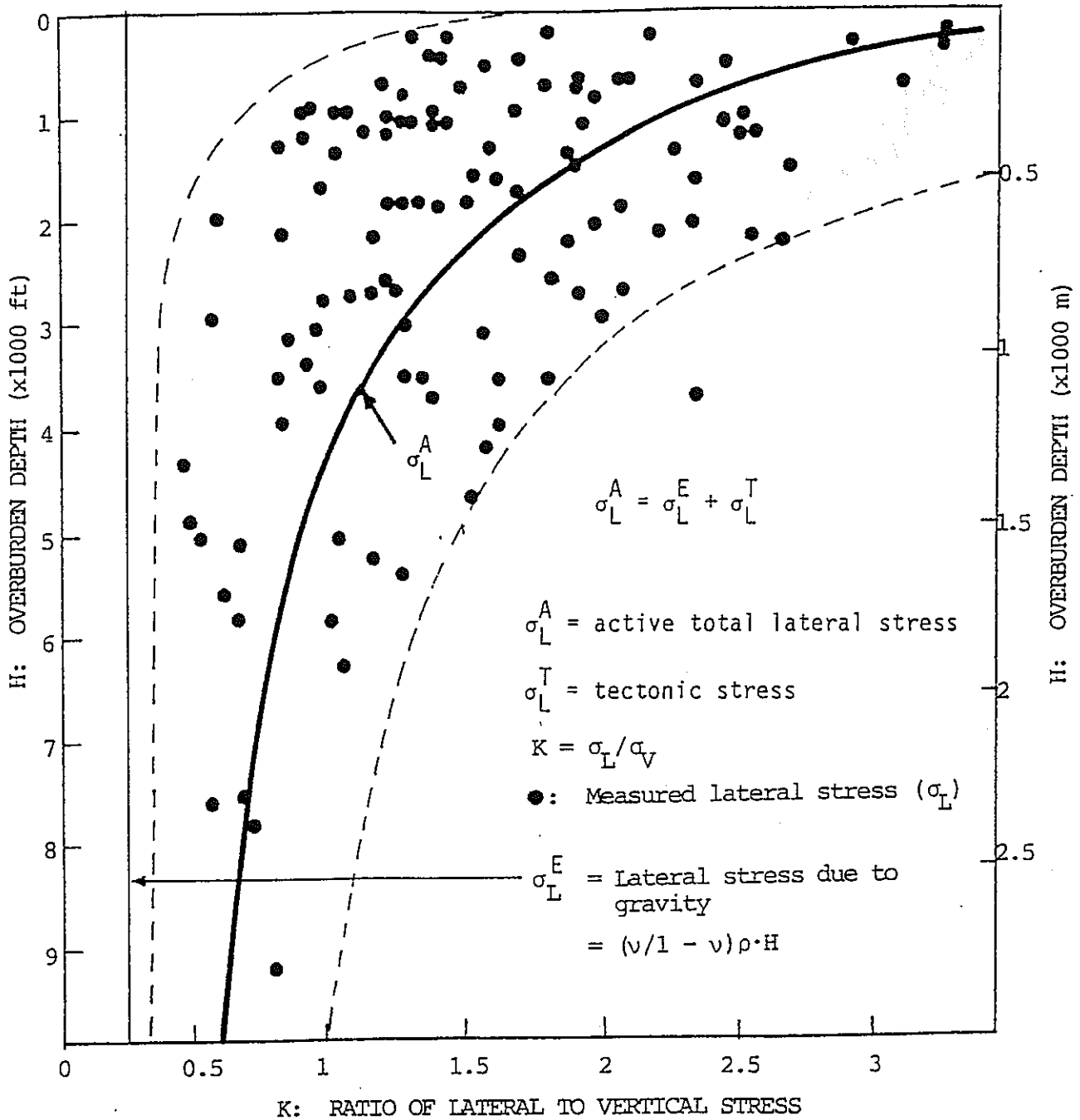


FIG. 2. Ratio of lateral to vertical stress in relation to depth, indicating strong trend of decreasing ratio with depth [2,3]

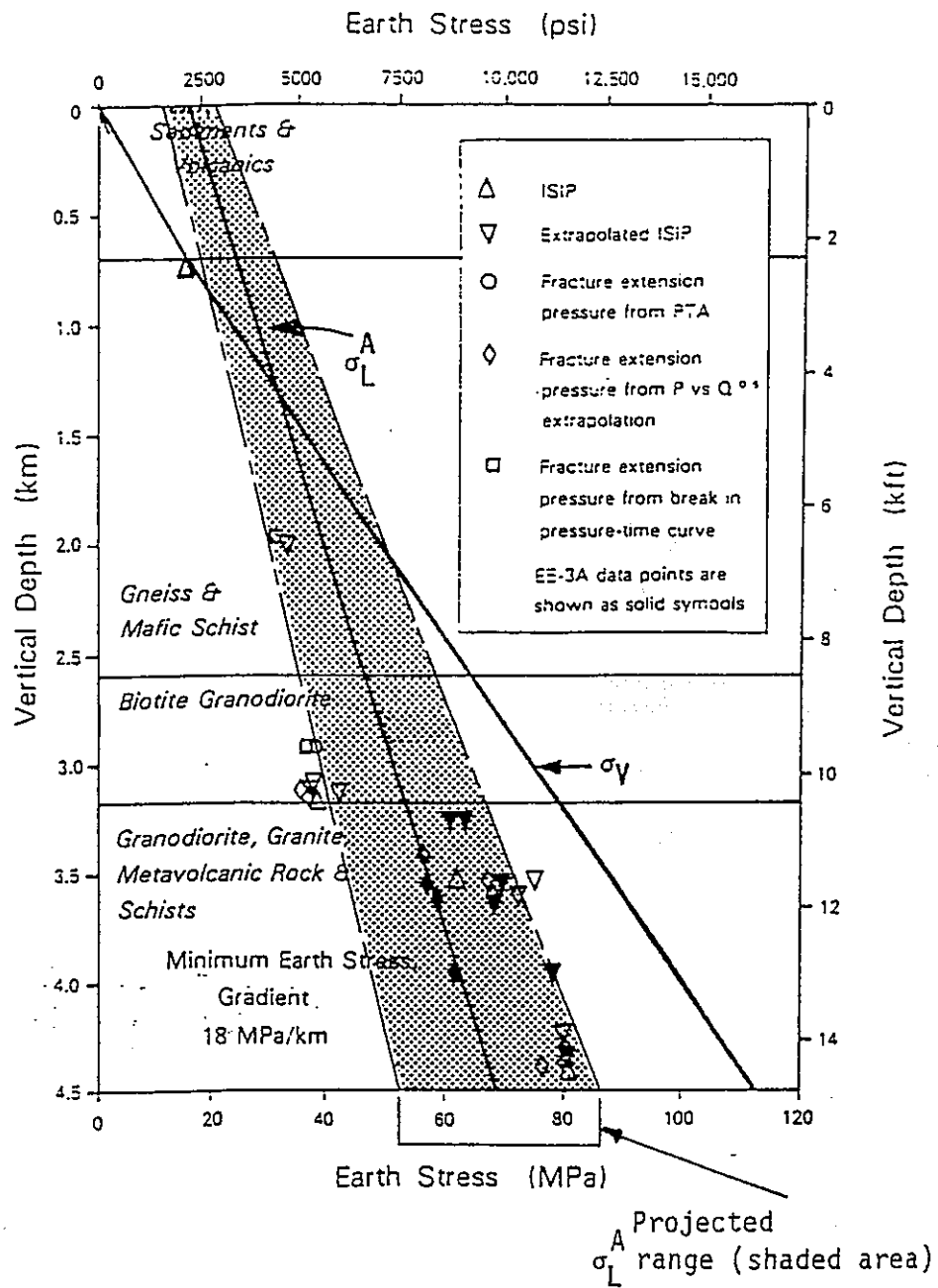


FIG. 3. Deep lateral stress measurement made at Fenton Hill, New Mexico, by hydrofracturing in Hot Dry Rock Project (HDR) of Los Alamos National Laboratory

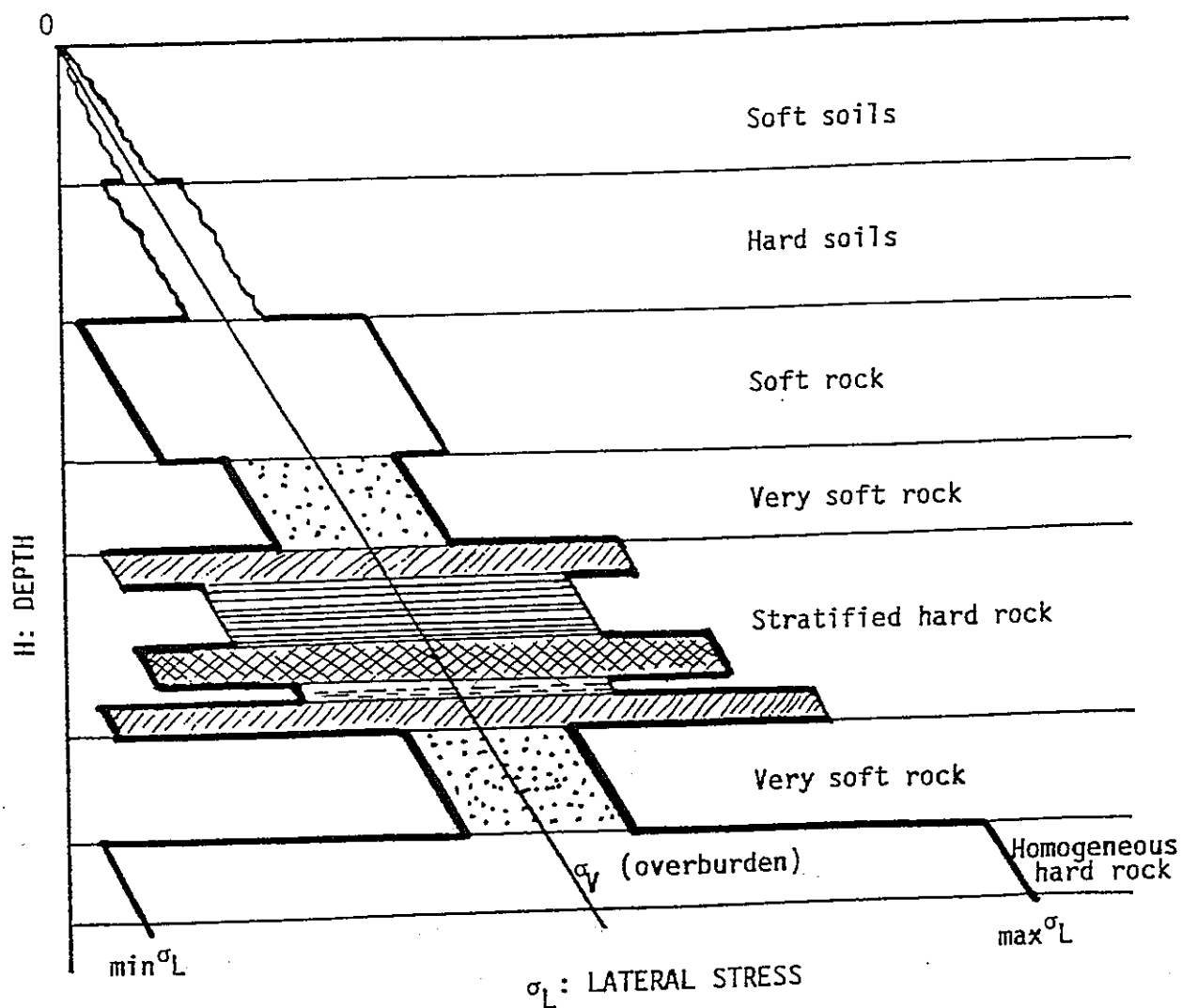


FIG. 4. Maximum possible range of lateral stresses imposed on individual rock strata, by depth and shear strength

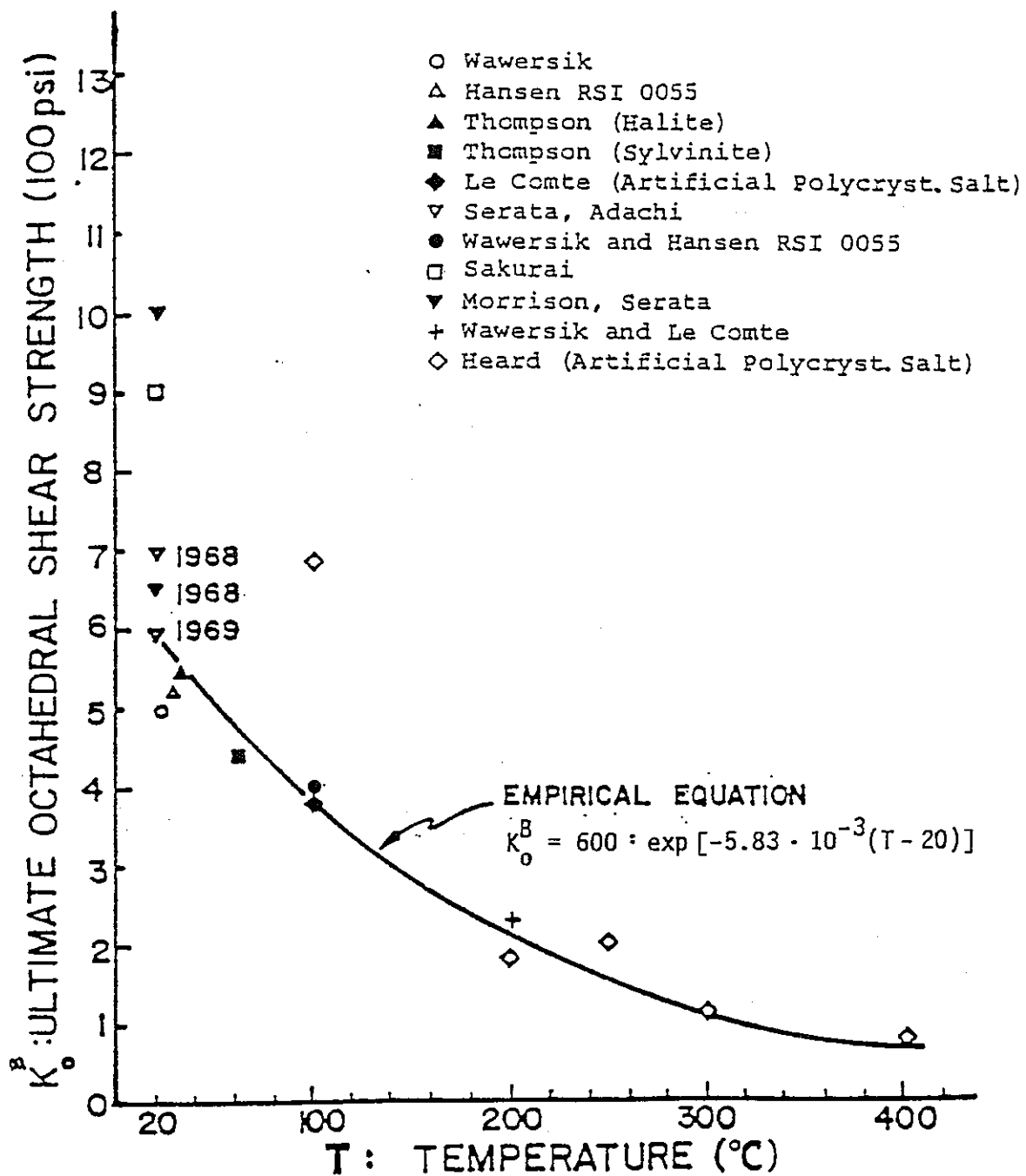


FIG. 5. Ultimate octahedral shear strength  $K_o^B$  of salt, from comparative analysis of published laboratory data (to 1978)

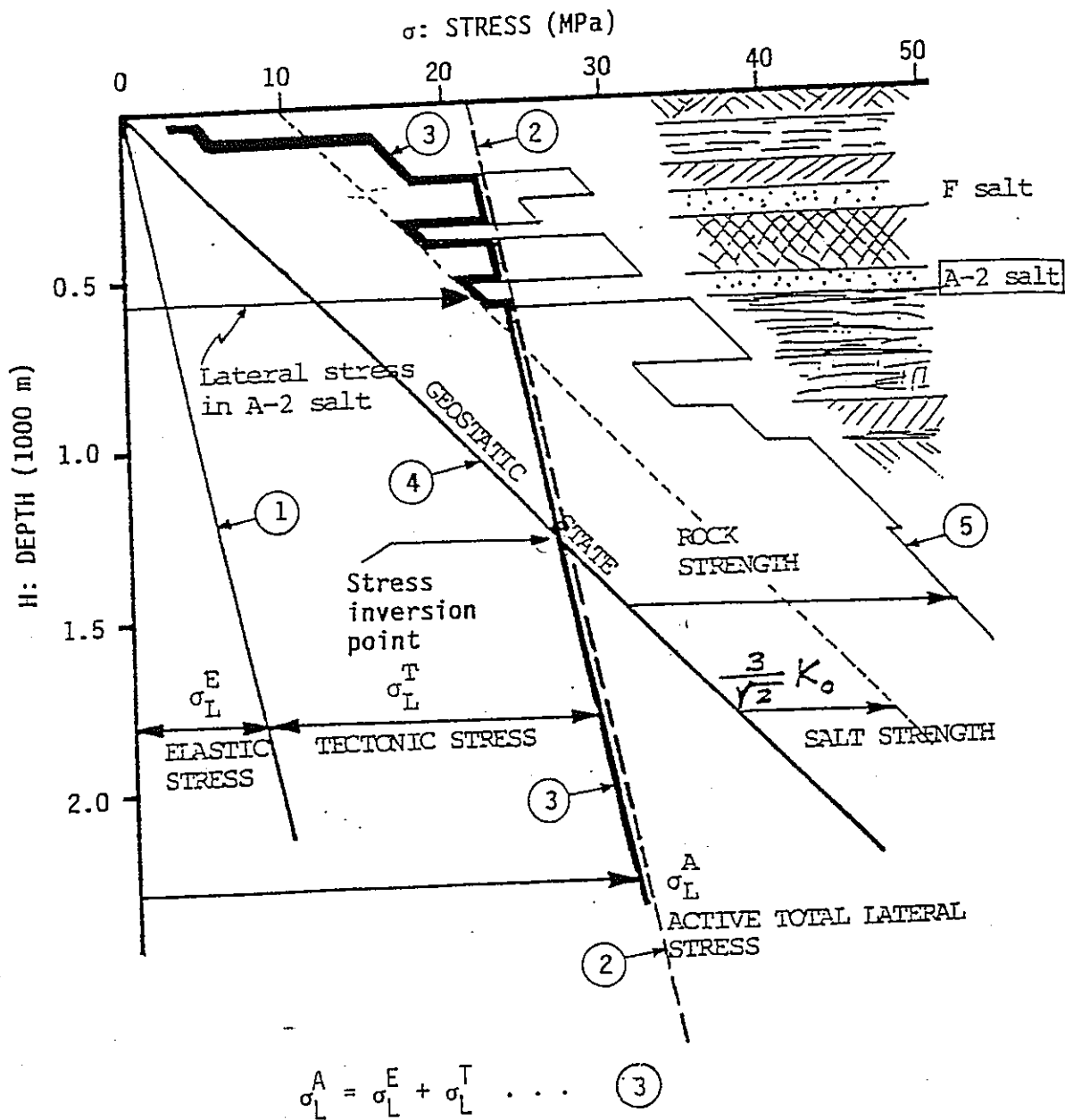


FIG. 6. Stress states in Michigan Basin bedded salt, postulated in October 1987 and measured in situ in testing program of November-December 1987 [1]

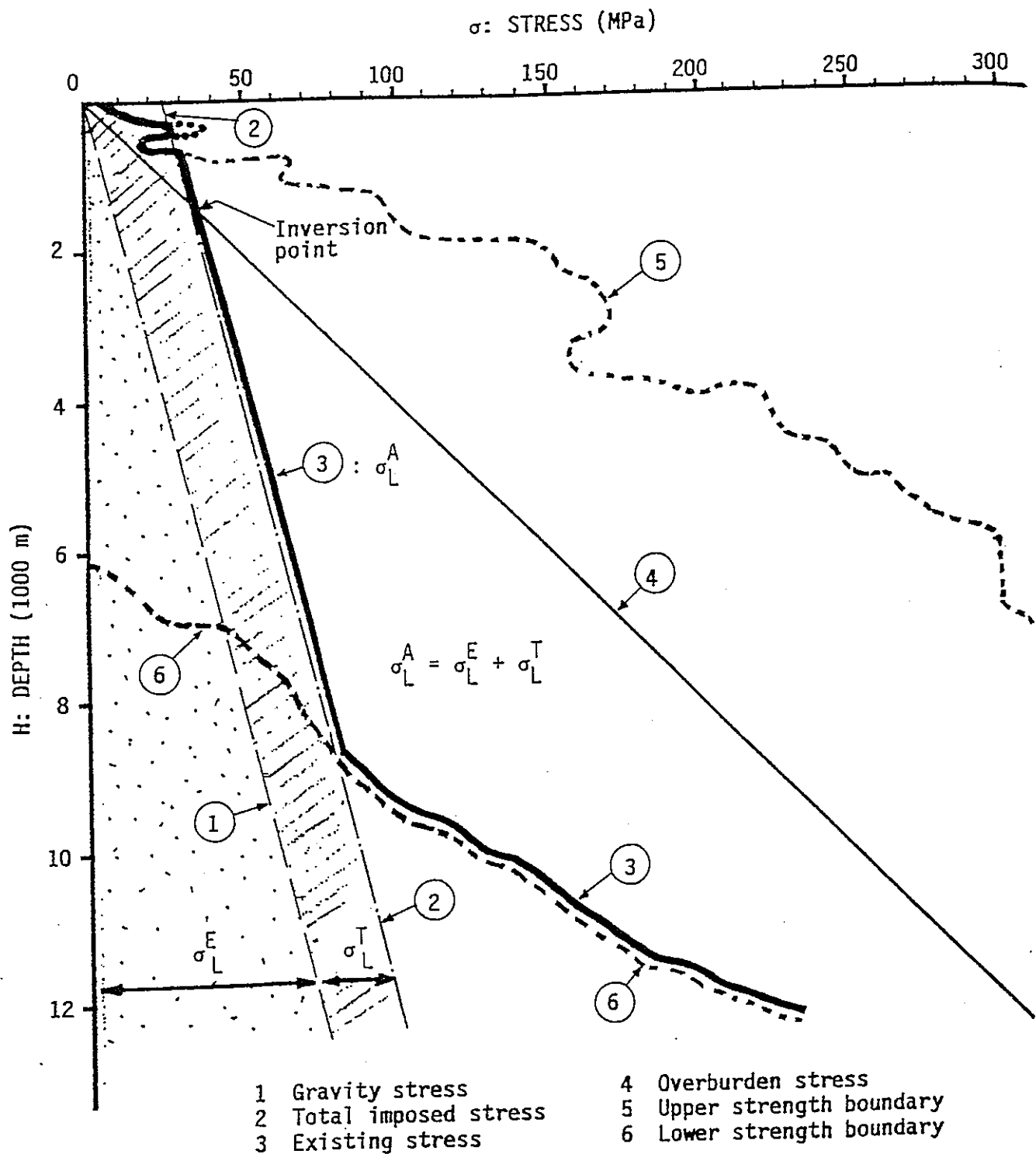
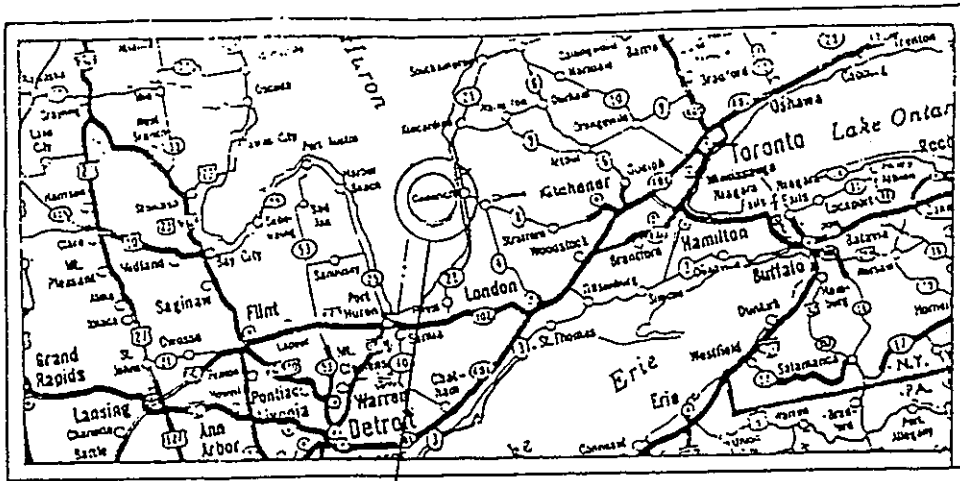


FIG. 7. Concept of reverse S-pattern distribution of lateral stresses in relation to depth below earth surface, affected by gravity, tectonic stress, formation strength, temperature, and geologic stress history (earth formation strength is assumed)



Goderich, Ontario (mine site offshore)

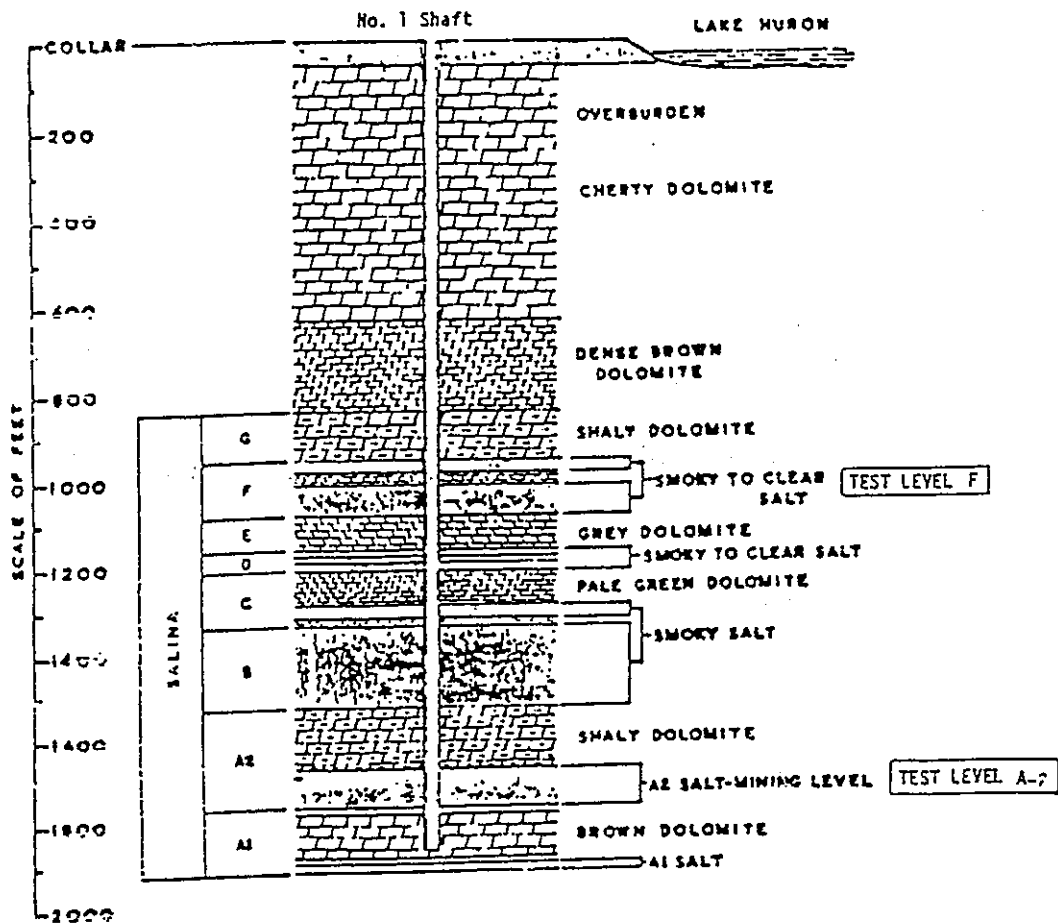


FIG. 8. Location of Sifto Salt Mine (top) and lithology of overburden

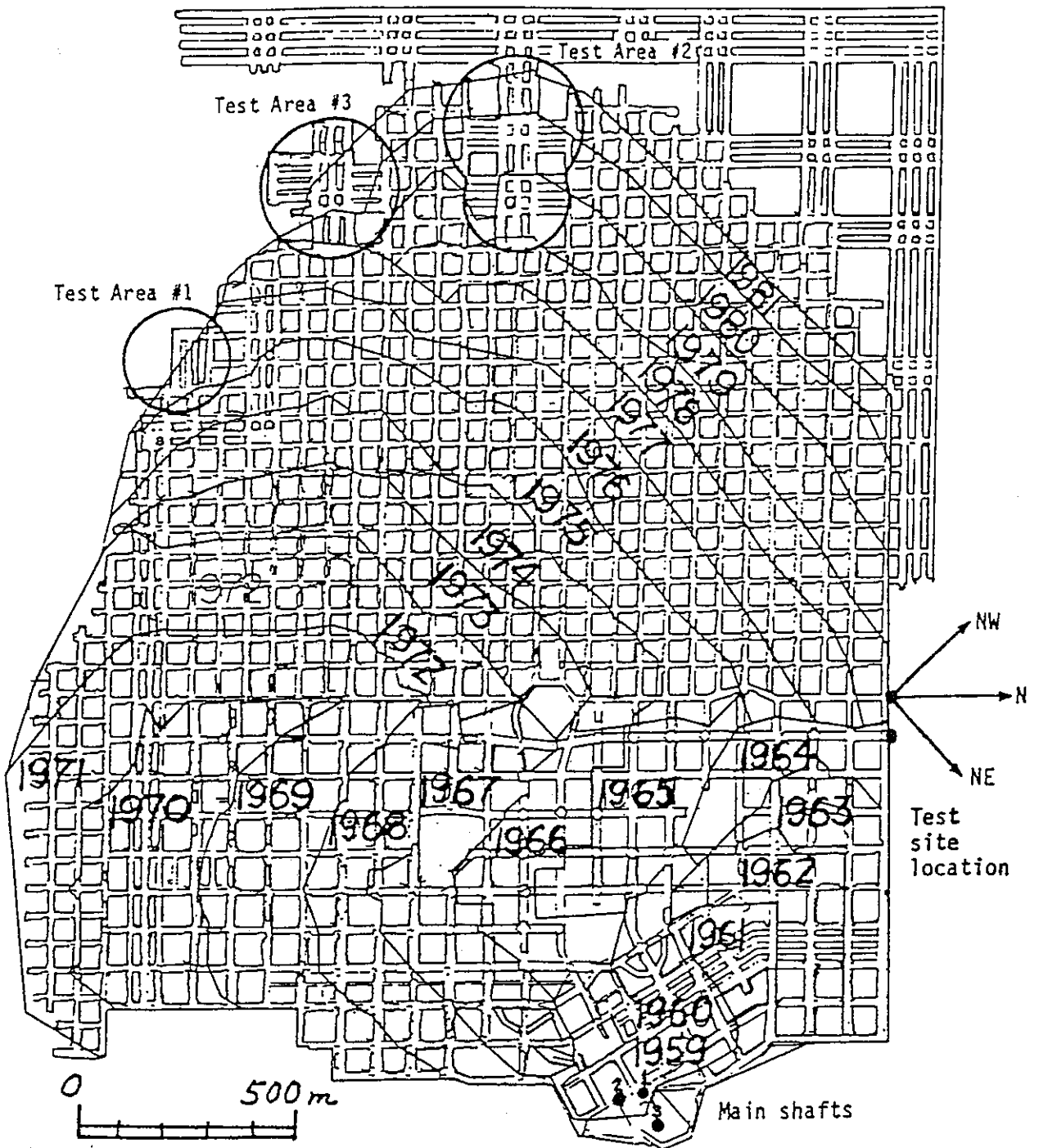


FIG. 9. Mine layout in A-2 salt showing mining progress and stress measurement site with three horizontal test holes



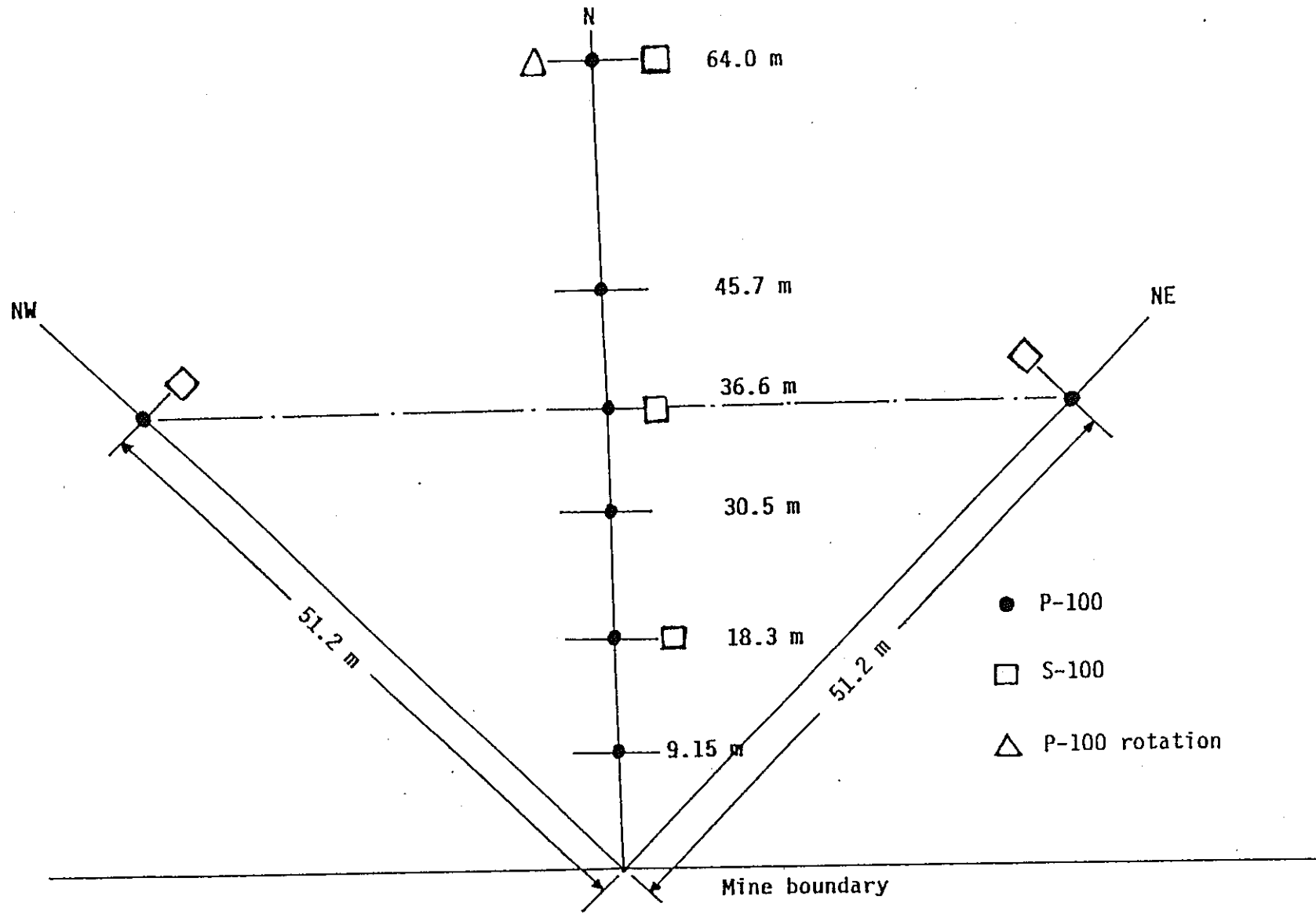


FIG. 10. S-100 and P-100 measurement configuration in three horizontal test holes of north (N), northeast (NE), and northwest (NW) in A-2 salt

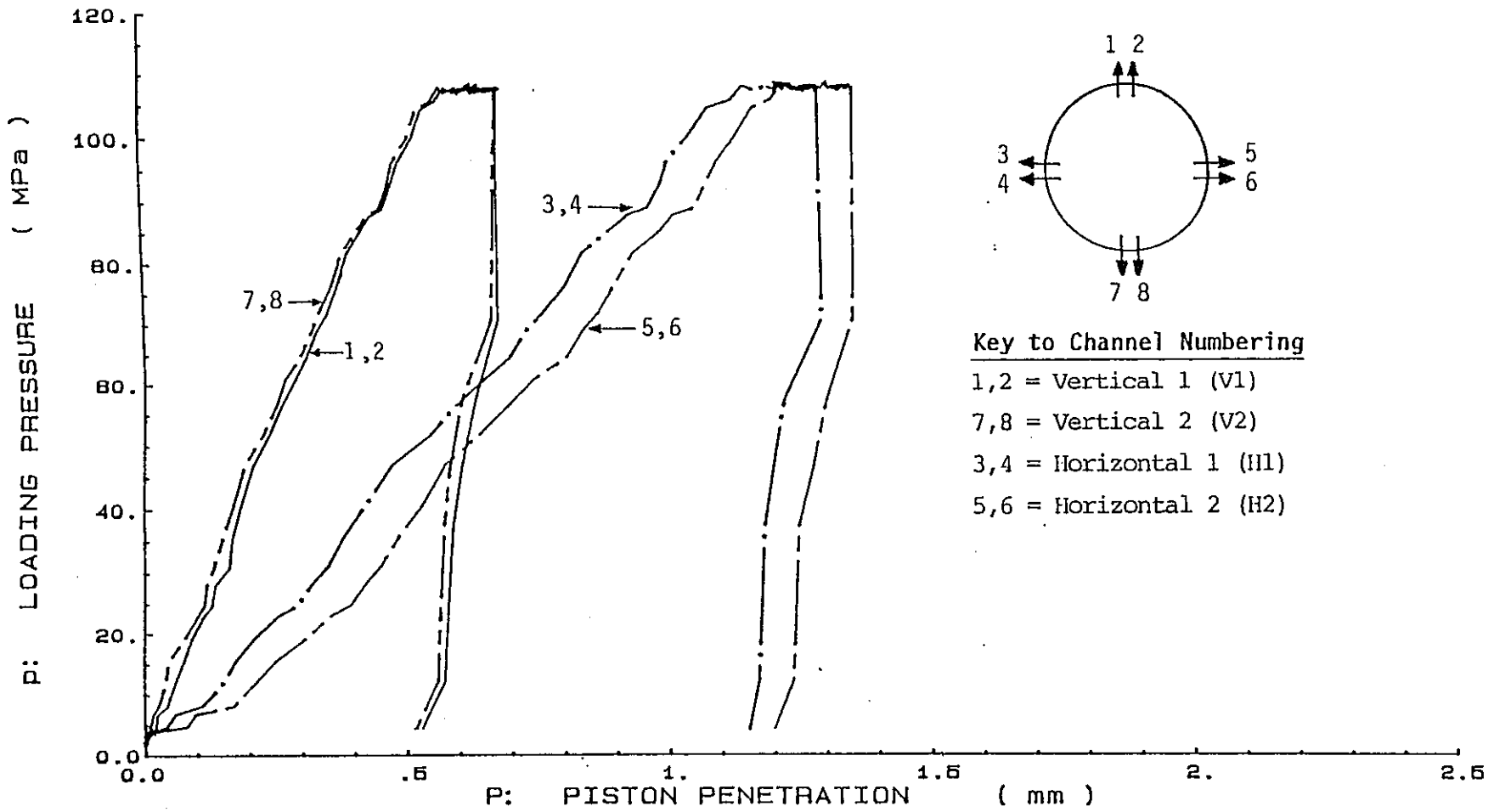


FIG. 11. Split pattern of eight piston penetration curves from P-100 measurements, demonstrating large excess lateral stress in Michigan salt basin

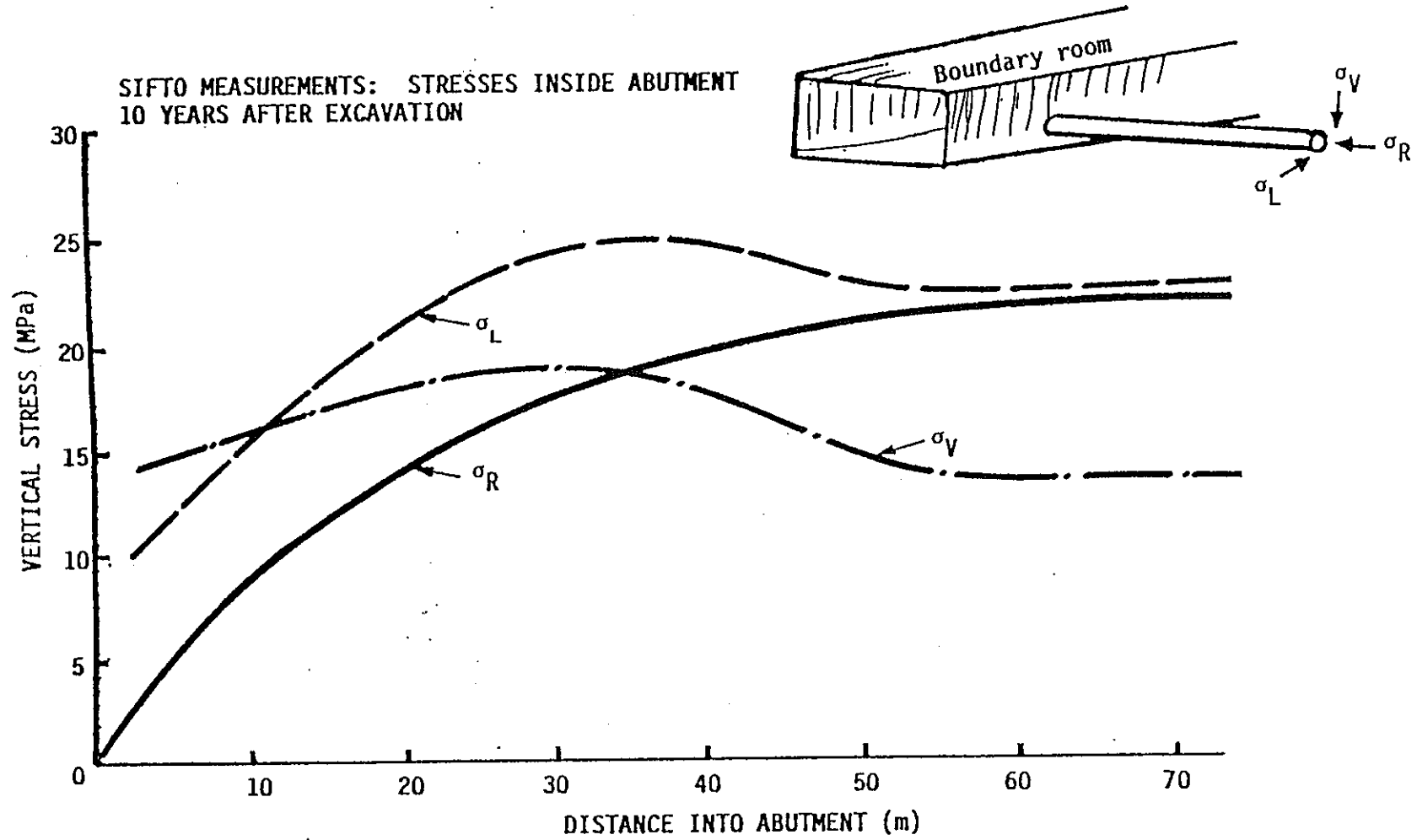
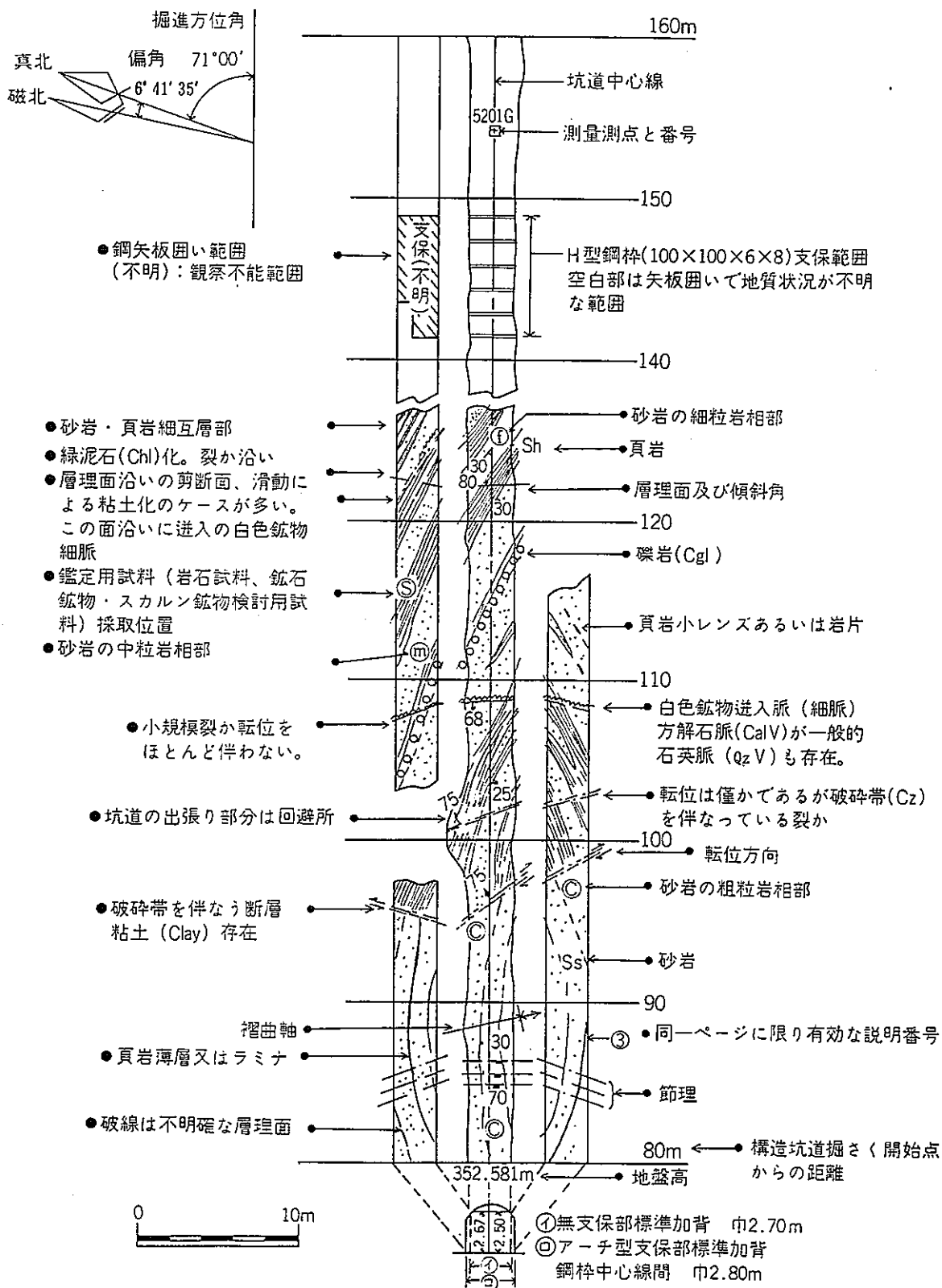


FIG. 12. Stress distribution patterns obtained by interpretation of measurement results

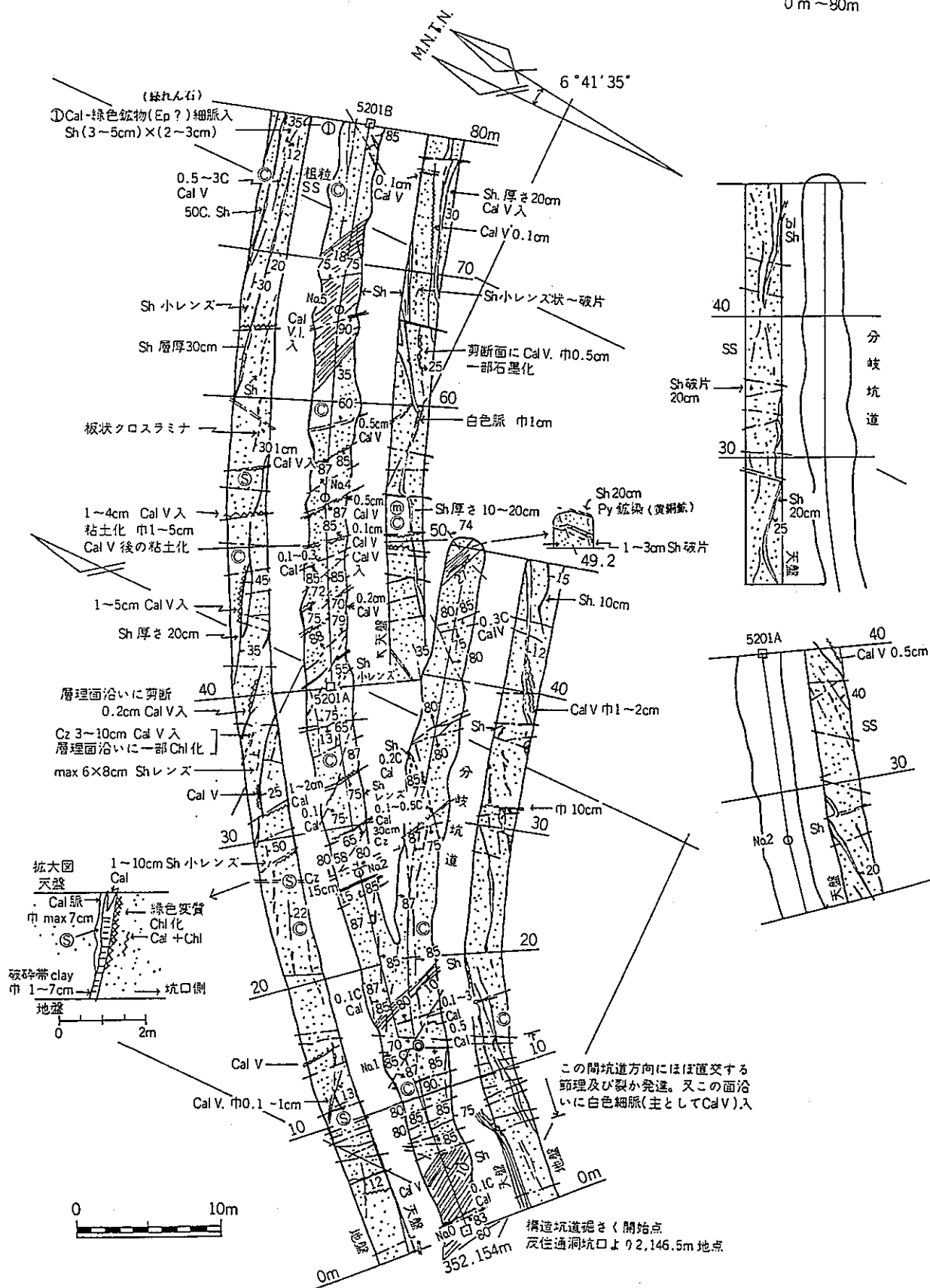
坑道地質図スケッチ  
(長棟構造坑道地質図)

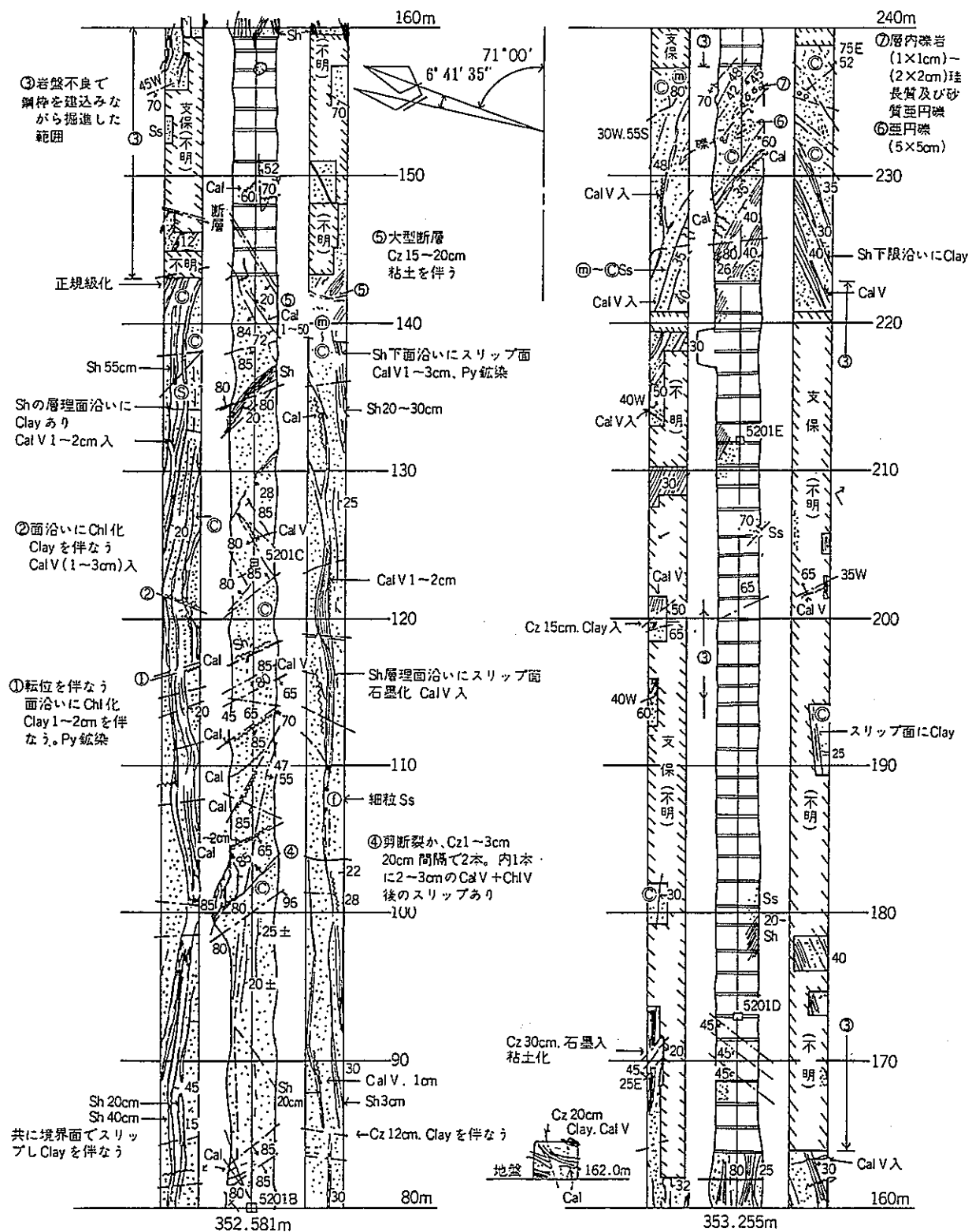
昭和52年度 構造坑道地質図記載要領 (0m ~ 400m)



# 構造坑道地質図

0 m ~ 80 m

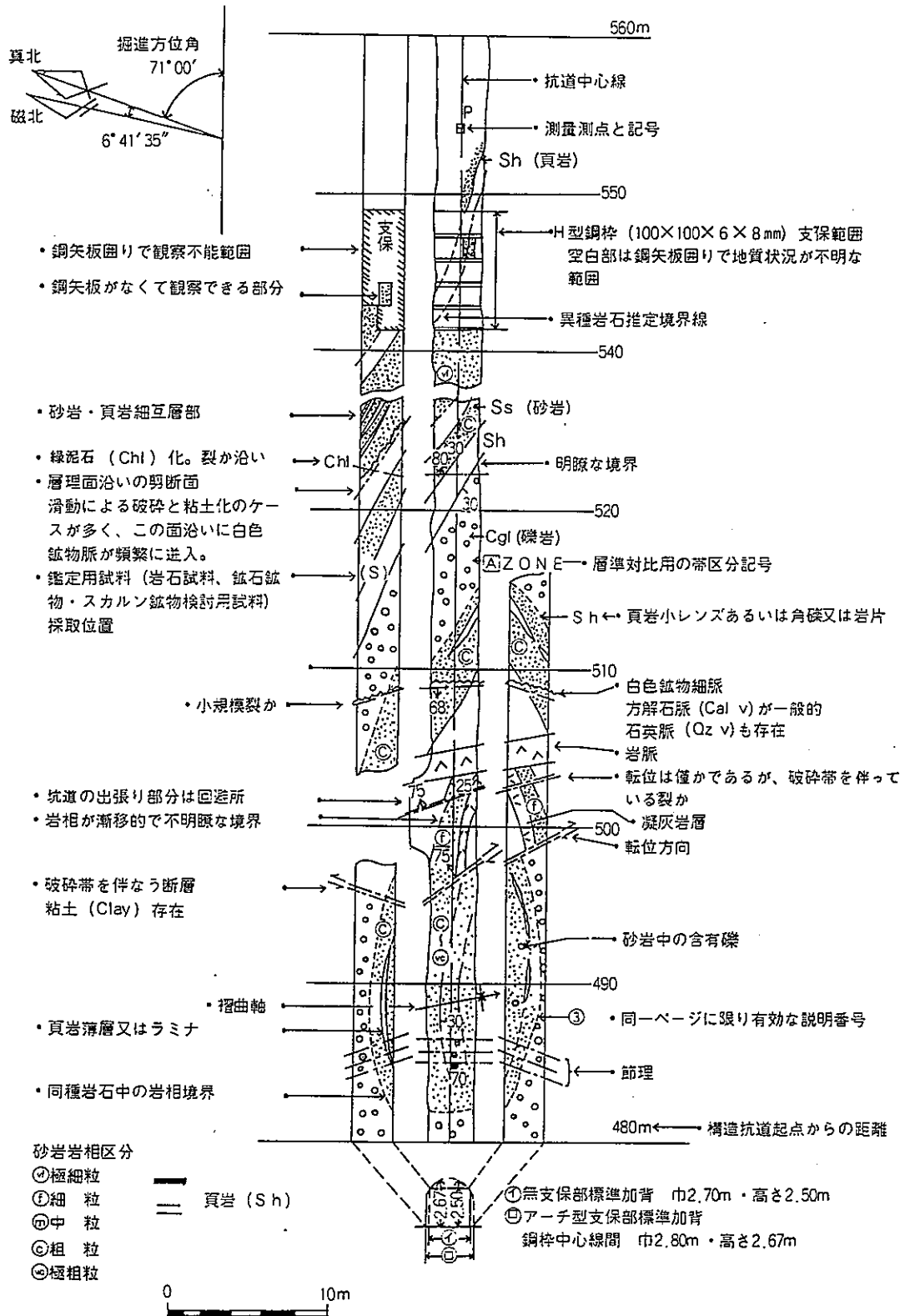








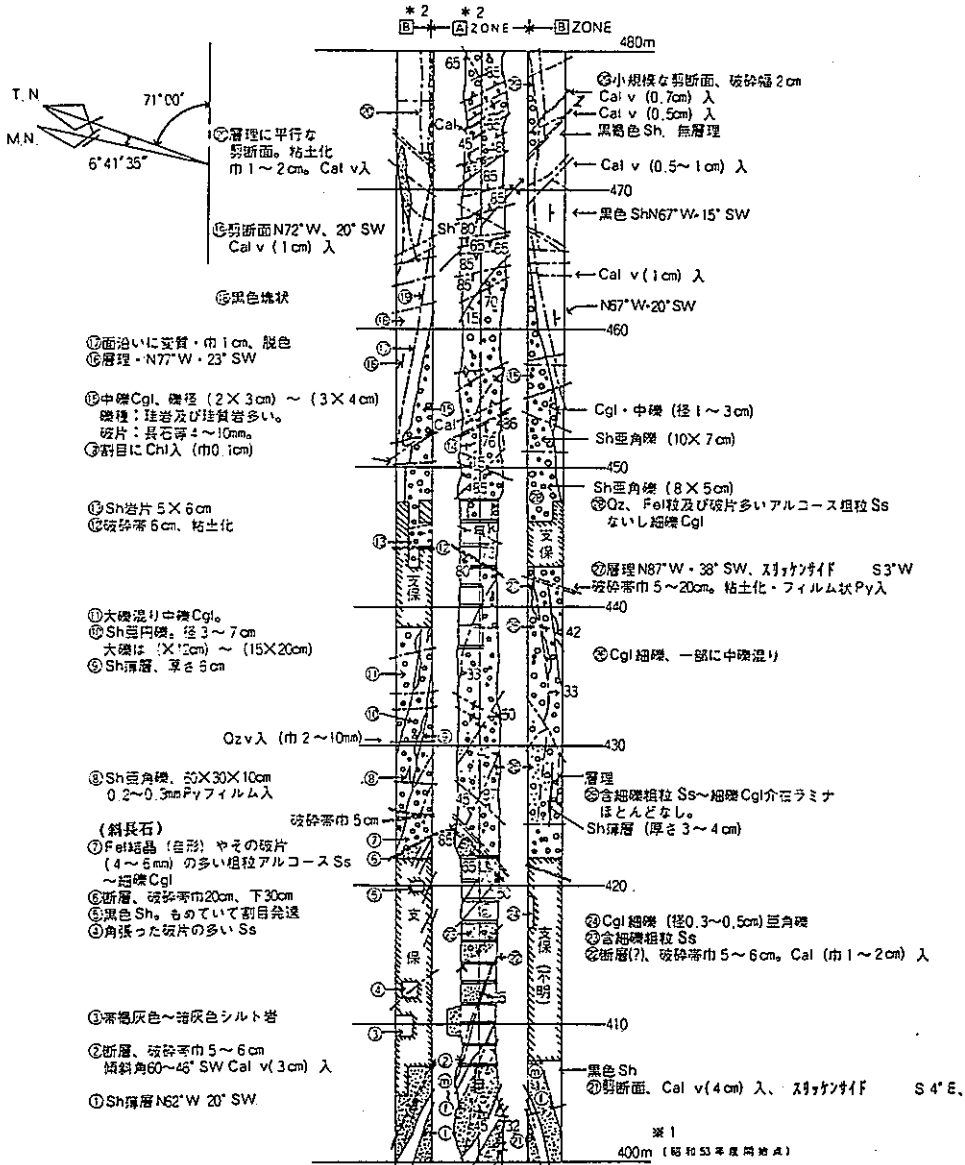
# 昭和53年度 構造坑道地質図記載要領 (400m ~ 850m)



# 構造坑道地質図

400m-480m

0 10m

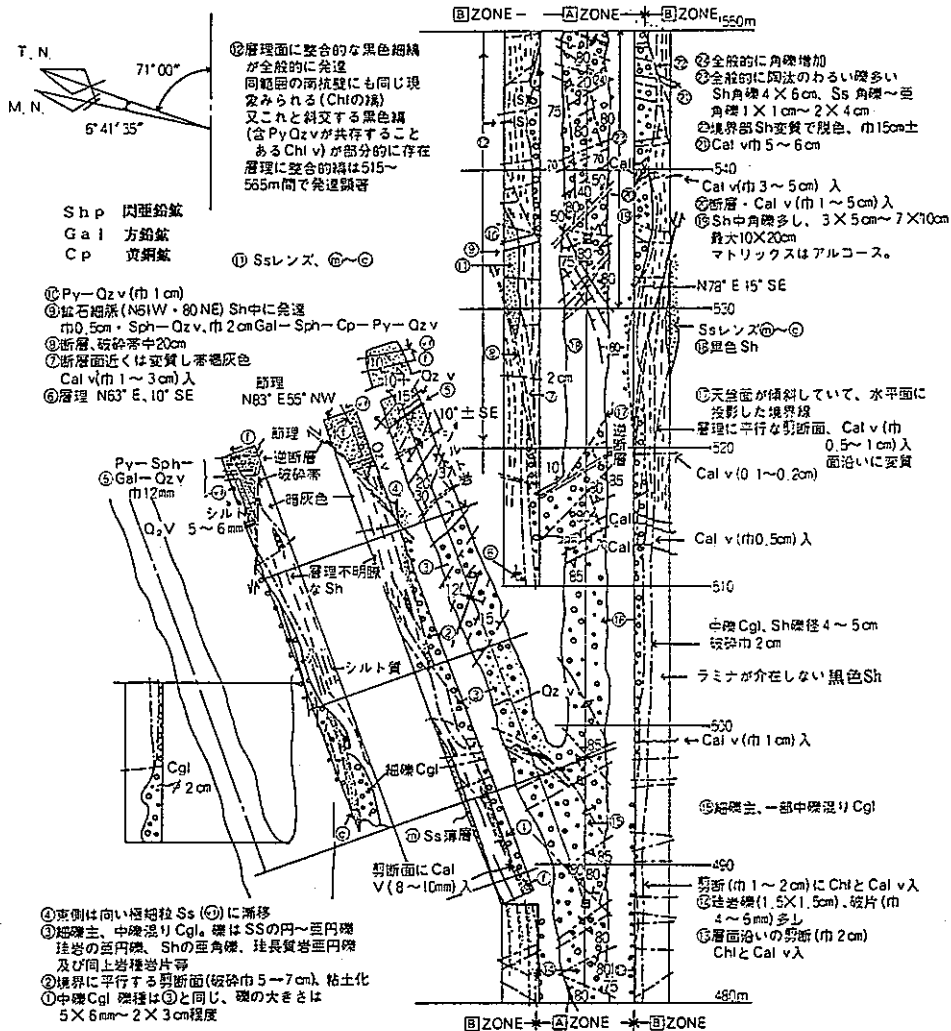


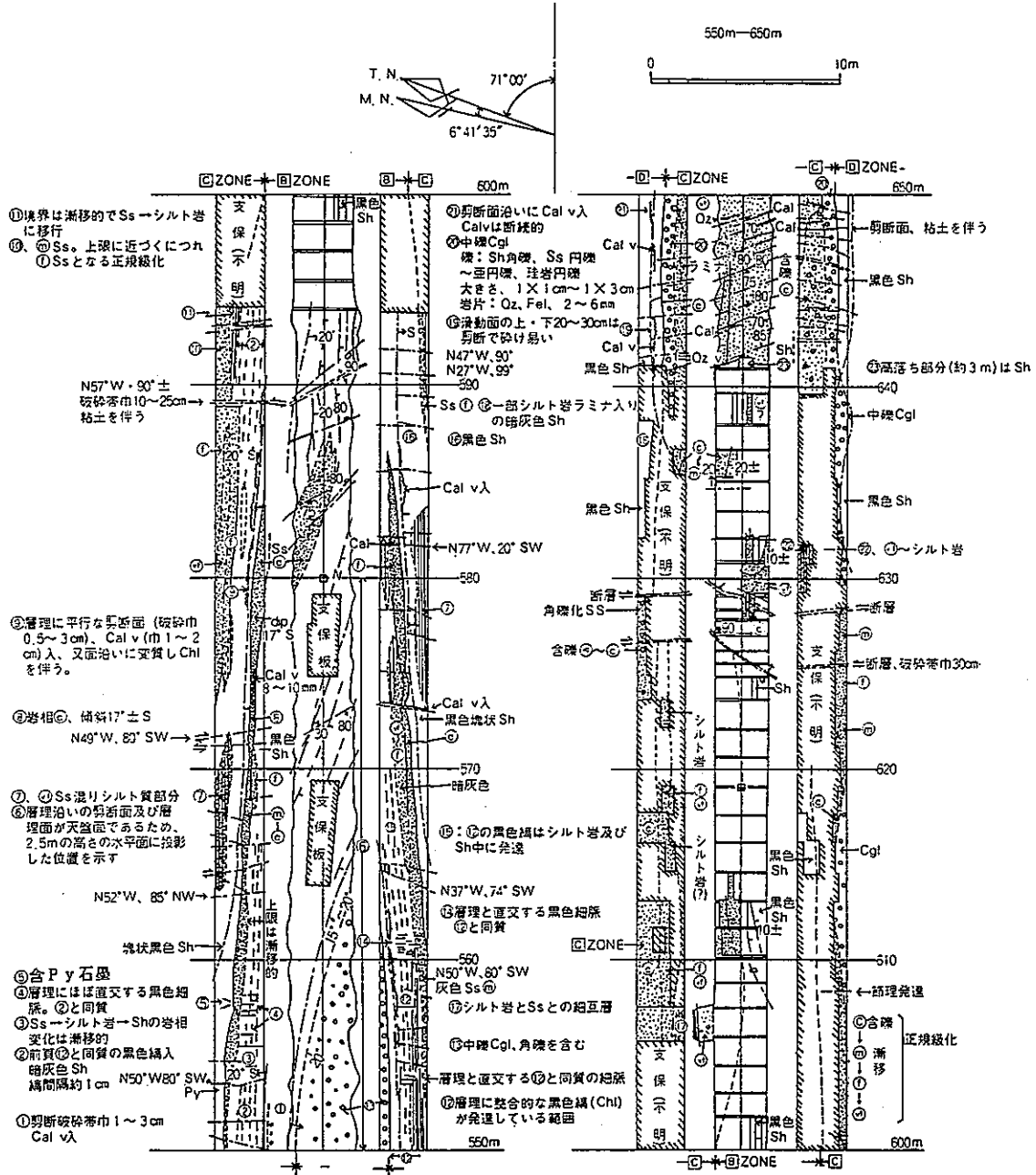
※ 1 距離は構造坑道起点からの数値

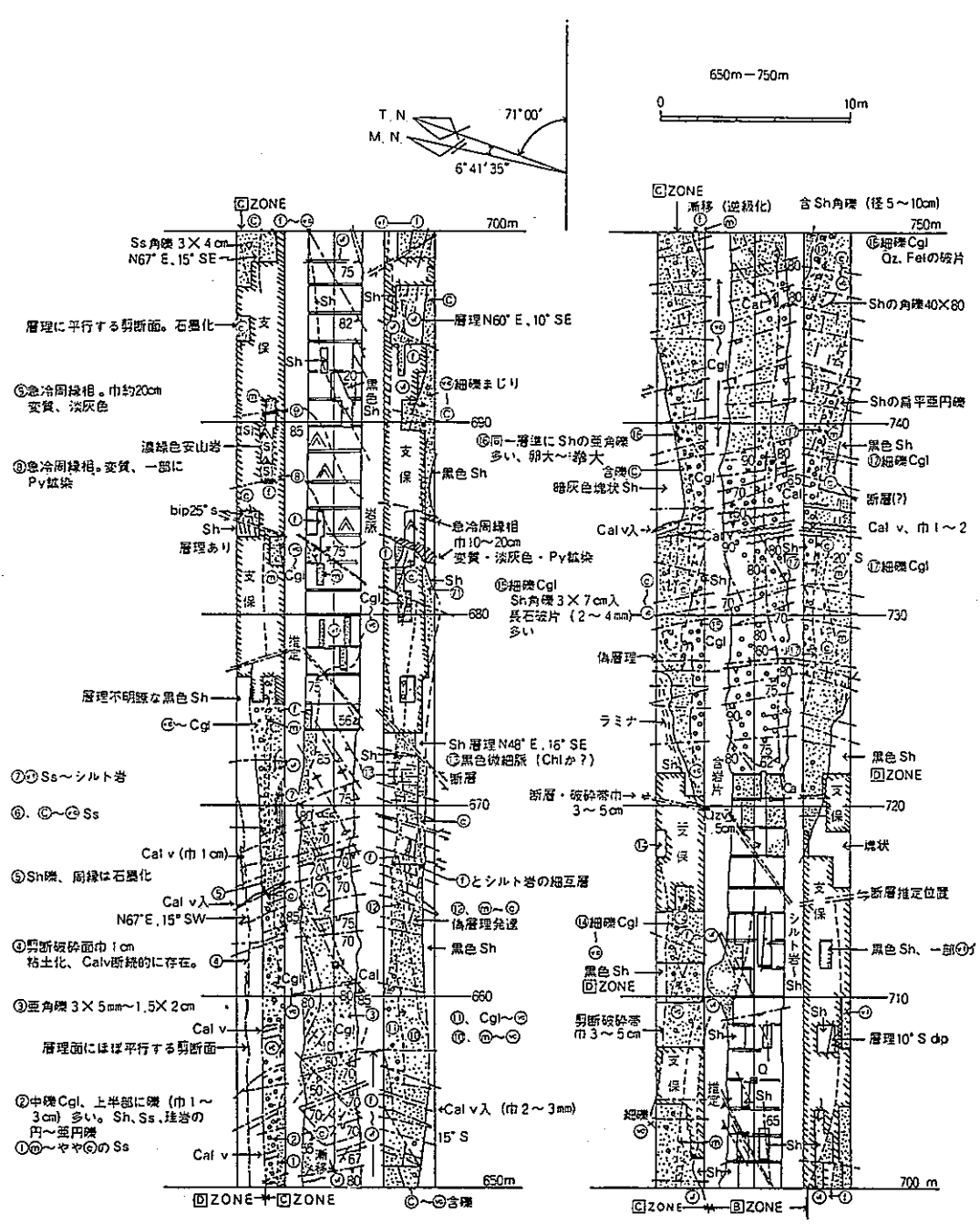
※ 2 層準を示す仮区分で、第4図、第5図と同記号

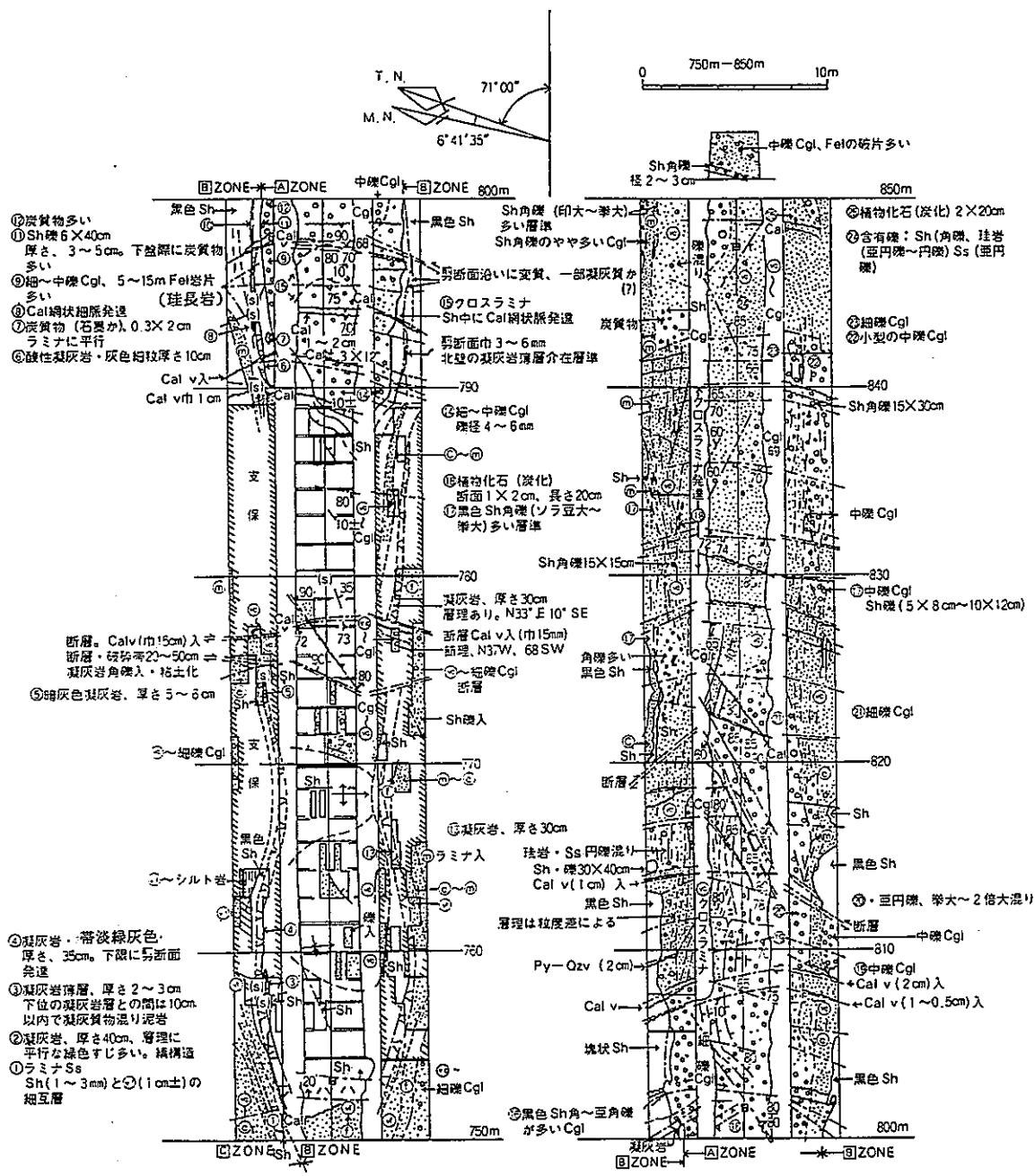
480m-550m

0 10m









- ①炭質物多い
- ②Sh礫5×40cm  
厚さ、3~5cm。下盤部に炭質物多い
- ③細~中礫Cgl、5~15m FeI岩片多い (珪長岩)
- ④Cal網状脈発達
- ⑤炭質物(石炭か) 0.3×2cm  
ラミナに平行
- ⑥酸性凝灰岩・灰色細粒厚さ10cm

- 断層。Cal v(15cm)入  
断層・破砕帯20~50cm  
凝灰岩角礫入・粘土化
- ⑦暗灰色凝灰岩、厚さ5~6cm

- ⑧凝灰岩・帯淡緑灰色。  
厚さ、35cm。下限に劈断面発達
- ⑨凝灰岩薄層、厚さ2~3cm  
下位の凝灰岩層との間は10cm。  
以内で凝灰岩物混り泥岩
- ⑩凝灰岩、厚さ40cm、層理に  
平行な緑色すじ多い。縞構造
- ⑪ラミナSs  
Sh(1~3mm)と⑫(1cm±)の  
交互層

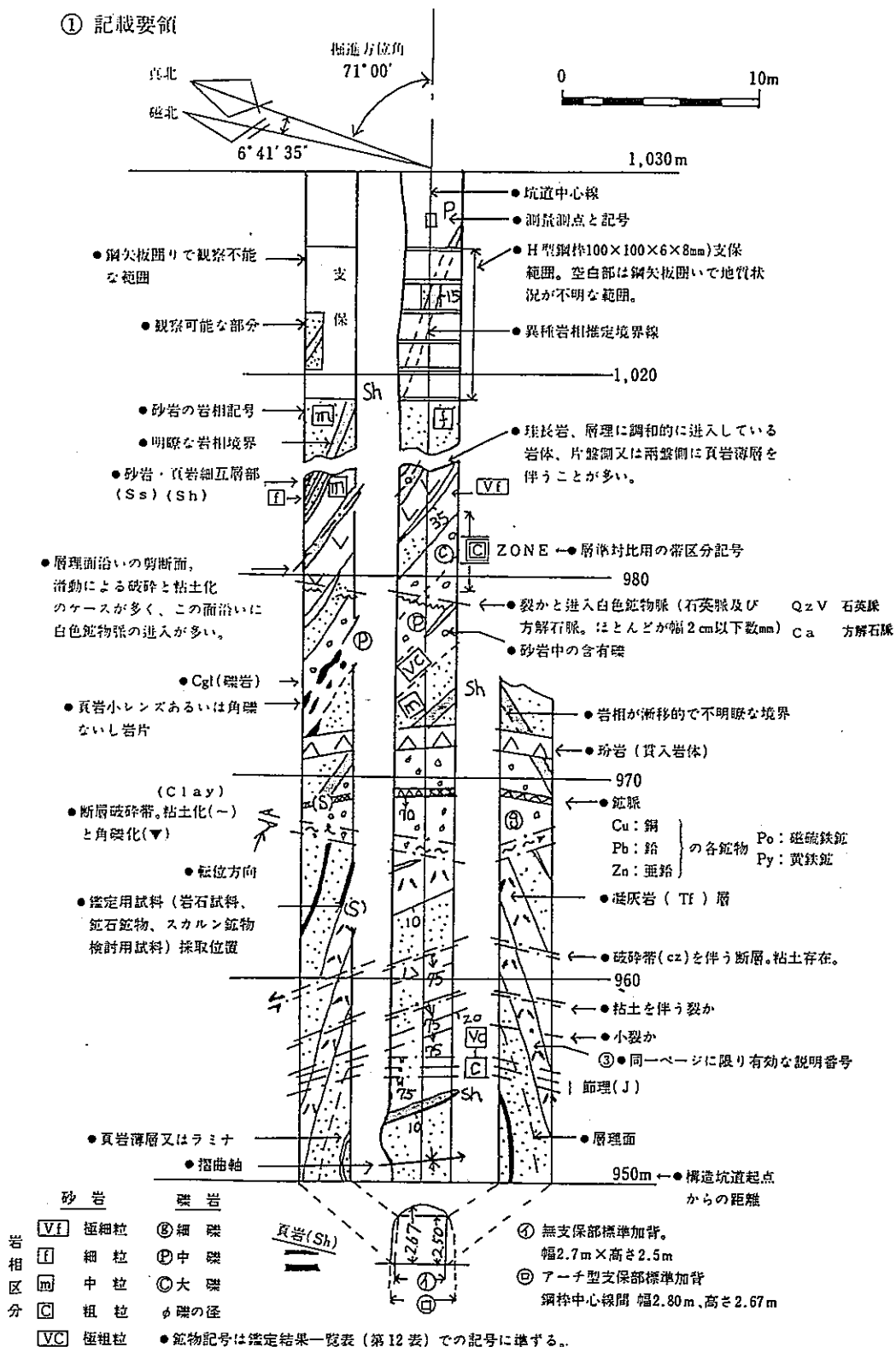
- ⑬黒色Sh
- ⑭Sh角礫(印大~拳大)多い層
- ⑮Sh角礫のやや多いCgl
- ⑯クロスラミナ  
Sh中にCal網状脈発達
- ⑰細~中礫Cgl  
粒径4~6mm
- ⑱植物化石(炭化)  
断面1×2cm、長さ20cm
- ⑲黒色Sh角礫(ソラ豆大~  
拳大)多い層

- ⑳凝灰岩、厚さ30cm  
層理あり。N33°E 10°SE
- ㉑新層Cal v入(巾15cm)  
層理、N37°W、68°SW
- ㉒細礫Cgl
- ㉓Sh礫入
- ㉔凝灰岩、厚さ30cm
- ㉕ラミナ入
- ㉖凝灰岩、厚さ30cm
- ㉗珪岩・Ss円礫混り  
Sh・礫30×40cm  
Cal v(1cm)入  
層理は粒度差による
- ㉘Py-Ozv (2cm)
- ㉙塊状Sh
- ㉚黒色Sh角~三角礫  
が多いCgl

- ㉛植物化石(炭化) 2×20cm
- ㉜含有礫: Sh(角礫、珪岩  
(三角礫~円礫) Ss(三角礫)
- ㉝細礫Cgl
- ㉞小型の中礫Cgl
- ㉟Sh角礫15×30cm
- ㊱中礫Cgl
- ㊲Sh角礫15×15cm
- ㊳中礫Cgl  
Sh礫(5×8cm~10×12cm)
- ㊴細礫Cgl
- ㊵Sh
- ㊶黒色Sh
- ㊷三円礫、拳大~2倍大混り
- ㊸中礫Cgl
- ㊹中礫Cgl  
Cal v(2cm)入
- ㊺Cal v(1~0.5cm)入
- ㊻黒色Sh

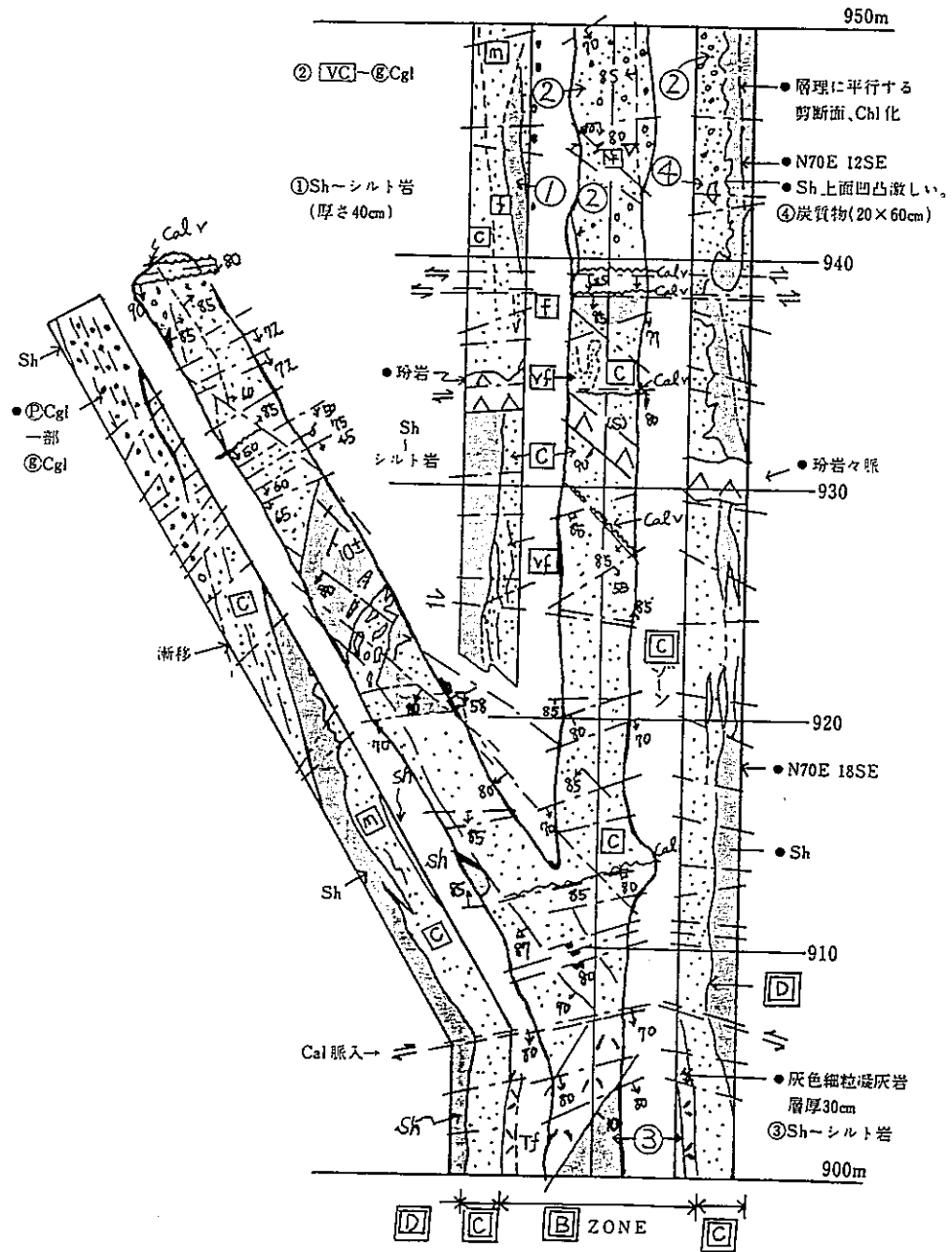
# 昭和54年度 構造坑道地質図記載要領 (850m ~ 1880m)

## ① 記載要領









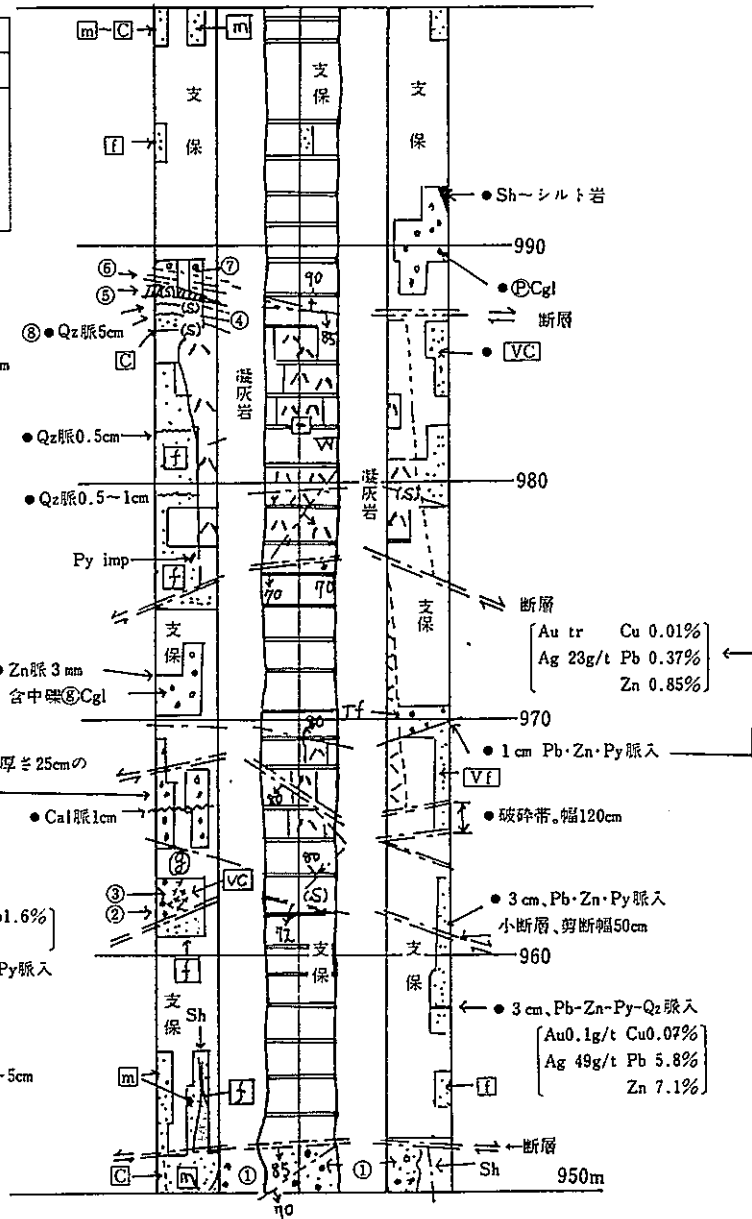
1,000m

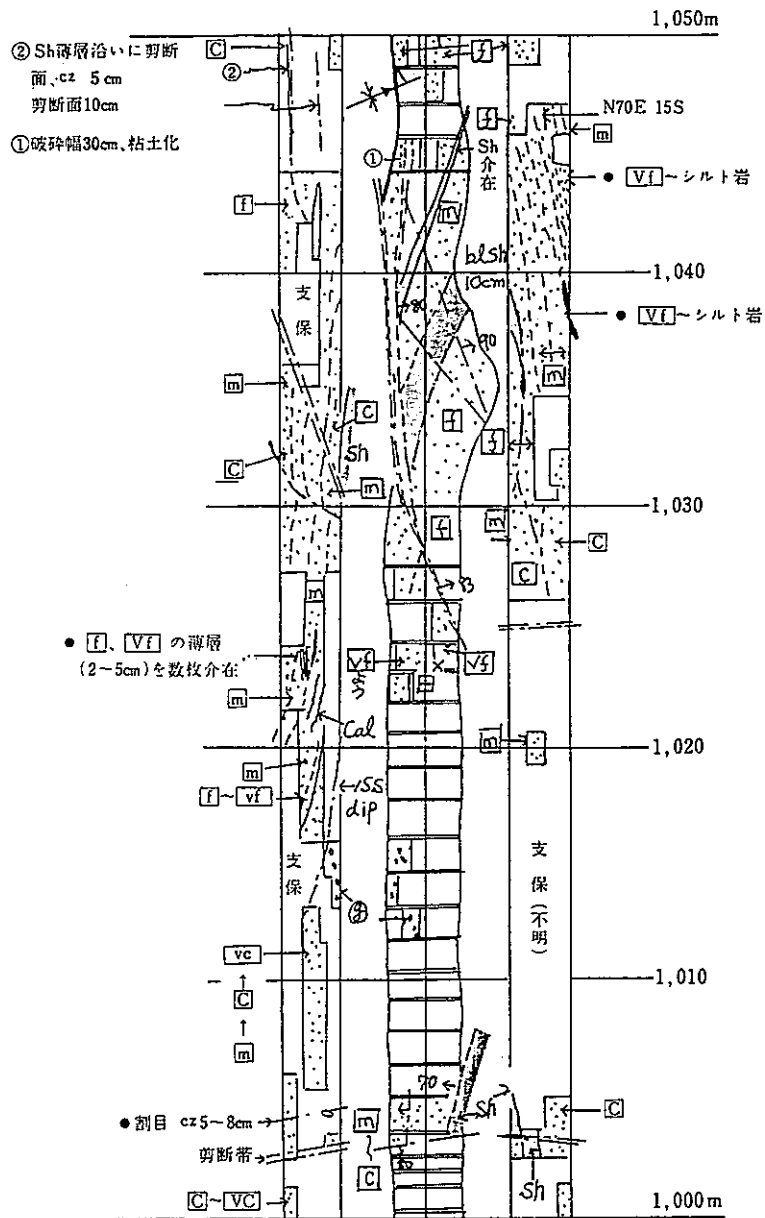
位置	⑥	⑧
幅	25cm	3cm
Au g/t	tr	23
Ag g/t	8	1405
Cu %	0.01	0.03
Pb %	0.21	5.0
Zn %	0.11	6.0

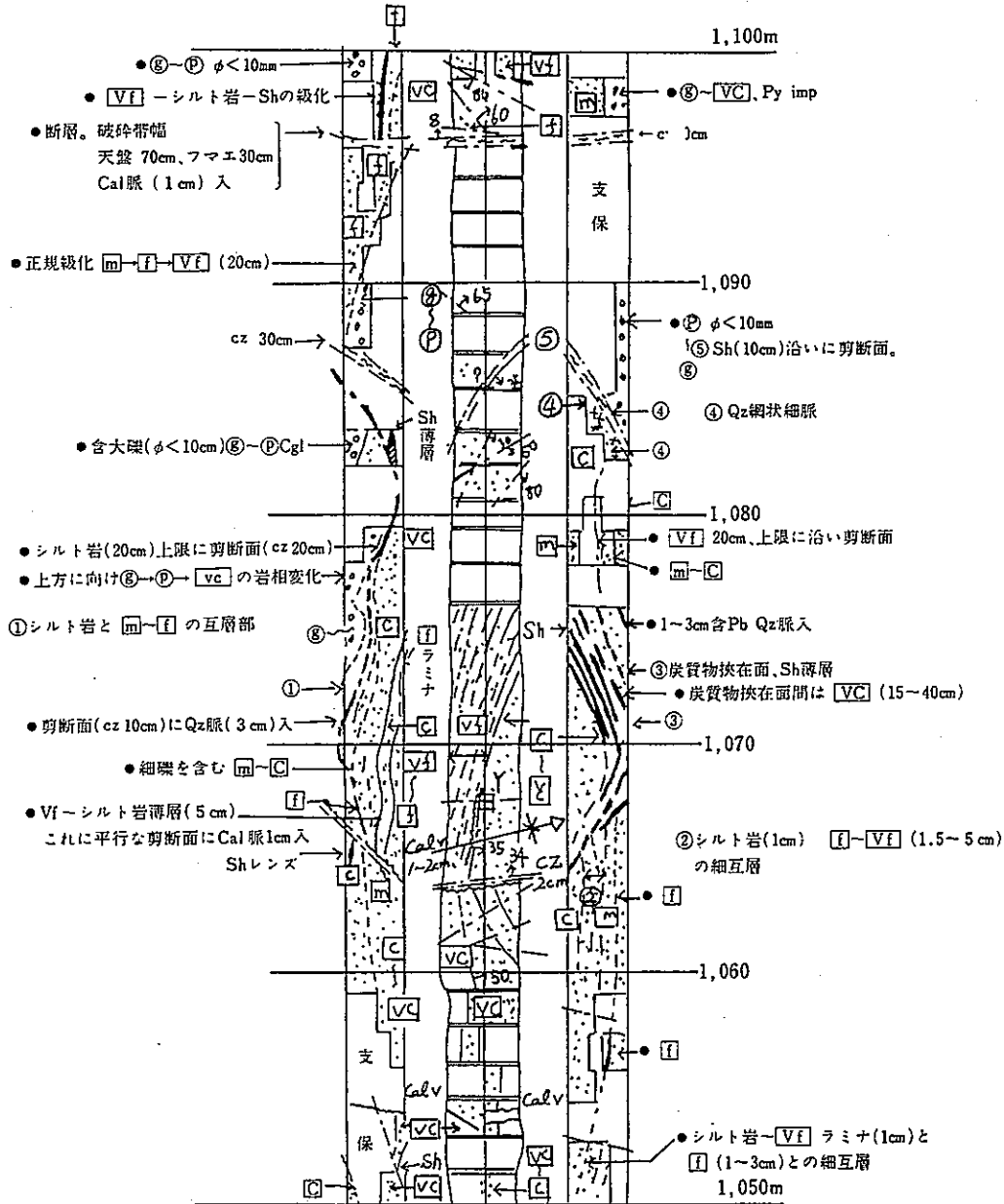
- ⑦ ②Cgl,  $\phi < 40\text{mm}$   
円～亜円礫
- ⑥ Qz脈入粘土化裂か  
幅10cm
- ⑤ 破砕帯, 粘土化 幅10~15cm
- ④ 含Py-Qz脈 幅13mm

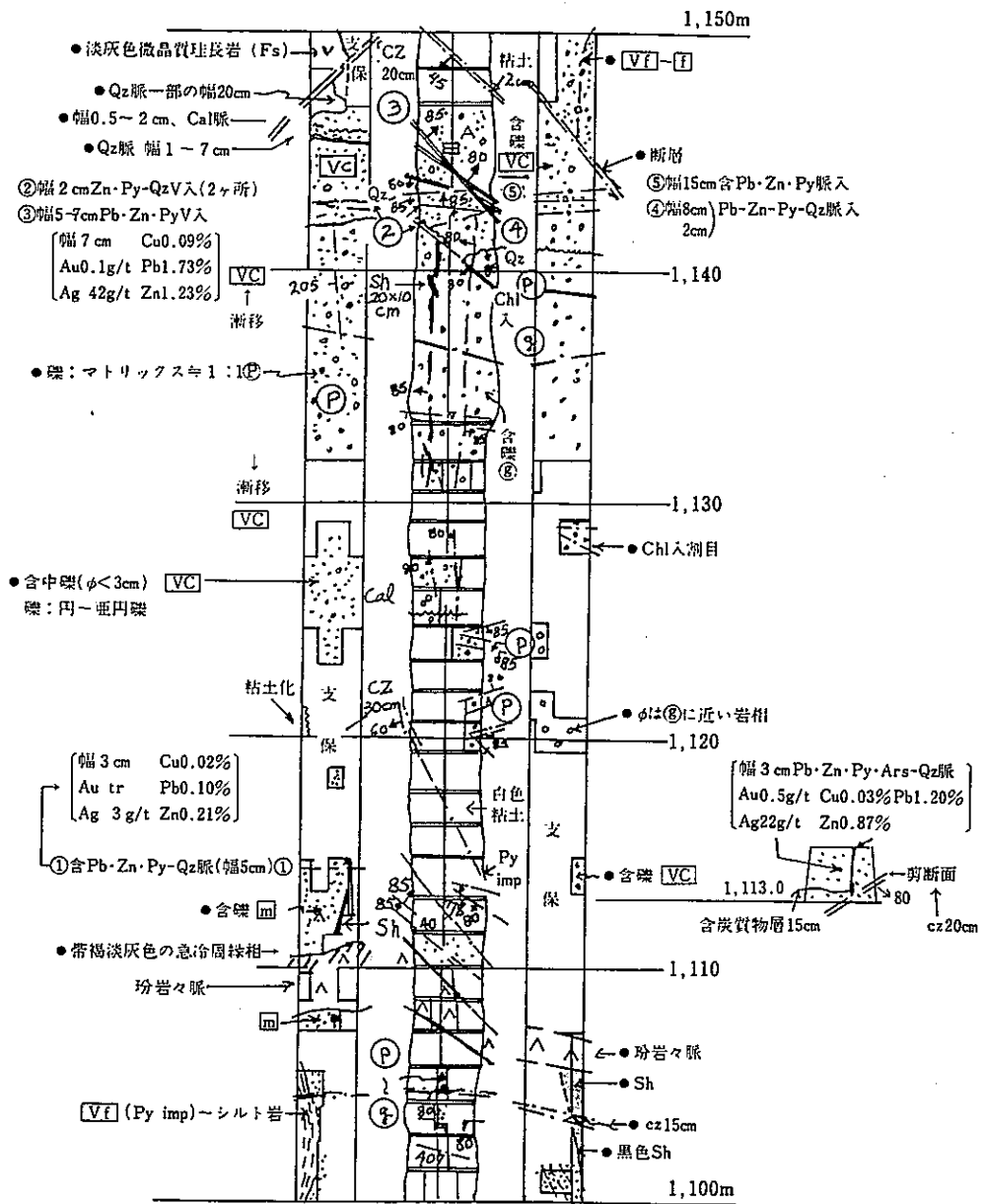
第10図  
①にスケッチ

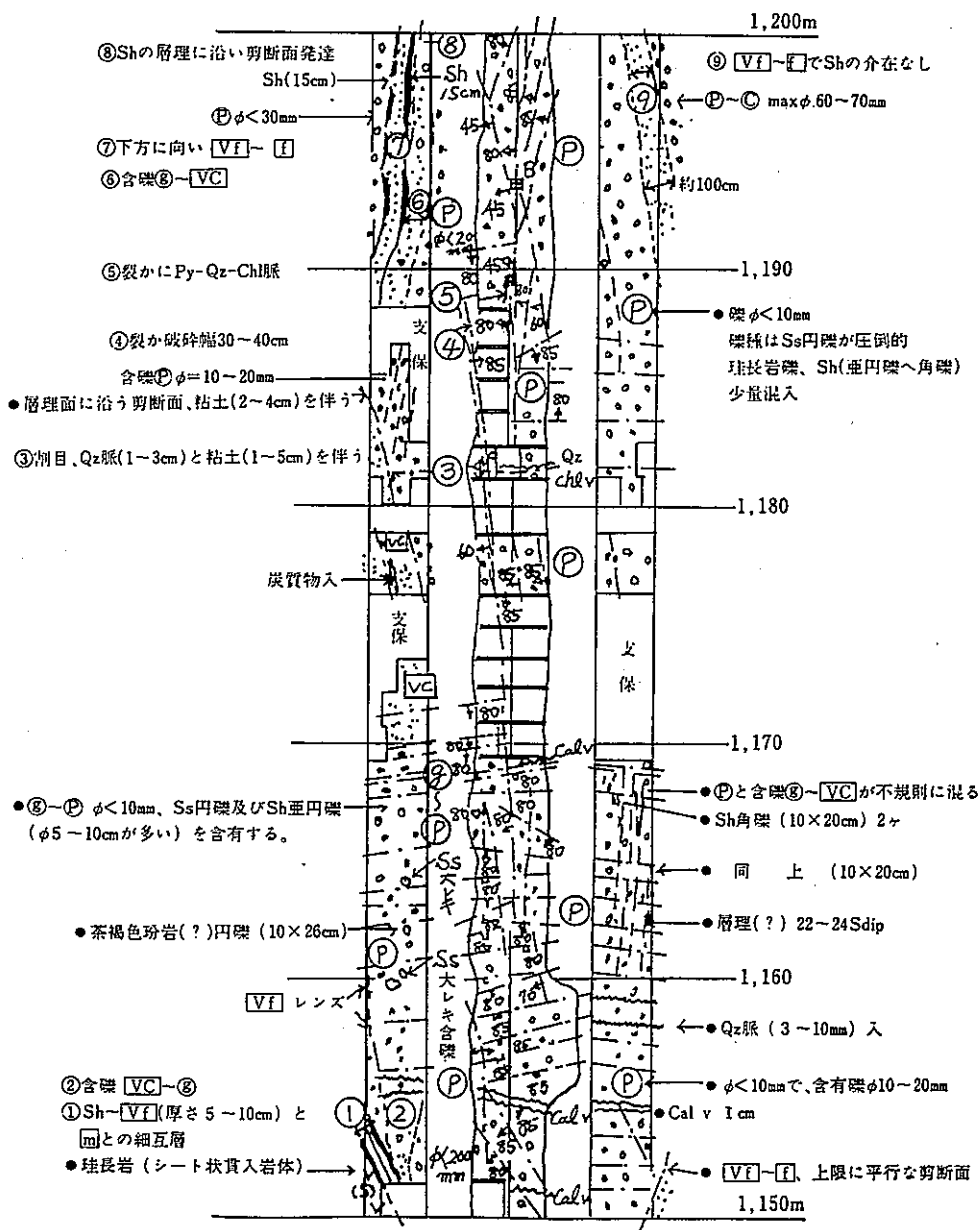
- ③ Cu·Pb·Zn·Py網状細脈  
と鉱染, 幅70cm  
[Ag27g/t, Cu0.2%, Pb1.6%]  
Zn1.2%
- ② 断層沿いにCu-Pb-Zn-Py脈入  
幅14~18cm  
[Ag100g/t, Cu1.4%]  
[Pb6.02%, Zn6.68%]  
断層上盤沿いにQz脈3~5cm
- ① VC~Cgl

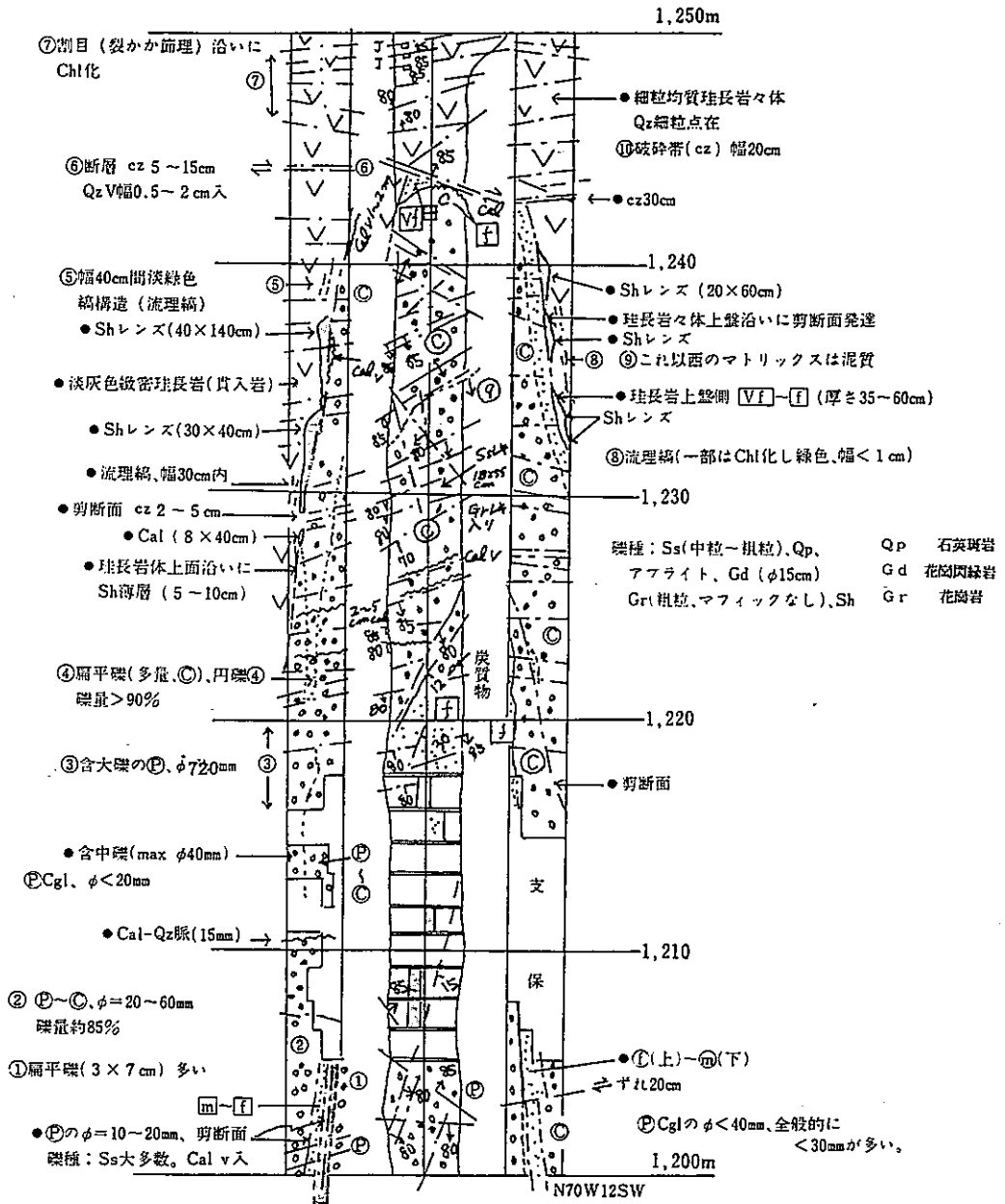


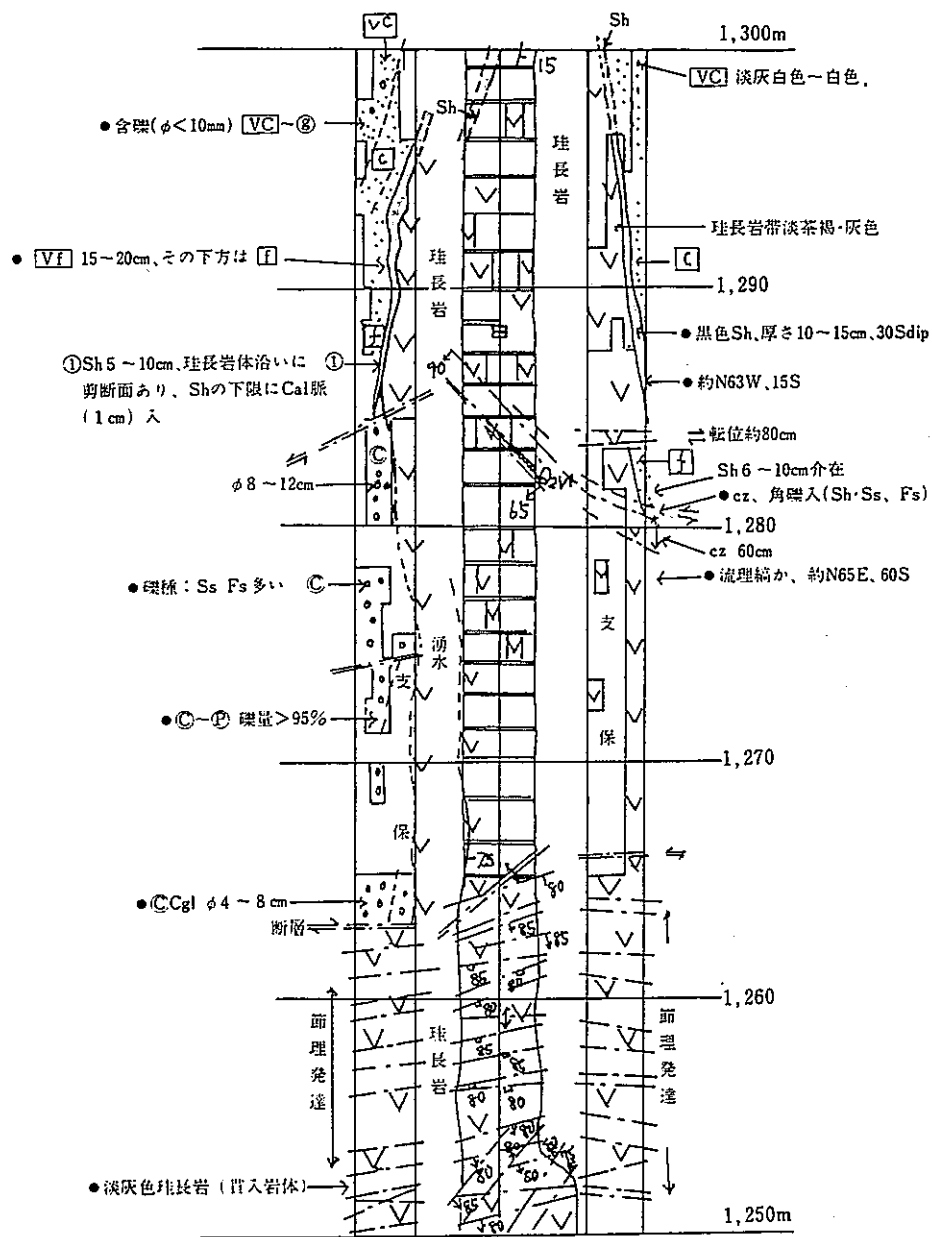




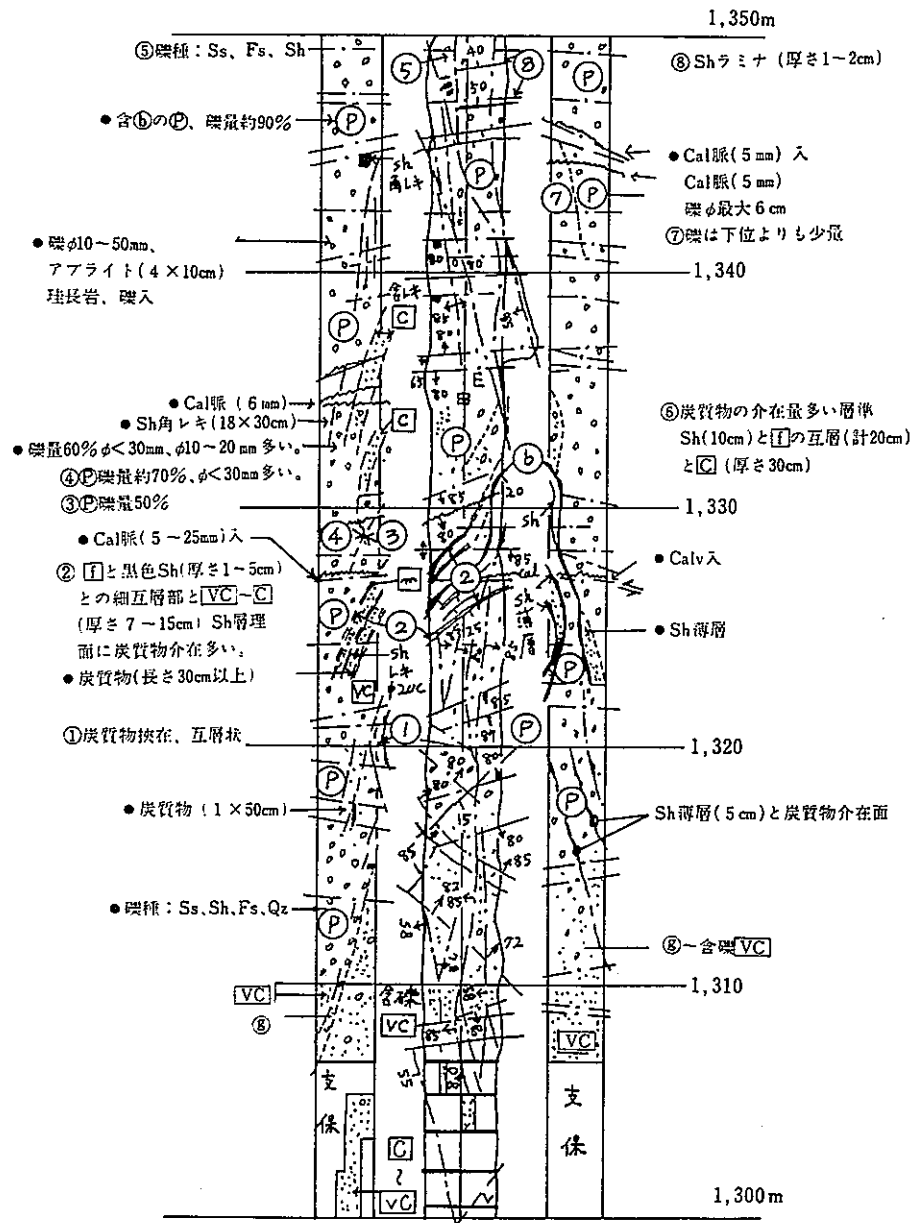


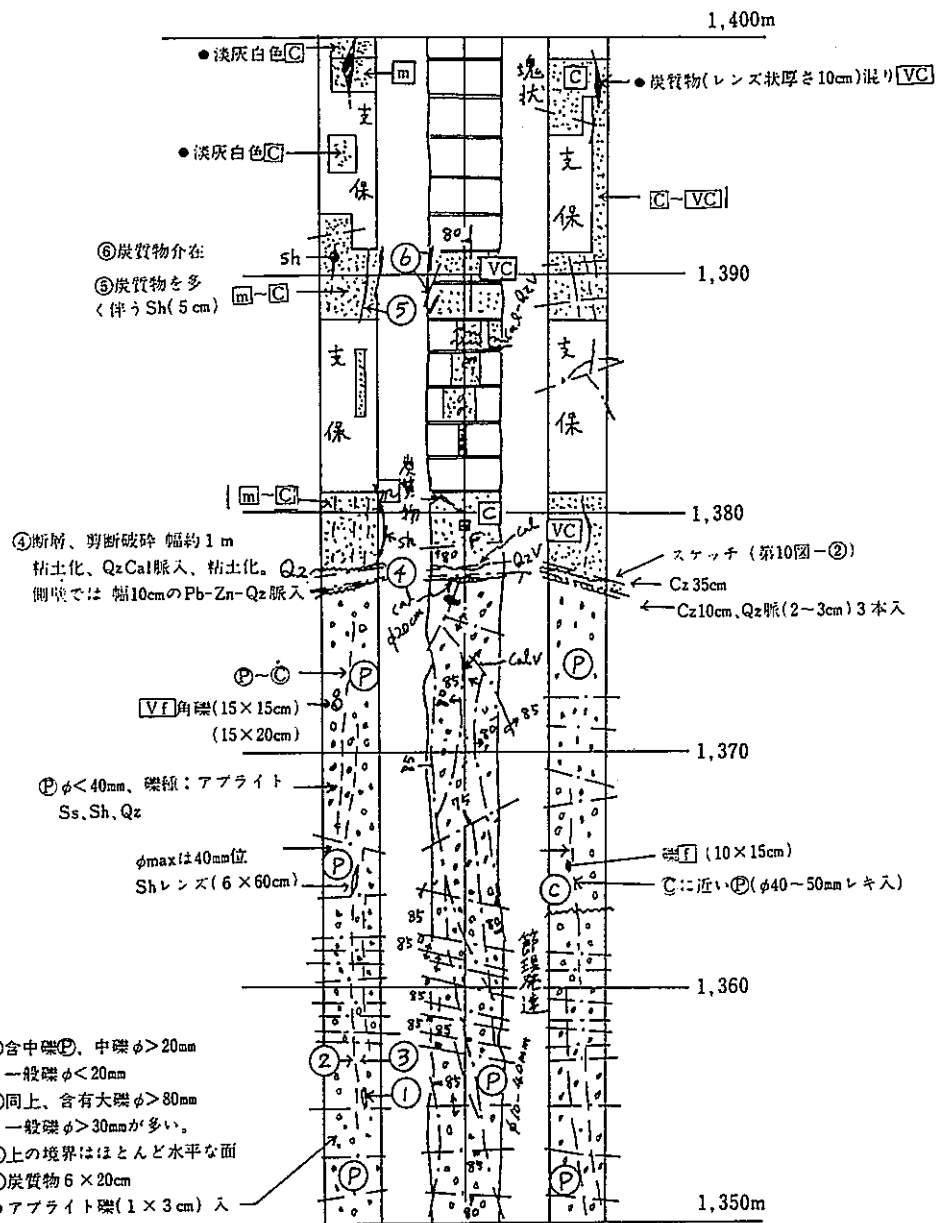


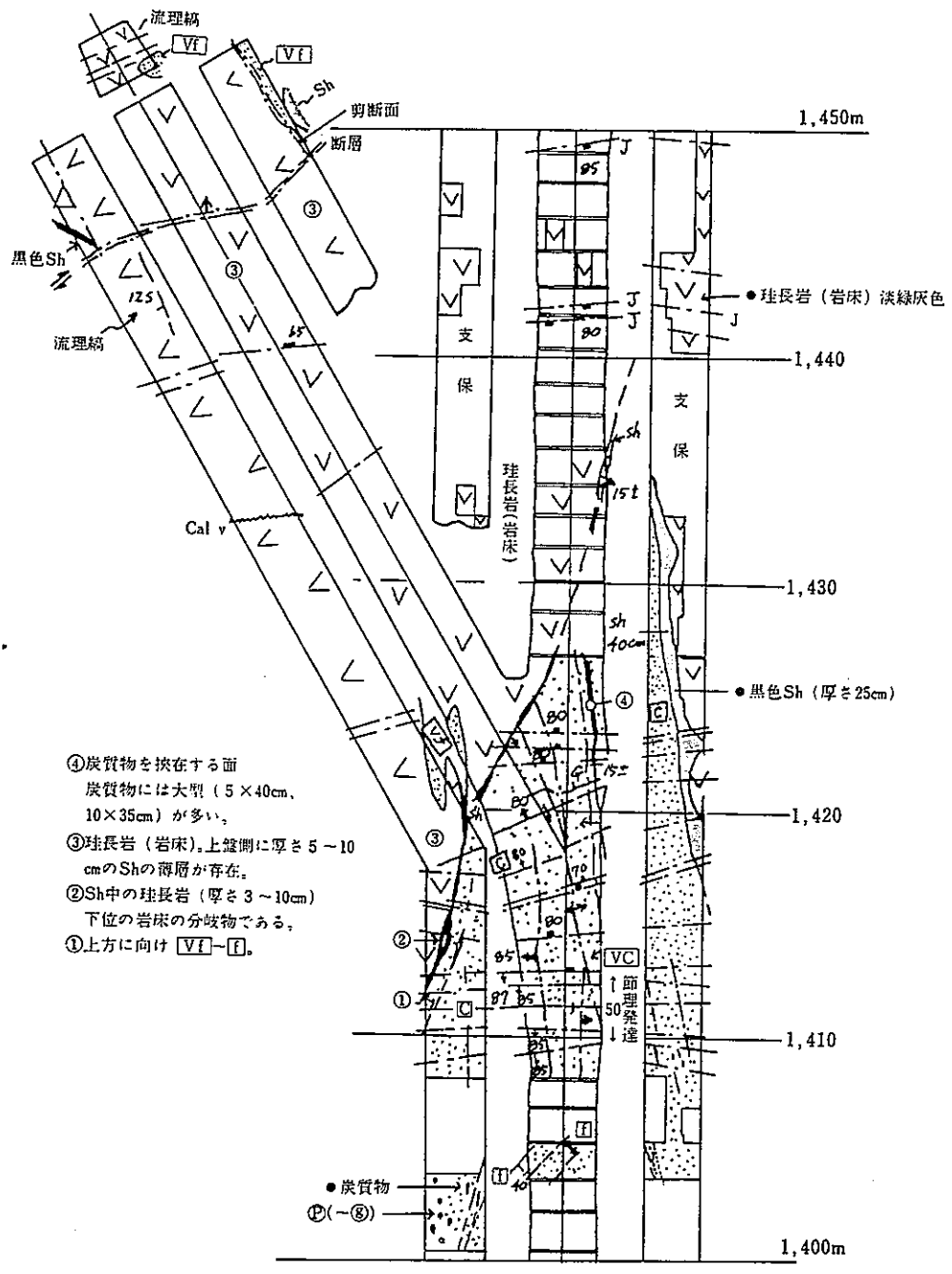


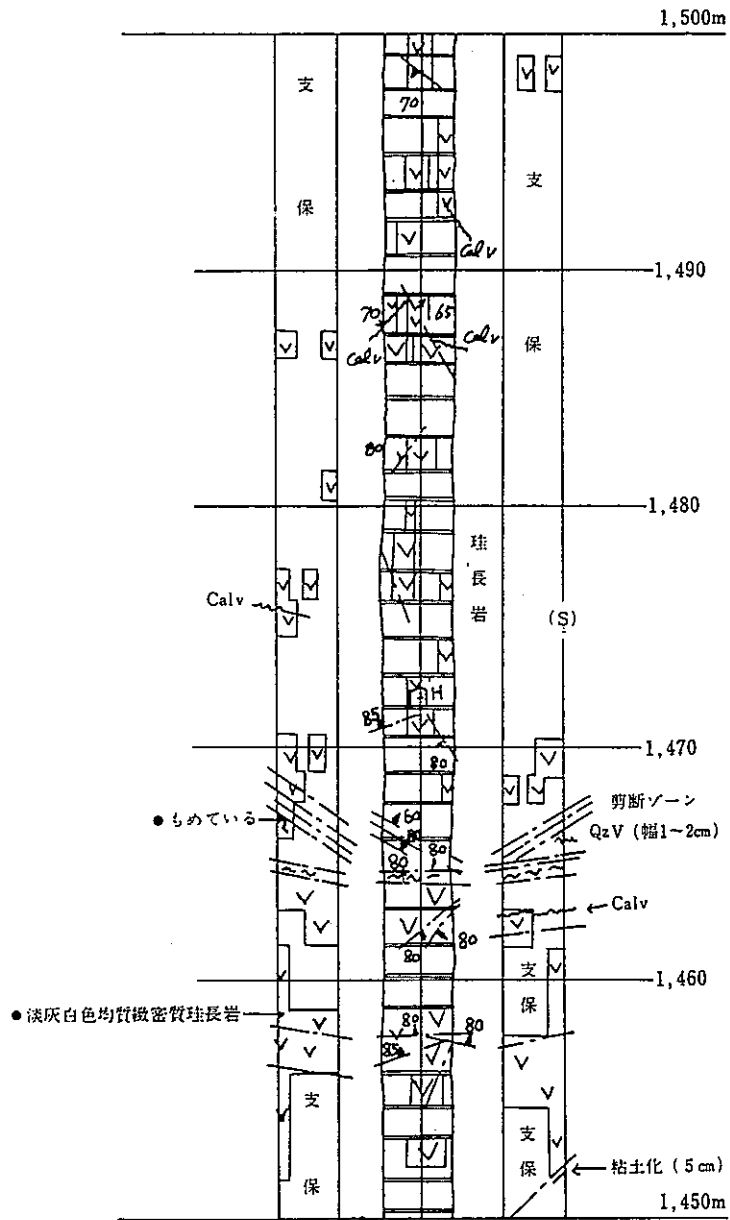


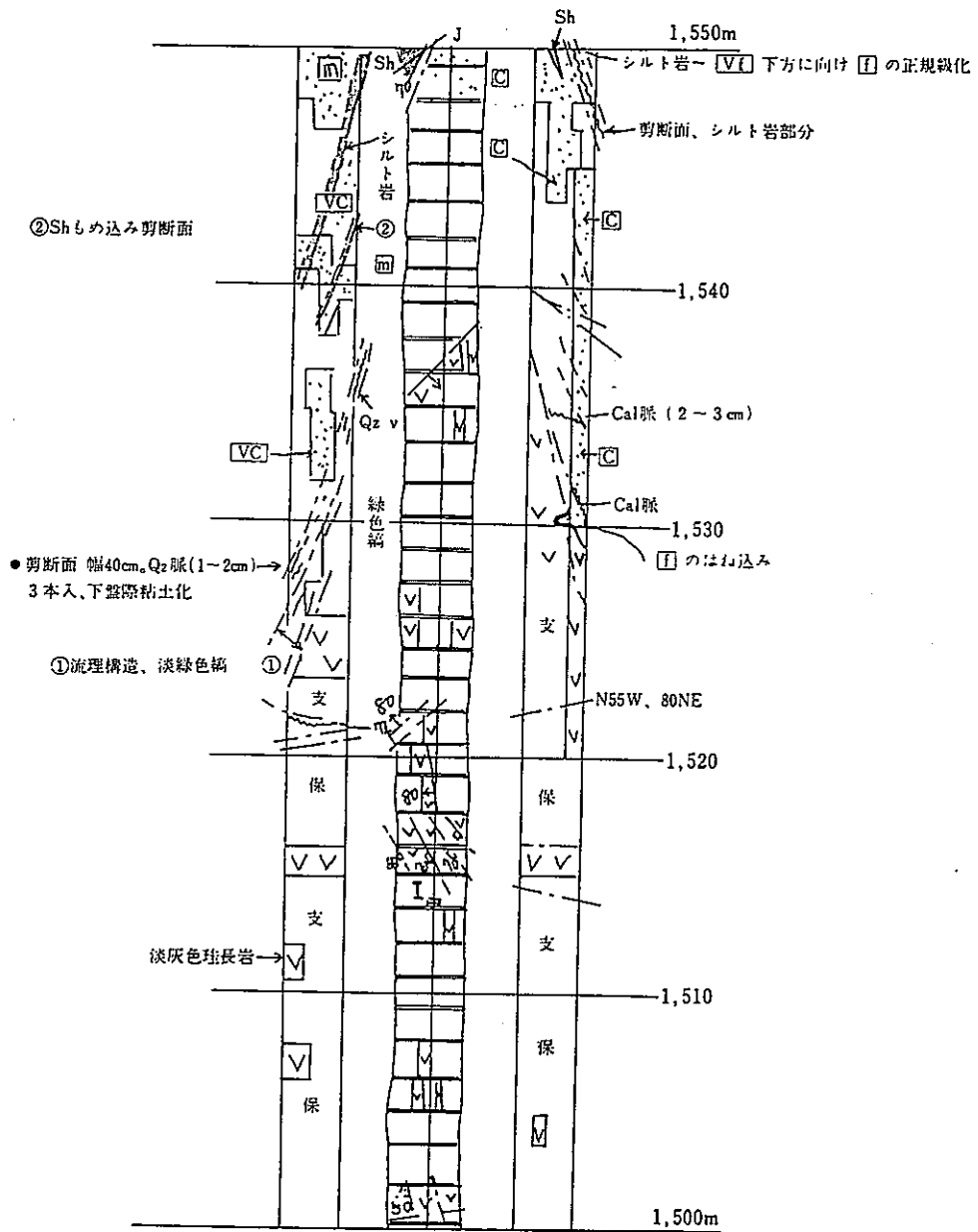


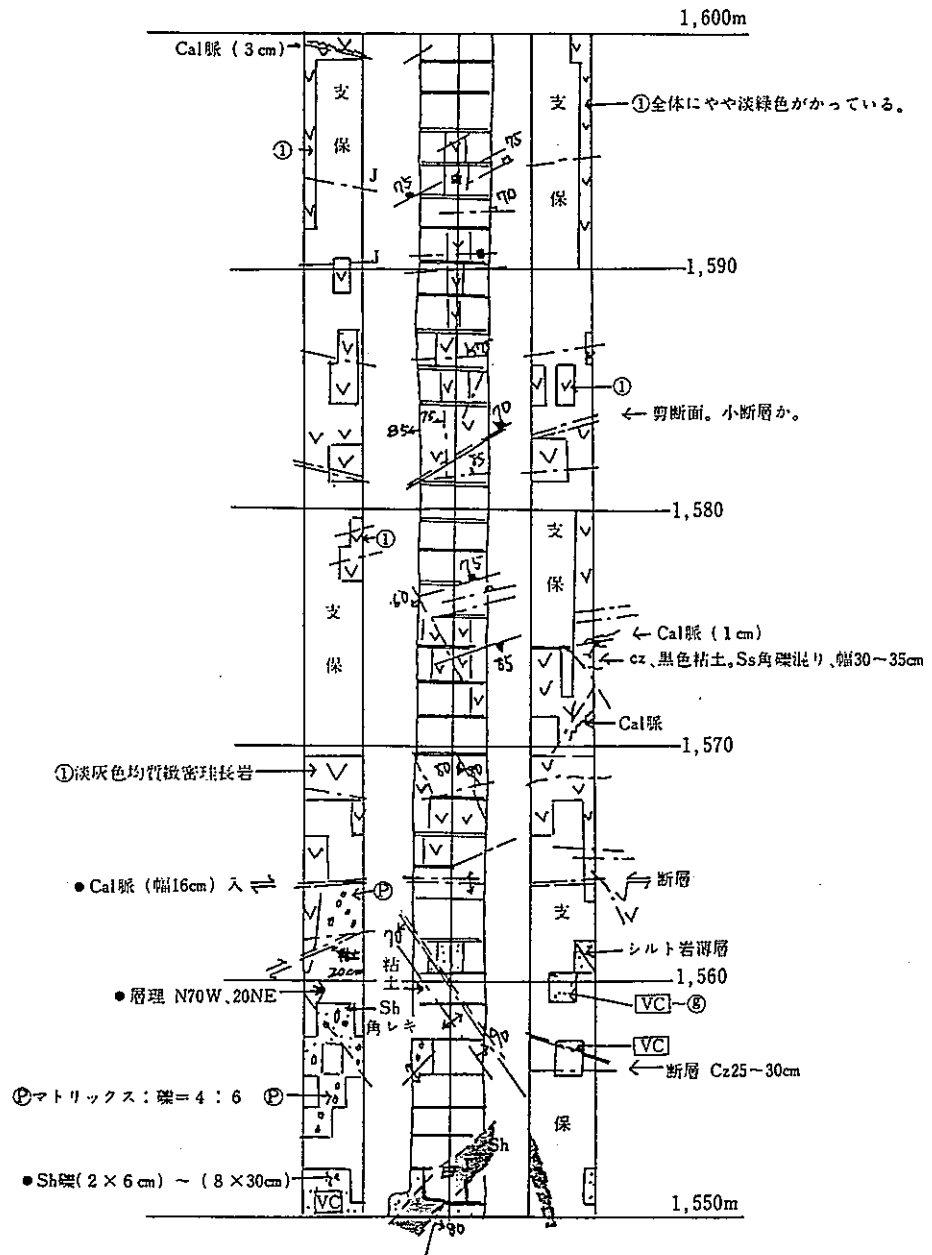


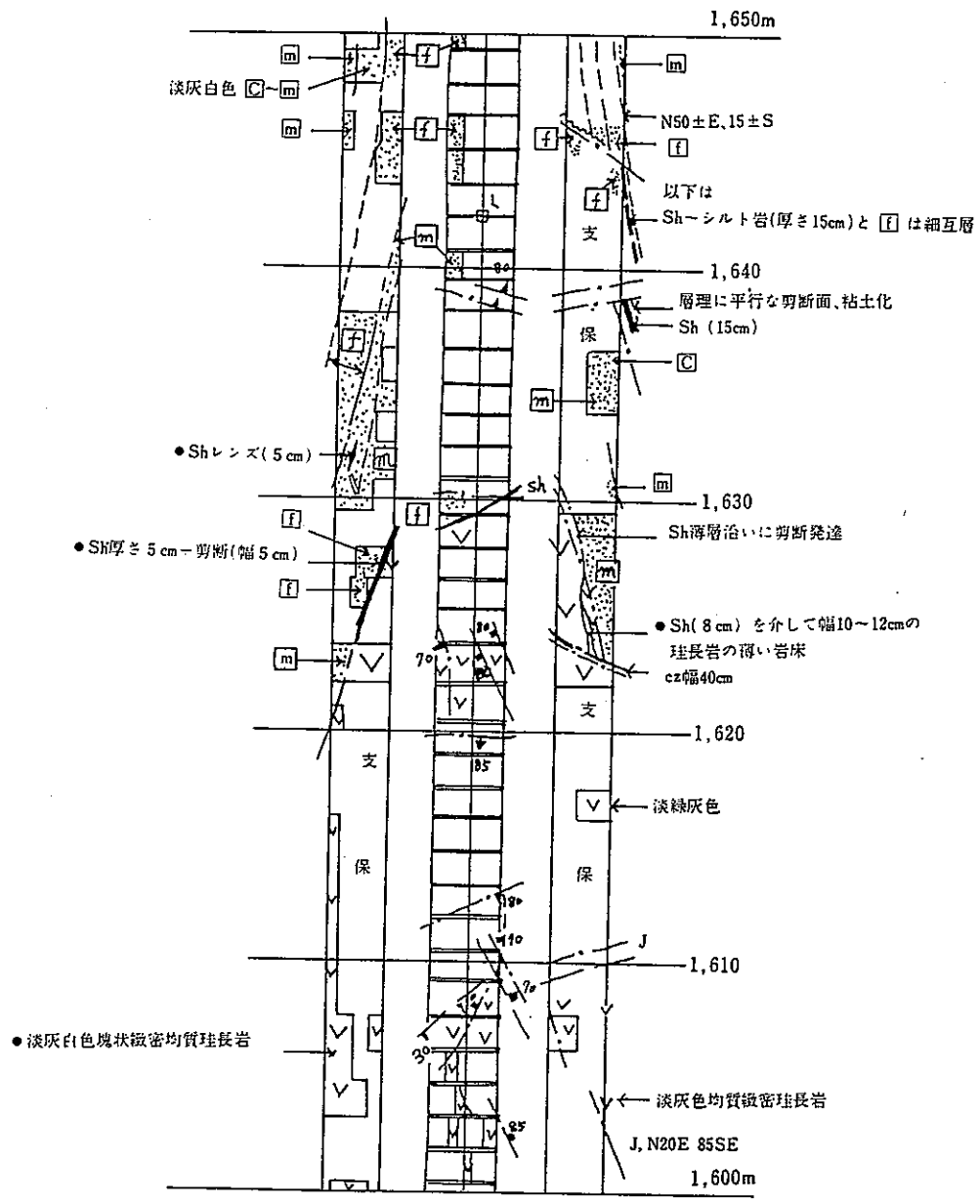


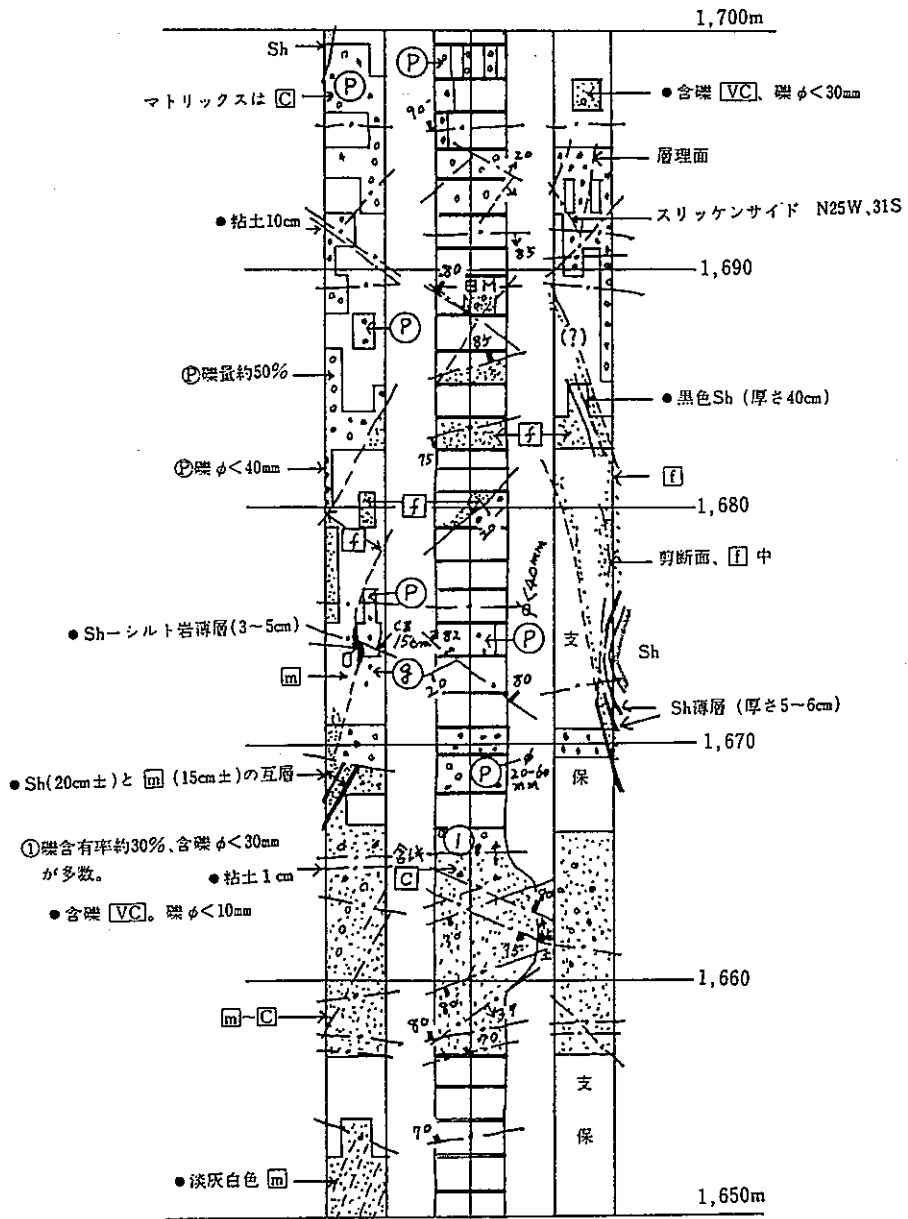




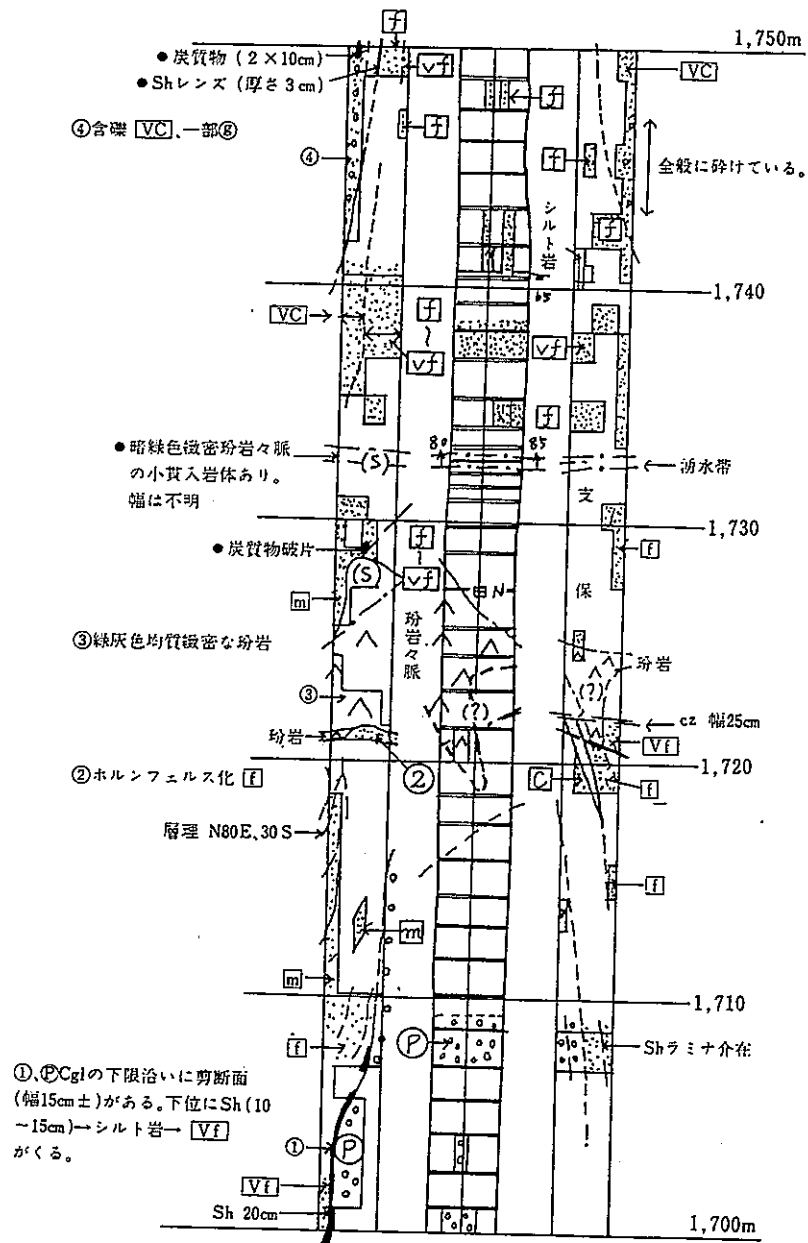


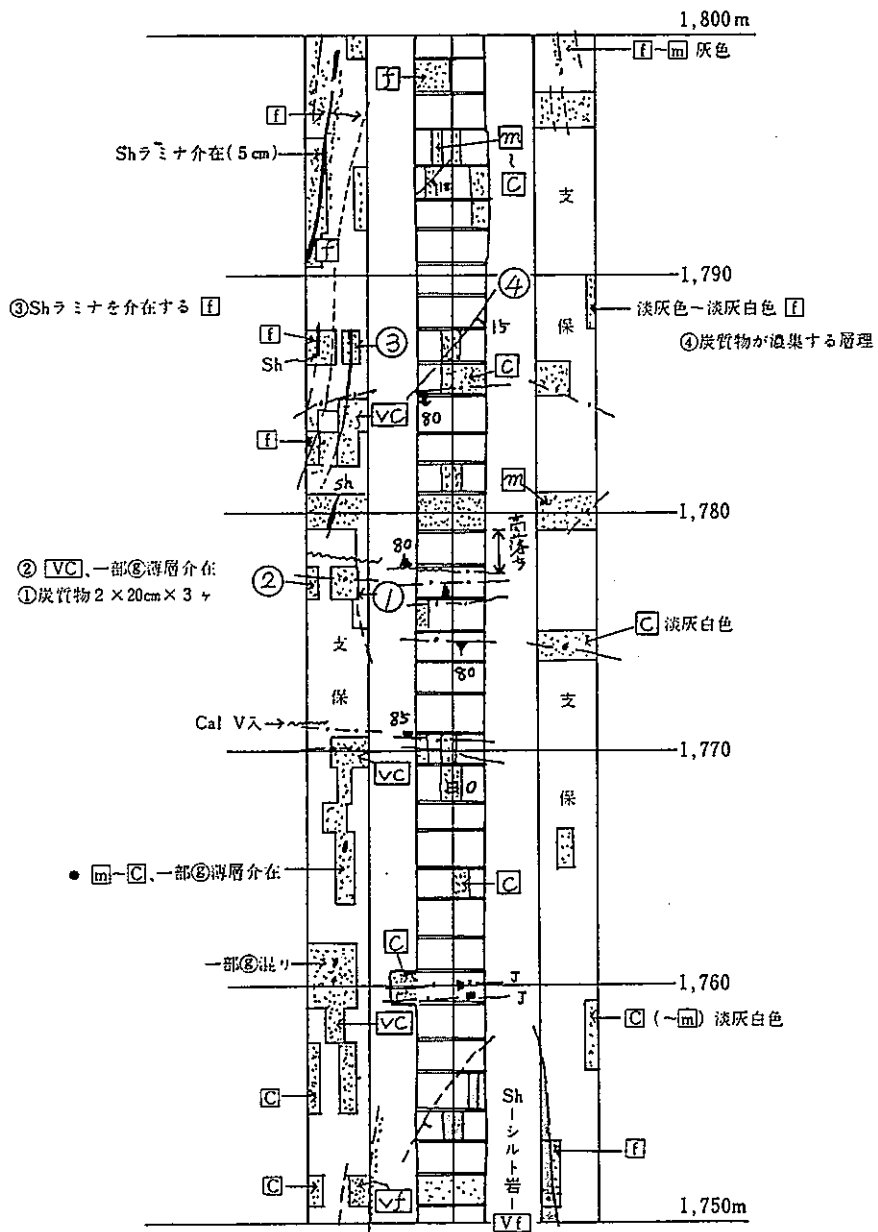




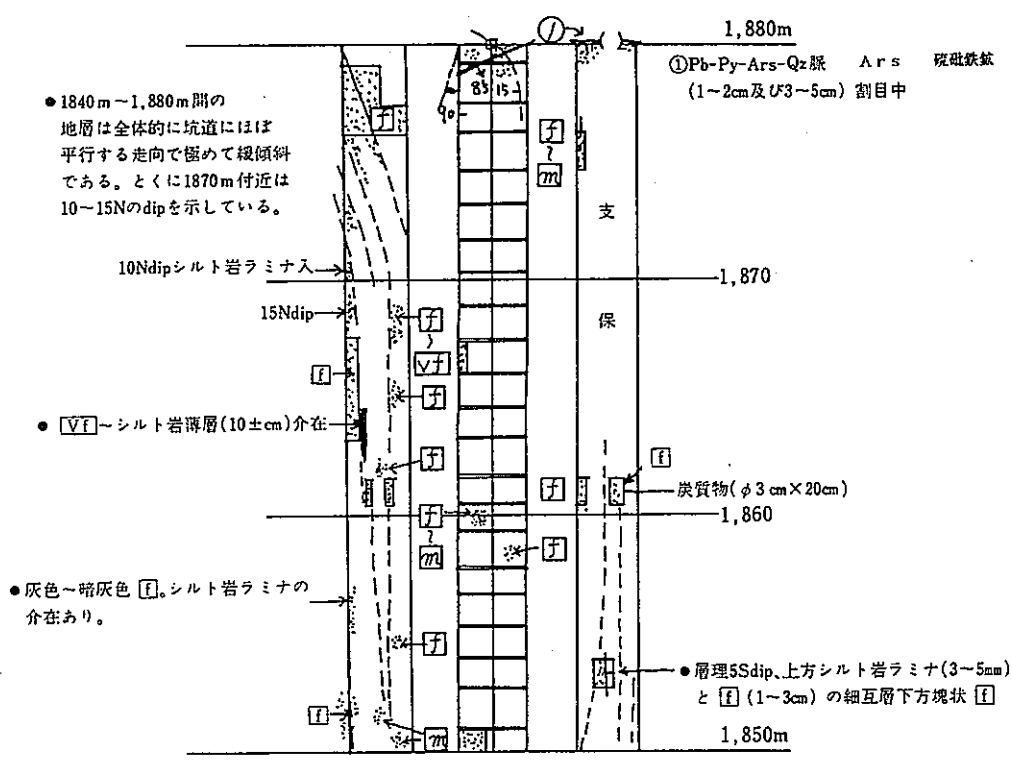




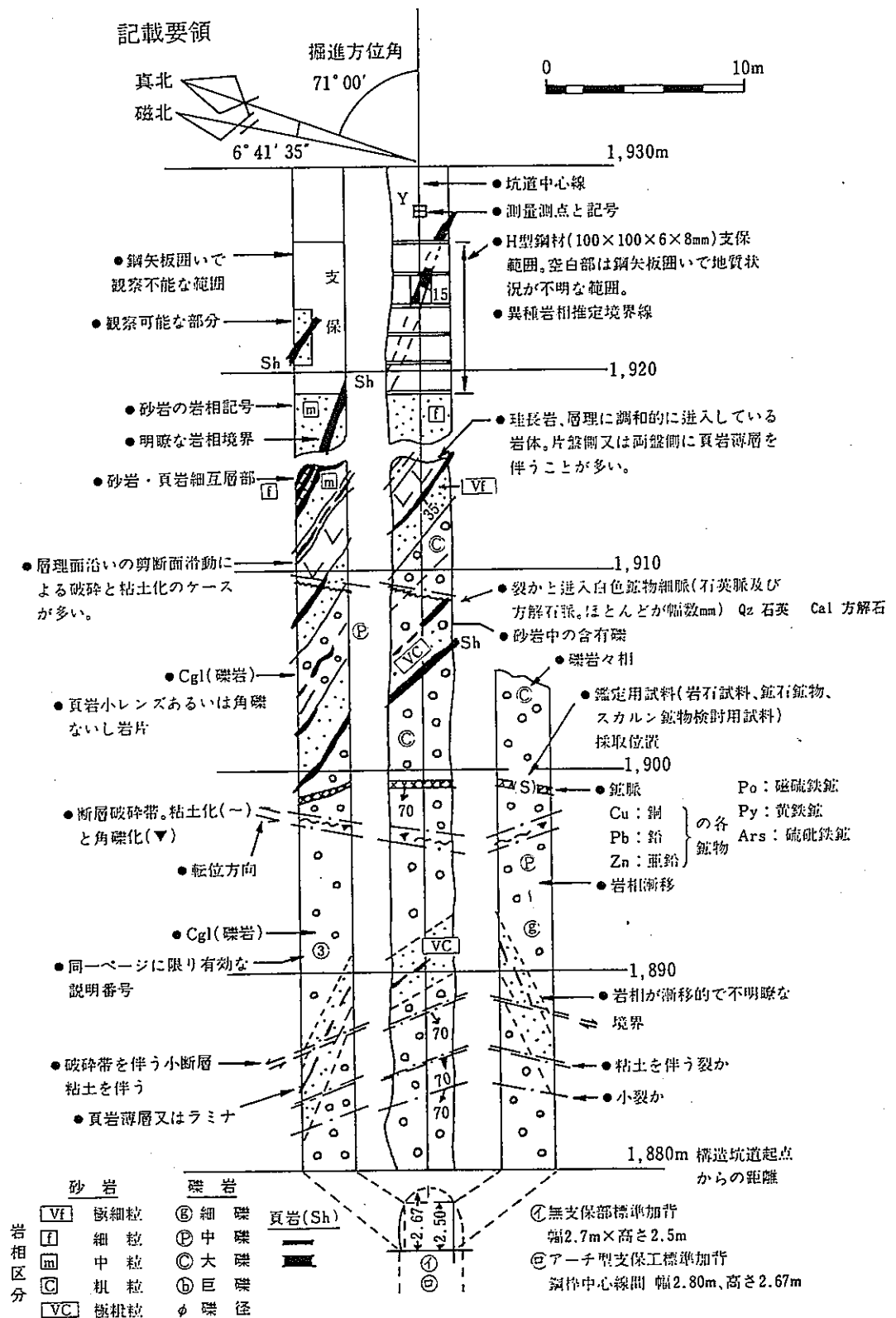




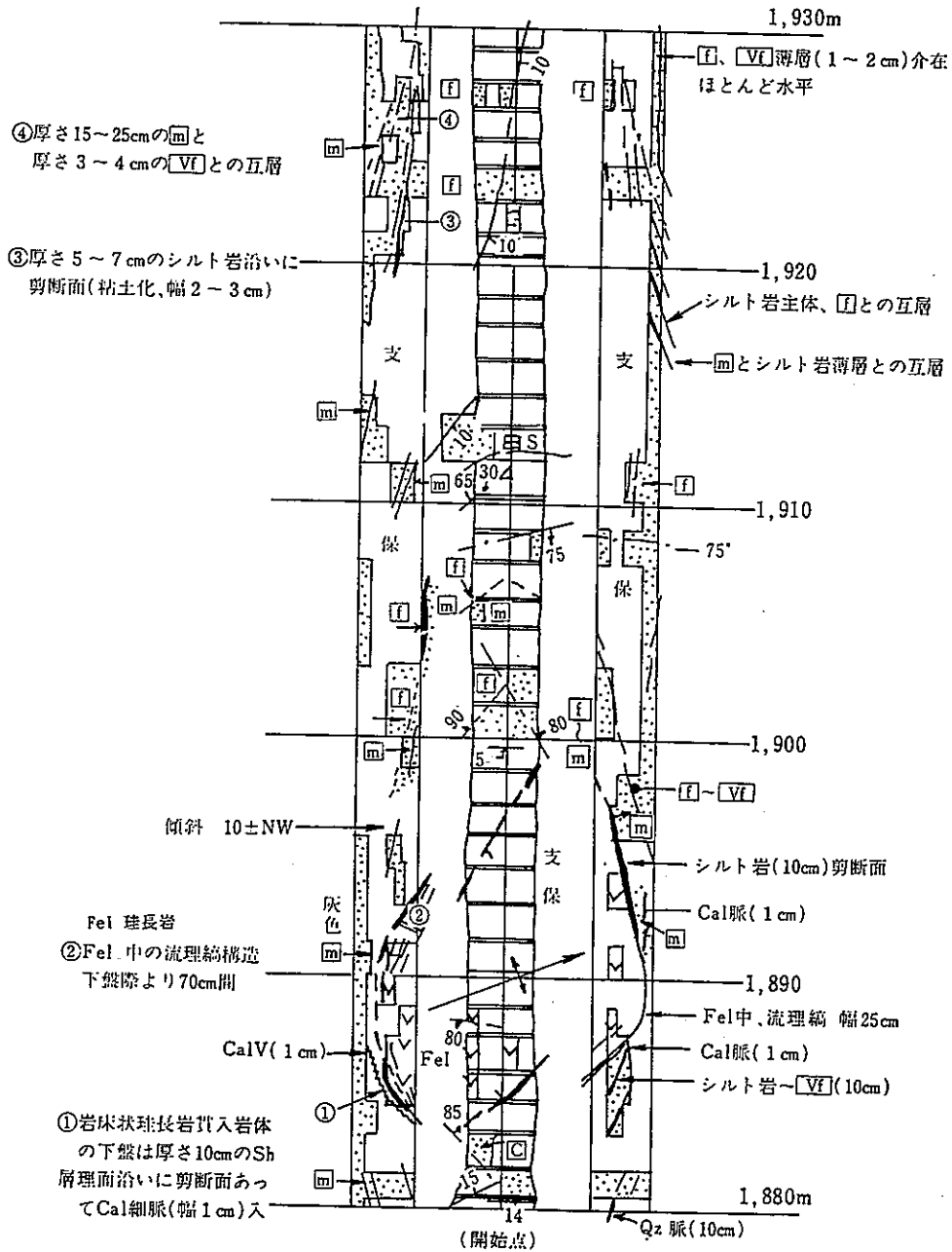




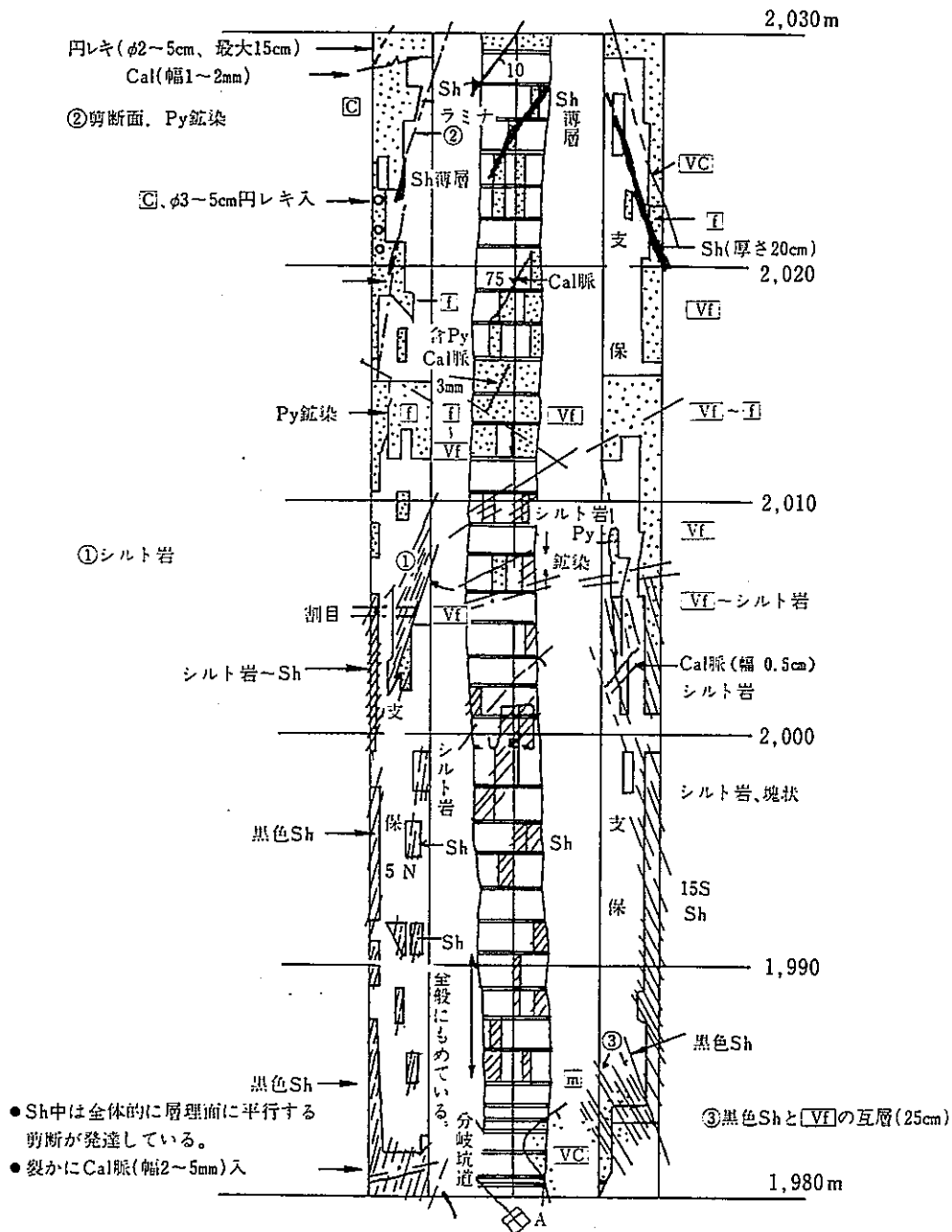
昭和55年度 構造坑道地質図記載要領 (1880m~2290m 及び分岐)



# 構造坑道地質図

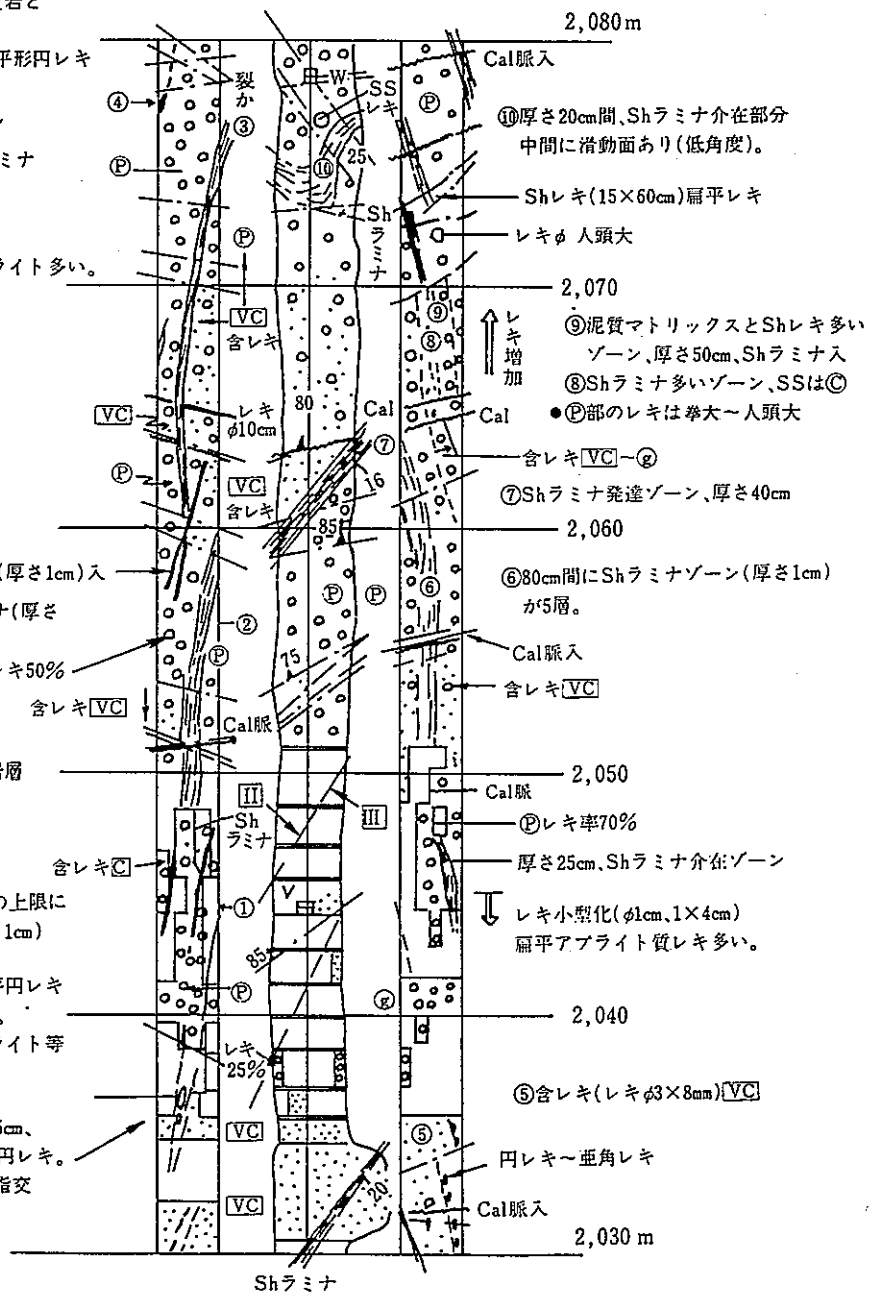


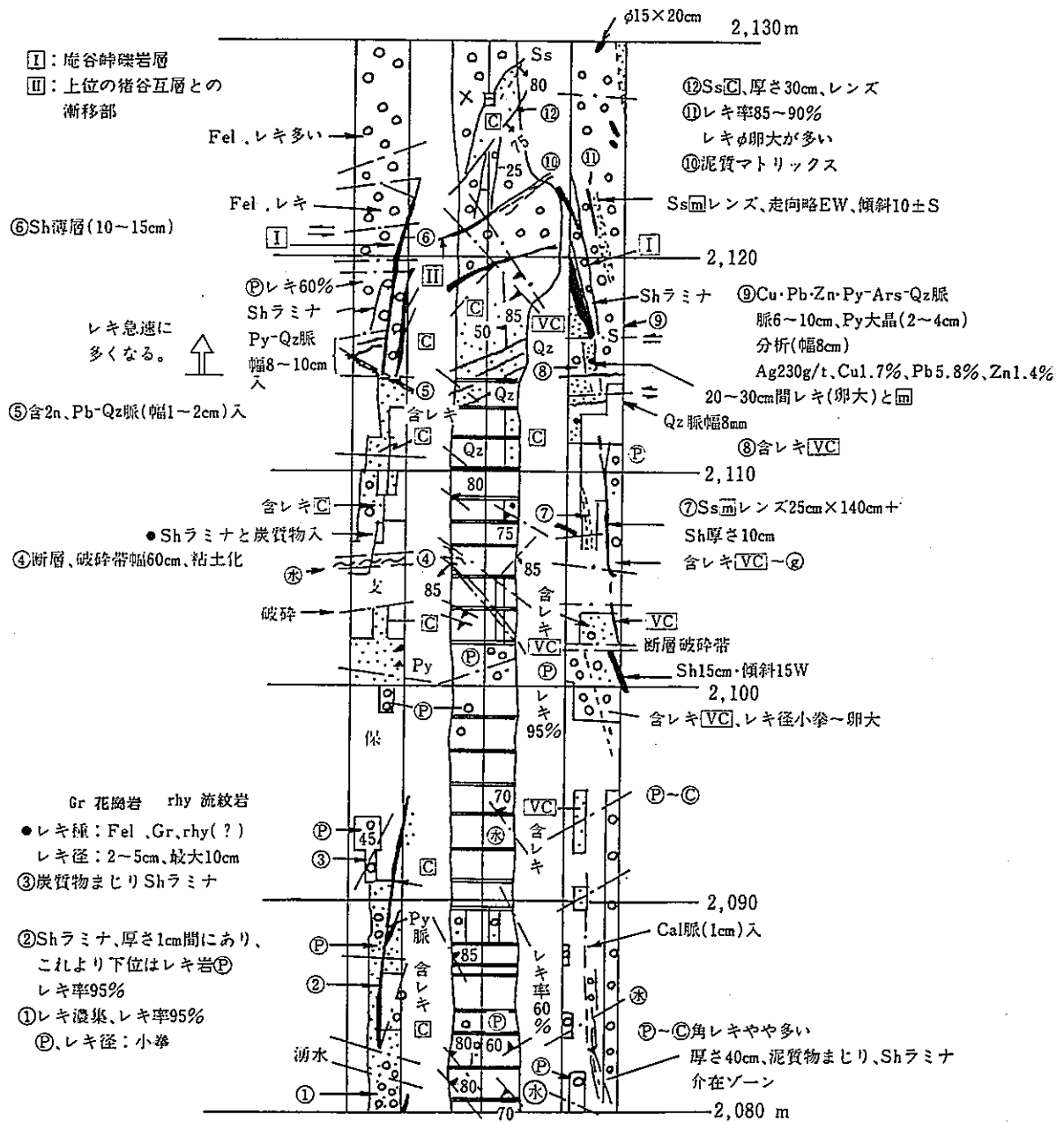


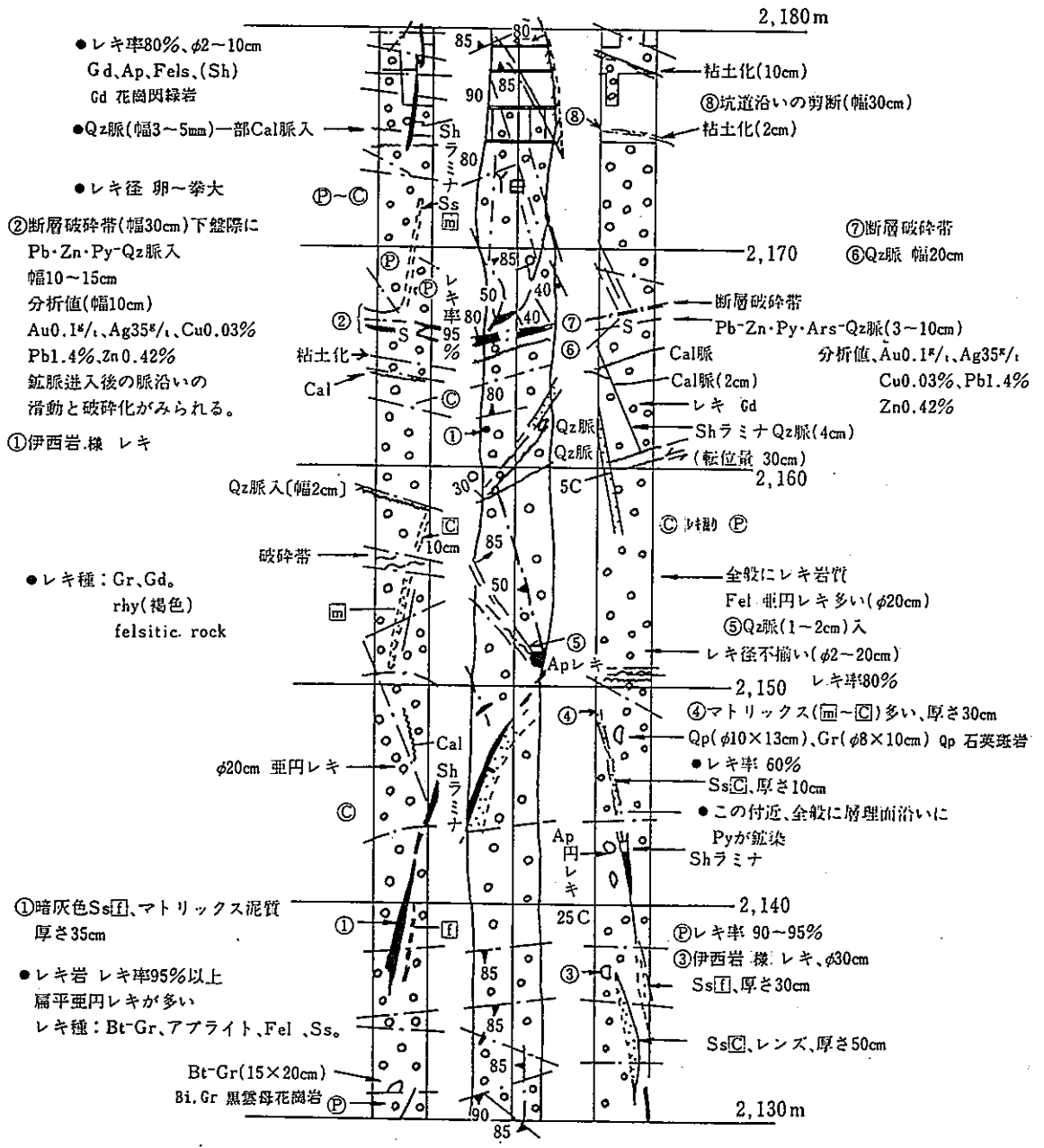


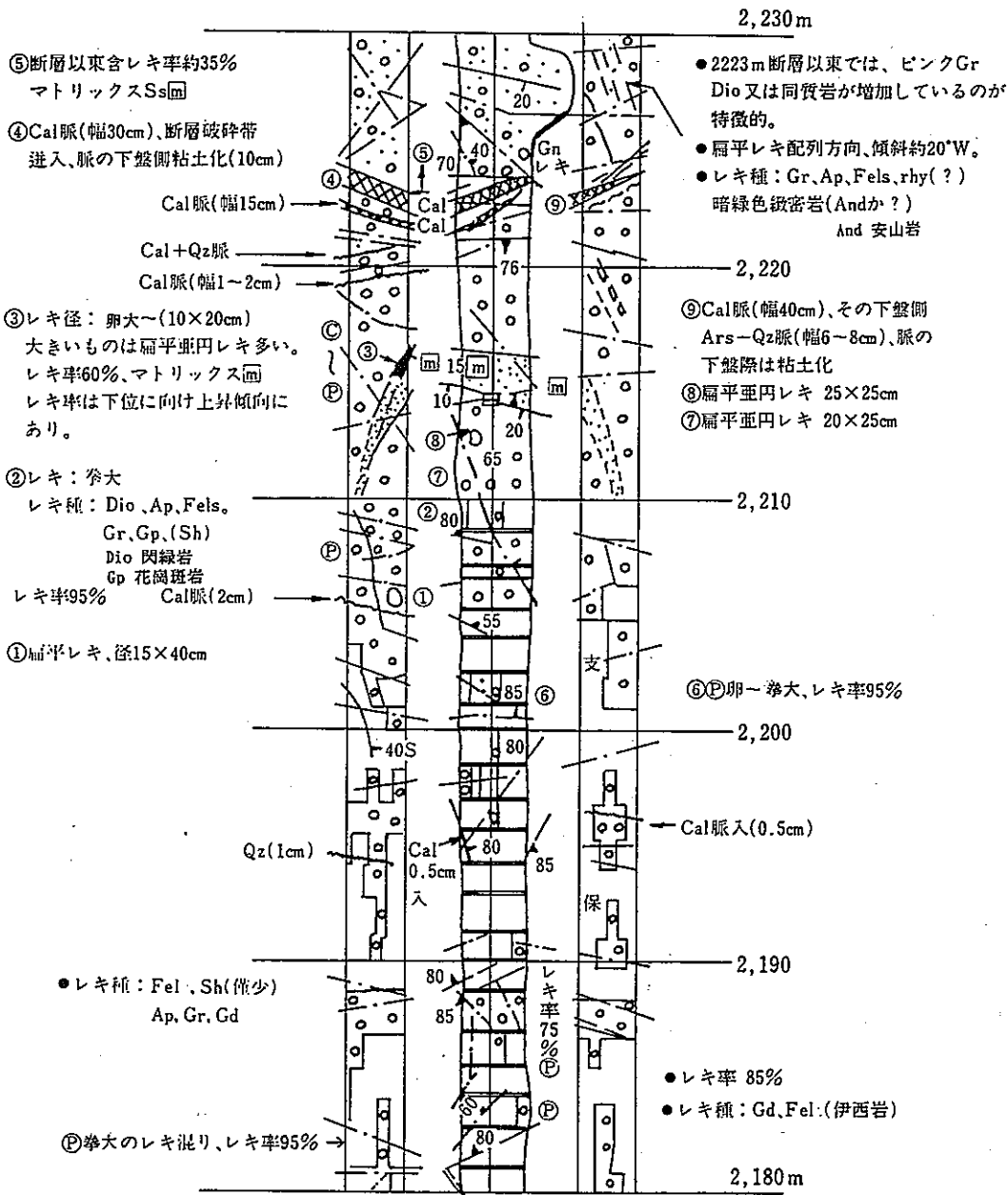


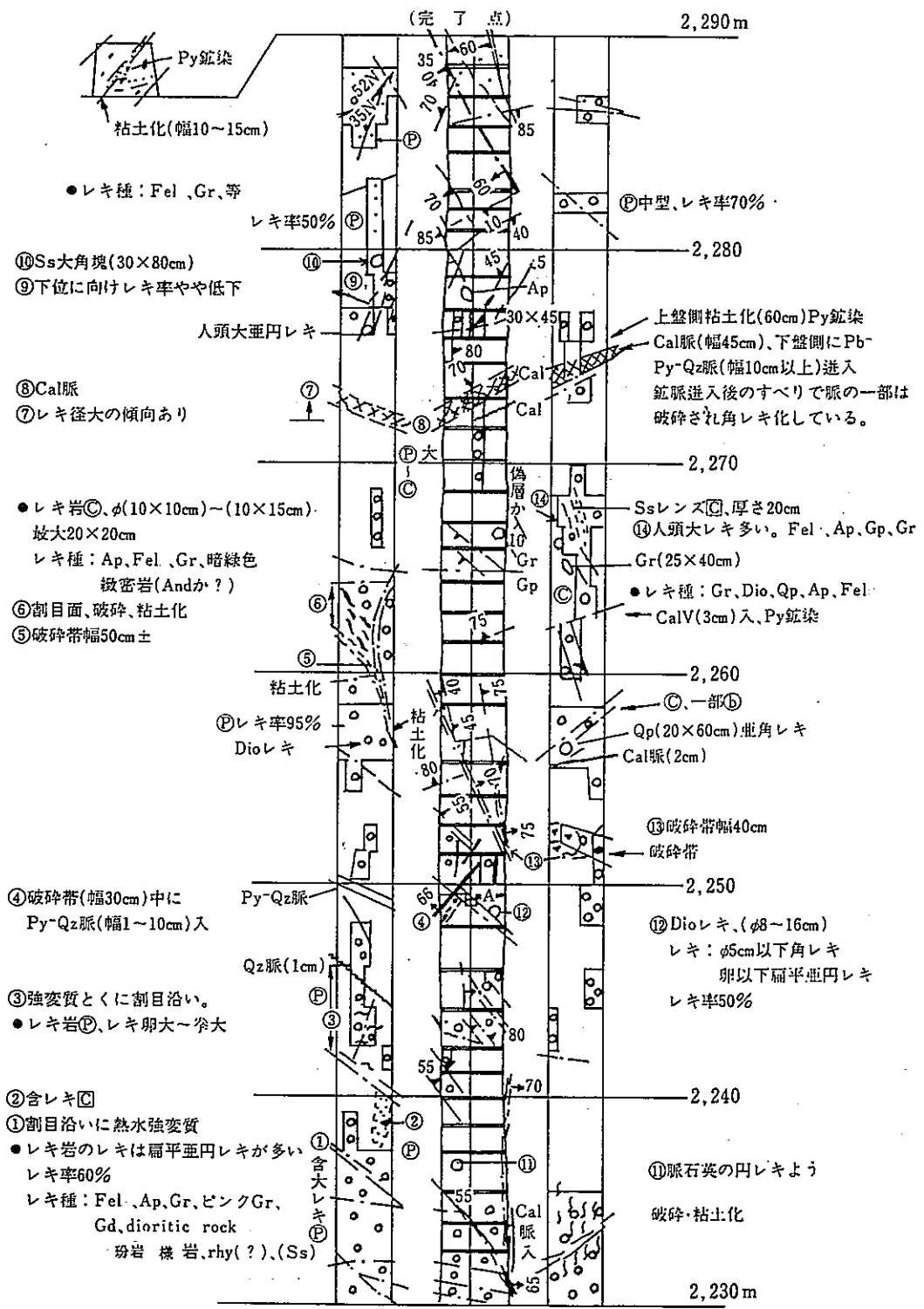
- レキ種：Fels及び同質岩とApが多い。Ap 7754付  
 準大レキ径：最大、扁平形円レキやが多い。
- ④Sh亜角レキ多いゾーン
- ③厚さ20~30cm間・Shラミナ(厚さ数mm)濃集ゾーン
- レキ種：珪長岩、アブライト多い。
- ②厚さ30cm間にShラミナ(厚さ数mm)介在ゾーン
- Ⅳ：猪谷互層  
 Ⅲ：下位の庵谷峠礫岩層との漸移部
- ①レキ岩層(厚さ10cm)の上限にShラミナ入部分(厚さ1cm)
- ②レキ岩のレキは亜円レキ、扁平円レキで卵大の大きさのものが多く。  
 レキ種：Ss(Ⅰ及びⅡ)、アブライト等
- 含レキVC、レキは径15cm、25×60cmのアブライト円レキ。  
 ●この付近でCglとSsは指交関係よう。











Py 鉍染  
粘土化(幅10~15cm)

●レキ種: Fe, Gr, 等

レキ率50%

Ⓟ中型、レキ率70%

⑩Ss大角塊(30×80cm)

⑨下位に向けレキ率やや低下

人頭大垂円レキ

上盤側粘土化(60cm)Py 鉍染  
Cal脈(幅45cm)、下盤側にPb-  
Py-Qz脈(幅10cm以上)進入  
鉍脈進入後のすべりで脈の一部は  
破碎され角レキ化している。

⑧Cal脈

⑦レキ径大の傾向あり

Ⓟ大

2,270

●レキ岩Ⓞ、φ(10×10cm)-(10×15cm)  
最大20×20cm  
レキ種: Ap, Fe, Gr, 暗緑色  
緻密岩(Andか?)

⑥割目面、破碎、粘土化

⑤破碎帯幅50cm±

SsレンズⓄ、厚さ20cm  
⑭人頭大レキ多い。Fe, Ap, Gp, Gr

Gr(25×40cm)

●レキ種: Gr, Dio, Qp, Ap, Fe  
← CalV(3cm)入、Py 鉍染

Ⓟ

2,260

Ⓟレキ率95%

Dioレキ

粘土化

Ⓞ、一部Ⓞ

Qp(20×60cm)垂角レキ

Cal脈(2cm)

⑬破碎帯幅40cm

破碎帯

④破碎帯(幅30cm)中に  
Py-Qz脈(幅1~10cm)入

Py-Qz脈

Qz脈(1cm)

2,250

③強変質とくに割目沿い。  
●レキ岩Ⓟ、レキ卵大~拳大

⑫Dioレキ、(φ8~16cm)

レキ: φ5cm以下角レキ

卵以下扁平垂円レキ

レキ率50%

②含レキⓄ

①割目沿いに熱水強変質

●レキ岩のレキは扁平垂円レキが多い  
レキ率60%

レキ種: Fe, Ap, Gr, ピンクGr,

Gd, dioritic rock

粉岩 様岩, rhy(?), (Ss)

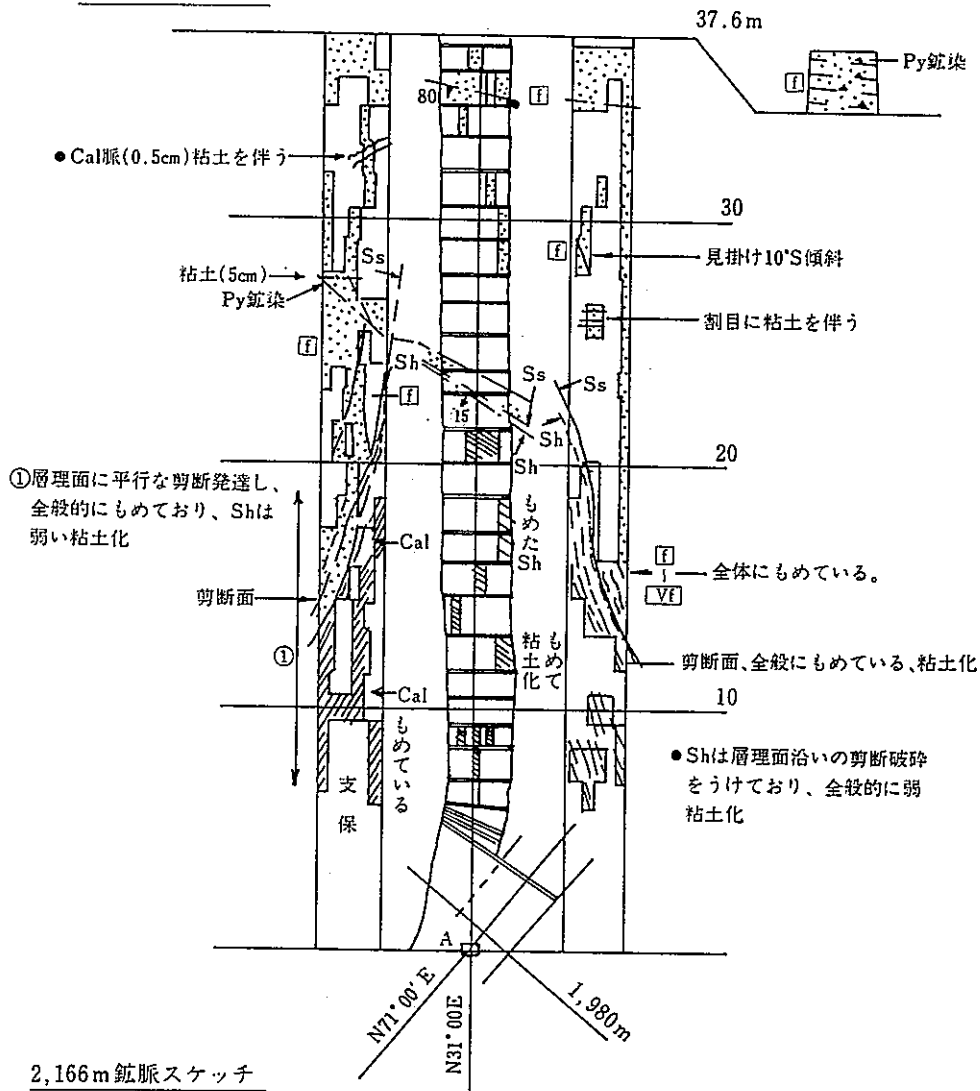
2,240

⑪脈石英の円レキよう

破碎・粘土化

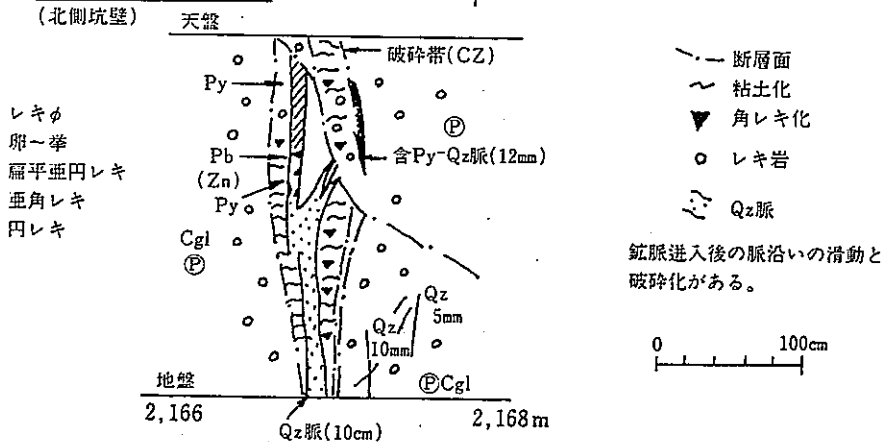
2,230m

1,980m分岐坑道

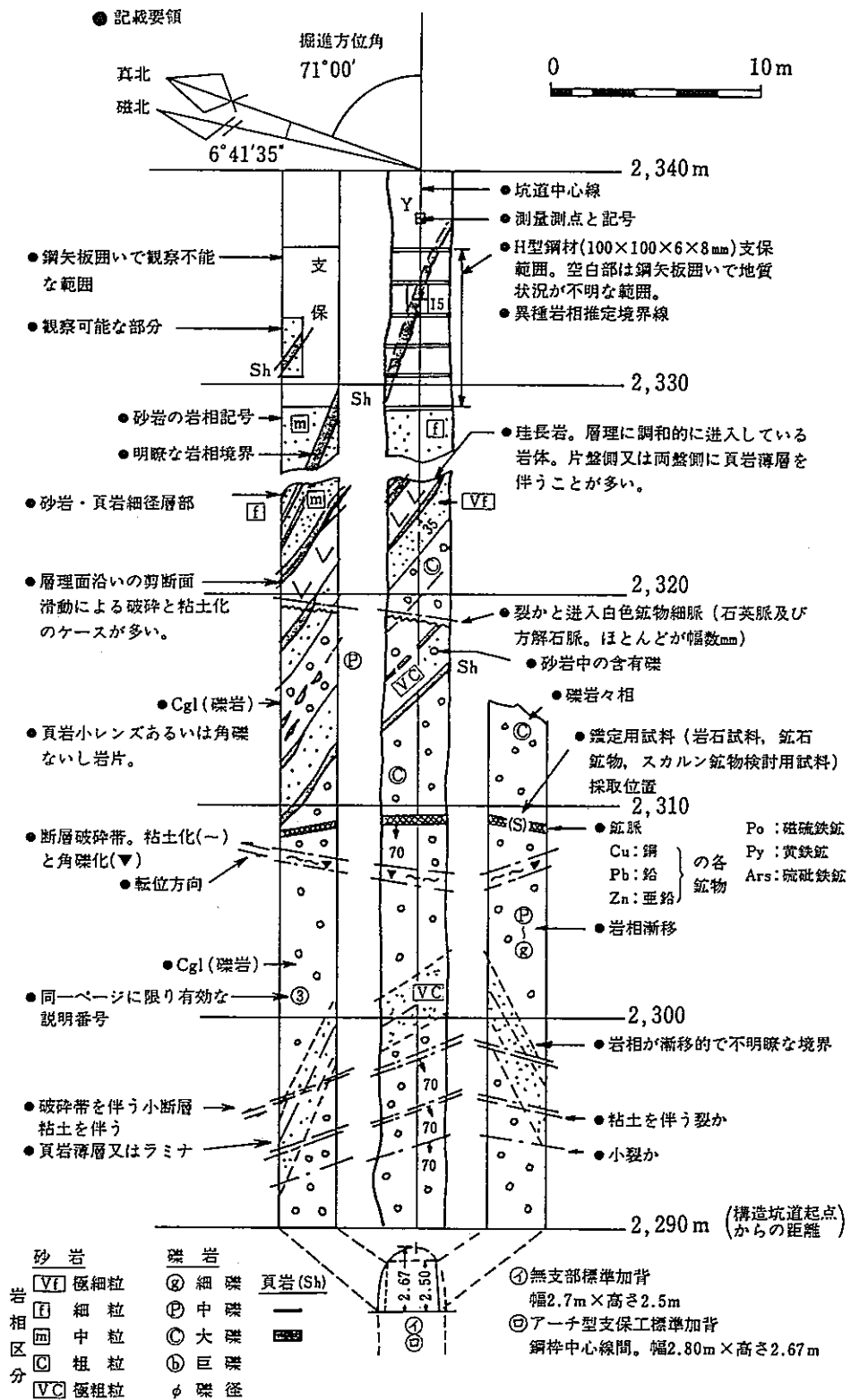


2,166m 鉱脈スケッチ

(北側坑壁)



昭和56年度 構造坑道地質図記載要領 (2290m~2481m)



## 地質図の記号凡例

### ● 岩石

図	記号	名 称
	Ss	砂 岩
	Cgl	礫 岩
	Rhy	流紋岩
	An	安山岩
	Gp	花崗斑岩
	Qp	石英斑岩
	Fs	玃長岩
	Ap	アプライト
	P	ひん岩
	Gr	花崗岩
	mG	細粒花崗岩
	Di	閃緑岩
	Gn	片麻岩
	In	伊西岩または伊西岩様岩石

### ● 堆積岩分類粒度基準(Wentworth)

種 類	記 号	境界 深 度
礫 岩	巨 礫	①
	大 礫	②
	中 礫	③
	細 礫	④
砂 岩	極粗粒砂	VC
	粗 粒 砂	C
	中 粒 砂	m
	細 粒 砂	f
	極細粒砂	Vf
	頁 岩	
		境界深度 (mm): 256, 64, 4, 2, 1, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16

### ● 鉱 物

記号	名 称
Ep	緑レン石
Chl	緑泥石
Cal	方解石
Qz	石 英
Cu	銅の鉱物
Pb	鉛の鉱物
Zn	亜鉛の鉱物
Py	黄鉄鉱
Ars	砒鉄鉱
Po	磁硫鉄鉱



# 構造坑道地質図



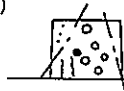
●全般的にピンクGr 礫分布

④ Chlバッチ入粘土化

●礫岩  $\phi 3-15\text{cm}$

礫種: Di, Gr

③ Pb-Zn-Py-Qz脈分析  
(幅7cm)



② 含Pb-Zn-Py-Qz脈  
(幅3cm)分析

① 礫率 約40%

●礫岩  $\phi 2-8\text{cm}$

礫種: ピンクGr, Fs  
Ap, Di

●礫岩

$\phi 3-15\text{cm}$

礫種: ピンクGr, ピンクAp  
Fs, P, Di

●礫岩

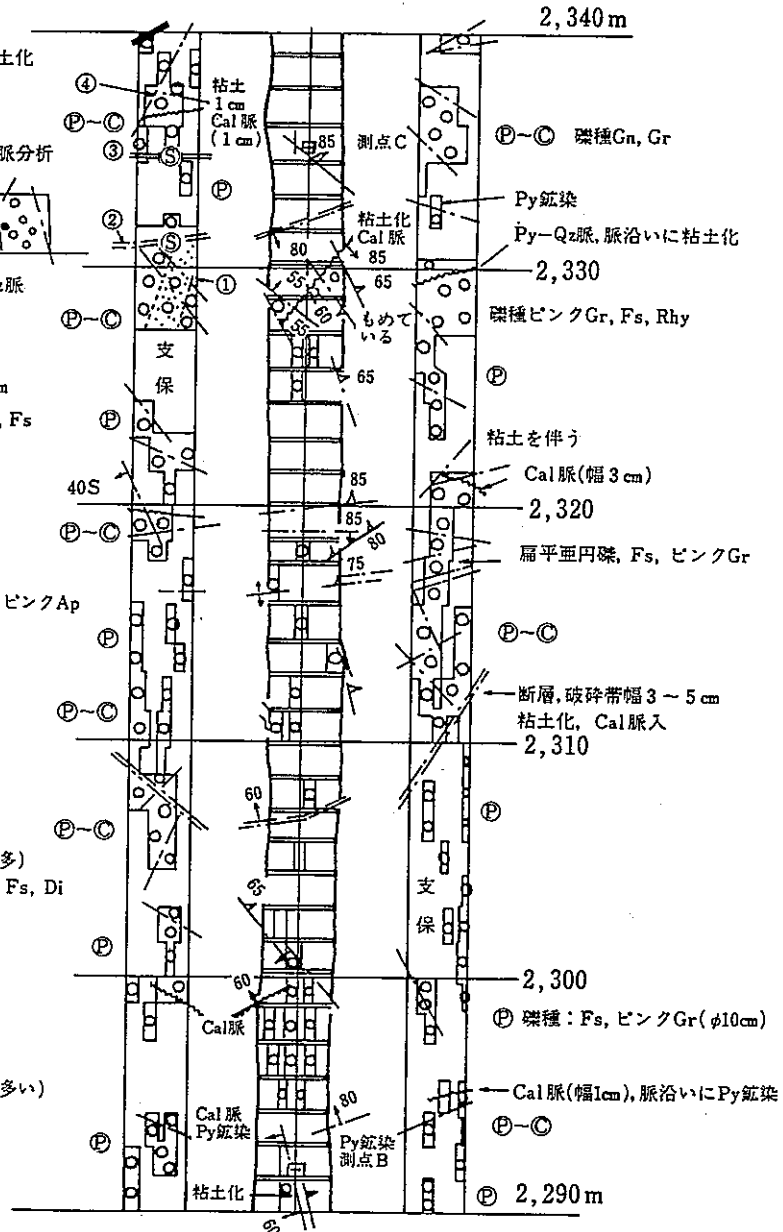
$\phi 3-15\text{cm}$

礫種: ピンクGr(多)  
ピンクmG, Fs, Di

●礫岩

$\phi 2-8\text{cm}$

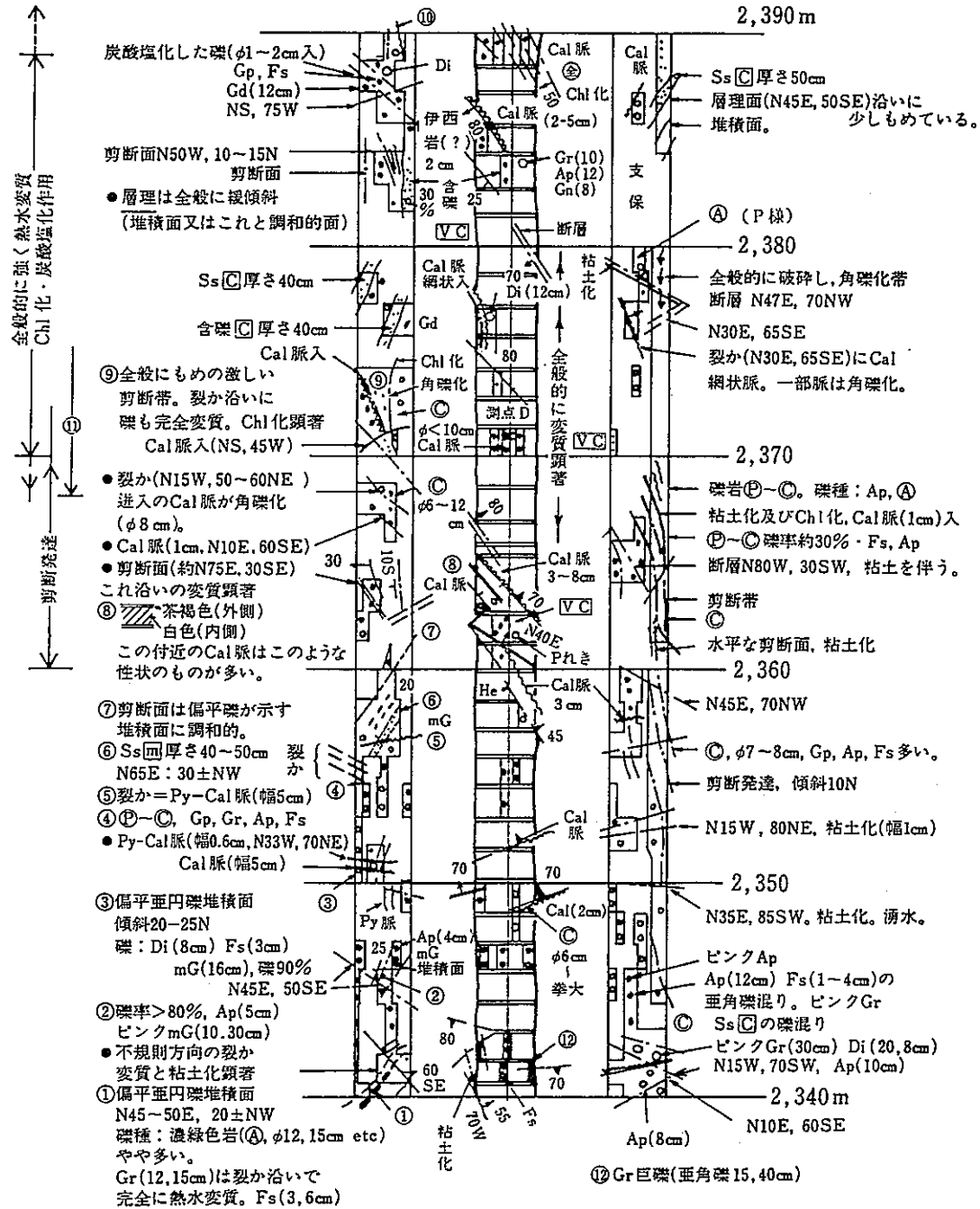
礫種: Fs(亜円礫多い)  
Di



(開始点)

⑩ 全般的に剪断帯の裂かに  
Cal 網状脈 (帯茶褐色部分多い)。

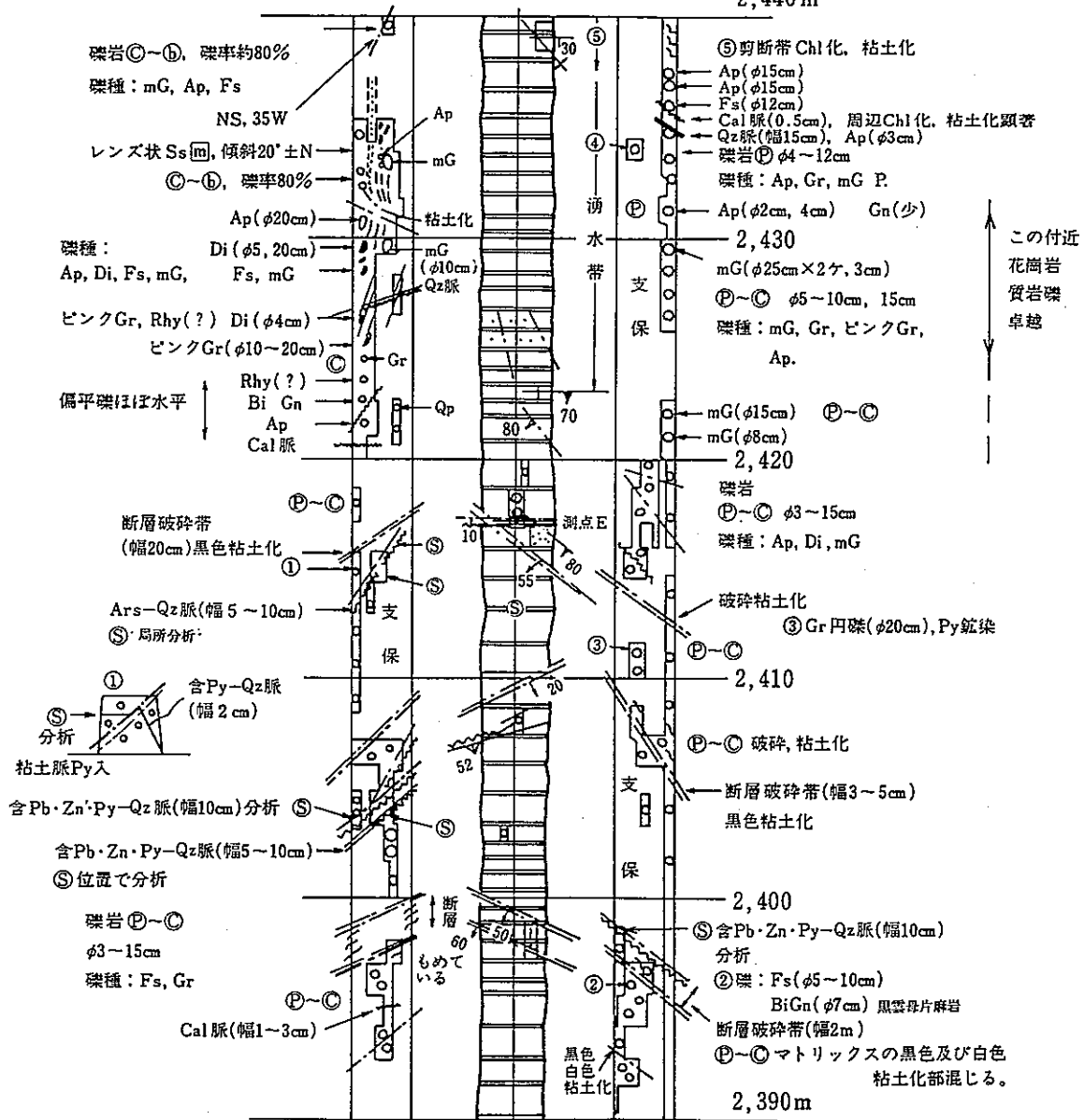
⑩ 剪断面に Cal 脈入、Cal 脈は  
破碎され角礫化している。



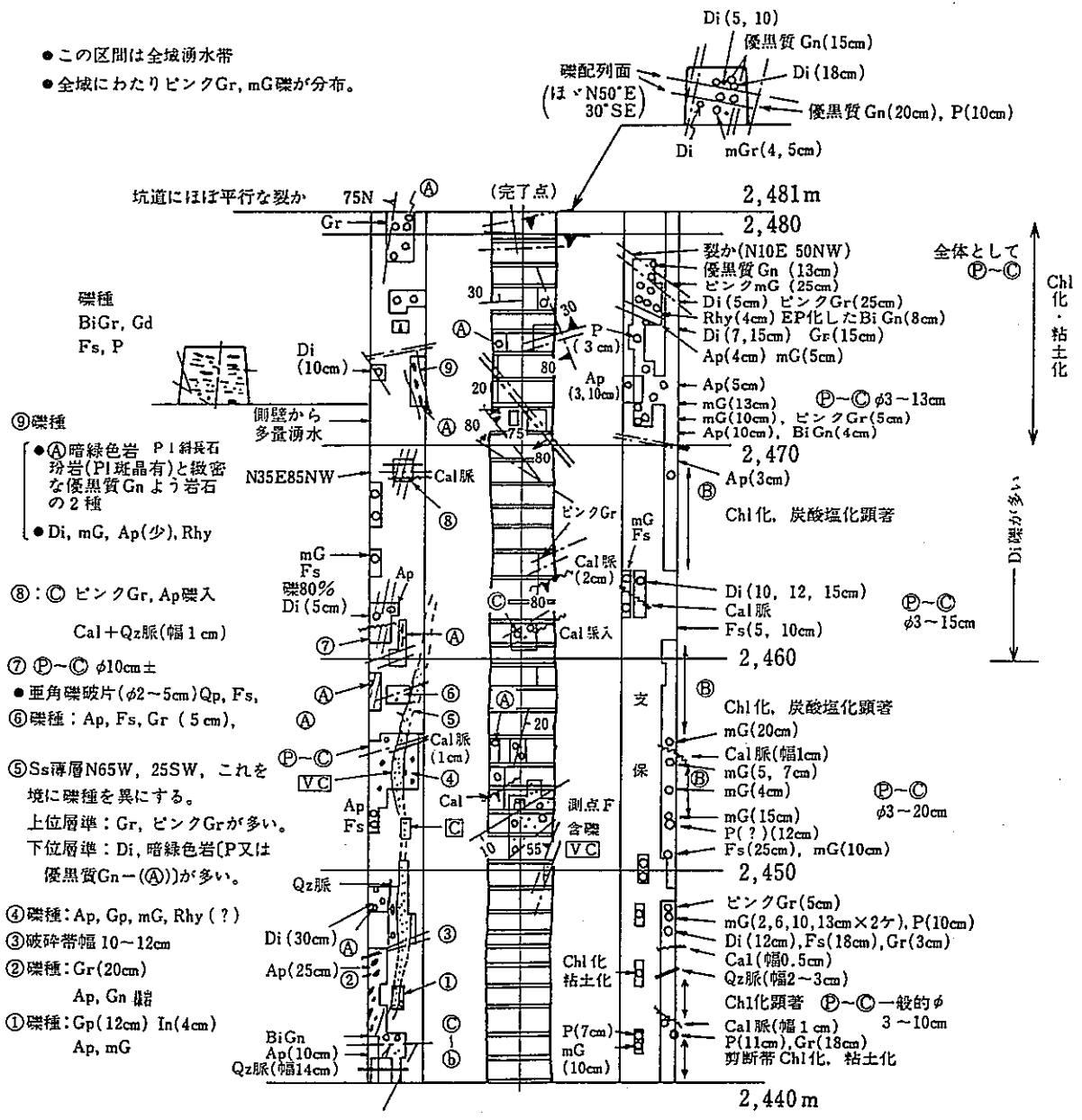
④ 礫種: Fs, mG, Gn

φ3-13cm

2,440 m



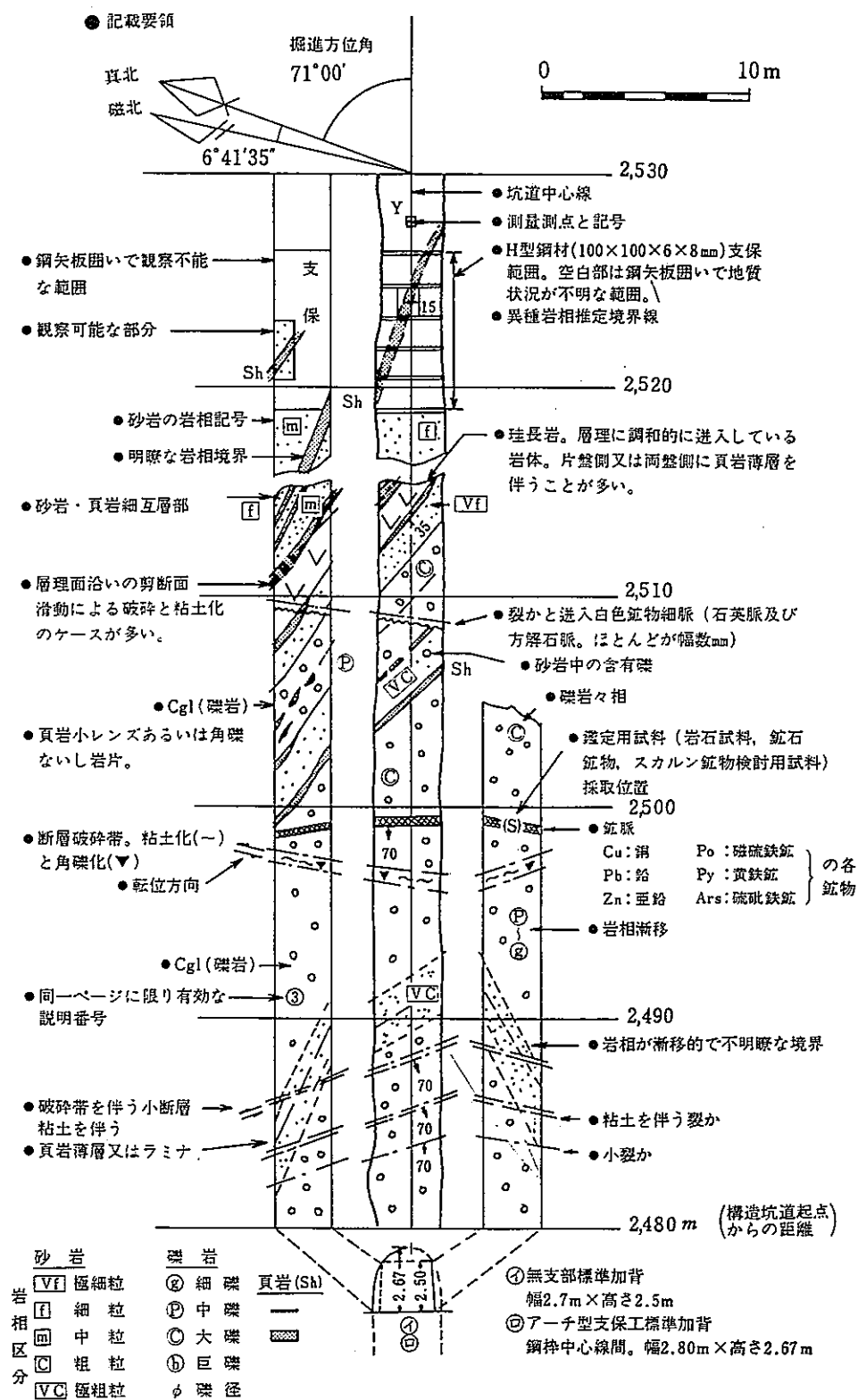
- この区間は全域湧水帯
- 全域にわたりピンクGr, mG礫が分布。



- ⑨礫種
- A 暗緑色岩 P1斜長石 珩岩 (P1斑晶有) と緻密な優黒質 Gn よう岩石の2種
  - Di, mG, Ap(少), Rhy
- ⑧: C ピンクGr, Ap 礫入
- Cal+Qz脈(幅1cm)
- ⑦ P-C φ10cm±
- 垂角礫破片(φ2~5cm) Qp, Fs,
- ⑥礫種: Ap, Fs, Gr (5cm),
- ⑤ Ss 薄層 N65W, 25SW, これを境に礫種を異にする。
- 上位層準: Gr, ピンクGrが多い。
- 下位層準: Di, 暗緑色岩[P又は優黒質Gn-(A)]が多い。
- ④礫種: Ap, Gp, mG, Rhy (?)
- ③ 破碎帯幅 10~12cm
- ②礫種: Gr(20cm)
- Ap, Gn 礫
- ①礫種: Gp(12cm) In(4cm)
- Ap, mG

注) ( )内数値は礫径を示す。

昭和57年度 構造坑道地質図記載要領 (2481m~2671m)



地質図の記号凡例

・ 岩石

図	記号	名 称
○ ○	Cgl	礫岩 (円礫)
□ □	Cgl	礫岩 (角礫, マトリックス黒灰色)
	Rhy	流 紋 岩
	An	安 山 岩
	Gp	花 崗 斑 岩
	Qp	石 英 斑 岩
v v	Ps	珪 長 岩
x x	Ap	アプライト
△ △	P	玢 岩
+	Gr	花 崗 岩
	mG	細粒花崗岩
∟ ∟	Di	閃 緑 岩
...	Bi Gn	黒雲母片麻岩
× ×	Hb Gn	角閃石片麻岩
• •	In	伊 西 岩
	cLs	晶質石灰岩

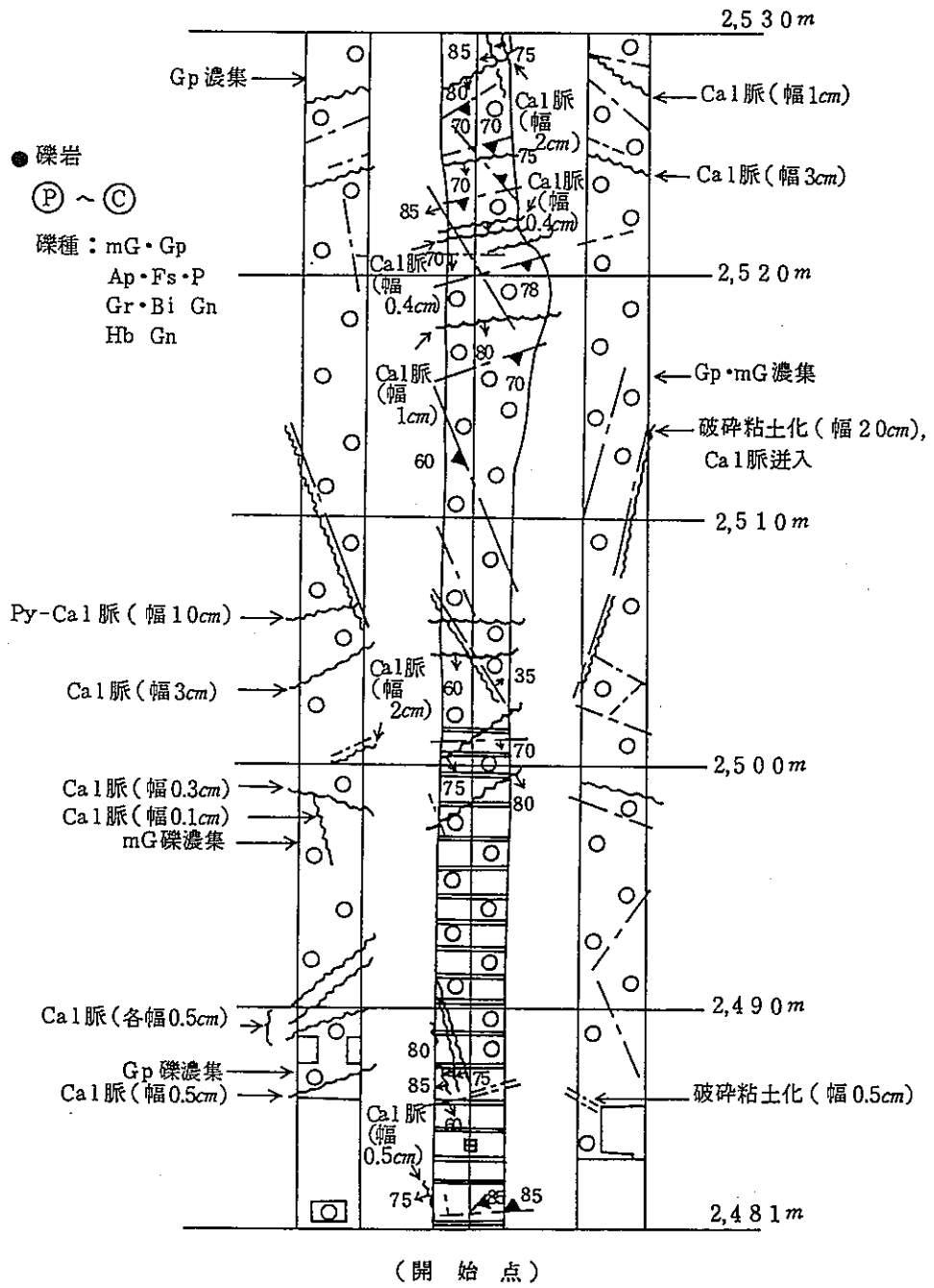
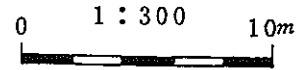
・ 堆積岩分類粒度基準 (Wentworth)

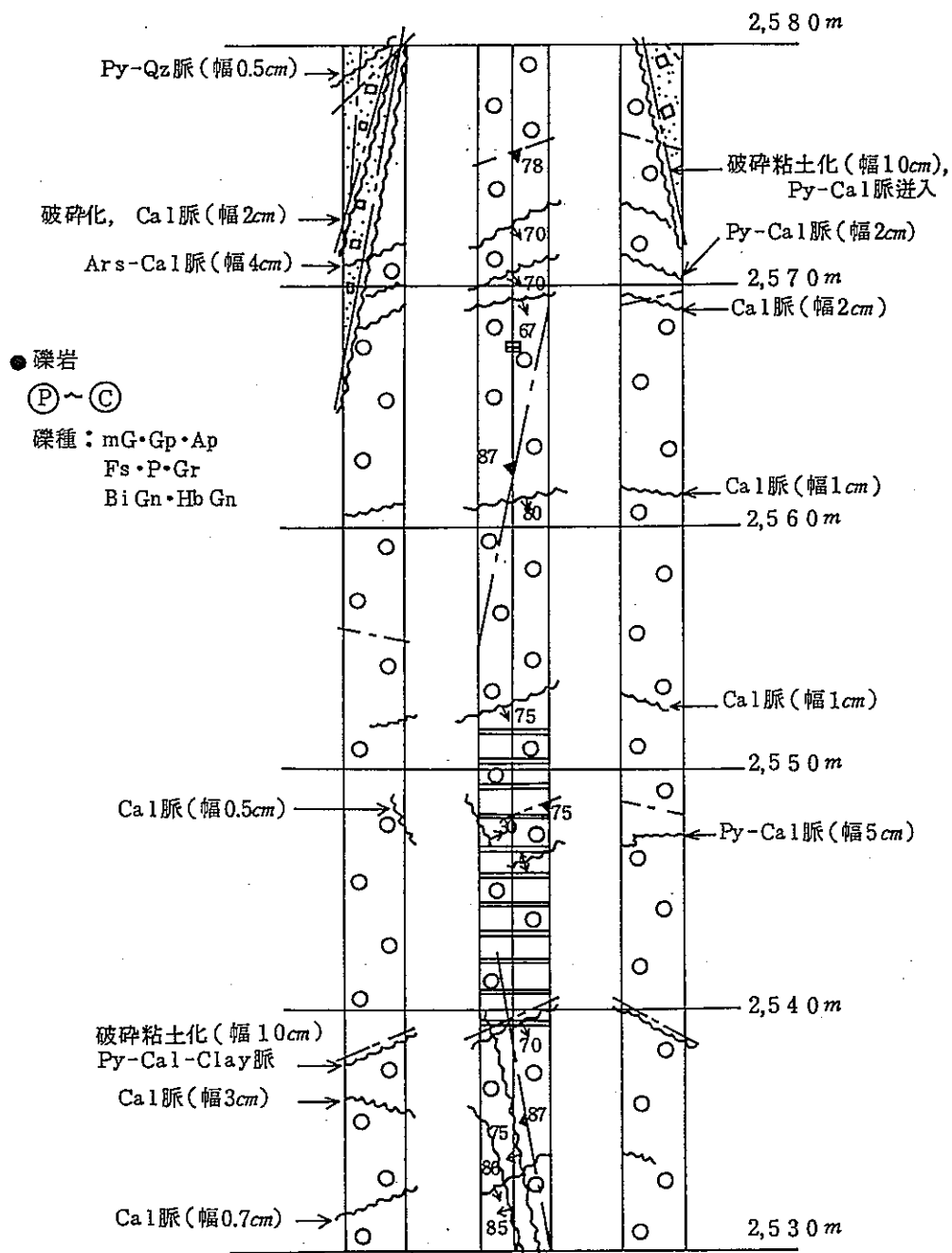
種 類		記号	境界粒度
礫 岩	巨 礫	(b)	256 mm 64 4 2
	大 礫	(c)	
	中 礫	(p)	
	細 礫	(g)	
砂 岩	極粗粒砂	vc	1 1/2 1/4 1/8 1/16
	粗 粒 砂	c	
	中 粒 砂	m	
	細 粒 砂	f	
	極細粒砂	vf	
頁 岩			

・ 鉱物

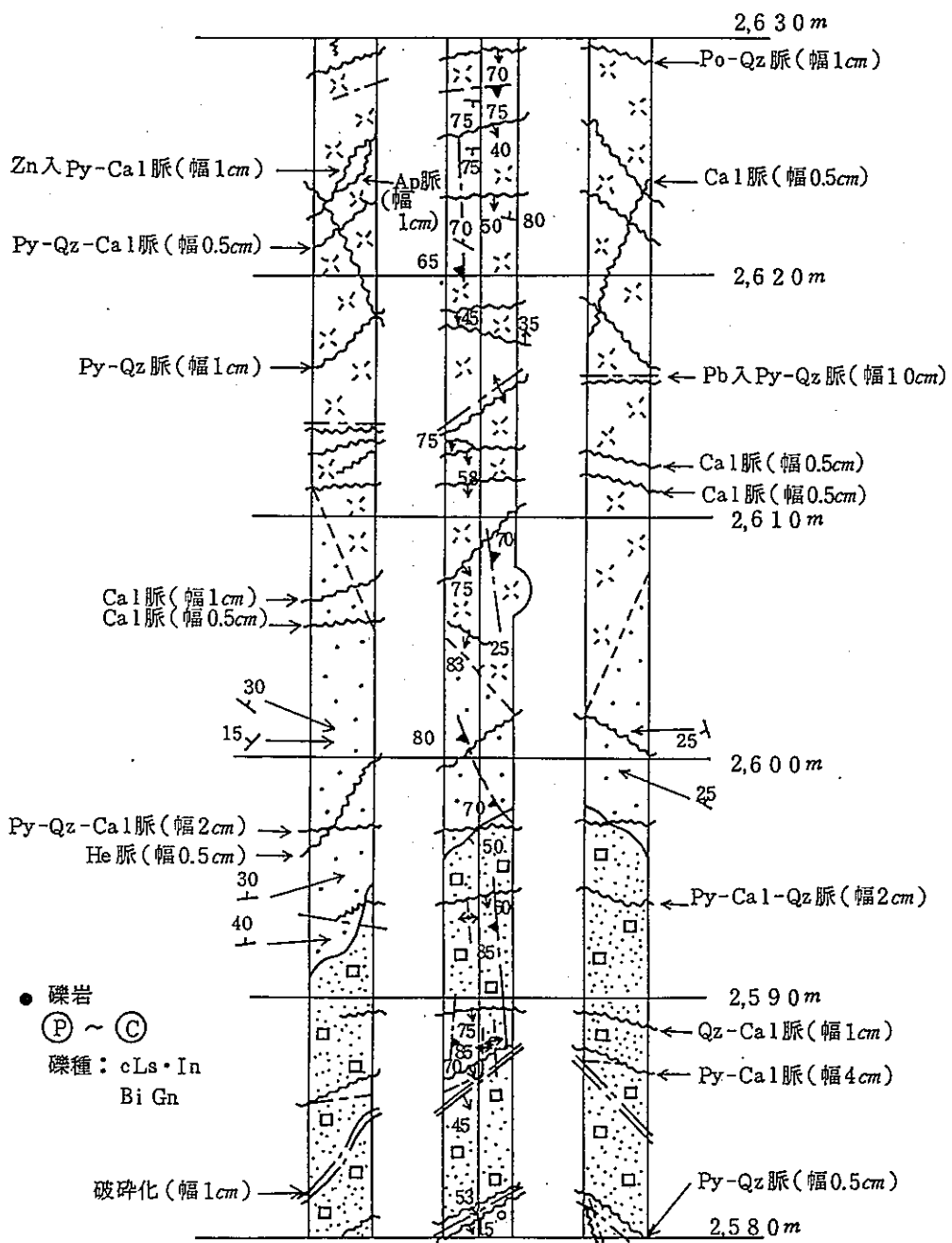
記号	名 称
Ep	緑 珪 石
Chl	緑 泥 石
Cal	方 解 石
Qz	石 英
Cu	銅の 鉱物
Pb	鉛の 鉱物
Zn	亜鉛の 鉱物
Py	黄 鉄 鉱
Ars	硫 砒 鉄 鉱
Po	磁 硫 鉄 鉱

# 構造坑道地質図











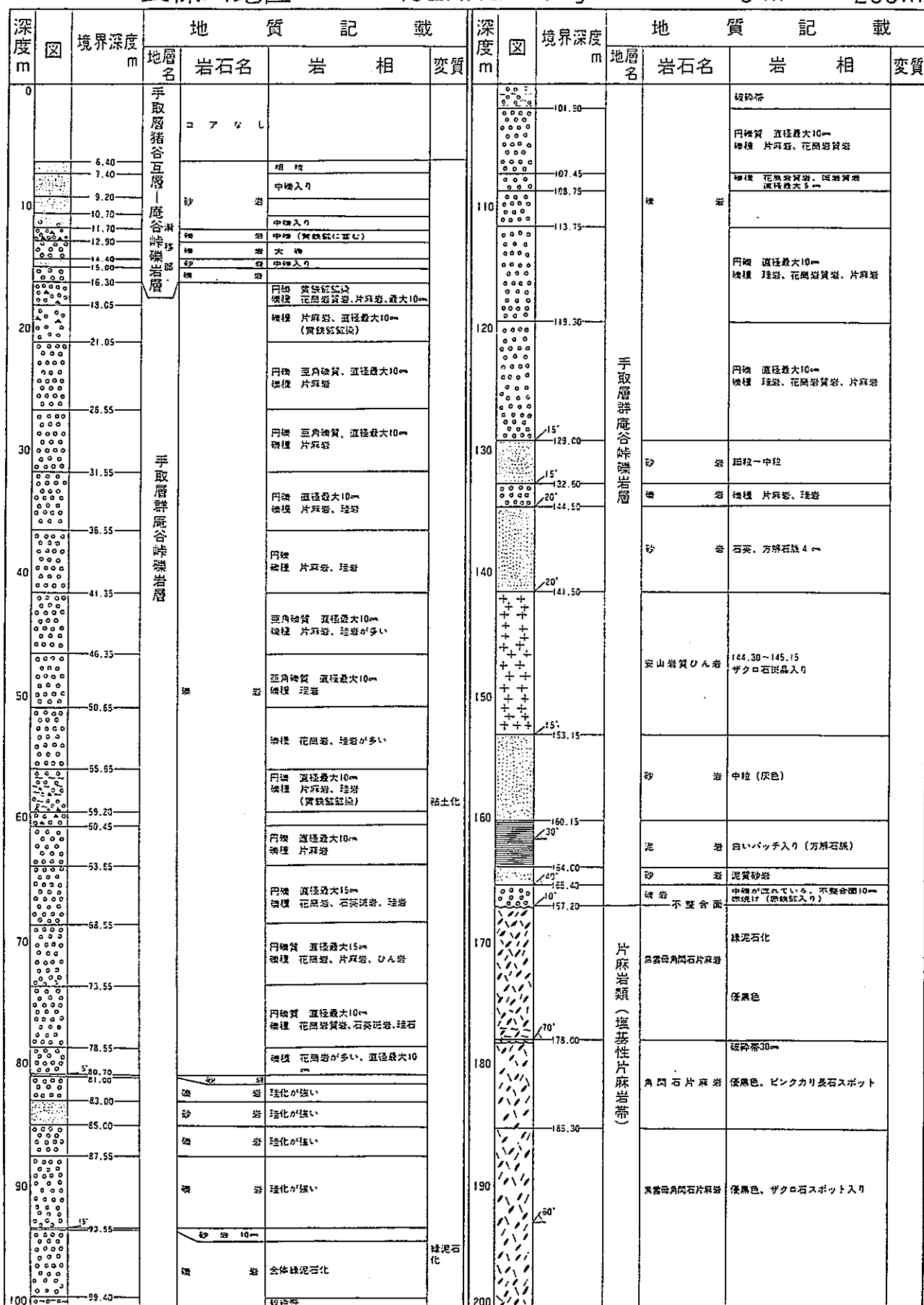
## ボーリング柱状図

# ボーリング柱状図 (B-1)

長棟川地区

46EANG-1号

0 m ~ 200m

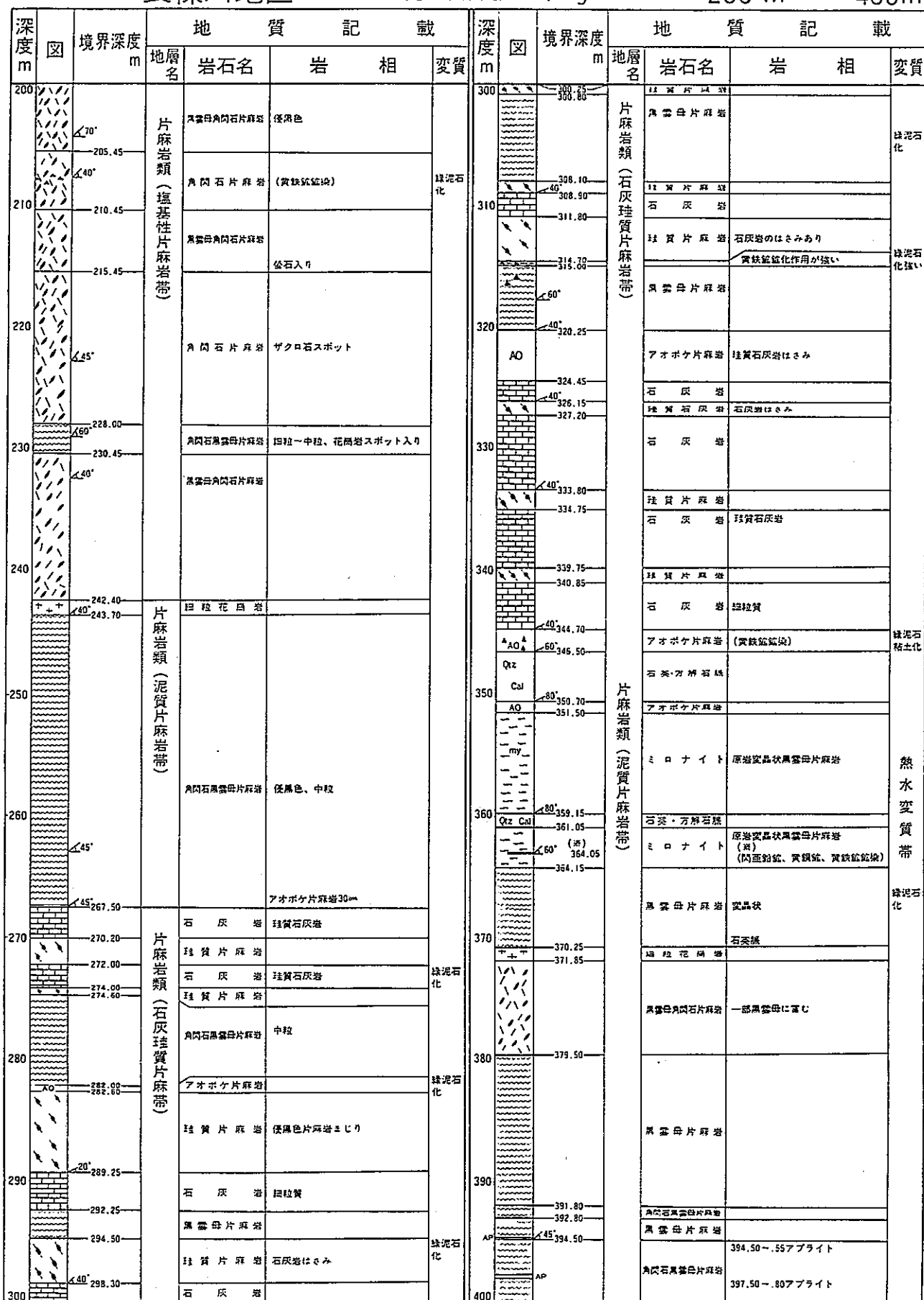


# ボーリング柱状図 (B-1)

長棟川地区

46EANG-1号

200 m ~ 400m

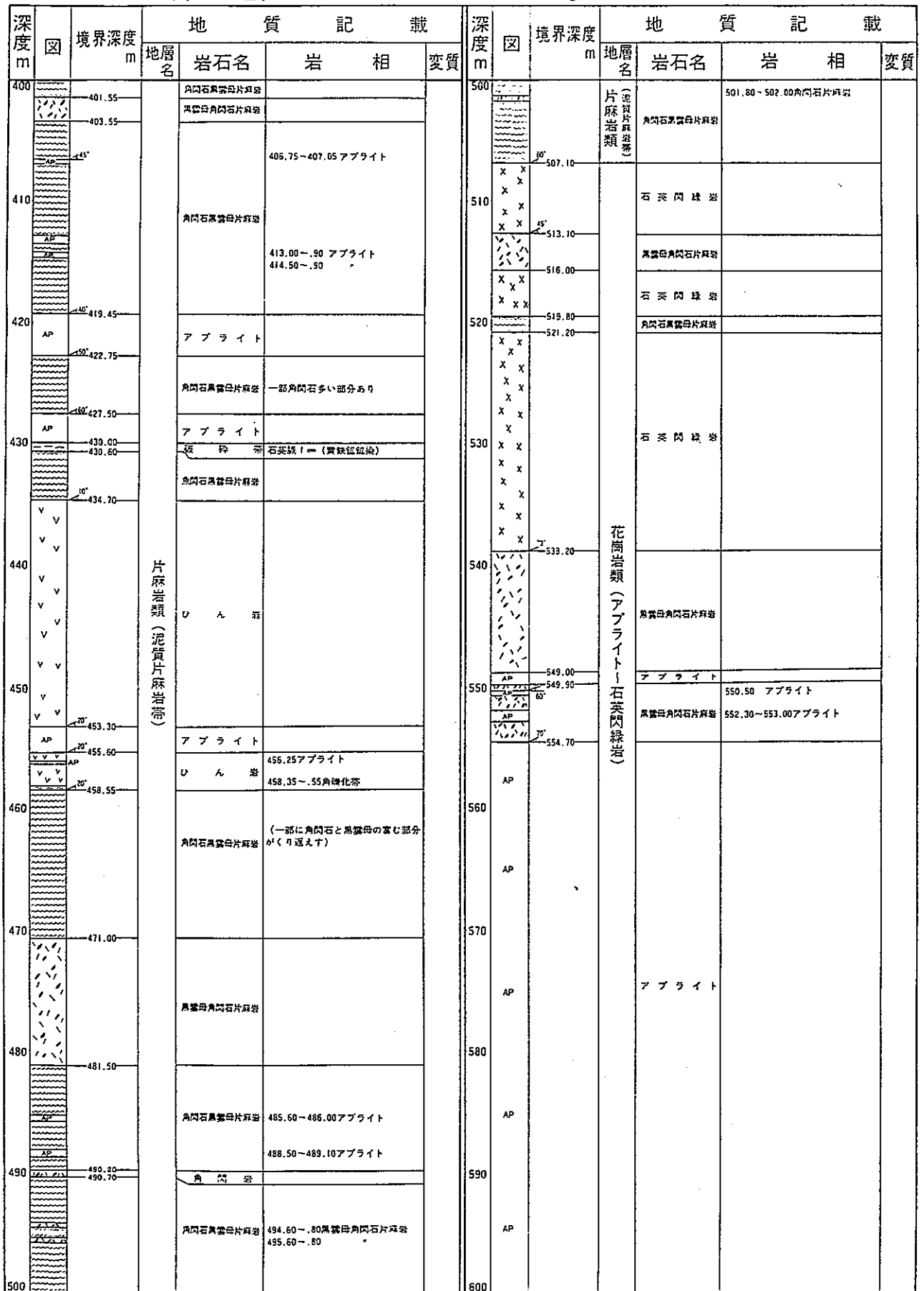


# ボーリング柱状図 (B-1)

長棟川地区

46EANG-1号

400 m ~ 600 m

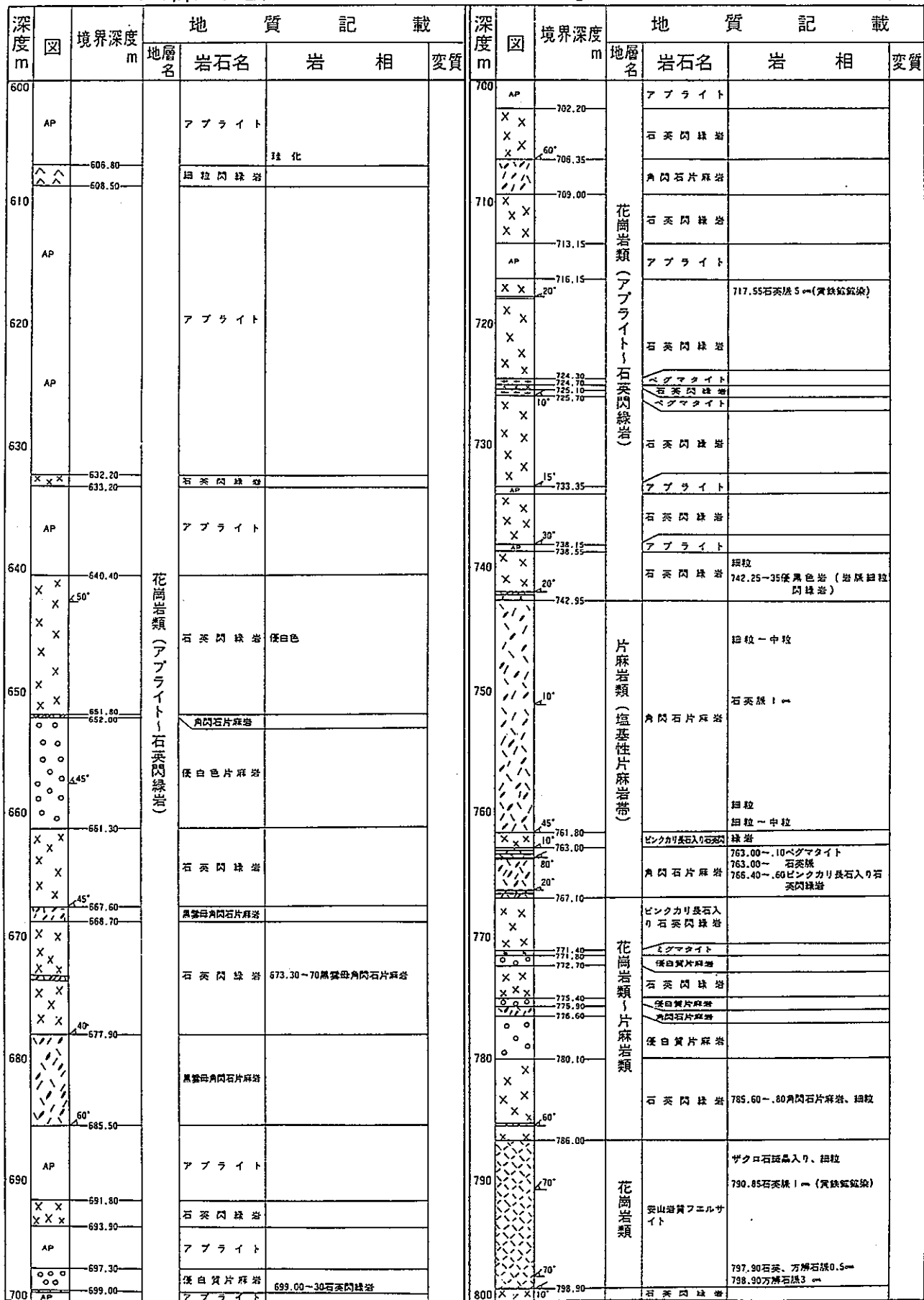


# ボーリング柱状図 (B-1)

長棟川地区

46EANG-1号

600 m ~ 800 m

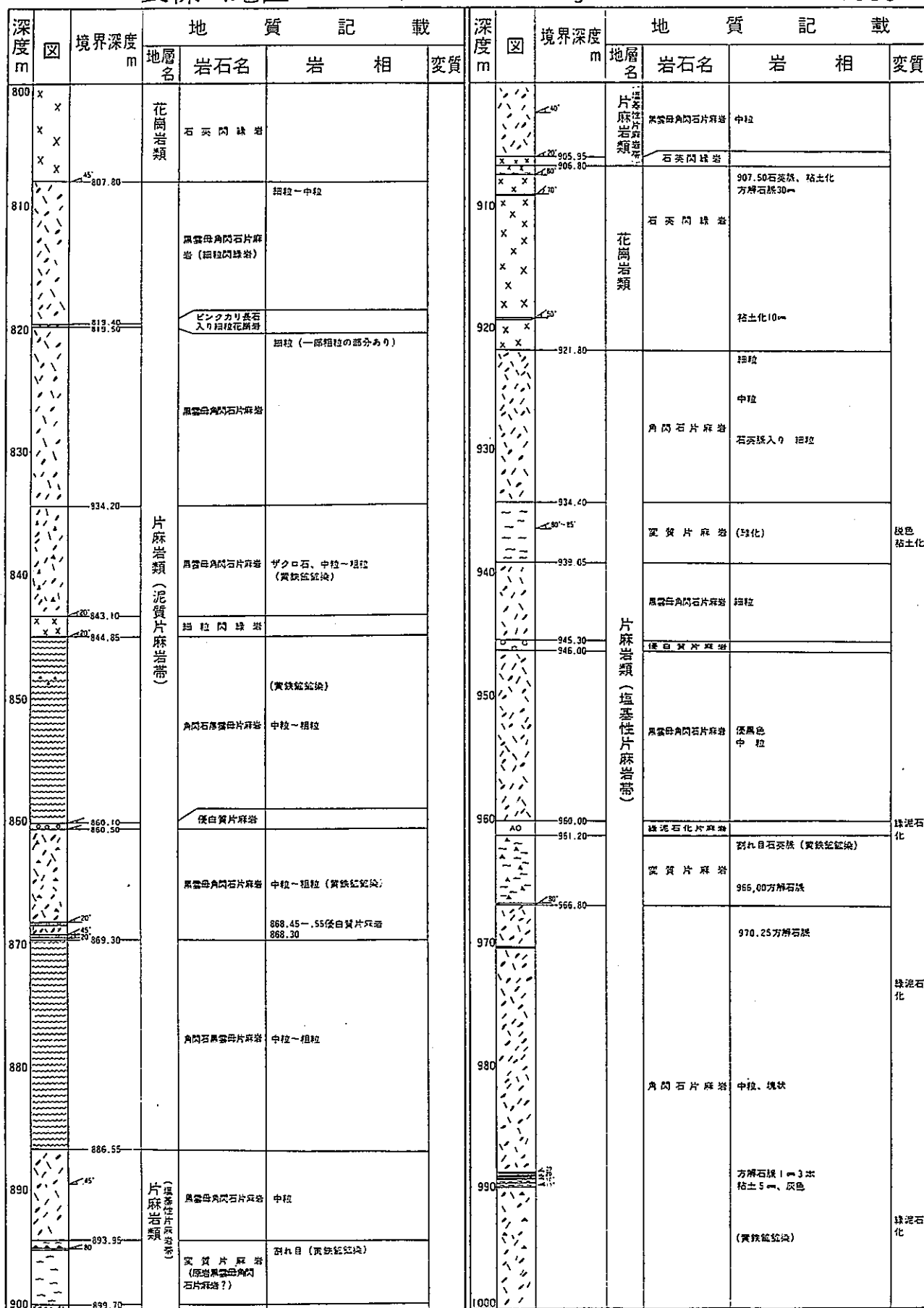


# ボーリング柱状図 (B-1)

長棟川地区

46EANG-1号

800 m ~ 1000 m





# ボーリング柱状図 (B-1)

長棟川地区















46EANG-1号

1000 m ~ 1024 m

深度 m	図	境界深度 m	地 質 記 載				深度 m	図	境界深度 m	地 質 記 載			
			地層名	岩石名	岩 相	変質				地層名	岩石名	岩 相	変質
1000		80° 60° 1,000.95 1,019.45 1,024.00掘止	片麻岩類 (塩基性片麻岩帯)	変質片麻岩	割れ目 (黄鉄鉱鉱染)	緑泥石化 粘土化							
1010				角閃石片麻岩	中粒		緑泥石化						
1020				黒雲母片麻岩	中粒		緑泥石化						

# 長棟地表試錐柱狀圖 (B-2)

## 地質凡例

略記号		
	sh 頁 岩	shale
	sandy ss 砂質頁岩	sandy shale
	ss 砂 岩	sandstone
	cgl 礫 岩	conglomerate
	珪長岩	felsite
	leuco gns 優白質片麻岩	leucocratic gneiss
	inter gns 中性片麻岩 * ¹	intermediate gneiss
	mela gns 優黑質片麻岩 * ¹	melanocratic gneiss
	diop·mig 透輝石片麻岩・シマイト * ²	diopside gneiss or migmatite
	安山岩質斑岩	andesitic porphyry
	gr 花 崗 岩	granite
	鉍 染 (黄鉄鉍)	pyrite impregnation
	鉍 染 (Pb·Zn)	ore impregnation
<10	層 理 面	bedding plane
60	片 理 面	gneisocity
====< 50	裂 罅	fissure
====< 60	方解石・石英脈	calcite or quartz vein
====< 70	粘 土 脈	clay vein
	角礫狀片麻岩	brecciated gneiss
limo	褐 鉄 鉍	limonite
hema	赤 鉄 鉍	hematite
bio	黑 雲 母	biotite
ep	綠れん石	epidote
feld	長 石	feldspar
K	カオリン	kaolinite
cal-v	方解石脈	calcite vein
qtz-v	石 英 脈	quartz vein
py-v	黄鉄鉍脈	pyrite vein
imp	鉍 染	impregnation
csg	粗 粒	coarse grain
mdg	中 粒	medium grain
fng	細 粒	fine grain

註 *¹角閃石黒雲母片麻岩, 黒雲母角閃石片麻岩, 角閃石片麻岩等

*²伊 西 岩 -95-

No.	コアの保管
30-1	要 否

ボーリングコア柱状図

昭和44年2月20日

係長	担当一技	鑑定者

個所	長棟 坑地表試錐 M	鉱床海拔984.9 ^m 準第(B-2)孔	機種	L-44
----	------------	---------------------------------	----	------

穿孔長	M	方向	0°	試錐室位置	543年8月10日開始	鑑定者	三井金属
600		傾斜	-90°	旧送鉱場跡(下段)	543年11月10日終了		長田・塚越

M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位		M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位	
					鑑定	分析						鑑定	分析
0				表土 Tribit 使用 (Non-core)			10				表土 Tribit (Non-core)		
1				"			1				"		
2				"			2				"		
3				"			3				"		
4				"			4				"		
5				"			5				"		
6				"			6				"		
7				"			7				"		
8				"			8				csf. ss gr. 礫入	手	
9				"			9				cgl. pebble φ1~2 granitic rock (礫)	取	
10				"			20				pebble (felsite) csf. ss	層	
												群	

記事

1. ボーリング孔口：海拔. 984.9m (炭坑からの連絡測量による)
2. 線構造・岩質境界・Vein等の傾斜は何れも水平面よりの角度(<50)を示す。

No.	コアの保管
JD-2	要 否

# ボーリングコア柱状図

昭和44年2月20日

係長	担当一技	鑑定者

個所 **長棟 坑地着試錐M** 鉦床海拔984.9^m 準第(B-2)孔 機種 **L-111**

穿孔長 **M 600.** 方向 **0°** 試錐室位置 **S43年8月10日開始** 鑑定者 **三井金屬**  
傾斜 **-90°** 旧選鉱場跡(下段) 年 **11月10日終了** **長田・塚越**

M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位		M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位	
					鑑定	分析						鑑定	分析
20				cgl felsitic rock (石盤)入 limo 焼 ^レ 焼 ^レ mdg. s.s black sh 入			30				cal-v 0.1 ^c mdg. s.s csg. ss black sh laminated 0.5 ^c		
1				cgl. pebble φ 1~2 ^c matrix - csg. ss			1				joint plan. limo 焼 ^レ cgl csg. s.s black sh 0.2 ^c 入 csg. s.s sandy sh / limo 焼 ^レ		
2				csg. s.s cgl pebble φ 1~2 ^c matrix - csg. ss csg. ss			2				cgl mdg. s.s limo 焼 ^レ す ^レ .		
3				cgl. pebble φ 3 ^c felsite 質石盤が ^レ 多 ^レ	手		3				joint plan limo の沈 ^レ 滲 ^レ		
4				cgl. cal-v 0.1 ^c	層		4				mdg. s.s		
5				cgl csg. ss	群		5				csg. s.s cgl. pebble φ 2~3 ^c limo L ^レ 焼 ^レ す ^レ		
6				csg. ss sandy sh, Py-V			6				cgl. pebble { granite porphyry granitic rock gr.?, andesitic rock (石盤)		
7				cal-v			7				cgl. Qtz porphyry 0.4 ^c granitic rock (石盤)		
8				csg. s.s sh 石盤入 ^レ joint plan: 沿 ^レ limo 焼 ^レ す ^レ			8				cgl. pebble φ 3 ^c 以下 matrix is limo L ^レ 焼 ^レ す ^レ aplitic gns (石盤) matrix - mdg. s.s		
9				mdg. ss csg. s.s black sh 0.3 ^c			9				cgl pebble φ 3 ^c 以下 aplitic gns (石盤) sh 入 ^レ aplitic gns (石盤)		

記事

1

No. 30-3  
 コア-の保管 要 否

ボーリングコア柱状図

昭和44年2月20日

係長 担当一技 鑑定者

個所 長棟 坑地表試錐 M 鉦床海拔984.9m 準第(B-2)孔 機種

穿孔長 M 600 方向 0° 傾斜 -90° 試錐室位置 旧選鉱場跡(下段) S43年8月10日開始 11年11月10日終了 鑑定者 三井金属 長田・塚越

M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品位	M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品位
					鑑定分析						鑑定分析
4.0				cgl pebble, φ 4c		5.0				cgl pebble, φ 5c以下 granitic rock (石礫) limo 焼付	
1				qtz porphyry (石礫)		1				mdg. ss cgl入り	
2				matrix - mdg. s.s		2				mdg. ss pebble, φ 10c以下 Py-V granitic rock (石礫) aplitic rock (石礫) } limo 焼付	
3				matrix = limo L 焼付 csq. s.s cgl. granitic rock (石礫)		3				cgl pebble, φ 3c以下 felsitic rock (石礫) 多量 matrix - csq. mdg. ss mdg. s.s cgl. matrix - csq. s.s	
4				cgl. pebble φ 2~3c granitic rock (石礫) felsitic rock (石礫) matrix - limo L 焼付 matrix - csq. s.s	手 取	4				pebble, φ 5c qtz porphyry (石礫) teucocratic ans. (石礫) aplitic rock (石礫) matrix - csq. s.s gr. porphyry (石礫) joint plan 沿う limo 焼付	手 取
5				mdg. s.s cal-V 0.3c cgl. limo L 焼付.	層 群	5				cgl qtz porphyry (石礫) limo 焼付 felsite matrix - 細石礫入り csq. s.s	層 群
6				cgl. pebble, φ 2~3c felsite 質石礫入り limo L 焼付 matrix - mdg. s.s		6				cgl pebble φ 3c gr. porphyry (石礫) Pyは石礫の周囲に→ qtz porphyry (石礫) pegmatic rock (石礫) cal-V 上下に clay 0.5c入り	
7				cgl. mdg. ss limo n L 焼付		7				crush zone cgl pebble, φ 3c以下 felsite (石礫) limo 焼付 matrix - (細石礫入り) s.s	
8				cgl. pebble, φ 1~2c matrix - mdg. s.s		8				pebble, φ 3~5c gr. porphyry (石礫) felsite (石礫) pegmatite mdg. ss csq. s.s (細石礫入り)	
9				mdg. s.s pebble, φ 1~2c (石礫質) s.s pebble, φ 3c 石礫中=py sandy sh 3c mdg. s.s, limo L 焼付 cgl.		9				cgl. (felsite 質) cal-V 0.3c	
5.0				granitic rock (石礫) limo 焼付 rhyolite (石礫) φ 3c felsite (石礫) φ 1c limo 焼付 matrix csq. s.s		6.0				cgl. (石礫) φ 3~4c granitic rock felsitic rock matrix - csq. s.s	

記事

No.	コアの保管
30-4	要 否

ボーリングコア柱状図

昭和44年2月20日

係長	担当一技	鑑定者

場所 長棟 坑地表試錐 M 鉱床海拔 984.9 準第(B-2)孔 機種 L-44

穿孔長 M 600. 方向 傾斜 試錐室位置 旧選鉱場跡(下段) 543年8月10日開始 鑑定者 三井電業 長田・塚越 年11月10日終了

M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位		M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位	
					鑑定	分析						鑑定	分析
60				cgl pebble φ 4~5 ^c			70				CSG (円石集) sh φ 2 ^c granitic rock felsite φ 8 ^c inter-gr		
1				cgl φ 3~4 ^c matrix - CSG, S.S 石礫中、細脈状の Py-imp			1				CSG, pebble granitic rock clay入 fissure 0.5 ^c pebble, granitic rock		
2				cgl. φ 2~3 ^c matrix - CSG, S.S felsite質 pebble			2				cgl φ 3~4 ^c pebble, granitic rock		
3				pebble → granitic rock cal-V 0.3 ^c cgl. pebble - granitic rock		手	3				pebble, felsite " qtz-porphyr	手	
4				cgl. pebble φ 3~4 ^c pebble granitic rock		取	4				pebble, matrix = py imp cal-V clay化 calcite-V alteration strong	層	
5				cgl. pebble φ 2 ^c (石礫質) felsitic rock + gn black-sh 石礫入 K-mineral cal-V 0.2 ^c		群	5				石礫, (φ 5 ^c 以下) pebble s.s	群	
6				cal-V 0.1 ^c " " 0.1 ^c " " 0.2 ^c " " 0.1 ^c } clay化 strong cgl			6				cgl. 石礫 (φ 3 ^c 以下)		
7				cal-V 0.1 ^c cgl-pebble φ 2 ^c matrix → CSG, S.S cal-V 0.4 ^c pebble (felsite)			7				CSG, SS mdg. SS pebble入 CSG, S.S cgl green pebble入		
8				石礫 (felsite) sh (石礫)入 cgl granitic rock aplitic " felsitic " matrix - CSG, S.S			8				granitic pebble φ 5~6 ^c 石礫中 = Py		
9				cgl φ 20 ^c Pabble, felsite pabble, aplitic rock			9				cgl granitic pebble の 周囲に Pyrite felsite質(石礫)		
70							80						

記事

No.	コアの保管
30-5	要 否

ボーリングコア柱状図

昭和44年2月20日

係長	担当一技	鑑定者

個所	長標 坑地表試錐 M	鉤床板 984.9 ^m 準第(B-2)孔	機種	L-44
----	------------	---------------------------------	----	------

穿孔長	M 600.	方向	0°	試錐室位置	543年 8月 10日 開始	鑑定者	三井屋 長田・塚茂成
		傾斜	-90°	旧送鉤場跡(下段)	" 年 11月 10日 終了		

M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位		M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位	
					鑑 定	分 析						鑑 定	分 析
80				cgl pebble φ 7~8 ^c granitic rock aplitic rock granitic rock matrix - csq. ss			90				cgl pebble φ 5 ^c aplitic rock (石礫) leuco gns (")		
1				pebble φ 4~5 ^c φ 1~2 ^c 多 granitic rock matrix → mdg. s.s			1				cgl pebble φ 2~3 ^c matrix - csq. s.s		
2				cgl pebble φ 3~5 ^c fng. inter gns (石礫)			2				cgl.		
3				cgl pebble φ 4~5 ^c (inter gns andesitic rock felsite) matrix - csq. s.s leucoxene 入	手		3				leucoxene 入 inter gns (石礫) granitic rock (") felsite 傾? (") matrix - csq. s.s	手	
4				cgl matrix → csq. s.s	層		4				cgl gns (石礫) } pebble φ 4~5 ^c granitic rock (石礫) sh φ 2 ^c pebble 入 matrix - csq. s.s	層	
5				sandy sh csq. s.s	群		5				black sh (calcareous) fng s.s (sh lens 入)	群	
6			<5	sandy sh csq. s.s			6				csq. s.s		
7				cgl. φ 10 ^c 以下 pebble { andesitic rock granitic "			7				mdg. s.s fng. s.s (sh lens 入) sh fng. ss sandy sh		
8				cgl. pebble φ 7~8 ^c granitic rock (石礫) mela gns (石礫)			8			<15	mdg. s.s fng. s.s thin lamina 入 sh csq. s.s		
9			<65	cgl. granitic rock (石礫) matrix - mdg. s.s			9			<5	cal-V. Py imp black sh sandy sh mdg. s.s		
90							100						

記事

No. 30-6  
 コア-の保管 要 否

ボーリングコア柱状図

昭和44年2月19日

係長 担当一技 鑑定者

個所 長棟 坑地表試錐 M 鉦床海拔 984.9m 準第(B-2)孔 機種 L-44

穿孔長 M 600. 方向 0° 傾斜 -90° 試錐室位置 543年8月10日開始 鑑定者 三井金属 長田・塚越 旧選鉱場跡(下段) 〃年11月10日終了

M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品位	M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品位	
					鑑定分析						鑑定分析	
100				fng. s.s f. sh入		110				porphyritic textureとある brownish gray garnet入		
1				sandy sh black sh		1				network状にPy入		
2				sh sandy sh mdg. s.s		2			75	cal-v. 0.1 ^c		
3				sh thin lamina入		3						
4				sh lense Py imp		4						
5				cal-vein let		5						
6				fng. s.s		6						
7				sh thin lamina入	手	7				85	cal-v felsite 僅かにfeldsparの斑晶残る。	手
8				sandy sh fng. ss mdg. s.s py imp	取	8						取
9				fng. s.s sh lamina入	層	9						層
10				cal-V 0.1 ^c	群	10						群
11				fng. s.s mdg. s.s		11						
12				fng. s.s cal-v		12						
13				sh (thin lamina入)		13						
14				mdg. s.s		14				85	cal-v 0.1 ^c hematite入	
15				fng. ss (sh thin lamina入)		15					autolith	
16				cal-v 0.2 ^c		16						
17				calcareous black sh		17						
18				sandy sh		18						
19				shの円形裂入		19						
20				s.s		20						
21				py imp		21						
22				sandy sh		22						
23				csq. ss		23						
24				sandy sh, lamination strong		24						
25				mdg. s.s		25						
26				fng. s.s cal-v 0.1 ^c		26						
27				sh		27						
28				cal-v 0.1 ^c		28						
29				csq. ss		29						
30				sandy sh lense		30						
31				csq. ss		31						
32				felsite garnet入		32				30	garnet入 flow structures mdg. s.s	

記事



# ボーリングコア柱状図

昭和44年2月19日

No.	コアの保管
30-7	要 否

係長	担当一技	鑑定者

個所	M	鉦床海拔 994.9m 準第(B-2)孔	機種
長標坑			L-44

穿孔長	M	方向	0°	試鑽室位置	S43年8月10日開始	鑑定者	三井金属
600.		傾斜	-90°	旧送鉄場跡(下段)	"年11月10日終了		長田・塚越

M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位		M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位	
					鑑 定	分 析						鑑 定	分 析
120				sandy sh mdg. s.s sh lamination			130				SS cal-V 0.5° -部 druse x qtz-V 0.3° mdg. s.s cal-V 0.4° sandy sh		
1				sandy sh sh csq. s.s mdg. s.s sh			1				csq. s.s black sh cal V 0.1°		
2			L10	frg. s.s			2			L55	sandy sh		
3			L75 L60	sandy sh csq. s.s cal-V 0.3° mdg. s.s cal-V 0.4°			3				sh sandy sh (calcareous) sh		
4				mdg. s.s sandy sh, sh thin lenses	手		4			L85	sandy sh, cal, network状 cal-V 0.2°	手	
5				sh	取		5			L20	cal. V csq. s.s sh	取	
6				mdg. s.s lamination strong sh lenses sandy sh	層		6				sandy sh cal-V 0.2°	層	
7				sh	群		7			L60 L15	s.s sh (sandy) sh sandy sh		
8				black sh crash			8				mdg. s.s s.s sandy sh		
9				sandy sh			9				sh s.s		
10				cal-V 0.1° SS sandy sh calcite veinlet sh.			10				cal-V 0.1° sandy sh		
11				cal-V 0.2° csq. s.s sh cal-V 0.1° SS sandy sh			11			L50 L250	cal-V 0.1° sandy sh s.s		
12				sandy sh py network cal-V 0.2° sh sandy sh			12				sh		
13				sh sandy sh sheared zone clay, calcite veinlet sh			13				sh		

記事

No. コアの保管  
 30-8 要 否

ボーリングコア柱状図

係長 担当一技 鑑定者

昭和44年2月19日

個所 長棟 坑地表試錐 M 鉦床海拔984.9^m 準第(B-2)孔 機種 L-44

穿孔長 M 600. 方向 0° 試験室位置 S43年8月10日開始 鑑定者 三井金屬 長田・塚越  
 傾斜 -90° 旧送鉦場跡(下段) "年11月10日終了

M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位		M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位	
					鑑 定	分 析						鑑 定	分 析
140		black sh sandy sh sh. lens & sandy sh					150				<65 <65 cal-V. 0.1° limo &		
1		sh cal-V 0.1°					1				<60 cal-V. 0.2°		
2		Py, veinlet					2				<60 cal-V. 0.2° <40 clayite (sericitization)		
3		sandy sh csq. s.s csq. s.s & sandy sh calcareous sandy sh Py-cal-V 0.5°			手		3				<60 Py-V. 0.2°	手	
4		black sh sandy sh			取		4				felsite	取	
5		sh csq. s.s mdg. s.s			層		5				"	層	
6		csq. s.s sandy sh sh			群		6				<85 cal-V. 0.8° Py & 一部 druse		
7		csq. ss					7				felsite		
8		black sh calcareous sandy sh					8				<55 Py & cal-V <10 mdg. s.s <10 cal-Veinlet & <15 cal-V. 0.2°		
9		csq. s.s と sh と斜交する felsite					9				<15 sandy sh csq. s.s csq. ss sheared zone, clayite sandy sh. Py veinlet metwork		
10		felsite (silicification?) cal-V 0.1 joint plane cal-V. 0.1°					10				<65 csq. ss cal-V. 0.1° sh fng. ss (csq. ss &) 細粒 & csq. ss		
11		cal-V. 0.1°					11				<mdg. s.s fng. ss (sh. lense &)		
120		sh. (& calcareous) mdg. s.s csq. s.s sandy sh					160				sh. (& calcareous) mdg. s.s csq. s.s sandy sh		

記事

No. 30-9  
 コア-の保管 要 否

ボーリングコア柱状図

昭和44年2月20日

係長 担当一技 鑑定者

掘所 長棟 坑地表試錐 M 鉱床海拔 984.9^m 準第(B-2)孔 機種 L-44

穿孔長 M 600. 方向 0° 傾斜 -90° 試錐室位置 旧送鉄場跡(下段) S43年8月10日開始 鑑定者 三井金屬 長田・塚越 〃年11月10日終了

M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位		M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位			
					鑑定	分析						鑑定	分析		
160			<65	細礫入 csq. s.s. cal-v 0.2° <45 cal-v 0.2° mdg. s.s. - csq. s.s. <15 py-v 0.1° sandy sh fng. s.s. mdg. ss			170			<65	cal-v 0.1° fng. s.s. sandy sh 細礫入 s.s. breccia 入 - csq. ss fng. s.s. 礫質 mdg. s.s. sandy sh 礫岩 φ 2cm 入 csq. s.s. mdg. s.s. fng. s.s. sandy sh 礫質 csq. s.s. <35 sandy sh sh sandy sh				
1			165	py-v 0.1° sandy sh mdg. s.s. py-v 0.1° <60 <20 cal-v 0.1° sandy sh 40 礫入 ss. (sh) 入 sandy sh fng. ss sandy sh			1								
2			40	細礫入 csq. ss cal-v 0.1° sandy sh 礫入 csq. ss (礫 0.5cm)			2			<35	細礫入 csq. s.s. sandy sh 礫質 csq. ss				
3			<10	fng. ss shalense 入 sandy sh	手		3			<40	sandy sh 細礫入 csq. s.s. sh fng. ss 礫入 (aplitic rock) csq. s.s. csq. s.s. sandy sh 入	手			
4				fng. ss mdg. ss csq. s.s. (礫 φ 12°) fng. s.s. fng. ss fng. ss fng. ss	層		4				礫径 φ max 18° 礫 (aplitic, gns (biotite) 入)	層			
5				fng. ss fng. ss sandy sh 礫入	群		5				sandy sh 細礫入 cgl mdg. s.s. 細礫入 csq. s.s. cal-v 0.1 py 入				
6			130	csq. s.s. fng. s.s. sandy sh sandy sh csq. s.s.			6			<75	礫 (φ 5~10°) 入 csq. s.s.				
7				csq. s.s. fng. ss			7			<70	sandy sh cal-v 0.1° 礫 (φ 3°) 入 csq. s.s. cal. v 0.3°				
8			120	sandy sh 細礫入 sandy sh 細礫入 fng. s.s. fng. s.s. 細礫入 s.s.			8			<80	sh 入 sh 入 s.s. cgl. 礫 (aplitic gns) sandy sh cgl				
9			115	cgl. brecciated, aplitic gns 入 sandy sh breccia csq. ss, shalense 入			9			115	fng. ss brecciated biotite gns (?) breccia: φ max. 8° matrix s.s. cal-v 0.1°				安山岩質岩
170				mdg. s.s. breccia 入 s.s. φ 2cm sandy sh. shalense 入 py shalense 入 細礫入 csq. ss sandy sh 混り			180				hb 変質 → 別 mineral 12 andesitic rock				

記事

No.	コアの保管
30-10	要 否

ボーリングコア柱状図

昭和44年2月20日

係長	担当一技	鑑定者

個所	長棟 坑地表試錐 M	鉱床海拔 984.9 ^m 準第(B-2)孔	機種	L-44
----	------------	----------------------------------	----	------

穿孔長	M	方向	0°	試錐室位置	543年8月10日開始	鑑定者	三井金屬
600.		傾斜	-90°	旧送鉱場跡(下段)	"年11月10日終了		長田・塚越

M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位		M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位	
					鑑定	分析						鑑定	分析
180		v	<75	andesitic rock (porphyritic texture) cal-V 0.1°			190		v	<85	cal-V 0.2°		
		v	<65	cal-V 0.1°					v	<75	cal-V 0.2°		
1		v		garnet λ			1		v				
		v	<60	cal-V					v				
2		v	<85				2		v				
		v	<80	garnet λ					v				
3		v	<25	mafic mineral (Hb) + chlorite etc porphyritic texture garnet λ andesitic rock cal-V 0.1°	安山岩		3		v		garnet λ andesitic rock plagio の斑晶隙	安山岩	
		v	<85	cal-V 0.1°	質岩				v			質岩	
4		v	<85	cal-V 0.1°			4		v				
		v	<70	cal-V 0.1°					v	<60	cal-V 0.2°		
5		v	<50	cal-V 0.1°			5		v				
		v	<45	cal-V 0.1°					v	<70	cal-V 0.1°		
6		v	<70	cal-V 0.1°			6		v	<60	cal-V 0.2°		
		v	<70	cal-V 0.1°					v	<50	cal-V 0.1°		
7		v	<45	cal-V 0.1°			7		v	<85	cal-V 0.5°		
		v	<70	cal-V 0.5°					v	<30	cal-V 0.1°		
8		v	<80	Py λ cal-V 0.2°			8		v	<60	" 0.2°		
		v	<80	Py λ cal-V 0.2°					v	<55	garnet λ		
		v		Py λ cal-V 0.2°					v	<65	cal-V 0.4°		
		v		Py λ cal-V 0.2°					v	<85	" 0.1°		
9		v	<80	garnet λ, andesitic rock			9		v	<30	"		
		v	<80	cal-V 0.1°					v	<85	cal-V 0.2°		
		v	<80	garnet λ 結晶大					v				

記事

No.	コアの保管
30-11	要 否

ボーリングコア柱状図

昭和44年2月18日

係長	担当一技	鑑定者

個所	長棟 坑地表試錐 M	鉱床海拔 984.9m 準第 (B-2) 孔	機種	L-44
----	------------	------------------------	----	------

穿孔長	M 600.	方向	0°	傾斜	-90°	試錐室位置	旧選鉱場跡(下段)	S43年8月10日開始	鑑定者	三井金属 長田・塚越
								"	年11月10日終了	

M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位		M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位	
					鑑定	分析						鑑定	分析
200		Y		garnetandesitic rock			210		Y		garnet		
		Y	<45	cal-V 0.1°					V				
		V	<85	" 0.1°					V				
1		V	<45	cal-V 0.1°			1		V		garnet		
		V	<85	cal-V 0.3°					V	<45	cal-V 0.1°		
		V							V	<45	"		
		V							V	<45	"		
		V							V	<55	"		
2		V	<50	cal-V 0.1°			2		V		garnet		
		V							V				
		V							V				
		V							V				
3		V	<45	cal-V			3		V		garnet		
		V	<60	" 0.1° garnet	安山岩				V				安山岩
		V	<50	cal-V 0.1°					V				
		V	<50	" 0.1°					V	<75	cal-V 0.1°		
4		V	<50		質岩		4		V		garnet		
		V	<60						V	<70			
		V	<55						V				
		V	<45	cal-V 0.1° 周辺は epidote dot					V				
		V	<55	" 0.1°					V				
5		V	<0	Py cal-V hydrothermal alteration garnet rich epidote? it epidote dot			5		V		garnet		
		V							V	<90	cal-V 0.1°		
		V							V	<50	"		
6		V	<50	cal-V 0.1°			6		V	<50	cal-V 0.1° garnet		
		V	<60	phenocryst 5-10 μm cal-V 0.1°					V	<70	cal-V 0.2°		
		V	<50	cal-V					V				
		V	<35						V	<85	cal-V 0.1		
7		V					7		V		garnet		
		V							V	<45	cal-V 0.1°		
		V							V	<60	" 0.2°		
		V							V				
		V	<60	hornblende 巨晶入 cal-V					V	<50	cal-V 0.1°		
8		V					8		V	<70	" 0.1°		
		V	<45	calcite vein met warck 状 cal-V 0.4° ± alteration (mafic is chlorite) garnet					V	<75	" 0.2°		
		V		と pink feldspar が少量入					V		garnet		
9		V					9		V	<25	cal-V 0.1°		
		V		garnet					V	<20	" 0.1° matrix → chlorite		
		V	<30	cal-V 0.1					V	<20	" 0.1°		
		V	<45						V	<25	" 0.2°		
		V	<55						V	<45	" 0.2°		
210		V					220		V				

記事

No.	コアの保管
J0-12	要 否

# ボーリングコア柱状図

昭和44年2月18日

係長	担当一技	鑑定者

個所 長棟 坑地表試錐 M 鉱床海拔 984.9^m 準第(B-2)孔 機種 L-44

穿孔長 M 600. 方向 0° 試錐位置 S43年8月10日開始 鑑定者 三井金属 長田・塚越  
傾斜 -90° 旧選鉱場跡(下段) "年11月10日終了

M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位		M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位	
					鑑定	分析						鑑定	分析
220		v		garnet $\wedge$ hb-andesite			230		v		cal-v. 0.1 ^c		
		v		cal-v. 0.1					v	150	" 0.1 ^c		
		v							v	175			
		v							v	220	cal-v		
1		v	45	Py $\wedge$ cal-v. 0.3 ^c			1		v	250	"		
		v							v	160	" 0.1 ^c		
		v							v	170	" 0.1 ^c		
2		v		cal-v			2		v	145	cal-v		
		v							v	135			
		v							v	160	cal-v. 0.1 ^c		
		v							v	145			
		v							v	130	" 0.1 ^c		
		v							v	150	" 0.1 ^c		
		v							v	155			
3		v		ep. cal-v. 0.2 ^c			3		v	120	cal-v. 0.1 ^c		
		v		cal-v. 0.1 ^c					v	180	garnet $\wedge$ hb andsite		安山岩質岩
		v		" hb-chlorite		安山岩質岩			v	185			
		v		ep. cal-v. 0.1 ^c					v	165	cal-v. 0.1 ^c		
		v		cal-v. 0.1					v	140			
		v		" 0.1					v				
4		v		cal-v. 0.3 ^c garnet $\wedge$			4		v		garnet $\wedge$		
		v		joint plane					v				
		v		cal-v					v				
		v		"					v				
5		v		cal-v. 0.1 ^c			5		v		garnet $\wedge$		
		v		" 0.2 ^c					v				
		v		" 0.1 ^c					v				
6		v		cal-v. 0.1 ^c			6		v		garnet $\wedge$		
		v							v	160			
		v		cal-v. 0.2 ^c					v				
7		v					7		v	120	alteration strong garnet $\rightarrow$ chlorite		
		v							v		cal-veinlet		
8		v		garnet $\wedge$			8		v		cal network		
		v							v	160	cal-v. 0.1-2 ^c	chlorite lt andesite	
		v							v	165	qtz-cal-v. 1 ^c		
		v							v	165	cal-v. 20 ^c		
		v							v	160	cal-v		
9		v		garnet $\wedge$			9		v	150	cal network		
		v		cal-v					v				
230		v		cal-v. 0.2 ^c			240		v		clay $\wedge$		
		v		" 0.1 ^c					v	185			

記事

No. 30-13  
 コアへの保管 要 否

ボーリングコア柱状図

昭和44年2月18日

係長 担当一技 鑑定者

個所 長棟 坑地表試錐 M 鉱床海拔9849^m準第(B-2)孔 機種 L-44

穿孔長 M 600. 方向 0° 傾斜 -90° 試錐室位置 旧選鉱場跡(下段) 343年8月10日開始 鑑定者 三井金屬 長田・塚越 〃年11月10日終了

M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位		M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位	
					鑑 定	分 析						鑑 定	分 析
240		V	<85	cal-V, 1 ^c			250		V	<85	cal-V, 0.2 ^c network状		
		V	<85	" 0.1 ^c					V	<80	" 0.1 ^c		
		V	<20	" 0.1 ^c					V	<80	cal-V, 0.1 ^c		
		V	<70	cal-V, network					V	<80	matrix → chlorite		
1		V	<65	garnet & andesitic rock			1		V	<50	garnet & hb-andesitic rock		
		V	<75	cal-V, 0.1 ^c					V	<50	cal-V, 0.1		
		V	<75	" 0.1 ^c					V	<70	" 0.1		
		V	<35	cal-V, 0.1 ^c					V	<70	epidotの弱い変質		
		V	<50	" 0.1 ^c					V	<60	matrix is chlorite etc		
2		V	<60	cal-V, 0.1 ^c			2		V	<70	cal-V, 0.1 ^c		
		V	<60						V	<45	"		
		V	<60						V	<65	"		
3		V	<40	garnet & hb-andesitic rock	安山岩質岩		3		V			安山岩質岩	
		V	<40	cal-V, 0.1 ^c					V				
4		V		epidot & garnet → 周囲は chlorite etc			4		V	<65	cal-V, 0.1 ^c		
		V		chlorite					V	<70	" 0.1 ^c		
		V		garnet					V	<55	cal-V, 0.2 ^c		
		V							V	<85	" 0.2 ^c		
5		V	<50	cal-V, 0.1 ^c			5		V	<50	cal-V,		
		V	<55	epidot &					V	<30	" 0.1 ^c		
		V	<20						V	<60	" 0.3 ^c		
6		V					6		V	<85	cal-V, garnet &		
		V							V		garnet &		
7		V					7		V	<70	garnet &		
		V							V				
8		V	<45	cal-V, 0.1 ^c			8		V		epidot etc, hb-andesitic rock		
		V	<60						V				
		V	<45						V				
		V	<45						V				
9		V					9		V		garnet & epidote &		
		V							V				
250		V	<60	cal-gts - V, 4 ^e			260		V				

記事

No. 30-14  
 コア-の保管 要 否

ボーリングコア柱状図

昭和44年2月18日

係長 担当一校 鑑定者

個所 長標 坑地表試錐 M 鉦床海拔 984.9^m 準第(B-2)孔 機種 L-44

穿孔長 M 600. 方向 0° 傾斜 -90° 試錐室位置 旧選鉱場跡(下段) 34年8月10日開始 鑑定者 三井金属 長田・塚越 年11月10日終了

M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位		M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位	
					鑑定	分析						鑑定	分析
260		v		epidote 入			270		v		epidote dot → plagioclase or hb 交代		
		v							v		<80 cal-V. 0.1°		
1		v		全体に青ボケ			1		v		<50 cal-V.		
		v							v		<60 cal-V. 0.2°		
2		v					2		v		<80 cal-V. 0.2°		
		v		<70 cal-V. 0.2°					v				
		v		<60 " 0.1°					v				
		v		<75 cal-V. 0.1°					v				
		v		<65 " 0.3°					v				
3		v		<85 " 0.3°	安山岩質岩		3		v		garnet 入 hb-andesite 中央 garnet	安山岩質岩	
		v		<85 " 0.3°					v				
		v		<75 cal-V. 0.2°					v				
4		v		<85 epidote dot 入 hb-chlorite or epidote garnet 入 (→ 一部 chlorite)			4		v		cal-V. 0.3°		
		v							v				
		v							v				
5		v		epidote (alteration) garnet 入 andesitic rock (porphyry)			5		v				
		v							v				
		v							v				
6		v		garnet 入 epidote 入 (matrix の部分)			6		v		<70 cal-V. 0.3°		
		v							v				
		v							v				
7		v		garnet 入 epidote 入			7		v		<70 cal-V. 0.1° <60 " 0.1° <80 " 0.3°		
		v							v				
		v							v				
8		v		plagioclase の斑晶多い hb → chlorite cal-V. 0.2°			8		v		<70 cal-V. 0.2° <85 cal-V. 0.2° garnet 入 hb-andesite		
		v							v				
		v							v				
9		v		" 0.2°			9		v		garnet 入 cal. vein 0.2°		
		v							v				
		v							v				
270		v		cal-V.			280		v				

記事



No. 30-15  
 コアの保管  
 要 否

ボーリングコア柱状図

昭和44年2月18日

係長 担当一校 鑑定者

場所 長棟坑地表試錐 M 鉱床海拔984.9m 準第(B-2)孔 機種 L-44

穿孔長 M 600 方向 0° 試錐室位置 S43年8月10日開始 鑑定者 三井金属 長田・塚越  
 傾斜 -90° 旧送鉄場跡(下段) "年11月10日終了

M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位		M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位	
					鑑定	分析						鑑定	分析
280		v		garnet入			290		v				
		v							v		<45 joint plane		
1		v		hb. large phenocryst入 garnetのmarginはchlorite化			1		v				
		v							v		<60		
		v							v		<45		
2		v		hb-chlorite化			2		v		garnet入少存く存つてゐる。		
		v							v				
		v							v				
3		v		garnet入 hb-andesite			3		v		garnet入 andesitic porphyry (phenocrystは大きく暗)		安山岩
		v							v		cal-v. garnetの周囲はchlorite化		質岩
		v							v		cal-v. 0.1°		
4		v		garnet入			4		v		garnet入		
		v							v		cal-v. 0.2°		
		v							v				
5		v		garnet入			5		v				
		v		<85 cal-v. 0.1°					v		<60 cal-v. 0.1°		
6		v		garnet入			6		v		porphyritic		
		v							v				
		v		<85 cal-v.					v				
7		v		garnet入			7		v				
		v		<45 cal-v					v				
		v							v				
		v		<70 "					v				
		v		<60 "					v				
8		v		garnet入			8		v		hb-andesite (porphyritic)		
		v		cal-veinlet 0.1°					v		garnet入		
		v							v				
		v							v				
		v							v				
9		v		garnet入			9		v		<85		
		v		plagioclaseの斑晶が多い					v		garnet入		
		v							v				
290		v					300		v				

記事

No. 30-16  
 コア-の保管 要 否

ボーリングコア柱状図

昭和44年 2月 17日

係長 担当一技 鑑定者

個所 長棟坑地表試錐M 鉱床深984.9m準第(B-2)孔 機種 L-44

穿孔長 M 600. 方向 0° 傾斜 -90° 試錐室位置 旧基鉱場跡(下段) S44年 8月 10日開始 鑑定者 三井金屬 長田・塚越 〃年 11月 10日終了

M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位		M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位	
					鑑定	分析						鑑定	分析
300		∨		porphyritic andesite			370	∨ ▲			pyrite rich alteration strong (kaolinite, silicificatis)		
1		∨					1	∨ ▲			pyrite rich		
2		∨					2	∨ ▲			pyrite rich		
3		∨	<70	cal-V.			3	∨ ▲	<60		gtz-V		
4		∨		garnet 結晶の marginal chlorite		安山岩質岩	4	∨ ▲	<50		美晶 calcite, cal-V, 0.2° clayite		安山岩質岩
5		∨	<80	hb-の斑晶明瞭 Matrix は mag と 珩。 porphyritic andesite garnet 入 cal-V 0.1°			5	∨ ▲	<60		clay cal-V, 0.2° bit andesitic rock feldspar → kaolinite matrix → chlorite		
6		∨	<75	garnet			6	∨ ▲	<55		pyrite 入 kaolinite sericitate pyritization strong		
7		∨	<75	cal-V			7	∨ ▲	<60		cal-V, 0.2° cal-V, 10° cal-V.		
8		∨	<80	garnet 入			8	∨ ▲	<50		cal-V.		
9		∨	<85	cal-V.			9	∨ ▲	<70		calcite network, crash zone		
370		∨	<80	cal-V.			320	∨ ▲	<75		andesitic rock (porphyritic) garnet 入		
		∨	<85	cal-V.				∨	<65				
		∨	<55	cal-V.				∨			garnet		
		∨	<55	core と 同方向に pyrite 入 cal-V.				∨					

記事

No. 30-17  
 コア-の保管 要 否

ボーリングコア柱状図

昭和44年2月17日

係長 担当一技 鑑定者

個所 長棟 坑地表試錐 M 鉱床海抜 984.9^m 準第(B-2)孔 機種 L-44

穿孔長 M 600 方向 0° 試錐室位置 543年8月10日開始 鑑定者 三井金属 長田・塚越  
 傾斜 -90° 旧送錐跡(F段) 543年11月10日終了

M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位		M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位	
					鑑 定	分 析						鑑 定	分 析
320				白ボリが強く出る			330			<45	cal-V cal-V mafic → clay it matrix → clay it		
1				hb-andesitic rock			1				alteration strong calcite		
2							2			<60	cal-V, 0.3° pyrite impregnation		
3				garnet 入 cal-V, 0.1° hb-andesitic rock (?)		安山岩質岩	3				hydrothermal alteration silicification 全体に sheared zone		安山岩質岩
4				cal-V, 0.2° garnet 入			4				andesitic structure 残存		
5				cal-V garnet 入			5				andesitic rock mafic → chlorite		
6				cal-V			6			<45 <60 <70 <75 <65	cal-V " " " "		
7				fine grain 残存			7				silicification zone cal-V		
8				chlorite it, silicification cal-V			8				andesitic rock cal-V, 0.1°		
9				cal-V alteration strong cal-V			9			<85 <70 <60 <85	cal-V pyrite - calcite vein に沿って		
330				cal-V fissure 沿い pyritization			340						

記事

No.	コアの保管
30-18	要 否

ボーリングコア柱状図

昭和44年2月17日

係長	担当一技	鑑定者

場所 長標 坑地表試錐M 鉱床海抜984.9m 準第(B-2)孔 機種 L-44

穿孔長 M 600. 方向 0° 試錐室位置 S43年8月10日開始 鑑定者 三井金属 長田・塚越  
傾斜 -90° 旧選鉱場跡(下段) "年11月10日終了

M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位		M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位	
					鑑定	分析						鑑定	分析
340			<85	cal-v.			350			<70 <80	cal-v. 0.5 " mafic → chlorite garnet入		
1			<60 <60	cal-v.			1						
				garnet入 andesitic rock									
2			<45 <45	cal-v.							garnet rich cal-v. 0.4 ^c		
				cal-v. 0.5 ^c garnet入			2				fine grain 及び phenocryst は結晶細かい garnet rich cal-v.		
3			<85	andesitic rock joint plane garnet			3			<75 <65	qtz-v. andesitic rock matrix → silicification garnet入		安山岩
			170 <60		安山岩								質岩
4			445	cal-v. 0.3 ^c			4			<60 <65 <50	joint plane cal-v. 0.3 ^c 少量 garnet入 cal-v. 0.2 ^c		
				matrix → very fine grain quartz, feldspar phenocryst → plagioclase cal-v. 0.1 ^c garnet入 " 0.1 ^c garnet入									
5				mafic → chlorite (hb) garnet入			5			60 35 40	cal-v. 0.5 ^c cal-v. 0.2 ^c propylite it		
				cal-v. 0.2 ^c									
6				mafic → chlorite (hb) garnet入			6			65 60	plagio → phenocryst hb → chlorite clay		
7			<55	cal-v. 0.3 ^c			7			65 45			
			170	cal-v. 0.1 ^c mafic → chlorite garnet入									
8			<70 <50 <60	cal-v. 0.5 ^c mafic → chlorite cal-v. 0.3 ^c garnet入			8				phenocryst は 5% 程度 brecciated andesitic rock		
				cal-v.									
9			<55	plagioclase → long phenocryst, porphyritic cal-v. 0.1 ^c garnet入 " 0.2 ^c			9				breccia (φ10°) flow structure fine grain matrix (sandy shale?) black sandy shale → clay		
350			<80 <80				360						

記事

No. 30-19  
 コア-の保管 要 否

ボーリングコア柱状図

昭和44年2月17日

係長 担当一校 鑑定者

個所 長棟 坑 地表試錐 M 鉦床海拔 984.9^m 準第(B-2)孔 機種 L-44

穿孔長 M 600. 方向 0° 試錐室位置 543年8月10日開始 鑑定者 三井金属 長田・塚越  
 傾斜 -90 旧送鉦場跡(下段) "年11月10日終了

M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品位		M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品位	
					鑑定	分析						鑑定	分析
360		brecciated andesitic rock epidote cal-V. Py入	<35				370		brecciated (gns) black s.s 青ボク s.s 礫φ 4.0°-3.0° leuco-gne frag. s.s				
1		frag. andesitic rock ← brecciated " 自破碎状					1		brecciated gns入				
2		brecciated andesitic rock matrix → fine grain andesitic aplitic rock入 ← aplitic の礫			rock		2		<80 } alteration strong qtz-carbo- <65 } mate zone. cal-V 0.1c <60 } silicification qtz-V 2.0c <90 } cal-V. 0.7c				
3		chloritization strong cal-V. 0.5c aplitic gneiss? の礫入 black sandy shale (matrix)	<80				3		<60 } brecciated gns 入 礫 1°x 2° <20 } cal-vein lat <20 } qtz-cal. V 0.2c <70 } cal-V. <10 } "			手	
4		cal-V 0.2c φ 5c 青ボク inter gneiss	<75				4		<30 } cal > qtz-V <45 } clay > crack 礫 inter gns			取	
5		brecciated aplitic gneiss cal-V. aplitic gneiss > sandy shale φ 1c mdg. inter gneiss	<50 <70				5		<85 } 礫 inter gns " "			群	
6		brecciated leucocratic gneiss 礫入 matrix → csq. ss csq. ss mdg. ss bedding plane 明瞭	<45				6		礫 inter gns <65 } qtz-V. 0.6c 礫 inter gns 礫入 s.s 重円礫				
7		礫 leucocratic gneiss matrix # csq. ss 礫質 s.s φ 10~20c					7		礫 inter gns <45 } cal-V. 1c 礫入 csq. ss				
8		礫 inter gneiss " leucocratic gneiss 礫質 s.s leucocratic gneiss (breccia)					8		black 礫質 s.s (coarse grain)				
9		cal-V. 0.8c mdg ss	<70				9		coarse grain s.s				
370							380						

記事

No. 30-20  
 コアの保管 要 否

ボーリングコア柱状図

昭和44年1月24日

係長 担当一技 鑑定者

個所 長標 坑地表試錐 M 鉦床海拔 984.9m 準第(B-2)孔 機種 L-44

穿孔長 M 600 方向 0° 傾斜 -90° 試錐室位置 543年8月10日開始 鑑定者 三井金屬 長田・塚越 旧送鉦場跡(下段) "年11月10日終了

M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位		M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位	
					鑑定	分析						鑑定	分析
380		礫, inter gns cgs s.s. 礫, inter gns (altered zone silicification - pyritization)					390						
1		pyrite vein let 礫, 青ボト gns 礫, inter gns " "					1				角礫質(inter-gns, mig) s.s.		
2		礫入 s.s. 角礫, inter gns, 青ボト(mig matite) PA 礫, inter gns					2		<60		fng. s.s. 礫 fng. inter gns		
3		礫, 礫質 s.s., clay o.s.c. inter gne λ		手 取 層 群			3						手 取 層 群
4		礫 fine grain inter gns csg migmatite 礫					4		60		pink feldspar sphene λ cgl 2-3 fng inter gns		
5		礫 inter gns 礫 mdg. inter gns					5				epidote silicification s. cgl. strong feldspar is coarse grain sphene → leucosene 変る biotite is chlorite 変る		
6		matrix 礫質 s.s.					6		50		fng. inter gns hematite λ sphene λ } feldspar patch chloritization lens migmatite mylonitic facies matrix is chloritization 変る		
7		礫, inter gn					7				aplitic migmatite breccia migmatite mdg inter gns pink feldspar λ } epidote epidote vein let cal-v		飛 騾 変 成 岩 類
8		csg. ss					8		45		Pyrite aplitic migmatite hematite λ epidote vein let 普り inter gns		
9		礫 mdg. inter gns					9		20 60		cal-v. chloritization strong hornblend → chlorite it cal-v. o.1°		
990							400		45				

記事

No.	コアの保管
30-21	要 否

ボーリングコアー柱状図

昭和44年 / 月 24日

係長	担当一技	鑑定者

個所	長 標 坑 地 表 試 錐 M	鉦 床 海 拔 984.9 ^m 準 第 (B-2) 孔	機種	L-44
----	-----------------	----------------------------------------	----	------

穿孔長	M	方向	0°	試錐室位置	543年8月10日開始	鑑定者	三井金屬
600.		傾斜	-90°	旧送錐場跡(下段)	"年11月10日終了		長田・塚越

M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位	M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位
					鑑定分析						鑑定分析
400				maf. mineral gns → chlorite inter gns epidote strong calcite veinlet pink feldspar & mdg. inter gns cal-V. 0.2°		410				岩の量が減少 migmatite入(?) (pink feldspar多)	
1			<60	pyrite imp cal-V. 0.2° cal-V. epidote veinlet		1				多少青ボク qtz, cal-V. 0.3° pyrite is gneissosity に沿う silicification	
2			<60			2				hb → chlorite化 青ボク pink feldspar & coarse grain cal-V. medium grain	
3			<0 <30	cal-V epidote veinlet		3				fine grain micro granitic pink feldspar rich	飛騨
4			<70	hornbl. inter. gns epidote veinlet pink feldspar & strong 青ボク	飛騨	4				fine grain	成岩類
4			<70 40	cal-V. 0.1° fine grain 等。 epidote strong chloritization strong (原岩不明)		5				fine grain	
5			<70 <70	epi-chlorite-V. 0.1-2° chloritization strong pink feldspar (Kali? feldspar) chlorite vein		6				fine grain medium inter gns	
6			40	hb → chlorite に変り Kali feldspar が主なる。 epidote veinlet 微量 pyrite imp		7				青ボク chlorite veinlet 入	
7			<30	epi-chlorite veinlet fine inter gns		8				fine grain migmatite? micro granitic, pink feldspar rich	
8			40	epidote strong fresh inter gns chlorite epidote veinlet pink feldspar 入, 青ボク 減少		9				chlorite rich	
9			40	epidote strong (veinlet) melanocratic-gns inter-gns alteration weak epidote vein 0.5°		420					

記事

No.	コアの保管
30-22	要 否

# ボーリングコア柱状図

昭和 44 年 2 月 17 日

係長	担当一技	鑑定者

場所	長 椽 坑 地 表 試 錐 M	鉱床海拔 984.9 ^m 準 第 (B-2) 孔	機種	L-44
----	-----------------	-------------------------------------	----	------

穿孔長	M	方向	0°	試錐室位置	S43 年 8 月 10 日 開始	鑑定者	三井金属 長田・塚越
600.		傾斜	-90°	旧選鉱場跡(下段)	" 年 11 月 10 日 終了		

M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位		M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位	
					鑑定	分析						鑑定	分析
420				pink feldspar inter gns			430			30	sphen micro crystalline pyrite chlorite strong		
1				coarse grain migmatite (pink feldspar)			1			<85 30	sphen clay, 0.4c mafic mineral sphen		
2			30	← epidote veinlet mg-migmatite? (pink feldspar)			2				※白ボヤ		
			<70	epidote veinlet							fine grain inter gns silicification		
3				← chloritization strong			3			30	pyrite-imp cal-v. 0.4c 音ボヤ, inter gns		飛騨 変成 岩類
4			30	medium grain sphen			4						
			50	chlorite									
			30										
5				silicification, chloritization ← chlorite strong fine grain migmatite pink feldspar			5				コア欠隙		
6			<85	calcite vein pink feldspar			6						
			45								silicification strong		
7				← crack gns chlorite qtz-v.			7			30	epidote veinlet calcite vein pyrite		
8				← mafic mineral 0.1 lauocratic epidote chlorite			8				silicification chloritization } strong		
9			<0				9			<70	cal-v, pyrite 0.4c		
				chlorite strong (原岩不明)							silicification fresh inter gns		

記事



No. コア-の保管  
30-23 要 否

ボーリングコア-柱状図

昭和44年2月17日

係長 担当一技 鑑定者

場所 長棟坑地表試錐 M 鉱床変換984.9^m準第(B-2)孔 標種 L-44

穿孔長 M 600. 方向 0° 試錐室位置 S43年8月10日開始 鑑定者 三井金属 長田・塚越  
傾斜 -90° 旧選鉱場跡(下段) "年11月10日終了

M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位		M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位	
					鑑定	分析						鑑定	分析
440				fresh inter gns medium grain			450			10 15 55 65 30	0.2° cal-V. 0.2° medium grain inter gns sphene入		
1			<0	qtz. cal-V 1.5° silicification chloritization			1			<60 30	qtz-vein 青ボク strong sphene rich		
2			45	chlorite vein			2						
			<30	← pink feldspar 入 cal-V. 0.3° pyrite 入 特に hornblende が多い						<75	weak chloritization cal-V. 0.3°		
			<30				3						
3			30	mdg. inter gns (青ボク) sphene 入 epidote vein		飛驒 変成 岩類	3			45	chloritization strong calcite vein let		飛驒 変成 岩類
4				hornblende inter gns 青ボク strong fine grain, sphene 入			4			40	calcite vein let chloritization strong sphene 入 hornblende inter-gns		飛驒 変成 岩類
5			45	fine grain inter gns sphene 入 medium grain migmatite pink feldspar 入			5			20	青ボク, silicification coarse grain texture が残る sphene 入		
			<75				6						
6				pink feldspar 入			6			<40 <10 <20	sphene rich 青ボク carbonate の vein let hematite 入 "		
			<20	silicification mafic mineral は不明 そのほか structure が残る			7						
7			45	leucoxene (or sphene) 入			7			<10 <30	青ボク inter gns medium grain qtz-cal. vein let cal-V 0.5°		
8			60	hornblende (chlorite) の 周囲に pyrite impregnation			8			<20 25	qtz. cal-vein let sphene 入 pyrite rich biotite 入		
			25	fine grain inter-gns			9						
9			<35	fine grain migmatite pink feldspar 入 fine grain, sphene 入 (少) (少) (少)			9			<50	sphene (leucoxene?) rich medium grain inter gns mafic mineral → 青ボク calcite vein let		
450			10	fine ~ medium grain			460						

記事

No.	コアの保管
30-24	要 否

ボーリングコア柱状図

昭和44年2月17日

係長	担当一技	鑑定者

掘所 長 棟 坑 地 表 試 錐 M 鉦 床 海 拔 984.9^m 準 第 (B-2) 孔 機種 L-44

穿孔長 M 600. 方向 0° 試験室位置 543年8月10日開始 鑑定者 三井鉱山 傾斜 -90° 旧選鉱場(下段) "年11月10日終了 長田・塚越

M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位		M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位	
					鑑定	分析						鑑定	分析
460		▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲		pyrite impregnation strong sphene carbonatization strong (原岩不明)			470		▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲	<60 60	pink feldspar λ qtz-V, 0.7°		
1		▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲		inter gns			1		▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲		細青ボツ qtz, cal-veinlet, network状 sphene λ		
2		▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲	<30	qtz-V, 0.7° 青ボツ rich, mdg inter gns leucocratic part あり			2		▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲	<40	calcite vein csg inter gns chlorite alteration あり joint plan 12沿って入る		
3		▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲	30 40	mdg. inter gns leucocratic inter gns	飛		3		▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲		csg inter gns chlorite	飛	
4		▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲		inter gns leuco gns	騾		4		▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲	<70 30 50 35 70	chlorite, epidote-vein 0.3° Pink feldspar λ epidote-V fng-migmatite pink feldspar λ 青ボツ strong	成	
5		▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲	<90 <45	pyrite λ cal-V leuco gns 青ボツ qtz-cal-V,	岩		5		▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲		fng inter gns pink feldspar λ migmatite	類	
6		▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲		inter gns leucocratic gns 微粒 pyrite impregnation mdg. inter gns hema λ, pyrite rich			6		▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲	<10	"chlorite vein"-network 青ボツ pink feldspar λ inter gns chlorite, epidote network		
7		▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲	<55 40 40	pyrite, calcite-V 0.3° fresh inter gns epidote λ 青ボツ pyritization strong			7		▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲	30	coarse grain pink feldspar λ		
8		▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲	<30 <20 <90	cal-V 10° pyrite veinlet 青ボツ sphene λ cal-V 0.5° patch 状 pyrite			8		▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲	40	" " " " csg. inter gns		
9		▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲	60	青ボツ inter gns hb-bio-inter gns			9		▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲	30 60 60	青ボツ inter gns clay 0.3° 青ボツ clay, calcite vein		
470		▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲	60				480		▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲ ▲▲▲				

記事

ボーリングコア柱状図

昭和44年2月12日

No.	コアの保管
30-25	要 否

係長	担当一技	鑑定者

掘所 長 塚 坑 地 表 試 錐 M 鉦 床 深 抜 984.9^m 準 第 (B-2) 孔 機種 L-44

穿孔長 M 600. 方向 0° 試錐室位置 S43年8月10日開始 鑑定者 三井金属 長田・塚越  
傾斜 -90° 旧送鉄場跡(下段) " 年 11月 10日終了

M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位		M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位	
					鑑 定	分 析						鑑 定	分 析
30			<70	calcite vein leucoxene 音ボヤ epidotization			30			<35	mdg. inter gns 音ボヤ epidote		
1			<35				1			<30	fine grain inter gns		
2			<70	qtz, chlorite vein 0.5° hema入 や音ボヤ			2			<75	cal-V, micro crystal pyrite imp		
2			<70	pink feldspar入 cal-V 0.3° pink feldspar csg. inter gns (fresh)			2			<80	qtz, cal-V		
3			20	pink feldspar入 csg. inter gns	飛		3			45	clay入 fissure 音ボヤ fng inter gns	飛	
4			30	qtz-V, 0.8° } veinの周囲 sphene rich alteration strong sphene入	騾		4			45	fresh mdg, inter gns	成	
5			35	pink feldspar入	変		5				音ボヤ inter gns fresh inter gns	成	
5			<70	calcite vein pink feldspar入, fng-inter gns hematite入			5						
6			<70	csg. inter gns chlorite, epidote vein let hematite入 joint plane			6						
6			<70	chlorite, calcite入 vein chlorite inter gns			6				音ボヤ inter gns cal-V, 0.7°		
7			<60	epidote spot, pink feldspar入 chlorite入 pink feldspar入			7				音ボヤ inter gns sphene入		
8				mdg migmatite			8						
8			<20	Pyrite impregnation Pyrite rich			8			<40	calcite vein		
9				epidote vein let			9			50	biotite入		
9			40				9			<60	cal-V		
490							500			40	epidote, pink feldspar入 gneissosity clear		

記事

No.	コアの保管
30-26	要 否

# ボーリングコア柱状図

昭和44年 2月 12日

係長	担当一技	鑑定者

個所 長 標 坑地表試錐 M 鉱床海拔 984.9^m 準第 (B-2) 孔 機種 L-44

穿孔長 M 600. 方向 0° 傾斜 -90° 試錐室位置 543年 8月 10日開始 鑑定者 三井金属 旧選鉱場跡(下段) 〃年 11月 10日終了 長田・塚越

M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位		M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位	
					鑑定	分析						鑑定	分析
500			40	mdg inter gns (qtzの量は減少し→basic) qtz patch入			510				epidote入		
1			<65	boundaryにpink feldspar. 中1° fine grain 音ボツ biotite mela. gns			1			<55	maficが多々見られる fine grain inter gns		
2			<20 <70 <0	clay, calcite入 →fresh mdg, inter gns			2			<60	fine grain inter gns pink feldspar入 hematite, sphen入 fine grain inter gns 音ボツ		
3			45	hornblende, biotite inter gns sphene epidote化			3			<60 <60	calcite vein fine grain pyrite imp fine grain inter gns		
4			45 <55 50 <60	pink feldspar入 qtz-cal-vein pink feldspar入 中10°	飛驒 変成 岩類		4				mafic mineralは増加	飛驒 変成 岩類	
5				fresh inter gns			5				epidote化 音ボツ strong pink feldspar入		
6			40	pink feldspar入 aplitic rock sphene入			6			<80 <20	calcite vein epidote veinlet入 boundary 附近 sphene rich medium grain inter gns		
7			<40	silicification strong calcite-qtz vein			7			<40	fine grain 音ボツ inter gns hematite n fissure zone epidote化		
8				音ボツ calcite veinlet (network状) epidote化			8			<80 <75	fine grain inter gns calcite vein " "		
9			<60 <60	cal-v 音ボツ strong epidote veinlet pink feldspar入 fine ~ medium grain inter gns " "			9			<75 <65	→音ボツ fine grain inter gns		
510			50	epidote veinlet fresh inter gns			520			<60 <75	cal-v 0.3°, veinlet silicification strong		

記事

No.	コアの保管
30-27	要 否

# ボーリングコア-柱状図

昭和44年 2月 12日

係長	担当一技	鑑定者

場所	長 棟 坑 地 表 試 錐 M	鉱床 赤 鉄 984.9 ^m 準 第 (B-2) 孔	機種	L-44
----	-----------------	---------------------------------------	----	------

穿孔長	M	方向	0°	試錐室位置	543年 8月 10日 開始	鑑定者	三井金属 長田・塚越
600.		傾斜	-90°	旧送鉱場跡(下段)	" 年 11月 10日 終了		

M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位		M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位	
					鑑定	分析						鑑定	分析
520			<50	cal-v sheared zone * > epidote 化 fine grain inter gns			530		<80	cal-v			
1			<45 <45 <50 <70	calcite-clay, epidote epidote 化 fng, inter gns cal-v, 0.2° " 0.2°			1		<70 <70 <15	hema & calcite vein fine grain inter gns sheared zone calcite & clay 化 crack & 充填した細い calcite vein がある hematite & calcite vein fine grain inter gns			
2			<50 <50 <45 <50 <50	calcite veinlet Cal-v " hematite 多			2		<60   <80 <70	hema rich epidot 化 inter gns  calcite, epidot vein calcite vein pink feldspar			
3			<70 <15	cal-v cal-v 0.5°	飛 騾 変 成 岩 類		3		<90	普通 migmatite cal-v fine grain 普通 migmatite	飛 騾 変 成 岩 類		
4			<45	fine grain inter gns clay & calcite vein.			4		<70	calcite veinlet 多 network chlorite			
5			<65	cal-v * > 普通 inter gns			5			pink feldspar & 普通 migmatite chlorite vein rich			
6				fin grain migmatite silicification			6			epidot & chlorite vein (network)			
7			<50 <70	cal-v, 0.8° cal-v.			7			sheared zone  <70 cal-v 0.3°			
8				hematite fine grain inter gns		8			普通 fine grain migmatite				
9			30(?) <80	fine grain inter gns calcite vein pink feldspar		9			<60 <60 30	cal-v 0.3° cal-v 0.4°			
530			<70	calcite vein		540							

記事

No.	コアの保管
30-28	要 否

# ボーリングコア柱状図

昭和44年2月12日

係長	担当一技	鑑定者

個所	長 椽 坑 地 表 試 験 錐 M	鉦 床 海 抜 984.9 ^m 準 第 (B-2) 孔	機種	L-44
----	-------------------	----------------------------------------	----	------

穿孔長	M	方向	0°	試験室位置	543年8月10日開始	鑑定者	三井産属
600.		傾斜	-90°	旧送鉦場跡(下段)	"年11月10日終了		長田・塚越

M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位		M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位	
					鑑定	分析						鑑定	分析
540			35	pink feldspar fine grain migmatite			550				joint 沿 fine grain inter gns calcite vein 目沿に epidote strong		
1			<60 <70 <60 <70	leucocratic hb-gns (inter gns) pyrite impregnation, calcite の 充填 白ぶ竹			1			<60	calcite vein 0.2° maficの色は脱色した白い mafic → clay 化 (Kaolin)		
2			<60	sericitization, mafic → clay 化 clay 0.5° mafic mineral → clay 化 silicification py imp fresh inter gns			2				silicification → epidotization 目沿に black mineral 入		
3			<60	fine grain inter gns	飛		3				mafic は不明 多 texture の inter gns	飛	
4				silicification → carbonatization	騾		4				clay 化 strong	成	
5				fine grain inter gns	岩		5			<50 <60	silicification, epidote veinlet 入 cal-v. 0.2° epidotization	類	
6			<60 <70	pink feldspar, epidote calcite vein 0.4°			6				epidote, silicification pink feldspar 入, epidote 入 - alteration fresh medium grain inter gns		
7			<70	epidote & silicification clay - calcite vein 0.5°			7				"		
8			40	pink feldspar 入 " " fine migmatite (?) migmatite & inter gns の 区別困難			8			55			
9			<80	epidote pink feldspar 入 epidote veinlet 0.2°			9				fresh medium grain inter gns		
550			30	epidote pink feldspar 入 sheared zone			560			60			

記事

No.	コアの保管
30-29	要 否

ボーリングコア柱状図

昭和44年2月12日

係長	担当一技	鑑定者

個所	長 棟 坑 地表試錐 M	鉦床海拔984.9 ^m 準第(B-2)孔	機種	L-44
----	--------------	---------------------------------	----	------

穿孔長	M	方向	0°	試錐室位置	S44年8月10日開始	鑑定者	三井金属
600.		傾斜	-90°	旧選鉱場跡(下段)	"年11月10日終了		長田・塚越

M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位		M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品 位	
					鑑定	分析						鑑定	分析
560			<90	medium grain inter gns coreに平行のfissureが多 一部 clay 入			570				青ボク fine grain migmatite		
1				青ボク medium grain inter gns			1			<170	pyrite impregnation cal-V 青ボク inter gns sphenel 入		
2				pink feldspar 多 fine grain inter gns 青ボク			2			30 <170 <55 <70	cal-V, 0.2° sphenel 入 " 0.2° epidote & feldspar 増し ※ clay 欠れ 欠る		
3				fine grain 青ボク inter gns fine grain 青ボク silicification migmatite	飛		3			<170 <60	cal-V. cal-V. epidot veinlet 入	飛	
4				medium grain mig aplitic migmatite	騾		4			<170 <35 40	cal-vein pink feldspar 入 qtz	騾	
5			<75		成		5			40 <80	medium grain inter gns calcite vein	岩	
6			<60 <60 <75	calcite vein calcite vein hematite 入 medium grain	類		6			<50 <80	epidote 入 青ボク inter gns calcite vein silicification strong		
7			<20 <10	青ボク inter gns cal-vein 0.1° epidote veinlet cal vein 0.2°			7			<45 150	clay を伴う qtz-V.		
8			<50 30	epidote veinlet sphenel 入 青ボク inter gns epidot veinlet			8				青ボク medium grain migmatite		
9				fine grain mig pink feldspar 入 青ボク 青ボク medium grain inter gns			9			60 45 50	chloritization feldspar → yellow fine grain migmatite pink feldspar patch medium grain inter gns		
570							580						

記事

No. 30-30  
 コア-の保管 要 否

ボーリングコア柱状図

昭和44年2月13日

係長 担当一技 鑑定者

個所 長標坑地表試錐M 鉱床海抜984.9^m 準第(B-2)孔 機種 L-44

穿孔長 M 600. 方向 0° 傾斜 -90° 試錐室位置 旧送錐場跡(下段) 343年8月10日開始 鑑定者 三井産務 長田・塚越 年 11月10日終了

M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品位		M	採取率	岩質	線方向	観察事項およびスケッチ	品位	
					鑑定	分析						鑑定	分析
580			<60	qtz-feld. coarse grain mig fine grain inter gns chlorite-epidote vein let calcite vein 青ボリ inter gns			590			<10 <60	fine grain inter gns limonite の沈澱 "		
1			<60	qtz-feld の patch rich fine grain inter gns epidote inter gns mafic mineral → fine grain			1			<70 35 <60	hematite 入 vein " fng, hornblende inter gns hematite 入		
2			<90	silicification calcite vein mafic 中 silicification 40			2			<40 <50	epidote vein let cal-v. a.i. 青ボリ strong epidote 入		
3			<55	hematite 入 calcite veine			3				epidote vein let fine grain 青ボリ inter gns coarse grain inter gns spheres 入		飛驒 変成 岩類
4			<80	calcite vein fresh inter gns silicification strong fine grain inter gns		飛驒 変成 岩類	4			60 45 <60	fine grain inter gns silicification strong pyrite imp. cal-v.		成 岩 類
5			40	silicification に伴う pyritization 青ボリ (主は epidote 化) core に平行な crack が多			5						
6			50	一部に fine grain inter gns の structure を残す vein let 沿いに pyrite 入			6				chlorite vein silicification strong fine grain inter gns fine grain 青ボリ mig		
7			180	pyrite impregnation mafic mineral → 褐色 clay 化 hydrothermal alteration strong			7				pink feldspar 入 chlorite vein let		
8			<65 <75	calcite vein cal-v " 青ボリ strong			8			<70	calcite vein medium grain migmatite		
9			>> silicification				9				青ボリ fine grain inter gns medium grain migmatite		
590			<90	fine grain inter gns			600						

記事 600.1 The end.

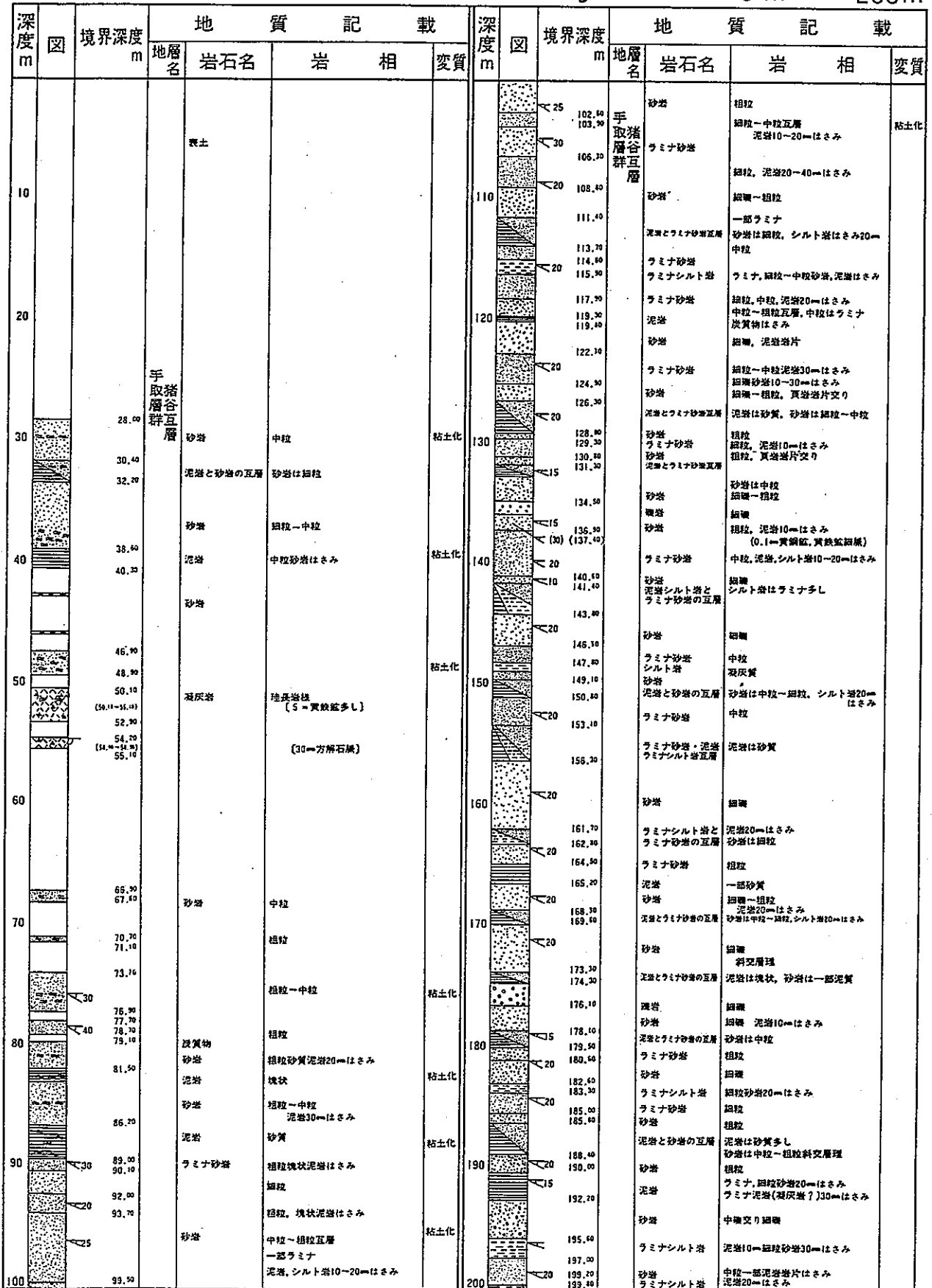


# ボーリング柱状図 (B-3)

土黒谷地区

45EANG-1号

0 m ~ 200m

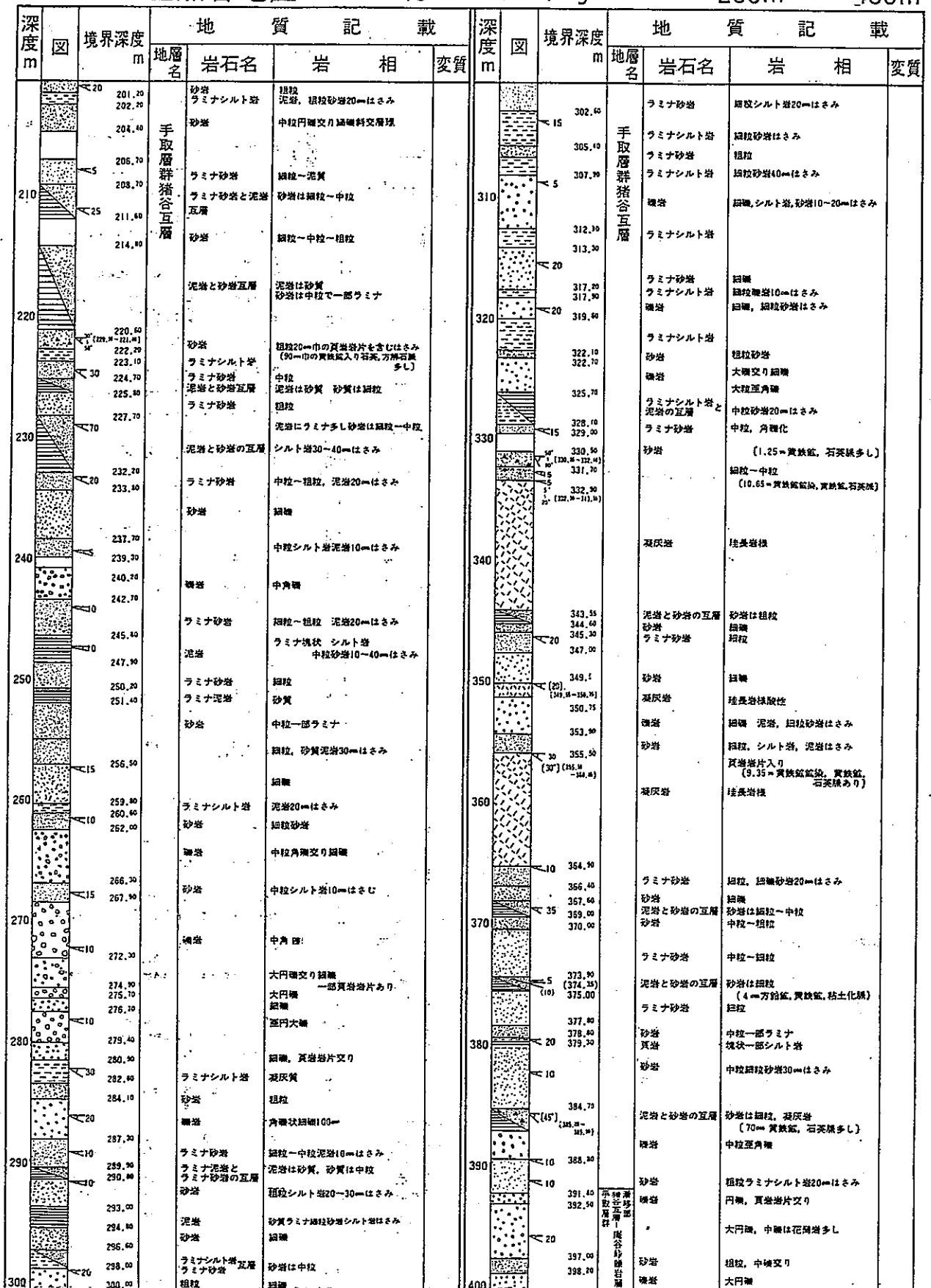


# ボーリング柱状図 (B-3)

土黒谷地区

45EANG-1号

200m~ 400m

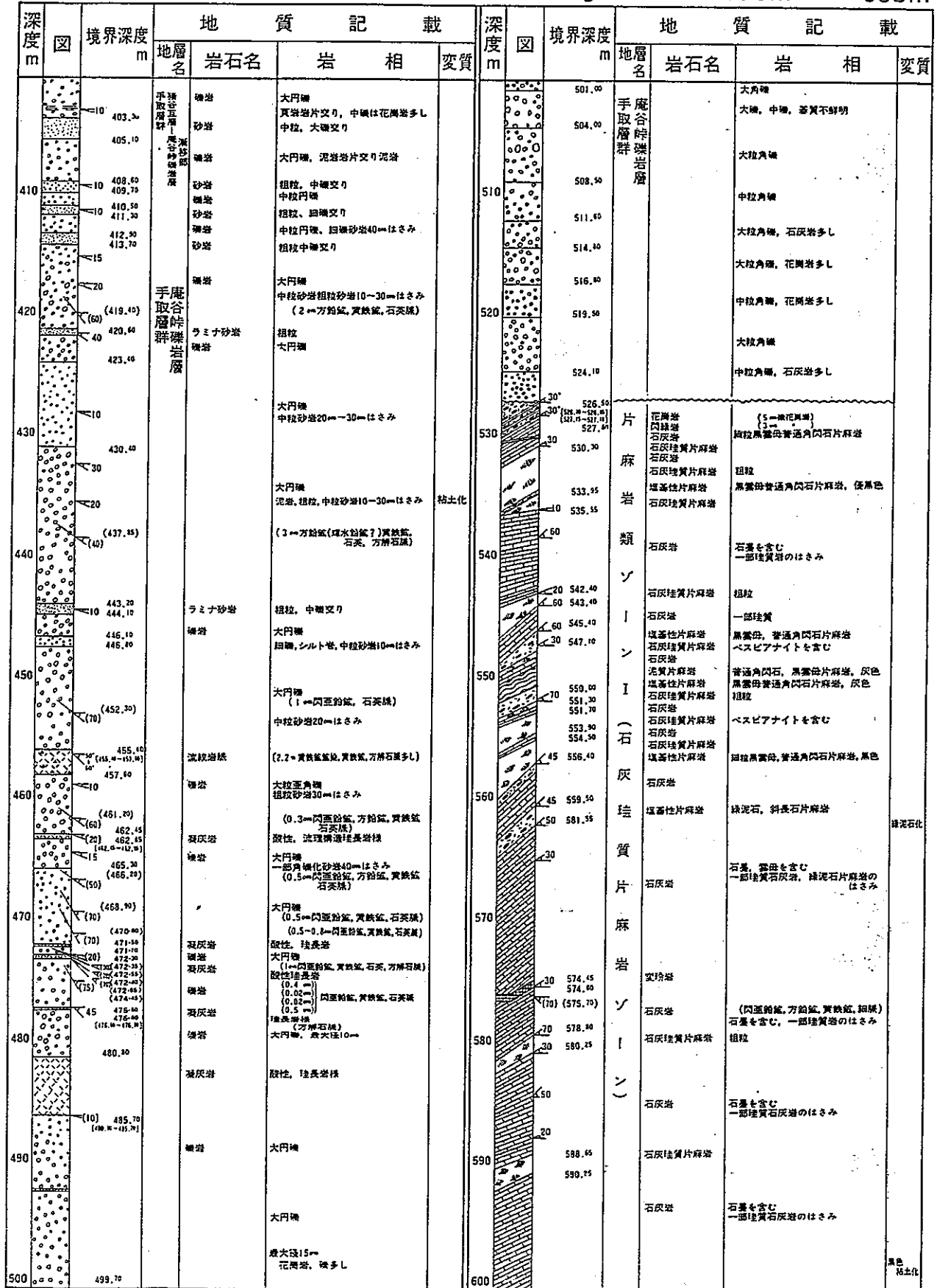


# ボーリング柱状図 (B-3)

土黒谷地区

45EANG-1号

400m~ 600m

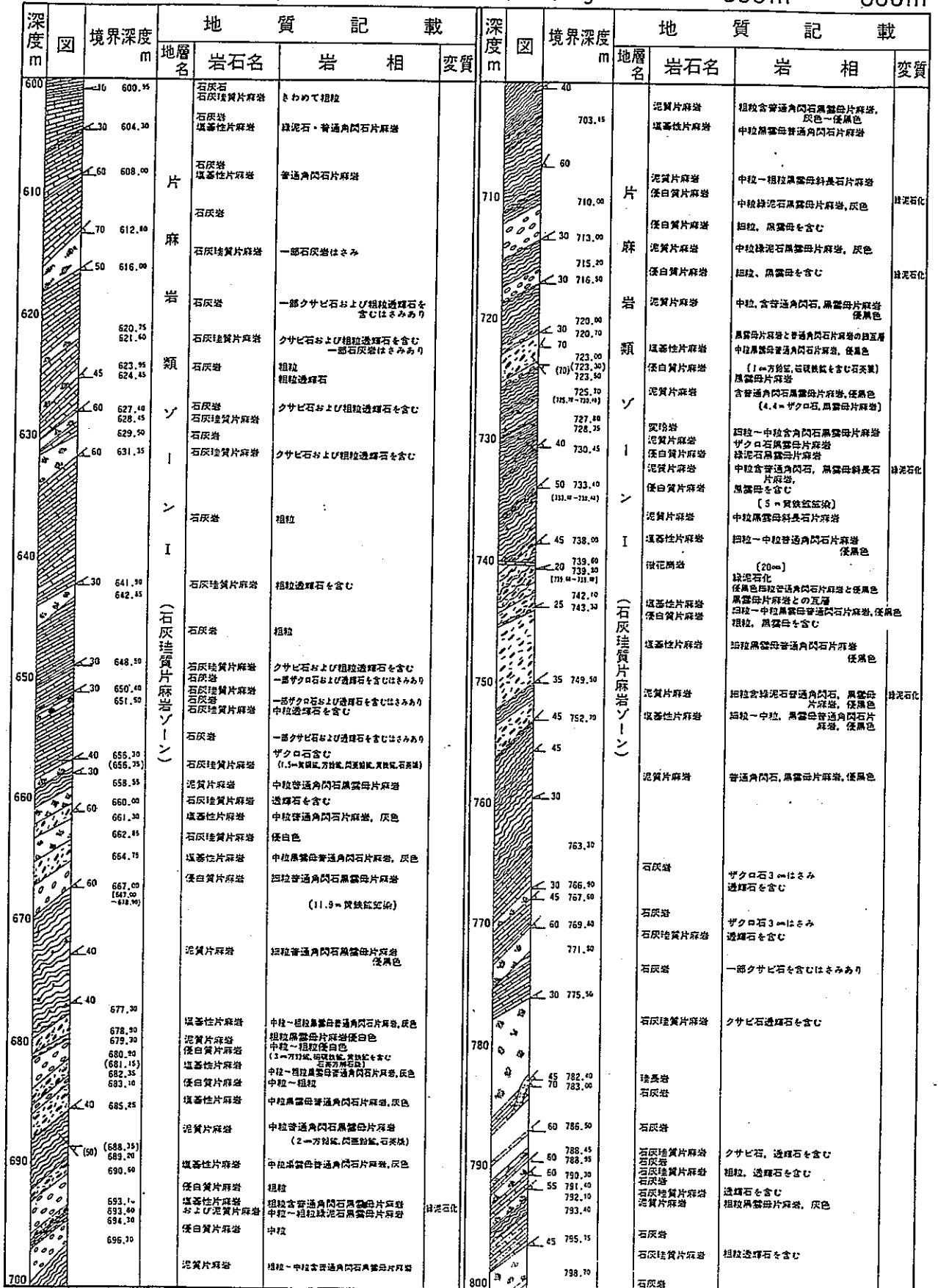


# ボーリング柱状図 (B-3)

土黒谷地区

45EANG-1号

600m ~ 800m

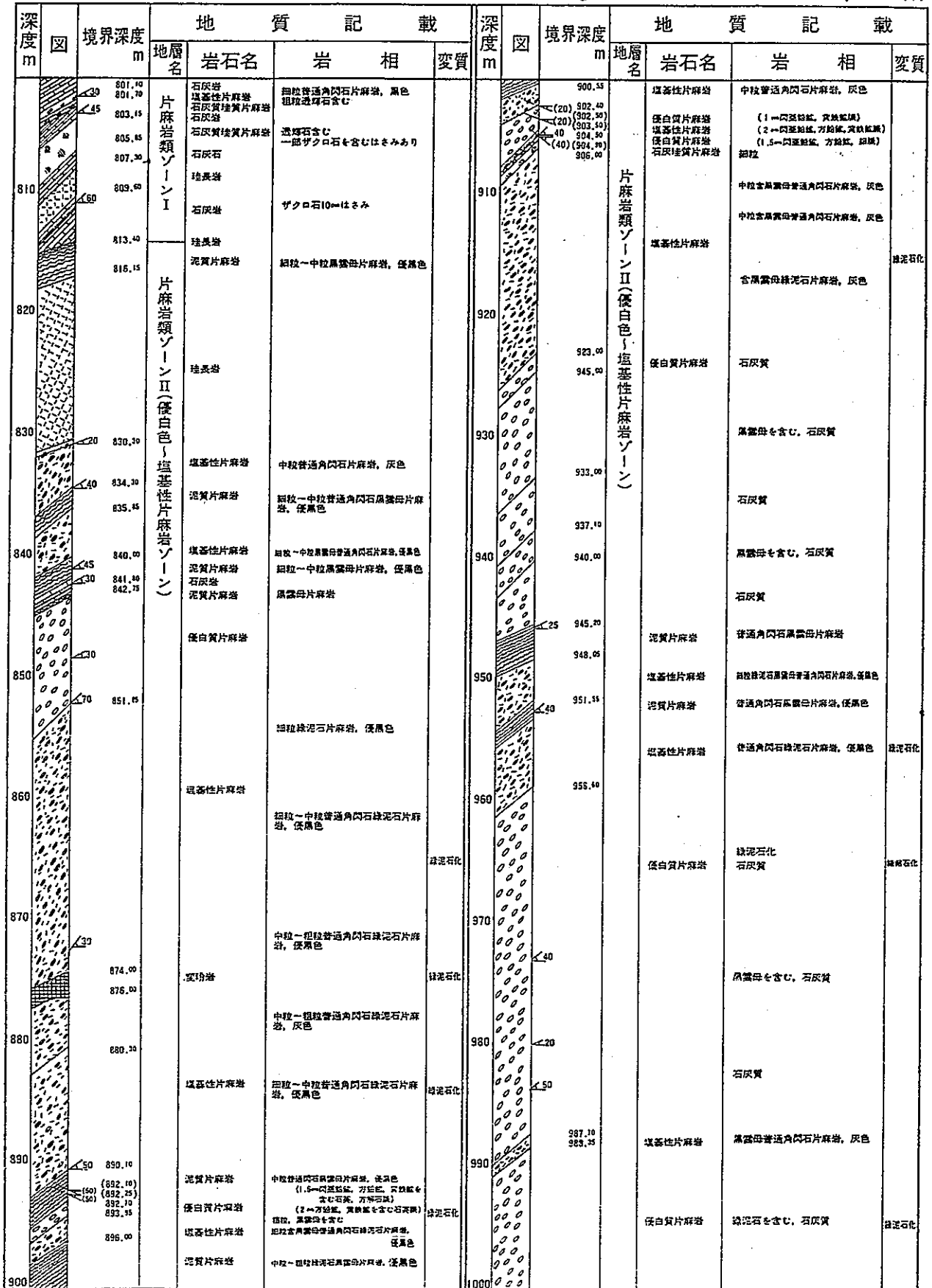


# ボーリング柱状図 (B-3)

土黒谷地区

45EANG-1号

800m~1,000m







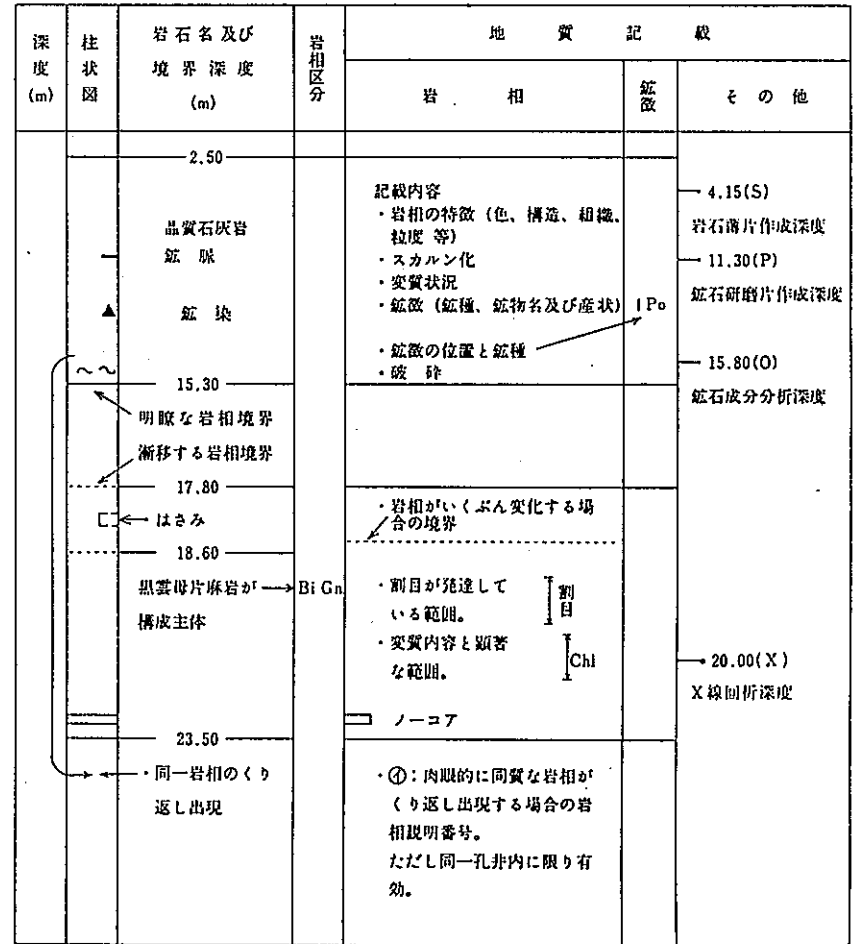
ボーリング地質柱状図(B-4) 凡例及び記載要領

記号		名称
図	文字	
	Bi Gn	黒雲母片麻岩
	Hb Gn	角閃石片麻岩
	Am	角閃岩
	Px Gn	輝石片麻岩
	cLs	晶質石灰岩
	In	伊西岩
	Ap	アプライト
	Fs	フェルサイト
	P	珩岩
	Gr	花崗岩
	Gp	花崗斑岩
	D	閃緑岩
	Ore·Sk	鉱石及びスカルン

- ・∨70°: 岩相境界とコアとの交角
- ・∠70°: 地層層理あるいは片麻状構造とコアとの交角
- ・∧70°: 鉱脈とコアとの交角

鉱物種記号	名称
Fel	長石
Kf	カリ長石
Qz	石英
Hb	普通角閃石
Bi	黒雲母
Ph	金雲母
Mus	白雲母
Ep	緑閃石
Chl	緑泥石
Cal	方解石
Wo	珪灰石
G	石墨
Gar	ザクロ石
Di	透輝石
Hd	灰鉄輝石
Sca	スカポライト
Ol	カンラン石
Serp	蛇紋石
Sp	スフェーン
Py	黄鉄鉱
Mg	磁鉄鉱
Po	磁硫鉄鉱
He	赤鉄鉱

Liev	珪灰鉄鉱
Ars	硫酸鉄鉱
Pb	鉛鉱物
Zn	亜鉛鉱物
Cu	銅鉱物
Mo	モリブデン鉱物

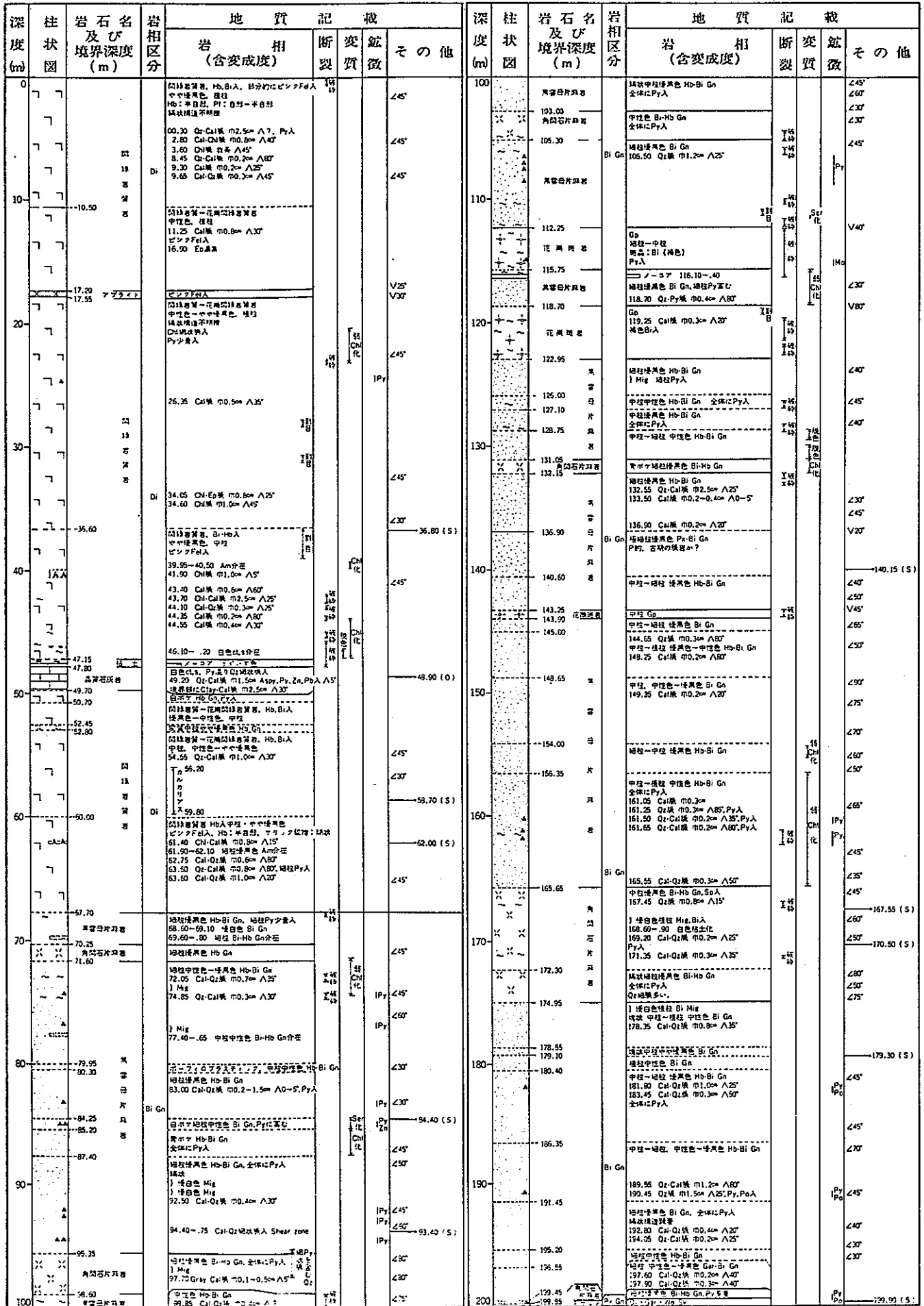




# ボーリング柱状図 (B-4)

茂住地区 NM-5

NM-5 0~200m







# ボーリング柱状図 (B-4)

茂住地区 NM-5

NM-5 600~700.60m

深度 (m)	柱状図	岩石名及び境界深度 (m)	岩相区分	地質記載				深度 (m)	柱状図	岩石名及び境界深度 (m)	岩相区分	地質記載														
				岩相 (含変成度)	断	変質	鉱微					その他	岩相 (含変成度)	断	変質	鉱微	その他									
600				中粒中性色 Bi Gn 600.50 Qz-Cal 賦 巾0.2=																						
				601.25-.45 中粒中性色 Bi-Hb Gn 602.75 (Ca)-Qz 賦 巾0.4= Δ25°																						
				ノコア 603.70-604.20 605.05 Cal 賦 巾0.2-0.4= Δ30° ノコア 605.50-605.80																						
				ノコア 605.60-607.10 607.25 Cal 賦 巾0.3= Δ40° ノコア 607.80-608.10 ノコア 608.80-609.40																						
610				ノコア 610.80-611.10 粗粒緑黄色 Bi Gn Qz-Cal 賦 巾0.2= Δ30° 612.75 粗粒中性色 Bi Gn 613.95 粗粒中性色 Bi Gn 614.75 粗粒中性色 Bi-Hb Gn 615.45 粗粒中性色 Bi Gn 618.85 619.20																						
				ノコア 619.70-619.90 粗粒緑黄色 Bi Gn, 塊状 中粒中性色 Bi Gn ノコア 621.30 ノコア 621.80 ノコア 622.80 ノコア 623.85 Cal-Qz 賦 巾0.2= Δ60° 625.50 アブライチククQz 賦 巾1.5= Δ45° 626.50 Qz 賦 巾0.2= Δ40°, PyA																						
				ノコア 629.30-629.80 630.60-.70 中粒緑黄色 Bi-Hb Gn ノコア 631.35-632.20 ノコア 632.40-633.00 中粒中性色 Bi Gn, アブライチクク塊状 ノコア 633.30-635.00 中粒 In ノコア 635.50-637.70 Cox が部分的にHb比 638.20 Cal-Qz 賦 巾0.2= Δ55°, PyA																						
				Py 塊状 Py 賦 巾0.2= Δ30° 中粒-粗粒 中性色-緑黄色 Hb-Bi Gn 648.20 Qz 賦 巾0.2= Δ40° 648.60-649.00 粗粒緑黄色 Bi-Hb Gn 649.40 Cal-Qz 賦 巾0.3= Δ40° 649.65 Qz-Cal 賦 巾0.2= Δ25°, T中にClay																						
				Fe 652.30 Cal-Qz 賦 巾1.0= Δ20° 中粒-粗粒 中性色-緑黄色 Hb-Bi Gn 652.65-653.25 中粒緑黄色 Bi-Hb Gn 粗白色 Mig ノコア 655.80-656.20 ノコア 657.00-658.60 ノコア 659.60-661.60 ノコア 662.10-662.60 角閃多角状結晶 ノコア 664.10-664.10 粗粒中性色 Bi Gn																						
				Ap, 粗粒Qz 賦 巾0.2= Δ30° ノコア 665.00-667.10 Ap Qz, 粗粒PyA ノコア 667.90-670.00 Ap Qz, PyA 角閃多角状結晶 ノコア 671.00-672.00 実質, 多孔質 Ap又は Bi Gn ノコア 672.40-673.20 珪石不詳 白色-灰白色 ノコア 675.60-677.20 ノコア 677.40-679.80																						
				灰白色結晶, 角閃多角状 ノコア 680.40-682.00 青灰色結晶 ノコア 683.20-684.30 青灰色結晶 ノコア 685.10-686.60 686.60-.75 実質Qz 686.75-687.00 実質 Bi Gn ノコア 687.00-689.60 ノコア 691.30-692.50 ノコア 693.00-693.50 ノコア 693.80-694.30 ノコア 695.40-695.50 ノコア 696.50-698.50 実質 Bi Gn, Ap, 角閃多角状, 粗白色結晶 ノコア 699.20-700.50																						

700.60 終了

# ボーリング地質柱状図 (B-5)

地質柱状図の記号凡例および記載要領

記号		名称	備考
図	文字		
	Sh	頁岩	堆積岩類
	Ss	砂岩	
	Silt	シルト岩	
	Cgl	礫岩	
	Fs	珪長岩	火成岩類
	Ap	アプライト	
	Di	閃緑岩	
	Bi Gn	角閃石・黒雲母片麻岩	変成岩類
	Hb Gn	黒雲母・角閃石片麻岩	
	In	伊西岩	
		破碎角礫化	断層等
		粘土化	

(略号)

・堆積岩分類粒度基準(Wentworth)

種類	記号	境界粒径 mm
礫岩	巨礫 (D)	256
	大礫 (C)	64
	中礫 (P)	4
	細礫 (B)	2
砂岩	極粗粒砂 (Vc)	1
	粗粒砂 (c)	1/2
	中粒砂 (m)	1/4
	細粒砂 (f)	1/8
極細粒砂 (vf)	1/16	1/16
頁岩		

- ・  $\wedge 70^\circ$  : 地層々理、片理面あるいは鉱脈とコアとの交角
- ・ ( ) : 少量 ( ) : 僅少
- ・ ←Gr, 5cm : 礫の径

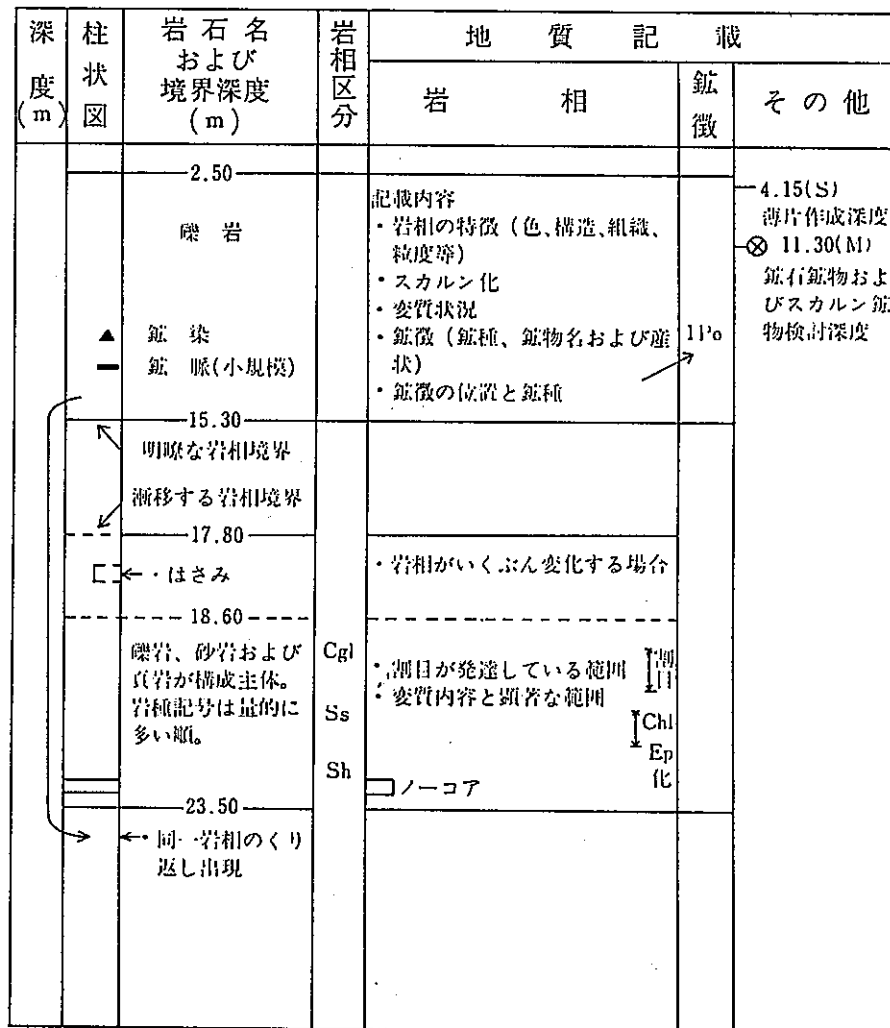
・岩石種記号

- Rhy : 流紋岩
- An : 安山岩
- Gp : 花崗斑岩
- Qp : 石英斑岩
- P : ひん岩
- Gr : 花崗岩
- Di : 閃緑岩
- Gn : 片麻岩
- Am : 角閃岩
- In : 伊西岩様岩石

・鉱物種記号

- Hb : 普通角閃石
- Bi : 黒雲母
- Ep : 緑レン石
- Chl : 緑泥石
- Cal : 方解石
- Cu : 銅の鉱物
- Pb : 鉛の鉱物
- Zn : 亜鉛の鉱物
- Py : 黄鉄鉱
- Po : 磁硫鉄鉱

これ以外の鉱物名記号は鑑定結果・覧表(第9表)の記号に準ずる。

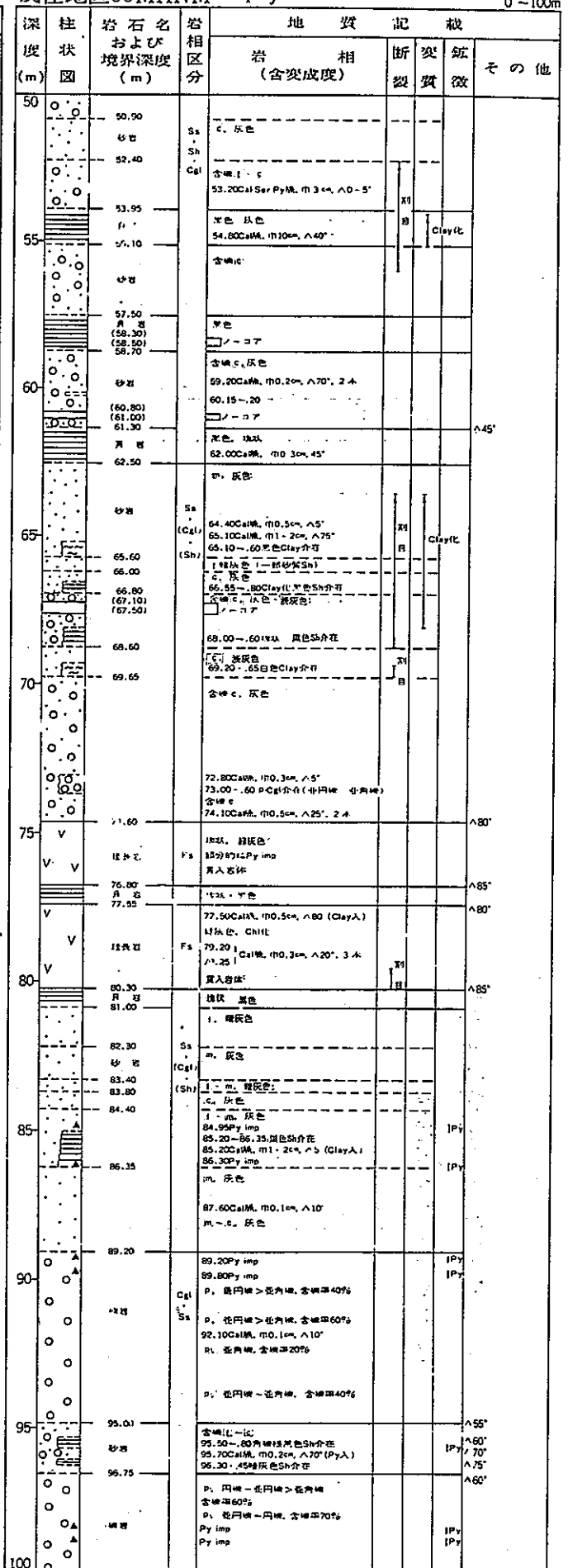
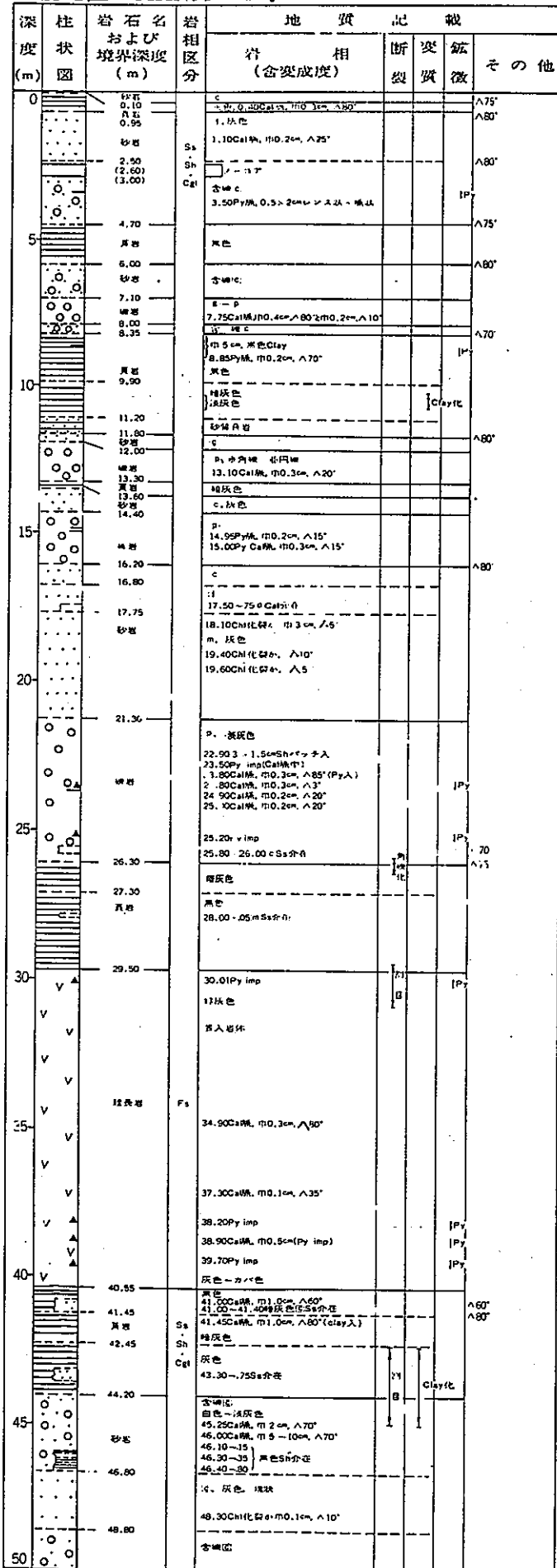


# ボーリング柱状図 (B-5)

茂住地区55MANM-4号

茂住地区55MANM-4号

0~100m

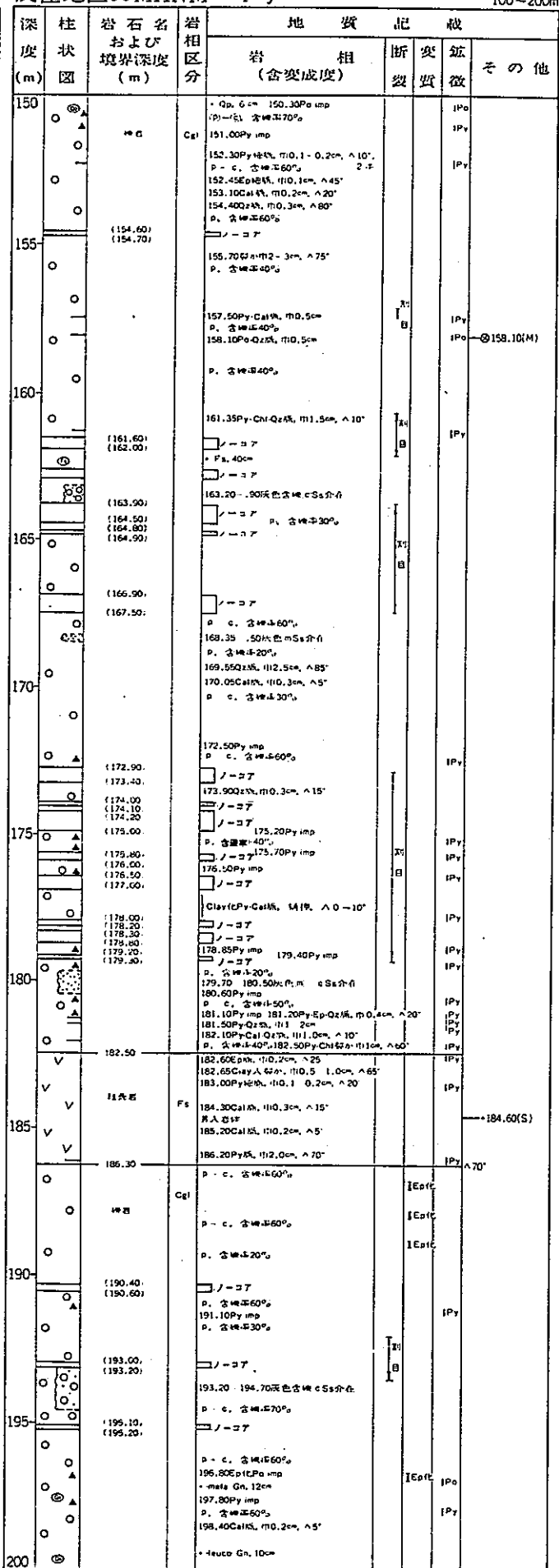
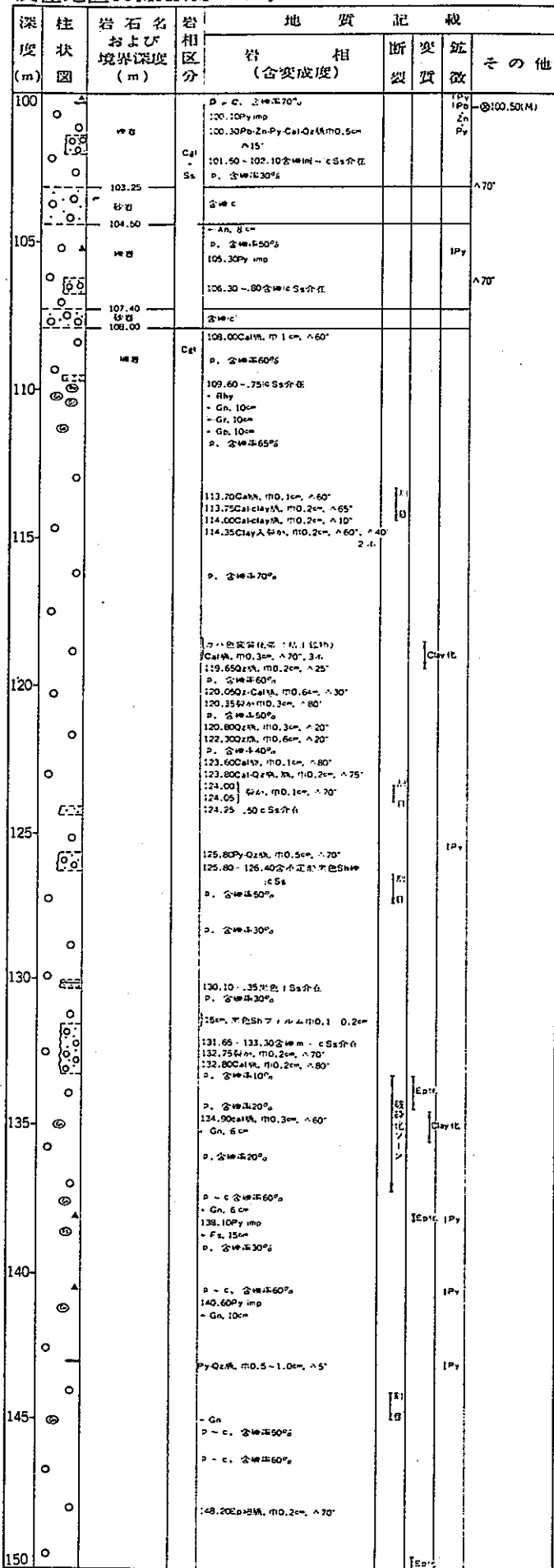


# ボーリング柱状図 (B-5)

茂住地区55MANM-4号

茂住地区55MANM-4号

100~200m

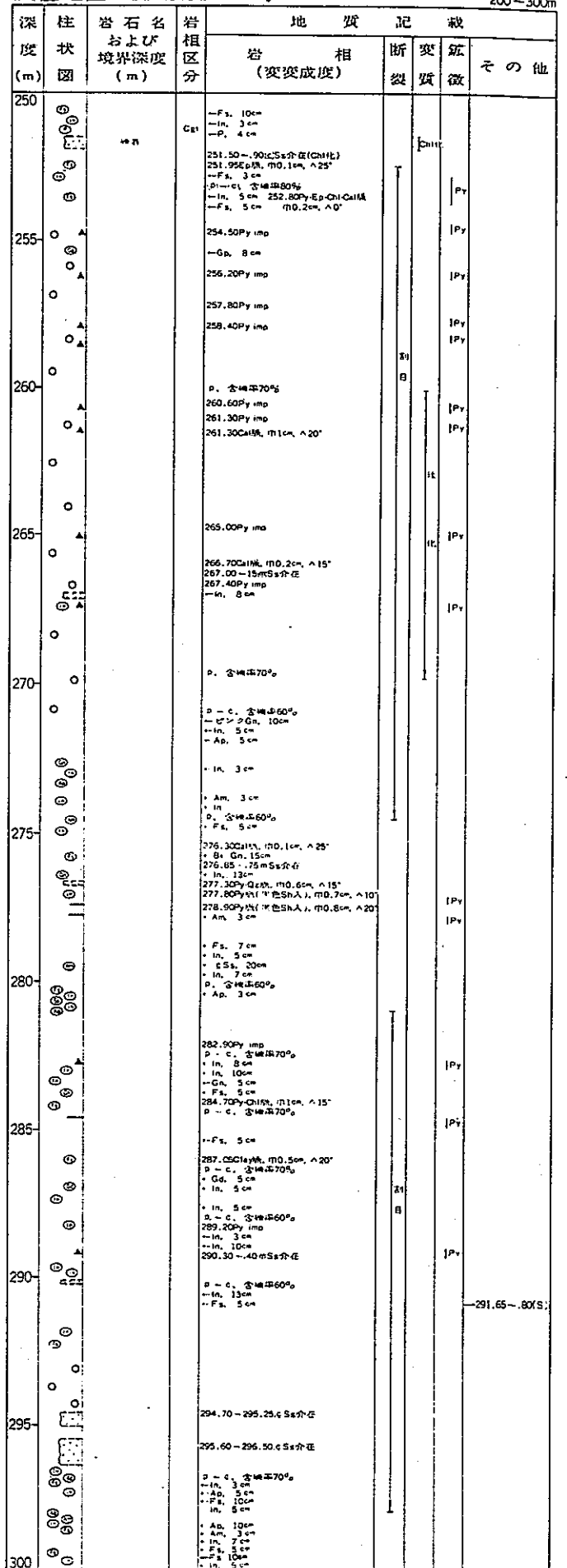
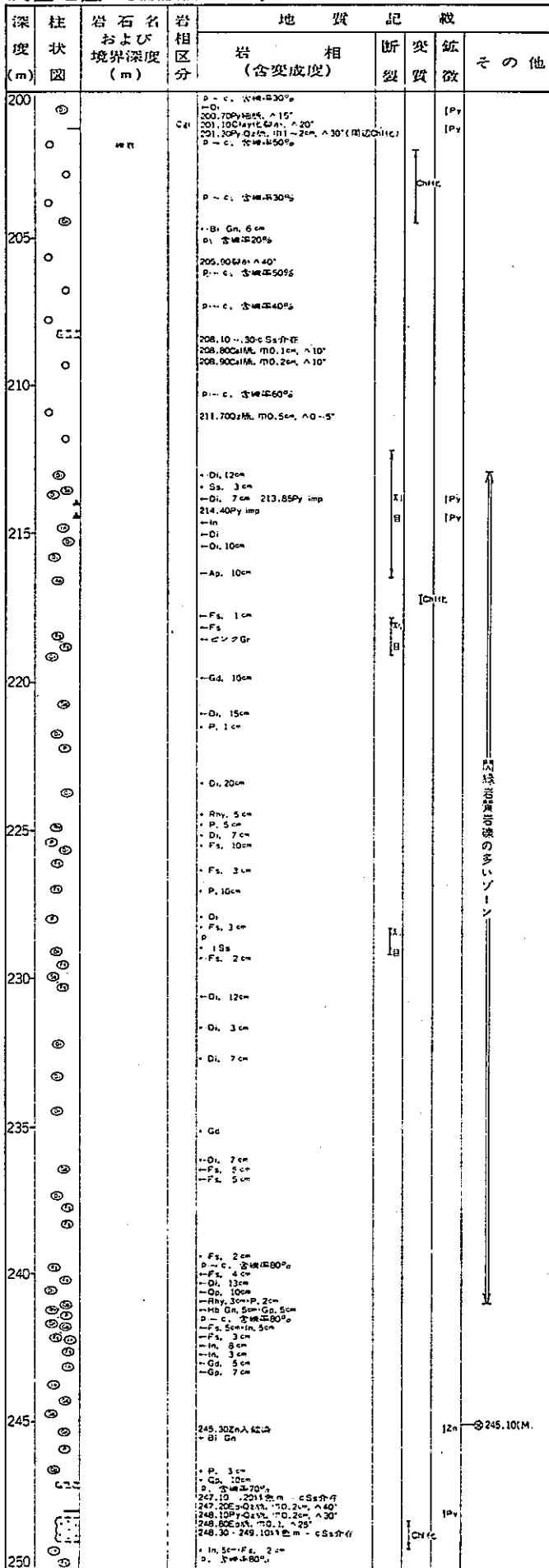


# ボーリング柱状図 (B-5)

茂住地区55MANM-4号

茂住地区55MANM-4号

200-300m



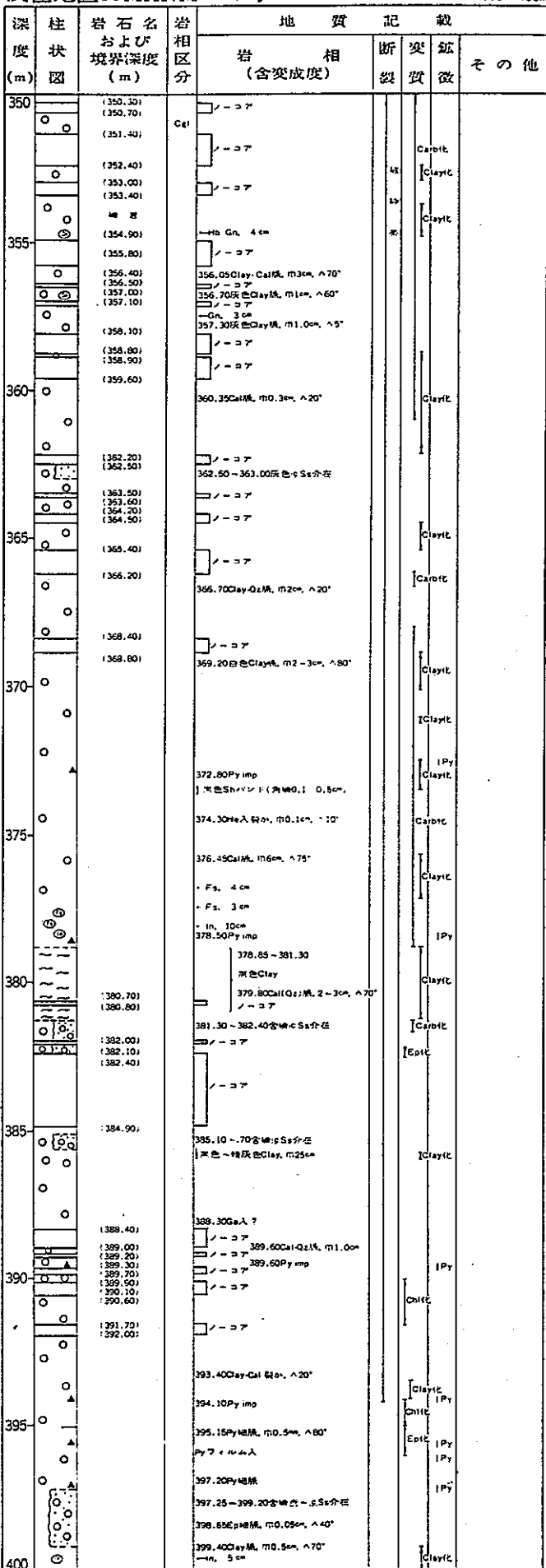
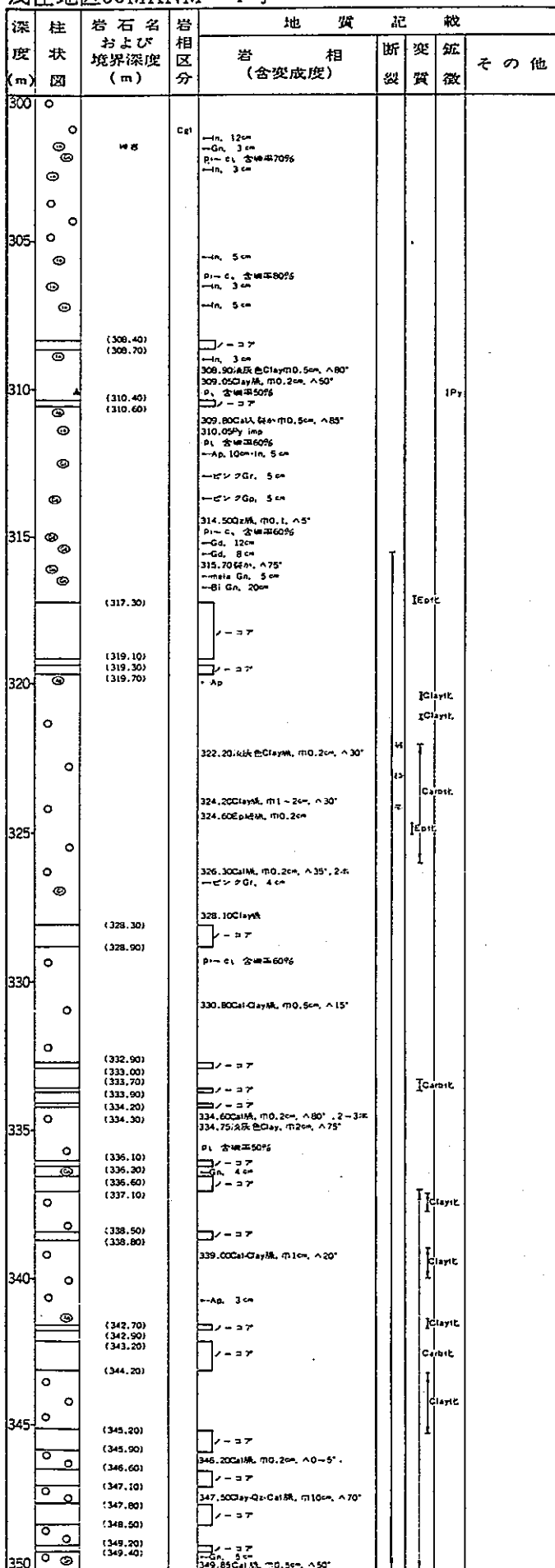


# ボーリング柱状図 (B-5)

茂住地区55MANM-4号

茂住地区55MANM-4号

300-400m



# ボーリング柱状図 (B-5)

茂住地区55MANM-4号

茂住地区55MANM-4号

400-500m

深度 (m)	柱状図	岩石名 および 境界深度 (m)	岩相区分	地質記載			
				岩相 (含変成度)	断 裂	変 質	鉱 微 その他
400		(407.10) (407.20)	Ca?	401.05Chl-QzH. M0.2cm, $\wedge 80^\circ$ , 2F	I EpSt		$\wedge 70^\circ$
405				401.10-45全粒mSs介在			
410				401.55CatH. M0.3cm, $\wedge 40^\circ$			
				401.80CatH. M0.3cm, $\wedge 40^\circ$			
415				401.90CatH. M0.3cm, $\wedge 40^\circ$			
				402.00CatH. M0.3cm, $\wedge 40^\circ$			
420				402.10CatH. M0.3cm, $\wedge 40^\circ$			
				402.20CatH. M0.3cm, $\wedge 40^\circ$			
425				402.30CatH. M0.3cm, $\wedge 40^\circ$			
				402.40CatH. M0.3cm, $\wedge 40^\circ$			
430				402.50CatH. M0.3cm, $\wedge 40^\circ$			
				402.60CatH. M0.3cm, $\wedge 40^\circ$			
435				402.70CatH. M0.3cm, $\wedge 40^\circ$			
				402.80CatH. M0.3cm, $\wedge 40^\circ$			
440				402.90CatH. M0.3cm, $\wedge 40^\circ$			
	403.00CatH. M0.3cm, $\wedge 40^\circ$						
445	403.10CatH. M0.3cm, $\wedge 40^\circ$						
	403.20CatH. M0.3cm, $\wedge 40^\circ$						
450							

深度 (m)	柱状図	岩石名 および 境界深度 (m)	岩相区分	地質記載			
				岩相 (含変成度)	断 裂	変 質	鉱 微 その他
450		(489.30) (489.80)	Ca?	450.00CatH. M0.3cm, $\wedge 80^\circ$	I EpSt		
455				450.10CatH. M0.3cm, $\wedge 80^\circ$			
460				450.20CatH. M0.3cm, $\wedge 80^\circ$			
				450.30CatH. M0.3cm, $\wedge 80^\circ$			
465				450.40CatH. M0.3cm, $\wedge 80^\circ$			
				450.50CatH. M0.3cm, $\wedge 80^\circ$			
470				450.60CatH. M0.3cm, $\wedge 80^\circ$			
				450.70CatH. M0.3cm, $\wedge 80^\circ$			
475				450.80CatH. M0.3cm, $\wedge 80^\circ$			
				450.90CatH. M0.3cm, $\wedge 80^\circ$			
480				451.00CatH. M0.3cm, $\wedge 80^\circ$			
				451.10CatH. M0.3cm, $\wedge 80^\circ$			
485				451.20CatH. M0.3cm, $\wedge 80^\circ$			
				451.30CatH. M0.3cm, $\wedge 80^\circ$			
490				451.40CatH. M0.3cm, $\wedge 80^\circ$			
	451.50CatH. M0.3cm, $\wedge 80^\circ$						
495	451.60CatH. M0.3cm, $\wedge 80^\circ$						
	451.70CatH. M0.3cm, $\wedge 80^\circ$						
500							

この付近より片麻岩濃度の増加の傾向が

みられる。

457.75(S)

471.25(S)

473.75(S)

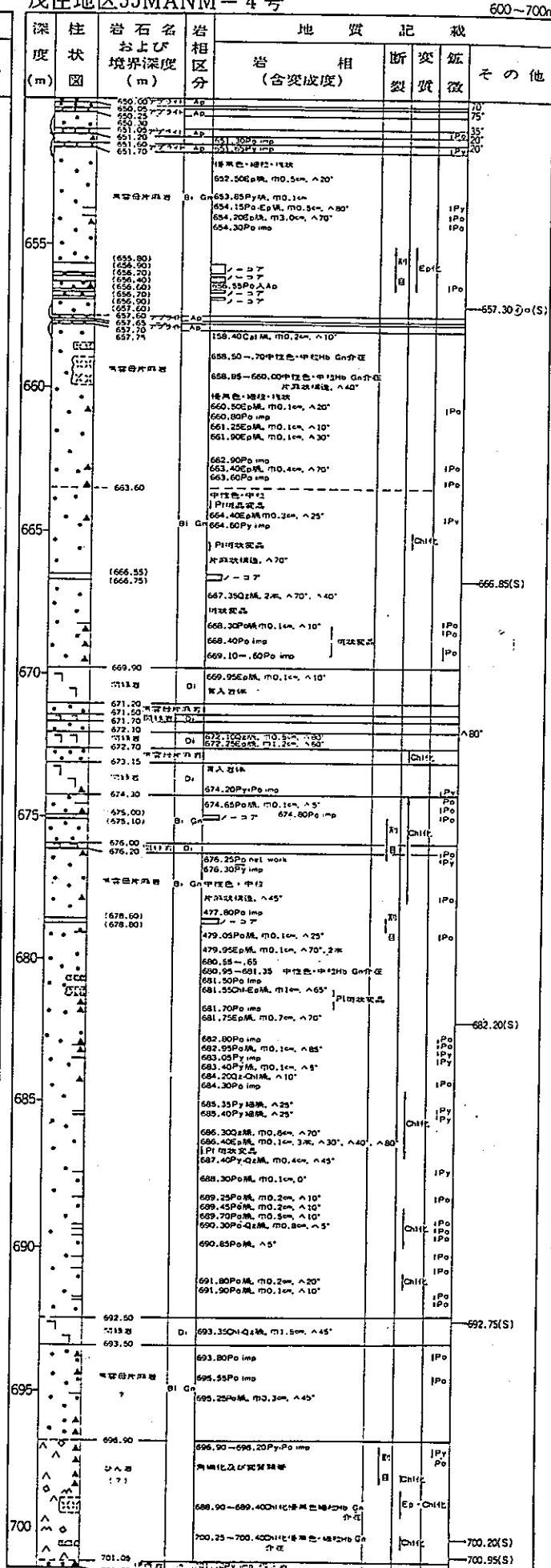
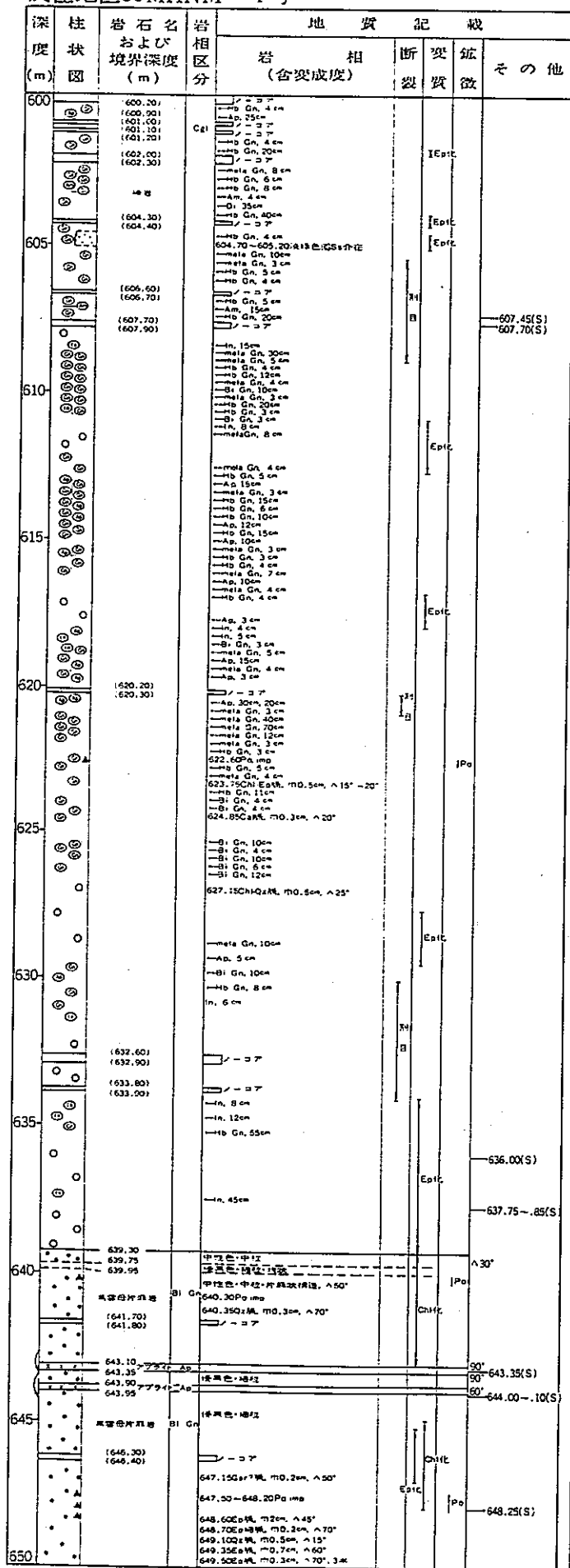


# ボーリング柱状図 (B-5)

茂住地区55MANM-4号

茂住地区55MANM-4号

600-700m



# ボーリング地質柱状図 (B-6)

## 地質柱状図の記号凡例および記載要領

記号	名称	備考
Sh	頁岩	堆積岩類
Ss	砂岩	
Silt	シルト岩	
Cgl	礫岩	
Tf	凝灰岩	
Fs	珪長岩	火成岩類
Ap	アプライト	
Hb・Gn	黒雲母・角閃石片麻岩	変成岩類
Sk	スカルン	
	鉱石	断層等
	破碎角礫化	
	粘土化	

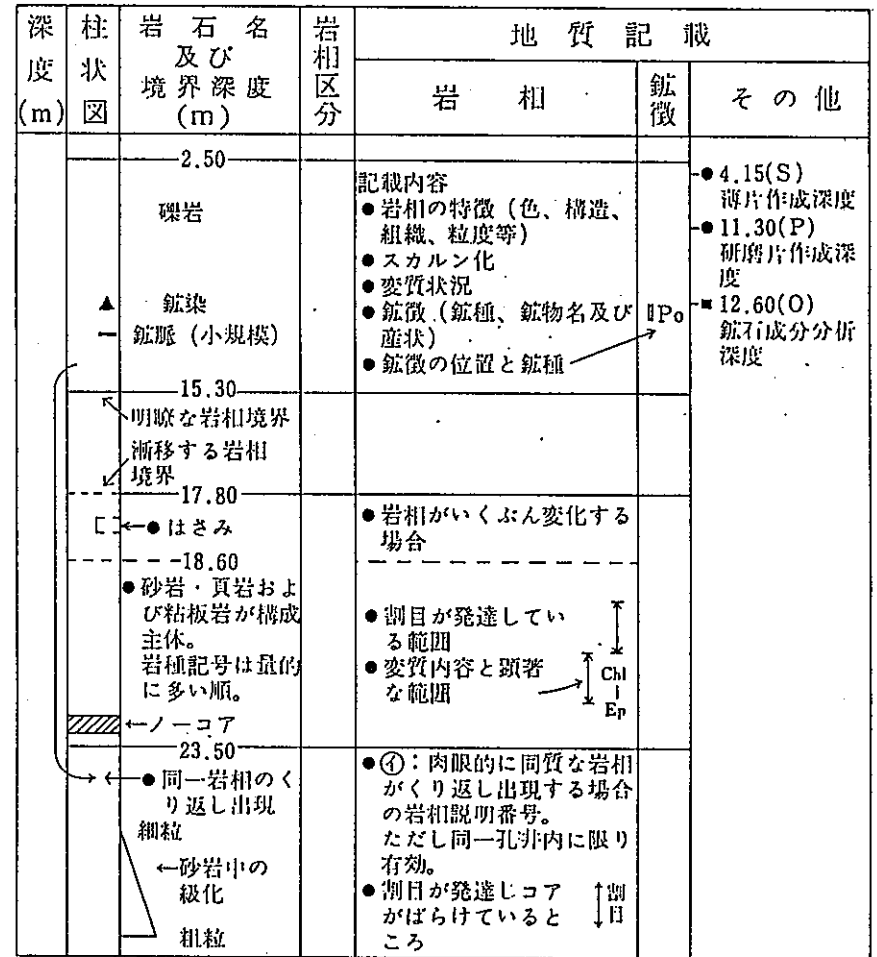
- 岩石種記号
- Gr : 花崗岩
  - Gp : 花崗斑岩
  - Qp : 石英斑岩
  - P : ひん岩
  - Rhy(Rh) : 流紋岩
  - Da : 石英安山岩
  - An : 安山岩
  - Gn : 片麻岩
  - Am : 角閃岩
  - ビA : ピンク～赤褐色長石斑晶花崗岩(質岩)
  - ビB : 岩石全体がピンク～赤褐色または帯赤褐色
- 通称 "ピンク Gr"

- 鉱物種記号
- Kf : カリ長石
  - Hb : 普通角閃石
  - Bi : 黒雲母
  - Ep : 緑閃石
  - Chl : 緑泥石
  - Cal : 方解石
  - Cu : 銅の鉱物
  - Pb : 鉛の鉱物
  - Zn : 亜鉛の鉱物
  - Py : 黄鉄鉱
  - Po : 磁硫鉄鉱
  - Ars : 硫硫鉄鉱
- これ以外の鉱物名記号は鑑定結果一覧表(第12表)に記号に準ずる。

(略号)  
● 堆積岩分類粒度基準 (Wentworth)

種類	記号	境界粒径
礫岩	巨 礫 ①	256
	大 礫 ②	64
	中 礫 ③	4
	細 礫 ④	2
砂岩	極粗粒砂 [vc]	1
	粗粒砂 [c]	1/2
	中粒砂 [m]	1/4
	細粒砂 [f]	1/8
	極細粒砂 [vf]	1/16
頁岩		

- $\wedge 70^\circ$ : 地層層理あるいは岩相境界面とコアとの交角
- $\wedge 70^\circ$ : 片理面、綫構造面あるいは鉱脈とコアとの交角
- $>, > =$ : 構成岩種の相対的量比を示す。
- ( ): 少量
- ( ): 微量
- $\phi$ : 礫の径
- $\odot$ : 全般に



# ボーリング柱状図 (B-6)

## 茂住地区 54MANM-3号

## 茂住地区 54MANM-3号

深度 (m)	柱状図	岩石名 および境界深度 (m)	岩相区分	地質記載			
				岩相 (含変成度)	変質	断層	鉱徴
0		砂岩		暗灰色 砂岩 (0.7-1mm) 入			
1.80		頁岩		暗灰色 砂岩			
2.60		砂岩		灰白色 砂岩			
5		砂岩	Ss	4.85-9.5. Py imp, 130°			
5.72		頁岩		黒色塊状			
6.15		凝灰岩	Sh	灰白色 凝灰岩, 砂岩 (0.5-1mm) 入			
7.70		砂岩		灰白色 凝灰岩, 砂岩 (0.5-1mm) 入			
8.30		砂岩		灰白色 凝灰岩, 砂岩 (0.5-1mm) 入			
10		砂岩		白色 凝灰岩 (0.5-1mm) 入			
10.95		頁岩		暗灰色-黒灰色			
12.60		凝灰岩		暗灰色-灰白色 凝灰岩, 砂岩 (0.5-1mm) 入			
13.30		砂岩		暗灰色-黒色 凝灰岩			
14.00		砂岩		暗灰色-黒色 凝灰岩			
15		砂岩		暗灰色-黒色 凝灰岩			
16.00		砂岩		暗灰色-黒色 凝灰岩			
16.30		砂岩		暗灰色-黒色 凝灰岩			
16.60		砂岩		暗灰色-黒色 凝灰岩			
17.05		砂岩		暗灰色-黒色 凝灰岩			
18.25		砂岩		暗灰色-黒色 凝灰岩			
19.95		砂岩		暗灰色-黒色 凝灰岩			
20		砂岩		暗灰色-黒色 凝灰岩			
20.30		砂岩		暗灰色-黒色 凝灰岩			
20.50		砂岩		暗灰色-黒色 凝灰岩			
20.80		砂岩		暗灰色-黒色 凝灰岩			
22.05		砂岩		暗灰色-黒色 凝灰岩			
22.40		砂岩		暗灰色-黒色 凝灰岩			
22.60		砂岩		暗灰色-黒色 凝灰岩			
23.75		頁岩		暗灰色-黒色 凝灰岩			
24.75		砂岩		暗灰色-黒色 凝灰岩			
25		砂岩		暗灰色-黒色 凝灰岩			
25.50		砂岩		暗灰色-黒色 凝灰岩			
25.90		砂岩		暗灰色-黒色 凝灰岩			
27.25		砂岩		暗灰色-黒色 凝灰岩			
27.80		砂岩		暗灰色-黒色 凝灰岩			
27.95		砂岩		暗灰色-黒色 凝灰岩			
28.40		砂岩		暗灰色-黒色 凝灰岩			
29.75		砂岩		暗灰色-黒色 凝灰岩			
30		砂岩		暗灰色-黒色 凝灰岩			
31.20		砂岩		暗灰色-黒色 凝灰岩			
32.50		砂岩		暗灰色-黒色 凝灰岩			
33.50		砂岩		暗灰色-黒色 凝灰岩			
33.90		砂岩		暗灰色-黒色 凝灰岩			
35		砂岩		暗灰色-黒色 凝灰岩			
35.90		砂岩		暗灰色-黒色 凝灰岩			
36.85		砂岩		暗灰色-黒色 凝灰岩			
38.10		頁岩	Fs	暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
38.70		頁岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
39.20		砂岩	Ss	暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
39.70		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
40		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
40.80		砂岩	Fs	暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
41.80		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
43.80		砂岩	Ss	暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
45		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
45.35		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
47.00		砂岩	Fs	暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
47.80		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
48.15		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
49.70		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			

深度 (m)	柱状図	岩石名 および境界深度 (m)	岩相区分	地質記載			
				岩相 (含変成度)	変質	断層	鉱徴
50		頁岩	Fs	岩体部分が有断層, 可能性あり			
51.25		頁岩		岩体部分が有断層, 可能性あり			
53.60		頁岩		岩体部分が有断層, 可能性あり			
55		砂岩	Ss	暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
55.00		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
55.40		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
55.80		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
56.40		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
57.00		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
57.50		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
58.00		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
58.20		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
58.40		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
58.60		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
58.80		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
59.00		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
60		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
60.80		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
62.25		砂岩	Fs	暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
63.75		砂岩	Ss	暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
65		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
66.20		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
67.20		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
68.50		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
69.00		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
69.35		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
70		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
70.30		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
70.60		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
71.00		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
71.40		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
72.00		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
73.20		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
73.65		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
75		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
75.85		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
77.15		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
77.65		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
78.40		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
79.20		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
80		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
80.70		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
81.10		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
81.40		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
85		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
85.00		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
85.30		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
85.60		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
85.90		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
86.20		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
86.50		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
86.80		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
87.15		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
88.50		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
89.30		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
90		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
90.30		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
90.65		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
91.50		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
95		砂岩	Fs	暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
94.80		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
95.90		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
96.65		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			
97.15		砂岩		暗灰色-灰白色, 細粒緻密			



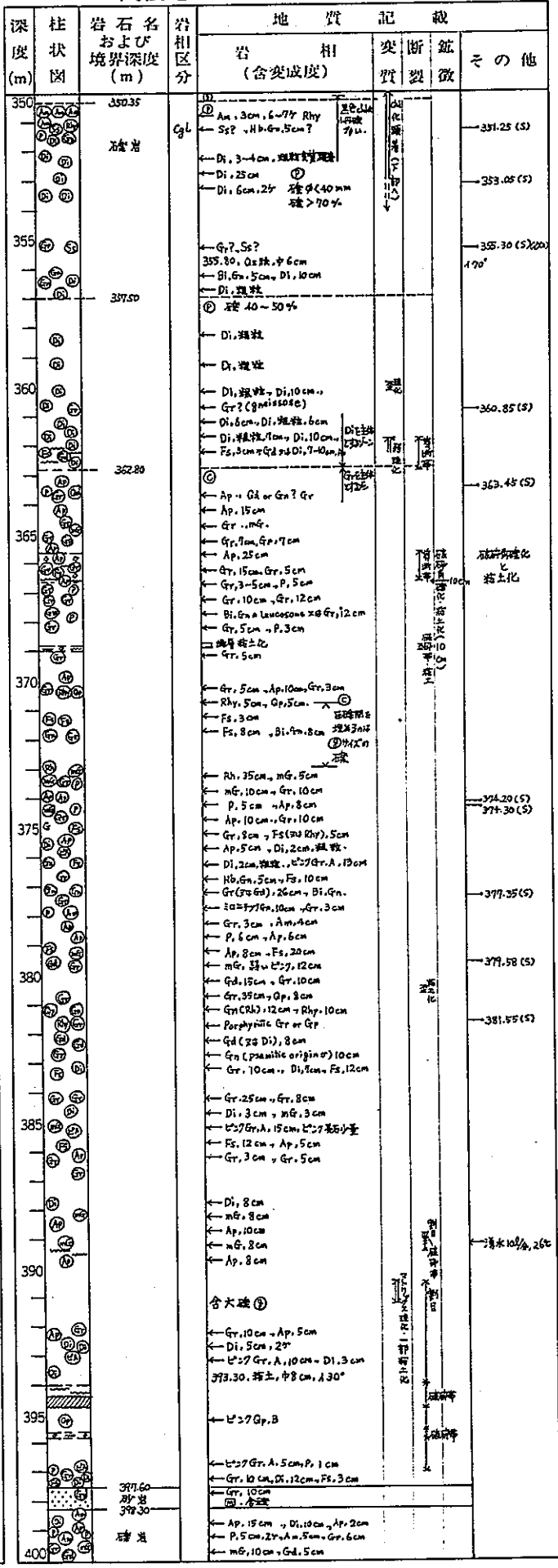
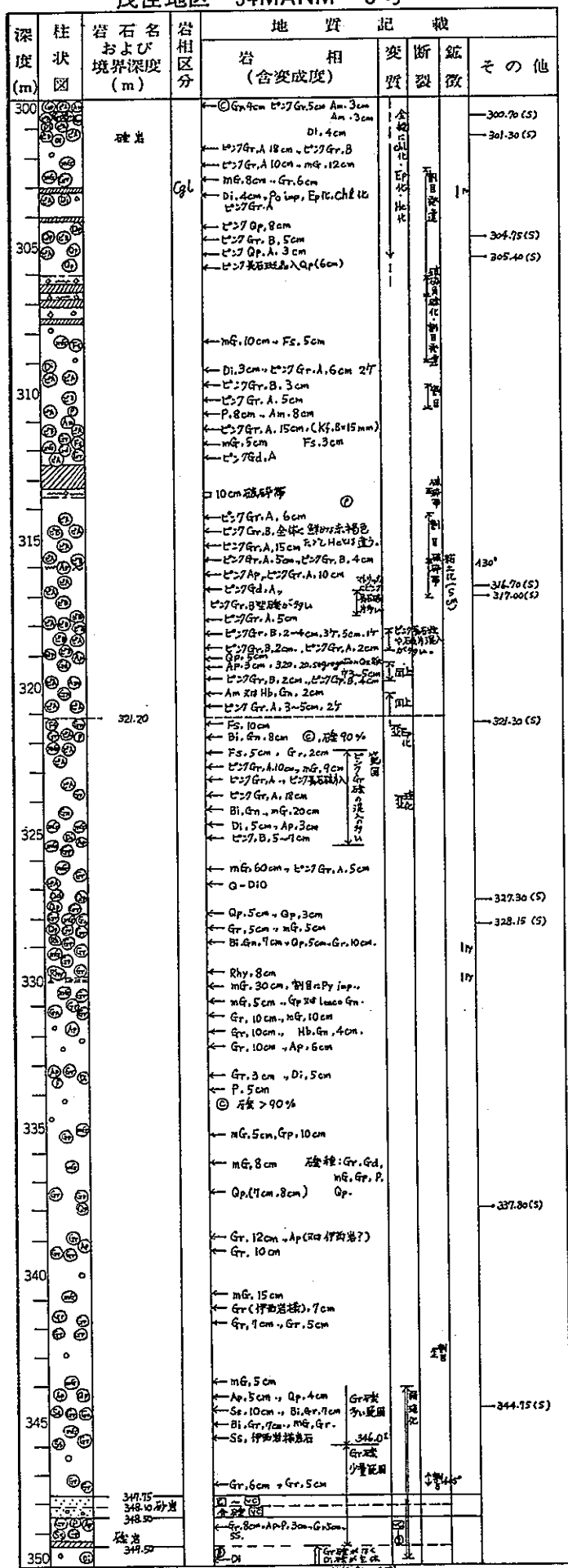




# ボーリング柱状図 (B-6)

茂住地区 54MANM-3号

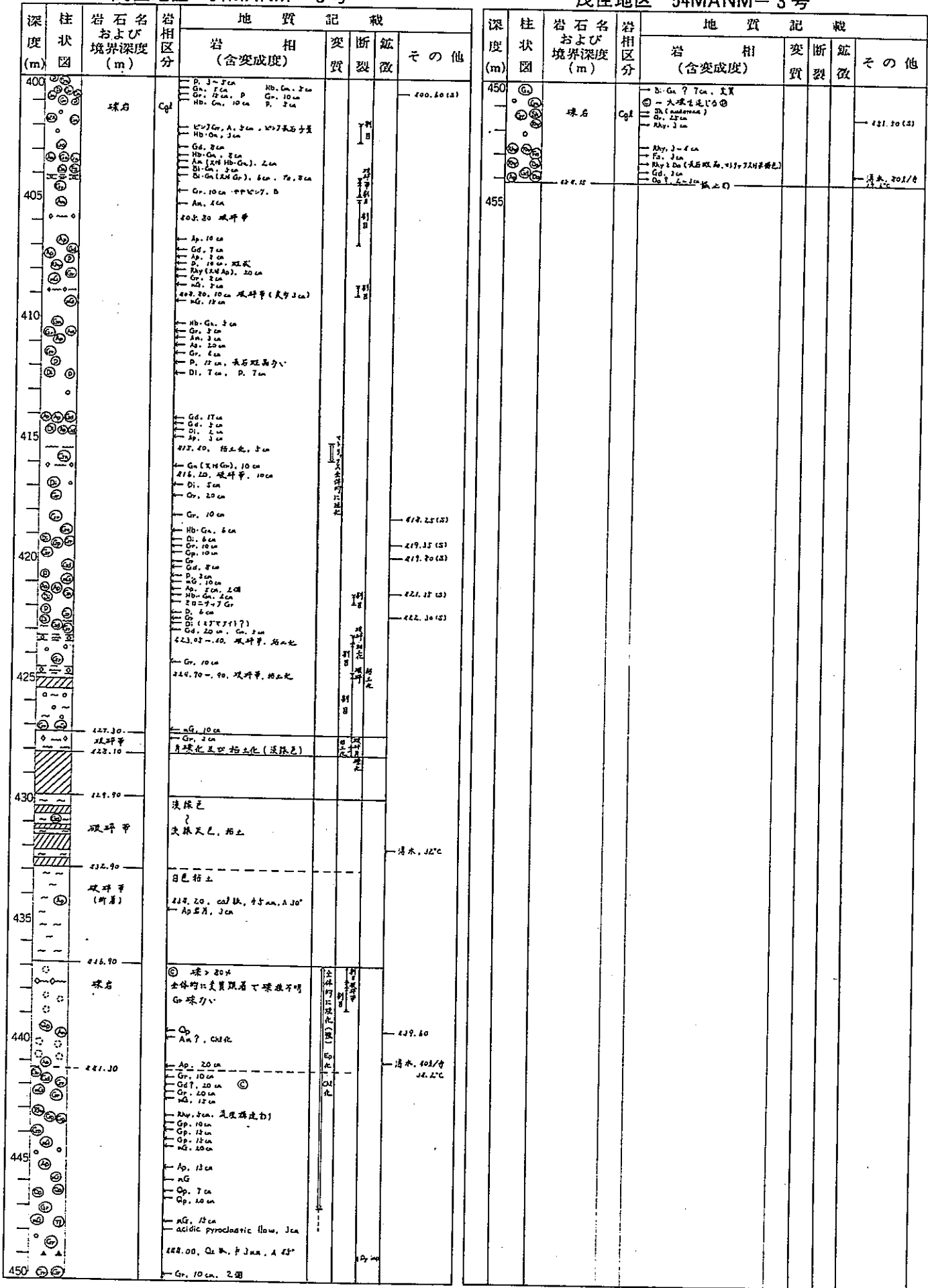
茂住地区 54MANM-3号



# ボーリング柱状図 (B-6)

茂住地区 54MANM-3号

茂住地区 54MANM-3号



# ボーリング地質柱状図 (B-7)

地質柱状図の記号凡例および記載要領

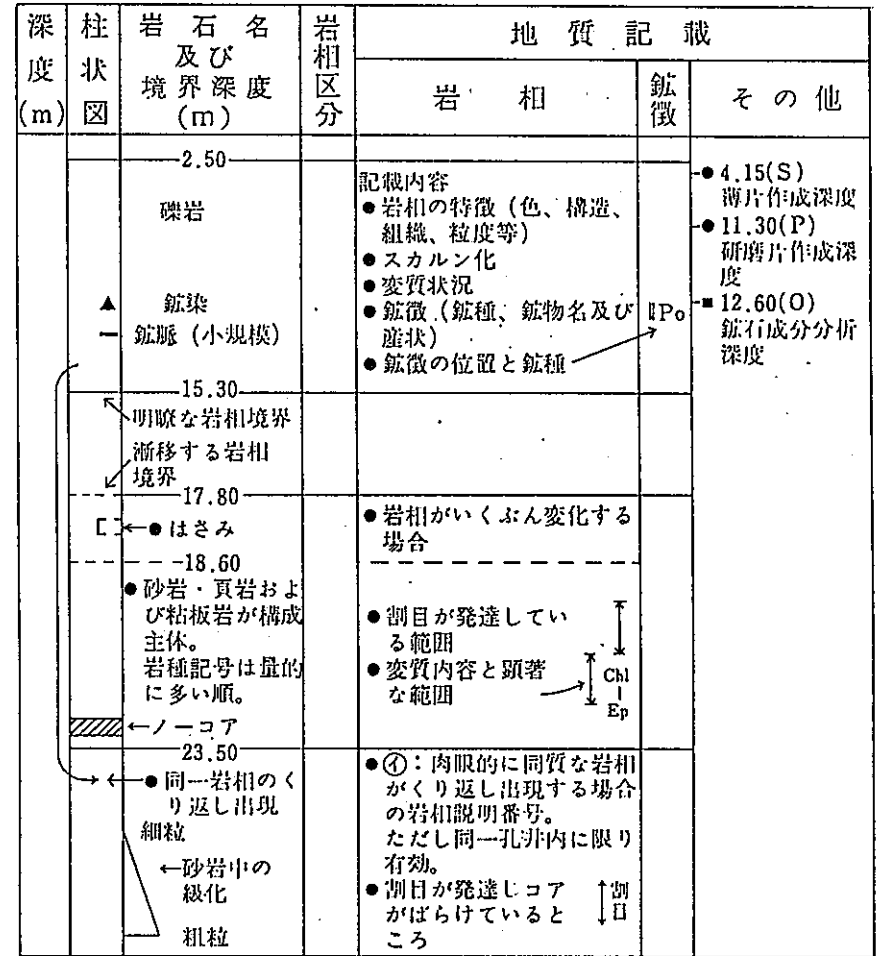
記号	文字	名称	備考
	Sh	頁岩	堆積岩類
	Ss	砂岩	
	Silt	シルト岩	
	Cgl	礫岩	
	Tf	凝灰岩	
	Fs	珪長岩	火成岩類
	Ap	アプライト	
	Hb-Gn	黒雲母・角閃石片麻岩	変成岩類
	Sk	スカルン	
		鉱石	断層等
		破碎角礫化	
		粘土化	

- 岩石種記号
  - Gr : 花崗岩
  - Gp : 花崗斑岩
  - Qp : 石英斑岩
  - P : ひん岩
  - Rhy(rh) : 流紋岩
  - Da : 石英安山岩
  - An : 安山岩
  - Gn : 片麻岩
  - Am : 角閃岩
  - ビA : ピンク-赤褐色長石斑晶入花崗岩(質岩)
  - ビB : 岩石全体がピンク-赤褐色または帯赤褐色
- 鉱物種記号
  - Kf : カリ長石
  - Hb : 普通角閃石
  - Bi : 黒雲母
  - Ep : 緑閃石
  - Chl : 緑泥石
  - Cal : 方解石
  - Cu : 銅の鉱物
  - Pb : 鉛の鉱物
  - Zn : 亜鉛の鉱物
  - Py : 黄鉄鉱
  - Po : 磁硫鉄鉱
  - Ars : 硫硫鉄鉱
- これ以外の鉱物名記号は鑑定結果一覧表(第12表)に記号に準ずる。

(略号)  
● 堆積岩分類粒度基準 (Wentworth)

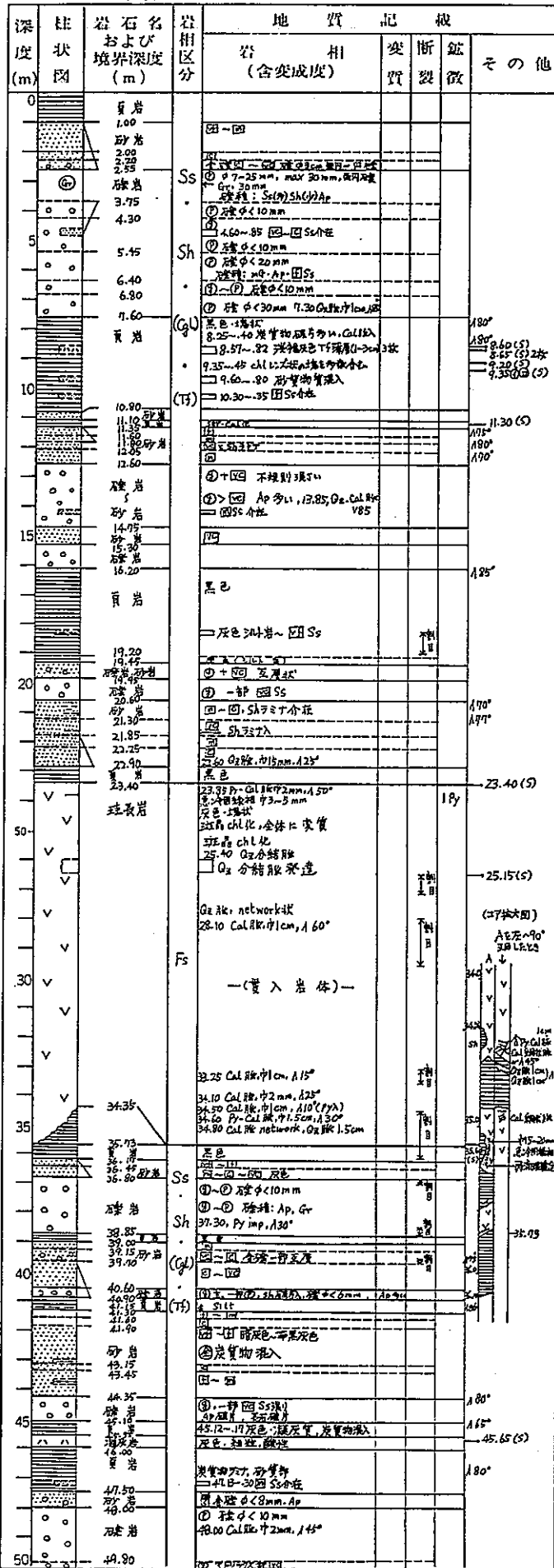
種類	記号	境界粒径
礫岩	巨礫 (D)	256
	大礫 (C)	64
	中礫 (P)	4
	細礫 (O)	2
砂岩	極粗粒砂 (vc)	1
	粗粒砂 (c)	1/2
	中粒砂 (m)	1/4
	細粒砂 (f)	1/8
	極細粒砂 (vf)	1/16
頁岩		

- $\wedge 70^\circ$  : 地層層理あるいは岩相境界面とコアとの交角
- $\sphericalangle 70^\circ$  : 片理面、綫構造面あるいは鉱脈とコアとの交角
- $>, >=$  : 構成岩種の相対的量比を示す。
- ( ) : 少量
- ( ( ) ) : 僅少
- ∅ : 礫の径
- ⊕ : 全般に

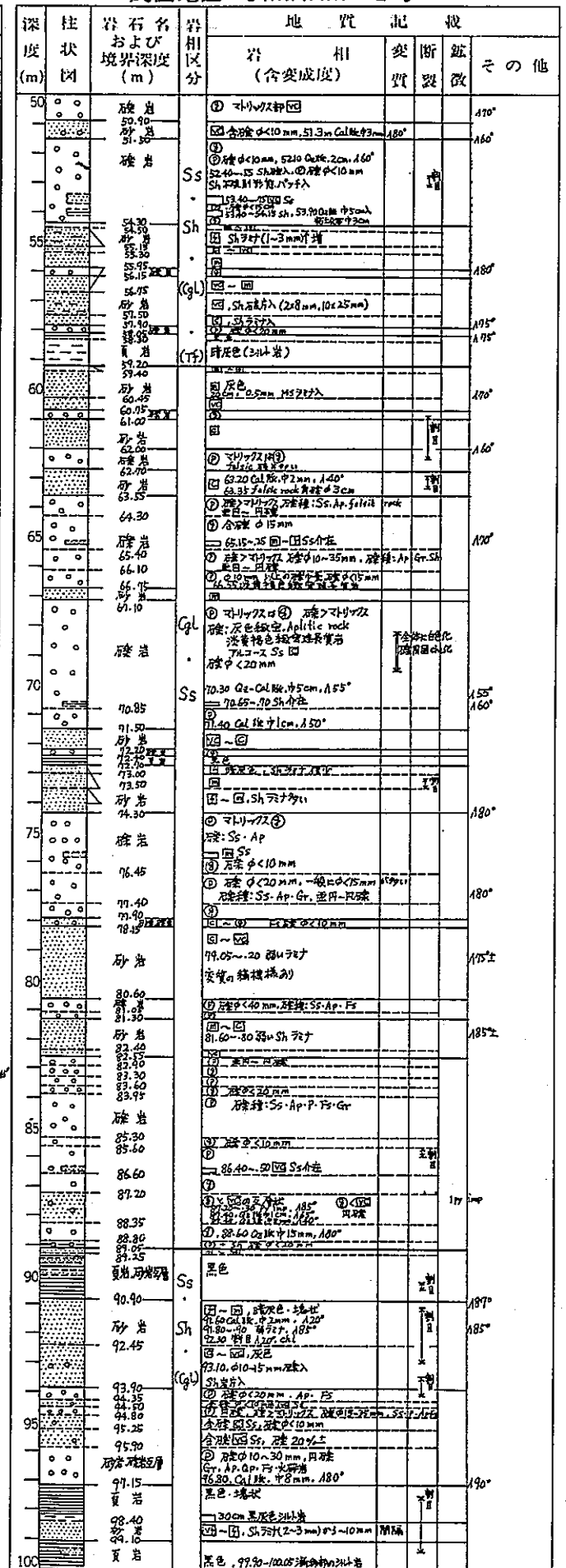


# ボーリング柱状図 (B-7)

茂住地区 54MANM-2号



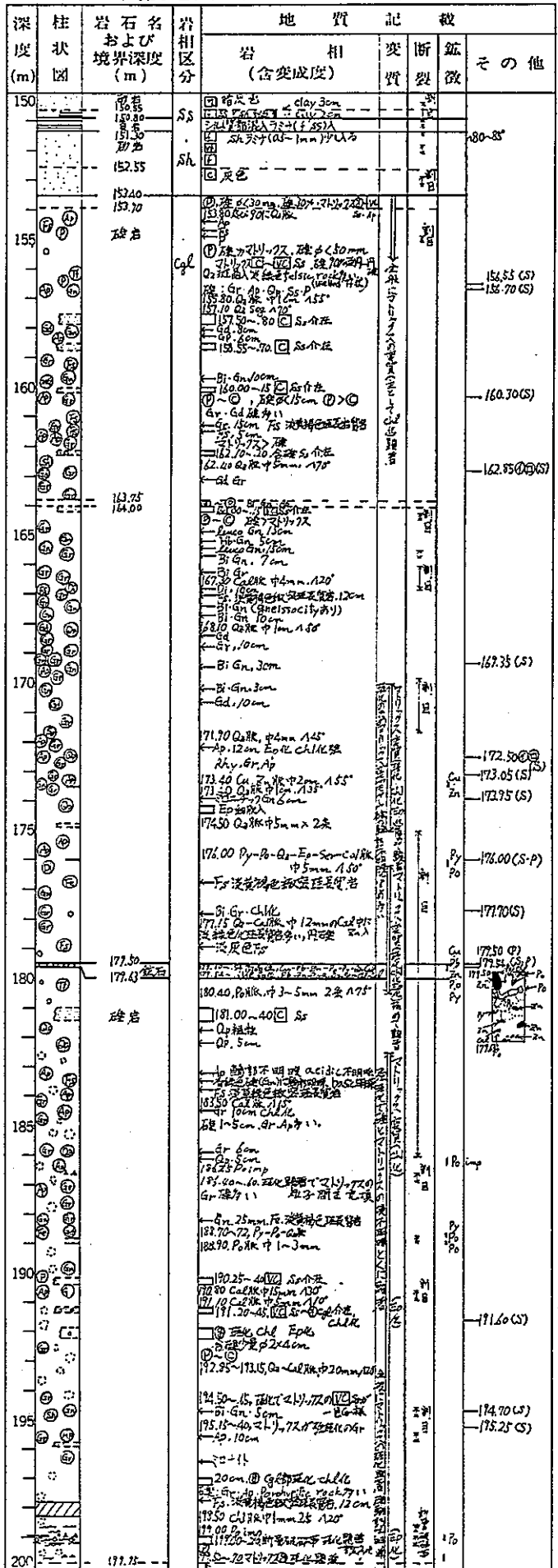
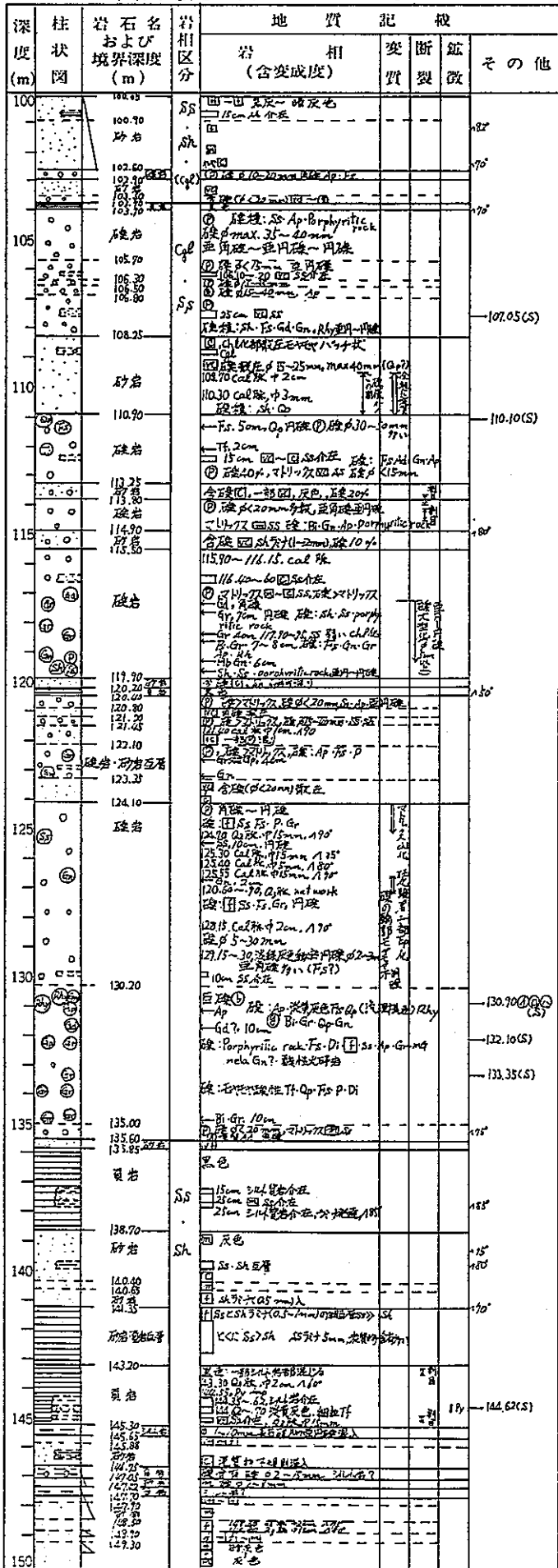
茂住地区 54MANM-2号



# ボーリング柱状図 (B-7)

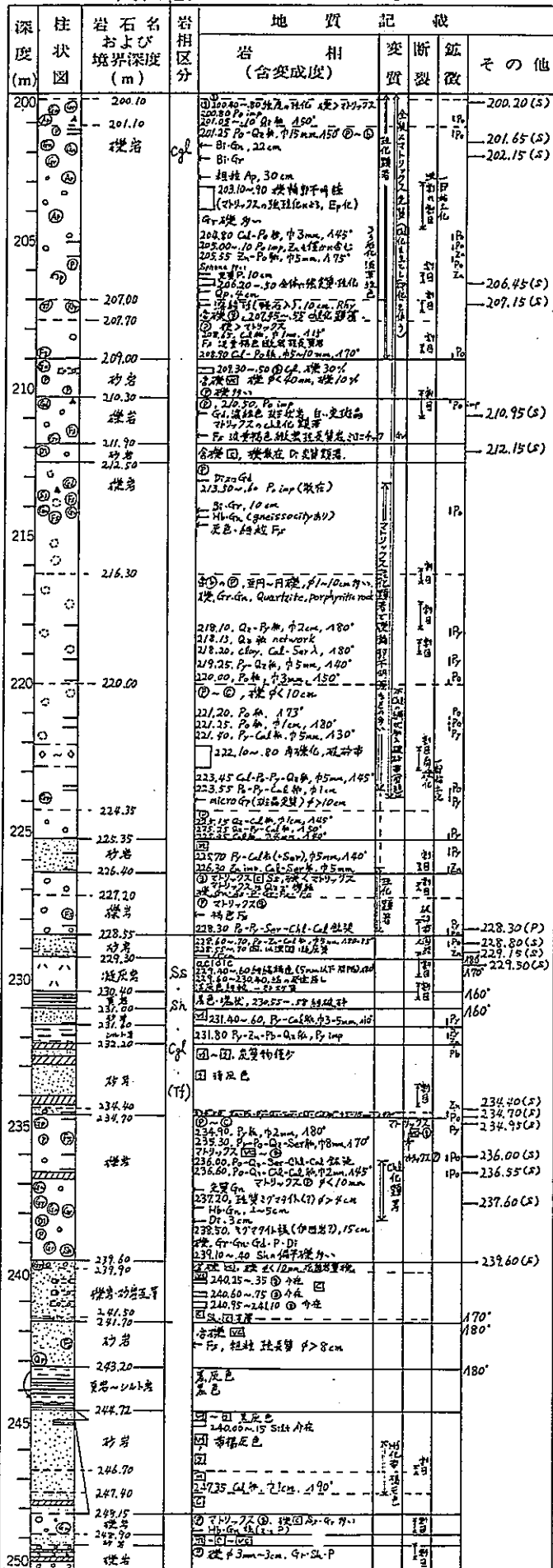
茂住地区 54MANM-2号

茂住地区 54MANM-2号

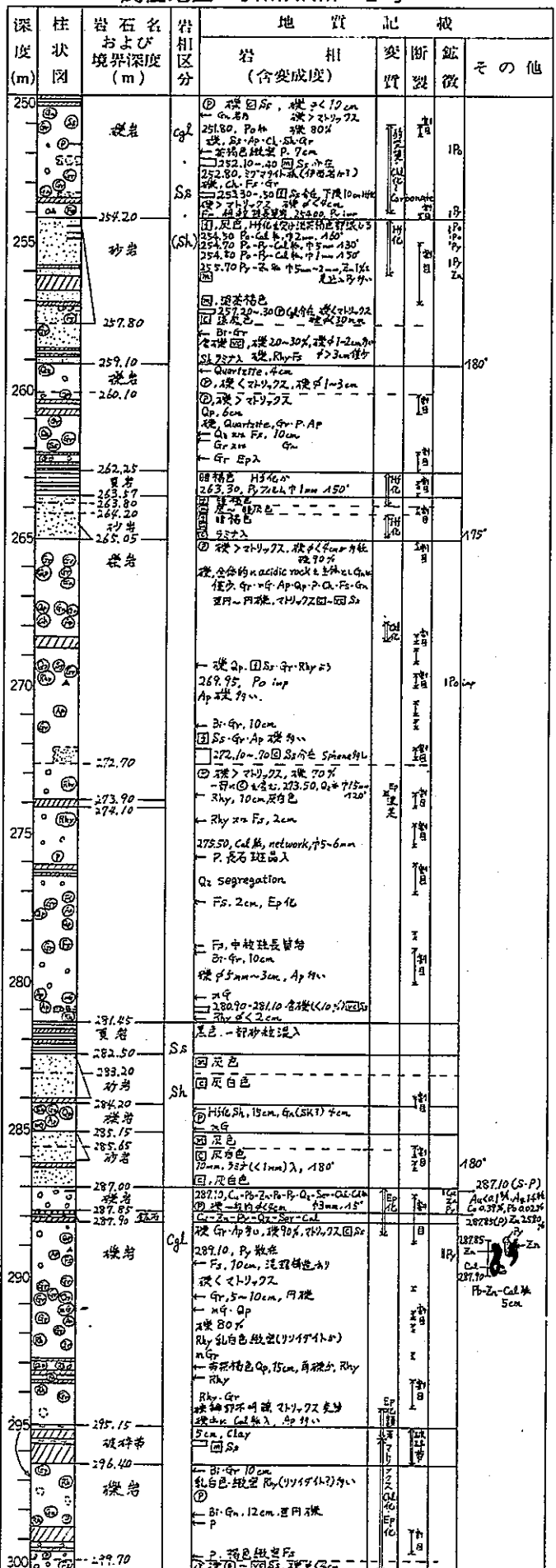


# ボーリング柱状図 (B-7)

茂住地区 54MANM-2号



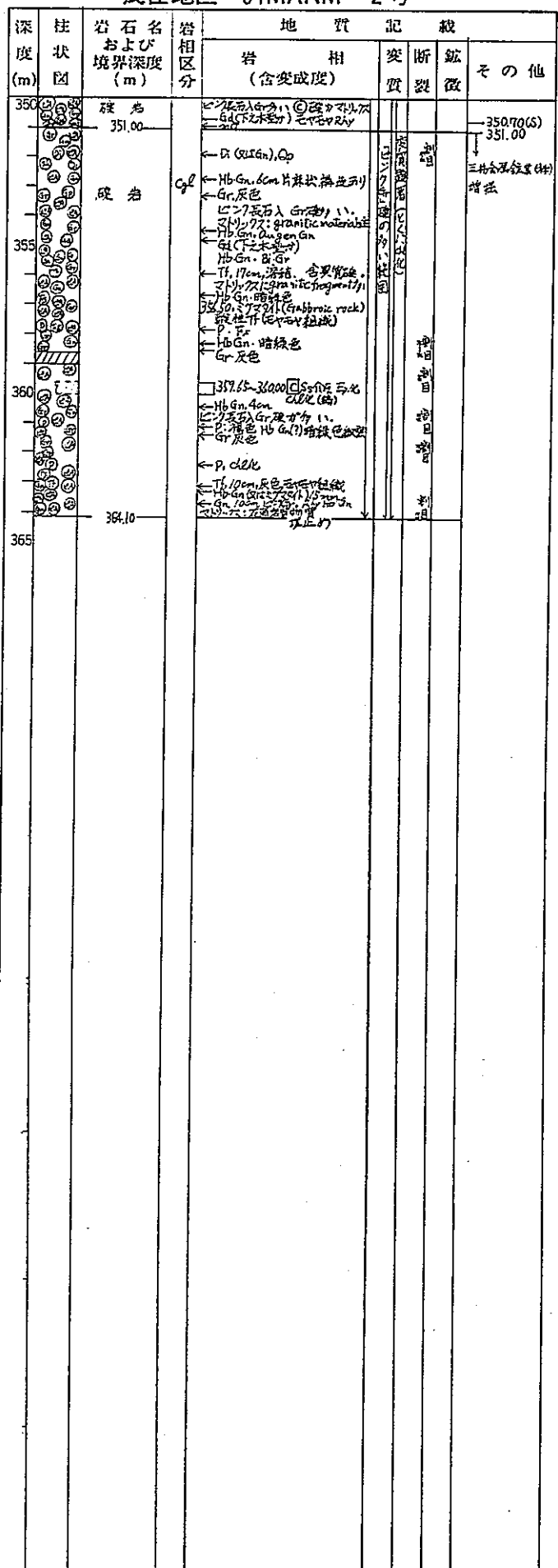
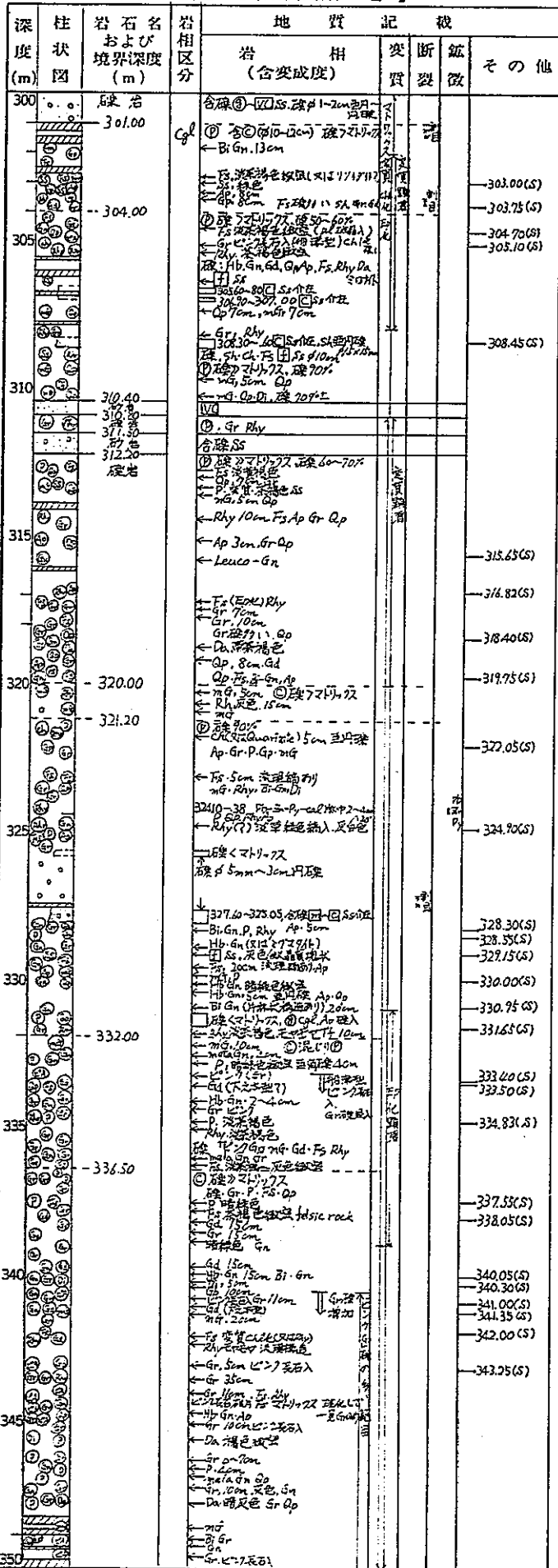
茂住地区 54MANM-2号



# ボーリング柱状図 (B-7)

茂住地区 54MANM-2号

茂住地区 54MANM-2号



# ボーリング地質柱状図 (B-8)

## 地質柱状図の記号凡例および記載要領

記号		名称	備考
図	文字		
	Sh	頁岩	堆積岩類
	Ss	砂岩	
	Silt	シルト岩	
	Cgl	礫岩	
	Tf	凝灰岩	
	Fs	珸長岩	火成岩類
	Ap	アプライト	
	Hb・Gn	黒雲母・角閃石片麻岩	変成岩類
	Sk	スカルン	
		鉍石	鉍徴部 および スカルン
		破碎角礫化	
		粘土化	断層等

● 岩石種記号

- Gr : 花崗岩
- Gp : 花崗斑岩
- Qp : 石英斑岩
- P : ひん岩
- Rhy(Rh): 流紋岩
- Da : 石英安山岩
- An : 安山岩
- Gn : 片麻岩
- Am : 角閃岩
- ビA : ピンク～赤褐色  
長石斑晶入花崗  
岩(質岩)
- ビB : 岩石全体がピン  
ク～赤褐色また  
は帯赤褐色

● 鉍物種記号

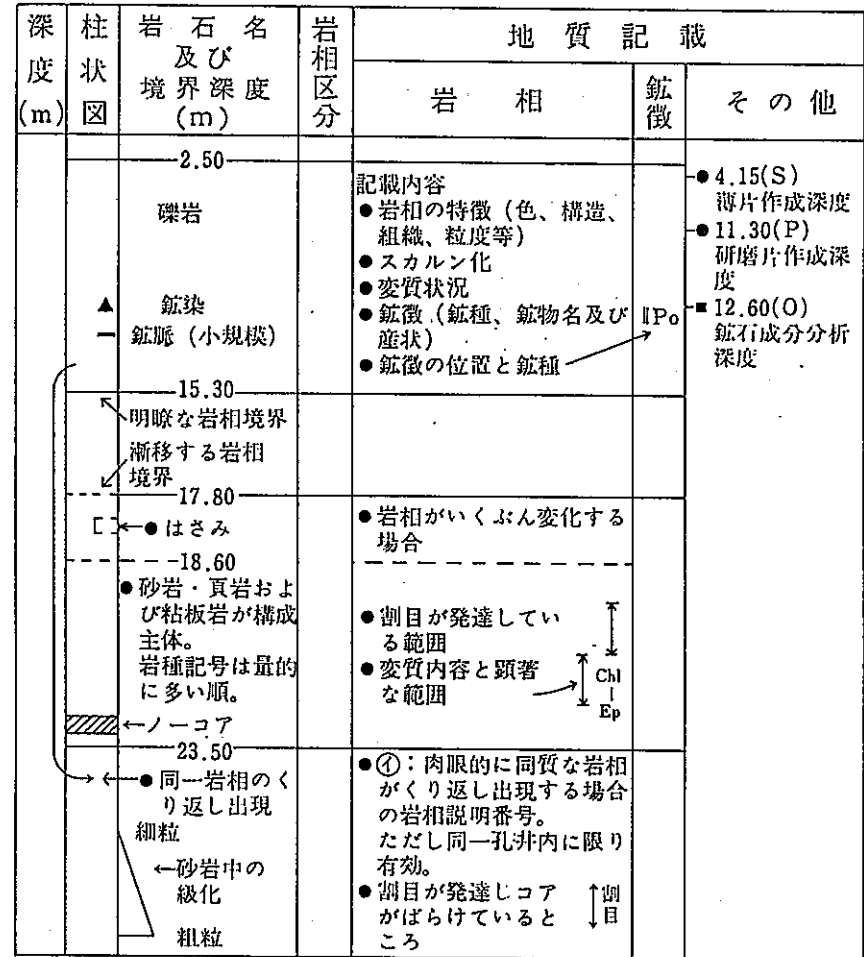
- Kf : カリ長石
- Hb : 普通角閃石
- Bi : 黒雲母
- Ep : 緑レン石
- Chl : 緑泥石
- Cal : 方解石
- Cu : 銅の鉍物
- Pb : 鉛の鉍物
- Zn : 亜鉛の鉍物
- Py : 黄鉄鉍
- Po : 磁硫鉄鉍
- Ars : 硫硫鉄鉍
- これ以外の鉍物名  
記号は鑑定結果一  
覧表(第12表)に  
記号に準ずる。

(略号)

● 堆積岩分類粒度基準 (Wentworth)

種類	記号	境界粒径
礫岩	巨 礫 (b)	256 ^{mm}
	大 礫 (c)	64
	中 礫 (d)	4
	細 礫 (e)	2
砂岩	極粗粒砂 (vc)	1
	粗粒砂 (c)	1/2
	中粒砂 (m)	1/4
	細粒砂 (f)	1/8
	極細粒砂 (vf)	1/16
頁岩		

- $\wedge 70^\circ$ : 地層層理あるいは岩相境界面とコアとの交角
- $\wedge 70^\circ$ : 片理面、綫構造面あるいは鉍脈とコアとの交角
- $>, \geq$ : 構成岩種の相対的量比を示す。
- ( ): 少量
- (( ): 僅少
- ∅: 礫の径
- ⊙: 全般に

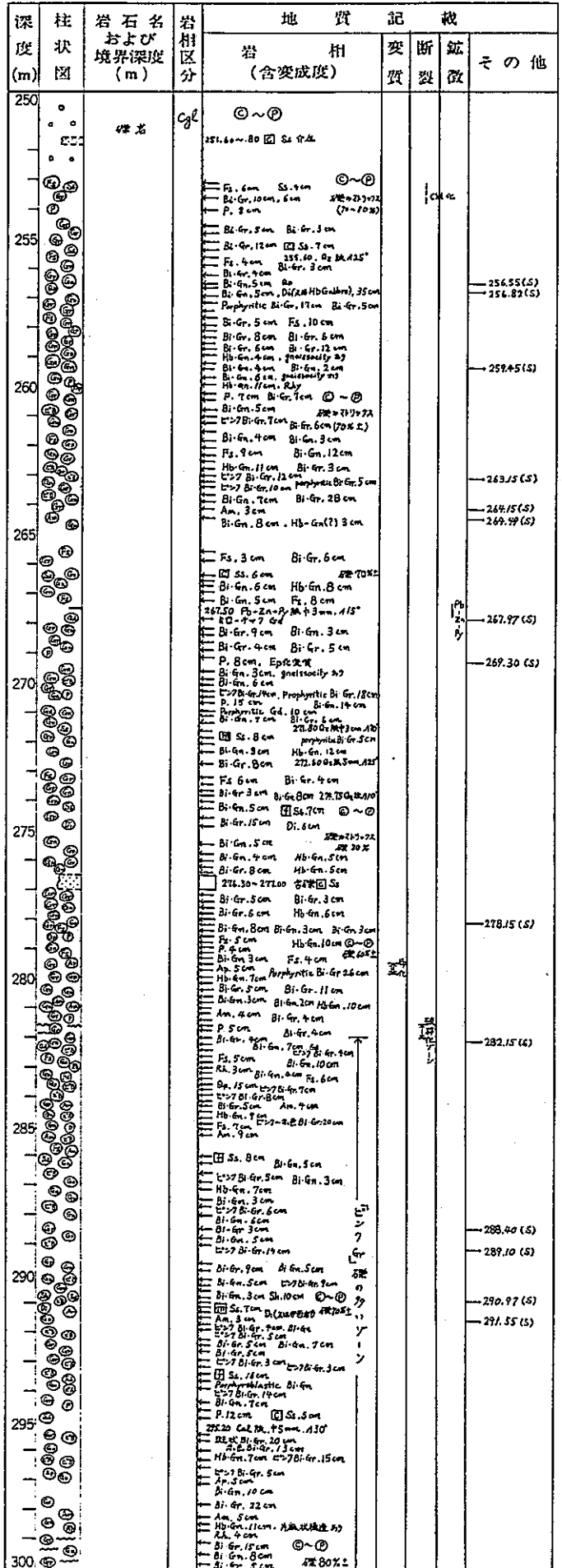
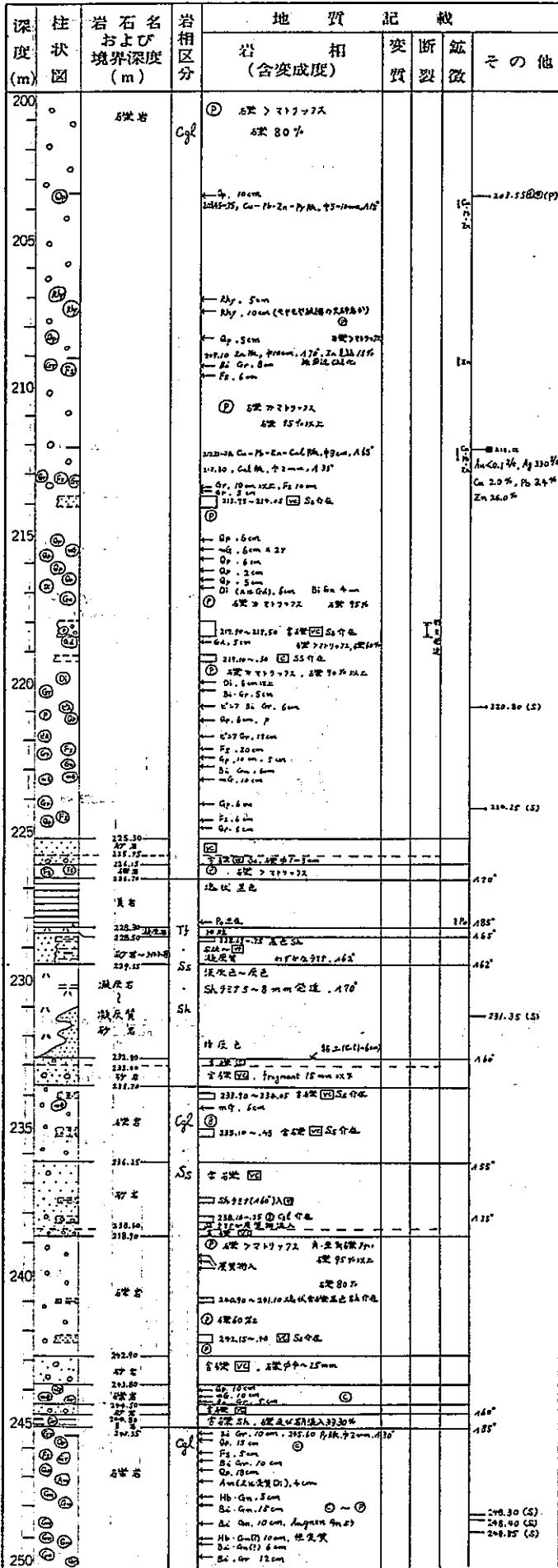




# ボーリング柱状図 (B-8)

茂住地区 54MANM-1号

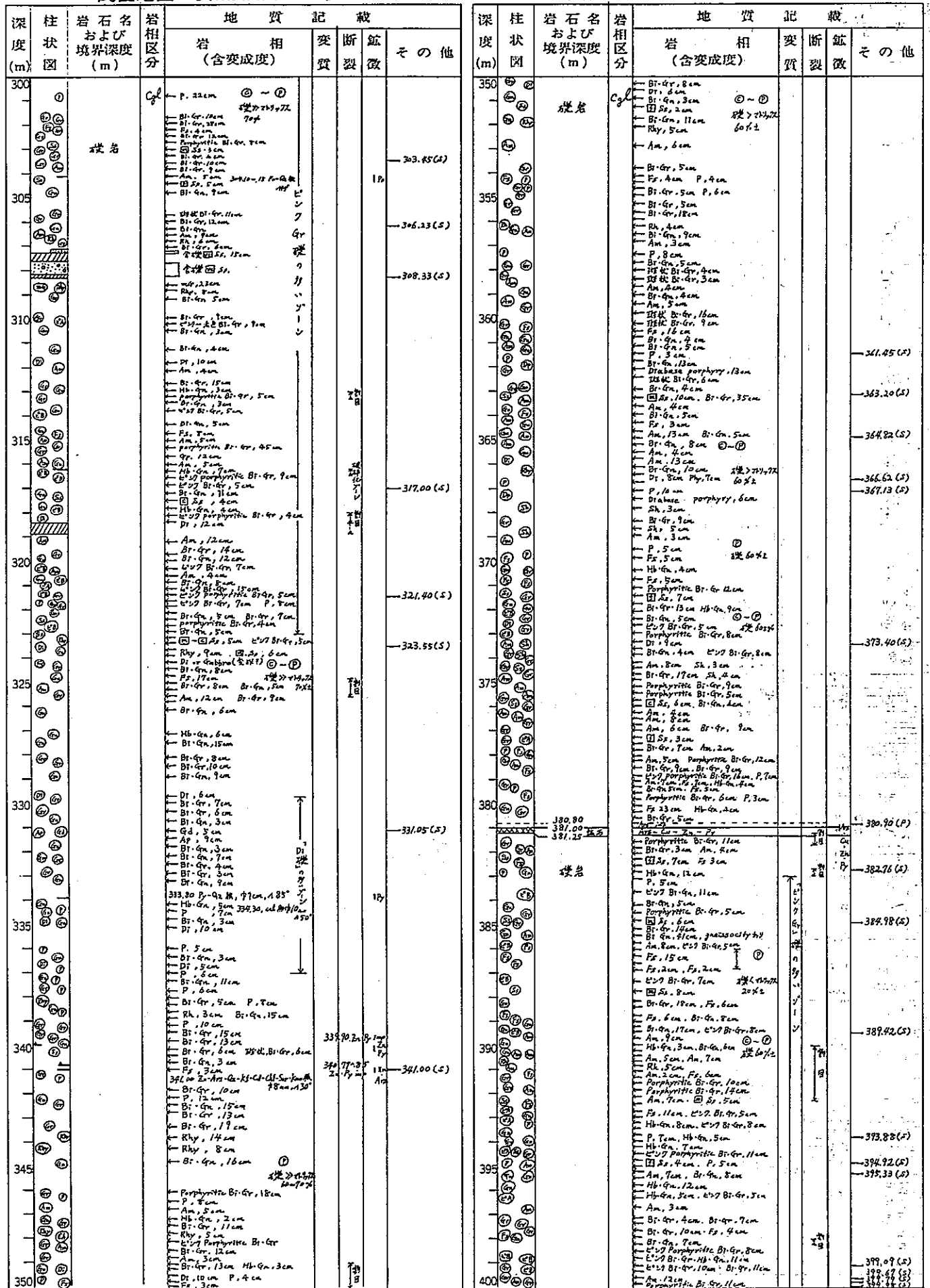
茂住地区 54MANM-1号



# ボーリング柱状図 (B-8)

茂住地区 54MANM-1号

茂住地区 54MANM-1号



写 真



写真 1

茂住峠の1km西より、  
茂住祐延断層をはさんで  
北西対岸を望む



写真 2

東茂住—大津山道路



写真 3

茂住坑口(-500mL)

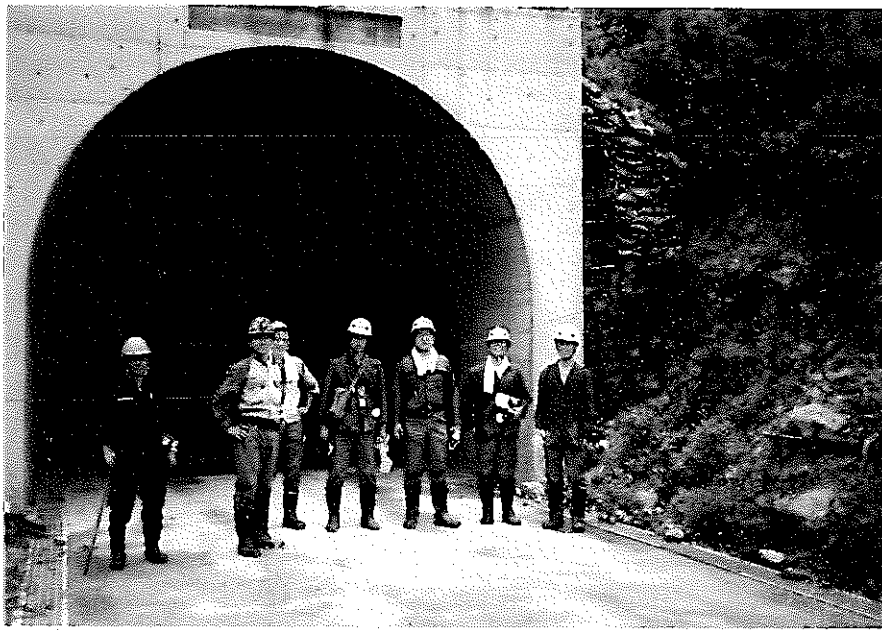


写真4

中小屋向新坑口(-500mL)

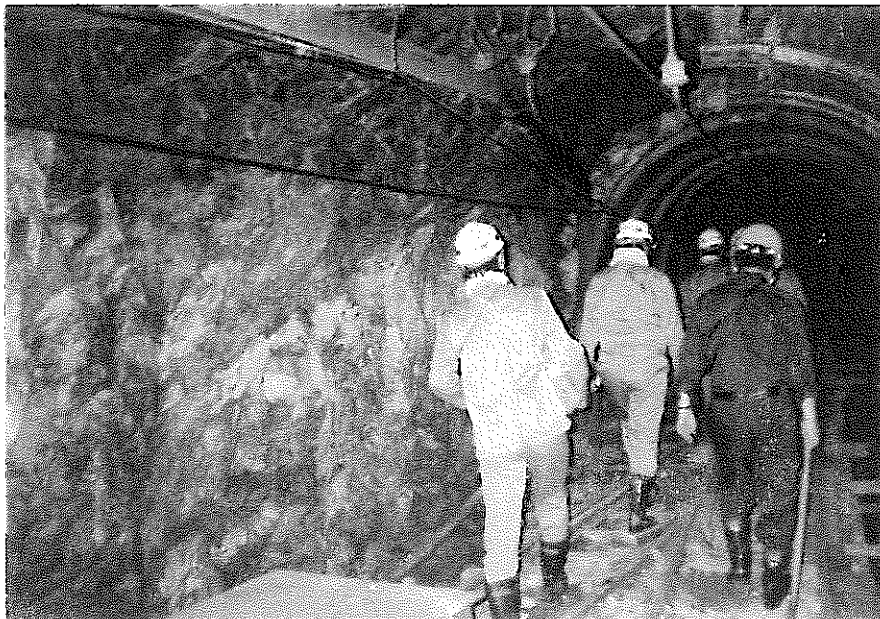


写真5

長棟地域構造坑道  
開始点付近

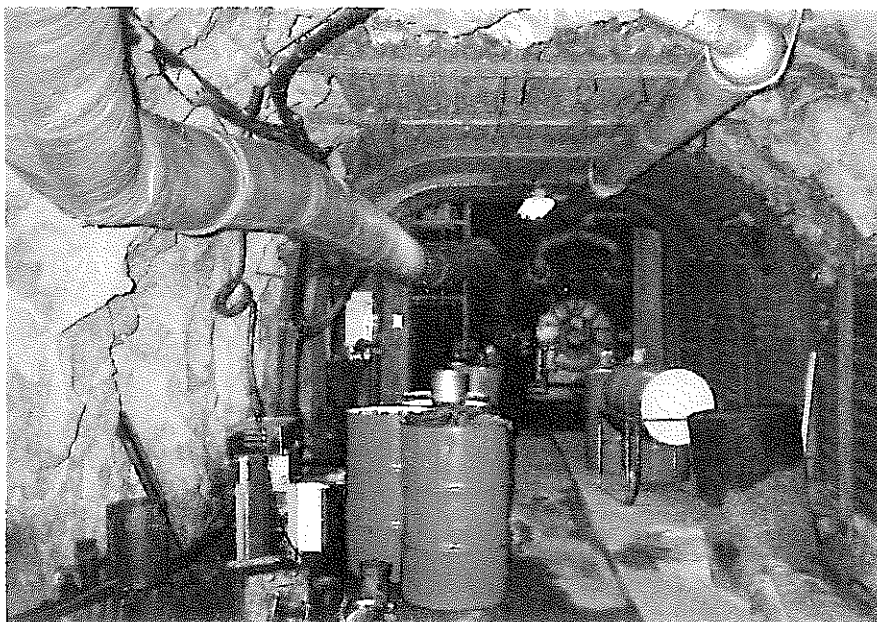


写真6

長棟地域構造坑道  
通気用コンプレッサー室

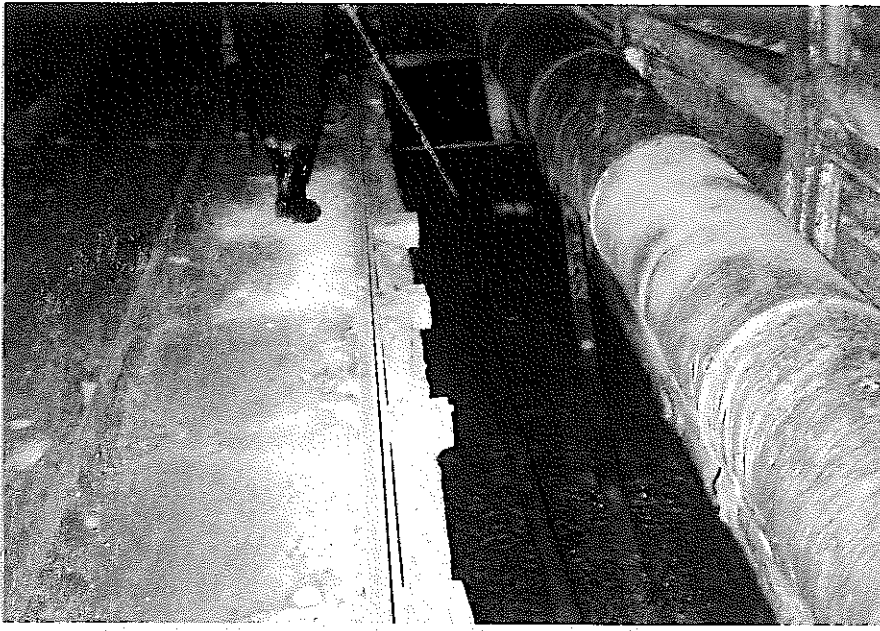


写真7

長棟地域構造坑道側坑

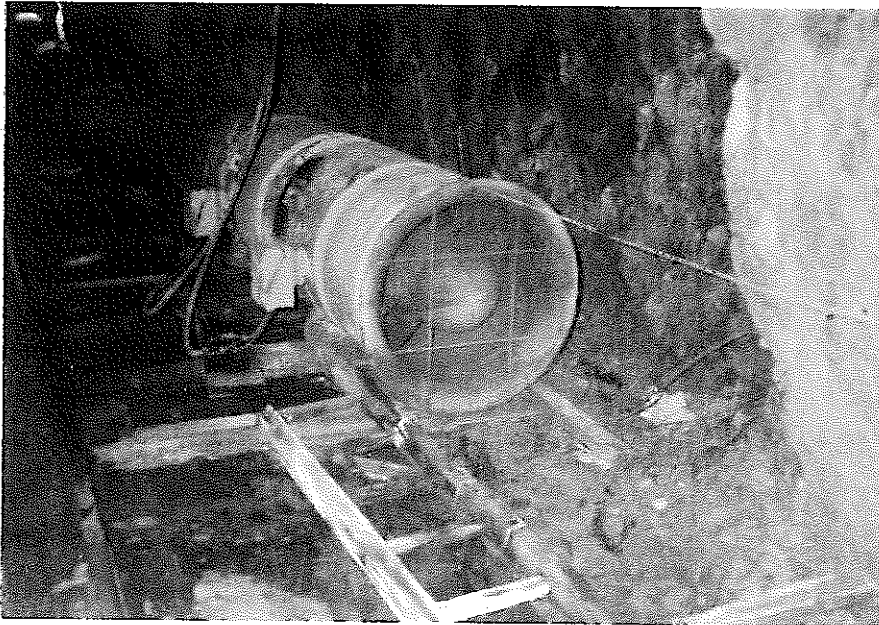


写真8

長棟地域構造坑道  
通気用局部扇風機



写真9

長棟地域構造坑道  
粘土を挟む裂罅