

水資源管理與國際合作區域
資源開發協力基礎調查報告書

(第IV冊次)

昭和58年公刊

國際協力事業團
資源開發事業團

ボツワナ共和国北東部地域
資源開発協力基礎調査報告書

(第IV年次)

JICA LIBRARY



1029625〔9〕

昭和58年2月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

国際協力事業団	
発行 384.8.28	503
登録No. 13642	66.1
	MPN

は し が き

日本国政府はボツワナ共和国政府の要請に応え、同国北東部の東北地方及び中央地方にまたがる地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査等の鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は本調査の内容が地質および鉱物資源の調査という専門分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。

本調査は昭和57年度が第4年次にあたり、金属鉱業事業団は7名の調査団を編成して、昭和57年7月16日より11月1日まで現地に派遣した。

本報告書は第4年次の調査結果をとりまとめたもので、最終報告の一部となるものである。

おわりに本調査の実施にあたって御協力いただいたボツワナ共和国政府機関ならびに外務省、通商産業省、在ザンビア日本国大使館および関係各社の方々に衷心より感謝の意を表すものである。

昭和58年2月

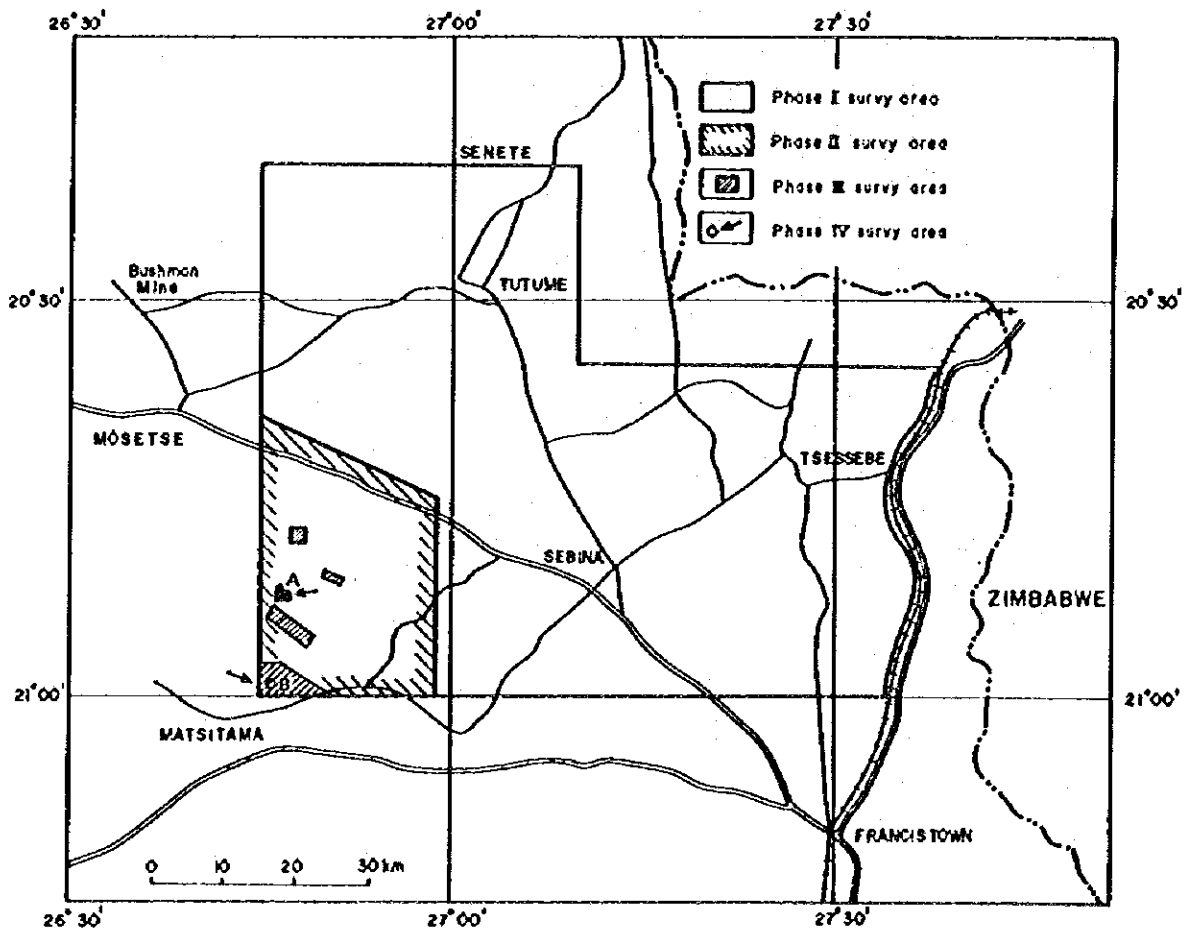
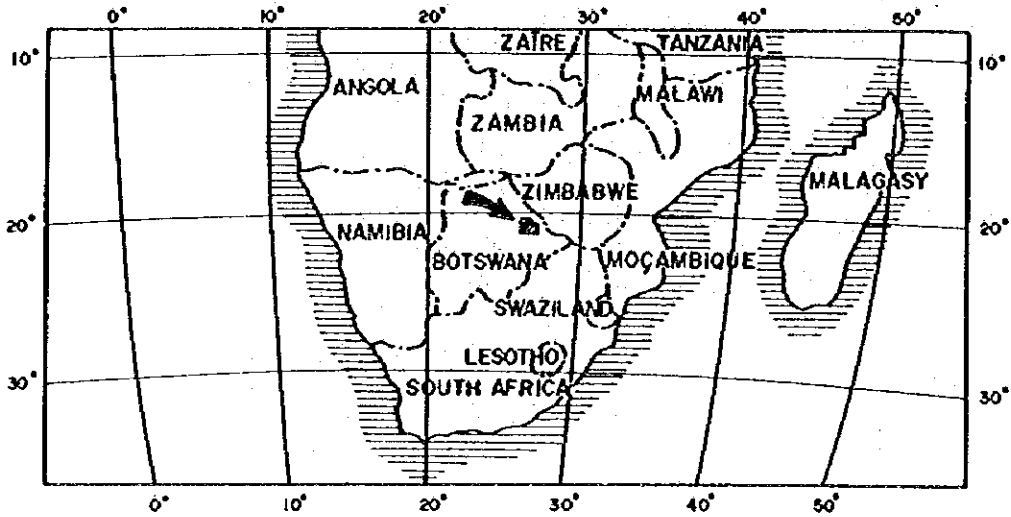
国際協力事業団総裁

有 田 圭 輔

金属鉱業事業団理事長

西 家 正 起

Fig. 1 Location map of the survey area



要 約

本年次は第1～3年次の調査により集約されたMatsitama北部地域のうち銅鉛徴の認められた地域についてボーリングを中心とする精査を実施した。

調査地区は第3年次のボーリング(GSJ-6孔)により銅鉛徴の確認された地区と地化学探査の結果及び地質条件から有望とされる地区の2地区に分かれている。いずれもMatsitama型鉛床の賦存が期待される地区である。

前者は第2年次において地化学異常(準精査)の認められた地区で、GSJ-6孔を中心とする1.3km×0.5kmの範囲である。ここではボーリングに先立ち地化学探査(精査)を実施してその結果付近の地層の走向と同じ方向にのびる明瞭な銅の地化学異常が抽出された。

この地化学異常に対して100m～200mの間隔で8本の垂直ボーリング(総掘進長1,003.3m)を実施した。

ボーリングにより確認された岩石はいずれも殆んど同じ岩質を示し、上部の風化部を除き均質な暗緑色細粒～粗粒の角閃片岩よりなり一部に黒雲母石英片岩を挟んでいる。その他ごく薄い石灰岩が見られる。鉛化作用はいずれの孔にも認められ、垂直的にも広い範囲に及ぶものが多い。鉛石鉛物は角閃片岩中に鉛染状の、あるいは石英細脈に伴われる黄銅鉛、黄鉄鉛である。そのほか鉛染状あるいは細脈状の赤鉄鉛が随所に見られる。

しかし鉛化は全体に微弱で、鉛徴の比較的まとまってみられる個所でも最高値銅0.442%を示す程度で殆んどが0.01%未満である。

従って稼行対象となり得る程の鉛徴を見るに至っていないが、ここでの地化学異常域で普遍的に鉛徴の見られることは、この異常域が鉛床胚胎層準に相当することを示している。しかし、各ボーリングとも似たような性質、鉛徴状況を示し適当な鍵層もないため相互関係を攬むことが出来ず鉛徴帯の詳細な構造や規模を把握するに至っていない。

地化学異常は北西側ほど高い値を示しさらに伸長する傾向が見られることから、北側へ探鉛範囲を拡大していくことが望まれる。

後者は第3年次のボーリングGSJ-12孔の南方約1kmにあり、2つの地化学異常についてそれぞれ100mのボーリング(GSJ-27, 28)を実施した。

ボーリングの結果、GSJ-27孔では粗粒玄武岩に逢着したため地質状況を十分に確認するに至らず鉛徴も認められなかった。

GSJ-28孔では雲母片岩、石英片岩及び石灰岩薄層を確認、石灰岩薄層中には微弱な銅の鉛徴が認められた。

この地区はMatsitama 鉍床と同様の地質条件をもちわずかながらも鉍徴が認められたことは、Matsitama 鉍床と類似の鉍床が賦存する可能性を示唆している。地化学異常はさらに西側へ広がる傾向を示すことから、地化学探査（精査）により明瞭な地化学異常を抽出し追跡探鉍すれば鉍床発見の期待が持たれる地区である。

目 次

は し が き	(1)
位 置 図	(2)
要 約	(3)
目 次	(5)
総 論	1
1 調 査 目 的	1
2 調 査 地 域	1
3 調 査 の 内 容	1
4 調 査 団 の 編 成 及 び 調 査 期 間	2
5 謝 辞	3
各 論	4
第 I 部 銅 鉍 微 地 区 調 査	4
1-1 ま え が き	4
1-2 地 質 概 要	4
1-2-1 層 序	4
1-2-2 火 成 岩 類	5
1-2-3 地 質 構 造	7
1-2-4 鉍 化 作 用	7
1-3 地 化 学 探 査	8
1-3-1 目 的	8
1-3-2 試 料 採 取	8
1-3-3 試 料 の 分 析	8
1-3-4 デ ー タ の 解 析	8
1-3-5 結 果 の 解 釈	15
1-4 ボ ー リ ン グ	15
1-4-1 ボ ー リ ン グ 目 的	15
1-4-2 ボ ー リ ン グ 結 果	16

第Ⅱ部	ボーリング調査	24
Ⅱ-1	調査概要	24
Ⅱ-1-1	ボーリング目的	24
Ⅱ-1-2	作業概要	24
Ⅱ-1-3	コア鑑定及び解析作業	25
Ⅱ-2	ボーリング位置	25
Ⅱ-3	設営作業	25
Ⅱ-3-1	道路造成	25
Ⅱ-3-2	機材の搬入	25
Ⅱ-3-3	設 営	25
Ⅱ-3-4	ボーリング用水	25
Ⅱ-4	掘進作業	27
Ⅱ-5	移設作業	30
Ⅱ-6	撤収作業	30
Ⅱ-7	作業の記録	30
第Ⅲ部	総合解析	56
第Ⅳ部	結論及び評価	57
参 考 文 献		58
卷末附図附表		59

List of Tables

			Page
Table	– 1	Contents of survey	1
	– 2	Laboratory test	2
	– 3	Means, standard deviation and skew point	9
	– 4	Class limits of Cu, Zn content distribution	9
	– 5	Summarized operational data of each hole	31
	– 6	Summarized operational data of drill holes	32
	– 7	Operational results of drill hole	33~42
	– 8	Drilling equipment	53
	– 9	Consumed bits	54
	– 10	Consumables used	55

List of Figures

		Page
Fig. 1	Location map of the survey area	(2)
Fig. 2	Generalized stratigraphic column	6
Fig. 3	Histogram of Cu	10
Fig. 4	Histogram of Zn	11
Fig. 5	Cumulative frequency distribution for Cu and Zn	12
Fig. 6	Cu content distribution map	13
Fig. 7	Zn content distribution map	14
Fig. 8	Geological map of Area A	19
Fig. 9	Geological profile of drilling (Area A)	20
Fig. 10	Geological map of Area B	22
Fig. 11	Geological profile of drilling (Area B)	23
Fig. 12	Location map of drilling	26
Fig. 13	Progress record of drilling	43~52

List of Apendices

	Page
Apex.- 1	Core log. 1
Apex. - 2	Analytical data (Drilling core)..... 15
Apex. - 3	Analytical data (Soil) 18
Apex. - 4	Location map of geochemical samples and analytical values 24
Apex. - 5	List of microscopic observation (Thin section) 25
Apex. - 6	List of microscopic observation (Polished section) 26
Apex. - 7	Microphotographs..... 27

総

論

総 論

1. 調査目的

本調査の目的は、ボツワナ共和国の政府機関である鉱物水資源省と協力してボツワナ共和国北東部地域における鉱物資源開発のための基礎資料を得ることにある。第1年次の調査の結果有望地域として選出されたMatsitama北部地域において第2, 3年次の調査により数箇所で鉱徴を確認したが、そのうち2箇所が有望地区として集約された。

従って、本年次はそれぞれの地区においてボーリング、地化学探査、地質調査等を実施して鉱徴の規模、品質など諸性質を明らかにすることによって本地域の総合的な評価を行うことを目的としている。

2. 調査地域

調査地域は3年次の調査において鉱徴を確認したGSJ-6孔周辺及びGSJ-12孔の南西側の地化学異常域の2つの地区に分かれている(Fig.1)。以下、前者をA地区、後者をB地区とする。

本調査地域はボツワナ共和国東北地方に属し、最寄の町は調査地域の東方約100kmにあるFrancistownである。Francistownは首都Gaboroneの北方約400kmに位置し、幹線道路及びジンバブエ鉄道が通じている。このFrancistownから西方約500kmにあるMaunkに通じる幹線道路があり、この道路は調査地域北方100kmのところを通過している。

調査地域を含む一帯はKarahari砂漠の東縁部に位置し、標高1,000~1,100mで起伏に乏しい平坦な地形を呈する。また、気候は熱帯地方の半乾燥地帯に属し夏期は10月から4月、冬期は5月から9月までの間で、降雨量は年間440mm程度であるが、降雨は夏期に集中し雷を伴う豪雨となることが多い。

3. 調査の内容

調査はボーリングを主体としたがA地区についてはボーリングに先立ちその位置決定に資するため地化学探査及び地質調査を実施した。

野外作業及び室内作業の内訳は次の通りである。

Table 1. Contents of Survey

Item	Amount of work	Remark
Drilling	10 holes, 1,203.40 m	All coring, vertical
Geological and geochemical survey	0.65 km ²	Area A

Table 2. Laboratory Test

Kind of test	Amount of work		Remarks
	Geochemical Sample	Drilling Core	
Microscopic observation of thin section	—	20	
Microscopic observation of polished section	—	20	
Chemical analysis (ore)	—	50	Cu, Pb, Zn, Au, Ag
Chemical analysis (soil)	297	—	Cu, Zn

4. 調査団の編成および調査期間

日本側調査計画折衝

岩 崎 宏 (金属鉱業事業団)

ボツワナ側調査計画折衝

G. C. Clark (ボツワナ地質調査所)

C. Black (ボツワナ地質調査所)

日本側調査団員

内 村 巖 (日鉄鉱コンサルタント株式会社) 総括, 地質

安 宅 久 雄 (") ボーリング

菅 原 祥 功 (") "

村 上 勝 則 (") "

斎 藤 陸 男 (") "

伊 藤 幸 一 (") "

明 石 孝 行 (") "

ボツワナ側調査団員

A. M. Sixpence (ボツワナ地質調査所)

調査団は、昭和57年7月21日より昭和57年10月29日までボツワナ共和国に滞在し調査を実施した。

5. 謝 辞

本調査の実施にあたっては、前年度に引続きボツワナ共和国政府鉱物水資源省次官 Mr. M C. Tibone、同次官補 Mr. C. M. Lekaukau から有益な御助言、御援助を賜わった。また、Francis-town Jubilee 病院の Dr. C. Kim およびその御家族には調査期間中調査団員の健康保持に親身の御世話をいただいた。

ここに厚く御礼申し上げる。

各

論

各 論

第1部 銅鉱徴地区調査

1-1 ま え が き

第1年次の調査により有望地域として選出されたMatsitama北部地域は第2年次、第3年次における地質調査、地化学探査、物理探査、ボーリングの結果漸次集約されて、3年次のボーリングGSJ-6孔周辺部(A地区)及びGSJ-12孔南西部(B地区)の2地区に選ばれた。

本年次はA地区については、地質調査、地化学探査、ボーリングを、B地区についてはボーリングのみを実施して鉱徴状況を把握することを目的とした。

本年次の調査地域は狭い範囲に限定されており、従来の地質の見解を変更するような事実は見出されなかった。従って、地質層序については従来の見解を踏襲することにした。

1-2 地 質 概 要

調査区域を含むMatsitama北部地域はMosetse-Matsitama地域地質図(Bennett 1970)の北東部にあたり、その地質は複合基盤岩類を主としてこのほか新規の貫入岩と堆積物によって構成されている。

Bennett(1970)は、本地域の複合基盤岩類をMosetse river gneiss層群とMatsitama schist and metasedimentary層群に分けた。以下はBennett(1970)及びMMAJ report(1981)の地層区分に従って記載する(Fig. 2)。

1-2-1 層 序

(1) Mosetse river gneiss層群

本層群は本地域の東側に広く分布する。露頭はLepashe river, Mosope riverとその支流Mukulwane river, Chadibe river, Mmapase riverなど主要河川の河床あるいは河岸に点在する程度で平地部には殆んど見られず転石もごくわずかである。

本層群は主として片麻岩類よりなり一部では斑状変晶片麻岩が見られる。このほか、角閃岩～角閃片岩、長石石英片岩、珪岩、石灰岩などがレンズ状ないし薄層で分布している。

片麻岩類の主要構成鉱物は石英、斜長石、カリ長石、雲母類でこのほか少量の角閃石を伴っている。斑状変晶片麻岩は5～20%のカリ長石の変晶を含むことを特徴とする。

角閃岩～角閃片岩は暗緑色を呈し薄層で分布する。主要構成鉱物は普通角閃石、斜長石、石英で少量の緑れん石を伴うことがある。

珪岩、石英片岩は淡灰色～暗灰色、淡褐色～淡紫褐色でまれに淡緑色を呈し一般に細粒

である。これらの岩石は大部分が石英粒からなるが、少量の長石と雲母を含むことがあり、ときに縞状鉄鉱も認められる。石灰岩は白色～灰色結晶質でごく小規模な岩体として見られる。

本層群はその岩相から上部層、下部層に大別される。

下部層は片麻岩、斑状変晶片麻岩を主とし、石英片岩、珪岩、角閃岩～角閃片岩をはさむ。

上部層も下部層と似たような岩相を示すが下部層に比較して角閃岩～角閃片岩が卓越するほか各所に石灰岩を挟在している。

(2) Matsitama schist and metasedimentary 層群

本層群は本地域南西部と西部に分布する。露頭は Mosope 川沿いに限られ、他はわずかに転石が散見される程度である。

下位の Mosetse river gneiss 層群を整合に覆い一部断層で接している。

各種の片岩類、珪岩類、角閃岩～角閃片岩よりなり一部石灰岩、千枚岩を挟在している。

片岩類は一般に優白質で長石石英片岩、黒雲母長石石英片岩、白雲母長石石英片岩、赤鉄鉱石英片岩などがある。

珪岩は一般に細粒、優白質であるが一部暗灰色、褐色、紫褐色、緑色を呈するものも見られる。構成鉱物は石英を主として、しばしば長石あるいは少量の有色鉱物を伴っている。

角閃岩～角閃片岩は帯状分布を示し、構成鉱物は角閃石、長石、石英を主として、しばしば緑れん石と少量の sphene を伴っている。

角閃石は普通角閃石が主であるが、ときに陽起石、透角閃石、直閃石が見られしばしば緑泥石化を受けている。

本層群は岩相の組合せから上部層と下部層に区分される。

上部層は南西部に分布し、航空写真でNW系の線構造が明瞭なこと、銅鉱層を胚胎すること、珪長質岩の卓越すること、千枚岩～雲母質岩の多いこと等の特徴を持つ。

下部層は角閃岩～角閃片岩が卓越している。

(3) 第 四 系

土壌、砂礫、Calcrete よりなる。


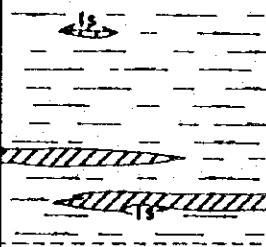
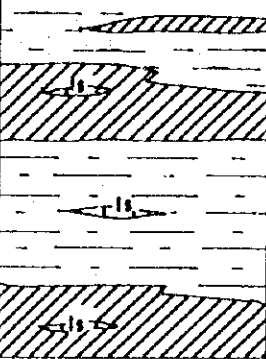
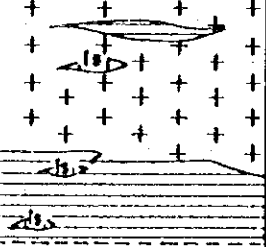
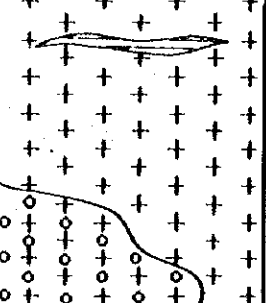
I-2-2 火 成 岩 類

本地域に発達する火成岩類は酸性岩類、塩基性岩類、超塩基性岩類に分類される。

酸性岩類はアブライト、ペグマタイト、花崗岩、閃長岩の小岩脈として産する。

塩基性岩は粗粒玄武岩を主として、このほか少量の斑れい岩、玄武岩などが見られる。いずれも岩脈で大部分はNW系の走向を示す。

Fig. 2 Generalized stratigraphic column

Age	Stratigraphic unit	Column	Lithology	Intrusives	Mineralization	Dating (K-Ar)
Recent			Calcrete Gravel, sand Calcrete			
Post - Precambrian				Granite Dolerite, Gabbro ultrabasic r.	Cr	
Precambrian	Matsitama Schist and Metasedimentary Group	upper 	Limestone Feldspathic and micaceous quartzite Amphibole schist Amphibolite Limestone			
	lower 	Amphibole schist Limestone Amphibole schist Schistose gneiss Feldspathic and micaceous quartzite Phyllite Amphibole schist			my 1764	
Precambrian	Mosetse River Gneiss Group	upper 	Minor amphibolite Limestone Granitic schistose gneiss, Feldspathic quartzite Limestone Amphibole schist Amphibolite			my 1837
	lower 	Minor amphibole schist Granite gneiss Pophyroblastic gneiss			my 1841 my 1839	

超塩基性岩類は蛇紋岩よりなり、微鉄鉱と少量のクロマイトを含むものがある。

1-2-3 地質構造

地層は褶曲、断層などの造構運動を受けており、大きく見ると Bennett (1970) による Matsitama 褶曲の北翼に当り、いくつかの褶曲をくり返しながら全体として走向 NW-SE、傾斜 W 落ちの単斜構造を示している。

貫入岩は、WNW-ESE~E-W 方向をとるものが多い。航空写真、Landsat 映像からは顕著なリニアメントとして NW-SE、E-W 方向のものが抽出される。

このことから、本地域を支配する断裂系の方向は NW-SE、WNW-ESE、E-W と考えられる。

1-2-4 鉱化作用

Matsitama 地域内に認められる鉱徴には、銅鉱徴とクロム鉱徴がある。その他、低品位の縞状赤鉄鉱石英片岩~珪岩の小転石が各所に点在している。

クロムについては、第3年次のボーリング、トレンチによる調査の結果、超塩基性岩中に延長 5~10 m 厚さ 0.5~1.0 m のレンズ状小規模鉱体が点在して胚胎していることが確認された。

銅については、本地域南方約 10 km にはかつて AAC グループが探鉱した Matsitama 鉱床群があり、その探鉱作業の一部が本地域内にも及びトレンチ、試錐跡として見られるほか数箇所銅鉱物を含む転石が認められる。

Matsitama 鉱床群は、Matsitama schist and metasedimentary 層群中の石灰質石英片岩~石灰質珪岩、雲母片岩、角閃片岩などの地層中に胚胎される銅鉱を主として少量の鉛、亜鉛を伴う変堆積性鉱床で、同層群中に多数の鉱床群として点在している。鉱石鉱物は、地表下 60 m までの酸化帯では孔雀石、珪孔雀石、藍銅鉱などを主として少量の黒銅鉱を伴う酸化鉄である。その下部では黄銅鉱、斑銅鉱、輝銅鉱、微硫銅鉱、黄鉄鉱と少量の鉛、亜鉛、銀の鉱物よりなる (Baldock 1977)。

また、本地域の西方約 50 km の Falconbridge 社により、現在探鉱中の Bushman 鉱山は、Bushman 附近を南北に走る大きな構造線 - Bushman リニアメントの破砕帯中に取り込まれた珪質石灰岩あるいは石灰岩中の含石墨珪岩、石英片岩、千枚岩を母岩とする銅鉱床である。この鉱床は NS 系の構造規制を受けていること、母岩に石墨片岩が見られること、鉱化が破砕帯中に濃集した石墨と密接に関係することなどの特徴が見られる。

これらのことから、本地域内では Matsitama 型の鉱床の賦存が期待され、第3年次の地化学異常に対するボーリングの結果では低品位ながら銅の鉱徴が確認された。また、物理探査の明瞭な異常に対するボーリングの結果では、数箇所石墨を認めたが銅の鉱徴を見るには至っていない。

1-3 地化学探査 (A地区)

1-3-1 目的

本調査地区を含む一帯には、Matsitama schist and metasedimentary層群に属する角閃岩～角閃石片岩が分布する。第2年次の調査により、ここで地化学異常が抽出され、この区域北方約1kmには試錐孔跡やgreen copperを伴う珪岩の小露頭が見られることなどから有望地区と判断された。第3年次には、この地化学異常に対してボーリング(GSJ-6孔)を実施し、銅鉛微を確認した。本年次は、この鉛微の範囲を確認するとともにボーリング位置決定のためにこのGSJ-6孔を中心とする1.3km×0.5kmの範囲についてボーリング調査に先立って地化学探査を実施した。

1-3-2 試料採取

試料採取は、50m間隔の格子点サンプリングにより行った。採取地点を正確に標定するために、調査区域の中央を縦断するNW-SE方向の基線を設け、さらにこれに直交する測線を100m間隔で設置した。これらの測線及び採取地点の標定は、ポケットコンパスと100m間縄によった。

試料は地表下30cmのB層中よりの採取を原則とし、80 mesh篩による篩下約50gを1試料とした。

当初の計画では、調査範囲は1.0km×0.5kmであったが、この区域についての解析の結果地化学異常がNW方向に延びる傾向を示したため、さらに北西側へ300m延ばし最終的な調査範囲は1.3km×0.5kmとなった。採取試料総数は297個である。

1-3-3 試料の分析

試料の分析は、原子吸光法によりボンツナ地質調査所で行った。指示元素はCu, ZnとしPbは1～3年次の結果では著しく低い値を示し、有効な指示元素とはならないと考えられたため本年次では除外した。

1-3-4 データの解析

分析データはボーリング位置決定の検討資料として現地で品位等高線図の作成に供された。日本では2年次、3年次と同様に分析データを統計的に処理し、各単成分による解析を試みた。以下にその解析法について述べる。

(1) 解析法

分析データにより元素別の頻度グラフ及び累積頻度分布図を作成し、地化学異常のしきい値(Threshold)、後背値(Background)、異常値(Anomaly)を関式解析から求めた。

また、数値計算で分析元素間の相関係数を求めた。これらの図式解析および数値処理には分析値 (ppm) の常用対数値を用いた。

頻度グラフ (Fig. 3.4) と累積頻度分布図 (Fig. 5) の階級 (class) 幅は、銅については $\log_{10} \text{int} = 0.1$ 、亜鉛については $\log_{10} \text{int} = 0.01$ とした。

(2) 元素別の頻度グラフおよび累積頻度分布

	頻度棒グラフ	累積頻度分布
Cu	平均値 114.425 ppm を軸に不完全な対数正規分布を示す。	140 ppm より折れ曲り 2 つの品位グループが認められる。
Zn	平均値 41.72 ppm を軸に不完全な対数正規分布を示す。	48 ppm より折れ曲り 2 つの品位グループが認められる。

(3) Cu, Zn 元素間の相関係数

数値計算による相関係数は、0.634 となり比較的よい相関を示す。

(4) しきい値

しきい値の決定は次に示す平均値 (M)、標準偏差 (σ)、累積頻度分布図の正規直線からの折れ曲り点の値などを参考にして行なった。

Table 3. Means, Standard Deviations and Skew Point

元 素	平均値 (M)	標準偏差 (σ)	M + σ	折れ曲り点
	ppm / \log_{10} ppm	ppm / \log_{10} ppm	ppm / \log_{10} ppm	ppm / \log_{10} ppm
Cu	114.425 / 205.852	1.482 / 0.17091	169.60 / 222.943	140 / 214.6128
Zn	41.721 / 16.2025	12.490 / 0.09657	52.1098 / 1.71692	48 / 1.68124

しきい値は Cu : 140 ppm, Zn : 48 ppm とした。

以上を総合して次のように元素濃度レベル区分を行なった。

Table 4. Class Limits of Cu, Zn Content Distribution (ppm)

Class Element	Background		Anomaly		
	E	D	C	B	A
Cu	114	140	170	200	
Zn	42	48	52	60	

Fig.3 Histogram of Cu

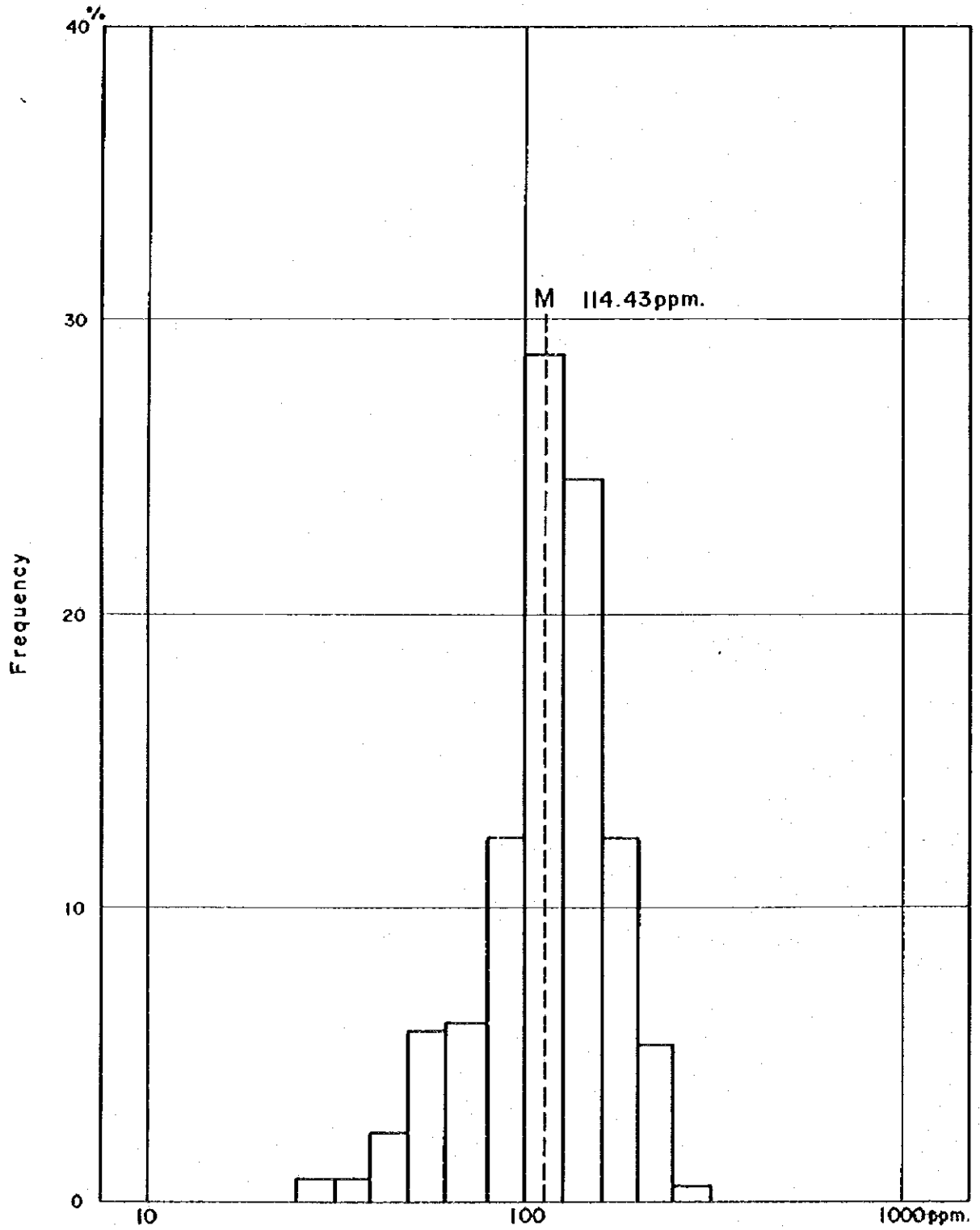


Fig.4 Histogram of Zn

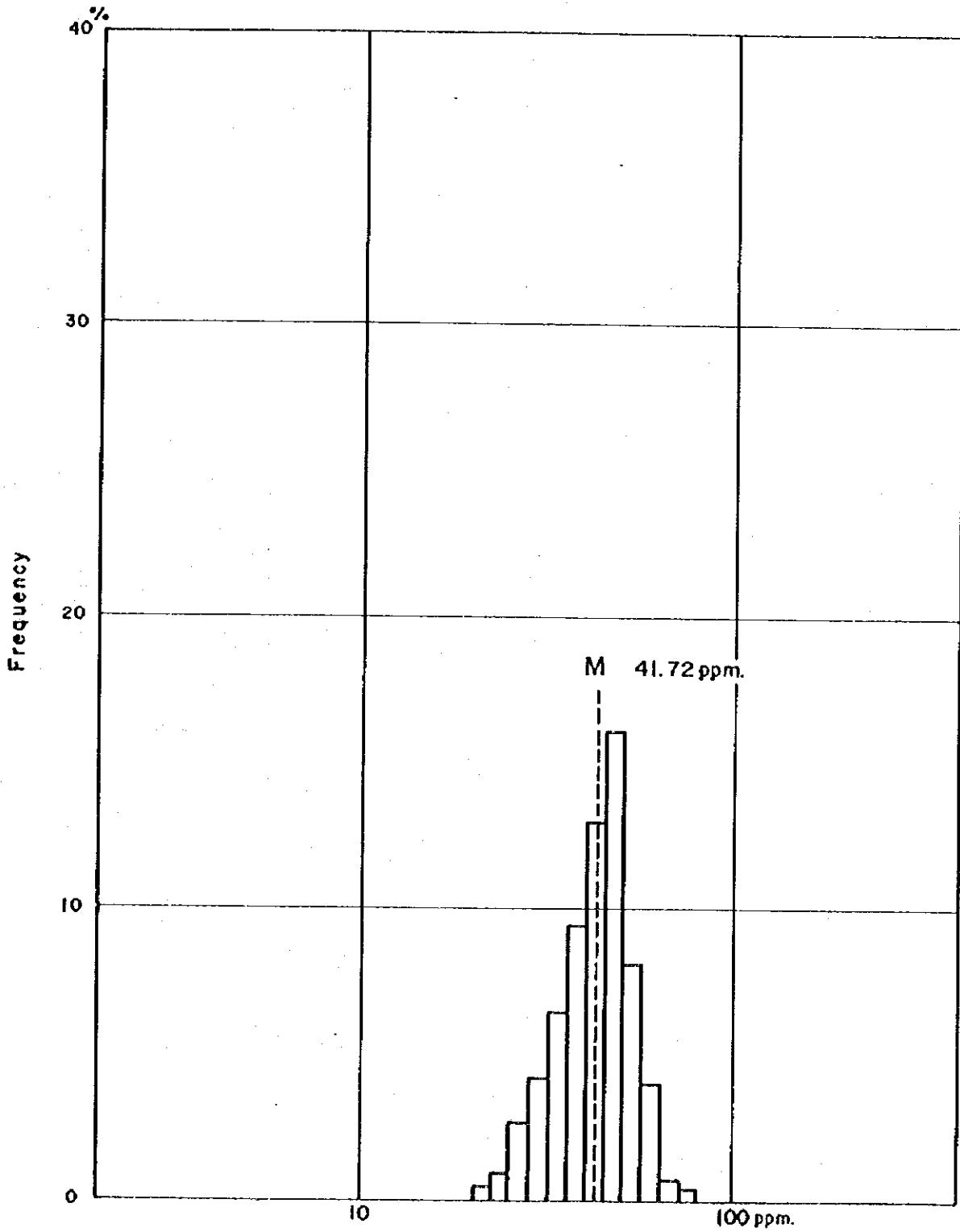


Fig.5 Cumulative frequency distribution for Cu, Zn

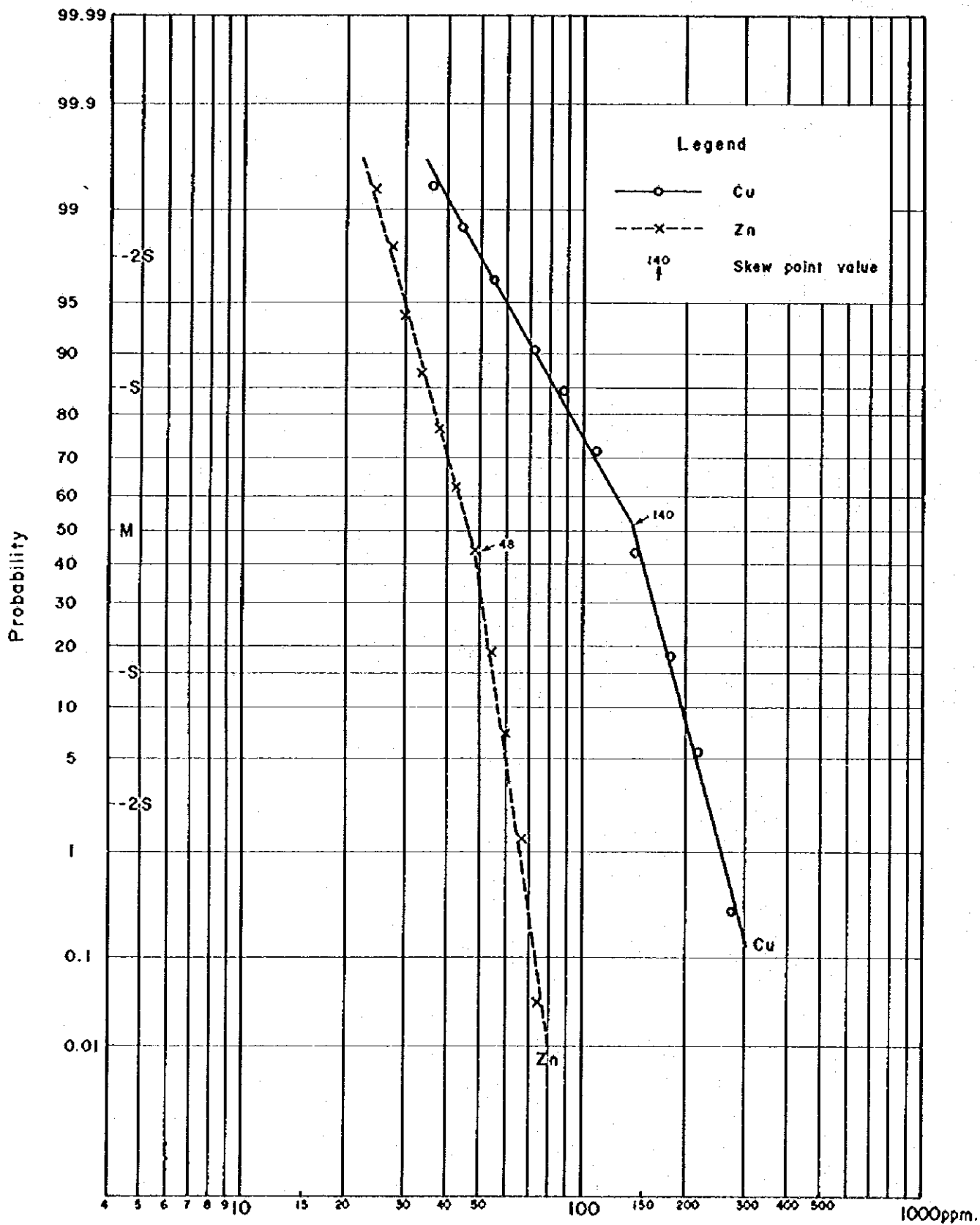


Fig.6 Cu content distribution map

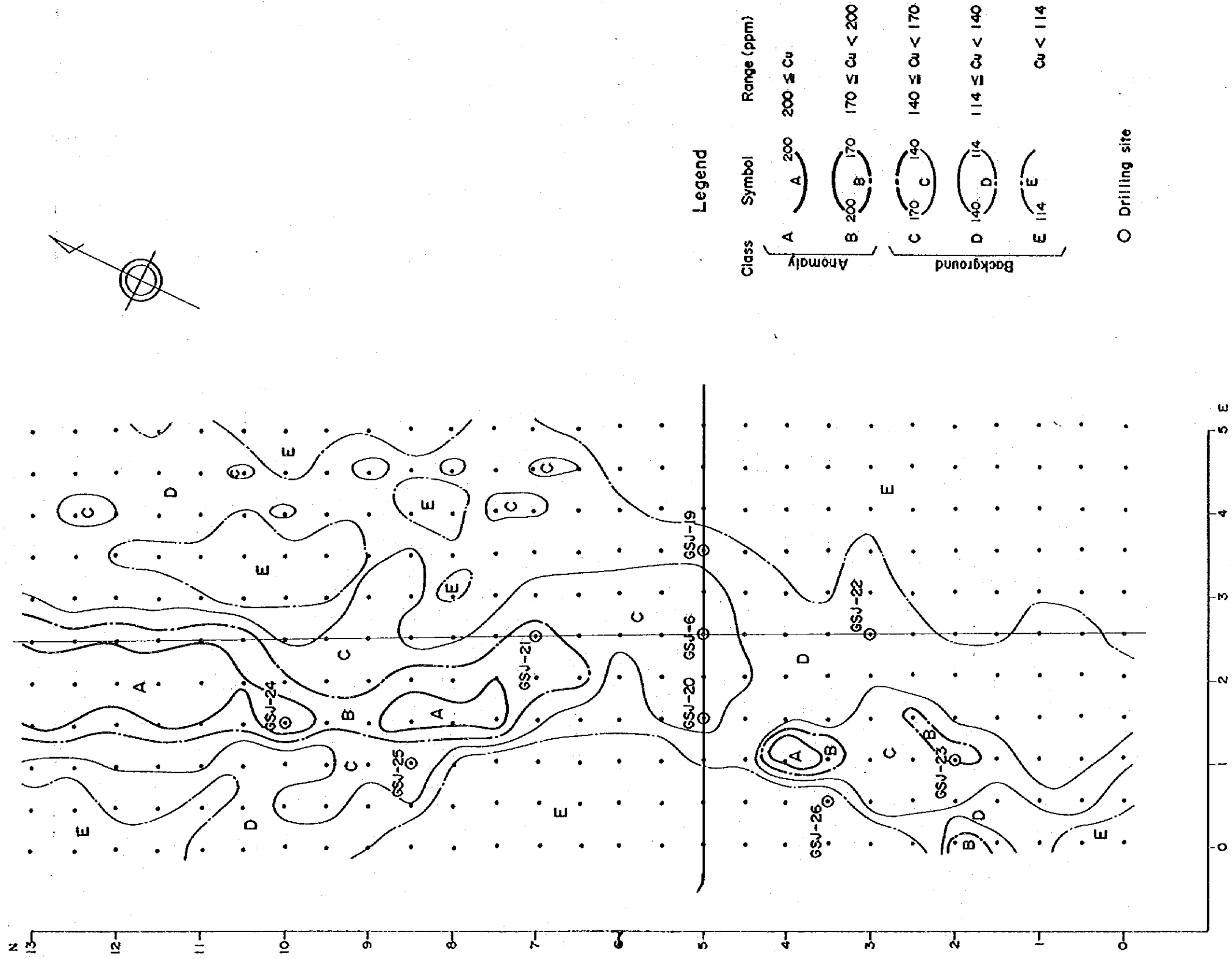
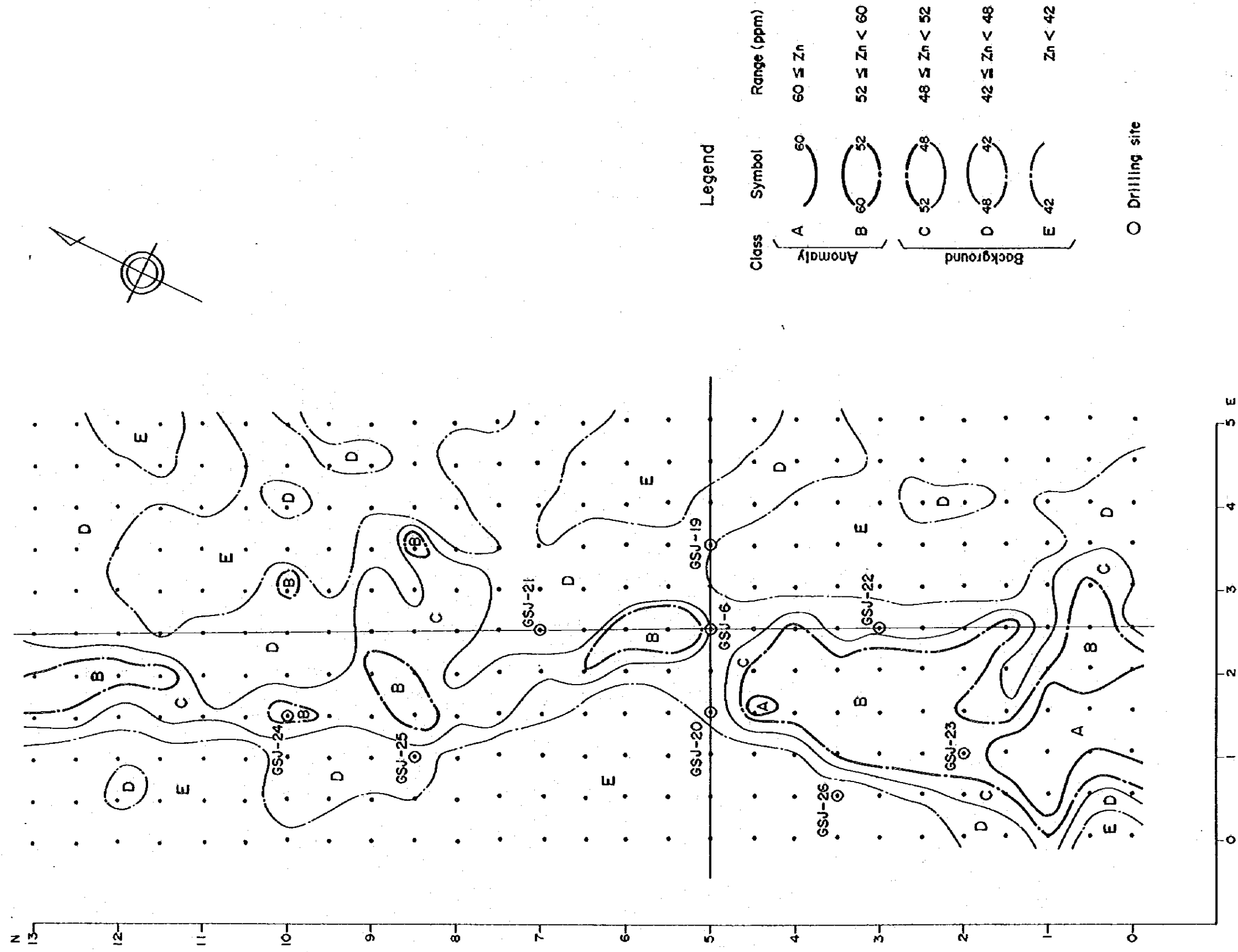


Fig.7 Zn content distribution map



S = 1:5,000

0 100 200m

1-3-5 結果の解釈

前項で述べた元素濃度レベル区分をもとに、元素別の含有量分布図 (Fig. 6.7.) を作成した。これらの図から抽出される地化学異常は次の通りである。

銅の異常は区域中央部にNW-SE方向に延びる帯状分布を示し地層の走向と一致している。この異常は北北西側ほど優勢となりさらに延びる傾向を示している。

亜鉛の異常は銅と比較するとやや明瞭さを欠くが、大略銅と同じ分布を示しNW-SE方向の帯状の異常が見られる。この中でA級の異常は南端部に見られさらに南側へ延びている。

1-4 ボーリング

1-4-1 ボーリング目的

第3年次の調査の結果、銅鉱徴の認められたボーリングGSJ-6孔 (A地区) 及びGSJ-11, 12孔の西側で地化学異常の認められた地区 (B地区) について、ボーリングを実施することによりその特性を把握し今後の探鉱指針を得ることを目的としている。

A地区: GSJ-6孔を中心とする0.5 km × 1.3 kmの区域でMatsitama schist and metasedimentary層群に属する角閃片岩と一部石英片岩が分布する。わずかに散見される露頭のうち、本地区内北西隅にある角閃片岩の小露頭では、走向N45°E傾斜45°Wで微量の緑色銅が認められる。

ボーリングに先立ち実施した地化学探査の結果では明瞭な帯状の銅の異常が見られ、そのうちA級の異常は北半部に広がりさらに北側へ延びる傾向を示している。

しかし上記の鉱徴露頭を含む一帯は異常域に含まれていない。

第3年次のGSJ-6孔は優勢な地化学異常に対して実施され、低品位ではあるが深部まで銅の鉱徴を確認した。

本年次ではこの鉱徴を中心にその規模、品位等を確認するために、まずGSJ-6孔の周囲に4孔 (100 m × 2孔, 150 m × 2孔) のボーリングを実施し、さらにこれらのボーリング結果及び地化学探査の結果を合わせて検討の上、4孔 (100 m × 2孔, 150 m × 2孔) のボーリングを実施した。

B地区: 第3年次の地化学探査によって抽出された2つの異常について、それぞれに100 mのボーリングを実施した。

本地区はMatsitama schist and metasedimentary層群が分布する。地表には銅を含む岩石の転石が数箇所認められ、地化学異常としても地域内で最も高い値を示しさらにMatsitama鉱床群にも近いことから鉱床賦存が期待された。

ボーリング位置はFig. 12に、柱状図はApex. 1に、コアの分析結果及び検鏡結果はApex.

2, 5, 6に示す通りである。

1-4-2 ボーリング結果

(1) A 地区

本地区は地質構造的には、NW-SE方向を示し地化学異常もこれと同じ方向を示している。この異常に対して第3年次1本(GSJ-6孔)、本年次8本(GSJ-19~26孔)の計9本のボーリングを実施した結果、いずれの孔も鉍徴が認められた。品位としては銅0.1%以上の個所が散点的に見られる程度で全体的に低く、鉛、亜鉛についても殆んど0.01%以下であるが、地化学異常を示す区域が多少とも鉍徴を示すことはこの区域が鉍徴胚胎層準とほぼ一致することを示している。

しかしボーリング孔の相互関係については、殆んどが同じ岩質、鉍徴状況を示し、岩相あるいは鉍徴部の対比が出来ず、詳細な地質構造や鉍床の特性を把握するには至らなかった。

以下各孔毎の結果を述べる。

GSJ-19孔(150.50m)

GSJ-6孔の北東側100mに位置する。本孔は主として暗緑色の角閃片岩よりなり、深度73.80~77.50m、深度129.00~132.10m間に淡灰色黒雲母石英片岩を挟在している。7.30m~8.30m間は風化して淡褐色を呈するほか、深度13.50m、20m、23mでも薄層状に風化が見られる。角閃片岩は深度28m附近まで中粒、以下49m附近までは中~細粒、60m附近までは粗粒、以下ところどころに粗粒部を挟む細粒岩となり粒度の変化は見られるが孔底まで殆んど均質な同一岩種である。

角閃片岩の片理は比較的明瞭であるが粗粒部では塊状岩となり明瞭さを欠く。黒雲母石英片岩では非常に明瞭な片理を示し一部で微細な褶曲も認められる。これら片理は殆んどが2°~4°の緩傾斜を示している。

角閃片岩中には、多数の石英細脈が散見されるほか斑点状あるいは細脈状に緑れん石化が見られる。

鉍化作用としては、深度28mから孔底まで角閃片岩中に散点的に黄鉄鉍、赤鉄鉍の鉍化が認められる。黄鉄鉍、黄銅鉍は母岩中に鉍染状あるいは石英細脈に伴って見られる。その他深度30.10mでは石英細脈に沿って、また深度35mでは亀裂沿いに緑色銅が認められる。赤鉄鉍も細脈状で多数散見され硫化物を伴うことが多い。深度74.80mで微細な磁鉄鉍の鉍染が見られる。

このうち深度35~39m、80~85m、135~139m間では比較的まとまって

硫化物の鉍化が見られたが、分析の結果80～82m間で銅0.157%を示したほかはいずれも0.1%以下で低品位である。鉛、亜鉛は0.01%以下である。

GSJ-20孔(150.50m)

GSJ-6孔の南東側100mに位置する。本孔は暗緑色均質な角閃片岩よりなり深度34.60～34.70m, 73.90～74.10m間に結晶質石灰岩を挟在し、深度110.00～111.80m間では石灰質岩となっている。角閃片岩は全体の中～細粒部が卓越し、部分的に粗粒となっている。片理は部分的に明瞭であるが全体としては不明瞭な部分が多い。

片理の傾斜は一般に20°～30°を示す。

GSJ-19孔と同様に石英細脈が多数見られ、斑点状に緑れん石化が認められる。

鉍化作用は深度35mより孔底までほぼ全体にわたって認められるが、比較的硫化物のまとまって見られる区間は深度40.00～43.50m, 50.50～62.00m, 73.40～74.30m, 110.00～111.80m間である。分析の結果、深度40.00～43.50m間では銅0.145%を示した。ここでは微細な黄銅鉍、黄鉄鉍のほかごくわずかの藍銅鉍が鉍染し、一部含銅石英細脈を含んでいる。深度50.50～53.00m間では銅0.136%、深度53.00～62.00m間では0.1%以下を示した。

いずれも微細な黄銅鉍、黄鉄鉍の鉍染したものである。深度73.40～74.30m間では銅0.442%を示した。この鉍徴は石灰岩薄層の上下盤に鉍染する黄銅鉍、黄鉄鉍である。深度110.00～111.80m間では銅0.092%であった。

ここでは塊状の赤鉄鉍を主として、これに鉍染する黄鉄鉍よりなり黄銅鉍はわずかである。

鉛、亜鉛は殆んど含まれていない。

GSG-21孔(100.40m)

GSJ-6孔の北西側200mに位置する。本孔は深度25m付近まで中～粗粒、深度70m付近までは細粒、以下孔底までは中～粗粒の暗緑色塊状の角閃片岩よりなり、片理はあまり明瞭でない。深度90.60～95.00m間には明瞭な片理をもつ淡褐色黒雲母石英片岩を挟んでいる。

前述のボーリングと同様に角閃片岩中には石英細脈が多数見られ、緑れん石化した部分が散見される。

鉍化作用は深度30m以下で角閃片岩中に微弱ではあるが随所に認められ、鉍染状の微細な黄銅鉍、黄鉄鉍と石英細脈に伴う黄鉄鉍、黄銅鉍よりなる。

鉍化の連続して見られる深度40.00~71.00mの間では分析の結果、そのうち深度67.00~68.00m間で銅0.122%、68.00~68.90m間で銅0.309%を示した。

GSJ-22孔(100.20m)

GSJ-6孔の南西側200mに位置する。本孔は深度25m付近までは風化した淡緑色~緑褐色角閃片岩である。以下は50m付近まで中~粗粒、以下細粒の片理のあまり明瞭でない暗緑色角閃片岩よりなり、深度53.00~57.50m、72.30~74.50m、96.50~99.40m間は淡灰色~淡褐色黒雲母石英片岩を挟在している。深度95.10~96.50m間は赤紫色を呈する赤鉄鉍含有角閃片岩で微細な褶曲を示す片理を持つ。

石英細脈が多数見られ硫化物を伴うものも散見され、また微細な黄銅鉍、黄鉄鉍が鉍染状に点在するが鉍化作用としては全体に微弱である。

GSJ-23孔(150.50m)

GSJ-22孔の南側約200mに位置する。地化学探査のB級異常に対して実施したものである。本孔は深度20mまで風化が著しく淡褐色を呈する。深度63mまで中~粗粒、以下孔底まで中~細粒の暗緑色角閃片岩よりなる。上部の風化部では、明瞭な片理を示すが全体としては不明瞭な部分が多い。石英細脈が多数あり硫化物を伴うことが多い。

鉍化作用は微弱ながら全体に認められる。比較的鉍化のまともに見られる深度17.40~49.00m、61.00~62.00m、80.00~95.00m、110.00~112.00m、143.30~144.50mの区間で分析の結果、いずれも銅0.1%以下であった。

GSJ-24孔(150.50m)

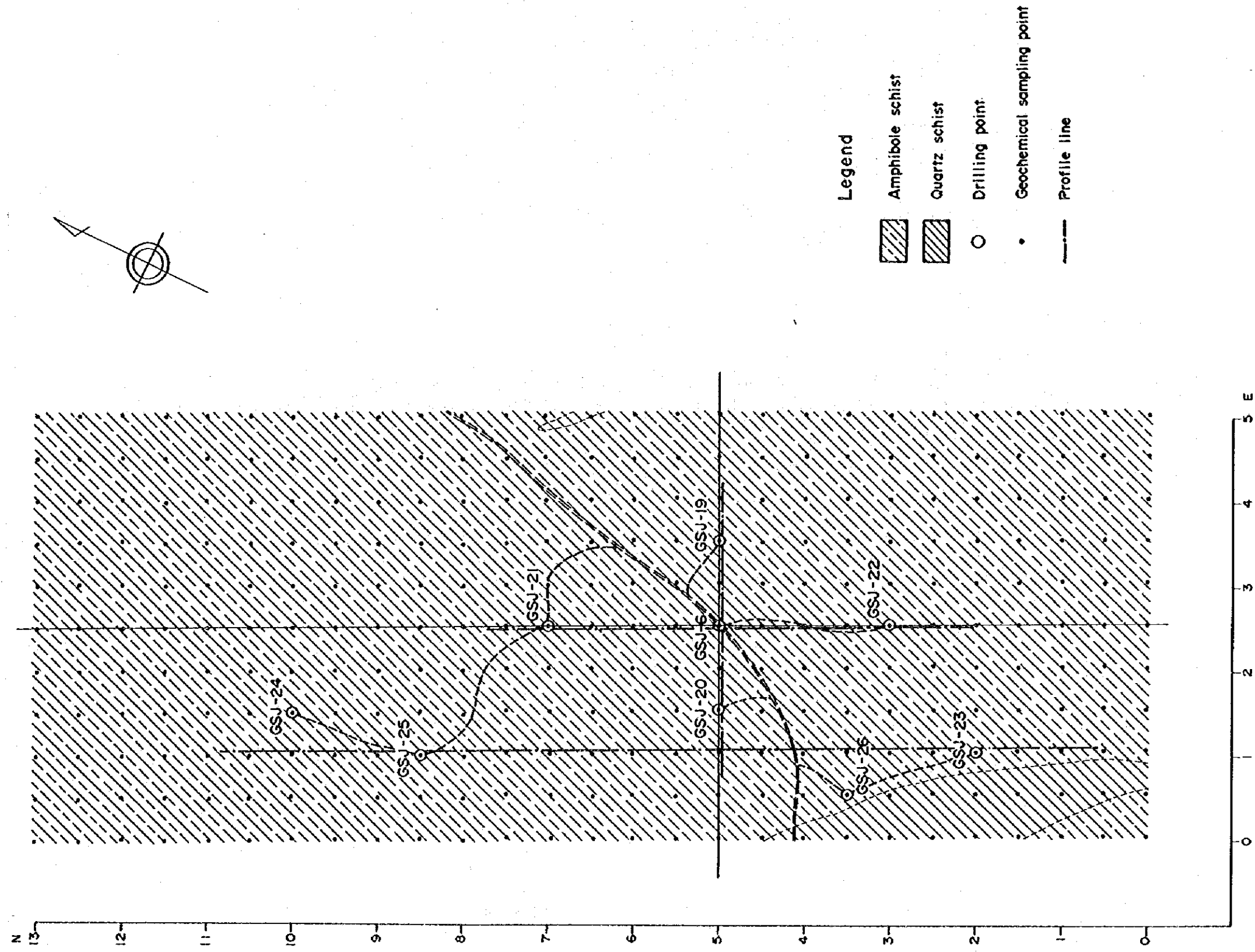
GSJ-21孔の北側約300mに位置する。地化学探査のA級異常に対して実施したものである。本孔は上部の30m付近までは部分的に風化して淡緑色を呈するところもあるが全体としては暗緑色粗~細粒の角閃片岩よりなり、深度65.40~67.10m間、70.00~71.00m間で黒雲母石英片岩を挟在している。深度35m付近までは明瞭な片理を示すが、以下は不明瞭な部分が多くなる。石英片岩部は非常に明瞭な片理を持つ。傾斜は30°~50°を示す。

鉍化作用としては角閃岩中に黄鉄鉍、黄銅鉍、赤鉄鉍の鉍化がある。比較的鉍化のまともに見られる深度74.00~75.00m、91.00~92.50m間では分析の結果、それぞれ銅0.081%、0.102%であった。

GSJ-25孔(100.30m)

GSJ-21孔の西側約200mに位置する。地化学探査のA級異常の西側で実施した。

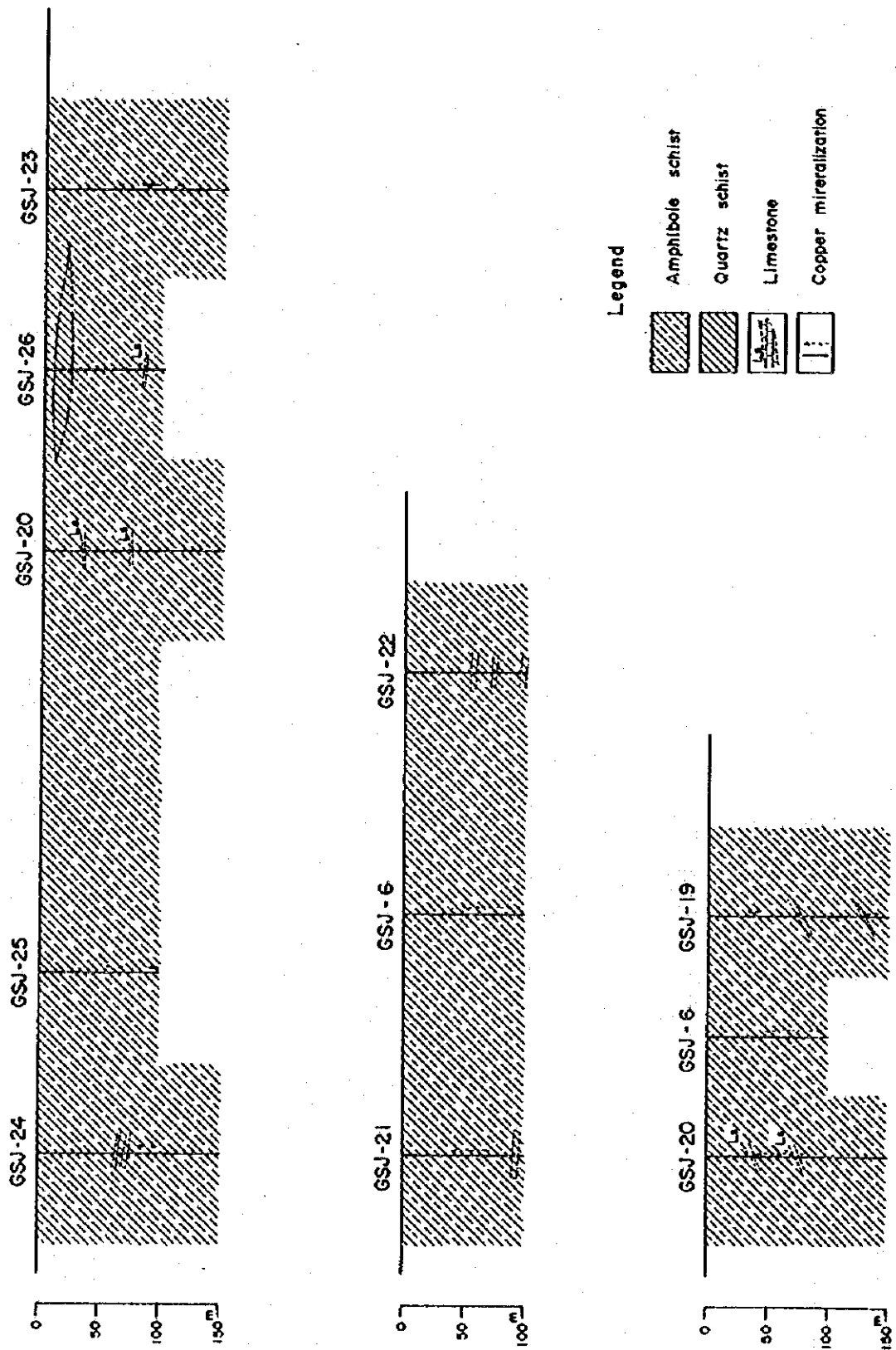
Fig.8 Geological map of Area A



Legend

- Amphibole schist
- Quartz schist
- Drilling point
- Geochemical sampling point
- Profile line

Fig. 9 Geological profile of drilling (Area A)



付近の地層の走向はN45°W、傾斜は40°Wを示しこのA級異常も同じ方向に延びる帯状分布を示している。本孔はこのことから推定される層状鉛床の落し側を狙ったものである。

深度20m付近までは風化して緑褐色を呈し、以下粗粒部の多い暗緑色角閃片岩よりなる。上部の風化部を除き片理はあまり明瞭でない。

鉛化作用は微弱ながら随所に認められ、比較的鉛化のまとまって見られる部分は深度55.50～59.00m、66.50～69.50m、92.00～99.30m間である。分析の結果55.50～56.30m間で銅0.385%、96.00～98.00m間で銅0.142%を示したほかは0.1%以下である。

GSJ-26孔(100.40m)

GSJ-22孔の西側約200mに位置する。GSJ-25孔と同様に、地化学異常の西側において鉛微帯の落し側を狙ったものである。

深度7.50mまでは風化の著しい角閃片岩である。深度7.50～23.50m間は弱い片理を持つ石英片岩であるが、以下比較的片理の明瞭な中～細粒の暗緑色角閃片岩よりなる。

鉛化作用は全体に微弱であるが、深度85.80～86.00m間で石灰質岩中に約2cm×2cmの黄銅鉛が見られた。

(2) B 地区

GSJ-27孔では粗粒玄武岩の出現により十分な成果は得られなかったが、GSJ-28孔では石灰岩が認められること、これに銅の鉛化を伴っていること及びその他地質条件も含めて、本地区はMatsitama鉛床群に類似性を示すことが判明した。

以下各孔毎の結果を述べる。

GSJ-27孔(100.05m)

第3年次のボーリングGSJ-11孔、GSJ-12孔を結ぶ線上でGSJ-12孔から900mに位置しA級の地化学異常について実施した。本孔は片理の明瞭な灰色～暗灰色雲母片岩～雲母石英片岩よりなる。片理は40°前後である。












深度21.50～31.90m、34.50～39.50m、43.90～54.00m、59.00～76.40m間では粗粒玄武岩が出現し、このため地質鉛床状況を十分に把握できなかった。鉛化作用は認められなかった。

GSJ-28孔(100.05m)

GSJ-27孔の南方1.3kmに位置する。本孔は灰色石英片岩、雲母片岩よりなり87.90～88.00m、95.50～95.70m間で白色結晶質石灰岩を挟在している。明瞭な片理を持ち傾斜20°～40°を示す。鉛化作用としては、下位の石灰岩薄層中に黄銅鉛の鉛染がわずかに見られるだけである。

Fig.10 Geological map of Area B

Legend

- | | | | |
|---|--|---|--|
|  | Calcrete |  | Mineral showing |
|  | Feldspathic and micaceous quartzite, mica schist, minor; amphibolite-amphibole schist, phyllite, limestone, copper bearing |  | Phase III |
|  | Limestone, minor dolomite |  | Phase IV |
|  | Dolerite dyke |  | Drilling site |
|  | Zr score anomaly of geochemical survey |  | Survey line grids for ground geophysical prospecting |
| | |  | Profile line |

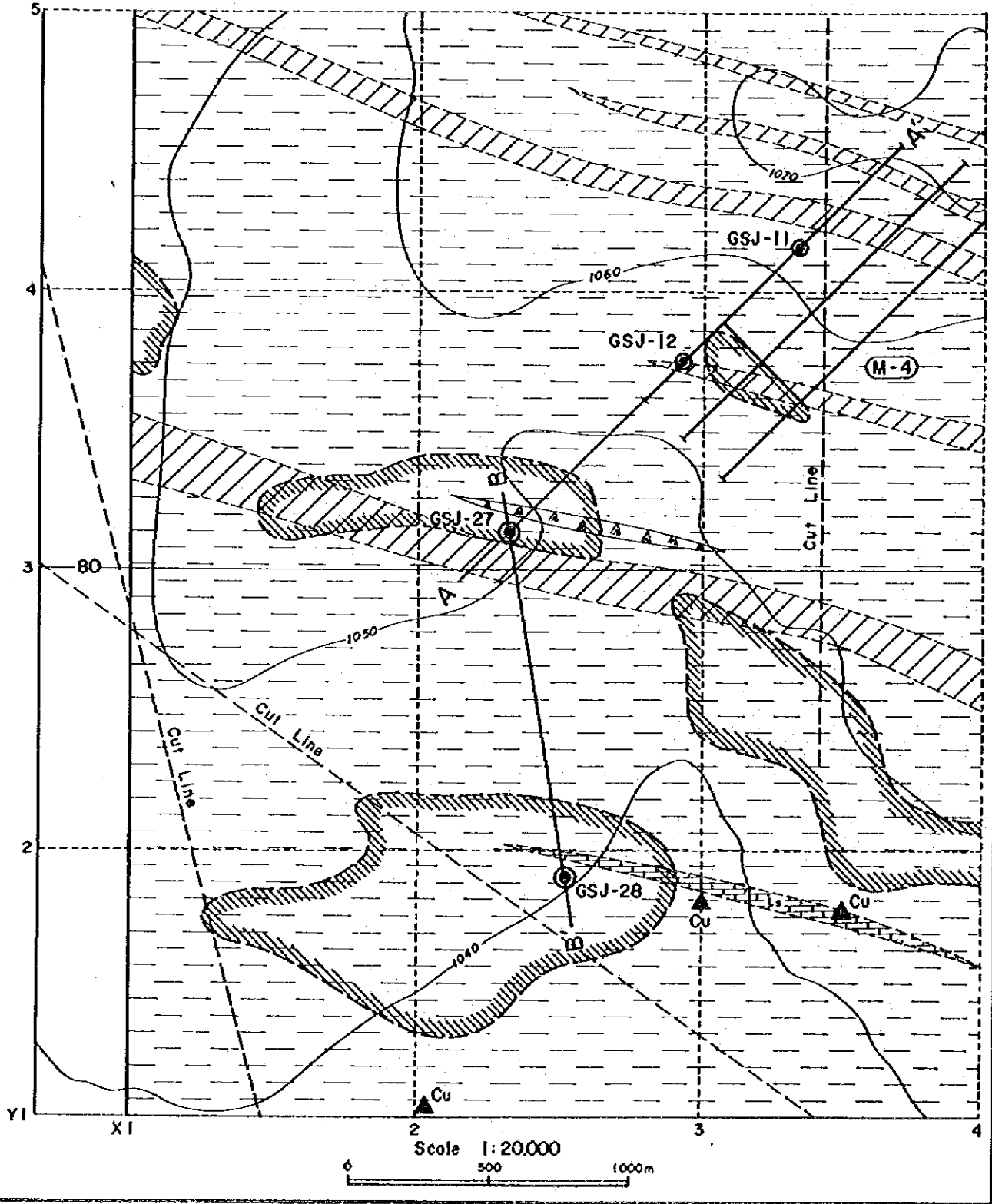
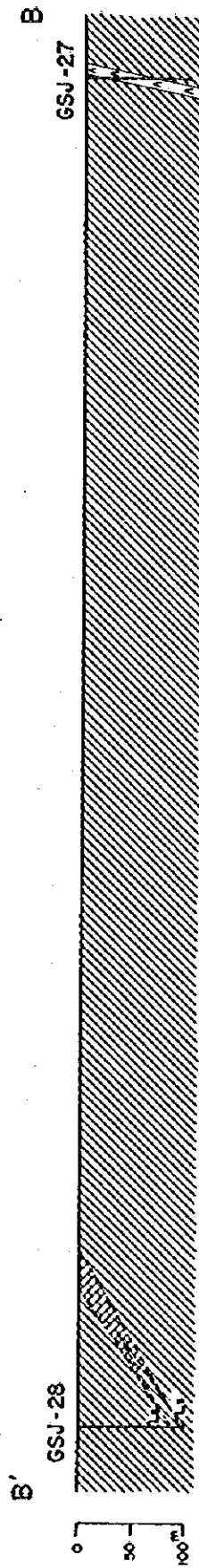
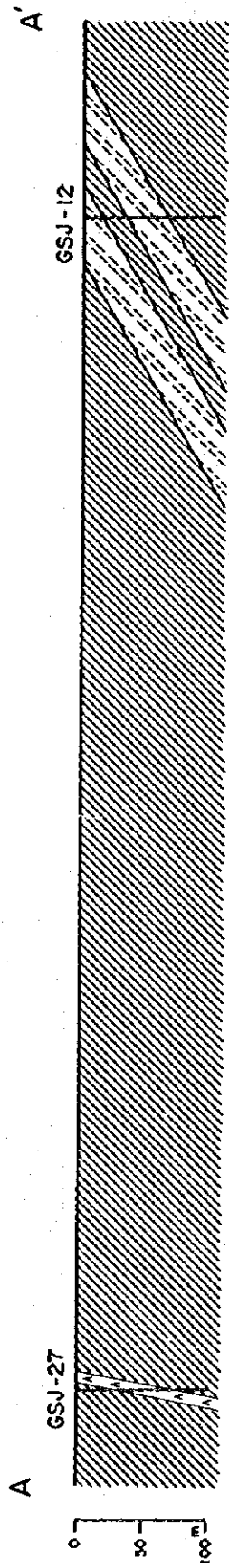







Fig. 11 Geological profile of drilling (Area B)



Legend

- | | | | |
|---|----------------|---|------------------|
|  | Mica schist |  | Amphibole schist |
|  | Quartz schist |  | Dolerite |
|  | Carbonate rock | | |

第Ⅱ部 ボーリング調査

Ⅱ-1 調査概要

Ⅱ-1-1 ボーリング目的

ボツワナ共和国北東部地域における第4年次調査の一環として、Matsitama 北部地域においてボーリング調査を実施した。

本地域では、第2・3年次の調査の結果有望地区の集約を見たが、さらに詳細な鉱徴状況の把握を目的とした。

Ⅱ-1-2 作業概要

1982年8月6日ボーリング技師6名が日本を出発、Jahannesburg, Lusaka 経由で8月11日ボツワナに入国した。

8月12日Lobatseの地質調査所において、試錐機、ポンプ、エンジン等の他、機材の点検、資材の調達、現地搬入のための積込作業等を行い、8月14日現地に向け出発、Francistown 経由で16日現地入りした。

現地では、第3年次のボーリングGSJ-6孔の南方約300mの箇所をキャンプ地とした。キャンプ設営後、ボーリング予定地点の確認、運搬道路の伏開、水源地等の下見等を行い、8月25日掘進を開始した。

掘削は普通工法によるオールコアリングで、口切に75mmメタルクラウンビットを使用し、着岩後66mmダイヤモンドビットに切換え、更に40m付近で56mmダイヤモンドビットに切換えて掘進した。掘進作業は試錐機2台により併行して進められた。使用した試錐機は下記の通りである。

Type of Drilling Machine	Unit	Capacity
TDC-1G (Tone)	2*	150 m

※ 以下1号機、2号機という。

作業形態は、機長1名、作業員3名よりなる班を編成し、一方8時間の3交代制とした。この外、水運搬用として5tトラック2台を配備し、それぞれ運転手1名、助手1名を充て、一方8時間の3交代制で試錐作業に合わせて水の供給を行った。また、各ボーリング現場には通勤、資材運搬用としてジープ又は小型トラックを配備した。

掘進作業は清水掘りを基本とし、孔内状況によりベントナイト泥水、セメントを使用して孔壁の保護に努めた。

掘進作業完了は1号機で10月4日、2機で10月14日である。作業量は合計10孔(

全て垂直孔), 総掘進長1203.40mである。

撤収作業終了後, 機械類, キャンプ資材, コア等は Lobatse の地質調査所に搬入し, 指定箇所に格納した。

試錐班のボツワナ滞在期間は, 8月11日より10月22日までの73日である。日本よりの資材延着, 水源地のポンプ故障による水待ち, 撤収時の集中豪雨などのトラブルはあったが, 掘進作業は概ね順調に推移し, 当初計画通り完了した。

II-1-3 コア鑑定および解析作業

ボーリングコアについて地質調査員が岩質, 変質, 鉱化等について観察し縮尺200分の1の地質柱状図を作成した(Apex 1)。

II-2 ボーリング位置

ボーリング地点はGSJ-6孔周辺(A地区)とGSJ-12孔の南西側(B地区)の2つの地区に分れており, 前者はキャンプ地より数100mであるが, 後者はキャンプ地の南方約1.3kmに位置しており車で約30分を要する。

ボーリング地点は標高1000m~1100mで, わずかな起伏を示す平坦地である。付近一帯はMopani, Acaciaの疎林に覆われるサバンナ地帯である。

II-3 設 営 作 業

II-3-1 道 路 造 成

8月17日よりボーリング予点地区の踏査を行い, 機材運搬道路の路線計画及び資材搬入計画を立てた。

B地区のボーリング地点については既設道路を拡張整備し, これから各ボーリング地点まで2kmの伐開道路を造成した。一方, A地区においても, 主要道路からの支線道路を各ボーリング地点まで造成した。

II-3-2 機 材 の 搬 入

Lobatseの地質調査所よりキャンプ地までは, 5トトラック3台, 7トトラック1台により搬入した。ガソリン, 軽油, 油脂類, 食料等は必要に応じてFrancistownにて購入し, 小型トラックで搬入した。

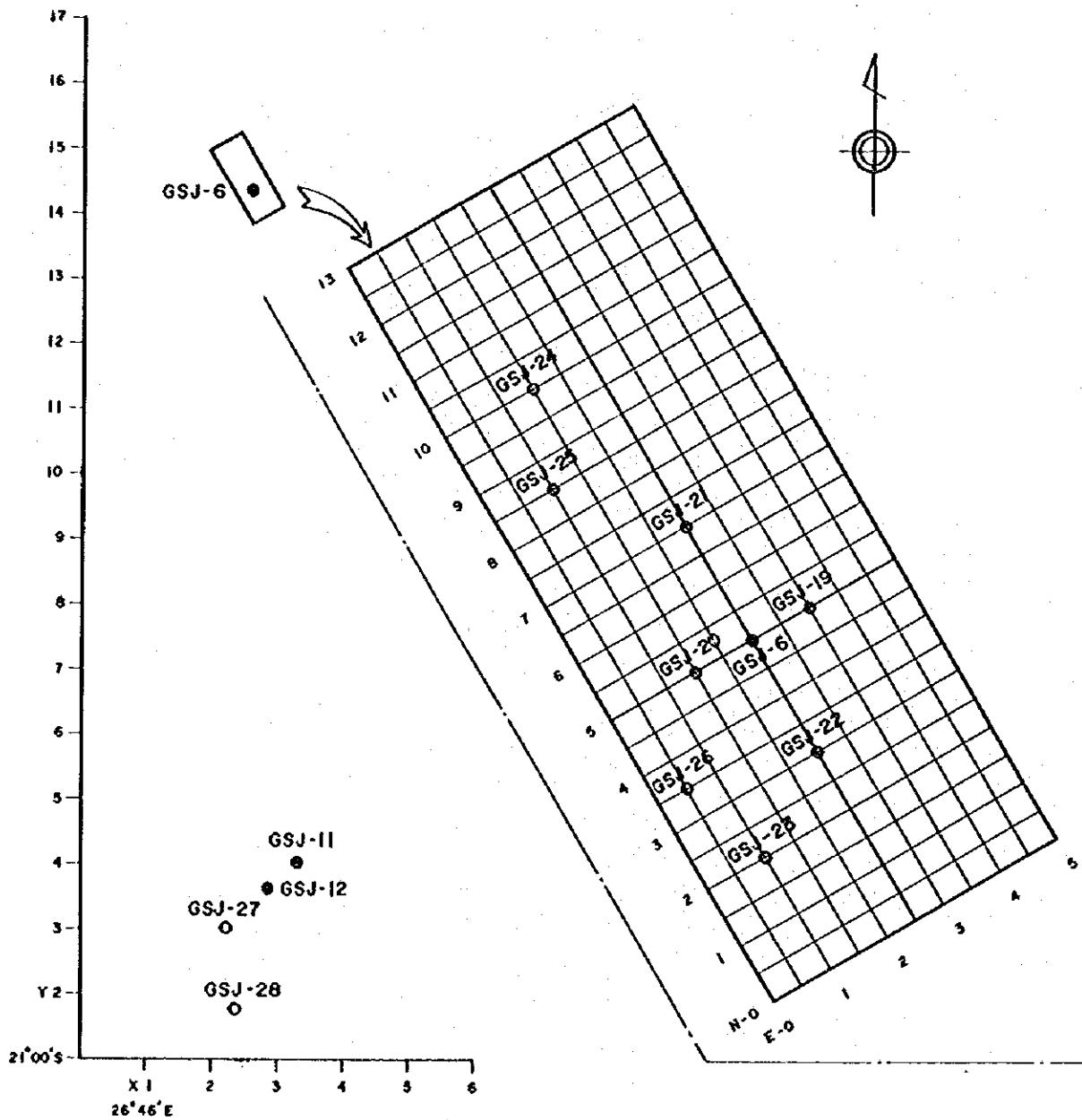
II-3-3 設 営

各ボーリング地点はいずれも平坦地にあるため, 多少の地ならし程度の整地を行ってボーリング座(10m×15m)を整備した。

II-3-4 ボーリング用水

調査期間は, 現地の乾期にあたりボーリング地点付近には表流水は全くなく, また井戸も

Fig.12 Location map of drilling

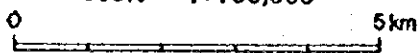


Legend

Drilling site ● Phase II

○ Phase IV

Scale 1:100,000



ない。ボーリング用水はキャンプ地南方約30kmにあるMatsitama部落及びキャンプ地西方約50kmにあるMoseise部落にある井戸より採水した。運搬はドラム缶積み5トトラック2台により行った。採水及び往復に約4時間を要し、ボーリング作業に合わせて3交代制で運搬にあたった。

II-4 掘進作業

風化岩を含む表層部の0~3.00mは、75mmメタルクラウンで掘削し73mmケーシングパイプで保護した。

以降は66mmダイヤモンドビットにより掘削し、孔内状況をみながら63mmケーシングパイプを挿入して孔内保持を図るとともに、以後は56mmダイヤモンドビットに切換え計画深度(各孔100m又は150m)まで掘削した。

全孔とも清水掘りを基本に掘削したが、全般に深度10~50mに逸水箇所が多くあり、その都度セメンテーション、ベントナイト泥水の圧入により逸水防止、崩壊防止に努めた。

ボーリング用水の水源が遠距離にあるため、運搬に長時間を要し、また揚水ポンプの故障、運搬トラックの故障等により時に水待ち時間が生じた。

ボーリング地点一帯は均質な角閃石片岩で構成されているため、掘進作業は各孔とも殆んど同様の経過で進捗し、いずれも計画深度を達成した。

各孔の掘進状況は次の通りである。

GSJ-19孔(掘進長150.50m)

0~5.00m:75mmメタルクラウンで掘進し、5.00mで硬岩に着岩後、73mmケーシングパイプを5.00mまで挿入設置した。

5.00~38.50m:66mmダイヤモンドビットで掘進し、34mで63mmケーシングパイプを挿入したが、その後逸水層に当り、38.50mまで66mmダイヤモンドビットで掘孔し、63mmケーシングパイプを挿入した。

38.50m~150.50m:56mmダイヤモンドビットで掘進した。岩質は安定し順調に推移して完了した。

GSJ-20孔(掘進長150.50m)

0~4.50m:75mmメタルクラウンで掘進し、73mmケーシングパイプを4.50mまで挿入した。

4.50~43.50m:66mmダイヤモンドビットで掘進した。逸水層に度々遭遇し、その都度セメンテーションを実施して逸水防止を図った。

43.50~150.50m:56mmダイヤモンドビットで掘進した。岩質が安定しており順

調に終了した。

・ GSJ-21孔 (掘進長100.40m)

0～3.00m：75mmメタルクラウンで掘進し73mmケーシングパイプを3.00mまで挿入設置した。

3.00～35.00m：66mmダイヤモンドビットで掘進した。25.20mで完全逸水したためセメントを注入した。以降でも返送水量が少くベントナイト泥水、ゲルセメントを使用した。返送水量は回復せず35.00mで63mmケーシングパイプを挿入設置した。

35.00～100.40m：56mmダイヤモンドビットで掘進し、順調に掘進完了した。

・ GSJ-22孔 (掘進長100.20m)

0～4.00m：75mmメタルクラウンで掘進し、73mmケーシングパイプを4.00mまで挿入設置した。

4.00～33.50m：66mmダイヤモンドビットで掘進した。25m付近までは風化著しく軟岩と硬岩の繰返しで逸水と崩壊が多発したため、その都度セメントミルクを注入し、ベントナイト泥水を使用した。33.50mで63mmケーシングパイプを挿入設置した。

33.50～100.20m：56mmダイヤモンドビットで掘進し、順調に完了した。

・ GSJ-23孔 (掘進長150.50m)

0～12.00m：75mmメタルクラウンで掘進し、深度9mで73mmケーシングパイプを挿入したが、以降軟岩と硬岩の繰返しと崩壊が著しいためケーシングパイプを抜管し、75mmメタルクラウンで深度12mまで掘孔した後、73mmケーシングパイプを12mまで再び挿入設置した。

12.00～21.50m：66mmダイヤモンドビットで掘進したが、コア詰りが多く深度21.50mで63mmケーシングパイプを挿入設置した。

21.50～150.50m：56mmダイヤモンドビットで掘進した。深度31.80m、33.40mで逸水したがベントナイト泥水を圧入し防止した。以降は岩質が安定し順調に完了した。

・ GSJ-24孔 (掘進長150.50m)

0～3.50m：75mmメタルクラウンで掘進し、73mmケーシングパイプを深度3.50mまで挿入設置した。

3.50～41.00m：66mmダイヤモンドビットで掘進した。順調に推移し深度41mまで63mmケーシングパイプを挿入した。

41.00～150.50m：56mmダイヤモンドビットで掘進した。岩質は安定し順調に完了した。

G S J - 2 5 孔 (掘進長 1 0 0 . 3 0 m)

0 ~ 3 . 5 0 m : 7 5 mmメタルクラウンで掘進し、深度 3 . 5 0 mまで 7 3 mmケーシングパイプを挿入設置した。

3 . 5 0 ~ 3 5 . 0 0 m : 6 6 mmダイヤモンドビットで掘進した。度々逸水したがセメント注入により防止しながら掘進し、深度 3 5 . 0 0 mで 6 3 mmケーシングパイプを挿入設置した。

3 5 . 0 0 ~ 1 0 0 . 3 0 m : 5 6 mmダイヤモンドビットで掘進した。岩質は均質で安定しており順調に完了した。

G S J - 2 6 孔 (掘進長 1 0 0 . 4 0 m)

0 ~ 6 . 0 0 m : 7 5 mmメタルクラウンで掘進したが、崩壊著しく深度 6 . 0 0 mまで 7 3 mmケーシングパイプを挿入設置した。

6 . 0 0 ~ 1 3 . 5 0 m : 6 6 mmダイヤモンドビットで掘進した。硬岩のため掘進長延びず、深度 1 3 . 5 0 mまで 6 3 mmケーシングパイプを挿入設置した。

1 3 . 5 0 ~ 1 0 0 . 4 0 m : 5 6 mmダイヤモンドビットで掘進した。深度 5 0 m付近までは度々逸水したが、セメンテーション、ベントナイト泥水の圧入により防止に努めた。以降は比較的順調に推移し完了した。

G S J - 2 7 孔 (掘進長 1 0 0 . 0 5 m)

0 ~ 3 . 5 0 m : 7 5 mmメタルクラウンで掘進し、7 3 mmケーシングパイプを深度 3 . 5 0 mまで挿入設置した。

3 . 5 0 ~ 4 2 . 0 0 m : 6 6 mmダイヤモンドビットで掘進した。深度 3 8 . 9 0 mで完全逸水したためセメンテーションを行い、8時間の硬化待ち後セメント切下げ中深度 3 6 . 8 0 mにて喰締められた。この事故に対して約8時間回復を試みたが、回復出来ずロッド3本を孔内に放棄した。このため本孔は南側に 3 0 cm移動して再掘進し、深度 4 2 . 0 0 mで 6 3 mmケーシングパイプを挿入設置した。

4 2 . 0 0 ~ 1 0 0 . 0 5 m : 5 6 mmダイヤモンドビットで掘進した。この区間では数箇所逸水をみたが、セメンテーション、ベントナイト泥水の圧入で逸水防止を図りながら掘進し終了した。

G S J - 2 8 孔 (掘進長 1 0 0 . 0 5 m)

0 ~ 3 . 0 0 m : 7 6 mmメタルクラウンで掘進し、7 3 mmケーシングパイプを深度 3 . 5 0 mまで挿入設置した。

3 . 0 0 ~ 4 2 . 0 0 m : 6 6 mmダイヤモンドビットで掘進した。多少逸水がみられたが順調に進み、6 3 mmケーシングパイプを深度 4 2 . 0 0 mまで挿入設置した。

4 2.00～100.05 m : 56mmダイヤモンドビットで掘進した。この区間では、岩質は安定しており比較的順調に掘進できた。

II-5 移 設 作 業

各ボーリング地点間における試錐機、ポンプ、その他機材の運搬は、5tトラック及び小型トラックによった。GSJ-27, 同28孔を除き運搬距離が数100mと短いことと、移設に先立ち伏開道路を造成したことにより、作業は比較的順調に遂行できた。

II-6 撤 収 作 業

10月4日、14日にそれぞれ1号機、2号機による掘進作業を終了し、直ちにケーシングパイプの抜管、試錐機及び櫓の解体を行い、これらをキャンプ地まで運搬した。キャンプ地では、機械類を点検整備した後、梱包してコア及びキャンプ資材とともに5tトラック及び7t大型トラック(計5台)に搭載した。10月16日から17日にかけて大雨があり河川の増水、道路の泥濘化により2日間の待機を余儀なくされた。以後の数日間も搬出作業に難渋をきたしたが、全ての機材類をLobatseの地質調査所まで運搬し所定の場所に格納した。

II-7 作 業 の 記 録

ボーリング作業の分析、ボーリング成績等は次に示すTable 5～10, Fig. 13の通りである。

Table 5 Summarized operational data of each hole

Drill hole No.	Drilling Period	Drilling Length m	Core		No. of Drilling Shift			Drilling Speed		Remarks
			Length m	Recovery %	Drilling	Others	Total	*m/shift	**m/shift	
GSI-19	Sep. 16, '82 ~ Sep. 24, '82	150.50	150.50	100	19	1	20	7.92	7.53	
GSI-20	Sep. 9, '82 ~ Sep. 19, '82	150.50	150.50	100	19	3	22	7.92	6.84	
GSI-21	Sep. 3, '82 ~ Sep. 9, '82	100.40	100.40	100	13	1	14	7.72	7.17	
GSI-22	Sep. 6, '82 ~ Sep. 16, '82	100.20	100.20	100	15	4	19	6.68	5.27	
GSI-23	Oct. 4, '82 ~ Oct. 14, '82	150.50	150.50	100	22	3	25	6.84	6.02	
GSI-24	Sep. 27, '82 ~ Oct. 5, '82	150.50	150.50	100	18	2	20	8.36	7.53	
GSI-25	Sep. 19, '82 ~ Sep. 25, '82	100.30	100.30	100	14	2	16	7.16	6.27	
GSI-26	Sep. 24, '82 ~ Oct. 4, '82	100.40	100.40	100	20	4	24	5.02	4.18	
GSI-27	Aug. 25, '82 ~ Sep. 6, '82	100.05	100.05	100	17	9	26	5.89	3.85	
GSI-28	Aug. 26, '82 ~ Sep. 3, '82	100.05	100.05	100	12	1	13	8.34	7.70	
Total		1,203.40	1,203.40	100	169	30	199	7.12	6.05	

* Drilled per one shift covering net drilling operations.

** Drilled per one shift covering works conducted.

Table 6 Summarized operational data of drill holes

No. of drilling (A)	10 Holes	Total length (B)	1,203.40 m	Core recovery	100%
No. of working day (C)	92 day/hole	No. of working shift (D)	199	Working hour (E)	1,616
C/A	9.2	D/A	19.9 shifts/hole	E/A	161.6 hours/hole
B/C	13.08 m/day	B/D	6.05 m/shift	B/E	0.74 m/hour
No. of drilling day (F)	70	No. of drilling shift (G)	169	Drilling hour (H)	648
F/A	7 day/hole	G/A	16.9 shift/hole	H/A	64.8 hour/hole
B/F	17.19 m/day	B/G	7.12 m/shift	B/H	1.86 m/hour

Table 7-1 Operational results of drill hole, GSJ-19

		Period		Number of Days	Actual Working Days	Day off	Total Number of Workers	
Working Period	Preparation	Sep. 16, '82 ~ Sep. 16, '82		1	0.5		12	
	Drilling	Sep. 17, '82 ~ Sep. 23, '82		7	7		84	
	Removing	Sep. 24, '82 ~ Sep. 24, '82		1	0.5		12	
	Total	Sep. 16, '82 ~ Sep. 24, '82		9	8		108	
Drilling Length	Planned Length	150.00 m		Core Recovery for each 100 m section				
	Increase in Length	0.50 m	Core Length	150.50 m	Depth m	Section %	Total %	
	Length Drilled	150.0 m	Core Recovery	100%	0 ~ 100 100 ~ 150.50	100 100	100	
Working Time	Drilling	82°30'	56.51%	54.28%	Drilling Efficiency			
	Accompanying Works	63°30'	43.49%	41.78%	150.50/9	$\frac{\text{Total Length}}{\text{Drilling Period}}$	16.72 m/Day	
	Repairing		%	%	150.50/8	$\frac{\text{Total Length}}{\text{Working Days}}$	18.81 m/Day	
	Total	146°00'	100%	%	150.50/7	$\frac{\text{Total Length}}{\text{Net Drilling Days}}$	21.50 m/Day	
	Removing	Preparation	2°00'		1.31%	84/150.50	$\frac{\text{Net Drilling Workers}}{\text{Total Length}}$	0.56 men/m
		Moving	4°00'		2.63%	Drilled Length by Bit Size		
	Others				Bit Size	75 mm	66 mm	56 mm
	Grand Total	152°00'		100%	Drilled Length	5.00 m	33.50 m	112.00 m
Inserted Casing Pipe	Pipe Size & Inserted Length	$\frac{\text{Inserted Length}}{\text{Drilling Length}}$	Recovery of Casing Pipe		Core Length	5.00 m	33.50 m	112.00 m
	73 mm : 5.00 m	3.32 %	100 %		Remarks			
	63 mm : 38.50 m	25.58 %	100 %					

Table 7-2 Operational results of drill hole, GSJ-20

		Period		Number of Days	Actual Working Days	Day off	Total Number of Workers	
Working Period	Preparations	Sep. 9, '82 ~ Sep. 9, '82		1	0.5		9	
	Drilling	Sep. 10, '82 ~ Sep. 18, '82		9	9		81	
	Removing	Sep. 19, '82 ~ Sep. 19, '82		1	1		9	
	Total	Sep. 9, '82 ~ Sep. 19, '82		11	10.5		99	
Drilling Length	Planned Length	150.00 m		Core Recovery for each 100 m section				
	Increase in Length	0.50 m	Core Length	150.50 m	Depth m	Section %	Total %	
	Length Drilled	150.0 m	Core Recovery	100 %	0 ~ 100 100 ~ 150.50	100 100	100	
Working Time	Drilling	74°30'	50.34 %	42.33 %	Drilling Efficiency			
	Accompanying Works	73°30'	49.66 %	41.76 %	150.50/11	Total Length Drilling Period	13.68 m/Day	
	Repairing		%	%	150.50/10.50	Total Length Working Days	14.33 m/Day	
	Total	148°00'	100 %	%	150.50/9	Total Length Net Drilling Days	16.72 m/Day	
	Removing	Preparation	2°00'		1.14 %	81/150.50	Net Drilling Workers Total Length	0.54 m/Day
		Moving	8°00'		4.54 %	Drilled Length by Bit Size		
	Others	18°00'		10.23 %	Bit Size	75 mm	66 mm	56 mm
Grand Total	176°00'		100 %	Drilled Length	4.00 m	39.50 m	107.00 m	
Inserted Casing Pipe	Pipe Size & Inserted Length	Inserted Length Drilling Length	Recovery of Casing Pipe	Core Length	4.00 m	39.50 m	107.00 m	
	73 mm : 4.00 m	2.66 %	100 %	Remarks				
	63 mm : 43.50 m	28.90 %	93 %					

Table 7-3 Operational results of drill hole, GSI-21

		Period			Number of Days	Actual Working Days	Day off	Total Number of Workers	
Working Period	Preparation	Sep. 3, '82 ~ Sep. 3, '82			1	1		9	
	Drilling	Sep. 4, '82 ~ Sep. 8, '82			5	5		57	
	Removing	Sep. 9, '82 ~ Sep. 9, '82			1	1		12	
	Total	Sep. 3, '82 ~ Sep. 9, '82			7	7		78	
Drilling Length	Planned Length	100.00 m			Core Recovery for each 100 m section				
	Increase in Length	0.40 m	Core Length	100.40 m	Depth m	Section %	Total %		
	Length Drilled	100.40 m	Core Recovery	100 %	0 ~ 100.40	100	100		
Working Time	Drilling	41°00'	38.0 %	34.2 %	Drilling Efficiency				
	Accompanying Works	59°00'	54.6 %	49.1 %	100.40/7	Total Length Drilling Period	14.34 m/Day		
	Repairing	8°00'	7.4 %	6.7 %	100.40/7	Total Length Working Days	14.34 m/Day		
	Total	108°00'	100 %	9.0 %	100.40/5	Total Length Net Drilling Days	20.08 m/Day		
	Removing	Preparation	4°00'		3.3 %	57/100.40	Net Drilling Workers Total Length	0.57 men/m	
		Moving	8°00'		6.7 %	Drilled Length by Bit Size			
	Others				Bit Size	75 mm	66 mm	56 mm	
	Grand Total	120°00'		100 %	Drilled Length	3.00 m	32.00 m	65.40 m	
Inserted Casing Pipe	Pipe Size & Inserted Length	Inserted Length Drilling Length		Recovery of Casing Pipe	Core Length	3.00 m	32.00 m	65.40 m	
	73 mm : 3.00 m	2.99 %		100 %	Remarks				
	63 mm : 35.00 m	34.86 %		100 %					

Table 7-4 Operational results of drill hole, GSI-22

		Period			Number of Days	Actual Working Days	Day off	Total Number of Workers	
Working Period	Preparation	Sep. 6, '82 ~ Sep. 6, '82			1	0.5		12	
	Drilling	Sep. 7, '82 ~ Sep. 15, '82			9	9		108	
	Removing	Sep. 16, '82 ~ Sep. 16, '82			1	1		12	
	Total	Sep. 6, '82 ~ Sep. 16, '82			11	10.5		132	
Drilling Length	Planned Length	100.00 m			Core Recovery for each 100 m section				
	Increase in Length	0.20 m	Core	100.20 m	Depth m	Section %	Total %		
	Length Drilled	100.20 m	Core Recovery	100 %	0 ~ 100.20	100	100		
Working Time	Drilling	52°00'	41.27 %	32.50 %	Drilling Efficiency				
	Accompanying Works	74°00'	58.73 %	46.25 %	100.20/11	Total Length Drilling Period	9.11 m/Day		
	Repairing		%	%	100.20/10.5	Total Length Working Days	9.54 m/Day		
	Total	126°00'	100 %	%	100.20/9	Total Length Net Drilling Days	11.13 m/Day		
	Removing	Preparation	2°00'		1.25 %	108/100.20	Net Drilling Workers Total Length	1.08 men/m	
		Moving	8°00'		5.00 %	Drilled Length by Bit Size			
	Others	24°00'		15.00 %	Bit Size	75 mm	66 mm	56 mm	
	Grand Total	160°00'		100 %	Drilled Length	4.00 m	29.50 m	66.70 m	
Inserted Casing Pipe	Pipe Size & Inserted Length	Inserted Length Drilling Length		Recovery of Casing Pipe	Core Length	4.00 m	29.50 m	66.70 m	
	73 mm : 4.00 m	3.92 %		100 %	Remarks Matsitama water pump trouble.				
	63 mm : 33.50 m	33.43 %		90 %					

Table 7-5 Operational results of drill hole, GSI-23

		Period		Number of Days	Actual Working Days	Day off	Total Number of Workers	
Working Period	Preparation	Oct. 4, '82 ~ Oct. 4, '82		1	1		12	
	Drilling	Oct. 5, '82 ~ Oct. 14, '82		10	10		120	
	Removing	Oct. 14, '82 ~ Oct. 14, '82		1	1		12	
	Total	Oct. 4, '82 ~ Oct. 14, '82		12	12		144	
Drilling Length	Planned Length	100.00 m		Core Recovery for each 100 m section				
	Increase in Length	0.50 m	Core Length	150.50 m	Depth m	Section %	Total %	
	Length Drilled	150.50 m	Core Recovery	100 %	0 ~ 100 100 ~ 150.50	100 100	100	
Working Time	Drilling	88°00'	47.83 %	45.84 %	Drilling Efficiency			
	Accompanying Works	96°00'	52.17 %	50 %	150.50/12	$\frac{\text{Total Length}}{\text{Drilling Period}}$	12.54 m/Day	
	Repairing		%	%	150.50/12	$\frac{\text{Total Length}}{\text{Working Days}}$	12.54 m/Day	
	Total	184°00'	100 %	95.84 %	150.50/10	$\frac{\text{Total Length}}{\text{Net Drilling Days}}$	15.05 m/Day	
	Removing	Preparation	4°00'		2.08 %	120/150.50	$\frac{\text{Net Drilling Workers}}{\text{Total Length}}$	0.80 men/m
		Moving	4°00'		2.08 %	Drilled Length by Bit Size		
	Others				Bit Size	75 mm	66 mm	56 mm
	Grand Total	192°00'		100 %	Drilled Length	12.00 m	9.50 m	129.00 m
Inserted Casing Pipe	Pipe Size & Inserted Length	$\frac{\text{Inserted Length}}{\text{Drilling Length}}$	Recovery of Casing Pipe	Core Length	12.00 m	9.50 m	129.00 m	
	74 mm : 12.00 m	7.97 %	75 %	Remarks				
	63 mm : 21.50 m	14.29 %	100 %					

Table 7-6 Operational results of drill hole, GSI-24

		Period		Number of Days	Actual Working Days	Day off	Total Number of Workers	
Working Period	Preparation	Sep. 27, '82 ~ Sep. 27, '82		1	1		12	
	Drilling	Sep. 28, '82 ~ Oct. 5, '82		8	8		96	
	Removing	Oct. 5, '82 ~ Oct. 5, '82		1	1		12	
	Total	Sep. 27, '82 ~ Oct. 5, '82		10	10		120	
Drilling Length	Planned Length	150.00 m		Core Recovery for each 100 m section				
	Increase in Length	0.50 m	Core Length	150.50 m	Depth m	Section %	Total %	
	Length Drilled	150.50 m	Core Recovery	100 %	0 ~ 100 100 ~ 150.50	100 100	100	
Working Time	Drilling	74°00'	46.25 %	42.04 %	Drilling Efficiency			
	Accompanying Works	86°00'	53.75 %	48.86 %	150.50/10	<u>Total Length</u> <u>Drilling Period</u>	15.05 m/Day	
	Repairing		%	%	150.50/10	<u>Total Length</u> <u>Working Days</u>	15.05 m/Day	
	Total	160°00'	100 %	%	150.50/8	<u>Total Length</u> <u>Net Drilling Days</u>	18.81 m/Day	
	Removing	Preparation	8°00'		4.55 %	96/150.50	<u>Net Drilling Workers</u> <u>Total Length</u>	0.64 men/m
		Moving	8°00'		4.55 %	Drilled Length by Bit Size		
	Others				Bit Size	75 mm	66 mm	56 mm
	Grand Total	176°00'		100 %	Drilled Length	3.50 m	37.50 m	109.50 m
Inserted Casing Pipe	Pipe Size & Inserted Length	<u>Inserted Length</u> <u>Drilling Length</u>		Recovery of Casing Pipe	Core Length	3.50 m	37.50 m	109.50 m
	73 mm : 3.50 m	2.33 %		100%	Remarks			
	63 mm : 41.00 m	27.24 %		73%				

Table 7-7 Operational results of drill hole, GSJ-25

		Period		Number of Days	Actual Working Days	Day off	Total Number of Workers	
Working Period	Preparation	Sep. 19, '82 ~ Sep. 19, '82		1	0.5		12	
	Drilling	Sep. 20, '82 ~ Sep. 24, '82		5	5		60	
	Removing	Sep. 25, '82 ~ Sep. 25, '82		1	1		12	
	Total	Sep. 29, '82 ~ Sep. 25, '82		7	6.5		84	
Drilling Length	Planned Length	100.00 m		Core Recovery for each 100 m section				
	Increase in Length	0.30 m	Core Length 100.30 m	Depth m	Section %	Total %		
	Length Drilled	100.30 m	Core Recovery 100 %	0 ~ 100.30	100	100		
Working Time	Drilling	50°30'	46.33 %	39.45 %	Drilling Efficiency			
	Accompanying Works	58°30'	53.67 %	45.70 %	100.30/7	Total Length Drilling Period	14.33 m/Day	
	Repairing		%	%	100.30/6.5	Total Length Working Days	15.43 m/Day	
	Total	109°00'	100 %	85.15 %	100.30/5	Total Length Net Drilling Days	20.06 m/Day	
	Removing	Preparation	3°00'		2.35 %	60/100.30	Net Drilling Workers Total Length	0.60 men/m
		Moving	16°00'		12.50 %	Drilled Length by Bit Size		
	Others				Bit Size	75 mm	66 mm	56 mm
	Grand Total	128°00'		100 %	Drilled Length	3.50 m	31.50 m	65.30 m
Inserted Casing Pipe	Pipe Size & Inserted Length	Inserted Length Drilling Length	Recovery of Casing Pipe	Core Length	3.50 m	31.50 m	65.30 m	
	73 mm : 3.50 m	3.49%	100 %	Remarks				
	63 mm : 35.00 m	34.90%	100 %					

Table 7-8 Operational results of drill hole, GSI-26

		Period		Number of Days	Actual Working Days	Day off	Total Number of Workers	
Working Period	Preparation	Sep. 24, '82 ~ Sep. 24, '82		1	1		12	
	Drilling	Sep. 24, '82 ~ Oct. 3, '82		10	10		120	
	Removing	Oct. 4, '82 ~ Oct. 4, '82		1	1		12	
	Total	Sep. 24, '82 ~ Oct. 4, '82		11	11		144	
Drilling Length	Planned Length	100.00 m		Core Recovery for each 100 m section				
	Increase in Length	0.40 m	Core Length	100.40 m	Depth m	Section %	Total %	
	Length Drilled	100.40 m	Core Recovery	100 %	0 ~ 100.40	100	100	
Working Time	Drilling	75°00'	40.76 %	37.50 %	Drilling Efficiency			
	Accompanying Works	109°00'	59.24 %	54.50 %	100.40/11	Total Length Drilling Period	9.13 m/Day	
	Repairing		%	%	100.40/11	Total Length Working Days	9.13 m/Day	
	Total	184°00'	100 %	92 %	100.40/10	Total Length Net Drilling Days	10.04 m/Day	
	Removing	Preparation	8°00'		4.00 %	120/100.40	Net Drilling Workers Total Length	1.20 men/m
		Moving	8°00'		4.00 %	Drilled Length by Bit Size		
	Others				Bit Size	75 mm	66 mm	56 mm
	Grand Total	200°00'		100 %	Drilled Length	6.00 m	7.50 m	86.90 m
Inserted Casing Pipe	Pipe Size & Inserted Length	Inserted Length Drilling Length		Recovery of Casing Pipe	Core Length	6.00 m	7.50 m	86.90 m
	73 mm : 6.00 m	5.98 %		100 %	Remarks			
	63 mm : 13.50 m	13.45 %		100 %				

Table 7-9 Operational results of drill hole, GSJ-27

		Period			Number of Days	Actual Working Days	Day off	Total Number of Workers	
Working Period	Preparation	Aug. 25, '82 ~ Aug. 25, '82			1	0.5		4	
	Drilling	Aug. 25, '82 ~ Sep. 5, '82			12	11.5		108	
	Removing	Sep. 6, '82 ~ Sep. 6, '82			1	1		12	
	Total	Aug. 25, '82 ~ Sep. 6, '82			14	13.0		124	
Drilling Length	Planned Length	100.00 m			Core Recovery for each 100 m section				
	Increase in Length	0.05 m	Core Length	100.05 m	Depth m	Section %	Total %		
	Length Drilled	100.05 m	Core Recovery	100 %	0 ~ 100.05	100	100		
Working Time	Drilling	66°30'	35.47 %	33.25 %	Drilling Efficiency				
	Accompanying Works	61°30'	32.80 %	30.75 %	100.05/14	Total Length Drilling Period	7.15 m/Day		
	Repairing	59°30'	31.73 %	29.75 %	100.05/13	Total Length Working Days	7.70 m/Day		
	Total	187°30'	100 %	%	100.05/11.5	Total Length Net Drilling Days	8.70 m/Day		
	Removing	Preparation	4°30'		2.25 %	108/100.05	Net Drilling Workers Total Length	1.08 men/m	
		Moving	8°00'		4.00 %	Drilled Length by Bit Size			
	Others				Bit Size	75 mm	66 mm	56 mm	
	Grand Total	200°00'			100 %	Drilled Length	3.00 m	39.00 m	58.05 m
Inserted Casing Pipe	Pipe Size & Inserted Length	Inserted Length Drilling Length		Recovery of Casing Pipe	Core Length	3.00 m	39.00 m	58.05 m	
	73 mm : 3.00 m	2.99 %		100 %	Remarks Due to jamming at 36.80m, drilled new hole.				
	63 mm : 42.00 m	41.98 %		100 %					

Table 7-10 Operational results of drill hole, GSJ-28

		Period		Number of Days	Actual Working Days	Day off	Total Number of Workers	
Working Period	Preparation	Aug. 26, '82 ~ Aug. 26, '82		1	1		6	
	Drilling	Aug. 26, '82 ~ Sep. 2, '82		8	8		60	
	Removing	Sep. 3, '82 ~ Sep. 3, '82		1	1		4.5	
	Total	Aug. 26, '82 ~ Sep. 3, '82		10	10		70.5	
Drilling Length	Planned Length	100.00 m		Core Recovery for each 100 m section				
	Increase in Length	0.05 m	Core Length	100.05 m	Depth m	Section %	Total %	
	Length Drilled	100.05 m	Core Recovery	100 %	0 ~ 100.05	100	100	
Working Time	Drilling	44°00'	46.8 %	39.3 %	Drilling Efficiency			
	Accompanying Works	50°00'	53.2 %	44.7 %	100.05/10	$\frac{\text{Total Length}}{\text{Drilling Period}}$	10.0 m/Day	
	Repairing		%	%	100.05/10	$\frac{\text{Total Length}}{\text{Working Days}}$	10.5 m/Day	
	Total	94°00'	100 %	84.0 %	100.05/8	$\frac{\text{Total Length}}{\text{Net Drilling Days}}$	12.5 m/Day	
	Removing	Preparation	10°00'		8.9 %	60/100.05	$\frac{\text{Net Drilling Workers}}{\text{Total Length}}$	0.6 men/m
		Moving	8°00'		7.1 %	Drilled Length by Bit Size		
	Others				Bit Size	75 mm	66 mm	56 mm
	Grand Total	112°00'		100 %	Drilled Length	3.00 m	39.00 m	58.05 m
Inserted Casing Pipe	Pipe Size & Inserted Length	$\frac{\text{Inserted Length}}{\text{Drilling Length}}$	Recovery of Casing Pipe	Core Length	3.00 m	39.00 m	58.05 m	
	73 mm : 3.00 m	3.00 %	100 %	Remarks				
	63 mm : 42.00 m	41.98 %	100 %					

Fig. 13-1 · PROGRESS RECORD OF DRILLING GSJ-19

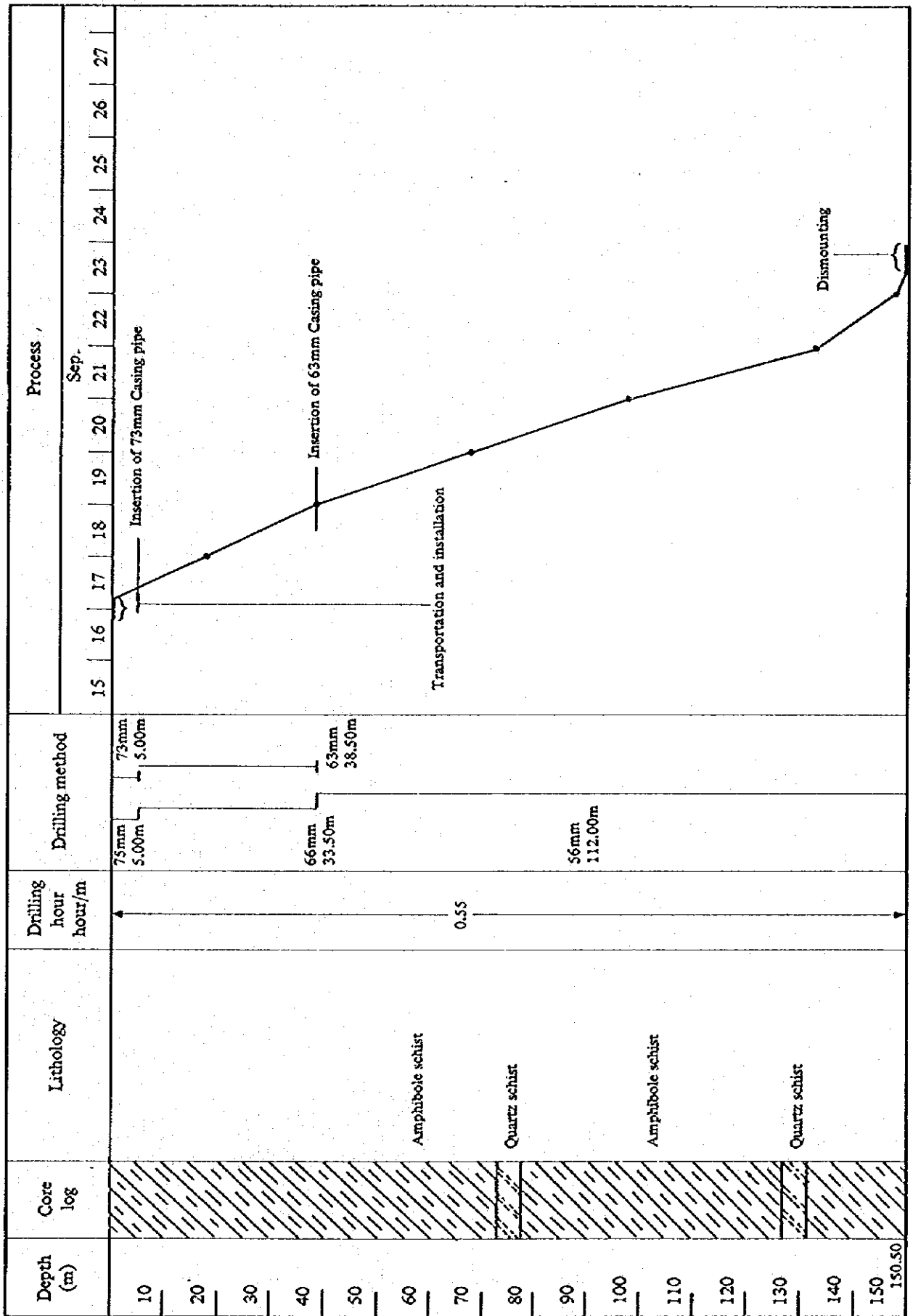


Fig. 13-2. PROGRESS RECORD OF DRILLING GSJ-20

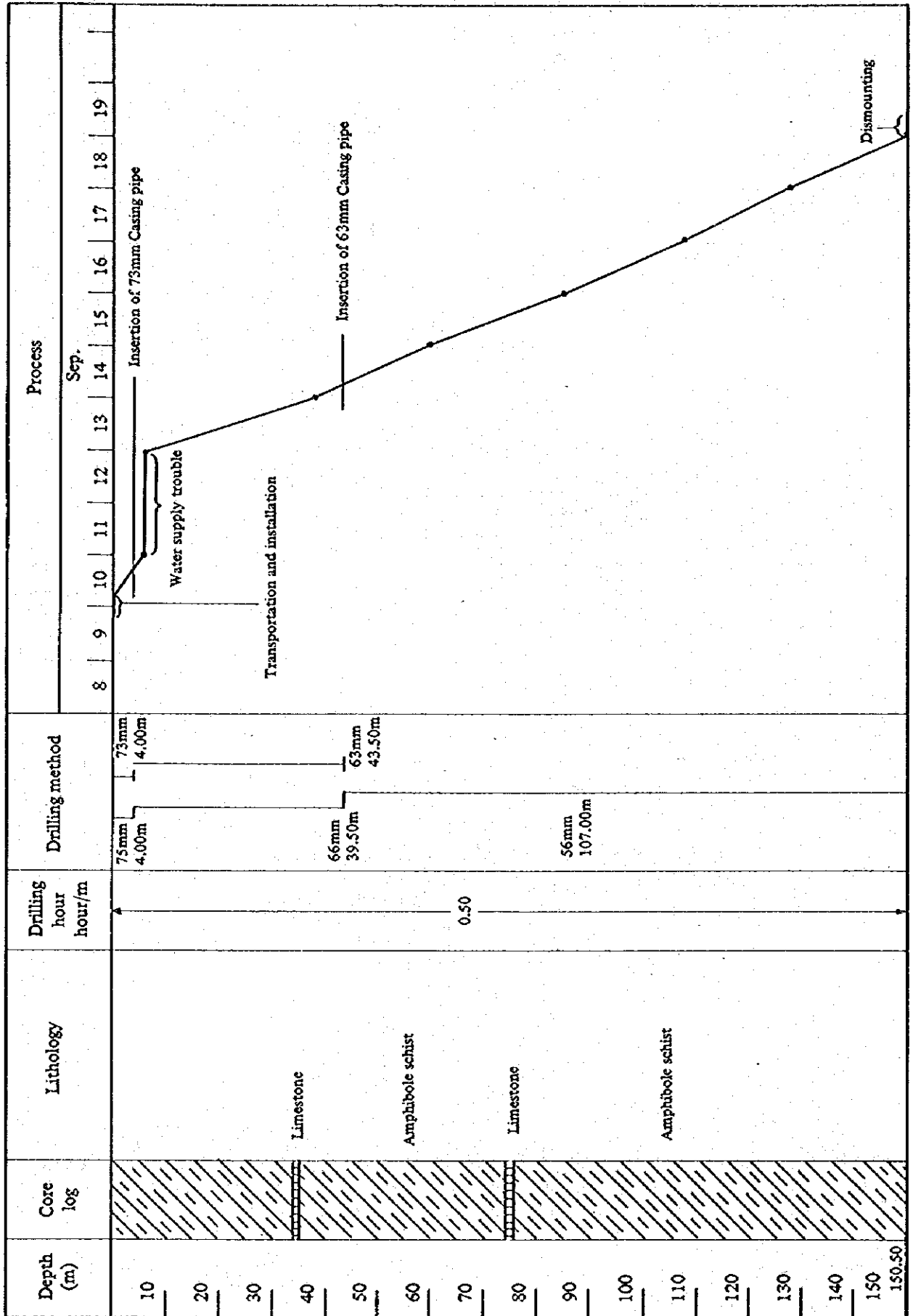


Fig. 13-3 PROGRESS RECORD OF DRILLING GSI-21

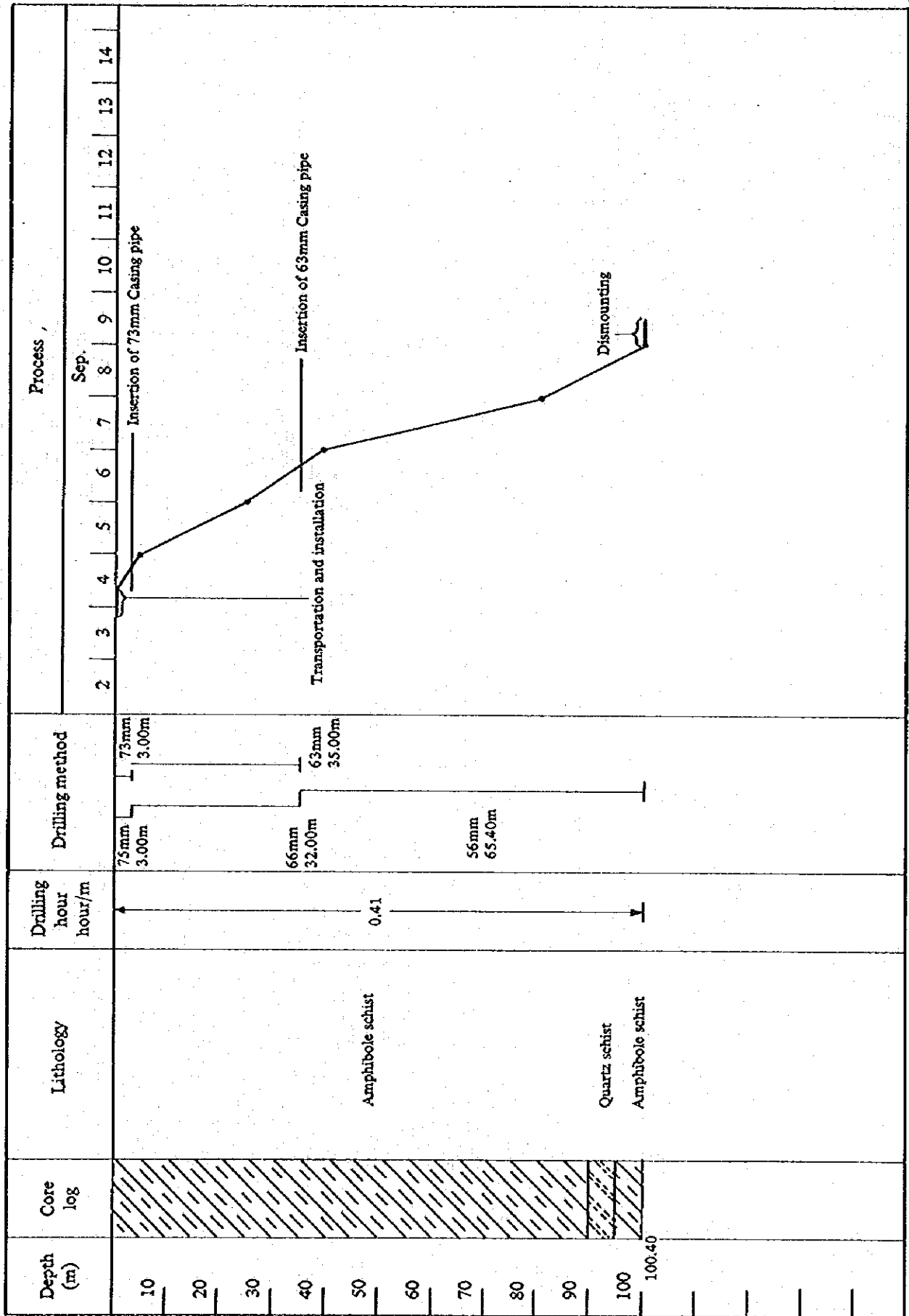


Fig. 13-4 PROGRESS RECORD OF DRILLING GSJ-22

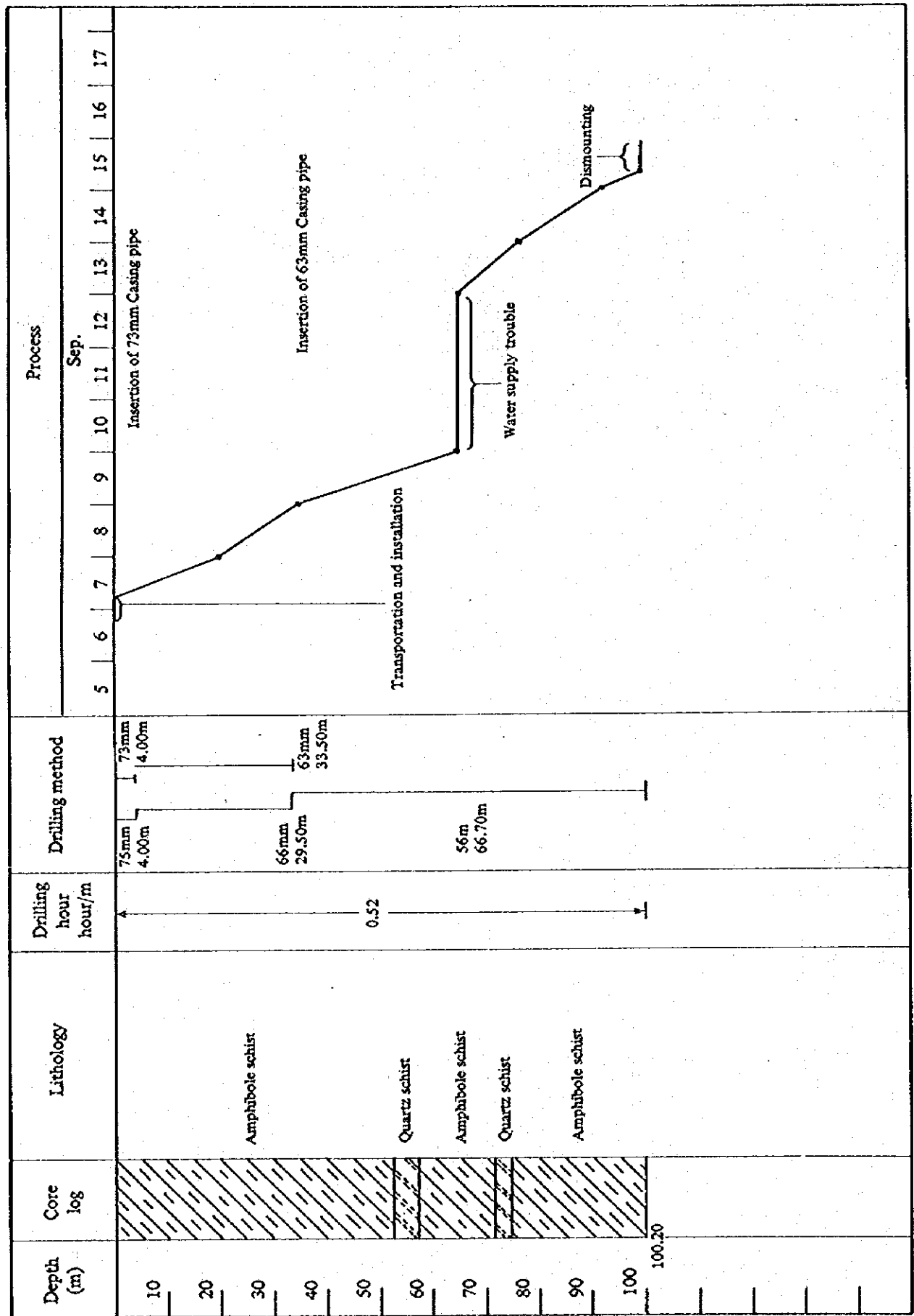


Fig. 13-5 PROGRESS RECORD OF DRILLING GSJ-23

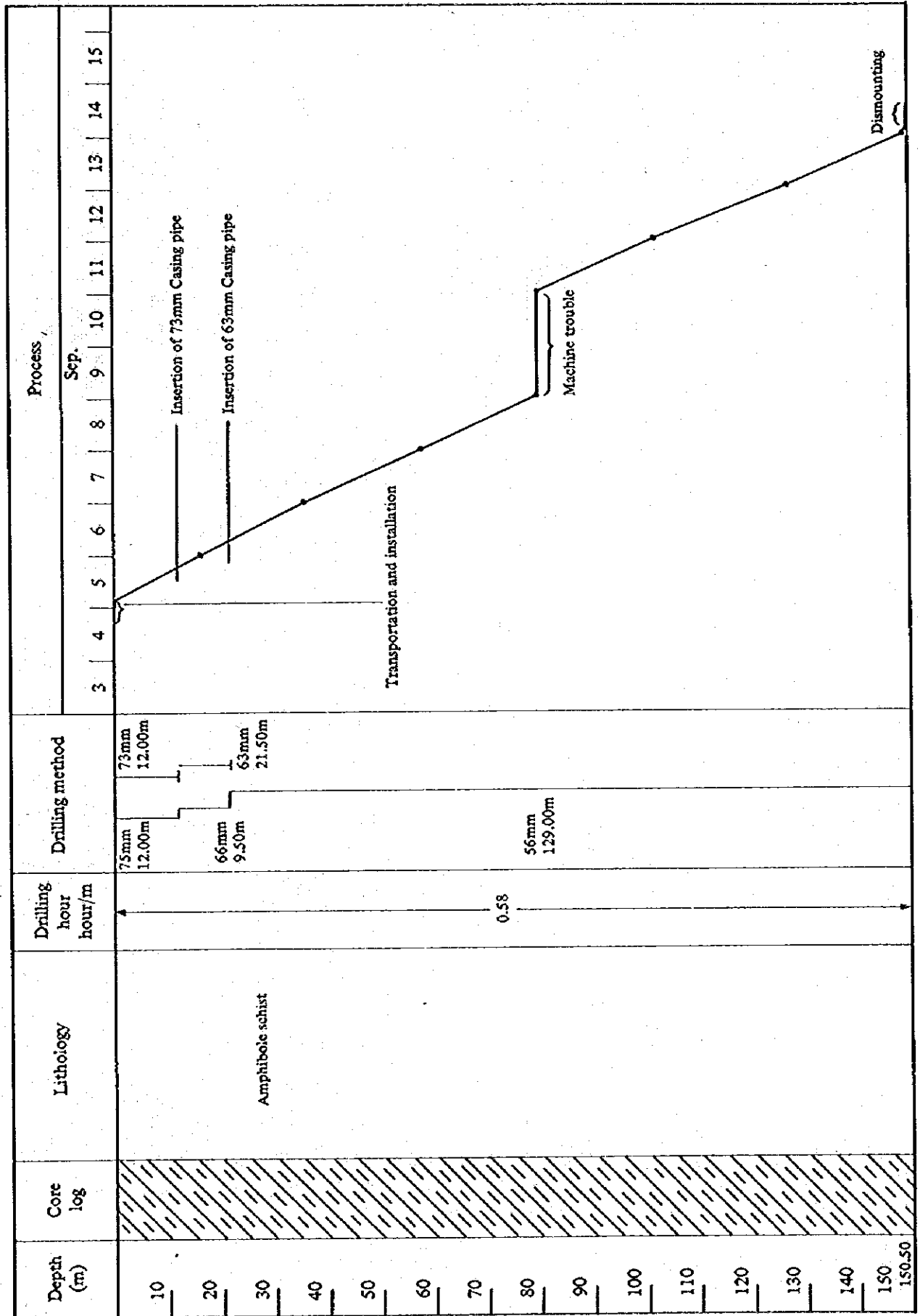


Fig. 13-6 PROGRESS RECORD OF DRILLING GSJ-24

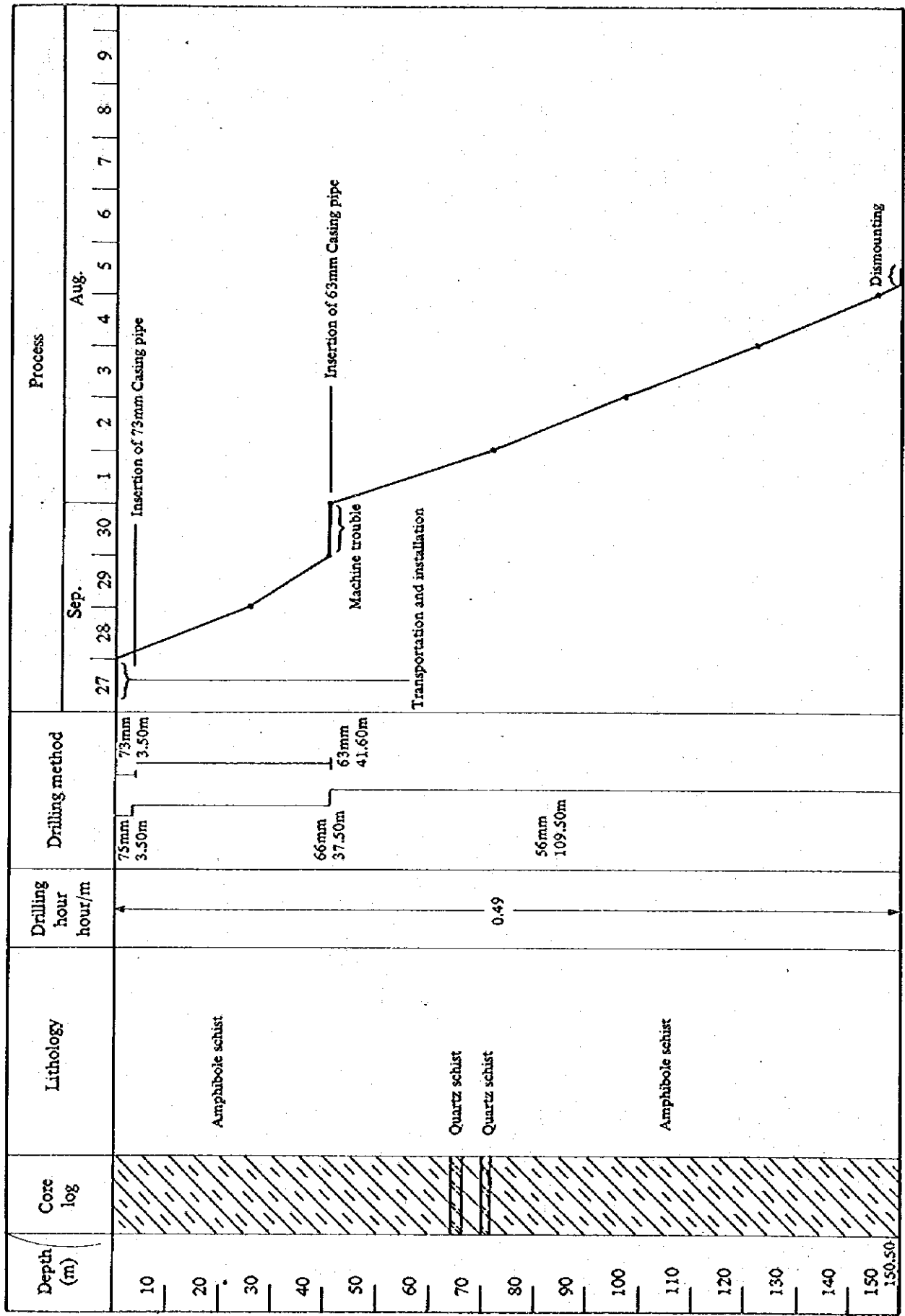


Fig. 13-7 PROGRESS RECORD OF DRILLING GSI-25

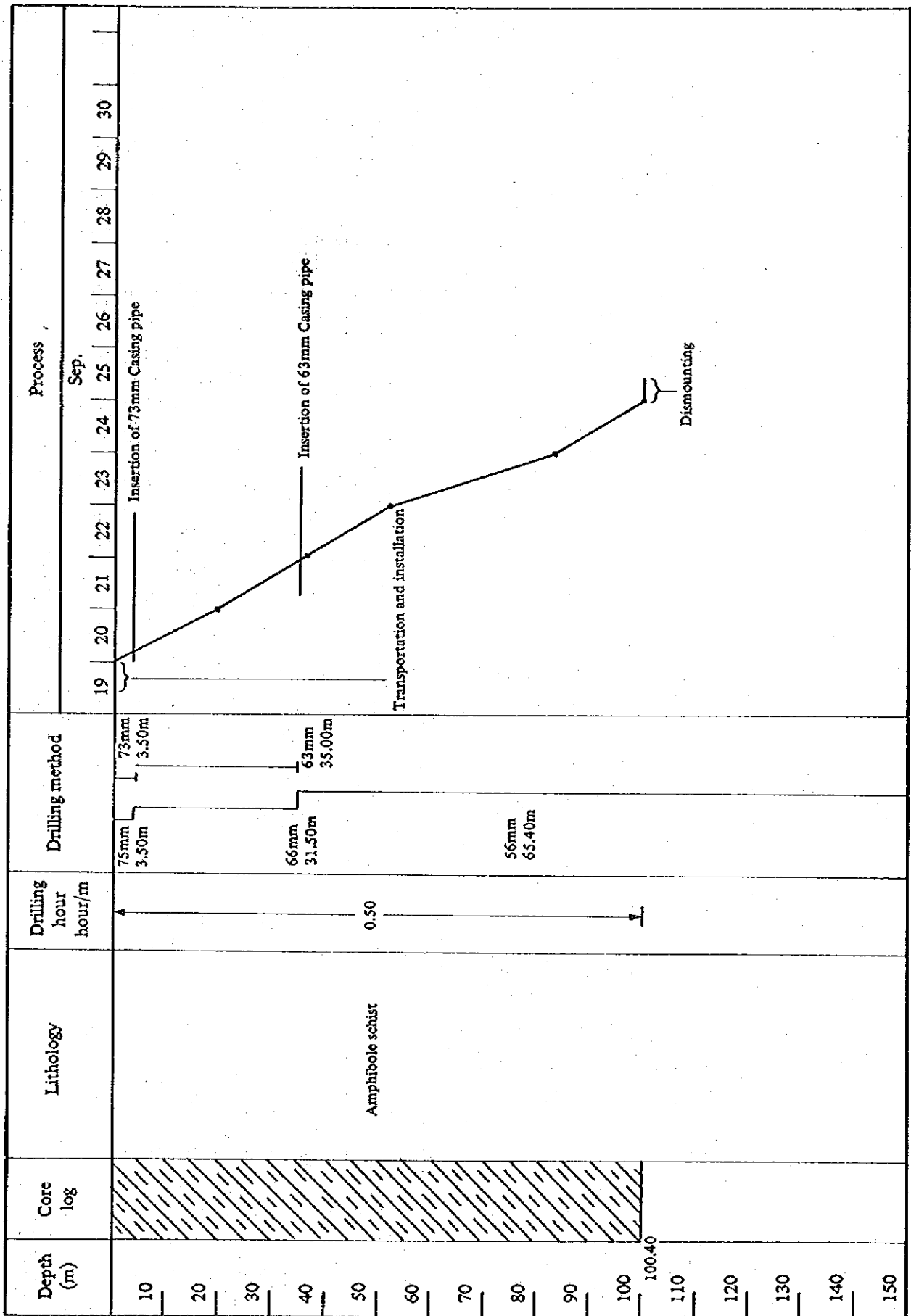


Fig. 13-8 PROGRESS RECORD OF DRILLING GSI-26

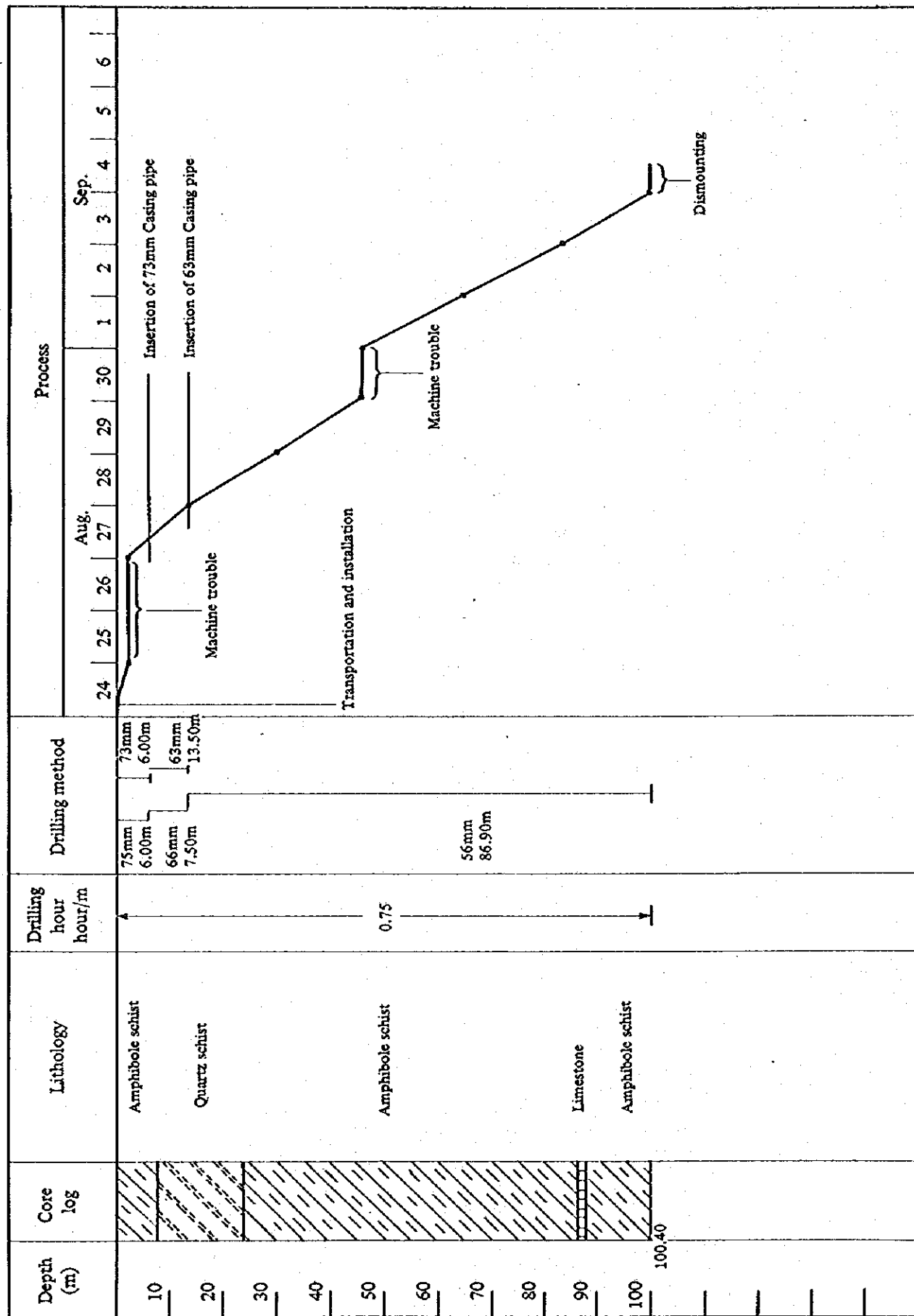


Fig. 13-9 PROGRESS RECORD OF DRILLING GSI-27

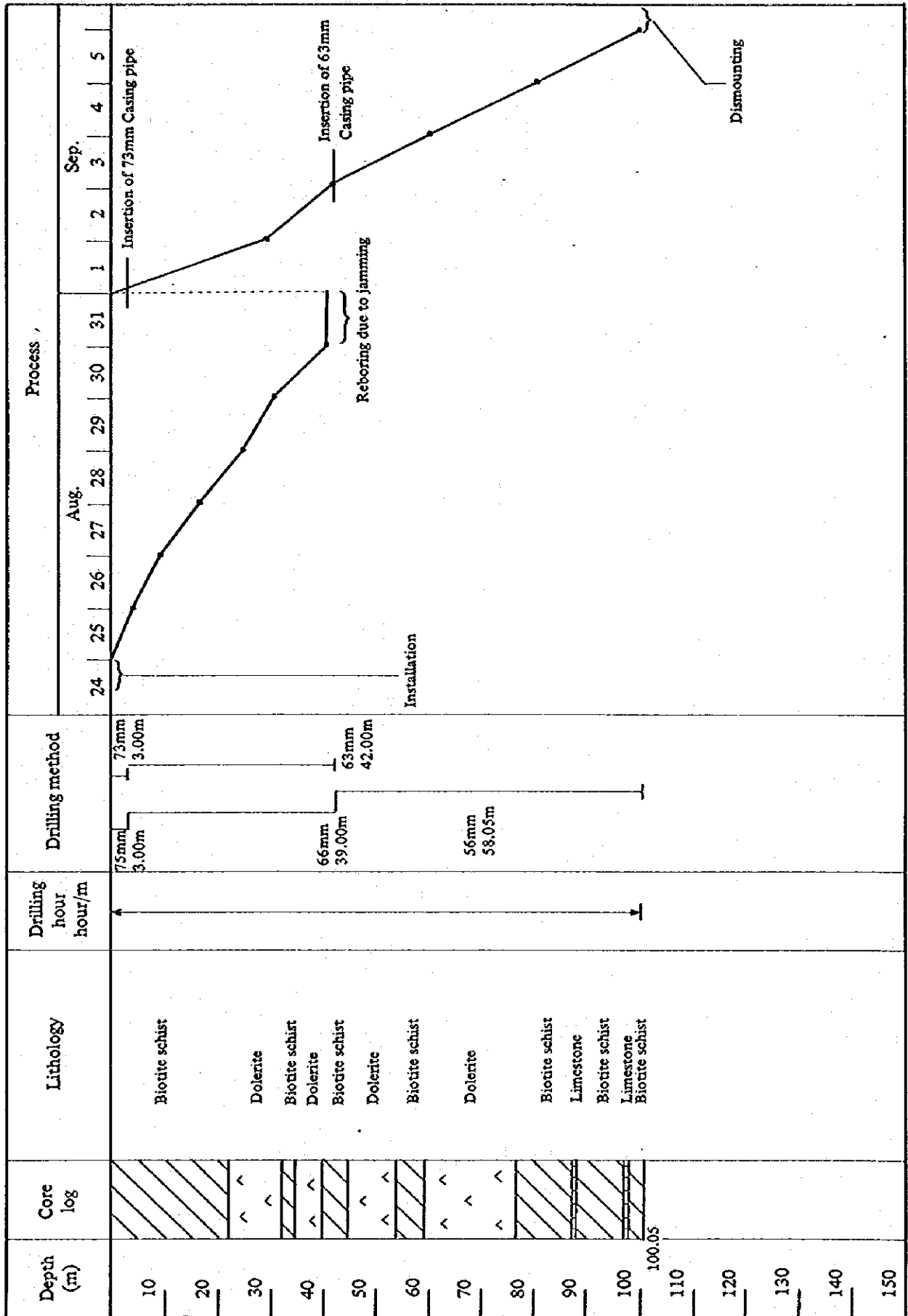


Fig. 13-10 PROGRESS RECORD OF DRILLING GSI-28

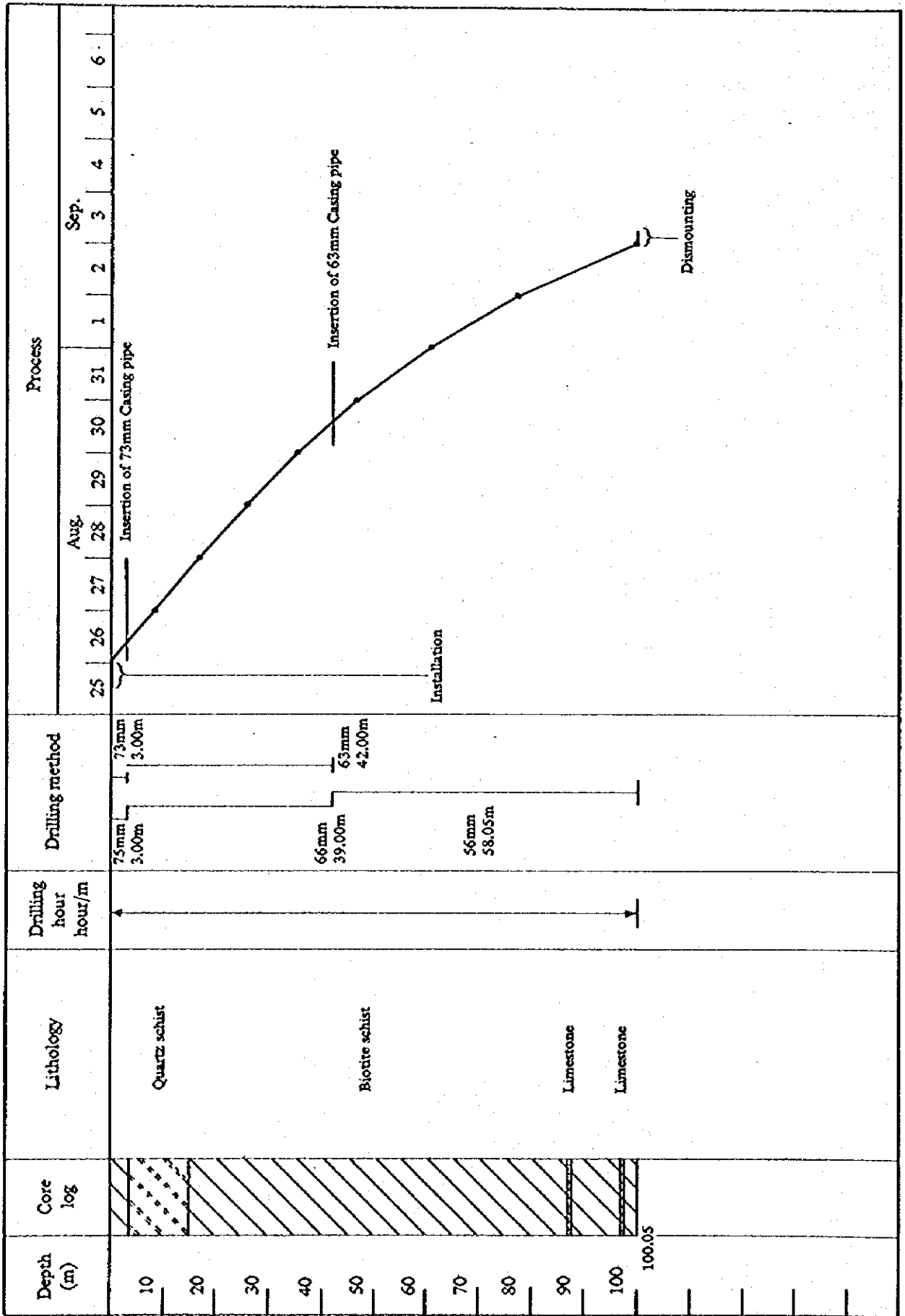


Table 8 Drilling equipment

Item	Model	Quantity	Specification	
Drilling Machine	TD-1G (Tone Boring, Co.)	2 sets	Capacity: Dimensions: Height; Length; Width; Weight:	AW Rod 150 m 1,190 mm 1,250 mm 800 mm 390 kg
	Swivel Head		Spindle speed:	135,270,560 r.p.m.
	Hoist		Hoisting capacity,	Max. 850 kg
	Oil Pump		Capacity: Max. pressure:	0 ~ 26 ℓ/min. 70 kg/cm ²
	NS-110C (YANMER)	2	Diesel engine Revolution: Related power:	2,200 r.p.m. 11 PS
Drilling Pump	NAS-2 (Tone)	2	Cylinder bore dia.: Delivery volume: Max. pressure: Stroke:	63 mm 62 ℓ/min. 70 kg/cm ² 160 r.p.m.
	NS-75C (YANMER)	2	Diesel engine Revolution: Related power:	2,200 r.p.m. 7.5 PS
Derick	Tripod (KYOEI)	2	Steel pipe Max. load capacity:	3,000 kg
Drill Rod		85	AW - 3 m	
		4	AW - 1.5 m	
Casing Pipe		11	73 mm - 3 m	
		5	73 mm - 1.5 m	
		47	63 mm - 3 m	
		5	63 mm - 1.5 m	
		7	63 mm - 0.5 m	
Double Core Tube	DN-AW	3	DN 65 - 1.5 m	
Double Core Tube	DN-AW	5	DN 55 - 2 m	
Single Core Tube		2	J74 - 0.3 m	
Single Core Tube		1	J74 - 1.5 m	

Table 9 Consumed bits

Bit Type Hole No.		75 mm		66 mm		56 mm		Remarks
		Metal		Bit	Reamer	Bit	Reamer	
GSI-19	Legnth Quantity	5.00 1		33.50 2	33.50 1	112.00 9	112.00 2	
GSI-20	Length Quantity	4.00 1		39.50 3	39.50 1	107.00 10	107.00 2	
GSI-21	Length Quantity	3.00 1		32.00 2	32.00 1	65.40 6	65.40 2	
GSI-22	Length Quantity	4.00 1		29.50 2	29.50 1	66.70 7	66.70 2	
GSI-23	Length Quantity	12.00 1		9.50 2	9.50 1	129.00 10	129.00 3	
GSI-24	Length Quantity	3.50		37.50 2	37.50 1	109.50 9	109.50 3	
GSI-25	Length Quantity	3.50		31.50 2	31.50 1	65.30 6	65.30 2	
GSI-26	Length Quantity	6.00 1		7.50 1	7.50 1	86.90 9	86.90 2	
GSI-27	Length Quantity	3.00 1		39.00 3	39.00 1	58.05 6	58.05 2	
GSI-28	Length Quantity	3.00 1		39.00 2	39.00 1	58.05 6	58.05 2	
Total	Length Quantity	47.00 10		298.50 21	298.50 10	857.90 78	857.90 22	
Length / Bit		4.7		14.21	29.85	10.99	33.99	
Bit / Hole		1		2.1	1	7.8	2.2	

Table 10 Consumables used

Hole No.	Diesel oil	Gasoline	Mobile oil	Grease	Cement	Bentonite
	ℓ	ℓ	ℓ	kg	bag	bag
G SJ - 19	316	58	10	1.5	5	3
G SJ - 20	307	56	8	1.5	4	3
G SJ - 21	206	38	5	1	2	3
G SJ - 22	215	40	7	1	4	3
G SJ - 23	325	60	15	2.0	5	4
G SJ - 24	298	55	10	1.5	5	2
G SJ - 25	191	35	2	1	3	3
G SJ - 26	220	41	15	2	3	3
G SJ - 27	240	44	7	2	6	4
G SJ - 28	198	36	5	1	3	2
Total	2,516	463	84	14.5	40	30

第Ⅲ部 総合解析

第1～3年次の調査の結果、選出された2つの地区についてボーリングを主体とする調査を実施した。

A地区では地化学探査(精査)により明瞭な異常が抽出され、これが地層と調和的な分布を示した。この異常域は北側ほど強い異常を示しさらに、北方へ延びる傾向にある。

この異常域に対して3年次と合せて9本の垂直ボーリングを実施しいずれも鉍徴が認められた。この鉍徴は微弱ではあるが、地化学異常域が鉍化作用を伴っているということは、これが鉍床胚胎層準と一致していることを示している。しかし本地区の地質は殆んど均質な角閃片岩より構成され、岩質岩相の変化に乏しく、また各ボーリングで確認された地質鉍徴も殆んど同じ状況を示し、特にはっきりした鍵層もないことから、各ボーリング間の相互関係はつかめず、鉍徴帯の構造や規模を把握するには至らなかった。

B地区においては地化学異常に対して実施した2本のボーリングのうち、1本は粗粒玄武岩の岩脈に達し大部分の地層が欠除し鉍徴も認められなかった。他の1本では雲母片岩中に2枚の石灰岩薄層を確認し、その1つではわずかながら黄銅鉍の鉍徴を見た。

本地区の地化学異常はA地区に比べやや弱いこと、準精査により抽出された異常で十分に絞りきれていないこと、ボーリングがわずか2本であることなどから有望地域を集約出来なかった。

第Ⅳ部 結論および評価

本年度は第1～3年次の調査の結果に基づいて、銅鉛床賦存の可能性の高い地区として選出されたGSJ-6孔周辺地区（A地区）及び地化学探査により抽出された異常域（B地区）についてボーリングを主体に調査を実施した。

A地区についてはボーリングによって確認された鉛微はいずれも微弱で稼行対象となり得るものは見出されなかった。しかし、地化学異常域は地層に調和的な分布を示し微弱ながら鉛微が認められることは、これが鉛床胚胎層準であることを示しており、またこの異常域は北西側ほど高い異常となりさらに北方へ伸長する傾向を示している。

本地区は第2年次の調査で抽出された異常域の一部に設定されている。従って今後はこの異常域をカバーするように探鉛範囲を拡大し、地化学探査（精査）により抽出された異常域について100m程度のボーリングにより鉛微を確認して行く方法が考えられる。

B地区については、ボーリング数が少くそのうえ粗粒玄武岩に逢着するなど十分に地質、鉛微状況を掴めず明瞭な有望地域を集約出来ていない。しかし本地区はMatsitama鉛床と類似の地質条件を備えており、ボーリングでは微弱ながら銅の鉛微が見られたことはMatsitama型鉛床を胚胎する可能性を示唆している。

ここでの地化学異常は西側へ延びる傾向を示しており、今後は探鉛範囲を西側へ拡大し、地化学探査（精査）により異常を抽出し、これに対して浅掘ボーリングで鉛微を確認する方法が考えられる。

References

- (1) Baldock J.W. et al 1977 Resources inventory of Botswana; metallic minerals, mineral fuels and diamonds, Mineral Resources Report No.4, Geol. Surv. Bots.
- (2) Bennett, J.D. 1970 Geological map of Mosetse-Matsitama area, Geol. Surv. Bots.
- (3) Durey, H.J. 1974 Report on the exploration of Mosupe area. Unpublished BCL report.
- (4) Lintern, B.C. 1973 Report on the copper deposits of Bushman area. Unpublished BCL report.
- (5) Litherland, M. 1975 The geology of the area around Maitengwe, Sebina and Tshesebe, northeast and central districts, Botswana. Geol. Surv. Bots.
- (6) MMAJ and JICA 1980 Report on geological survey of the northeastern Botswana. Phase I.
- (7) MMAJ and JICA 1981 Report on geological survey of the northeastern Botswana. Phase II.
- (8) MMAJ and JICA 1982 Report on geological survey of the northeastern Botswana. Phase III.
- (9) Stansfields, G. 1973 The geology of the area around Dukwe and Tlalamabele, central district, Botswana. Geol. Surv. Bots.
- (10) Strugnell, S.R. 1974 Final report Bushman regional area, May 1972 to June 1974.
- (11) Suwa, K., Yairi, K. 1979 Africa, "Earth Science", Vol.16, Geology of the world. Iwanami (in Japanese).

