

マラウイ共和国ヌキヤナ炭田石炭開発計画調査

調査報告書

昭和53年2月

国際協力事業団

JICA LIBRARY



1064468[0]

マラウイ共和国ヌギヤナ炭田石炭開発計画調査

調査報告書

昭和 53 年 2 月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 4. 17	518
登録No. 03543	66.7
	MPN

は し が き

日本政府は、マラウイ共和国政府の要請に基づき、同国 Ngana 地区の炭鉱開発計画についての調査を行うこととし、その実施を国際協力事業団に委託した。同国における資源の開発は未開発の部分が多く、工業化を進める上でのエネルギーの確保は重要な問題であり輸入に依存している石炭を国内で開発することの経済的、社会的重要性に鑑み、国際協力事業団は、海外石炭開発株式会社の青木正行氏を団長とする6名の調査団を編成し、1977年7月23日から9月16日まで56日間にわたり現地調査を実施した。

本報告書は、現地調査ならびに収集した資料に基づき、総合的に検討し、その最適案を策定したものである。

本報告書がマラウイ共和国において石炭開発に寄与するとともに、わが国との経済交流および友好親善の一助となりうればまことに喜ばしいことである。

終りに調査にあたって協力を惜しまれなかつたマラウイ共和国政府および関係者各位ならびに調査団派遣について御支援いただいた外務省、通商産業省に対し衷心より感謝の意を表するものである。

1978年2月

国際協力事業団

総裁 法眼晋作

国際協力事業団

総裁 法 眼 晋 作 殿

伝 達 状

ここに提出するのはマラウイ共和国ヌギヤナ炭田石炭開発計画調査に関する報告書であります。本計画調査のため、海外石炭開発株式会社青木正行を団長とする6名の調査団を編成して、1977年7月23日から9月16日にいたる56日間、ナイロビを経由してマラウイ共和国を訪問し現地調査を実施いたしました。

現地においては、調査に必要な資料の収集、関係機関との協議を行なったあと、調査対象地域である同国北部のヌギヤナ炭田を調査いたしました。ヌギヤナ炭田では最も開発が有望と思われる西部地区北部の走向延長約5kmの間について、炭層追跡調査を主とする地表地質調査および測量作業等を実施いたしました。

帰国後、調査団は現地で調査した地質資料、測量資料を整理解析し、炭層追跡図、地質柱状図、地質断面図および炭層対比図を作成すると同時に、現地で採取した石炭試料の分析試験を行って炭質の検討と石炭埋蔵量を計算しました。これらの資料を基礎として炭鉱開発の可能性を検討する目的で同地域の炭鉱開発に対するプレフィジビリティスタディの作業を行い報告書としてとりまとめました。

この報告書の提出によつて、現在石炭鉱業に未経験のマラウイ共和国がこの炭田開発を一段と推進し、従来から国内で消費する石炭の全量を輸入に依存していたのが自国内石炭に転換され、同国における自立経済の基盤を固める一助になることを切に念願するものであります。

おわりに、本調査実施にあたつて御協力を賜つたマラウイ共和国政府の関係機関、在マラウイ日本青年海外協力隊、在ケニア日本大使館、外務省、通商産業省ならびに国際協力事業団の関係諸氏に対して衷心から深く感謝の意を表するものであります。

昭和53年2月

マラウイ共和国ヌギヤナ炭田石炭開発計画調査団

団長 青 木 正 行

マラウイ共和国ヌギャナ炭田石炭開発計画調査

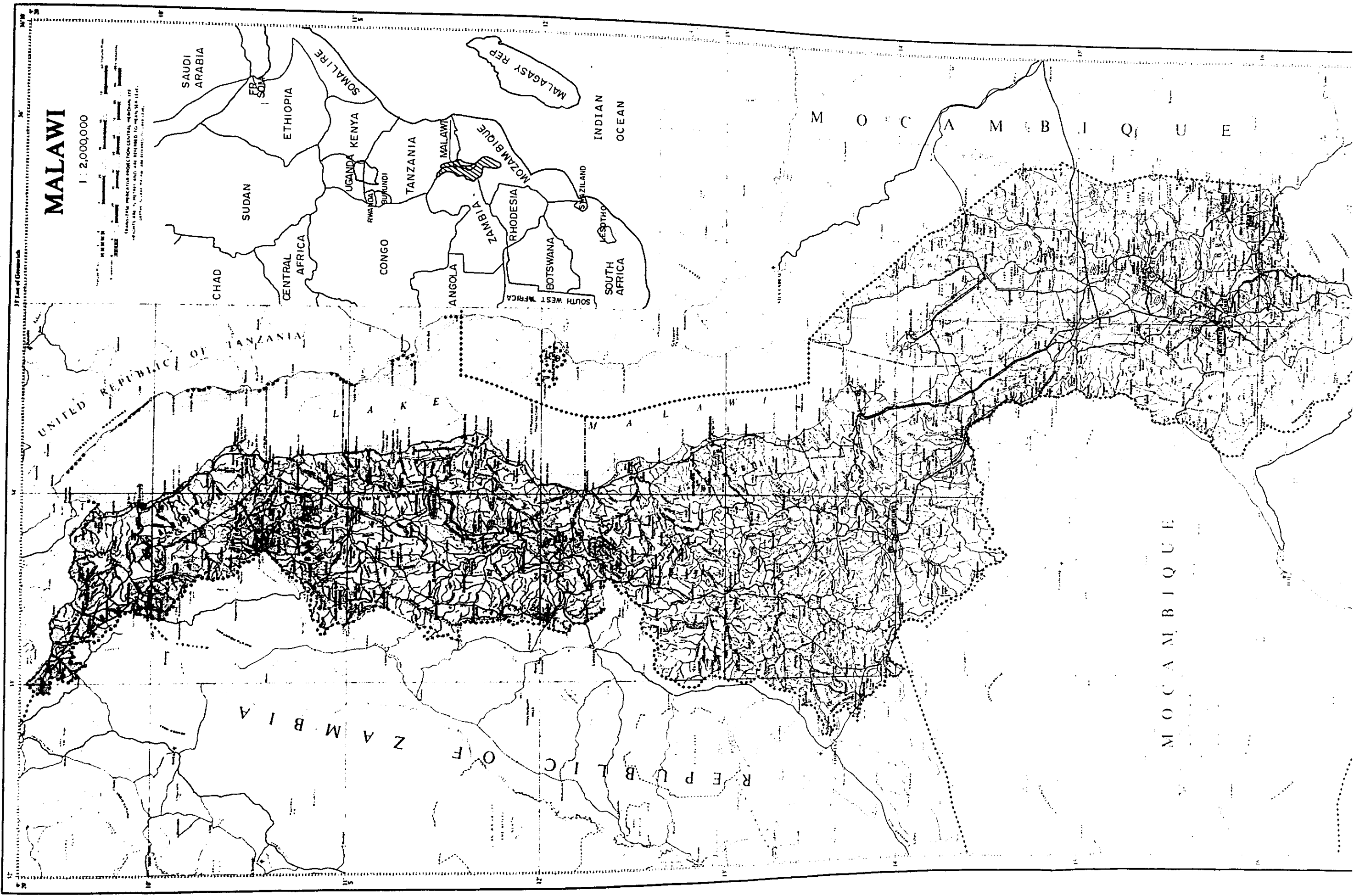
調査報告書

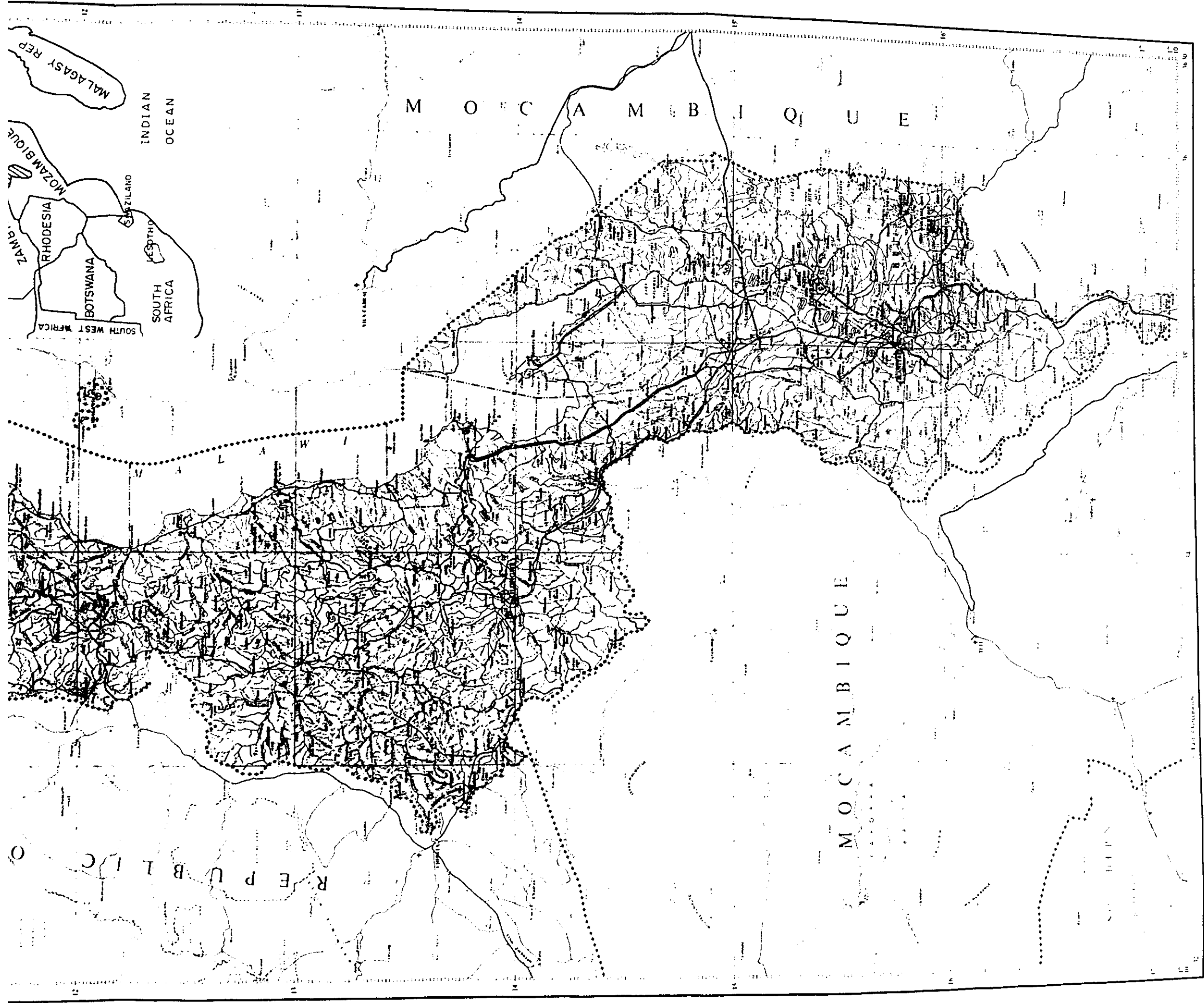
目次

第1章	序論	
1.1	本調査の経緯	1
1.2	調査の目的	2
1.3	調査の内容	2
1.4	調査団の編成	4
1.5	調査期間・行程	5
第2章	結論	
2.1	調査結果	10
2.2	開発構想	11
2.3	開発計画	12
2.4	炭鉱開発に至るまでの今後の諸問題	18
第3章	マラウイの一般概要	
3.1	位置・面積・人口	21
3.2	地形・地理	21
3.3	政治・経済・労働事情	26
3.4	一般地質	32
3.5	エネルギー事情	39
第4章	Ngana 炭田	
4.1	一般概況	47
4.2	地形図の作成ならびに現地測量作業	50
4.3	地質層序	57
4.4	地質構造	61
4.5	断層	62
4.6	炭層状況	65
4.7	炭質	67
4.8	炭量	81

第5章	Ngana 炭田西部地区開発構想	
5.1	開発計画の検討	83
5.2	坑内採掘による炭鉱開発計画	87
5.3	開発計画策定に当たっての前提条件	93
第6章	炭鉱開発計画	
6.1	掘進計画	96
6.2	採炭計画	102
6.3	運搬計画	107
6.4	排水計画	109
6.5	通気計画	109
6.6	保安計画	111
6.7	炭鉱設備計画	112
6.8	人員計画	120
6.9	設備投資計画	121
6.10	生産原価	129
6.11	道路ならびに Jet ty	135
第7章	炭鉱開発に至るまでの今後の諸問題	
7.1	地質上の諸問題	138
7.2	採掘上の諸問題	139
7.3	係員・労働者の確保と訓練	140
7.4	資材および機械設備の調達	141
付 表	収集資料一覧表	142

第1図 マラウイ全体図





1.1. 本調査までの経緯

マラウイは元来農業を主要産業とする国で茶、たばこ、米、その他を生産してきたが、1964年独立以後自立経済確立のため、この国で比較的豊富な林産資源の開発や領土の約 $\frac{1}{4}$ を占めるマラウイ湖を利用した淡水魚の養殖ならびに養蚕等についても日本からの専門家の派遣を要望し、その発展に力を注いでいる。

マラウイ政府は1971年に開発10ヶ年計画(Statement of Development Policies 1971-1980)を樹立した、本計画では農業開発に重点をおくと共に農業および工業の生産性の向上をはかり、1980年までに実質国内総生産(G.D.P.)を1970年の約2倍、資本当りG.D.Pは約K⁹⁵/年(1970年K⁵⁷/年)を目標としている。この目標達成のためにはG.D.Pの成長率を1970-1975年は年7.2%、1975-1980年は年7.9%に想定している。

このような環境下において、従来全く経験のない鉱業の開発も意図し、同国東南部のモザンビーク国境に近いMlanjeのボーキサイト鉱床の開発を計画している。

また、エネルギー源である石炭については同国に分布する炭田に対し1960年頃まで、その調査を実施してきたが、社会、経済情勢の変化から、その後石炭に対するインテレストが低下し、開発はもとより調査も中断されてきた。しかし最近になってこの自国内の石炭について再び関心が深まり自国内の炭田開発を計画するため1973年10月大蔵次官(Secretary to the Treasury)L.P Anthony 名義で在ケニアの日本大使に比較的有望と思われるLivingstonia、Nganaの2炭田に対し石炭開発計画調査団の派遣を要請してきた。日本側はこれに応え1974年9月海外投資等調査費補助金事業としてスワジランド王国、タンザニア連合共和国と併せマラウイ共和国に石炭開発可能性調査のため調査団を派遣した。

この時にマラウイ国を調査した結果では、両炭田のうち調査が容易で開発のための初期投資も少く採掘も比較的簡易と判断されるのはNgana炭田の西部地区であることが判明し、この地区を対象に炭田開発を考えることが最も良いとリコメンドした。マラウイ政府はこの報告書をもとに再度日本にNgana炭田西部地区についての石炭開発計画調査を依頼してきた。

日本政府はこの要請に基づきまず1977年4月26日~5月9日までの14日間に

4名からなるミッションをマラウイに派遣し、炭田調査実施に関して先方関係筋との予備接衝に当らせた。

この時とりきめた事項にもとづいて6名の専門家からなる Ngana 炭田石炭開発計画調査団を7月23日～9月16日の56日間マラウイ共和国に派遣し現地調査を行った。

1.2. 調査の目的

本調査の目的は前述の如く1974年に実施した調査の結果から選定された Ngana 炭田西部地区の炭鉱開発可能性について、マラウイ政府の要請にもとづき現地調査を実施することである。

マラウイ政府は基本的に次の3項目をねらいとして炭鉱開発を希望している。

1. 現在マラウイ 国内の需要に応ずるため輸入している石炭を出来るだけすみやかに自国産の石炭におきかえる。
2. 現在近隣諸国に働きに出ている炭鉱労働者を自国内の石炭鉱業に雇用する。
3. 炭鉱開発には莫大な資金を必要とするであろうが、開発費および生産コストは出来る限り低く、また可能な限り短い期間で石炭の生産を開始する。

以上のようなマラウイ政府側の意図を当炭田開発の基本条件として、調査することにした。本調査は開発対象地域の炭層状況、炭質、炭量並びにその採掘条件等を確認すると共に、本地域に連がる道路事情及びマラウイ湖畔 Jetty 候補地等の概査も加えて、炭鉱開発可能性を検討することである。

1.3. 調査の内容

調査団が実施した主な調査内容は次のとおりである。

1.3.1. 国内準備作業

マラウイの Department of Survey では本地域の航空写真を所有している。マラウイは本調査に必要な $\frac{1}{5,000}$ 縮尺の地形図の作成を日本に要請してきた。このため、先づ1972年10月に撮影した $\frac{1}{25,000}$ (焦点距離 152.5 mm) 航空写真(184-189) 6葉を Department of Survey から入手し、日本で $\frac{1}{5,000}$ 地形図を作成した。ただし、この写真にはタンザニアとの国境付近が含まれていないので、更に英国 ロンドン郊外にある Directorate of Overseas Survey から1967

年8月撮影の $\frac{1}{40,000}$ 縮尺のカラー航空写真の必要部分を入手し、炭田付近の不足部分は $\frac{1}{5,000}$ 縮尺の地形図を、また現地からIpongaまでの道路調査に必要となる区域は $\frac{1}{10,000}$ 縮尺の地形図をそれぞれ作成した。

また現地調査実施前に、この航空写真から地質判読を行い、地質概要の把握に努めた。

1.3.2 現地調査

(1) 関係機関との協議および関連資料の収集

最初3名が先行してLilongweの農業天然資源省(Ministry of Agriculture and Natural Resources)で同省次官を始めとする関係者と現地調査実施について協議した。

引続き現地調査のカウターパートと共に調査期間中のキャンプサイト決定のため現地を視察した。

その後Blantyreに戻りキャンブインに必要な資材を準備すると共に地質調査所(Department of Geological Survey)で現地調査について関係者と協議した。また地理院(Department of Survey)および統計局(National Statistical Office)で今回の調査に必要な関連資料の収集を行った。

現地調査終了後、Lilongweの農業天然資源省で調査結果の概要を報告すると共にNgana炭田開発についての問題点を協議した。

また当方からの質問書に対する解答をもとめると共に関連資料の収集を行った。

(2) 対象地域の調査

本調査の対象地域はNgana炭田西部地区のうち、Songwe川からLabasha川までの走向約5Kmの間とした。なお、この地区を2つの断層によって北区域、中央区域、南区域の3つに区分した。

これらの区域について次のような調査を実施した。

○ 炭層追跡調査

北区域で26ヶ所、中央区域で37ヶ所、南区域で2ヶ所それぞれトレンチを掘り、炭層状況を確認した。

○ 石炭サンプル採取

上述のトレンチのうち風化の影響が少ないと思われる個所で石炭サンプル71ヶを採取した。

○ 測量作業

トレンチ箇所および南アが実施した試すい地点を確認するため簡易トランシットによるトラバース測量を行い、 $\frac{1}{5,000}$ 縮尺の地形図に各測点をプロットした。

○ 道路および Jetty 概査

現地から Iponga までの道路整備概要およびマラウイ湖畔の Jetty 候補地について簡単な調査を実施した。

1.3.3. 国内作業

(1) 石炭試料の分析

トレンチから採取した 71 ヶの石炭試料は、次の分析試験を行い炭質を検討した。

- 石炭の品位試験 工業分析、硫黄分、発熱量
- 石炭の性状試験 元素分析、ハードグローブ試験
- 石炭灰の性状試験 灰の組成分析、灰の耐火度
- 石炭の特性試験 組織分析
- 石炭の可選性試験 浮沈試験

(2) 対象地域の開発構想の検討と今後に残された諸問題

今回の調査結果では、炭層状況、炭質からみて炭鉱を開発する場合には、2 番層と 3 番層を併せて坑内採掘することが最も適当であると判断された。このため 2 番層、3 番層を対象に坑口から立入坑道を掘さくし着炭させ坑口レベル上を対象に水圧鉄柱、カッペを利用して後退式長壁採炭法を採用することとして開発の構想を検討した。なお、今回の炭鉱開発可能性調査では炭層状況を確認する調査に重点がおかれており、炭鉱開発のフィジビリティスタディとしての前段階の調査である。したがってこれらを含め今後発生すると思われる諸問題も併せて検討した。

1.4. 調査団の編成

調査団は次の 6 名で編成した。

	氏 名	所 属	担 当
団 長	青 木 正 行	海外石炭開発株式会社調査部	総括、地質
団 員	清 水 精 二	"	採鉱、輸送、その他
"	柴 田 昌 春	"	採鉱、輸送
"	松 村 稔	"	地 質
"	山 崎 博 文	"	測 量
"	長 畑 貞 之	国際協力事業団鉱工業計画調査部	業 務 調 整

なお、現地調査期間中には、地質調査所の職員Mr Frank W. Chapusa（地質）、Mr. Joseph R. Gwaza（渉外）と助手Mr. Mc Pherson Kambeta（地質）、Mr. Benitla J. Jowampingo（一般）の4名ならびに調査作業に熟達した4名が行動を共にし作業に協力を賜った。

1.5. 調査期間、行程

本調査は昭和52年7月23日から9月16日まで56日間に次の行程で現地調査を実施した。

行程ならびに作業内容は第1表のとおりである。

第1表 調査日程表

No	月日	曜	行程及び作業	宿泊地	交通機関	備 考
1	7.23	土	Tokyo ~ Hongkong ~ Colombo ~ Seychelles	機 中	飛行機	(移 動) 先発：青木、清水、 長畑
2	24	日	Seychelles ~ Nairobi 関係先訪問	Nairobi	"	(移 動) Kenya 日本大使館に て調査計画説明
3	25	月	Nairobi ~ Blantyre 関係先と打合せ	Blantyre	"	青年海外協力隊 (Jocv) と調査計 画打合せ
4	26	水	Blantyre ~ Lilongwe	Lilongwe	"	

5	27	水	関係先訪問	Lilongwe	自動車	Malawi国農業天然資源省にて調査計画説明
6	28	木	Lilongwe~Karonga 関係先訪問	Karonga	飛行機	Karongaのディストリクトコミッショナーに調査計画説明
7	29	金	Nganaキャンプ事前調査	"	自動車	
8	30	土	(先) Karonga~Blantyre 調査準備 (後) Tokyo~Hongkong ~Colombo	Blantyre 機中	飛行機 "	(移動) 後発: 柴田, 松村, 山崎
9	31	日	(先) 調査準備 (後) 待機	Blantyre Colombo		飛行機故障
10	8. 1	月	(先) 関係先と打合せ (後) Colombo~Seychelles ~Johannesburg	Blantyre Johannesburg	自動車 飛行機	Zombaの地質調査所と調査計画打合せ (移動)
11	2	火	(先) 調査準備 (後) Johannesburg~ Blantyre	Blantyre	飛行機	地理院、統計局にて資料収集 (移動)
12	3	水	調査準備	"		後発団員と合流
13	4	木	Blantyre~Karonga	Karonga	飛行機	(移動)
14	5	金	Karonga~Nganaキャンプ	Ngana - キャンプ	自動車	(移動)
15	6	土	調査準備	"		
16	7	日	地形踏査	"		
17	8	月	現地調査 (露頭・試すい位置)	"	自動車	J-1~3 No.1.2.5.6
18	9	火	トレンチ作業 測量作業	"	"	J-2~3 ラインA

19	10	水	トレンチ作業 測量作業	Ngana - キャンプ	自動車	J-4~7 ラインA, B
20	11	木	"	"	"	J-8~9 ラインB
21	12	金	"	"	"	J-10~12 ラインC
22	13	土	"	"	"	J-12~15 ラインD
23	14	日	"	"	"	J-13~15 ラインD, E
24	15	月	"	"	"	J-16~17 ラインE
25	16	火	トレンチ作業	"	"	J-18~23
26	17	水	トレンチ作業 測量作業	"	"	J-24~26 ラインB, C間
27	18	木	"	"	"	J-27~30 ラインB, C間 D, E間
28	19	金	トレンチ作業	"	"	J-31, J2
29	20	土	トレンチ作業 測量作業	"	"	J-32~33 ラインA, B間, A以北
30	21	日	Jetty調査	"	"	Kambwe Chilumba港
31	22	月	トレンチ作業 測量作業	"	"	J-34~37 ラインA以北
32	23	火	"	"	"	J-38~40 ラインA以北
33	24	水	トレンチ作業 道路概査	"	"	J-41~43 Karonga~Iponga
34	25	木	トレンチ作業 道路概査 測量作業	"	"	J-42~44 Iponga~キャンプサイト ラインC, D間

35	26	金	トレンチ作業 道路概査 測量作業	Ngana - キャンプ	"	J-45~47 キャンプサイト~ マインサイト ラインC.D間
36	27	土	トレンチ作業 マインサイト用地調査	"	"	J-46.48.49
37	28	日	資料整理	"		
38	29	月	トレンチ作業 サンプリング 地形チェック	"	自動車	J-48~53
39	30	火	トレンチ作業 地形チェック	"	"	J-54~57
40	31	水	"	"	"	J-58~61
41	9. 1	木	トレンチ作業 測量作業	"	"	J-60.62~65 ラインD.E間 E以南
42	2	金	東部区域露頭調査	"	"	
43	3	土	"	"	"	
44	4	日	石灰石調査	"	"	
45	5	月	下山準備 石炭サンプル発送	"	"	
46	6	火	Nganaキャンプ~Karonga	Karonga	"	下山
47	7	水	Karonga~Lilongwe	Lilongwe	飛行機	(移動)
48	8	木	資料整理	"		
49	9	金	関係先訪問 Lilongwe~Blantyre	Blantyre		農業天然資源省にて 調査概要説明 (移動)
50	10	土	関係先訪問 荷物整理	"	自動車	地質調査所にて調査 事務打合せ
51	11	日	荷物・資料整理	"	"	
52	12	月	荷物発送 Blantyre~Nairobi	Nairobi	飛行機	(移動)

53	13	火	関係先訪問	Nairobi		Kenya 大使館及び J.I.C.A.Nairobi事 務所にて調査概要説 明
54	14	水	Nairobi ~ Cairo ~	機 中	飛行機	(移 動)
55	15	木	London ~ Anchorage	"	"	(移 動)
56	16	金	Tokyo	東 京	"	(移 動)

第 2 章 結 論

今回実施した現地調査の結果およびその調査資料をもとに検討し、開発の構想、開発計画ならびに今後の諸問題等についてとりまとめたものを要約すると次のとおりである。

2.1. 調査結果

2.1.1. 対象地域

今回現地調査を実施したのはマラウイ北部地方のタンザニア国境近くにある Ngana 炭田である。なお現地調査に必要な本炭田の $\frac{1}{5,000}$ および $\frac{1}{10,000}$ 縮尺の地形図はマラウイ側の要請によって日本国内で航空写真から図化作成した。

Ngana 炭田は周辺を基盤岩石で構成された高地によってとりかこまれた Karroo 系の堆積盆地で、標高約 500m の小起伏のある地形を示している。なお北限にはタンザニアとの国境線となる Songwe 川が西から東に流れている。

今回開発を対象として、立地ならびに採掘条件を堪案して重点的に調査を実施したのは Ngana 炭田西部地区の北区域および中央区域である。

2.1.2. 現地調査結果

主要炭層について西部地区の北からトレンチ作業を行った結果、夾炭層である K2 層は上部頁岩部層、中部砂岩部層および下部頁岩部層の 3 つに区分される。炭層は上部頁岩部層に 7 枚、下部頁岩部層に 1 枚それぞれ挟在する。これら炭層のうち採行可能と思われるものは上部頁岩部層のなかにある 2 番層から 6 番層までの 5 枚である。

地質構造は Ndamtakwa 川、Labasha 川沿いに走る断層以外には大きなものはなく、ほぼ南北の走向で $25^{\circ} \sim 29^{\circ}$ 東に傾斜する単斜構造を示している。なお上記断層によって本地区は北区域、中央区域および南区域に区分した。

今次調査では北区域で 26 ケ所、中央区域で 37 ケ所、南区域で 2 ケ所のトレンチを掘り炭層状況を確認するとともに風化の影響の少い所で石炭サンプルを採取した。

採取した石炭サンプルを日本で分析した結果、その炭質は低揮発分高灰分の低度瀝青炭であり、古生代 Karroo 系の石炭にもかかわらず石炭化度は遅れている。

炭鉱開発によって坑内から生産される石炭の品位を分析結果から推定すると、水分 7% 以下、灰分 25% 前後で発熱量は $5,300 \text{ kcal/kg}$ 程度と思われる。

開発対象範囲である北区域、中央区域の理論埋蔵炭量は 1,909 千トン、採掘計画図

から算出した可採埋蔵炭量は1,249千トン、採掘実収率は65%である。

2.2 開発構想

2.2.1 開発計画の検討

対象地域における坑内採掘と露天採掘を比較するため、露天採掘の可能性について検討した。

露天採掘では、区域内に賦存する全炭層はほとんど採掘できるため、対象範囲が狭いのかかわらず可採埋蔵炭量は2,708千トンと増加する。また坑外作業であるから坑内採掘に比較して安全度は高いという利点がある。

しかし本地域の場合、剝土すべき天盤岩石は堅硬であり、その剝土比も10:1以上と高く、さらに炭層は薄いものが累層しておるので採炭が容易ではない。また露天採掘にはブルドーザー、ショベル、クローラドリル、トラック等の重機械を必要台数だけ準備する必要がある、これらの設備投資も多額となり、生産コストに占めるこれらの償却、金利も高額になる。

本地域では雨期に相当の集中豪雨があり、作業に支障があるものと判断される。

露天採掘についての検討は今回の調査では不十分な点もあるが、上述のような悪条件がある。このため今回の開発計画はできるだけ単純な坑内採掘で考えることとした。

2.2.2 坑内採掘による開発計画

坑内採掘で計画するに際して、本地域は電気がなく電動力が期待できないので、坑口レベル以上の2番層と3番層を対象とし、この2層を合せて稼行山丈とすることで考えた。採掘方法は単純で、坑木の使用量が少く、実収率も高く保安的にも安全な鉄柱・カッペ使用の後退式長壁採炭法で計画した。

片盤坑道では炭車の手押し運搬となるので、原則として手押し距離は300mを限度としたため採掘部内は中央に沿層昇坑道を取り、走向方向600mとし、北区域・中央区域をそれぞれ3部内に分割することで計画した。

1 採掘部内には平坦地に近い適切な位置に坑口を開設し、岩石の立入坑道を掘進して着炭点付近に材料坑道、石炭およびほたポケットを設けるとともに対象炭層に沿層昇坑道を掘進し地表に貫通させる。立入坑口を入気、沿層昇坑口を排気とする対偶式通気方式の骨格坑道を設けることで計画した。

なお、沿層昇坑道の両側に片盤坑道を掘進し、その終端部で上下片盤をつなぎ採炭切羽を設けて採炭することとした。

各採掘部内間は最深片盤坑道で連絡する以外は保安炭柱を残して遮断し、採掘部内中の終掘区域は坑道を密閉すること等によって自然発火と漏風を防止する等の保安処置をとることで計画した。

2.2.3. 生産規模

今回の調査結果から対象炭層の層厚、傾斜、上下盤の状況、炭質および可採埋蔵炭量が判明したので、これに対し稼行年数、採掘計画等を検討し、採炭は切羽長60mの後退式長壁切羽としたが、技術レベルからみて、1日3交替で日産210トンとし、これに掘進炭を23トン加えて合計日産233トン、生産70,000トン規模とした。

2.2.4. 開発計画策定の前提条件

今次調査では地表露頭部の炭層をトレンチで確認したのみであるが、ここから深部の坑口レベルまではこのままの状態が賦存するものとした。

坑内採掘計画にあたって必要な盤圧、湧水量、湧出ガス量については不明であり、電動力も期待できないので、坑口レベル以上を採掘の対象として計画した。なお、天盤の岩質、炭質等の点からみて盤圧、湧水、ガスの影響は少いと推定した。

稼働日数は年間300日、坑内およびそれに直接関係する作業は3交替、選炭は2交替、その他事務所関係は1交替とし、1方の拘束時間は8時間とした。

所要人員のうち係員は教育訓練を受けたもの、労働者の1/3は鉱山に経験のあるものが、それぞれ雇用できるものとした。

2.3. 開発計画

生産規模年産70,000トンの炭鉱開発計画は次のとおりである。

2.3.1. 掘進計画

掘進は起業坑道と営業坑道に分け、最初の採掘部内に採炭切羽を設けるまでと、その後の各部内の立入坑道、材料坑道およびポケットまでを起業掘進とし、その他を営業掘進とした。

起業掘進の総延長は3,238mで、そのうち岩石坑道は2,268m、沿層坑道は970mである。

営業坑道は正常な生産を維持するために、切羽の進行からみて年間 991 m 掘進すればよいことになるが、不測変動要因を考慮し、これの 130 %、年間 1288 m 掘進するものとした。1 日 3 交替で月間 60 m を掘進するものとするれば、常時 2 ケ所稼働すればよいことになるので、掘進の所要人員は 1 ケ所、1 方 10 人、とすれば 60 人となる。

掘進炭は 1 m 当り 6.4 トンとし安全率 85 % とすれば年産 7,000 トンとなる。

2.3.2 採炭計画

採炭方式は水圧鉄柱、カッペ、発破採炭、トラフによる自然流下方式とし、切羽面長は 60 m の後退式長壁採炭法である。石炭は深坑道で直接炭車に積込むものとする。

作業量は 1 方に切羽長の半分、30 m を 1.4 m 進行させるものとする、生産量は日産 217 トン、年産 65,000 トンとなる。これに前述の掘進炭を加えると、年産 72,000 トンになるが、安全率をみて年産 70,000 トンの規模とした。

採炭の所要人員は 1 方 22 人、3 交替で 66 人となり、採炭能率は 3.3 トン/人/方（精炭）となる。

2.3.3 運搬計画

(1) 石炭およびぼたの運搬

坑道掘進ならびに採炭切羽から出てくる石炭およびぼたは、片盤坑道に複線軌条を敷設し、50 台の炭車を手押しによって沿層昇まで運搬する。沿層昇坑道には石炭とぼた用にそれぞれトラフを設置し、坑底ポケットまで自然流下させる。

立入坑道は断面を大きくとり、坑外から 4.5 トン積みトラックが運行できるようにし、ダンプトラックにポケットから石炭またはぼたを直接積み込み、選炭場あるいはぼた捨場まで運搬する。トラックは 3 台準備する。

(2) 材料および諸機械の運搬

坑内で必要な材料および諸機械は坑外から材料坑道までダンプトラックで輸送する。これらは沿層昇専用台車 2 台に積み込み、15 HP エアーホイストで片盤坑道まで巻上げ、片盤坑道では片盤台車に積みかえて作業場まで手押しで運搬する。片盤台車は 10 台準備する。

運搬の所要人員は 1 方 22 人の 3 交替で 66 人となる。

2.3.4. 通気・排水・保安計画

採掘部内の通気は前述のような対偶式通気方式とし、必要通気量として1採炭切羽と2掘進現場に最小限の風量を確保するものとするれば総通気量は $500\text{ m}^3/\text{min}$ となる。両坑口の高低差は 100 m 以上あるので自然通気力が働くと思うが、通気負圧を 10 mm 水柱とすれば、排気坑口に 4.5 HP 程度の扇風機(予備1台)が必要となる。また局部通気用として2台のエアファンを準備した。

立入坑道、片盤坑道には排水溝を設け、沿層昇坑道には 4 ° パイプを設置し、坑内水を坑外に排水することで計画した。

保安は生産とともに最も重要なことである。本計画では坑口レベル以上の採掘であるから盤圧、湧水および湧出ガスは少ないと思われるが、坑内で作業する係員、労働者にはキャップランプ、COマスク等を携行させることとした。また沿層昇の両側、各採掘部内間には保安炭柱をおき、採掘終了区域は密閉、遮断することにより自然発火と漏風を防止することとした。

2.3.5. 坑外諸設備

北区域の東側平坦地を事業用地とし、事務所、修理工場、選炭場、資材および油倉庫、発電機室、火薬庫および同取扱所等を設置するとともにぼた捨場も確保することとした。

発電機は必要最小限の電力を確保するために常用 75 KVA 2台が必要であり、予備1台を含めて3台準備することとした。

坑内で使用する器機の空気消費量は合計 $17.6\text{ m}^3/\text{min}$ となるので、ディーゼル駆動(吐出圧力 7 ㎏ 、吐出空気量 $255\text{ m}^3/\text{min}$)のコンプレッサー2台を準備し、各坑口付近に設置することとした。

貯炭処理、ぼた捨場と道路整備、その他に必要なと思われるホイローダー(1.2 m^2)2台、ブルドーザー(D4)1台を準備することとした。

上記のほかに職員51名分の住宅建設、必要な道路の造成、および用水設備も準備する。

2.3.6. 人員計画

生産規模年産 $70,000\text{ トン}$ の正常出炭時における所要人員は第2表のとおりである。

この所要人員は教育訓練を受けた技術係員と労働者のうち $1/3$ は鉱山に経験のあるものが確保されるということで計画した。

第 2 表 人員計画・能率表

職 種 別		実働	在籍	備 考
坑 内	採 炭	66		22人×3方×1切羽
	掘 進	60		10人×3方×2ヶ所
	そ の 他	123		仕練36人、運搬66人、その他21人
	小 計	249	311	(出勤率80%)
坑 外	選 炭	30		15人×2方
	機 械 ・ 電 気	28		機械修理18人、電気工10人
	そ の 他	35		事務所、安全灯、資材、輸送、浮カ捨、他
	小 計	93	103	(出勤率90%)
鉱 員 計		342	414	
職 員		51	51	炭鉱長1人、坑内係員27人、坑外技術係員11人、坑外事務係員12人
合 計		393	465	
全鉱能率(トン/人/月)		14.8	12.5	70,000トン/年÷12月÷(393人又は465人)

第3表 炭鉱設備投資額総括表

費 目	投 資 額		備 考
	(1,000円)	(1,000K)	
起業坑道掘進	224,582	749	岩石2,268m、沿層970m、計3,238m
採炭設備	64,162	214	鉄柱、カッペ、オーガー、ピック他
掘進設備	3,785	13	ハンマー、オーガー他
運搬設備	8,144	27	ユア-ホイスト15HP×3台、トラフ他
その他坑内設備	7,069	23	通気設備1,619冊、排水設備540冊、保安設備4,910冊
選炭設備	16,400	55	建物、ポケット、スクリーン他
電気設備	56,427	188	発電機75KVA/60KW×3台、電話、安全灯、照明、配電線
圧気設備	23,528	78	空気圧縮機25.5m ³ /min×2台 配管
その他坑外設備	15,027	50	給水、散水、修理工場
運搬車両	40,160	134	炭車50台、台車12台、トラック3台、ホイールローダー2台、ブルドーザー1台
土地造成・建物	133,170	444	道路2,400m、事業用地25,100m ² 、各種事業用建物、住宅51戸
予備費	59,246	197	59,245.4冊×10%
合 計	651,700	2,172	

2.3.7. 炭鉱設備投資計画と工事行程

炭鉱設備投資の総額は起業坑道掘進費も含め、第3表のとおり651,700冊(2,172千Kwacha)が見込まれる。これは出炭年産トン当り投資額でみると9,309円(31Kwacha)となり、一般の炭鉱開発が20~30冊であるのに比較すると低廉である。

しかし、これらの算定にあたっては、マラウイに実績資料が乏しく、不確定要素が多いので、不明な点は日本の現状価格を参考にした。

工事行程は第4表のように計画した。採炭切羽の労働者の習熟期間は5ヶ月で考えて、工事着手後3年8ヶ月で正常出炭体制となる。

第 4 表 開発工事および出炭工程表

年度		初年度	第 2 年度	第 3 年度	第 4 年度	
工事	坑内	N1 立入坑道	435m			
		N1 材料	25m			
		N1 ポケット	23m			
		N1 沿層昇	310m	300m		
		N1 左1片		300m		
		N1 左2片			60m	
		N1 左2片			480m	550m
		N1 片瀬			400m	550m
		N1 採炭			Test mining	
		N1 採炭				
坑外	瓦斯設備					
	瓦斯設備		—			
	瓦斯設備					
	瓦斯設備					
出炭	掘進	—	4,800	7,000	7,000	
	採炭	—	—	35,400	63,000	
計		—	4,800	42,400	70,000	

2.3.8. 生産原価

年産70,000トンの正常出炭時における生産原価は第5表のとおりとなる。ただし、この計算にあたってはできる限りマラウイ側から提示された資料を基礎として試算したが、不確定要素が多く、一部日本の現状価格を利用した。

第5表 生産原価表

費目	トン当り金額		備考
	円	Kwacha	
物品費	1,346	4.48	坑木、火薬、鋼材その他
労務費	957	3.19	坑内249人、坑外93人、職員51人
経費	1,001	3.34	修繕料、燃料油、租税公課、その他
小計	3,304	11.01	
減価償却費	743	2.48	起業掘進坑道－生産比例高、機械・運搬設備－5～10年定額償却、その他－鉱命償却
金利	502	1.67	金利年率10%
小計	1,245	4.15	
計	4,549	15.16	

なお、現在輸入している石炭のBlantyre着価格は1976年実績で、ローデシア炭は33.18K、モザンビーク炭は1346Kから2816Kとなっている。

本プロジェクトの石炭生産原価は15.16Kであり、Blantyreまでの輸送費・経費を2084Kと推定すれば、Blantyre着価格は36Kとなり、輸入石炭より高額となる。しかし、国内の石炭を需要にあてることによって輸入外貨の削減をはかり、また住民に職場を与えることを考えれば、炭鉱開発のメリットは十分あるものと思われる。

なお、北部地方において石炭を使用する諸工業をおこせば輸送費が軽減されて、さらにそのメリットは大きくなると考えられる。

2.3.9. 道路および Jetty

炭鉱を開発するにあたって、生産された石炭の搬出と諸機械物資の搬入に輸送ルートが必要である。Ngana 炭田の場合、中・南部の産業中心地への輸送ルートとしては、Karonga 北方の Kambwe 旧 Jetty（現在使用不可能）を修復し、マラウイ湖上のバージ輸送と Kambwe から現地までのトラック輸送が最も良いと判断される。

このためには Kambwe 旧 Jetty の修復工事と、現地から Iponga までの道路整備が必要である。

2.4. 炭鉱開発に至るまでの今後の諸問題

年産 70,000 トンの炭鉱開発をとりまとめたが、その検討にあたり、次のような諸問題が残された。

- (1) 石炭需要の伸びが増大し、生産規模を拡大する必要がでた場合、採掘部内の 2 ケ所同時に稼働させることで目的を達成できるが、可採埋蔵炭量が少く鉱命は短くなるので、炭量を確保するために中央区域に隣接する南区域について調査を拡大させる必要がある。
- (2) 炭層状況、傾斜、炭質等が深部でどのように変化するかについて確認する目的のため、深部探炭試すいを実施する必要がある。この試すい計画は南アの調査結果をもとに検討すべきと考える。
- (3) 立入坑道の着炭点位置、炭層の採掘条件をさらに調査し、採掘計画に齟齬を来さないようにする必要がある。
- (4) 坑内の盤圧、湧水、湧出ガス等について調査し、保安確保の点から万全の策を考慮すべきである。
- (5) 坑内採掘による炭鉱は坑外の作業と異り、危険が多いので、生産とともに保安は極めて重要なことである。

坑内作業に従事する技術係員、労働者の確保はむづかしいと思われるので、現在のマラウイの技術レベルならびにその教育訓練の効果等をさらに調査し、必要係員の教育訓練は国外の炭鉱で行うとか、あるいは外国から優秀な指導員を招へいして

実施する等について、その可能性を検討する必要がある。

労働者は付近の住民のみならず鉱山労働者としての経験のあるものを少なくとも1/3程度は確保する必要があり、その可能性も調査する必要がある。

(6) 資材および機器設備の調達については、現在マラウイでは石炭鉱業の実績がないので、これらは輸入せざるをえないものがあると思われる。したがって、その輸入調達の難易、価格およびその輸送費等を調査するとともに国内で調達できるものについてもその価格、輸送費等について十分調査する必要がある。

・本地区の炭鉱開発には上述の諸問題を解明するとともにインフラストラクチャー、環境アセスメント等についても広く調査させることが望ましい。

今回の調査によってNgana 炭田西部地区における炭鉱開発の可能性のあることが判明したので、引続いて炭鉱開発に必要なフィジビリティスタディが実施されるべきであると判断する。

第 3 章 マラウイの一般概況

3.1. 位置・面積・人口

マラウイ共和国はアフリカ大陸の東南部に位置し、周辺は東側がマラウイ湖を隔ててタンザニア連合共和国・モザンビーク人民共和国の両国、南側はモザンビーク国、西側はザンビア共和国、北側はタンザニア国に囲まれている内陸国である。

国土は南緯 9 度 30 分から 17 度 10 分の約 837 Km の間にまたがり、幅は広い所で 161 Km、狭い所で 80 Km におよぶ南北方向に長い小国である。

国土面積は 118484 Km²（日本の 3 分の 1 程度で北海道と九州を合せた面積にほぼ等しい）しかなく、しかもその約 4 分の 1 にあたる 24402 Km² はマラウイ湖を主体とする湖・河川によって占められている。

人口は 1974 年の推定で 4958 万人となっており、人種のほとんどはバンツー系ニグロで、その他は白人・アジア人が約 2 万人居住している。なおバンツー系ニグロの部族はチエワ・ヘンガ・ヤオ・ヌゴニ等であり、公用語は英語であるが慣用語としてはチチェワ（ヌヤンジャ）語が広く通用していて、部族の対立は少ない。

人口密度は約 42 人/Km² とアフリカでは人口密度の低い部類に入る国である。また最近の年人口増加率は 2.6 % となっている。マラウイの人口は最も発展している南部地方に全人口の 51 % が集中しており、これに対して北部地方は僅かに 12 % で、中部地方が 37 % となっている。

マラウイの州別の人口、陸地面積、人口密度は次のとおりである。ただし人口は 1966 年国勢調査によるものである。

なお各地域の行政センターは北部が Muzuzu、中部が Lilongwe、南部が Blantyre にそれぞれあって、その地域を統轄している。

3.2. 地形・地理

3.2.1. 地形

マラウイの地形は第 1 図に示すとおりで、マラウイ湖が東側に細長く南北にのびており、陸地部分はその西側および南側に広がる。

北部の山系としては、Nyika Plateau が Karonga、Chitipa、Rumphi 3 州の境界にまたがっている。この Plateau（高原）は 2,000 m 以上の標高を有し、

第6表 人口、陸地面積、人口密度

州 別	人 口		陸 地 面 積		人口密度 人/平方km
	人	%	平方km	%	
Chitipa	59,521		4,281		13.9
Karonga	77,687		3,346		23.2
Nkhata Bay	83,911		4,082		20.6
Rumphi	46,636		4,758		9.8
Nzimba	229,736		10,406		22.1
北 部 地 域 計	497,491	12.3	26,873	28.6	18.5
Kasungu	97,472		7,865		12.4
Nkhotakota	62,918		4,250		14.8
Ntchisi	66,762		1,652		40.4
Dowa	182,000		3,237		56.2
Salima	86,552		1,986		43.6
Lilongwe	498,524		6,146		81.1
Mchinji	85,324		3,349		25.5
Dedza	230,715		3,616		63.8
Ntcheu	164,685		3,416		48.2
中 部 地 域 計	1,474,952	36.5	35,517	37.7	41.5
Mangochi	232,692		6,260		37.2
Kasupe	226,506		5,952		38.1
Zomba	282,391		2,574		109.7
Chiradzulu	142,197		764		186.1
Blantyre	279,270		4,175		66.9
Thyolo	245,824		1,668		147.4
Mulanje	398,881		3,442		115.9
Chikwawa	158,145		4,905		32.2
Nsanje	101,234		1,945		52.0
南 部 地 域 計	2,067,140	51.2	31,685	33.7	65.2
マラウイ合計	4,039,583	100.0	94,075	100.0	42.9

注) 資料出所: Malawi Statistical Yearbook 1976

North Rukuru 河と South Rukuru 河に狭まれる高地である。このほかに Vipya Mountains が Livingstonia の南から Muzuzu を経て Nkata・Muzimba 両州の境界でほぼ南北方向にのびており、これらは標高 1,500 m 以上の山脈を形成している。またタンザニアからのびる山系がマラウイ側ではほぼ南北方向にのびる Misuku Hills と Mafinga Mountains の山脈となり、これらはさらにのびてザンビアの Makutu Mountains につながっている。

中部の山系はほとんど全域が 1,000 m 内外の台地であり、ここには Dowa から北に点々とのびる高地および東南端に約 2,000 m の Dedza Mountains を中心とする高地がある。

南部の山系は一般に 1,000 m 以下の台地であるが、西からモザンビークと国境になっている分水嶺山系、中央部には北から Mangochi 山、Zomba Plateau および Limbe の南にのびる北東から南西方向の山系があるほか、同国最高の標高 3,000 m を有する Mulanje Mountains がある。

湖としては Malawi 湖、Malombe 湖、Chilwa 湖の 3 つが大きなものである。特に Malawi 湖はアフリカ大陸では第 3 位の面積を有し、中央部だけが湖の中心でモザンビークとその領域をわけており、そのほかは全域がマラウイ領となっている。なおモザンビーク領域内にある Likomal、Chismuli の 2 島はマラウイ領である。マラムイ湖は淡水湖で、総面積 30,040 Km² あり、南北の長さ 588 Km、東西の巾は狭いところで 16 Km、広いところで 80 Km ある。最大水深は 704 m、湖水面は海拔 474 m であるから海水準下の深度は 230 m になる。また Malombe 湖の水面は海拔 472 m、Chilwa 湖は 627 m となっている。マラウイ湖および Malombe 湖の周辺は海拔 500 m 以下の平野部にとりかこまれている。マラウイ湖畔は Vipya Mountains の接近する Livingstonia から Muzuzu までの区域が沿岸平野も巾は狭く、湖の水深もこの附近で急速に増加しこの沖合に最大水深地点がある。

マラウイの水系としては南部を除いてはいつれの河川も東流もしくは北流してマラウイ湖に注ぐものである。そのうち東流する主な河川は北からタンザニアとの国境になっている Songwe 川および North Rukuru 川、Dwangwa 川、Bua 川、Lilongwe 川等がある。また北流する河川は Lifisi 川、Bwanje 川およびマラウイ湖から流出し Malombe 湖を経て南流し Zambeze 河に注ぐ Shire 川がある。マラウイ湖に注ぐ河川はタンザニア、モザンビーク両国ではマラウイ側に比較すると

その数は極めて少い。

マラウイの地形は上述のように比較的山嶺が多く、南部の台地地域以外は一般に緑に富む森林地帯であり、一部の植林地帯を除いては自然林が多く林業資源は豊富である。南部台地と湖畔平野地域は僅かに灌木が自生している。

3.2.2 気 候

マラウイは緯度的には熱帯圏に位置しているものの、国土の多くは海拔900～1,200 mの標高をもつ高原地帯で樹木が繁茂し、気温的には一般に過し易い気候である。しかしShile川沿岸は気温が高く、マラウイ湖附近および主要河川の流域は高温多湿の低地となっている。

季節としては乾期が5月から10月、雨期が11月から4月となっており、平均温度は15～23°Cである。雨量は760～1,800 mmとなっているが、東部山岳沿いは貿易風などの影響で雨量が比較的多く、茶の栽培を可能にしている。

主な測候所における降雨量と気温は次のとおりである。

第7表 平均年間降雨量(単位: mm)

場 所	1967/68	1968/69	1969/70	1970/71	1971/72	1972/73	1973/74	1974/75
(北部地域) Karonga	1,312	1,000	1,104	940	950	951	1,913	1,043
Muzuzu	1,526	1,209	919	1,218	905	1,051	1,261	1,346
(中部地域) Salima	1,205	1,359	1,114	1,671	1,304	909	1,668	908
Lilongwe	561	1,066	861	952	745	622	1,080	923
Nkhota Kota	1,361	1,646	1,346	1,765	1,896	1,806	1,754	1,378
(南部地域) Mangochi	676	826	736	812	556	595	946	835
Blantyre		1,287	770	1,207	1,225	923	1,277	971
Thyolo	819	1,336	1,161	1,224	1,212	1,107	1,610	1,078
Zomba	925	1,664	1,576	1,376	1,504	1,341	2,224	1,208

注) インチをmmに換算してある。

第8表 月別平均気温(1966~1975)(単位: °C)

場 所	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
(北部地域) Karonga	255	254	251	249	239	224	218	224	244	266	273	259
Mzuzu	206	207	200	194	167	139	132	139	163	191	207	206
(中部地域) Salima	252	252	252	247	227	209	208	222	243	267	274	259
Lilongwe	221	219	214	205	184	162	159	173	200	225	233	225
Nkhota Kota	248	248	246	241	224	206	203	213	236	261	266	253
(南部地域) Mangochi	258	257	256	246	226	205	204	220	247	273	277	263
Blantyre	242	239	233	224	207	185	185	202	230	253	252	234
Thyolo	233	229	223	212	191	168	167	184	207	236	233	234
Mulanje	241	237	231	219	197	176	173	188	212	237	239	241

注) 資料出所: Malawi Statistical Yearbook, 1976

華氏を摂氏で換算してある。

3.2.3. 交通

鉄道はマラウイ湖南部のSalimaからBlantyreを経て、モザンビークのBeira港に連絡する507 Kmの南北幹線のほか、1970年7月Mpimbeを経由してモザンビーク北部のNacala港に連絡する鉄道(国内100 Km)も完成している。これらの鉄道は同国の主要貿易ルートになっている。このほかSalimaの南方ChipokaからLilongweを経由してMchinjiに延長し、ザンビア鉄道と連絡する鉄道の建設を計画中である。またマラウイ湖西岸沿いにSalimaから北部に鉄道を延長し、農産物の輸送にあてる計画もある。

国際空港はBlantyre南西のChlekaにあり、マラウイ航空のほかB. A.、ケニヤ、ザンビア、南アフリカ、ローデシアの各航空会社の定期便が寄港している。国内空港はLilongwe、Mzuzu、KarongaなどがありBlantyreと併せこれら空港間に国内定期便が運航している。道路は舗装1,500 Kmを含め年中運行可能な道路が6,500 Kmあり、その他を合すると12,200 Kmになる。

マラウイは南部・中部・北部地方の3区域に区別される。現在南部地方が最も発展

しており、商業中心地 Blantyre ・旧首都 Zomba はこの地方にある。しかし 1975 年首都を中部地方の Lilongwe に移すとともに、国際空港をこの首都周辺に建設する計画もあり、中部地方の発展に力を入れている。

3.3. 政治・経済・労働事情

3.3.1. 政治

マラウイの前身は英国保護領であったローデシア・ニアサランド連邦で、1964 年 7 月 6 日マラウイという英国連邦の一員として独立し、自治領となった。さらに 2 年後の 1966 年 7 月 6 日には共和制を採用し、現在のマラウイ共和国となった。

マラウイの議会は一院制で 60 名の選出議員と大統領の任命する 15 名の議員をもって構成される。政党はマラウイ議会党 (Malawi Congress Party) のみが存在する。マラウイ議会党の党首である H. K. Banda はマラウイ独立後に首相となったが、共和制後には引続き初代大統領に任命された。1970 年には憲法を改正して終身大統領に任命され現在に至っている。

Banda 大統領はマラウイ独立以降一貫して国内建設に重点をおき、南部アフリカ問題に関しては、他のブラック・アフリカ諸国とは異なり、現実的かつ穏健な所謂対話政策をとってきた。

マラウイの政情は Banda 大統領の強力なリーダーシップのもとに、アフリカでは最も安定した国の一つに数えられている。

3.3.2. 経済

マラウイ経済は農業に基盤をおいており、見るべき鉱産物資源が乏しく、工業も立ち遅れている。

農業は GDP の 45 % 以上をしめ、マラウイ労働人口の 90 % が農業および農業関連産業に従事している。主要農産物はたばこ、茶、砂糖、落花生、綿花、米、桐油、コーヒー、とうもろこし、豆類等である。農耕の中心地は南部と中部で、耕地の 85 % は自給本位の小土地所有者が栽培し、残りはヨーロッパの企業や移民が茶、たばこ、桐（油用）などの輸出用作物と、国内加工用の砂糖と一部主食を耕作している。

その他の産業としては林業、牧畜業があり、最近では淡水漁業に力を入れている。林業はほとんどが内需用だが、北部では製材、製紙の工場を建設する計画がある。

家畜数は1975年に牛が66万頭、羊・山羊が76万頭、豚15万頭となっている。

現在、鉱業としては石材、石灰石しか開発されていないが、最近南部のMlanje鉱山のポーキサイトがShireの水力発電と合せて計画中である。石炭としてはNgana、North Rukuru、Livingstonia、Chiromo、Sumbu-Nkombedziの5炭田が知られているが、いずれも開発されておらず、国内で消費する石炭は全量輸入にたよっている。

通貨は1 Kwacha = 100 Tambalaであり、為替レートは1977年5月末現在1 Kwacha = 1.1027米ドル(≒300日本円)となっている。

1974年推計の国内総生産(GDP)は534.7百万K(約594百万米ドル)で国民一人当たりのGDPは108K(121米ドル)である。

なお1970～1973年のGDPは次のとおりであり、農業が45%以上をしめ、次いで製造業、流通業等となっている。

第9表 国内総生産(GDP)状況

業種別	1970		1971		1972		1973	
	百万K	%	百万K	%	百万K	%	百万K	%
農業	126.0	50.5	159.0	51.0	175.8	47.6	179.8	44.8
製造業	31.3	12.5	34.0	10.9	40.4	11.0	44.9	11.2
公共事業	26.1	10.5	29.8	9.5	29.3	7.9	32.7	8.2
流通業	24.6	9.9	38.7	12.4	39.9	10.8	46.9	11.7
運輸・通信業	10.2	4.1	15.9	5.1	8.9	2.4	21.2	5.3
建設業	12.1	4.8	14.8	4.7	18.2	4.9	18.2	4.5
電気・水道業	2.9	1.2	3.6	1.2	3.8	1.0	4.6	1.1
鉱業・採石業	0.4	0.2	0.4	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1
その他	15.7	6.3	15.8	5.1	52.6	14.3	52.7	13.1
計	249.3	100.0	312.0	100.0	369.3	100.0	401.4	100.0

注) 資料出所: Malawi Statistical Yearbook 1976

貿易収支は次のとおり慢性的入超となっている。(単位：1,000 K)

	1973年	1974年	1975年	1976年
輸 出	79,919	101,346	122,122	146,363
輸 入	114,651	157,726	218,663	188,073
貿易収支	-34,732	-56,380	-96,541	-41,710

主要輸出入品目は第10表のとおりである。

(資料出所：Annual Statement of External Trade in Malawi 1975

Monthly Statistical Bulletin in Malawi June, 1975)

第10表 マラウイの輸出入状況(単位：1,000 Kwacha)

輸 出

品 目	1973		1974		1975		1976	
	金額	%	金額	%	金額	%	金額	%
たばこ	30,259	44.0	39,269	43.9	51,132	48.1	65,234	48.0
茶	13,721	19.9	17,220	19.2	21,730	20.5	26,601	19.6
砂糖	3,276	4.8	9,180	10.3	12,286	11.6	17,352	12.8
落花生	5,922	8.6	5,202	5.8	6,490	6.1	11,253	8.3
とうもろこし	3,241	4.7	3,488	3.9	-	-	-	-
米	2,629	3.8	2,969	3.3	1,611	1.5	1,587	1.2
綿花	1,951	2.8	2,720	3.0	1,932	1.8	2,324	1.7
豆類	655	1.0	1,086	1.2	1,425	1.3	1,611	1.2
その他	7,148	10.4	8,400	9.4	9,677	9.1	9,762	7.2
計	68,802	100.0	89,534	100.0	106,283	100.0	135,724	100.0
再輸出	11,117		11,812		15,839		10,639	
合計	79,919		101,346		122,122		146,363	

輸 入

品 名	1973		1974		1975		1976	
	金額	%	金額	%	金額	%	金額	%
消費材	19,166	16.7	25,957	16.5	30,477	13.9	22,304	11.9
機械設備	14,461	12.6	19,169	12.2	27,324	12.5	28,400	15.1
運輸機器	16,358	14.3	22,128	14.0	34,970	16.0	26,368	14.0
建設用資材	10,294	9.0	13,339	8.5	16,992	7.8	19,510	10.4
産業用資材	35,620	31.1	50,416	32.0	72,460	33.1	54,737	29.1
部品・器具類	3,553	3.1	4,640	2.9	7,188	3.3	6,842	3.6
織物類	5,002	4.3	6,205	3.9	8,163	3.7	5,242	2.8
油・燃料他 (石炭)	9,161 (796)	8.0 (0.7)	15,034 (928)	9.5 (0.6)	19,806 (1,362)	9.1 (0.6)	23,854	12.7
その他	1,036	0.9	838	0.5	1,283	0.6	816	0.4
合計	114,651	100.0	157,726	100.0	218,663	100.0	188,073	100.0

注) () は輸入石炭で内数

なお、日本との貿易関係は次のとおりマラウイが大巾な輸入超過となっている。

(単位は 1,000 Kwacha)

	1973年	1974年	1975年
輸 入	7,378	8,586	16,117
輸 出	2,587	832	1,039
収 支	-4,791	-7,754	-15,078

主な貿易品目は次のとおりである。

〔輸 入〕	1973年	1974年	1975年
車 輛 及 部 品	1,794	2,421	6,421
鉄 鋼 製 品	1,112	1,698	2,523
合 成 繊 維 類	812	735	1,695
綿 類	872	679	1,093
ゴ ム 及 加 工 品	643	305	612
機 械 及 部 品	241	295	844
そ の 他	1,904	2,453	2,929
計	7,378	8,586	16,117
〔輸 出〕	1973年	1974年	1975年
と う も ろ こ し	1,087	-	-
種 油 、 果 物	203	23	-
煙 草 類	437	789	1,023
そ の 他	50	20	16
計	2,587	832	1,039

輸入の主要品目は自動車ならびにその部分品および鉄鋼製品が大半を占め、輸出は煙草となっている。

3.3.3. 労働事情

マラウイの経済は自給農業を主体とし、地下資源に乏しくかつ工業の発達も遅れているので、常用労働者が少い。また特定分野の熟練労働力は不足しているけれども、全般的には失業者数が多く、これらの雇用対策が問題となっている。

産業部門別の雇用労働者数（民間・公共部門）は第11表のとおりである。1975年には244.7千人で、このうち民間部門（20人以上雇用の企業）は72%となっている。また農林漁業は38%、社会公共事業25%、製造業12.8%、建設業8.6%等となっている。

第11表 産業部門別雇用労務者数(単位: 1,000人)

年別	部門別	農林漁業	鉱山採石	製造業	電気水道	建築土木	サービス業	交通通信	金融商業	社会公共事業	合計
1969		48.3	0.8	17.7	1.5	17.4	11.0	8.4	1.1	40.3	146.5
1970		53.7	0.5	19.5	1.7	18.5	12.3	8.5	1.2	43.4	159.3
1971		57.4	0.6	21.7	2.2	17.7	13.8	9.2	1.4	48.3	172.2
1972		63.7	0.8	23.1	2.4	18.2	15.8	9.8	1.4	54.1	189.5
1973		76.3	0.7	25.7	2.9	21.1	18.4	10.4	1.9	57.9	215.3
1974		80.4	0.8	26.8	2.5	22.8	20.9	11.4	2.3	59.0	226.9
1975		93.0	0.9	31.4	2.7	21.1	19.9	11.9	2.8	61.2	244.7

注) 1. 各部門は民間部門と公共部門の合計である。

2. 資料出所: Malawi Statistical Yearbook 1976

個人の年間所得(時間外、諸手当、ボーナスを除く)は1975年で1人平均366 Kwachaであり、122 K以下が46.4%、122~239 Kが24.1%、240~399 Kが10.9%と400 K未満の者が80%以上を占めている。

したがって、近隣諸国に出稼ぎに行く労務者が多い。南アの鉱山に出稼ぎに行つた労務者数は

1967年	39,538人	1971年	65,951人
1968	35,036	1972	81,628
1969	40,992	1973	76,227
1970	61,622	1974	31,650(4月現在)

となっており、7~8万人程度が鉱山労務者として働いている。

また、その他農業等へ相当数が出稼ぎに行つておるので、彼等からの送金はマラウイにとって重要な外貨収入源となっている。

第12表 出稼ぎ労働者の送金状況(単位1,000 Kwacha)

	1970年	1971年	1972年	1973年	1974年	1975年
南ア共和国	7,837	10,479	11,995	19,390	29,744	30,793
ローデシア	728	704	778	1,721	1,163	1,305
ザンビア	437	365	1	—	—	—
計	9,002	11,548	12,774	21,111	30,907	32,098

3.4. 一般地質

3.4.1. マラウイの地質概要

マラウイの大部分は、先カンブリアン末期(Late Pre Cambrian)ないし古生代初期(Early Palaeozoic)に変成作用を受けた変成岩類で構成されるマラウイ基盤複合岩体(Malawi Basement Complex)によって占められている。第2～3図に示す通りマラウイ基盤複合岩体は北部では隣接するタンザニアの中央部にあるDodoma安定地塊(Cratonic Block)の西側で北西方向を示すUbendia造山帯(Orogenic Belt)の延長と考えられるMusuku造山帯がある。しかし、マラウイ基盤複合岩体は中部以南では南北もしくは北北東から南南西の一般方向をとり、西隣するザンビアのBangweulu安定地塊の南東端を走るIrumides造山帯と同一系統のものと推察される。

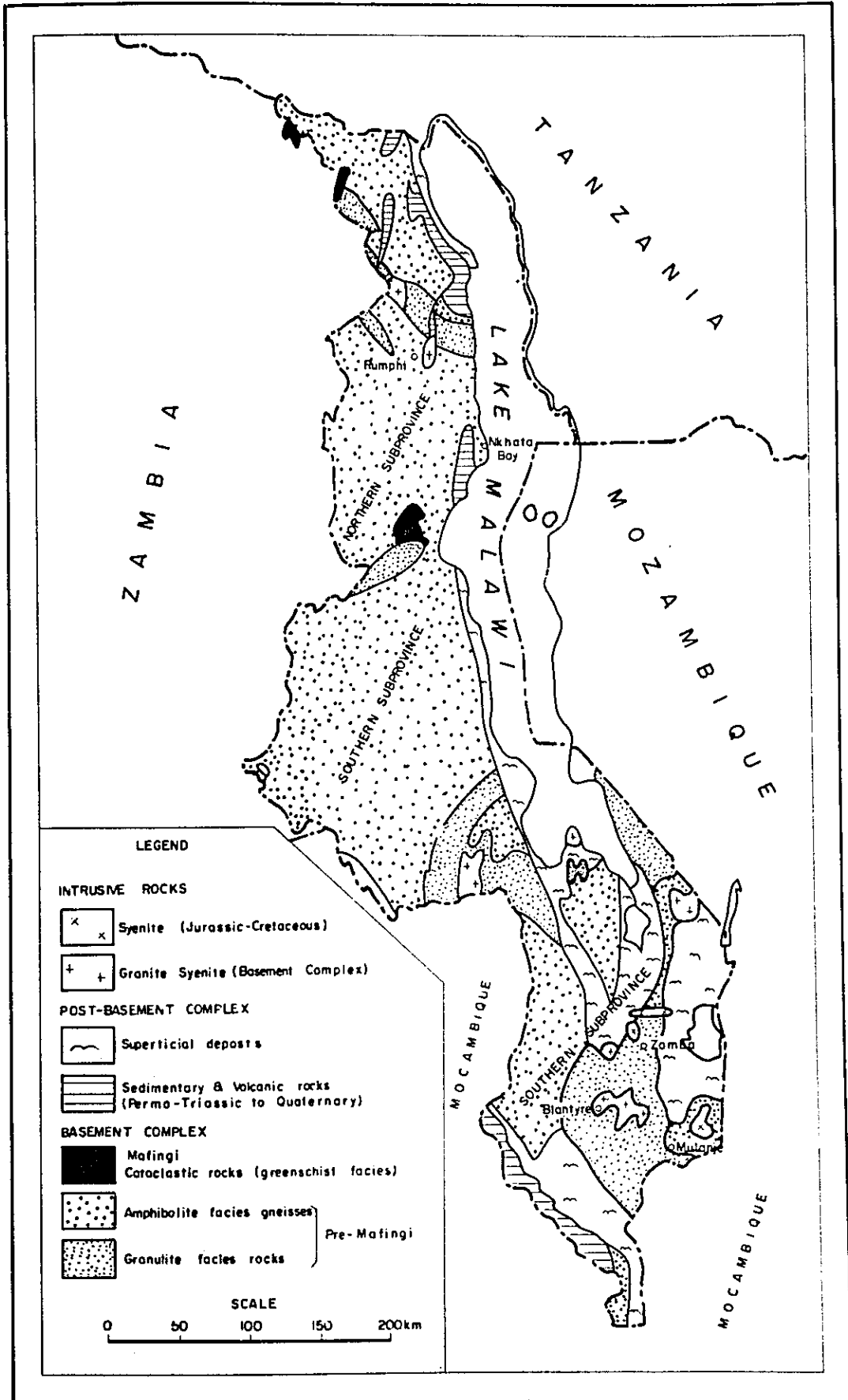
なお、Dodoma安定地塊の東側にはUsagara造山帯があり、この延長はマラウイ東岸を経てモザンビーク造山帯にのびている様であるが、これとマラウイ基盤複合岩体との関係は明確でない。マラウイ基盤複合岩体は一般に白粒岩相(Granulite facies)または角閃岩相(Amphibolite facies)によって構成される。

白粒岩相の岩石は紫蘇輝石花崗質岩石(hypersthen Granitic rock)とザクロ石—珪線石—石墨珪質片岩(Garnet—Sillbimanti Graphite Schist)からなり、白粒岩(Granulite)、大理石(Marble)、高変成泥質岩(High Metamorphic Pelitic rock)を伴う。

角閃岩相の岩石は黒雲母片麻岩(Biotite Gneiss)、砂質岩(Psammitite)、泥質岩(Pelitic rock)、大理石、ザクロ石—珪線石—石墨珪質片岩、角閃岩(Amphibolite)によって構成される。このマラウイ基盤複合岩体を不整合に被覆して原生界(Proterozoic)の砂質岩、泥質岩が北部および中央部に分布している。北部のも

第2圖 REPUBLIC OF MALAWI

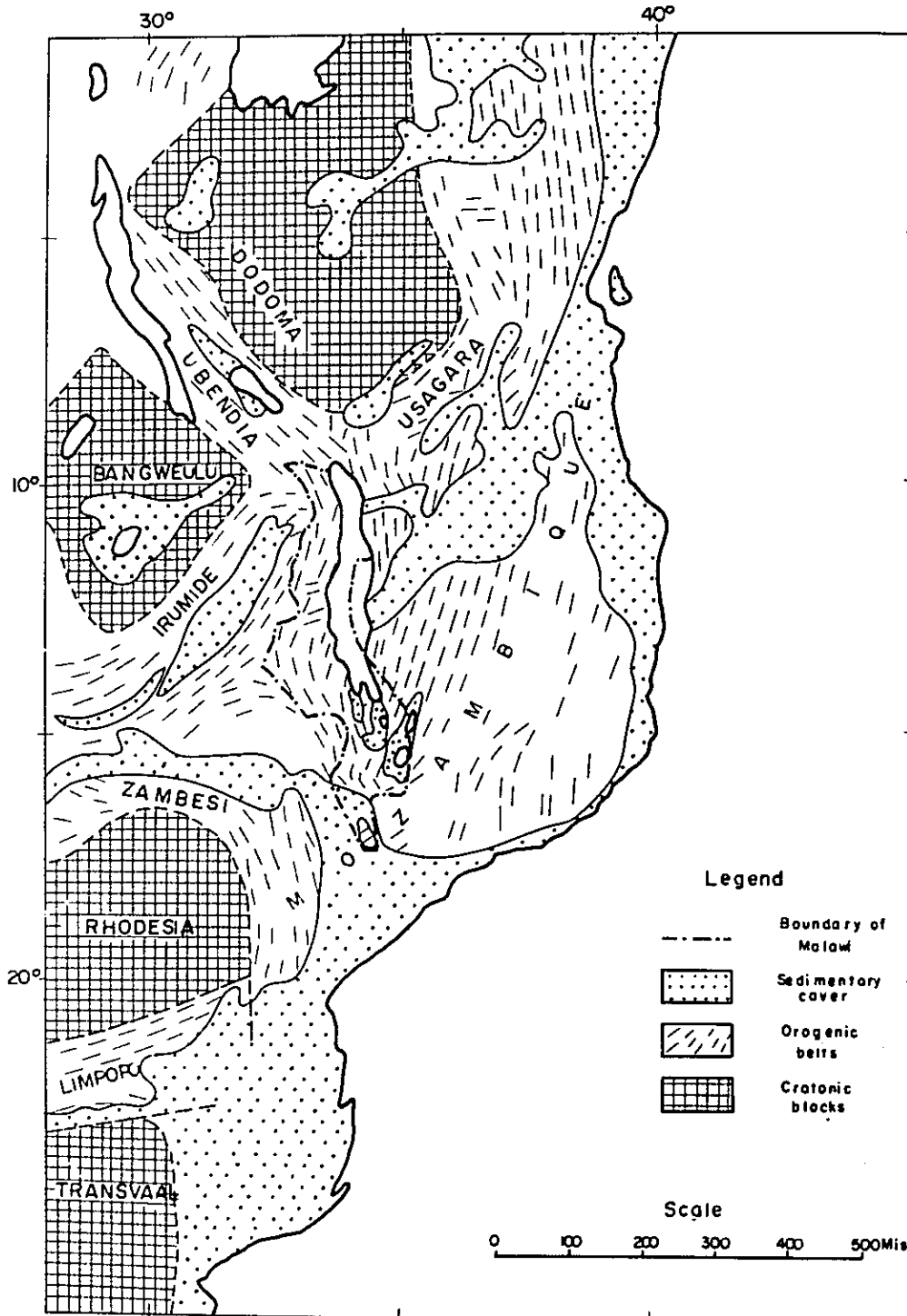
地質圖



Geological Survey Dept. Malawi 1973

第3図 Malawi 周辺の造山帯

(K. Bloomfield:1968)



のはMafingi Group、中央部のものはMchingi Groupと称されている。また基盤岩体と原生界の地層を貫いてPrecambrianの花崗岩が貫入しているが、これらのうち特にMafingi Groupを貫くものをNyika Graniteと称し、Mchingi Groupを貫くものをDzalanyama Graniteと称している。

またこの時期に北部のMisuku Beltにアルカリ岩のNepheline-Syenite小岩体が分布している。これをIlomba Alkaline Complexと呼ばれている。以上の岩石を不整合に被覆して2畳紀～3畳紀のKaroo系、白亜系、第3系、第4系の堆積層が点々と分布する。特に南部にはジュラ紀後期～白亜紀前期の貫入岩体であるアルカリ岩およびcarbonatiteの活動があり火口頸や小侵入岩体として分布している。これをChilwa Alkaline Provinceと称している。

マラウイ湖岸、南部および主要河川の流域は、一般に沖積層によって被覆されている。

アフリカ大陸の東部には所謂リフトバレーと称するほぼ南北に走るアフリカ大地溝帯がある。アフリカ大地溝帯とはアフリカ東部高原地帯をほぼ南北の方向にアフリカ大陸内で約4,000 Kmにわたって延長される地球の大きな裂け目—大地裂帯である。この大地裂帯は雁行する非常に多くの断層によって形成された巾30 Km～70 Kmの帯状の断層帯で、この帯状の地溝帯は喰い違ったいくつかの断層によって形成された断層崖で周辺の区域と隔絶されている。

この大地溝帯はエチオピア、ケニア、タンザニア北部につながる東部地溝帯とウガンダ、ルワンダ、ブルンディ、コンゴ、ザンビア、マラウイを経てモザンビークのZambeze川にのびる西部地溝帯の2帯に区分される。即ち東部地溝帯の南端はタンザニアの北部で終り、このケニア南部からタンザニア北部にかけての区域には新しい火山群が分布しアフリカ最高のキリマンジャロ火山(SL5,895 m)、第2のケニヤ山(SL5,199 m)等の孤立した円錐形火山がみられる。

西部地溝帯には北からAlbert湖、Edward湖、Kivu湖、Tanganyika湖、Rukua湖、Malawi湖とほぼ連続する一連の湖水群がみられる。

3.4.2 マラウイのKaroo系

マラウイ国内で炭層を挟在する夾炭層は他のアフリカ東南部の諸国と同様Karoo系のEcca統のものである。同系はアフリカ大陸における石炭系から上部ジュラ系におよぶ陸成層で、インドにおける Gondwana系に対比され、所謂 Gond

ワナ大陸での陸成層を代表する地層である。マラウイにおける Karroo 系は 2 畳系 ~ 3 畳系 (一部下部ジュラ系までとの説もある) を含み同国北部の南緯 10°~11° 間および南部の Blantyre の南西、モザンビークとの国境に沿って分布している。Karroo 系の最上部としている下部ジュラ系の Stormberg 統は粗粒玄武岩脈 (Dolerite dykes) および玄武岩質 溶岩 (Basaltic lavas) によって構成されている。

(1) 北 部

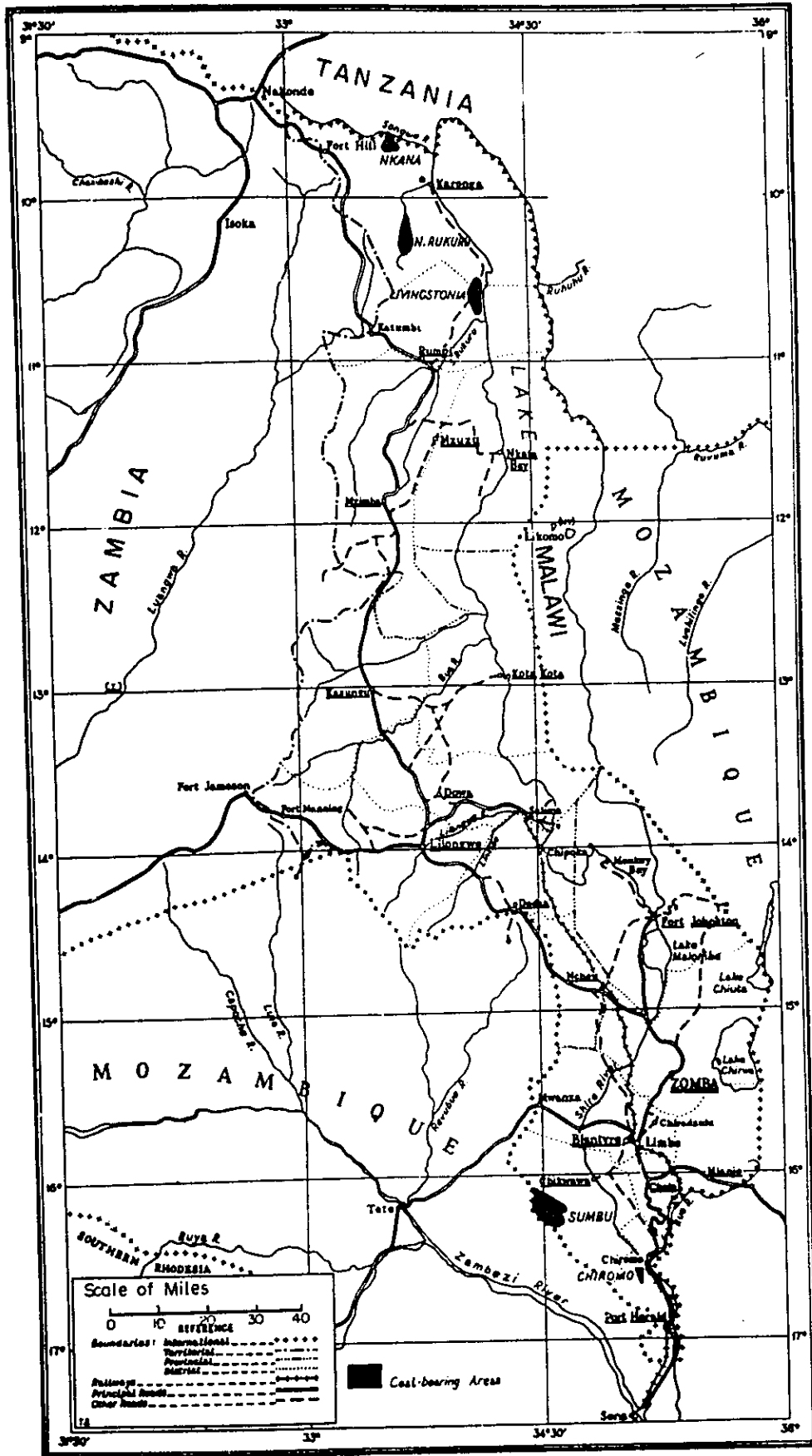
Karroo 系は南北の方向性を持った堆積盆地または周囲を断層で切られて落ちこんだ舟状盆地中に存在し、下位の Basement Complex とは不整合または断層によって接している。

同系は Dwyka、Ecca、Beaufort の各統によって構成されている。これらの順序は大部分の堆積盆地でほぼ一定であるが、細部については若干異なる場合もみられ、水平方向の岩相変化が存在する。同系の基底は Dwyka および下部 Ecca 統に属する礫岩と砂岩によって構成されている。この上に砂岩、炭質頁石、石炭から成る夾炭部が重なっている。特にこの夾炭部は Ngana と Livingstonia 区域で発達している。更にこの上に上部 Ecca 統と下部 Beaufort 統に属するアルコーズ砂岩と頁岩の厚い地層があり、最上部に下部 Beaufort 統の泥岩、泥灰岩、グリットが堆積している。

(2) 南 部

Karroo 系は北部に比較し、堆積開始の時期が遅く、またより遅くまで堆積が続いたものと考えられている。その結果南部においては Stormberg 統が卓越している。基底礫岩は局地的に分布しており、より広大な区域を Ecca 統上部の泥岩、砂岩、薄炭層が覆っている。更にその上には厚く発達したグリット、砂岩、頁岩が連続している。これら一連の地層のうち上部岩石は Beaufort に属し、石灰質砂岩、泥灰岩、およびシルト岩等の“赤色層”へと漸移している。最上位の Stormberg 統の下部はグリットとアルコーズで構成されているが、上方へ行くに従って赤色の増した砂岩に移行し、更に赤色砂質泥灰岩、泥岩へと続いている。Stormberg 統の堆積は断層運動と火山活動によって終了している。ジュラ紀初期を通じての大断層運動は一連の玄武岩質溶岩流の噴出を促し、陸水環境のもとで多くの裂目噴火型の火山を現出せしめた。この玄武岩質溶岩流は時に凝灰岩および砂岩の薄層を含む

第4图 REPUBLIC OF MALAWI 炭田分布图



ことがある。この Stormberg 火山活動に伴う粗粒玄武岩の岩脈や岩床がマラウイ南部の Basement Complex 中に多数存在する。岩脈は北東から南西の方向性が顕著である。またこの岩脈は断層線に沿って存在し、溶岩流の通路となった様子を示している。

3.4.3. 炭田の分布状況

マラウイには5ヶ所の含炭地域がある。このうち3地域は当国北部の Northern Region にあり、他の2地域は南西部のモザンビークとの国境線に近い Shire Valley にある。各地域はそれぞれ次のような名称で呼ばれている。(第4図参照)

北部：Ngana 炭田、Livingstonia 炭田、North Rukuru 炭田

南西部：Sumbu-Nkombedzi 炭田、Chiromo 炭田

これら5炭田の規模はいづれもそれほど大きくないが特に北部の Ngana 炭田、Livingstonia 炭田以外は立地条件、地質構造、炭質等の面で開発の対象とはなれない。

Ngana 炭田はタンザニアとの国境となっている Songwe 河の南岸にありこの炭田の延長はタンザニア側でも Ngana 炭田として開発の対象となっている。本炭田は中央部を北東から南西に走る大断層によって東部地区と西部地区に2分されている。

Livingstonia 炭田は海水準 1200 ~ 1300 m の台地上に分布する炭田である。炭層は断層際および一部の狭い範囲を除いては上位地層によって被覆されているので地表には露出していない。したがって炭層は地表から 400 ~ 500 m 下位に賦存するので、試すいによる調査が必要となる。また地質構造も北西から南東および北東から南西の2方向の交叉する断層系統によって地塊運動を受け、いくつかの区域にわけられており探査、開発ともに容易とは思われない。

マラウイにおける炭田調査は社会、経済情勢の影響もあり1960年以降はほとんど実施されていない。

マラウイ政府が実施した炭田調査の実績は次のとおりである。

- 1923年から1928年にかけて Chiromo 炭田で試すいによる探査を行った。
- 1947年から1951年にかけて Livingstonia 炭田で試すいによる探査を実施した。
- 1955年に Nkana 炭田で地表調査を行った。
- このほか1954年から1955年にかけて Sumbu-Nkombedzi 炭田で最初地質調査

を行い引続いて試すい調査を実施した。

- 1963年にNorth Rukuru炭田の調査結果がとりまとめられた。

Bloomfield K1957; The geology of Nkana coalfield.

Karonga District

Cooper W. G. G & Habgood F. 1959; The geology of the

Livingstonia Coalfield

Habgood F. 1963; The geology of the country west of the

Shire River between Chikwawa and Chiromo

Carter G. S & Bennett J. D. 1973; The geology and mineral

resources of Malawi

また、1975年から1976年にはマラウイ国内の肥料鉍物資源調査についての技術協力を南アに依頼した。その際Ngana炭田内に露出分布する石灰岩と併せ石炭資源に対し11本の試すいと代表的炭層のトレンチ調査が行なわれた。しかしその調査報告書はまだ完成されておらず我々はその内容についてはほとんど知ることが出来なかった。

3.5. エネルギー事情

3.5.1. 電力

Malawi Statistical Yearbook 1976による発電設備および電力消費は次のとおりである。

第13表 発電設備容量(単位: Megawatts)

年 別	E S C O M			認 可 私 設 発 電		
	水 力	火 力	計	水 力	火 力	計
1964	0.6	13.7	14.3	1.00	4.63	5.63
1967	24.6	13.6	38.2	1.06	7.41	8.47
1970	24.6	14.1	38.7	1.06	8.97	10.03
1971	24.6	14.8	39.4	1.06	9.17	10.23
1972	24.6	16.8	41.4	1.06	12.93	13.99
1973	40.6	16.9	57.5	1.06	13.15	14.21
1974	40.6	16.9	57.5	1.06	13.15	14.21
1975	40.6	31.9	72.5	1.06	13.47	14.53

注) E S C O M = Electricity Supply Commission of Malawi

第14表 電力消費量(単位: 1,000 KWH)

用途別	1970	1971	1972	1973	1974	1975
特殊契約	974	1,007	1,249	1,284	1,342	1,359
産業向	75,187	80,800	99,742	112,312	116,597	171,079
商業一般	21,225	23,960	28,219	31,719	38,134	23,405
国内大口	1,394	1,870	2,585	3,206	4,312	5,544
その他	21,854	23,337	25,421	27,288	30,161	33,328
輸出向	1,280	1,467	1,904	2,195	1,731	1,460
合計	121,914	132,441	159,120	178,004	192,277	236,175

注) 輸出はモザンビーク向けである。

電力需要の中心は南部に偏在しているが、今後中部地域にパルプ、砂糖産業を振興するので、その需要に引当てるためLivingstonia南部のSouth Rukuru河Fu fu Fallsに100 MW水力発電所建設の計画がある。

1967年完成したShile川のNkula Falls発電所(24 MW)をはじめとする水力と、そのほか火力を合せると現在の発電設備容量はESCOMが725 MW、認可私設発電設備が14.53 MWである。

3.5.2 石油

石油はマラウイでは産出していないので全量輸入にたよっている。

主要石油製品の輸入状況は次のとおりである。

第15表 主要石油製品の輸入数量(単位: 1,000 英ガロン)

年別	石油 (プレミアム)	石油 (レギュラー)	パラフィン	ディーゼル油 他燃料油
1970年	4,375	4,709	3,229	12,709
1971	6,195	3,658	3,646	13,719
1972	7,318	3,547	4,057	14,260
1973	7,672	3,454	4,133	15,220
1974	7,074	3,019	3,522	13,744
1975	7,964	2,890	3,204	15,461
1976	9,210	2,589	3,048	17,315

注) 資料出所はMalawi Monthly Statistical Bulletin (June, 1977)による。

3.5.3. 石 炭

石炭はマラウイでは生産されていないので、国内消費の全量を南アフリカ、モザンビーク、ローデシア、ザンビアから輸入している。最近の石炭輸入量は第16表のとおりである。

1976年における輸入石炭の価格および諸経費は次のようになっている。

ローデシア、Wankie Colliery Company Ltd.の石炭

山元渡し価格	10.81 Kwacha/Short Ton	
マラウイ国境までの運賃	15.60	"
運送手数料	0.18	"
諸掛(ローデシア政府ロイヤリティ)	0.34	"
国境からBlantyreまでの運賃	3.17	"
計	30.10	" (33.18K/M.T.)

モザンビーク Companhia Carbonifera de Mozambiqueの石炭

Dona Ana F.O.R. 需要者別山元渡し価格

Portland Cement Co. Ltd. (マラウイ)	24.30K/MT (22.09K/ST)	
Malawi Railways Ltd.	9.60	" (8.73 ")
その他消費者	12.40	" (11.27 ")
マラウイ国境までの運賃 (モザンビーク領輸送費、37.5トン積トラック)	0.69	"
MsanjeからBlantyreまでの運賃 (マラウイ領輸送費、37.5トン積トラック)	3.17	"
計	13.46	~ 28.16 "

マラウイにおける将来の石炭需要予測を農業天然資源省Planning Unitの“Coal Investigation in Malawi”によれば次のとおりである。

まず最近の輸入炭実績は次のようになっている。

第16表 石炭の国別輸入実績表(単位: Short Ton)

国 別	1970	1971	1972	1973	1974	1975
モザンビーク	20,642	14,619	26,089	25,715	22,164	44,897
ローデシア	27,773 (38,882)	35,395 (49,553)	32,471 (45,459)	36,450 (51,030)	35,891 (50,247)	33,412 (46,777)
南アフリカ	77	77	146	114	34	239
ザンビア	-	-	-	-	40	-
ケニア	-	-	-	-	-	96
合 計	48,492 (59,601)	50,091 (64,249)	58,706 (71,694)	62,279 (76,859)	58,129 (72,485)	78,644 (92,009)

注) ()内はマラウイ同等量を示し、ローデシア炭 13,300 BTU/lb(7,390Kcal/Kg) に対しマラウイ炭 9,500 BTU/lb(5,280Kcal/Kg)、すなわち 1 : 1.4 に換算したものである。

今後の石炭使用見込量は次のとおりである。

第17表 石炭の使用見込量

使用先	1975	1978	1980	1982	1985	1990
化学肥料工業	-	74,360	74,360	106,240	106,240	159,340
茶 "	28,500	30,000	31,240	33,350	36,000	40,000
煙草 "	5,000	30,000	50,000	50,000	50,000	50,000
セメント "	22,000	30,000	41,000	45,000	50,000	50,000
パルプ製紙 "	-	42,600	42,600	42,600	42,600	42,600
その他産業、公共機関、家庭用	15,000	28,000	30,000	40,000	40,000	40,000
煉瓦・タイル	5,000	7,000	9,000	10,000	10,000	10,000
合 計	75,500	241,960	278,200	327,190	334,840	391,940
同上 85%	64,175	205,670	236,470	278,110	284,610	333,150

なお、合計数量は高位見積りのものであり、実際の消費量は合計の85%にするのが可能性はある。

石炭の消費割合は北部地方が20%、中部と南部地方がそれぞれ40%となっている。しかしながら現状ではマラウイに輸入した石炭の99.9%は南部地方で消費され

ているが、これらは次のようなことが期待されて消費パターンが変わってくるであろう。

北部地方のChinthecheにパルプ・製紙工場を建設する提案があることと中部地方に化学肥料工業地帯を建設する可能性ができたことである。

煙草の乾燥産業は葉煙草の乾燥用として石炭の使用を採用することも期待されている。

炭鉱の実現はマラウイで使用される石炭の付加的需要をもたらすであろうことも期待されている。

1970年をベースとして、輸入が年8.6%で増加しているので単純に推算すると、将来の石炭輸入計画は次のとおりである。

1970年	59,601トン
1980年	136,000 "
1985年	205,440 "
1990年	310,350 "

ただしこの数量は前述のようにマラウイ同等量に換算されたものである。

3.5.4. マラウイ国の鉱業法

マラウイには鉱業法(Mining Act)があるが、この法律は実際に適用例が少ないようであり、形式的には整備されているが、大臣などの裁量権が大きい点に特色がある。

この鉱業法を要約し主要な点を抜粋すれば次のとおりである。

(1) 探査権

探査権はProspecting Right(PR)とExclusive Prospecting Licence(EPL)に分けられる。

	探 査 権	
	Prospecting Right (PR)	Exclusive Prospecting Licence (EPL)
1.内 容	一般の鉱物に対する広域探査権	指定地域での独占的探査権
2.取得資格	a. 18才以上の者 b. 鉱業法を十分理解できると担当官が認定した者 c. 会社又は組合では代理人 d. 個人の代理人としての個人 e. 放射性鉱物については大臣の許可を持つ者	a. PRの保有者又はPRの保有者を雇用する者 b. 予測される補償金、探査するための十分な財源を有する者

	探 査 権	
	Prospecting Right (PR)	Exclusive Prospecting Licence (EPR)
3.取得方法	Mining Commissioner 又は権限を与えられた公務員に申請する	a. Mining Commissionerに申請し大臣の許可を得る。 規定の書式に基づき、大臣が要求する時には財務保証書を提出する。 b. 面積は8平方マイル。区域は長方形で長さは巾の3倍を超えない。 c. 境界線を図示した図面を提出する。 Commissioner が要求すれば境界線に標識などを表示する。
4.除外地域	a. 公共目的あるいは墓地として使用中又は使用予定の区域 b. 市又は町内の区域 c. 既存の探鉱権・鉱業権の区域 d. 政府による指定区域 e. 鉄道建設のための保留地又は鉄道から100ヤード以内の区域 f. 政府所有の建物・貯水池・ダム等の敷地又は100ヤード以内の区域 g. 街路・道路・公園等など h. 家屋又は建物・貯水池・ダム・耕作中の土地および200ヤード以内の区域 i. 家畜用含塩地 j. 公益上探鉱の対象から除外すると大臣が通達し宣言した区域 上記は全て大臣・所有者等所定の者に同意があればこの限りでない。	左に同じ
5.有効期間及び更新	1 年 存続期間又は更新期間の満了日から1年間	1 年 1年毎に更新 堆積鉱床では3年間。鉱脈鉱床では6年間。事情により更に更新できる方法あり。
6.鉱業権の譲渡	不 能	不 可 ただし大臣がLicenceに裏書して同意した場合は可。 10Kwacha/平方マイル 8平方マイルより大きいものは協議
8.取得によって生ずる権利と義務	(権 利) a. 国内の任意の地でダイヤモンド以外の任意の鉱物の探査	(権 利) a. PR保有者の諸権利および独占的探査権

	探 査 権	
	Prospecting Right (PR)	Exclusive Prospecting Licence (EPR)
	b. 調査に必要なキャンプ・建物・機械類の建造、自生材の伐採、川・湖・水路からの取水 c. 立坑・坑井、トレンチ・水路の変更。ただし森林動物保護区ではDistrict Commissionerの同意が必要となる。 d. 動物の放牧 e. EDL, Mining Claim, Mining Leaseの申請 (義務) a. 調査作業に係る各種の補償 b. 鉱物発見後30日以内に報告する。	b. 調査のための道路建設 (義務) a. 左に同じ b. Mining Commissionerの納得のいくように探鉱作業を進める。 c. 探鉱作業の十分かつ正確な記録を保持する。

(2) 鉱業権

鉱業権はMining Claim(MC)とMining Lease(ML)とに分けられる。

	鉱 業 権	
	Mining Claim (MC)	Mining Lease (ML)
1.内 容	所定区域での独占的探査探鉱権	左と同じ(探鉱に重点)
2取得資格	PRの保有者	PR, EPL, MCの保有者。ただしEPL, MCではその許可証の境界内にあること。
3取得方法	a. 杭打で境界を定め、その後30日以内に規定の方法で出願する。 b. 採算可能な量を発見した者は大臣の承認を得て報償鉱区として5つの余分の鉱区を設定できる。 c. 形状は長方形とし鉱区の長さは巾の3倍以内。	a. 規定の書式方法によって出願区域に標識を設定し測量土地の占有その他に関する規定に従う。 b. 規定の料率で計算した1年分の地代を前納する。 c. 大臣は申請人に鉱山事業の展開に十分な資金又は支配していることを示すよう要求できる。
4.除外地域	PRと同じ	PRと同じ
5.有効期間及び更新	1年 1年毎に更新	5~21年 6ヶ月前に申告 21年以内
6.鉱業権の譲渡	可能 ただし30日以内に登録	可能 ただし大臣の文書による同意書が必要

	鉱 業 権	
	Mining Claim.(MC)	Mining Lease (ML)
7.借 地 料 8.取得によっ て生ずる権 利と義務	<p>1 Kwacha/平方マイル</p> <p>(権 利)</p> <p>a. E P L の諸権利及び登録された 鉱物を探査又は採鉱し移動処分す る独占権</p> <p>b. MC又はML有効以前に採鉱で きる特別許可申請</p> <p>(義 務)</p> <p>a. 作業に係る各種補償</p> <p>b. 放棄に際してはCommisio- nerに通知し事故の安全を確保す るよう対策を講ずる。</p> <p>c. 登録後30日以内に採鉱又は採 鉱作業を開始し、十分勤勉に作業 を実施する。</p> <p>d. 鉱物発見後30日以内に報告す る。</p>	<p>0.5 Kwacha/平方マイル</p> <p>a. 左と同じ</p> <p>b. 採掘による地表部の低下</p> <p>c. 工場その他建造物の建設の維持</p> <p>d. 必要消耗品、ぼた、製品等の積 上げ又は廃棄</p> <p>e. 用水パイプ、水路ダム等の建設</p> <p>f. 電車軌道、道路、通信設備等の 建設維持</p> <p>(義 務)</p> <p>a. 左記の該当事項</p> <p>b. Leaseの開始から6ヶ月以内 に作業を開始し、有効かつ Commissionerの得心のいく よう事業を進める。</p>

第 4 章 Ngana 炭田

4.1. 一般概況

4.1.1. 北部地方の概要

Ngana 炭田を含む北部地方の陸地面積はマラウイ全体の 28.6 % であり、人口は約 12 % に過ず、人口密度は国内で最も低い。また産業もみるべきものはなく、自給農業が主体で、農地面積は国内の 12.3 % と低く、主な農産物はとうもろこし、豆類、カサバ、落花生、きび類、米などである。

主要道路としては中部地方から北上し、この地方の行政センター Mzuzu を通り、Korongwa を経てザンビアに至る道路とマラウイ湖畔の Nkata Bay から Mzuzu を経て Katumbi に至る道路等がある。1975 年度の本地方の道路延長は 2,740 Km で、そのうちアスファルト舗装は 5.3 %、砂利舗装は 3.6 % であり、ほとんどは未舗装の道路である。

なお本地方の物資輸送は上記主要道路以外にマラウイ湖の船舶に依存しており、埠頭としては Chilumba, Nkata Bay がある。

本地方は比較的高地が多く、気候は温暖であるが、マラウイ湖畔および主要河川の流域平野部は高温多湿である。

4.1.2. 位置・交通

Ngana 炭田はマラウイの最北端、タンザニアとの国境線である Songwe 川の南岸にあり、マラウイ湖の北端から西へ 30 Km の位置にある。本炭田は Department of Survey 発行の $\frac{1}{50,000}$ 地形図の Misuku (Sheet No. 093301) に含まれる。

炭田に至る経路としては、最寄りの町 Karonga からマラウイ湖岸に沿って北上し、Kapororo を経て Ngoto に至る道路がある。ここから北西方向へ延びる道路を辿り、Iponga を経て、以降 Songwe 河に沿った形で炭田北部の略中央 Mwanjawala 部落付近に至る。Karonga から Iponga までの約 40 Km はバスが運行しており、道路状況は良好であるが、Iponga から炭田に至る 23 Km はかなりの悪路である。またこの間は橋が全くないので雨期には相当の期間に亘って車の運行は不能になるものと考えられる。炭田内には中央部 Mwansalano 付近まで道路が通じており、若干の修復をすれば乾期にはランドローバーでの乗入れが可能である。

4.1.3. 地 形

本炭田は東西、南北ともに約8 Kmの広がりをもつ、地質構造を良く反映した地形を示している。Makeye川とその主な支流Mugwisi川はKarroo系の岩石を容易に浸食し、ほぼ地層の走向に沿って緩やかに流下している。本炭田のKarroo系の堆積盆地はMakeye川およびその支流流域とほぼ同一の区域である。Nampatata RidgeとKapembe Hillsは各々地層の走向方向に延びており、Lupumba Hillsは明瞭なケスタ地形を示している。

炭田の東部および南部は150～300 mの断層崖によってBasement Complexと接している。炭田の東西および南に分布するBasement Complexは一般に800～1,000 m以上の山地を形成しており、炭田地域はこの山地に囲まれた形で、この山地から約300 m低い標高500 m内外の盆地状地形を示し、炭田東部の一部を除いて緩やかな起伏を形成している。

4.1.4. 気 象

当地域の気象状況は第18表のとおりである。

降雨量については、現地最近測定を開始した資料を入手することができた。これによると降雨量は年間1,700 mm前後であり、12月から5月の間が雨期で、この期間に集中的に降雨がある。また、この期間の降雨日数は暦日数に対して60%弱となっている。なお、NganaからSongwe河沿いに20 Km下流にあるIpongaでは年間降雨量2,000～3,000 mmとかなり多い。

気温については、Nganaに最も近いKaronga空港における日間最高・最低気温の月平均値の資料を入手することができた。これによると最も気温の低い7月で最高26.5°C、最低16.9°Cとなっている。また最も気温の高い11月で最高33.3°C、最低23.2°Cとなっている。なお、Ngana地区は内陸山麓部にあるため、Karongaよりは寒暑の差が激しいようである。

第18表 気象状況 (单位: 降雨量mm、気温 °C)

地名	年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計平均
Ngana	1976	-	-	-	-	138 (3日欠)	48 (1日欠)	37	32	0	4	0	239	1,656
	1977	298	133 (2日欠)	323 (1日欠)	441	164	4	6	6					
	1975	94	148	503	1,174	310	279	54	6	4	1	48	212	
Iponga	1976	140	275	489	464	352	117	21	0	0	5	8	282	2,153
	1977	307	55	555	675	欠	37							
(参考)	1941 ~70	東京1,500mm、大島3,000mm、尾鷲4,200mm												
Ngana	1976	-	-	-	-	23 (3日欠)	20 (1日欠)	7	4	0	4	0	14	138
	1977	23	11 (2日欠)	21 (1日欠)	28	13	3	2	2					
Karonga 空港	1975 ~77	29.1	29.5	28.6	28.2	28.0	27.1	26.5	27.4	30.2	31.2	33.3	30.9	29.2
	1975 ~77	21.5	21.8	21.2	21.2	19.9	18.1	16.9	17.2	19.4	21.3	23.2	22.8	20.4
(参考)	札幌 最高 最低	26.5 17.8	東京 31.0 23.5	京都 33.2 23.0										
(参考)	日間 気温の 月平均 (°C)													

4.1.5. 現在までの調査実績

本炭田は1896年独人W.Bornhardt によって最初の簡単な調査が行われたあと、数次に亘る調査が実施されているが、1955年Geological SurveyのK. Bloomfieldによって従来実施されてきた諸調査が見直されると共に、新たにトレンチによる炭層調査等も実施され、本炭田における探炭試すいの必要性が提起された。その後1975、76の两年に亘って南アの調査団によって本炭田内に11本の探炭試すい(深度100m程度)と若干のトレンチ調査が行われた。この試すいデータは本報告書の作成にとって非常に有益なものであるが、現時点では詳細不明である。

4.2 Ngana 炭田の地形図作成ならびに現地測量作業

4.2.1. 地形図の作成

今回調査を実施したのはNgana 炭田西部地区(West District)ならびにIpongaに至るまでの道路である。これらに関連する地形図はマラウイで作成され市販しているので、Department of Surveyで入手出来る。それらは縮尺50,000分の1 Series Z 742 (DOS 425) Sheet 0933 D 2 (Tanzania 272/2) Edition 4 DOS 1971と同じくSheet 0933 D 1の2葉である。現地作業では5,000分の1地形図が必要となるので、Ngana 炭田地域については、Department of Surveyで入手出来る25,000分の1航空写真、国境地域については英国のDirectorate of Overseas Surveysで入手出来る40,000分の1の航空写真(カラー)の必要部分をそれぞれ入手した。

これらの航空写真と50,000分の1地形図をもとに日本国内で地形図の図化を行った。縮尺は炭田区域については5,000分の1、道路ルートは10,000分の1で作成することとした。

地形図化の要領は次の通りである。

- (1) 炭田区域であるシートNo 2、No 3、No 4、No 5の4葉については、25,000分の1地形図から平面基準点6点(1601、1602、1603、1604、1605、1606)ならびに標高基準点2点(2601、2602)を読みとり、これらの座標値標高値を50,000分の1地形図で読みとった。

(附図No 1および第19表参照)

これらの基準点をもとにコンピューターによる解析法で航空三角測量を行うと共

第 19 表 航空写真座標値 (1/25,000)

ポイント番号	座 表 値		標 高 値	備 考
	X	Y	H	
0841	893645.111	570612.99	790.64	バス・ポイント
0842	893375.563	570388.16	764.90	"
0843	893122.308	570299.57	802.66	"
0844	893390.803	570695.03	771.94	"
0851	893611.398	573055.28	747.48	"
0852	893362.031	572804.76	757.72	"
0853	893099.571	572894.20	604.26	"
0854	893364.396	573117.59	736.40	"
0861	893629.881	575735.79	502.28	"
0862	893364.627	575385.63	585.94	"
0863	893100.108	575307.78	662.76	"
0864	893362.822	575775.82	536.91	"
0871	893609.724	578280.71	539.53	"
0872	893338.723	577338.21	734.77	"
0873	893131.208	577828.19	625.86	"
0874	893324.520	578333.77	712.59	"
1601	893077.490	570130.43	644.23] 平面基準点
1602	893468.638	571259.88	717.19	
1603	893060.673	572592.64	598.58	
1604	893636.967	573330.50	798.38	
1605	893497.840	578083.99	764.86	
1606	893212.393	577562.57	586.98	
2601	893465.843	572680.48	691.56] 標高基準点
2602	893258.020	575367.78	545.96	

第 20 表 航空写真座標値 (1/40,000)

ポイント番号	座 表 値		標 高 値	備 考
	X	Y	H	
0031	894243223	58800416	479.50	バス・ポイント
0032	893807679	58780377	488.43	"
0033	893416528	58842587	502.82	"
0034	893852390	58838206	494.87	"
0041	894240543	58447357	489.86	"
0042	893809088	58459139	822.56	"
0043	893387439	58515124	569.77	"
0044	893836771	58494291	803.77	"
0051	894180114	58155415	523.87	"
0052	893749988	58170054	648.96	"
0053	893422801	58231087	767.76	"
0054	893799249	58254714	854.00	"
0061	894144451	57915294	516.07	"
0062	893788253	57904723	602.53	"
0063	893391452	57922760	741.18	"
0064	893765984	57989689	662.24	"
0071	894187440	57676516	518.93	"
0072	893769716	57592784	514.93	"
0073	893341766	57583460	521.50	"
0074	893764090	57683011	501.06	"
0081	894144866	57332031	803.61	"
0082	893737217	57244381	715.62	"
0083	893366669	57321008	686.41	"
0084	893746169	57324805	766.46	"
3601	894152287	58751109	505.16] 平面基準点
3602	893747632	58924671	488.77	
1801	893611428	57305481	744.57	0851]
1802	893628536	57571893	510.64	0861] タイポイント
1803	893611120	57831023	543.79] 0871] (1/25,000)
4601	893945707	57498117	576.63] 標高基準点
4602	894090842	58274580	602.45	
4603	893736163	58462385	888.13	

にコース写真モデル毎に各々4点計16点(0841～0844、0851～0854、0861～0864、0871～0874)を写真から読みとり写真モデルの接合を行い、これらの資料をもとにして図化機WILD STEREO PLOTTER A-8にセットし5,000分の1地形図化を行った。

- (2) 炭田区域であるシート№1については特に40,000分の1航空写真と25,000分の1航空写真の接合を行うため平面基準点の3点(1801、1802、1803)を同時にタイポイントとして25,000分の1航空写真のパスポイントである3点(0851、0861、0871)と同一点にとった。

これによって必要な夾炭層分布範囲の5,000分の1地形図を作成した。

- (3) Ipongaに至る道路ルートについては40,000分の1航空写真と50,000分の1地形図をもととし平面基準点2点(3601、3602)および25,000分の1航空写真との接合のタイポイントおよび平面基準点として3点(1801、1802、1803)、標高基準点として3点(4601、4602、4603)を選定し座標値と標高値を読みとり、これをもとに解析法によって航空三角測量を行うと同時に各写真モデルのパスポイント24点(0031～0034、0041～0044、0051～0054、0061～0064、0071～0074、0081～0084)を読みとり各写真モデルの接合を行いこれらの資料をもとに図化機によって10,000分の1地形図の図化を行った。(附図№1、第20表参照) 図化機によって図化された地形原図をもとにして地形図原紙を作成した。

以上の作業によって地形図を作成したがこの地形図には基礎資料ならびに作業手順の欠除のため、次に述べるような誤差の生ずることが考えられる。しかし航空写真から図化作業する場合には等高線間隔(今回は10m)の75%程度(7.5m)の誤差は許容される。

- ① 精度を必要とする場合には写真撮影前に対空標識の設置、基準点測量を実施し現地での基準点を明確にする必要があるしかし今回はこの作業を実施せず、航空写真、既存地形図から読みとっている。即ち本来なら正確な基準点をベースにして航空三角測量を実施するが、今回は三角点と水準点のない50,000分の1地形図から読みとった基準点であり、これによる誤差は生ずると考えられる。
- ② 25,000分の1航空写真はDepartment of Surveyで印画紙に直接焼付けた密着写真を入手したもので、これをもとにして日本でポジフィルムをつくり図化作業に使用している。このため密着写真の印画紙の伸縮、ならびにポジフィルム

作成迄の反転焼作業等による誤差はまぬがれない。

- ③ 40,000分の1航空写真は原ネガフィルムから直接焼付けたポジフィルムを入手した。この原ネガフィルムはカラーフィルムであるが現像処理が悪くムラもあり、不鮮明なのでこれによる誤差もあると考えられる。

4.2.2 現地測量作業

(1) 概要

Ngana 炭田西部地区で今回現地調査を実施した炭層のトレンチ位置と先に実施された南アの試すい位置を正確に $\frac{1}{5000}$ 地形図にプロットするため、トレンチ作業と平行的に測量作業を行った。期間は8月9日から9月1日までで、そのうち野外作業実日数は14日間である。作業はトラバース測量で行い、牛方式S-25型簡易トランシット(水平分度5分、高度分度1°読み)と50mスチールテープを使用した。

(2) 測量作業

今回のトラバース測量を実施するにあたっては前節に述べたようなマラウイ側で作成した航空写真から図化した1/5,000地形図を使用した。航空写真撮影時に航空標識を設置しなかったため調査地域内に1/5,000地形図上で明確に図示出来る測量の基準点となるべきものは全くない。このため1/5,000地形図上で明確な家屋を選定しその一隅を北区域中央区域の各基点とした。この基点をA点、C点とし、その座標値と標高値を1/5,000地形図から読みとり、これらを基準点とした。

座 標 値			
	緯 距	経 距	標高値
A点	8,937,090 m	574,766 m	5125 m
C点	8,935,190 m	574,457 m	562 m

測量の方法はトラバース測量によって基準点からスタートし各測線間の交角、測点間の鉛直角(俯角、仰角)および測点間の斜距離を実測し、その測定値から計算で方位角ならびに水平距離を求めた。なお最終的にこれらの数値からトレンチ位置および試すい位置の緯距、経距の値を出しこの座標値をもととして1/5,000地形図に各点をプロットした。

(3) 測量実績

今回測量を行ったルート図は付図№2に示すとおりで、この図面に主要な測点を記入している。実測した測点数および測線延長(水平距離換算値)は北区域で168

第 21 表 測線別集計表

		測 点 数	測線長(m)
北 区 城	Aライン		
	A1…A21…A42 A43	43	1,579
	A42 A42-1…A42-8…A42-14	14	675
	A42-1…A42-6'	5	163
	A42-8…A42-8-20	20	748
	Bライン		
	A21…B15…B28…B30	30	1,150
	B30…B30-21…B30-32	32	1,006
	B28…A42	24	864
		(168)	(6,185)
中 央 区 城	Cライン		
	C1…C9…C29	29	1,006
	C29…C29-8…C29-24…D37	31	988
	C29-8…C29-8-10	10	357
	C29-24…C29-24-1	1	41
	C29…C29-13	13	341
	Dライン		
	C9…D21…D34…D37	37	1,775
	D34…D34-24…E36	25	883
	D34-24…D34-24-11	11	325
	Eライン		
	D21…E20…E35 E36	36	1,520
E35…E35-3	3	109	
	(196)	(7,345)	
合 計		364	13,530

点・6,185 m、中央区域で196点・7,345 m、合計364点・13,530 mとなった。

(第21表測線別集計表参照)北区域では基準点A 1を基点としA 21まで測量したあとA 21から左廻りでA 25を経てA 42まで、また一方右廻りでB 15からB 28を経てA 42まで測量し、A 42点で閉合している。またA 25-A 42およびB 15-B 28の間で試すいNo 1、No 2、およびNo 5、No 6の4点を測定した。また北区域のトレンチはA 42-1~A 42-14、A 42-1~A 42-6'、A 42-8~A 42-8-20、A 42~B 28、B 30~B 30-21の間で測定している。

中央区域はC 1を基準点としてC 9に至り、C 9から左廻りでC 29を経てD 37まで一方右廻りとしてD 21からD 34を経てD 37までを測量しD 37で閉合している。このほかD 21から左廻りでD 34を経てE 36まで右廻りでE 20、E 35を経てE 36までを測量しE 36で閉合している。この測量では試すいNo 3、No 4はC 9-C 29間で、試すいNo 7、No 8はD 21-D 34間で、試すいNo 9、No 10はE 20-E 35間でそれぞれ測定している。またトレンチはC 29~D 34~E 35の間で測定している。トレンチ位置はこのほかC 29~C 29-13、C 29-8~C 29-8-10、D 34-24~D 34-24-11、E 35~E 35-3で測定している。

(4) 測量成果

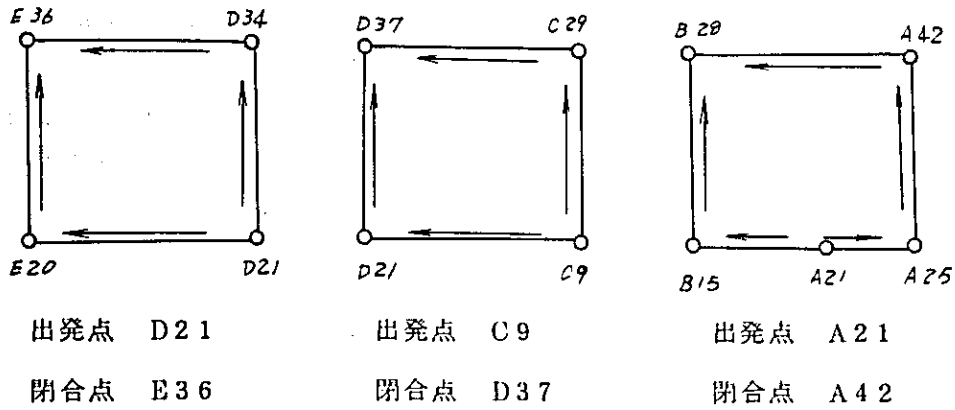
今回の測量は1/5,000地形図上にトレンチ位置、試すい位置を出来るだけ正確にプロットすることを目的に実施した。しかし使用機械器具の輸送問題、作業の迅速化等を勘案し、簡易トランシットとスチールテープによってトラバース測量を行った。

ただしこのトラバース測量中には北区域に1環、中央区域に2環の閉合測量を実施したがその成果表は第20表のとおりである。

第22 閉合成果表

出発点	閉合点	距離(m)	座標差		閉合差(m)	閉合比	比高差(m)
			緯距(m)	経距(m)			
A 21	A 42	2,725	6.7	5.2	8.5	1/320	1.0
C 9	D 37	3,485	0.5	8.0	8.0	1/440	1.1
D 21	E 36	3,078	4.8	5.7	7.5	1/410	0.5

第 5 図 閉合測線図



即ち閉合差で約 8 m、閉合比で 1/400 前後、比高差で約 1 m となったが簡易トランシットによるトラバース測量としては比較的小さな誤差にとゞまり精度的には問題ない。

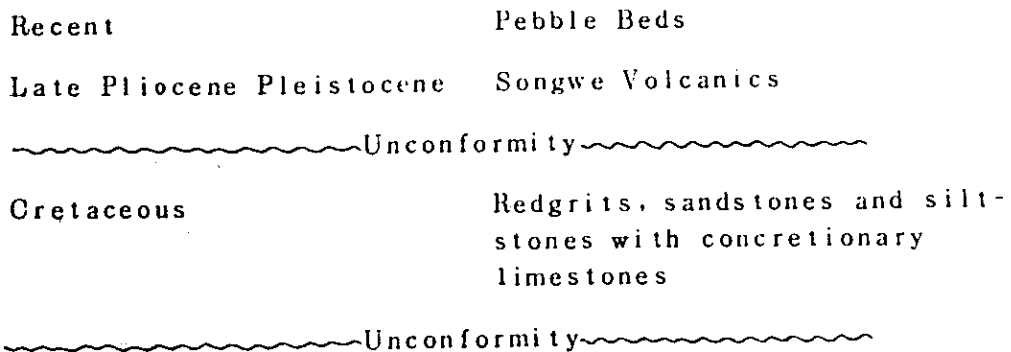
ただし、これは 1/5,000 地形図上にトレンチ位置、試すい位置をプロットすることが主目的であるので、この程度の誤差ならば許容出来るということであり、実際の開発計画その他の目的のため大縮尺の図面で種々検討する場合にはそれに適応した測量機器によって測量作業を行い精度をあげることが望ましいと考えられる。

4.3. 地質層序

本炭田における一般的な層序は次の通りである。

なお Karroo 系の細分はタンザニアおよびマラウイ地方で模式地とされている Ruhuhu 炭田 (タンザニア) を調査した Storkley (1931) に従っている。

(第 6 図参照)



Karroo	{	K 5 Beds	Green mudstones, argillaceous limestones and calcareous sandstones.
		K 3 Beds	Red and purple mudstones with bands of red grit and arkose. Calcareous concretions.
		K 2 Beds	Coal Measures
		K 1 Beds	Basal conglomerate, arkose and flaggy sandstones.
~~~~~ Great Unconformity ~~~~~			
Basement Complex		Paragneisses, metadolerites, etc.	

#### 4.3.1. Basement Complex

炭田周辺の山地に分布する Basement Complex の岩石は metadolerite を伴った amphibolite 系の paragneis で構成され、場所によっては schist および phyllite も見られる。

#### 4.3.2. Karroo 系

本炭田に見られる Karroo 系の K1 ~ K5 層は Ecca 統に属する。

また K6、K7 層は Beaufort 統、K8 層は Stormberg 統に属するが、これらの地層は本炭田においては見られない。

炭田の中央部を走る断層を境として東部地区 (Kapembe Hill) と西部地区 (Nampatata 又は Nabatata Ridge) とで岩相、層厚に若干の変化が認められるが、この差は最下部地層において特に顕著である。西部地区においては Karroo 系と Basement Complex との関係は不整合であり、岩相は典型的な周縁相を示しているが、東部地区の岩石はより細粒かつ厚層であり、Karroo 堆積盆地のより中心部に近いところにおいて堆積したものと推定される。

##### (1) K 1 層
















K 1 層は西部地区においては基盤である変成岩類の上に不整合関係で重なっているのが観察できる。約 4 m の基底礫岩の上に粗粒砂岩が続き、炭化物を含んだ細粒砂岩をもって上限とする。

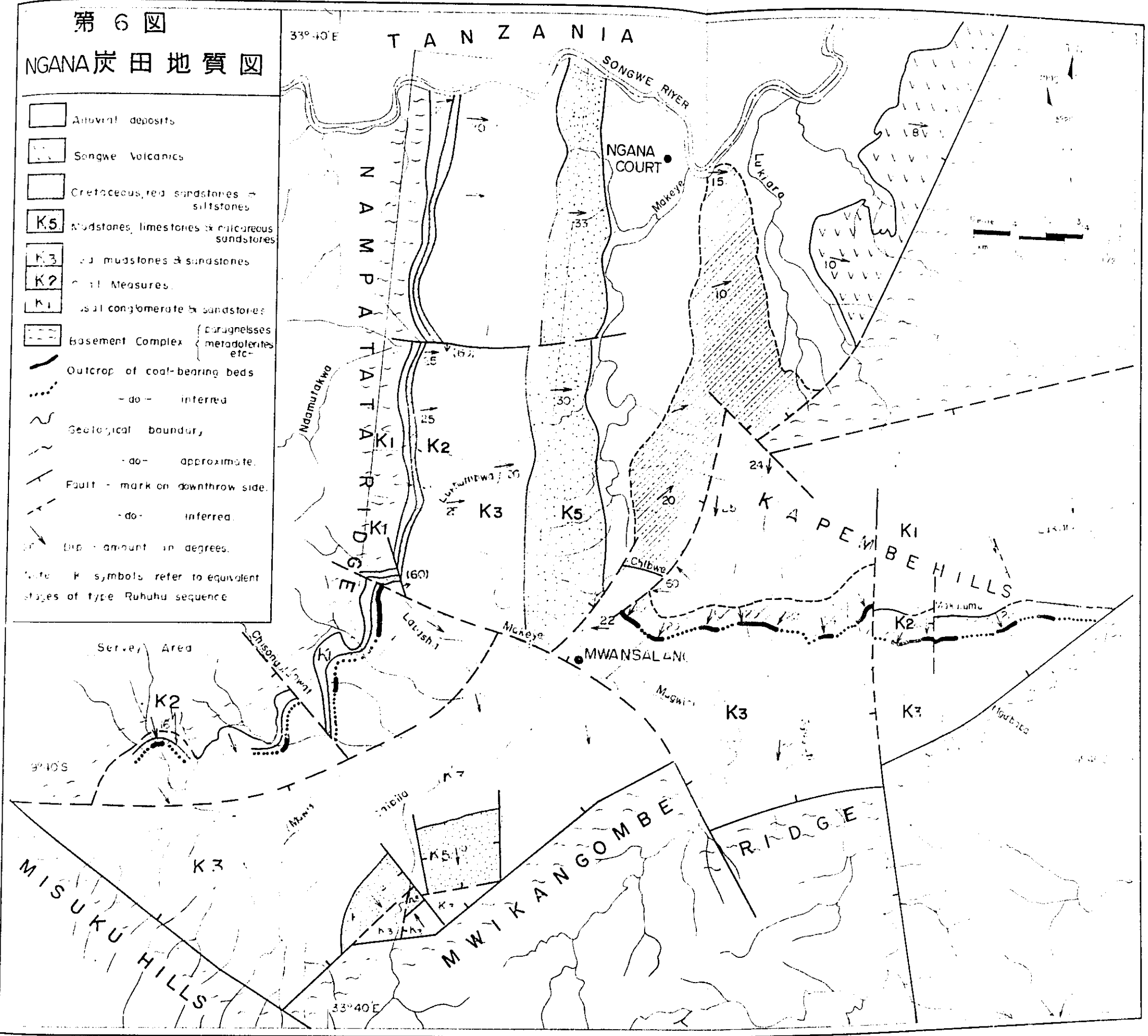
層厚は約 110 m であるが基盤の形状によって場所的に変化が見られる。

東部地区においては、層厚約 450 m と考えられる。下部は白色細粒砂岩の厚層で

第 6 圖

NGANA 炭 田 地 質 圖

-  Alluvial deposits
-  Songwe Volcanics
-  Cretaceous, red sandstones & siltstones
-  K5 Mudstones, limestones & calcareous sandstones
-  K3 Red mudstones & sandstones
-  K2 Coal Measures
-  K1 Basal conglomerate & sandstones
-  Basement Complex { gneisses, metadolerites, etc. }
-  Outcrop of coal-bearing beds
-  - do - inferred
-  Geological boundary
-  - do - approximate
-  Fault - mark on downthrow side
-  - do - inferred
-  Dip - amount in degrees
- Note: K symbols refer to equivalent stages of type Ruhuhu sequence



構成され、その上にシルト岩および泥岩の互層が続く。更に上部は灰色の泥岩となり、炭化物の混入をもって上限とする。

(2) K 2 層

K 2 層は下部頁岩部層、中部砂岩部層、上部頁岩部層に大きく3つに区分され、主要炭層群は上部頁岩層中に存在する。

西部地区においては下部頁岩部層の厚さは約5 m程度である。中部砂岩部層の厚さは北区域(後述)のJ-2~J-32間で28 m、中央区域(後述)のJ-4~J-42間で18 mを確認している。上部頁岩部層の厚さは、北区域のNo 1試すいで18 m、中央区域南端のJ-13~J-62間で13 mを確認している。

結局K 2 層の厚さは北区域では50 m以上であるが、南に行くにつれて薄くなり中央区域の南端付近では36 mとなっている。なお、東部地区では90 mに達している。またこの層中からEcca時代を示すGlossopteris indicaおよびVertebraria sp.の化石が発見されている。

(3) K 3 層

K 3 層は下部の約50 mは白色~明褐色アルコーズ質中~粗粒砂岩を主とするが、上部の150 mは赤色~赤紫色の泥岩を主とする。上部の赤色泥岩中には厚さ最大1 m程度の石灰質団塊が極めて普通に見られる。

この上に通常存在するK 4 層(上部夾炭層)は本炭田には見られない。種々検討された結果、本炭田のK 3 層とK 5 層の間に堆積間隙のないことが明らかにされており、K 4 層は堆積しなかったものと考えられている。

(4) K 5 層

K 5 層は緑色~灰緑色の砂質泥岩および泥岩から成り、厚さ最大1 m程度の珪質あるいは泥質石灰岩の挟みを有する。

この石灰岩の挟みは上部程密に存在し、同層上半部においては石灰岩の泥岩に対する割合は略1:2である。

今回参考までにこれら石灰岩の挟みのうち典型的なものを3個採取し、簡単な分析を行ったのでその結果を下に示す。

	CaO	MgO	SiO ₂	R ₂ O ₃	Ig. loss	計	外 観
L-1	24.59	14.86	20.18	2.72	37.74	100.09	泥灰岩状、Soft
L-2	45.38	1.00	13.99	1.48	37.80	99.65	珪質
L-3	47.92	0.23	12.20	1.10	38.27	99.72	珪質

註) R₂O₃とはAl₂O₃+Fe₂O₃

これらはセメントあるいは肥料用として過去数回調査されている。特に1975～1976年に南ア連邦の調査団によって詳しく調査されている。同層の全層厚は約75 mである。

#### 4.3.3. 白亜系

白亜系はKaroo系に不整合に重なる厚い地層であるが、大部分は沖積層や、崩壊土に覆われている。本層の下にKaroo系の上部層(K6層)が存在するかも知れないが、本地域ではその露出は見られない。地層は赤色グリット、砂岩および石灰岩ノジュールを挟むシルト岩等から構成され、層厚は650 m程度と推定されている。

本層はMt. WallarやMpata付近でKaroo系を不整合に覆っているジュラ紀後期または白亜紀前期のDinosaur層に対比されるものと考えられている。

#### 4.3.4. Songwe 火山岩類

白亜紀の堆積物を直接覆う形で分布している。主として一連の凝灰岩類から構成され、成層状態は良好であり、湖成環境で堆積したものである。層厚は約75 mである。

### 4.4. 地質構造

本炭田の南側および東側は断層によって、また西側は不整合によってそれぞれ区画されている。炭田はその中央部を走る北東から南西方向の断層によって東部地区と西部地区に2分され、両地区において地層の走向、傾斜は大きく異なっている。また炭田内の堆積物は一般に東方に向って肥厚する。

#### 4.4.1. Ngana 炭田西部地区

本地区の西方における不整合面は時折断層によるずれが見られるものの、Songwe河から南へ約8 kmに亘って追跡できる。

この不整合面自体の傾斜は上位のKaroo系とほぼ同様であろうと判断される。本地区のKaroo系各層の走向は一般に南北方向を示し、傾斜は $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$  東の単斜構造で、南へ行くにしたがって若干緩やかになる。また南アの試すい結果(詳細不明)によれば深部ではその傾斜が $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 前後と緩やかになる。

本地区はNdamutakwa断層(N52W60S、H≒90 mの正断層)およびLabasha断層(推定断層)によって北区域、中央区域、南区域の3区域に分けられる。今回

の調査はこのうち主として北区域および中央区域について実施した。

#### 4.4.2 Ngana 炭田東部地区

今回この地区では2ヶ所のトレンチ作業を行った。南側は断層によって区画されているが、東側の限界については今のところ確認されていない。走向はほぼ東西方向、傾斜は $12^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 南の単斜構造を示し、東部にいくほど傾斜は急になる傾向がある。

なお、今までの地質図においてはKapembe Hill 南斜面はすべてK3層と判定されているが、部分的にはK1層が露出している可能性がある。

#### 4.5. 断 層

本炭田で見られる断層には2つの大きな傾向があり、古い方の系列は一般的に北東から南西の方向性を持ち、他方の新しい系列のものは北々西から南々東あるいは北西から南東の方向性を示して前者を横切っている。前述の中央部を走る北東から南西方向の主要断層は大部分が西側落ちであるが、南西端では南側落ちに変っている可能性がある。この断層の落差は不明であるが、Kapembe Hill 付近で300 m程度であろうと考えられる。その他に見られる主要断層としては、炭田の南部を区画する北東から南西方向の断層がある。Syegati 川ではこの断層の北約15 mの河床に露出しているK3層の含小礫グリット中に粗礫岩の挟みが見られる。この礫岩は近くの断層崖から供給されたと思われる変麻岩から成っている。このような事実からこの断層はK3層堆積時には既に活動を開始していたものと思われる。

西部地区についてさらに詳しく述べると次のとおりである。

##### 4.5.1. 西部地区北区域

J-1とJ-40間が作図上スムーズにつながらず落差(H)30 m前後の断層の存在が予想される。その他小断層としてはJ-38断層(N56W65°E、H=2 mの正断層)、J-21断層(N72E80°S、H=4 mの正断層)、J-16断層(H=2 mの存在が確認された。

本区域の南端を走るNdamtakwa断層については、J-16の近くで約2 mの断層破碎帯を伴う同断層(N52W60°S)の存在を確認したが、航空写真による地質判読の結果を考慮すると、この断層の一般走向は第6図に示したように、ほぼ東西方向であるものと推定される。



第23表 炭層狀況一覽表 (1)

北 区 城

單位：cm

Trench No	Dip of Coal Seam	No 1	No 1 ~ No 2	No 2 (a)	No 2 ~ (b) No 3	No 3 (c)	No 3 ~ No 4	No 4	No 4 ~ No 5	No 5	No 5 ~ No 6	No 6	採行段丈/採行段丈 (a)+(c)/(a)+(b)+(c)
1	31°			76	28	38	58	40	43	(60 ⁺ /63 ⁺ )			
40	25°			77	33	43	65	40	45	52/67			
39	23°	10	75	62	33	35	54	30	52				
38	32°	8	58	53	25	35	60	35					
37	22°	8	61	75	32	38	68	43					
36	25°			81	29	50	61						
35	25°	7	76	83	34	46	67	44	46	83			
34	23°	8	77	65	35	47	55	45					
2	24°				39	48	77	46	48	42	260	(33 ⁺ )	
31	25°	7	77	76	37	38	73	45	75	(56 ⁺ /73 ⁺ )			
30	28°	11	64	74	41	40	64	42					
29	30°			80	42	50	59	43	62	74/91			
26	24°	13	73	70	35	40	63	37					
27												56/63	
28	24°			91	42								
3	30°			69	39	36	60	33/40	74	30/35	269	(48 ⁺ /68 ⁺ )	
25	26°			72	33	44	60	43					
24		11	64	62	25								
21	31°	8	76	74	40	42	67	37	58	(38 ⁺ )			
22	30°	12	67	84	34	47	70	45					
23	25°									(0/6)	250	(39/60)	
20	27°					37	83	40	61	(50 ⁺ )			
19	26°	11	79	69									
18	30°	10	71	79	35								
16	23°	12	81	(57 ⁺ )					(57 ⁺ )	70/87 ⁺	(220 ⁺ )	64/72	
Sample 數	23°	14	14	20	20	18	18	17	10	6	3	2	
Total	607°	136	999	1474	691	754	1164	688	564	351/403	779	120/135	
Mean	26°	10	71	74	35	42	65	40	56	59/67	260	66/68	

炭層状況一覽表(2)

採区

単位: cm

Trench No.	Dip of Coal Seam	No. 1	No. 1 ~ No. 2	No. 2 (a)	No. 2 ~ No. 3 (b)	No. 3 (c)	No. 3 ~ No. 4	No. 4	No. 4 ~ No. 5	No. 5	No. 5 ~ No. 6	No. 6	採行段丈/採行山丈 (a)+(c)/(a)+(b)+(c)
17	25°	6	63	76	37	41	62	33	66	71			
41	26°	16	46	90	35	50	68	50					
4	(19°)	13	87	76/84									
43	26°				33	50	60	45	53	75*			
5	25°			92	42	47	92	35/44	50	11			
44	24°			74	20	37	61	40	47	32			
45	30°			82	31	37	35						
46	27°	9	78										
47	27°			79	35	40	65	40	58				
48	25°							48	62	(30 ⁺ )			
49	26°							58	56	90/117			
50	25°							70					
51	26°			92	38	50	73	54	64	59 ⁺ /72			
52	23°			82	38	51	73	44	70	66/78			
53	21°			78									
6	23°			65									
7	30°	16	70	81	35	48	62	56	47	(50 ⁺ /65 ⁺ )			
54	20°	13	65	65	30	30	(30)	(28)	(34)				
55	28°							47	50	41/53			
56	24°	20	89	80	35	(45 ⁺ )							
57	24°	11	83	77	34	40	49						
10	25°			105	35	48	88	59	66	70/100*			
9	25°			95	27	37	46	42	44	27			
11	26°			86	37	49	65	50	45	50/57	250	49/74	
12,12'	27°							50	72	52/85	258	43/85	
60	27°			80	38	42	61	(46 ⁺ )					
58												64/72	
59	26°												
61	22°	17	80										
8	21°	11	80	82	25	54	65	55	45	75	255	62/69	
63	20°												(29 ⁺ )
64	23°	(20)	(63)	(52)		(45)	(63)	(51)	(80)	(24 ⁺ /44 ⁺ )			
65	27°	(10 ⁺ )	(63)	(60)									
13	31°				(51 ⁺ ?)	(47/54)	(71)	(25/50)	(62)	(68)			
Sample 数	32°	10	10	20	18	17	16	18	16	14	3	5	
Total	805°	132	741	1637	605	751	1025	876	895	744/878	763	275/357	
Mean	25°	13	74	82	34	44	64	49	56	57/63	254	55/71	
区域平均	26°	12	73	78	35	43	65	45	56	58/65	257	58/70	

注 1 * 1), 2), 3) 実測値は各々 67⁺/84⁺ 70⁺ 64⁺/94⁺ であるが、このような数値を推定  
 2 ( )内の数値は平均値算出の基礎とはせず  
 3 dipは南アの Br. 結果を参考にした地質断面図によれば採掘区域においては北区域 29° 南区域 25° 両区域平均 27° である。

#### 4.5.2 西部地区中央区域

Ndamtakwa 断層から J-63 断層 (N6°W60°E、H=5 m の正断層) までの間は南北方向の一般的な走向であるが、この断層を境として南部では東西方向に急変すると共に、傾斜も急になり 45° 南という露頭も観察された。

Labasha 川の南部ではほどなく正常な走向、傾斜に戻るのではほぼ Labasha 川沿いに走る断層の存在が推定される。航空写真判読結果を参考として、この推定断層は Mwansalano 付近を通る北西から南東方向の断層の西方延長と考えた。

#### 4.6 炭層状況

今回の調査では炭層状況確認のため、西部地区の北区域で 26、中央区域で 37、南区域で 2、合計 65 個所のトレンチ作業を行った。(付図 No. 4～5 参照)。この結果は第 23 表の炭層状況一覧表および付図 No. 6 の炭層対比図にまとめてある。この結果から付図 No. 3 に示される標準柱状図および標準炭柱図を作成した。なお東部地区で 2 点だけトレンチ箇所を再調査したが、上部頁岩部層中の主要炭層は各々西部地区の各炭層と対比して、炭層の厚さ、層間距離等に大きな変化は認められなかった。

西部地区についてのみ記述すると次のとおりである。

炭層は下部頁岩部層中に 1 枚、上部頁岩部層中に 7 枚存在する。この内 2、3、4 番層の各炭層の厚さおよび層間距離は特に安定している。炭層は一般に北から南へと肥厚する傾向がある。炭層は良く成層しており、2 番層の下部約 1/3 は殆んど輝炭から成るが、他はすべて暗炭と輝炭の細互層を示す。炭層は Nabatata Hill の東斜面にほぼ平行的に南北方向に賦存し、20° ないし 30° 東に傾斜している。北区域においては採掘予定区域の炭層平均傾斜は 29° であるが、更に深部では 20° 前後となる。中央区域においてはこれらは各々 25° および 10 数度である。露頭の標高は海拔 650-700 m、平地レベル上 100-200 m である。

##### 4.6.1 下 1 番層

厚さ 20-40 cm の薄い炭層である。時にはこの層準に 2-3 枚の薄い炭層 (10-20 cm) が認められる場合もある。この炭層は稼行価値がない。

##### 4.6.2 1 番層

厚さ 10-20 cm の薄い炭層である。通常下盤に 10-20 cm のシルトが付き、中部砂岩部層へと移行する。2 番層との層間は約 60-80 cm であり、暗灰色頁岩を主と

するが、この中に数枚の黒色頁岩ないし炭質頁岩の挟みを特徴的に挟在している。  
この炭層も稼行価値はない。

#### 4.6.3. 2番層

通常厚さ70~90 cmの炭層であり北から南へと肥厚する傾向が顕著に見られ最も重要な炭層である。3番層との層間は30~40 cmであり、本層天盤際に付く計10 cm弱の炭質頁岩ないし黒色頁岩と暗灰色頁岩から成る。3番層との層間が薄いことから同層と合せて坑内採掘の対象となり得る。

#### 4.6.4. 3番層

厚さ35~50 cmの安定した炭層である。4番層との層間は55~75 cmであり、本層天盤際に付く計10 cm弱の炭質頁岩ないし黒色頁岩と暗灰色頁岩から成る。

前述のように2番層と合せて坑内採掘の対象となり得る。

#### 4.6.5. 4番層

厚さ40~50 cmの炭層で北から南へと肥厚する傾向が顕著に認められる。5番層との層間は45~70 cmであり、本層天盤際に付く計10 cmの炭質頁岩ないし黒色頁岩と暗灰色頁岩から成る。坑内採掘の場合は一般に稼行対象とはなり得ない。

#### 4.6.6. 5番層

層厚および炭層状態は水平方向への変化が不規則でかつ大きい。

薄い場合には20~30 cm (J-5, 47) から時には数cmの炭質頁岩のみ (J-23) になってしまふ場合もあるが、厚い場合は1 m近く (J-35, 49 etc) にも達する。一般に中央付近に10 cm弱の炭質頁岩の挟みを有する炭丈50~70 cmの炭層である。6番層との層間は2.5 m前後で、本層天盤際に付く計20 cm弱の炭質頁岩ないし黒色頁岩と暗灰色ないし灰色頁岩から成る。坑内採掘の場合は一般に稼行対象とはなり得ない。

#### 4.6.7. 6番層

中央よりやや上部に10 cm程度の炭質頁岩の挟みを有する炭丈60 cm前後の炭層である。

7番層との層間は約5 mで本層天盤際に付く10 cm程度の黒色頁岩と数枚の黒色頁岩の挟みを有する暗灰色ないし灰色頁岩から成る。坑内採掘の場合は一般に稼行対象とはなり得ない。

#### 4.6.8. 7番層

本層は1個所(J-62)しか確認していない。ここでは上位の粗粒砂岩に上部を Wash out されて山丈 56 cm、炭丈 15 cm となっているが №1 試すいでは本層の上に約 4 m の頁岩の存在が認められている。この炭層も稼行対象とはなり得ない。

#### 4.7. 炭質

今回の現地調査を実施した際に、炭層露頭部のトレンチ個所から石炭試料を採取した。この試料数は北区域が 32 ケ、中央区域が 39 ケ、南区域が 2 ケ、合計 73 ケであり、これらの試料を日本に持ち帰って次の分析試験を行い、Ngana 炭田西部地区の炭質判定の基礎資料とした。

	北区域	中央区域	南区域	計
工業分析	26	33	2	61
発熱量	26	35	2	63
全硫黄	12	12	2	26
灰の耐火度	8	8	2	18
ハードグロブ指数	4	8	—	12
元素分析	6	6	—	12
組織分析	3	3	—	6
灰の組成分析	2	2	2	6
浮沈試験	6	2	—	8

なお、上記の分析試験は石炭技術研究所、春日部試験場で実施した。これらの分析試験結果は第 24～26 表のとおりであり、その結果と考察される炭質は次のとおりである。

#### 4.7.1. 工業分析・その他(第 24 表参照)

今回調査した Ngana 炭田西部地区の炭層は古生代 Karroo 系の Eccca 統 K2 層のもので堆積時代的には古いものであるが石炭試料は露頭部であるため相当風化作用の影響を受けている。

固有水分は 8～18% であり、これは風化作用の影響によるものである。トレンチで深く掘り下げた所で採取したものでも 8% になっている。

灰分は 20～30 数% で高い数値を示しているが、これは地表部のために土壤の浸

No	Sample Name	Proximate Analysis				Fuel Ratio	Calorific Value		Ultimate Analysis							Total Sulfur	Hargrove Index	Ash Fusibility (°C)				Chemical Analysis of Ash													
		I.M.	Ash	V.M.	P.C.		Ho	dm-f	C	H	N	O	S	1.S.P.	M.P.			P.P.	Si O ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	P ₂ O ₅										
1	J-1-2	84	232	287	397	138	5160	7750	7686	507	145	1202	460			1250	1370	1390																	
2	J-1-3	146	251	266	337	127	3750	6430	7081	407	137	2317	058			1240	1520	1370																	
3	J-1-4	120	205	282	393	139	4480	6800	7342	450	145	2011	054			1260	+1450	+1450																	
4	J-1-5	110	215	277	398	144	4560	6930	7399	442	142	1964	053			1250	+1450	+1450																	
5	J-2-3	119	288	264	329	125	3520	6180																											
6	J-2-4	133	233	276	358	130	3940	6400																											
7	J-2-5	177	241	258	304	118	2980	5510																											
8	J-3-2	81	217	297	405	136	5400	7890	7747	538	139	1216	360			1280	1440	+1450																	
9	J-3-3	84	263	270	383	142	4880	7720	7706	522	136	1405	231			1280	+1450	+1450																	
10	J-3-4	110	209	291	390	134	4590	6910																											
11	J-3-5	124	325	249	502	121	3210	6110																											
12	J-4-2	110	183	288	419	145	4840	6990																											
13	J-5-2 _F	166	160	287	387	135	3900	5900																											
14	J-5-2 _E	162	256	269	313	116	3080	5490																											
15	J-5-3	141	303	250	306	122	3120	5870																											
16	J-7-2	100	184	292	424	145	4960	7070																											
17	J-7-3	97	231	264	408	155	4810	7360																											
18	J-7-4	102	229	289	380	131	4790	7360																											
19	J-8-2	123	147	297	433	146	4790	6670	7240	422	128	2051	159			1300	+1450	+1450																	
20	J-8-3	140	269	264	327	124	3480	6110	6820	374	128	2575	103			1320	+1450	+1450																	
21	J-8-4	186	286	251	277	110	2880	5700																											
22	J-8-5	151	257	272	320	118	3500	6120																											
23	J-9-2	139	218	267	376	141	4030	6440																											
24	J-10-2	161	256	273	310	114	3730	6630																											
25	J-10-3	150	273	256	321	125	3730	6720																											
26	J-10-4	161	215	280	344	123	3920	6460																											
27	J-11-2	155	173	299	375	125	3850	5950																											
28	J-11-3	141	267	265	327	123	3340	5850																											
29	J-12-5	140	295	261	304	116	3540	6170																											
30	J-14-2	128	229	275	368	134	3960	6340																											
31	J-14-3	105	404	218	273	125	3040	6630																											

No	Sample Name	Proximate Analysis				Fuel Ratio	Calorific Value		Ultimate Analysis					Total Sulfur	Ash Fusion Index	Ash Fusibility (C)										
		I.M.	Ash	V.M.	F.C.		HO	HHV	C	H	N	O	S			I.S.P.	M.P.	F.P.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₂	P ₂ O ₅	
32	J-16-2	103	175	314	408	130	5620	7940							123											
33	J-17-2	89	213	275	423	154	5160	7580	75.50	473	131	1337	509	53	1270	1360	1390									
34	J-17-3	99	199	270	432	160	5180	7550	778.6	476	131	1424	183	66	1270	+1450	+1450									
35	J-17-4	124	173	295	408	138	4660	6760	725.8	417	148	2101	076	65	1270	+1450	+1450									
36	J-17-5	128	246	267	359	134	4000	6600	717.6	408	148	2199	069	89	1310	+1450	+1450									
37	J-18-2	137	212	281	370	132	3970	6260																		
38	J-20-3	104	158	290	448	154	5280	7280							092											
39	J-20-4	82	173	329	416	126	5700	7800							106											
40	J-22-2	117	212	277	394	142	4250	6500							074											
41	J-22-3	115	214	277	394	142	4270	6530							058											
42	J-28-2	100	170	299	431	144	5350	7470							189											
43	J-29-2	105	180	306	409	134	5140	7340							096	1290	+1450	6211	2030	444	069	059	011	004		
44	J-29-3	116	261	266	357	134	4090	6790							053	1300	+1450	6594	2207	493	060	044	000	002		
45	J-35-2	126	229	279	366	131	3890	6210							059											
46	J-35-3	139	263	276	322	117	5320	6100							045											
47	J-35-4	181	314	245	260	106	2670	5560																		
48	J-35-5	164	346	230	260	113	2650	5730																		
49	J-38-2	145	313	249	293	118	3040	5880																		
50	J-38-3	155	383	224	238	106	2370	5490																		
51	J-41-2	142	160	279	419	150	4560	6650																		
52	J-41-3	164	298	249	289	116	2960	5760																		
53	J-45-2	145	150	281	424	151	4650	6710							121											
54	J-45-3	182	295	253	270	107	2720	5450							061											
55	J-47-2	164	240	260	336	129	3430	5950																		
56	J-47-3	179	309	239	273	114	2650	5440																		
57	J-48-4	82	170	324	424	131	5710	7780																		
58	J-57-2	152	175	284	389	137	4170	6330																		
59	J-57-3	166	388	232	214	092	2250	5420																		
62	J-60-2	117	222	270	391	145	4440	6900																		
63	J-60-3	173	305	244	278	114	2770	5570																		

透等による異物の混入があったものと思われる。しかし Shaly Coal の縞炭であり、一般に高灰分炭である。また、炭層は上位の炭層になるに従って炭質頁岩となり、灰分は多くなる傾向がある。

燃料比（固定炭素／揮発分）は 1.0～1.6 であり、古生代の石炭にしては低い数値を示している。これは前述のように Shaly Coal を主体とする高灰分炭によるものである。

総発熱量は 2,200～5,700 Kcal/Kg である。これは前述のように高灰分炭であることと露頭部のために風化作用を受けて固有水分が多くなったための影響が非常に大きいことを示している。純炭発熱量も 5,500～7,800 Kcal/Kg と低い数値であり、炭質そのものが低カロリー炭であることを示している。

硫黄分は局部的に 2～3 % のものもあるが、総体的には 1 % ないしはそれ以下のものが多い。この硫黄分は下位炭層が多く、上位炭層になるに従って少くなる傾向があり、これは炭層の堆積環境が下位炭層の時期に完全な淡水成層でなく鹹水成層であったことに起因するものと判断される。

灰の耐火度では溶融点が大部分は 1,450 °C 以上である。ここで軟化点と溶融点の温度差が大きいのは、前述のように石炭のなかには異物が混入し、その性質によってそれが現われるものと思われる。

ハードクローブ指数は 50 以上を示しており、採取した時に見た感じとは異りかなり粉碎性のある石炭のようである。

元素分析の結果では炭素が 75 % 前後と少ない。この石炭は古生代のものにもかかわらず、このように石炭化度の遅れた亜瀝青炭に近い炭素量を示すことは前述のような Shaly Coal のためと思われる。水素は 4～5 %、窒素は 1.4 % 前後であるが、酸素は 12～25 % と大きな数値であり、これもまた石炭化度の遅れた石炭の性状を示し、これが発熱量低下の一因ともなっている。硫黄は全硫黄で既述したように下位炭層になるにしたがって多くなっている。

灰の組成分析結果では  $\text{SiO}_2$  が 65 % 前後と多く泥炭の灰（50～70 %）の性状を示している。 $\text{Al}_2\text{O}_3$  は 22 % 前後、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  は 4～9 % であるが、 $\text{CaO}$  は 0.6～0.9 % と少ない。この灰の組成分析値からみた場合、Silica Ratio

$$\left( \frac{\text{SiO}_2}{\text{SiO}_2 + \text{CaO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO}} \times 100 \right)$$
 が 86～92 となり 75 以上の数値となるのでスラグタップ式ボイラーの場合にそのスラッグの粘度が上り問題となるが、一般ボイ



ラーの場合は前述の灰の耐火度からみて溶融点が $1,350^{\circ}\text{C}$ 以上あるので差支えないと判断される。また Fouling Index  $(\frac{\text{CaO}-\text{MgO}}{\text{Fe}_2\text{O}_3})$  も  $0.1\sim 0.02$  と最大限度  $1.0$  以下の数値であり問題はない。

#### 4.7.2 組織分析

石炭の石炭化度等の特性を調べるために6ケの試料について、組織分析を行ったが、その試験結果は第25表のとおりである。活性物質であるVitriniteは60%前後と少なく、Vitrinite TypeはV4~5の間にあり、その反均反射率は $0.55\sim 0.60$ と低い数値で石炭化度の遅れた石炭であることを示している。不活性物質は30~40%と多く、そのうち特に鉱物質が10%前後と多い。これは前述のようにShaly Coalの高灰分炭であることと、露頭部のため表土等の浸透による異物の混入が多いためと思われる。

この組織分析からみると石炭化度の遅れた非粘結炭である。

#### 4.7.3 浮沈試験

今回の調査地域の石炭は高灰分炭であるので、水選処理によってどの程度まで灰分を低下させることができるか判断するために、8ケの試料について浮沈試験を行い可選性を検討した。

この試験では試料を $0.5\text{mm}$ でふるい分けして、 $+0.5\text{mm}$ の試料については比重を1.3、1.4、1.5、1.6、1.7、1.8、2.0で区分した。その浮沈試験の結果は第26表(No 1~4)、その結果からえられた可選曲線図は第7図(No 1~4)のとおりである。

この試験結果によれば、比重1.5前後に70~80%が集中しており、その付近の平均灰分は15~20%の高い灰分値を示している。したがって灰分を20%以下にすることは困難であると判断される。また、この石炭の比重は1.5と推定されるので、炭量計算ではこの数値を使用した。

今回の調査地域の炭質を前述の各種分析試験結果によって考察すると次のとおりである。

- (1) 古生代の石炭にもかかわらず、高灰分炭であるのはShaly Coalの縞状炭であることと、露頭部にあるため表土等の浸透による異物の混入が多いため影響と判断される。また石炭そのものも、その生成時期に粘土質が相当混入して堆積された

第 25 表 石炭組織分析試驗結果

No	試料名	Reactive Entities					Inert Entities				Mean Reflec- tance	Compo- sition Balance Index	Stren- gth Index	Calculated Coke Strength	
		Vitrinite Type					Micri- nite	Fusi- nite	Mineral Matter	合計					
		V4	V5	V6	計	合計									
8	J-3-2	5.3	56.6	3.9	65.8	4.9	70.7	17.7	0.8	10.8	29.3	0.54	1.58	217	0
9	J-3-3		53.9	10.3	64.2	2.9	67.1	15.4	4.3	13.2	32.9	0.56	1.84	201	0
10	J-3-4	1.4	36.5	8.9	46.8	8.8	55.6	32.2	1.8	10.4	44.4	0.57	3.00	120	0
33	J-17-2		37.6	23.1	60.7	8.7	69.4	18.6	1.4	10.6	30.6	0.58	1.62	219	0
34	J-17-3		24.2	39.4	63.6	3.3	66.9	20.8	2.3	10.0	33.1	0.59	1.79	210	0
35	J-17-4		14.2	42.6	56.8	10.9	67.7	22.2	1.5	8.6	32.3	0.62	1.70	215	0

第 26 表 浮沈試驗表

(イ) No 64 (J-3-2)

比 重	a		b	c	d	e	f	g	h	i	j
	重 量		灰分	$\Sigma W_{n-1}$	WA	$\Sigma WA$	$\Sigma W$	$\frac{\Sigma WA}{\Sigma W}$	全灰量 $-\Sigma WA$	100 $-\Sigma W$	$\frac{h}{i}$
	g	W%	A%	$+\frac{W_n}{2}$							
-1.3	72	35	1.7	175	595	595	35	1.7	221420	906	244
1.3~1.4	720	350	12.1	2100	42350	42945	385	1.12	179070	556	322
1.4~1.5	670	326	21.6	5480	70416	113361	711	15.9	108654	230	472
1.5~1.6	139	68	29.6	7450	20128	133489	779	17.1	88526	162	546
1.6~1.7	57	28	33.9	7930	9492	142981	807	17.7	79034	134	590
1.7~1.8	32	15	38.3	8145	5745	148726	822	18.1	73288	119	616
1.8~2.0	16	08	40.6	8260	3248	151974	830	18.3	70041	111	631
+2.0	229	11.1	63.1	8855	70041	222015	941	23.6			
-0.5%	121	5.9	29.0		17110	239125	1000	23.9			
合 計	2056	1000									

(ロ) No 65 (J-3-3)

比 重	a		b	c	d	e	f	g	h	i	j
	重 量		灰分	$\Sigma W_{n-1}$	WA	$\Sigma WA$	$\Sigma W$	$\frac{\Sigma WA}{\Sigma W}$	全灰量 $-\Sigma WA$	100 $-\Sigma W$	$\frac{h}{i}$
	g	W%	A%	$+\frac{W_n}{2}$							
-1.3	16	0.9	3.6	0.45	324	324	0.9	3.6	246727	953	259
1.3~1.4	395	21.2	9.6	1150	20352	20676	221	9.4	226375	74.1	305
1.4~1.5	690	37.1	21.8	4065	80878	101554	592	17.2	145497	37.0	393
1.5~1.6	267	14.4	27.6	6640	45504	147058	736	20.0	99993	22.6	442
1.6~1.7	153	8.2	34.6	7770	28372	175430	818	21.4	71621	14.4	497
1.7~1.8	33	1.8	38.7	8270	6966	182396	836	21.8	64655	12.6	513
1.8~2.0	20	1.1	41.0	8415	4510	186906	847	22.1	60145	11.5	523
+2.0	213	11.5	52.3	9045	60145	247051	962	25.7			
-0.5%	71	3.8	27.0		10260	257311	1000	25.7			
合 計	1858	1000									

(↵) No 66 (J-3-4)

比 重	a		b	c	d	e	f	g	h	i	j
	重 量		灰分	$\Sigma W_{n-1}$	WA	$\Sigma WA$	$\Sigma W$	$\frac{\Sigma WA}{\Sigma W}$	全灰量 $-\Sigma WA$	100 $-\Sigma W$	$\frac{h}{i}$
	g	W%	A%	$+\frac{W_n}{2}$							
-1.3	1	0.1	38	0.05	0.38	0.38	0.1	38	176785	921	192
1.3~1.4	590	33.1	8.8	16.65	29128	29166	332	8.8	147657	590	250
1.4~1.5	634	35.6	16.0	51.00	56960	86126	688	12.5	90697	234	388
1.5~1.6	234	13.1	25.5	75.35	33405	119531	819	14.6	57292	103	556
1.6~1.7	50	2.8	30.7	83.30	8596	128127	84.7	15.1	48696	75	649
1.7~1.8	11	0.6	38.1	85.00	2286	130413	85.3	15.3	46410	69	673
1.8~2.0	21	1.2	45.7	85.90	5484	135897	86.5	15.7	40926	57	718
+2.0	101	5.7	71.8	89.35	40926	176823	92.2	19.2			
-0.5%	138	7.8	26.9		20982	197805	100.0	19.8			
合 計	1780	100.0									

(⇒) No 67 (J-7-2)

比 重	a		b	c	d	e	f	g	h	i	i
	重 量		灰分	$\Sigma W_{n-1}$	WA	$\Sigma WA$	$\Sigma W$	$\frac{\Sigma WA}{\Sigma W}$	全灰量 $-\Sigma WA$	100 $-\Sigma W$	$\frac{h}{i}$
	g	W%	A%	$+\frac{W_n}{2}$							
-1.3	6	0.4	3.3	0.20	1.32	1.32	0.4	3.3	146698	89.6	164
1.3~1.4	407	27.1	7.1	13.95	19241	19373	27.5	7.0	127457	62.5	204
1.4~1.5	670	44.6	15.8	49.80	70468	89841	72.1	12.5	56989	17.9	318
1.5~1.6	150	10.0	23.1	77.10	23100	112941	82.1	13.8	33889	7.9	429
1.6~1.7	52	3.4	26.9	83.80	9146	122087	85.5	14.3	24743	4.5	550
1.7~1.8	10	0.7	32.6	85.85	2282	124369	86.2	14.4	22461	3.8	591
1.8~2.0	14	0.9	39.8	86.65	3582	127951	87.1	14.7	18879	2.9	651
+2.0	44	2.9	65.1	88.55	18879	146830	90.0	16.3			
-0.5%	150	10.0	23.7		23700	170530	100.0	17.1			
合 計	1503	100.0									

(*) No 68 (J-7-3)

比 重	a		b	c	d	e	f	g	h	i	j
	重 量		灰分	$\Sigma W_{n-1}$				$\frac{\Sigma WA}{\Sigma W}$	全灰量	100	
	g	W%	A%	$+\frac{W_n}{2}$	WA	$\Sigma WA$	$\Sigma W$		$-\Sigma WA$	$-\Sigma W$	$\frac{h}{i}$
-1.3	16	08	19	0.40	152	152	08	19	255270	911	280
1.3~1.4	449	228	80	1220	18240	18392	236	78	237030	683	347
1.4~1.5	395	201	192	3365	38592	56984	437	130	198438	482	412
1.5~1.6	275	140	292	5070	40880	97864	577	170	157558	342	461
1.6~1.7	326	166	371	6600	61586	159450	743	215	95972	176	545
1.7~1.8	78	40	438	7630	17520	176970	783	226	78452	136	577
1.8~2.0	131	66	477	8160	31482	208452	849	246	46970	70	671
+2.0	138	70	671	8840	46970	255422	919	278			
-0.5%	160	81	310		25110	280532	1000	281			
合 計	1968	1000									

(*) No 69 (J-7-4)

比 重	a		b	c	d	e	f	g	h	i	j
	重 量		灰分	$\Sigma W_{n-1}$				$\frac{\Sigma WA}{\Sigma W}$	全灰量	100	
	g	W%	A%	$+\frac{W_n}{2}$	WA	$\Sigma WA$	$\Sigma W$		$-\Sigma WA$	$-\Sigma W$	$\frac{h}{i}$
-1.3	2	01	52	0.05	052	052	01	52	183349	967	190
1.3~1.4	839	448	109	2250	48832	48884	449	109	134517	519	259
1.4~1.5	716	382	203	6400	77546	126430	831	152	56971	137	416
1.5~1.6	132	71	275	8665	19525	145955	902	162	37446	66	567
1.6~1.7	41	22	339	9130	7458	153413	924	166	29988	44	682
1.7~1.8	6	03	404	9255	1212	154625	927	167	28776	41	702
1.8~2.0	15	08	462	9310	3696	158321	935	169	25080	33	760
+2.0	61	33	760	9515	25080	183401	968	189			
-0.5%	60	32	322		10304	193705	1000	194			
合 計	1872	1000									

(ト) №72 (J-35-2)

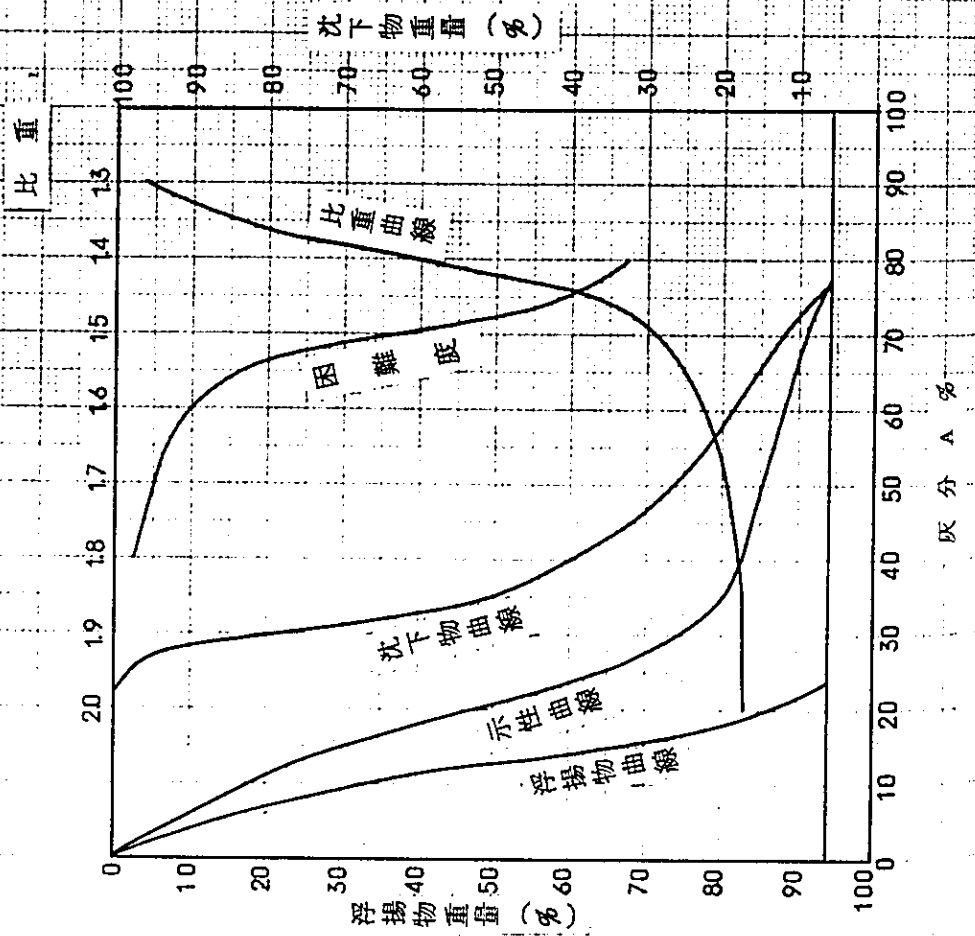
比 重	a		b	c	d	e	f	g	h	i	j
	重 量		灰分	$\Sigma W_{n-1}$	WA	$\Sigma WA$	$\Sigma W$	$\frac{\Sigma WA}{\Sigma W}$	全灰量 $-\Sigma WA$	100 $-\Sigma W$	$\frac{h}{i}$
	g	W%	A%	$+\frac{W_n}{2}$							
-1.3	0	0									
1.3~1.4	73	38	69	190	2622	2622	38	69	273650	902	303
1.4~1.5	851	441	141	2585	62181	64803	479	135	211469	461	459
1.5~1.6	409	212	253	5850	53636	118439	691	171	157833	249	634
1.6~1.7	94	49	332	7155	16268	134707	740	182	141565	200	708
1.7~1.8	13	07	372	7435	2604	137311	747	184	138961	193	720
1.8~2.0	55	28	502	7610	14056	151367	775	195	124905	165	757
+2.0	319	165	757	8575	124905	276272	940	294			
-0.5%	115	60	321		19260	295532	1000				
合 計	1929	1000									

(ヲ) №73 (J-35-3)

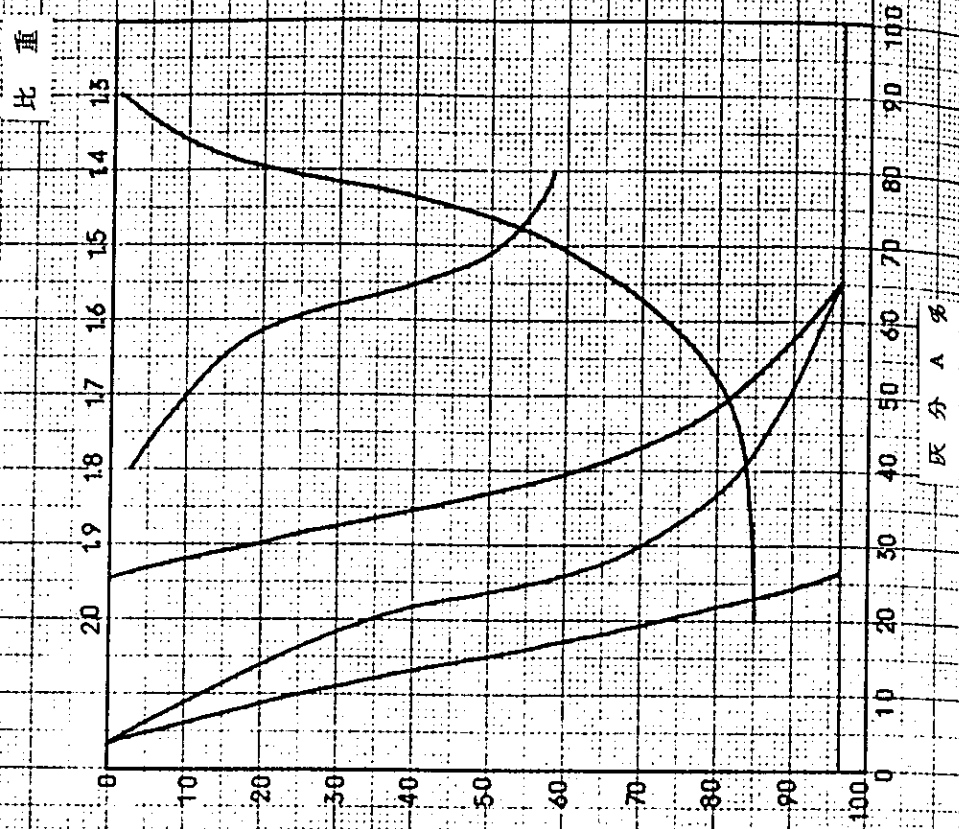
比 重	a		b	c	d	e	f	g	h	i	j
	重 量		灰分	$\Sigma W_{n-1}$	WA	$\Sigma WA$	$\Sigma W$	$\frac{\Sigma WA}{\Sigma W}$	全灰量 $-\Sigma WA$	100 $-\Sigma W$	$\frac{h}{i}$
	g	W%	A%	$+\frac{W_n}{2}$							
-1.3	0	0									
1.3~1.4	165	83	86	415	7138	7138	83	86	239793	797	301
1.4~1.5	599	301	170	2335	51170	58308	384	152	188623	496	380
1.5~1.6	296	149	266	4585	39634	97942	533	184	148989	347	429
1.6~1.7	361	181	373	6235	67513	165455	714	232	81476	166	491
1.7~1.8	89	45	422	7365	18990	184445	759	243	62486	121	516
1.8~2.0	156	78	456	7980	35568	220013	837	263	26918	43	626
+2.0	86	43	626	8585	26918	246931	880	281			
-0.5%	240	120	324		38880	285811	1000	286			
合 計	1992	1000									

第7圖 可選曲線圖

Sample 664 (J-3-2)

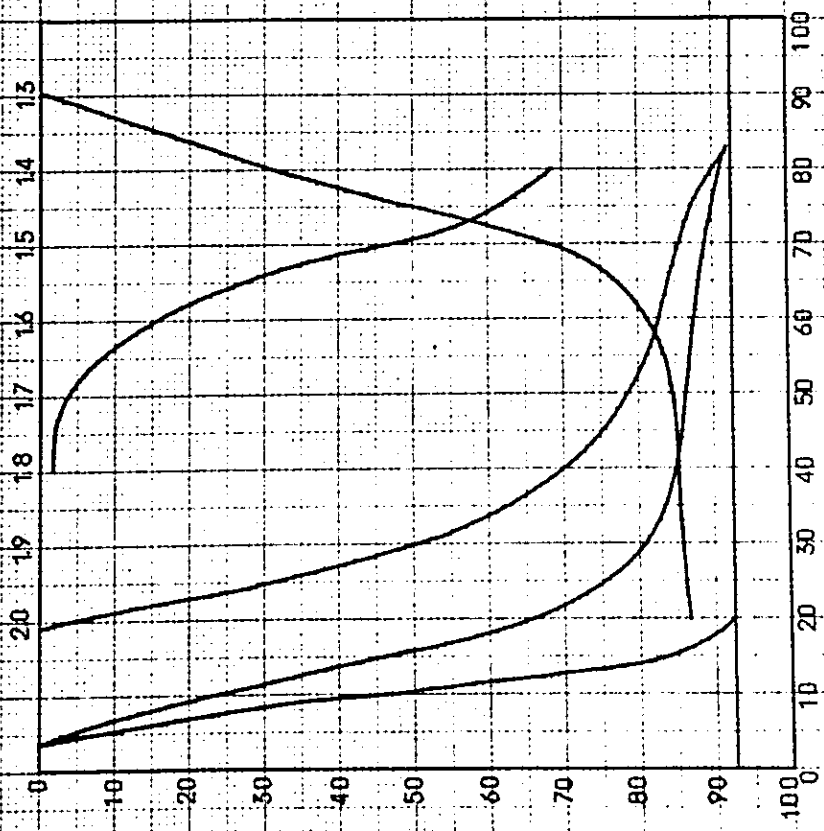


Sample 665 (J-3-3)



灰分 A (3-3-4)

比重



灰分 A (5-7-2)

比重

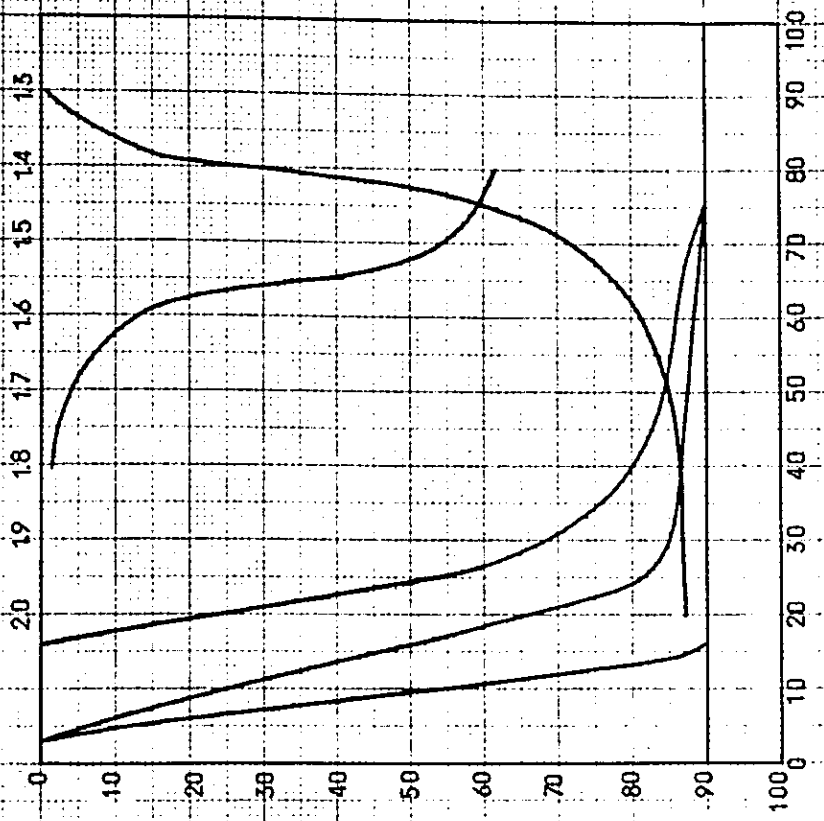




表 6-8 (J-7-3)

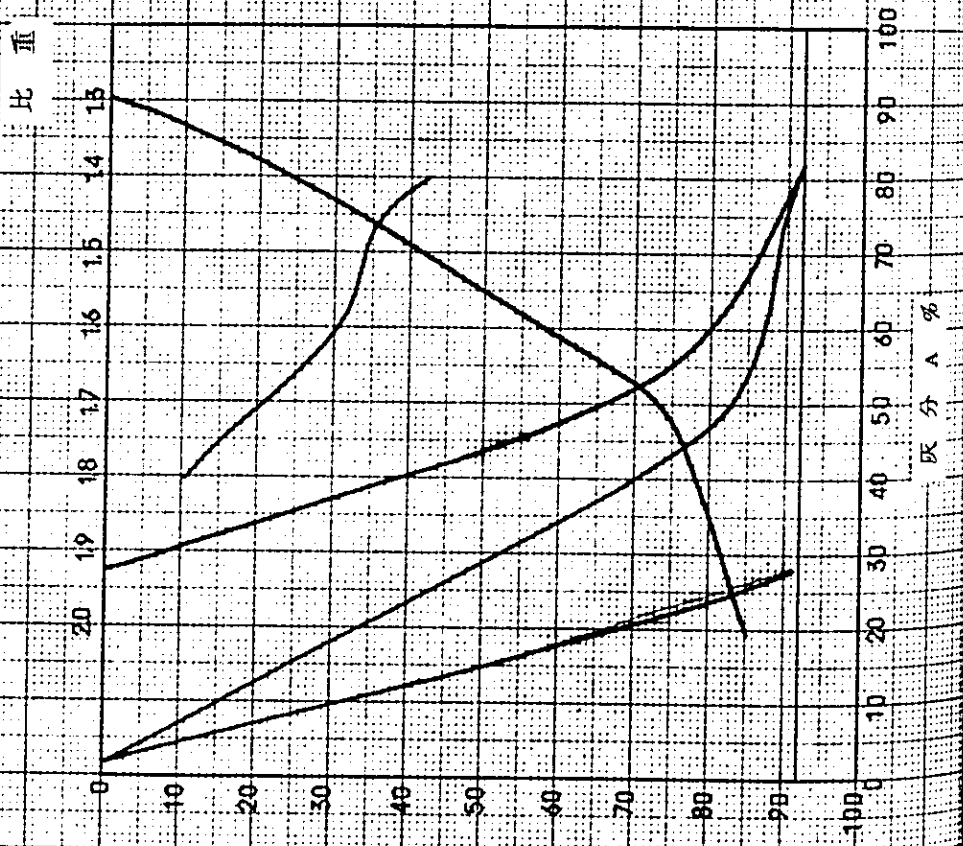
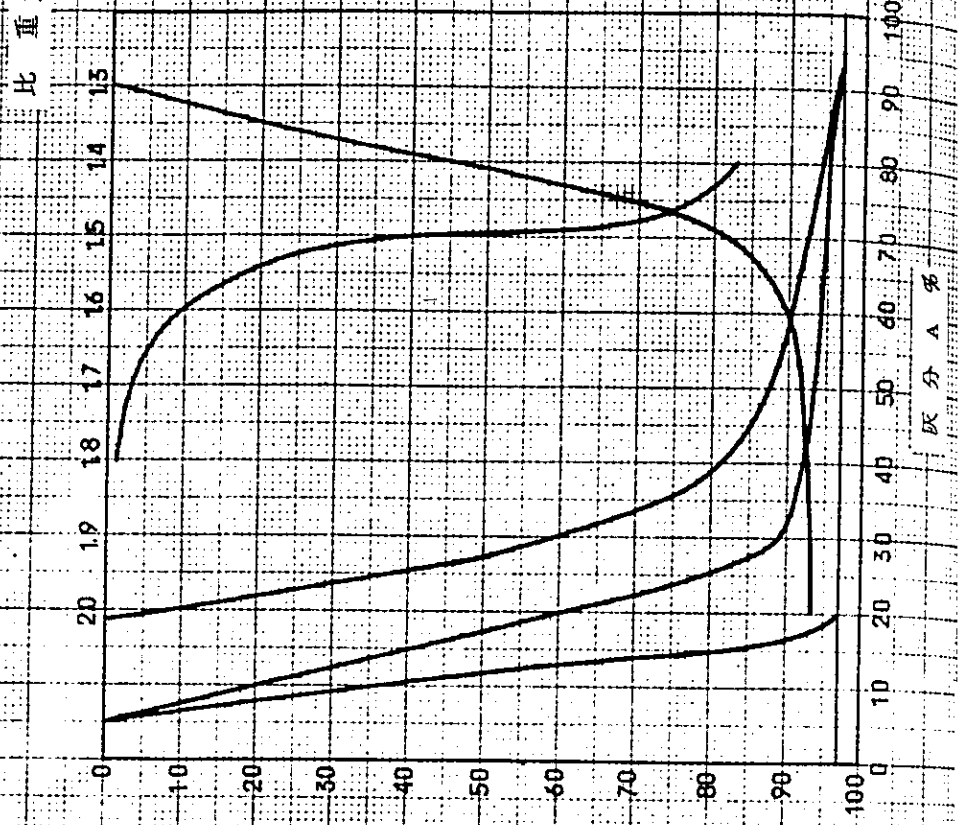
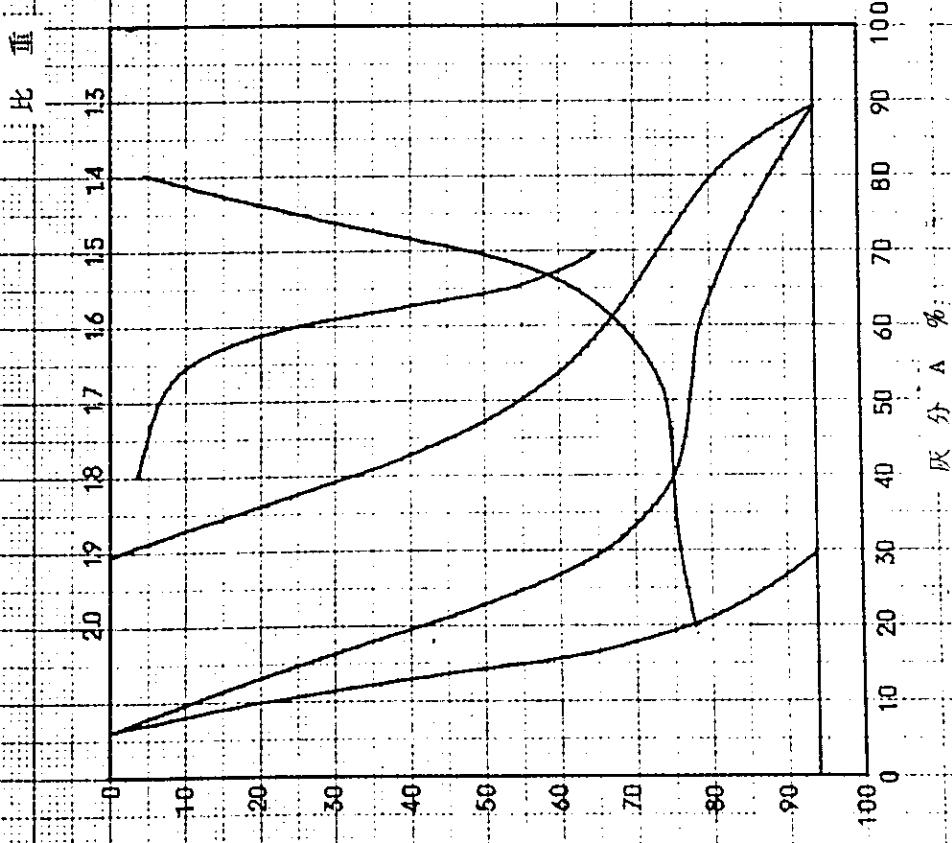


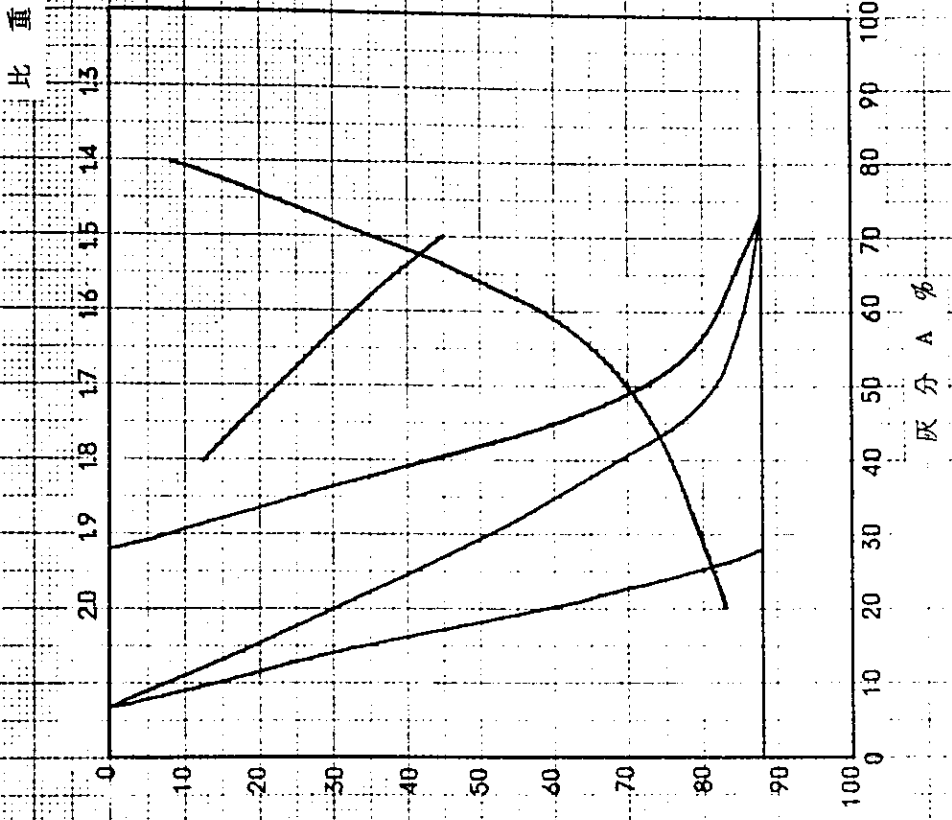
表 6-9 (J-7-4)



№72 (J-35-2)



№73 (J-35-3)



Shaly Coalないしは炭質頁岩の縞状炭となっているものと考えられる。

- (2) 各炭層別にその炭質をみると、一般的には上位炭層になるにしたがって炭質は悪化する傾向にある。しかし硫黄分は逆に少くなる傾向を示す。
- (3) 発熱量としては高灰分炭のために低カロリーであり、しかも露頭部のために風化作用を受けて固有水分が多く、これが発熱量低下の大きな要因となっている。
- (4) 石炭灰の性状からみるとボイラー燃焼用の一般炭として使用可能である。またハードクローブ指数は石炭そのものを見た感じよりは粉碎性があるようなので発電用の石炭に適しているものと判断される。

以上の諸点からこの石炭は燃焼用の一般炭であるが、ただ難点は高灰分の低カロリー炭ということである。浮沈試験の結果からみても灰分20%以下にすることは困難と考えられる。また炭層の賦存状態ならびに炭質からみて、2番層・3番層の2層を同時採掘することになるが、2層間に35cm前後の合盤があるので採掘時に細心の注意をはらいこの合盤が石炭に混入することを防止しなければ精品炭のカロリー低下となるので注意を要する。

この地域における石炭の品位としては次のように推定される。

- ① 固有水分は露頭部のために高い数値を示しているが、採掘部内では7%以下に減少するものと思われる。
- ② 灰分は採掘時の合盤および上下盤が或程度混入することは避けられないので25%前後になるものと思われる。

したがって南アが実施した試すいコアの石炭分析結果を見ないと判らないが、今回の石炭分析結果から判断すると5,500~5,000Kcal/Kg程度の精品炭カロリーになるものと思われる。

このような高灰分低カロリーの石炭の需要としては、当炭田から石炭消費地までの輸送コストを考えると、将来は産炭地において石炭火力発電所を建設し発電用燃料として供給することが望ましい。

#### 4.8. 炭 量

今次調査結果から稼行対象とした2番層および3番層について坑口レベル上の理論埋蔵炭量を計算すると次のとおりとなる。なお、炭量計算にあたっては露頭線から沿層30mの保安炭柱および、主要河川における破断角60°以内の保護炭柱は計算範囲か

ら除外した。(付図No 7 参照)

第 27 表 理論埋蔵炭量計算表

区域名	坑口 レベル(m)	平面積 ( $m^2$ )	平均傾斜 ( $\sec \theta$ )	平均炭丈 (m)	比 重 ( $\text{トン}/m^3$ )	理論炭量 (千トン)
北区域 ㊸	SL 525	481,250	$29^\circ$ (1.1433)	1.16	1.5	956
中央区域 ㊹	SL $\begin{matrix} 555 \\ 570 \end{matrix}$	333,250				
" ㊺	SL 575	142,500				
中央区域計		475,750	$25^\circ$ (1.1038)	1.21	1.5	953
総計		957,000				1,909

参考文献

The Geology and Mineral Resources of Malawi

Geological Survey Department Bulletin No 6

by G. S. Carter, J. D. Bennett

The Geology of The Nkana Coalfield, Karonga District

Geological Survey Bulletin No 8

by K. Bloomfield 1957

## 第5章 Ngana炭田西部地区開発構想

今回の調査によって炭層状況、炭質、炭量その他について把握できたので、Ngana炭田西部地区の北区域、中央区域について次の諸点をもとに炭鉱開発構想を検討した。

### 5.1. 開発計画の検討

対象区域の開発計画にあたり、その開発方式を選定するために、露天採掘と坑内採掘について検討した。

露天採掘の可能性について検討した結果は次のとおりである。(付図Ⅱ8～9参照)

#### (1) 採掘対象範囲

採掘区域内の排水を容易にするため、その最深部に $\frac{2}{100}$ 勾配の排水溝を設け、付近の主要河川に排水することとして各採掘区域の最深限界を決定した。これによると北区域で海拔550m、中央区域北部で585m、中央区域南部で600mがそれぞれ各区域の採掘深度となる。したがってこれら最深限界から露頭部までを採掘対象範囲とした。

#### (2) 剝土量および可採炭量

前述の採掘範囲内に北区域で9本、中央区域北部で8本、中央区域南部で5本、それぞれの断面線をとって断面図を作成し、これによって2番層、3番層、4番層、5番層、6番層を対象に露天採掘する場合の剝土量および可採炭量を計算すると第28表のとおりとなる。

賦存する対象炭層はすべて採掘できるので対象面積が少い割合には可採炭量は多くなる。しかし剝土比は北区域で12.8 : 1、中央区域北部が10.6 : 1、中央区域南部が8.9 : 1、全域の平均で11.5 : 1となり、この数値は小くない。また対象炭層は薄い炭層が累層となっているので採掘は容易ではない。

#### (3) 剝土の岩質

剝土のうち主要な部分は白色ないし明褐色のアルコーズ質中粒ないし粗粒の堅硬塊状砂岩で占めておる。その層理は比較的不明瞭であり、また大きな石英、長石の粒がみられる。したがって剝土作業は非常に困難であり、その費用は高くなるものと判断される。

なお、南アが実施した試すいのドリリングコアがあったので、参考のため、日

第28表 炭量，剥土量計算表

区域名	平面積 ( $\text{km}^2$ )	平均傾斜 ( $\sec \theta$ )	斜面積 ( $\text{km}^2$ )	平均総炭丈 #2~#6 ( $\text{m}$ )	比重 ( $\text{t}/\text{m}^3$ )	理論埋藏量 ( $\text{kt}$ )
A	353	$29^\circ$ (1.1433)	404	2.75	1.5	1,667
B	274	$25^\circ$ (1.1038)	302	2.87	"	1,300
C	88	"	97	2.87	"	418
計						3,385
	"	"	"	#2~#5の 夾みの厚さ -#6炭丈	岩量 ( $\text{km}^3$ )	
A	353	$29^\circ$ (1.1433)	404	0.96	389	
B	274	$25^\circ$ (1.1038)	302	0.99	299	
C	88	"	97	0.99	96	
計					784	

夾収炭量 A  $1,667 \times 0.80 (0.95 \times 0.85) = 1,334$  ( $\text{kt}$ )

B  $1,300 \times \text{"} = 1,040$

C  $418 \times \text{"} = 334$

剥土量 A  $1,684.9 + 389 = 1,723.8$  ( $\text{km}^3$ )

B  $1,073.3 + 299 = 1,103.1$

C  $2,861 + 96 = 2,957$

剥土比 A  $1,723.8 / 1,344 = 1.28$

B  $1,103.1 / 1,040 = 1.06$

C  $2,957 / 344 = 8.9$

平均  $3,122.6 / 2,718 = 1.15$

剥 土 量 計 算 表

断面番号	断 面 積 ( $m^2$ )	平均断面積 ( $m^2$ )	断面間隔 ( $m$ )	剥 土 量 ( $m^3$ )
	0			
1 ~ 1'	9,200	4,600	365	1,679,000
2 ~ 2'	11,600	10,400	250	2,600,000
3 ~ 3'	11,600	11,600	200	2,320,000
4 ~ 4'	8,400	10,000	200	2,000,000
5 ~ 5'	7,700	8,050	200	1,610,000
6 ~ 6'	5,600	6,650	200	1,330,000
7 ~ 7'	8,100	6,850	200	1,370,000
8 ~ 8'	6,900	7,500	214	1,605,000
9 ~ 9'	7,000	6,950	200	1,390,000
	0	3,500	270	945,000
				16,849,000
	0			
10 ~ 10'	6,300	3,150	216	680,000
11 ~ 11'	8,300	7,300	200	1,460,000
12 ~ 12'	6,700	7,500	200	1,500,000
13 ~ 13'	7,600	7,150	200	1,430,000
14 ~ 14'	7,000	7,300	200	1,460,000
15 ~ 15'	8,200	7,600	200	1,520,000
16 ~ 16'	8,700	8,450	176	1,487,000
17 ~ 17'	1,700	5,200	230	1,196,000
				10,733,000

断面番号	断面積 ( $m^2$ )	平均断面積 ( $m^2$ )	断面間隔 ( $m$ )	剥土量 ( $m^3$ )
	0			
18 ~ 18'	3,900	1,950	200	390,000
19 ~ 19'	3,800	3,850	200	770,000
20 ~ 20'	2,900	3,350	200	670,000
21 ~ 21'	4,000	3,450	100	345,000
22 ~ 22'	2,100	3,050	100	305,000
	0	1,050	134	141,000
				2,621,000

- 最終法面傾斜 60度
- 165層の露頭線より傾斜方向に水平10mとり、これより  
肩側を風化炭として炭量から除いた。
- 排水溝の勾配 2/100
- 採掘深度 A区域 550m  
B " 585"  
C " 600"
- A区域……北区域      B区域……中央区域北部  
C区域……中央区域南部
- 断面間隔 200m



本で圧縮強度を測定したら584Kg/cm²と予想外の低い数値が出た。これは1年以上も戸外に放置してあったので風化の影響を受けたためであり、本来ならばその圧縮強度は1,000~1,500Kg/cm²の数値を示す堅硬な岩石と思われる。

#### (4) 採掘設備

本地域の露天採掘にはベンチカット法(階段式採掘法)が適用されると思うが、この方法でもその規模に応じてブルドーザー、クローラードリル、パワーショベル、トラック等を相当数準備する必要がある。したがってこれら設備の初期投資額とその維持費は大きくなり、採掘コストも高くなるものと推定される。

#### (5) 気象条件

本地域の天候は乾期と雨期に明確に区分され、乾期はほとんど降雨がなく、雨期の11月から4月までは雷を伴う集中豪雨がある。露天採掘において、雨期に降雨量が集中する場合はその作業に大きな影響を与えることになる。

以上のように、本地域の露天採掘には有利な点もあるが、悪条件の方が多いと判断される。

### 5.2. 坑内採掘による炭鉱開発計画

前述のようにこの地域の露天採掘は悪条件が多いので、炭鉱開発方式は坑内採掘によるものとし、坑口レベル上を対象として採掘することで次のとおり策定した。

#### 5.2.1. 対象炭層の選定

本区域には採掘対象の炭層としてKaroo系中のK2層にある上部頁岩部層中に2番層から6番層までの5枚がある。これらの炭層状況は付図16のとおりである。

採掘対象の炭層を選定するため、各炭層を組み合わせることによって、その稼行山丈および炭丈・山丈比を検討した結果は第8図のようになる。

炭層を1枚だけ採掘するものとするれば稼行山丈が薄く、炭層を3枚同時に採掘するものとするれば稼行山丈が厚く、両者とも採掘は技術的に困難となる。したがって2枚の炭層を同時に採掘することになるが、この場合は炭丈・山丈比および炭質から考えると2番層と3番層を採掘の対象にすることが最も有利となる。

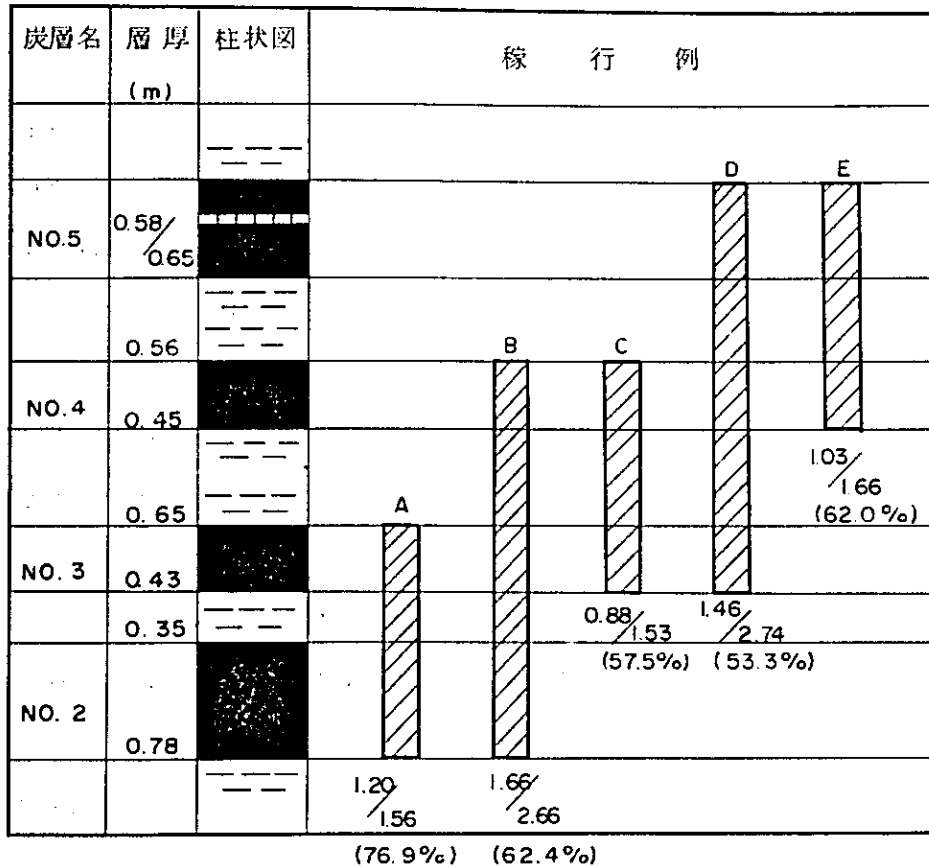
#### 5.2.2. 採掘方式

対象区域を坑内採掘で計画するにあたって次のとおり立案した。

##### (1) 採掘部内の分割

対象区域の東側山麓部に坑口を設け、立入坑道を掘進して対象炭層に着炭させて、ここから真傾斜の沿層昇坑道を掘進して炭層露頭に貫通させる。また沿層昇坑道から両側に片盤坑道を掘進し、対象炭層を採炭切羽によって採掘することとした。

第8図 稼行炭層比較図



この場合、片盤坑道の運搬は炭車の手押し作業となるため、その距離は300mを限度（部分的には300m以上の所もある）としたので、一部内の採掘範囲は炭層の走向方向600mで計画した。したがって、この採掘範囲をもとにして北区域、中央区域は各々独立した3部内に分割されることになる。

(2) 坑口位置

まず、各部内の中心となる沿層昇坑道の位置を決定し、次いで山麓部平地のできるだけ標高の低い地点で、かつ立入距離の短い地点に坑口の位置を選定した。坑口の位置は付図版10のとおり、北区域にNI, NII, NIII, 中央区域にCI, CII, CIIIがそれぞれある。

坑口は沿層昇方向の延長線上に設けることとしたが、NⅠについては坑口レベルをできるだけ低くとるためと事業所センターがNⅡの北東部にあるのでこの立入坑道は南東にまげてその延長線上に坑口を設けた。

坑口は雨期に地表水が流入することを防止するために平坦地面より3～5m高い位置に開坑する。また、その付近にはコンプレッサーならびに緊急資材を設置できる用地がある場所を選定した。

### (3) 坑内骨格構造

前述のように独立した各採掘部内は、坑口から岩石の立入坑道を掘進し、炭層に着炭した地点付近で材料坑道を設ける。材料坑道から対象炭層に沿層昇坑道を掘進し、地表に貫通させて通気系路をとる。また立入坑道は着炭したあと方向をまげて沿層昇坑道の下まで延長し、沿層昇坑道との間に石炭およびほたポケットを設ける。(第10図 ポケット計画図参照)

沿層昇坑道から60m間隔で両側に片盤坑道を300m掘進し、その終端部で切羽昇を掘進して上下の片盤坑道を連絡するとともに採炭切羽を設ける。

### (4) 区画内の採掘

各区域では炭層露頭部から沿層で30m以内は保安炭柱として残し、地表水の流入防止と通気の確保を図る。また沿層昇坑道の両側にはそれぞれ20mの保安炭柱を残し、この坑道の維持を図る。

採炭切羽の採掘終了時には、肩側片盤坑道は放棄して密閉するとともに深側片盤坑道は次の切羽の材料運搬および排気に使用するため、副枠、打柱等の処置して坑道を維持する。

各採掘部内の最深部片盤坑道は連絡させて通気、排水、圧気管等を連結する。

各部内の採掘が終了した時には20mの保安炭柱を残し、上記片盤坑道以外は完全に遮断して自然発火の防止と通気の確保を図る。

### 5.2.3. 可採埋蔵炭量

北区域、中央区域の理論埋蔵炭量は既述のとおり、露頭線から30mの保安炭柱と主要河川の破断角60°以内の保護炭柱を除いて計上するとそれぞれ956千トン、953千トンとなり、合計1,909千トンとなる。

可採埋蔵炭量については、各区域に上述の条件をもとにして採掘計画をつくり、その切羽炭ならびに掘進炭を合計すると第29表のとおり、北区域610千トン、中

中央区 639千トン、計 1,249千トンとなる。

したがって採掘実収率は北区域 64%、中央区 67%、計 65%となる。

第 29 表 可採埋蔵炭量計算表

	坑 口	採 炭		掘 進		合 計 (千トン)
		採掘片盤長 (m)	炭 量 (千トン)	長 さ (m)	炭 量 (千トン)	
北 区 域	北 - I	2,035	195	3,575	22	217
	北 - II	1,945	187	3,375	21	208
	北 - III	1,720	165	3,280	20	185
	北 計	5,700	547	10,230	63	610
中 央 区 域	中 - I	2,110	220	3,800	24	244
	中 - II	1,765	184	3,345	21	205
	中 - III	1,640	171	3,130	19	190
	中 計	5,515	575	10,275	64	639
合 計		11,215	1,122	20,505	127	1,249

炭量計算基礎

(炭丈)(切羽長)(進行)(比重) (安全率)

○切羽炭 北区域  $1.16m \times 60m \times 1.0m \times 1.5 \frac{\text{トン}}{m^3} \times 0.95 = 96 \text{トン}$   
 中央区  $1.26 \times 60 \times 1.0 \times 1.5 \times 0.95 = 104 \text{トン}$  ) 進行 1.0m 当り

(炭面積)(進行)(比重)

○掘進炭 片盤坑道  $4.1m^2 \times 1.0m \times 1.5 \frac{\text{トン}}{m^3} = 6.15 \text{トン}$   
 沿層昇坑道  $4.4 \times 1.0 \times 1.5 = 6.6 \text{トン}$  ) 進行 1.0m 当り

#### 5.2.4. 生産規模

新規に炭鉱を開発する場合、その生産規模を決定するための条件としては

- (1) 自然的、採掘的諸条件
- (2) 社会的条件

が考えられるので、これらについて記述すれば次のとおりである。

##### (1) 自然的・採掘的諸条件

###### (i) 炭層状況

今回の調査結果から対象炭層は2番層、3番層を同時に採掘することとして考えている。この炭層の上下盤は何れも良好で、傾斜は $25^{\circ}$ ~ $27^{\circ}$ の中傾斜であり、その賦存状況は炭層の追跡ならびに地表調査からみて比較的安定していると考えられる。

###### (ii) 可採埋蔵炭量

坑口レベル以上で考えられる対象炭層の可採埋蔵炭量は既述のとおり1,249千トンである。さらにポンプ、巻上機(37.5KW)等若干の設備を増強すれば、坑口レベル以下2片盤の石炭は採掘可能と判断されるので、この可採埋蔵炭量は697千トンである。これらの炭量を合計すると1,928千トンとなる。

一般に新鉱開発を計画する場合には、少なくとも鉱命20年の可採炭量を確保することが望ましい。

###### (iii) 採炭方式と出炭能力

炭層状況が中傾斜で安定していることおよび坑口レベル以上の可採埋蔵炭量が余り多くないこと等から採炭方式は技術的に単純かつ容易な方法であり、採掘実収率も高いものとして長壁式切羽を考えた。採炭切羽面長は諸条件を勘案して60mとした。その生産規模は60m切羽を一方に30m採炭し1日3交代として計画すると日産210トンとなり、これに掘進炭の日産23トンを加えると合計日産233トン、年産70,000トンとなる。なお、年産70,000トンとすると鉱命は坑口レベル以上で17.8年、坑口レベル以下2片盤を含めて合計すると27.5年となる。

##### (2) 社会的条件

###### (i) 需要量

本炭田の石炭は炭質ならびに需要地までの輸送の点からみて国外への輸出は不可能であり国内需要しかないと思われる。現在マラウイでは、石炭はローデシヤ、モザンビーク等から国内需要の全量輸入している。

輸入石炭の品質は6,000 cal 以上で数量は年間約8万トンである。

しかしNgana炭田の石炭は5,000~5,500 cal 程度であり、生産量も70,000トン/年 規模である。したがってこの石炭の生産量では国内の全需要量を充足することは出来ないので、生産された石炭の全量は国内需要に向けられることになると思われる。

#### (ii) 労働力および技術レベル

マラウイにおける産業は農業以外余り発達しておらず雇用労働者は1975年で約245千人で総人口の5%程度であり潜在労働力は十分であると判断される。

なおこのほか近隣の南ア、ローデシヤ、ザンビア等に石炭およびその他鉱業労働者として出稼ぎに出ている者も相当数にのぼる。

炭鉱開発に必要な労働者を雇用する場合、国内潜在労働力としての労働者の技術レベルはあまり高くないと思われるので近隣諸国の炭鉱で坑内作業の経験した労働者を出来るだけ雇用することが望ましい。

#### (iii) 石炭および必要資材の輸送

マラウイでの鉄道は南部しか敷設されていないが、南北に縦走する道路は比較的完備している。また同国の東側には南北に広がるマラウイ湖があり、この湖上輸送が可能である。したがってNgana炭田開発に際して、現地からIpongaまでの間約23Kmの道路修復を実施すれば、マラウイ湖畔までの輸送はさほど問題はない。

#### (iv) 地域社会との関係

今回の炭鉱開発を計画している現地は現在農家が点在するのみであり、集落は全くない。このため開発規模に応じて銀行、郵便局、病院、警察等の諸設備を完備することが炭鉱開発と平行的に考慮されるべきであろう。

炭鉱の開発に際しては上述の諸条件を満すことが必要であり、またそれらは相互に関連しているので生産規模を決定する場合はそれを十分検討されるべきであろう。

しかし今次調査では(2)社会的条件を検討するための調査は殆んど行わなかった。したがって不確定の要素も多いが主として(1)自然的・探掘的諸条件の検討結果を基礎にしてその開発規模は年産70,000トンとした。

### 5.3. 開発計画策定に当たっての前提条件

今回の調査はNgana炭田西部地区における炭鉱開発可能性調査に重点をおいて、特に同地区の北区域、中央区域の炭層調査を行った。この調査とともに現地の坑口予定地、鉱所用地および現地からIpongaまでの道路概況等について出来る範囲の調査を行った。さらに炭鉱開発の検討に必要なと思われる諸点についての質問書をマラウイ側に提示し、判明している限りの資料は入手した。しかしマラウイ側としては石炭鉱業の実績がないため質問書に対する解答には不明の点が多かった。またあくまでも炭鉱開発のフィジビリティスタディ段階として調査したのではないため、これに必要な資料を完備することができなかった。したがって今回の調査で不明な点は日本における実績をもとにし、次のようなことを前提条件として開発計画を策定した。

#### 5.3.1. 地質的条件

西部地区の北区域・中央区域においては、K2層上部頁岩部層中の炭層をトレンチによって調査し、2番層・3番層を合わせて稼行山丈として坑内採掘することで計画した。しかし炭層状況は深部(坑口レベルまで)に行っても地表露頭部と同一の形態で賦存するものとして計画した。

また炭層傾斜についても地表で確認した傾斜と一部南アの試すい着炭深度から断面図を作成して推定した。

炭質については今回の石炭サンプルが地表露頭のトレンチから採集したものであり、風化の影響はまぬがれず、坑内から生産される本来のものとは異なる。したがって分析結果を検討する場合、本来の炭質はその分析結果の最良の値以上にはなるものと判断している。即ち品位の面では固有水分7%以下、灰分25%前後で5,300 Kcal/Kg程度の石炭が生産されるものと推定し、この石炭の全量は需要者に供給されるものとした。炭量は地表露頭の炭層がそのままの状態に賦存するものとして、地表部から沿層で30mの巾を露頭の保安炭柱を残し、主要河川の下部にも60°の破断角で保護炭柱を残し、これらを除いて理論埋蔵炭量を計算した。可採埋蔵炭量は採掘計画によって切羽炭・掘進炭を算出しそれによって計上した。切羽炭の実収

率は95%とし、石炭の比重は可選試験による比重別分布から1.5とした。

(第26表、第7図参照)

### 5.3.2. 採掘条件

本地域では鉱業権と地上権は支障なく自由に使用出来るものとした。

なお坑内採掘であり水選も行わないので、住民に与える公害は問題ないものと考えた。

採掘計画にあたっては、盤圧および水、ガス等の湧出量が不明であり、動力源としての電力も全く期待出来ないので、とりあえず坑口レベル上を採掘の対象とした。

### 5.3.3. 労働条件

炭鉱の稼働日数については先方から入手した1977年稼働日数が次のとおりであるので年間300日とした。

	暦日数	日曜日	祝祭日	稼働日数
1月	31日	5日	1日	25日
2月	28	4	—	24
3月	31	4	1	26
4月	30	4	3	23
5月	31	5	1	25
6月	30	4	—	26
7月	31	5	1	25
8月	31	4	1	26
9月	30	4	—	26
10月	31	5	1	25
11月	30	4	—	26
12月	31	4	2	25
計	365日	52日	11日	302日

就業方数としては、坑内作業およびこれに直接関係する作業は3交替、選炭関係は2交替、その他事務所関係は1交替とした。

1方の作業時間は拘束8時間とした。

なお、係員・労働者については、炭鉱開発に必要な教育訓練を受けた技術係員が確保され、また労働者の1/3は鉱山に経験のある労働者であるということで計画した。



この所要人員が確保されなければ他の要因が完備していても、その教育訓練の期間  
だけ開発期間が延びると考えざるを得ない。

## 第6章 炭鉱開発計画

前章に述べた炭鉱開発構想に基づいて、生産規模年産70,000トンの炭鉱開発を次のとおり計画した。

### 6.1. 掘進計画

前章において述べた坑内骨格構造に基づいて、区域内における部内坑道の展開、払昇等の掘進はその性格と期間によって起業掘進坑道と営業掘進坑道に分類した。

#### 6.1.1 起業掘進坑道

起業掘進坑道は各部内の坑口から着炭地点までの岩石水平立入坑道および着炭地点におけるポケット・材料坑道とする。ただし最初に出炭を開始する北1部内については、材料坑道から露頭まで貫通する北1沿層昇坑道と採炭切羽造成のための左1片・左2片沿層片盤坑道ならびに左2片払昇は起業掘進坑道に含めた。

以上の起業掘進坑道は第30表のとおりである。その坑道総延長は3,238mとなり、岩石坑道が2,268m、沿層坑道が970mである。

各坑道の設計および規格は次のとおりである。

岩石水平立入坑道は敷巾5.3m・高さ3.7mの半円型で、断面積16.3m²の無枠坑道とするが、着炭地点等の天盤不良個所は施枠して保坑する。なお、この坑道には排水のための側溝を設ける。(第9図参照)

ポケットおよび材料坑道の標準的設計は第10図に示す。ポケットは石炭用とほた用に区別して設置し、トラックに直接積込みできる設備とする。

沿層昇坑道は第11図に示すように、その両側には石炭用とほた用にそれぞれトラフを設置し、中央部は資機材巻上げ用の軌道を布設する。

沿層片盤坑道は第12図に示す。この坑道は沿層昇坑道から炭層の走向方向に掘進するが、深側坑道は採炭切羽からの出炭を効率的に搬出するものであり、肩側坑道は材料運搬と排気を確保するものであるから、それぞれの使用目的を達成するための坑道維持を考慮して設計した。

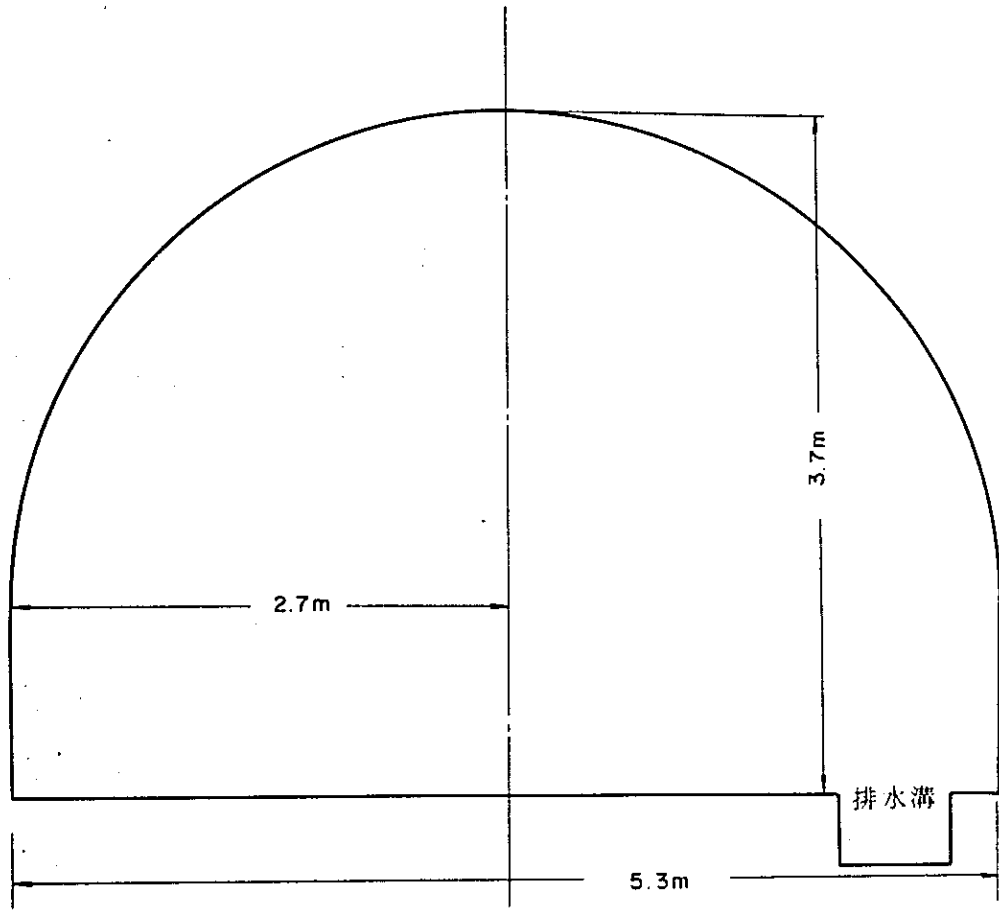
#### 6.1.2 営業掘進坑道

前述の起業掘進坑道以外の正常な安定出炭を確保するために必要な坑道の掘進を営業掘進坑道とする。

第 30 表 起業掘進坑道表

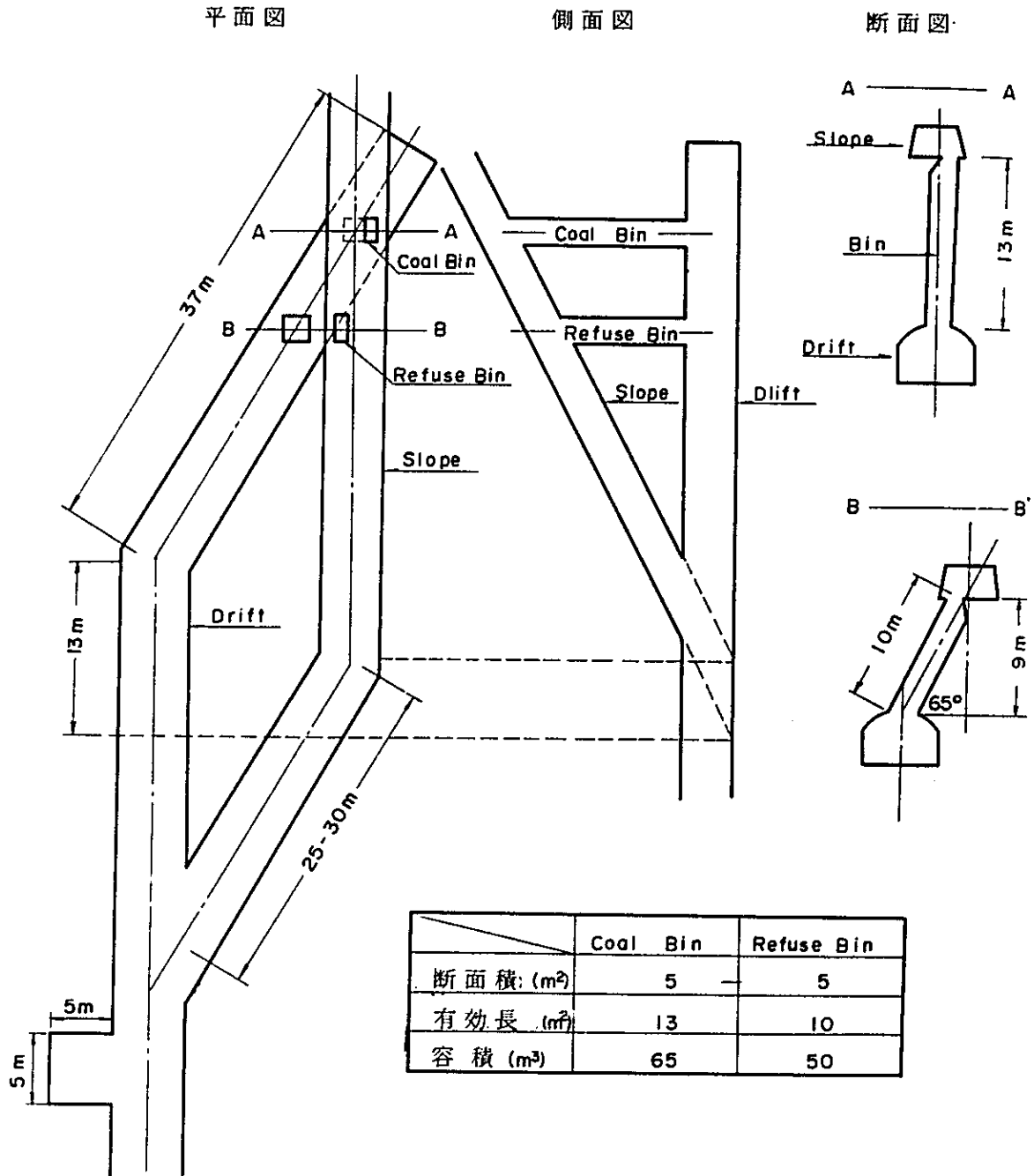
	坑道名	用途	坑道長 (m)	傾斜 (度)	規格 (枠種)	有効断面 (m ² )	水準 (SLm)	その他
①	北1-水平坑道	炭、材運搬、入気	435	+1/200	A 5.3	16.3	+525	岩石
②	北1-材料坑道	材運、入気	25	+1/200	A 5.3	16.3	"	"
③	北1-ポケット	炭、採た用	23	90°	無 枠	5.0		"
④	北1-昇坑道	炭、材運搬	310	29	10'×8'			沿層
⑤	北1-左1片	材運、排気	300	1/100	9'×8'			"
⑥	北1-左2片	炭運、入気	300	1/100	9'×8'			"
⑦	北1-左2片払	採炭切羽	60	29	鉄柱・カッペ	3.9		"
⑧	北2-水平坑道	炭、材運搬、入気	270	+1/200	A 5.3	16.3	+525	岩石
⑨	北2-材料坑道	材運、入気	30	+1/200	A 5.3	16.3	+525	"
⑩	北2-ポケット	炭、採た用	23	90°	無 枠	5.0		"
⑪	北3-水平坑道	炭、材運搬、入気	270	+1/200	A 5.3	16.3	+525	"
⑫	北3-材料坑道	材運、入気	30	+1/200	A 5.3	16.3	"	"
⑬	北3-ポケット	炭、採た用	23	90°	無 枠	5.0		"
⑭	中1-水平坑道	炭、材運搬、入気	310	+1/200	A 5.3	16.3	+555	"
⑮	中1-材料坑道	材運、入気	30	+1/200	A 5.3	16.3	"	"
⑯	中1-ポケット	炭、採た用	23	90°	無 枠	5.0		"
⑰	中2-水平坑道	炭、材運搬、入気	300	+1/200	A 5.3	16.3	-570	"
⑱	中2-材料坑道	材運、入気	30	+1/200	A 5.3	16.3	"	"
⑲	中2-ポケット	炭、採た用	23	90°	無 枠	5.0		"

第9図 立入坑道規格図

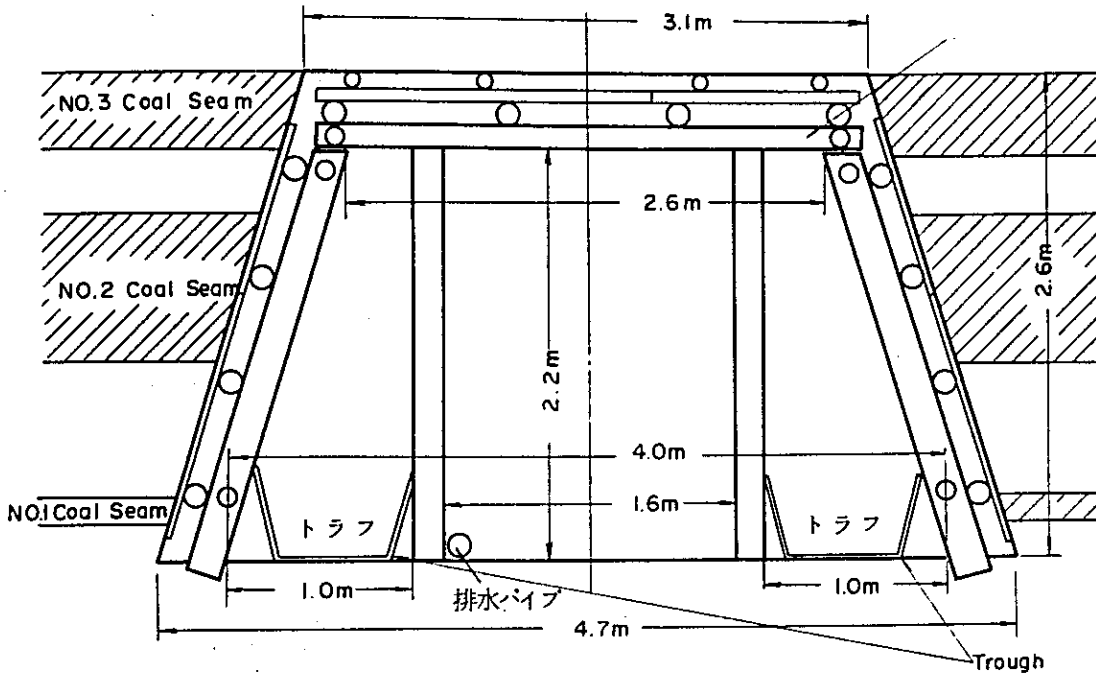


掘サク断面  $16.4m^2$

第10図 ポケット計画図



第 1 1 図 浴層昇坑道規格図



鉄 梁	3.0m	掘サク断面	10.1m ²
木 脚	2.4m	有効断面	7.3m ²

(1) 坑道掘進長 (浴層掘進)

採炭切羽の進行、部内の稼行期間等に対応して坑道を掘進し、坑内の先行展開を確保することは正常な安定出炭を確保するための鍵となる。

本炭鉱開発計画における生産規模は1採炭切羽体制で年産70,000トンとなっているので、これに対応するための適正な年間坑道掘進長は次のとおりである。

(A) 採炭切羽関係

年間の切羽進行を基準にして計算すると次のとおりになる。

$$\begin{array}{l} \text{(切羽進行)} \qquad \qquad \text{(片盤) (雑掘進)} \\ \text{片盤坑道は } 52.5\text{m/月} \times 12\text{月} \times 1 \times 1.2 = 756\text{m/年} \end{array}$$

$$\text{払昇は} \frac{5.25 \text{ m/月} \times 12 \text{ 月}}{300 \text{ m} - 20 \text{ m}} \times 60 \text{ m} = 135 \text{ m/年} \quad (\text{切羽長})$$

(注、分母は片盤長300mから保安炭柱20m分を差引く)

したがって採炭切羽関係の必要掘進長は891m/年(74m/月)となる。

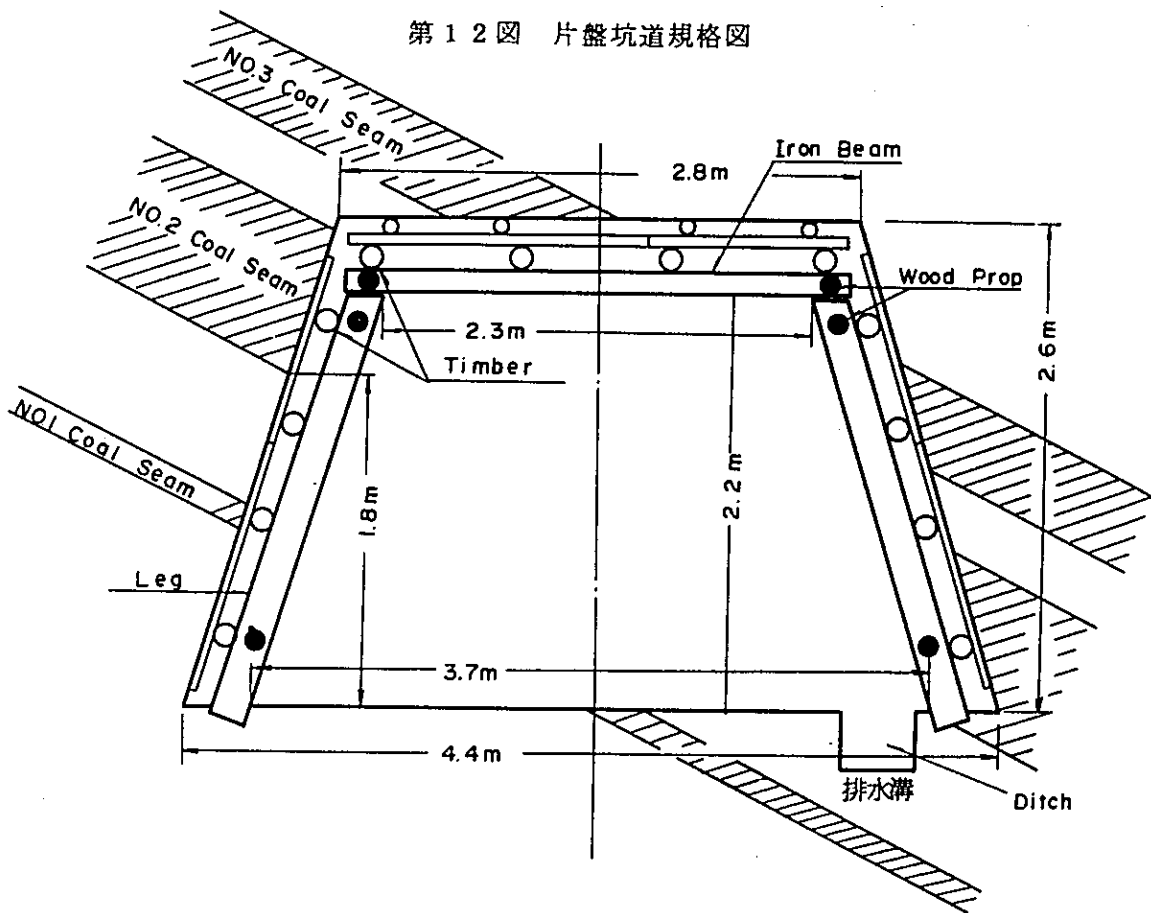
(B) 浴層昇坑道

部内の稼行年数は可採炭量からみると、約3年毎に必要となるので

$$300 \text{ m} \div 3 \text{ 年} = 100 \text{ m/年}$$

したがって年間の坑道掘進長は(A)+(B)=991m/年となるが、断層出現等の不測変動要因を考慮して、余裕率を130%とすれば991m/年×1.30=1,288m/年となる。

第12図 片盤坑道規格図



鉄	梁	2.7 m	掘サク断面	9.4 m ²
木	脚	2.4 m	有効断面	6.6 m ²

## (2) 掘進所要人員

浴層掘進における1ヶ月当りの掘進能力は1日3交替採業として60m/月は可能と判断される。したがって1ヶ所当りの年間進行は720mとなるので、必要な掘進個所数は $1,288m \div 720m \approx 1.8$ ヶ所、すなわち常時2ヶ所掘進すれば十分である。

掘進長60m/月(2.4m/日)の掘進個所に必要な実働人員は

掘進切羽(発破・積込・杵入他)	6人
その他(運搬・軌道・風管延長他)	4人
計	10人/方

3交替操業で1ヶ所当り30人/日となる。したがって2ヶ所の掘進には60人/日が必要となる。

## (3) 掘進にともなう出炭量

浴層坑道の年間掘進長は1,366mであるが、出炭量を計算する場合には安全率を85%とし、 $1,288m \times 0.85 \approx 1,100m$ /年とする。

掘進1m当りの出炭量は坑道断面から計算すれば、原炭で16.4トン/m、精炭は6.4トン/mとなるので、年間の掘進出炭量は

原炭	$16.4\text{トン}/m \times 1,100m \approx 18,000\text{トン}/年$
精炭	$6.4\text{トン}/m \times 1,100m \approx 7,000\text{トン}/年$

となる。

## 6.2 採炭計画

### 6.2.1 採炭方式の選定

採炭方式として技術的に単純かつ容易であり、設備費も比較的少い採炭法は次のものが考えられる。

#### (1) 鉄柱使用、発破採炭、トラフによる自然流下方式

この方式は現在長壁式採炭法として一般的に普及されたものである。切羽の支保には鉄柱・カッペを使用し、炭層はさく孔発破によつて採炭する。採掘された原炭は切羽内に設置したトラフを利用して深側坑道に流下される。切羽進行に伴つて鉄柱・カッペ・トラフは移設させる。鉄柱・カッペを使用するので初期投資額は割高となるが、坑木に比較すればランニングコストの面からみて有利であり、



また支持力が強いので天盤の制御が容易でありかつ保安上からも好ましい。

(2) 木柱、帯状充填、発破採炭、トラフによる自然流下方式

この方式は鉄柱・カッベが普及する以前に広く行われた長壁式採炭法である。切羽の支保には坑木を使用するので、木柱を多く打設し、また切羽内には数本の帯状充填を設けることによって天盤を維持する。炭層の採掘とトラフによる運搬は前方式と同様である。この方式では坑木の使用量が多く、その運搬は繁雑となり、また鉄柱に比較して天盤に対する支持力が弱いので、作業場内の安全度も劣る。また帯状充填を行うために人員を要する。

(3) 柱房式採炭法（炭柱式）

上下の片盤間に坑道を掘進して、小区画に区分しその坑道間は採掘せずに炭柱として残す方式である。このために採掘実収率は悪く、掘進が主体となるので生産能率は低下し、かつ坑木・火薬等の消費量も多い。生産量を多くするためには掘進個所を増加しなければならず、運搬が輻湊することになる。

(4) Sub Rise Stopping

深側片盤坑道から肩側片盤坑道まで、平行する2本の沿層昇を掘進し途中は連絡させると共に、その沿層昇の両側を穿孔発破しながら採炭する方式である。

この方式も坑道掘進に重点がおかれるため能率が低下することと坑木を多く使用することは前者と似ている。したがって生産量を維持するためには切羽数を増加する必要があり、深側片盤坑道における運搬が輻湊することになる。また沿層昇両側の採炭には掘進と異り支保を全く行はなないこと、およびその炭柱を両側から発破して採炭することなどによる危険と技術的困難を伴うことが予想される。

これらの方式を比較検討した結果、初期投資を必要とするが、下記の理由によって(1)の方式が技術的に、また保安的にも最も良いものと判断し、この方式を採用した。

- (1) 採掘実収率が高い。すなわち実収炭量が増加し、鉱命が長くなる。
- (2) 坑内構造が単純化されるので、坑道掘進長が少くなる。
- (3) 坑木の使用量が少くなるので、これの運搬も容易である。
- (4) 採掘個所が集約され、能率的である。
- (5) 鉄柱・カッベは支持力が強いので、切羽天盤の管理が容易であり、かつ保安上でも好ましい。

### 6.2.2 採炭切羽標準規格

採炭は常時1切羽体制とし、2番層・3番層を合せて稼行山丈とする後退式の長壁式総ばらし切羽とする。

切羽面長については、動力源としての電力がないことと、技術的に切羽管理を良くすること等を考慮し、今回の採炭計画では60mとした。

採炭切羽規格は第13図に示すとおりであり、また各区域の切羽諸元は下記のとおりである。

	北区域	中央区域	平均
切羽長	60m	60m	60m
傾斜	29°	25°	27°
稼行山丈	1.51m	1.60m	1.56m
稼行炭丈	1.16m	1.26m	1.21m

なお、切羽の深側には5m巾の帯状実木積充填を設けて深坑道を維持する。これは次期切羽での肩坑道となり材料運搬・排気に使用されるためである。

また、切羽の肩坑道は切羽の進行に伴い、軌道・鉄梁等を回収して廃棄するとともに、坑道は完全密閉して漏風の防止を図る。

各切羽は昇坑道から20mの保護炭柱を残して採炭を終了する。

### 6.2.3 採炭切羽の出炭量

前述の切羽条件のもとで、発破・炭流し・支保等の採炭作業量は切羽面を平均的には1方当り40m程度は採掘できるものと判断されるが、マラウイ国では坑内採掘が未経験であることから、今次計画においては予裕をみて、1方当りの平均作業量を30mとした。

この場合の出炭量は北区域・中央区域を平均すれば次のとおりである。

1方当り作業量	30m	
1日 "	90m	3交替
1日当り切羽進行	2.1m	$1.4m \times 90 / 60$
1日当り出炭量	217トン	$1.21 \times 60 \times 2.1 \times 1.5 \times 0.95$
" 原炭量	300トン	$217 \div 0.72$
1月当り出炭量	5425トン	25日/月
" 原炭量	7,500トン	"

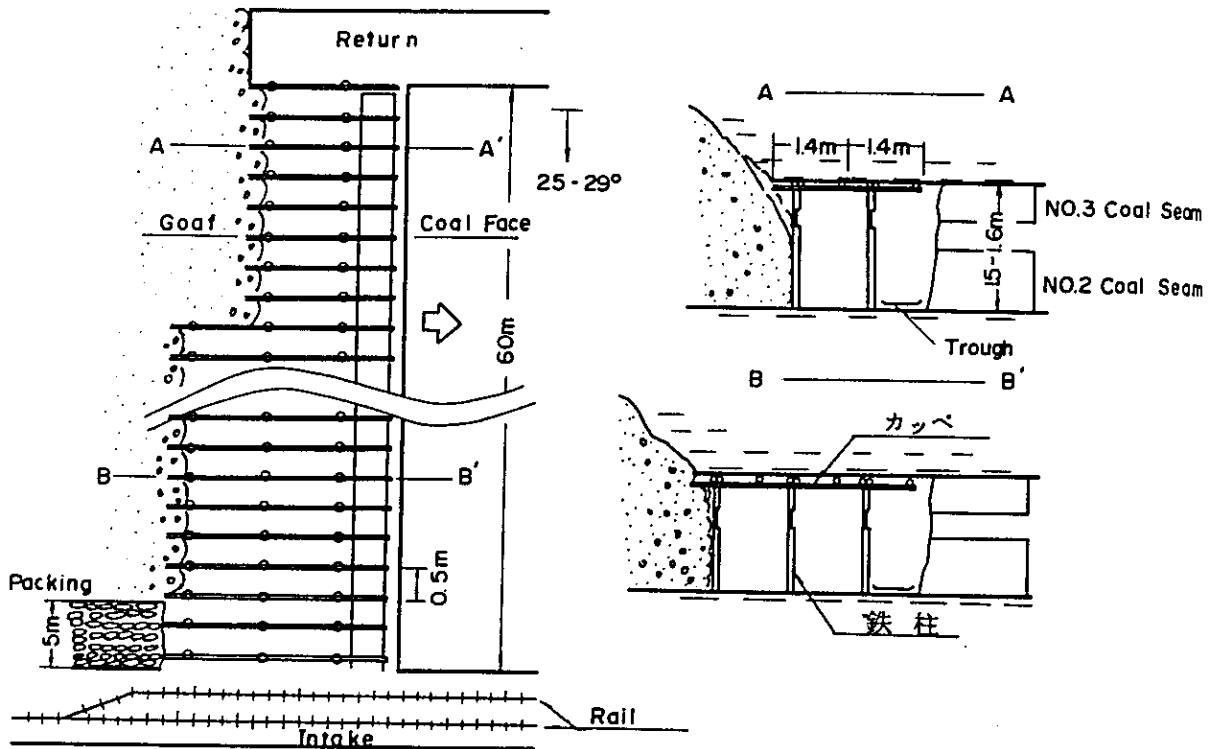
1年当り出炭量 65,000トン 300日/年

1切羽の出炭能力としては年産65,000トンとなるが、今次計画では採炭技術の習熟度、不測の変動要因等を考慮して年産63,000トンとした。

第13図 採炭切羽規格図

平面図

断面図



払長	60m
山丈	1.5 - 1.6m
炭丈	1.2 - 1.3m
傾斜	25 - 29°
枠間	0.5m
支保	鉄柱, カッペ
跡方	総ばらし
充填	硬充填 5m

鉄柱	型式	Duty 2P-60
	最伸長	1.8m
	最縮長	1.2m
	重量	56.2kg
カッペ	型式	ピンタイプ
	有効長	1.4m

なお、切羽面を1方当り40m採掘できるものとして計算すると、1切羽の出炭能力は年産87,000トンが期待される。

#### 6.2.4 採炭人員配置計画

前記の採炭切羽作業に必要な1方当り人員は次のとおりである。

切羽採炭作業（発破・積込・支保）	10人
〃 跡方処理（抜柱・ぼた処理）	4
トラフ炭流し	2
片盤炭車積込	2
深側充填	2
材料運搬	2
	22人/方

したがって1切羽1日の採炭実働人員は22人×3方＝66人/日となる。採炭切羽の実働能率は

精炭  $217\text{トン/日} \div 66\text{人} = 3.3\text{トン/人/日}$

原炭  $300\text{トン} \div 66\text{人} = 4.5\text{トン}$  となる。

#### 6.2.5 出炭総括

今次炭鉱開発計画において、前述の掘進出炭量7,000トン/年と採炭切羽出炭量63,000トン/年を合計すれば年産70,000トンの生産規模となる。出炭総括表を第31表に示す。

今次計画においては生産規模年産70,000トンを基礎として、設備投資工事を計画し合せて山元生産原価を策定検討した。

第31表 出炭量総括表 (単位:Metric ton)

		精 炭	原 炭	備 考
一 方 当 り	掘 進 炭	8	20	
	切 羽 出 炭	70	97	
	計	78	117	
一 日 当 り	掘 進 炭	23	60	
	切 羽 出 炭	210	290	
	計	233	350	
一 月 当 り	掘 進 炭	583	1,500	
	切 羽 出 炭	5,250	7,250	
	計	5,833	8,750	
年 間	掘 進 炭	7,000	18,000	歩留 38.9%
	切 羽 出 炭	63,000	87,000	72.4 "
	計	70,000	105,000	66.7 "

### 6.3. 運搬計画

#### 6.3.1 原炭運搬

昇坑道・切羽内の原炭運搬は炭層の傾斜を利用してトラフ内の自然流下と人力による方式で計画した。

片盤坑道は木製炭車を使用して人力による手押し運搬方式で計画した。手押し運搬の距離は最大300m程度が限度と考えられるので、片盤長は300mとして坑内展開を計画した。

原炭ポケットから選炭場までの運搬およびぼたポケットからぼた捨場までの運搬はそれぞれトラックによる方式で計画した。

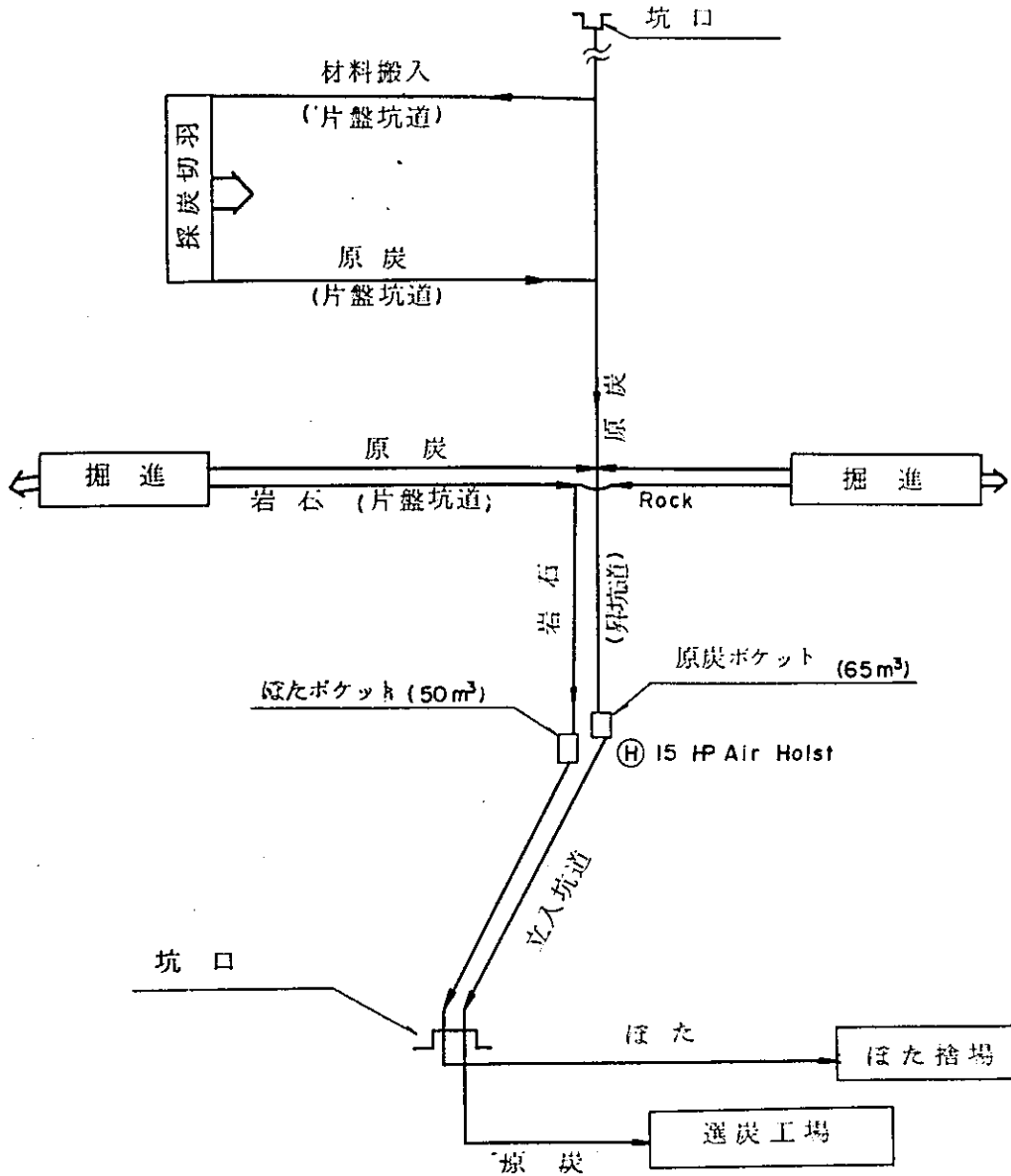
なお、トラフは強化ビニール製または鉄板製とする。炭車は木製側倒式の容量1m³とする。トラックは4.5トン積みのダンプ式とする。運搬系統を第14図に示す。

#### 6.3.2 材料運搬

坑木・鉄梁等の材料は坑外資材置場から坑内材料坑道まで前記のトラックによって運搬する。材料坑道には必要量の材料を準備しておく。各方の必要材料はここで材料台車に積込み、昇坑道はエアーホイストで巻上げ、さらに肩坑道・掘進坑道は

手押しで運搬する。

第14図 運搬系統図



6.3.3 運搬作業人員

前述の運搬に要する1方当りの作業人員は次のとおりである。

採炭片盤坑道運搬	8人
“ ” 操車	1
昇坑道炭流し	4
ポケット下積込み	1
部内材料運搬	3

トラック運搬 5人  
計 22人/方

したがって1日3交替とすれば1日当りの運搬作業人員は66人となる。

#### 6.4. 排水計画

今次計画の採掘対象区域は坑口レベル上であるので、坑内の出水については乾期はほとんどないと思われるし、雨期においても大部分の水は山斜面上を流下するものと予想される。したがって坑内の排水は自然流下方式で考えた。

片盤坑道・立入坑道には側溝樋を設けて排水する。浴層昇坑道にはパイプを布設し、片盤坑道からの水はパイプ内を流下させて立入坑道の測溝樋に排水する。

なお、地表につながる亀裂、採掘跡の地表沈下による亀裂等からの雨水の流入について予測することは困難であるが、今後試すい等によって天盤の岩質、地下水脈等を調査する必要がある。

#### 6.5 通気計画

通気計画の策定にあたっては、炭層内のメタンガス含有量等についての調査を必要とするが、今次採掘計画区域は前述のように坑口レベル上であり、炭層の天盤は120m以内と薄い浅部採掘であること、炭質は高灰分低揮発分炭であること等からみて、メタンガス湧出量が特に多いとは考えられない。したがって坑内作業環境の維持に必要な通気、すなわち作業員・排煙等に必要な通気を確保することで計画した。

##### 6.5.1 必要通気量

メタンガスの湧出量は少いものとして、作業個所における必要通気量から算出すれば

採炭切羽	$350\text{m}^3/\text{min} \times 1\text{切羽}$	$= 350\text{m}^3/\text{min}$
掘進	$70\text{ }'' \times 2\text{ヶ所}$	$= 140\text{ }''$
計		$490\text{m}^3/\text{min}$ となる。

坑内展開は極めて単純であり、通気方式は対偶式とするので、総通気量は500 $\text{m}^3/\text{min}$ とした。

##### 6.5.2 通気系統

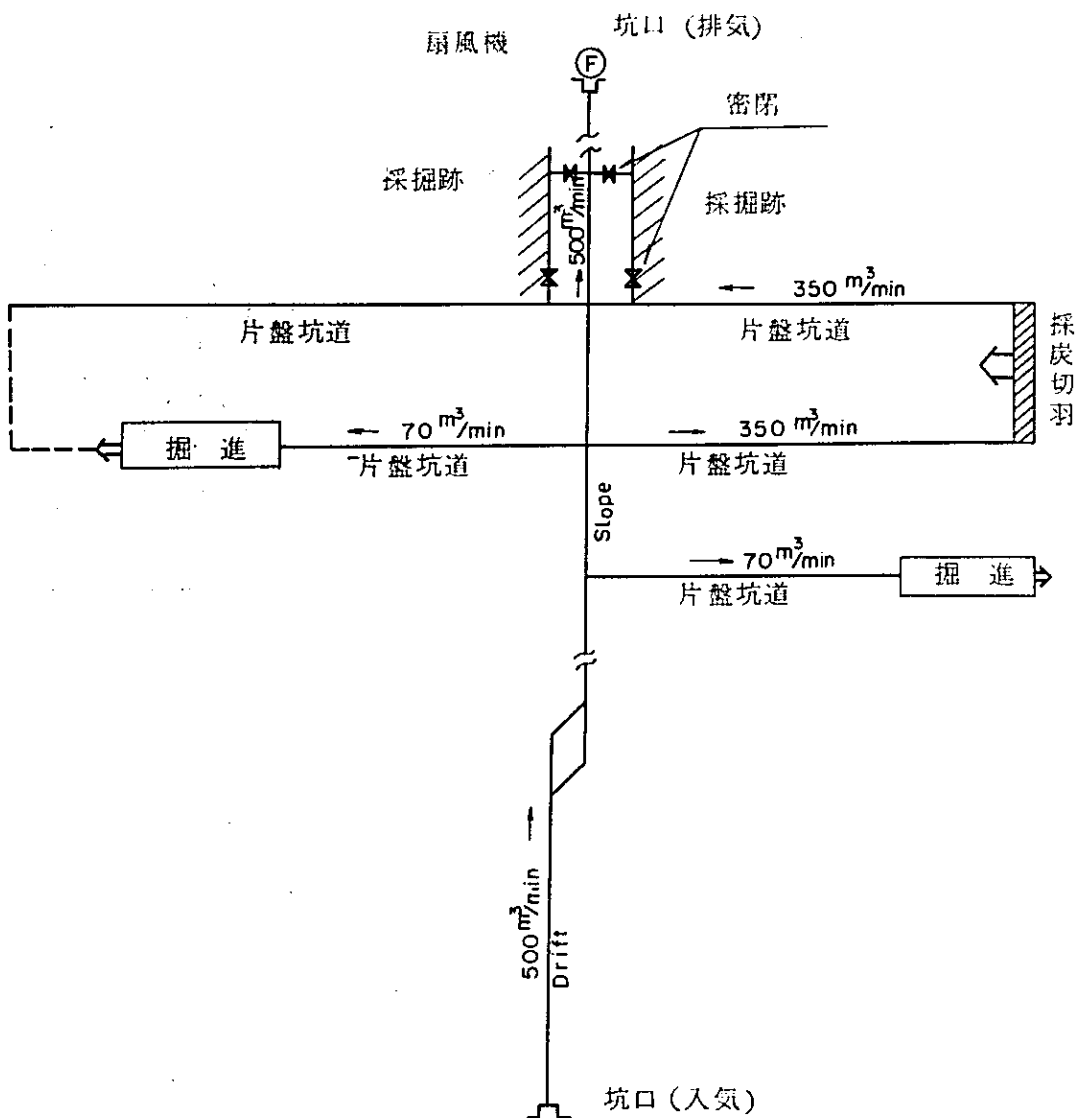
通気系統は立入坑道の坑口を入気とし、各作業場を通過した排気は浴層昇坑道の

露頭部坑口から扇風機によって排出される。

通気方式は対偶式通気とし、その系統を第15図に示す。

この通気系統では採炭切羽・掘進箇所数が少く、坑内骨格構造も極めて単純であり、立入坑口を入気とし沿層昇坑口を排気とする対偶式通気方式とするため漏風も少く、通気的には有利である。さらに入気坑口と排気坑口には高低差があるために自然通気力を利用できる有利な条件もある。

第15図 通気計画図





### 6.5.3 扇風機

各採掘部内の通気系統は前述の形態とほぼ同様であるが、代表的通気状態における通気計算を行い坑口主要扇風機の容量を検討した。

その結果、前述の必要通気量  $500 \text{ m}^3/\text{min}$  を確保するときの消費負圧は第32表のとおり  $10 \text{ mm}$  水柱と極めて小さいものである。したがってこの通気に必要な坑口扇風機は  $4.5 \text{ HP}$  程度の小型でよいことになる。この地域には動力源としての電力がないのでこの坑口扇風機はディーゼル駆動とし、予備として1台常置することで計画した。

坑内の掘進個所に必要な局部通気を確保するためにはエアーファンで計画した。

第32表 坑道別負圧計算表

坑道名 \ 項目	坑道長 (m)	周辺長 (m)	摩擦係数	断面 ( $\text{m}^2$ )	風量 ( $\text{m}^3/\text{sce}$ )	負圧 (mm)
立入坑道	300	15.8	0.0010	16.3	8.33	0.08
浴層昇坑道	380	11.2	0.0025	7.3	8.33	1.90
切羽深坑道	300	10.6	0.0030	6.6	5.83	1.13
切羽	60	8	0.0035	3.6	5.83	1.22
切羽肩坑道	300	85	0.0030	5.3	5.83	1.75
計						6.08 ÷10mm とする

### 6.6 保安計画

坑内採掘において保安の確保は生産と表裏一体のものであり、重要な事項である。今次採掘計画では保安を維持するために次の項目を考慮して立案した。

- (1) 北区域・中央区域には各々3つの坑口を設け、それぞれ独立した部内として区画した。ただし最深部の片盤坑道は連結して通気・圧気管・排水等の連絡をとるものとする。
- (2) 坑内骨格構造は最も単純な方式を採用し、通気系統も対偶式通気とする。
- (3) 採炭切羽は長壁式とし、支保強化のためにカッベ・水圧鉄柱を使用する。
- (4) 採炭切羽は後退式とし、終掘後は密閉して漏風を防止するとともに自然発火を防止する。

(5) 沿層坑道は鉄梁・木脚による施枠とし、仕操夫を36人/日配置して、保坑維持を強化する。

(6) 坑内照明にはキャップランプを使用する。坑内外の連絡のために防爆型電話を設置する、炭じん飛散防止と火災防止のために給水・散水設備を設置する等の保安設備を完備する。

坑内の保安を確保するためには次に述べるような一般的事項について十分留意することが必要である。

(1) 浅部採掘と炭質からみてガスの湧出量は少ないものと思われるが、十分な通気量を確保して停滞ガスの排除に努める。

(2) 発生する炭じんを処理するために岩粉散布と散水を行う。

(3) 採掘跡の密閉を行い自然発火の防止に留意する。

(4) 坑内湧水量は少ないと思われるが、排水パイプ・樋等は常に整備して円滑な排水に努める。

(5) 坑内における火薬類は安全爆薬を使用するとともに、その取扱いと発破作業に対して基準を設ける。

(6) 坑内の運搬設備には適切な保安装置を設けるとともに、その操作基準を設ける。

(7) 坑内作業に従事する労働者は作業基準に従って安全な作業を行うよう教育する。

(8) 突発的災害時（坑内火災・爆発・落盤等）に対する処置と対策を確立しておく。

(9) 炭鉱労働者に対しては新規採用時ならびに定期的に保安教育を実施する。

(10) 上記項目について管理者層の保安検査と労働者の自主点検を実施して保安意識の向上に努める。

なお、保安を確保するために必要な事項については保安規定を制定し、炭鉱労働者はこれを遵守することが必要である。

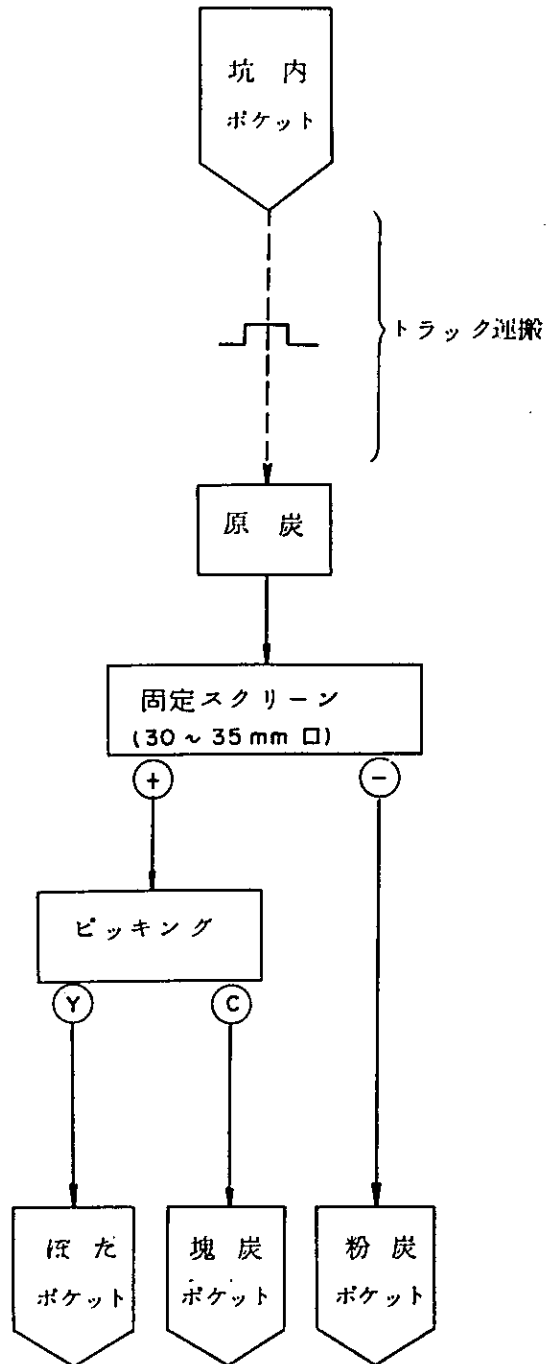
## 6.7. 坑外設備計画

本開発計画では年産70,000トンの生産規模としたので、これに対応する坑外設備で計画した。

事業用地は北区域の東側に選定し、ここに事務所、選炭・修理工場、倉庫等の坑外諸設備を集約した。

事業所から北区・中央区の各坑口までは、原炭・資材等を運搬するための道路を新

第16図 選炭フローシート



設する。

これらの配置図は付図 11 のとおりである。

#### 6.7.1 選炭設備

今回の炭鉱開発計画における選炭設備は最も簡易な手選方式によるものとした。採掘対象炭量・設備費等からみて当面は簡単な設備とならざるをえないが、炭質の面からみると多少の不安はあるので、将来坑口レベル以下に採掘部内が移行し、生産量も増強する場合には水洗方式とすることが望ましい。

原炭は坑内ポケットから選炭工場までダンプトラックによって運搬される。選炭工場では地形の高低差を利用して動力を使用しない形式とするため、地形の斜面に固定スクリーンを設けてふるい分けする。ふるいの網目は原炭の性状（特に品位）によって決められるが、現時点では 30～35 mm が適当と考えられる。網下産物はそのまま精品炭となり、網上産物は手選によって石炭とほたに仕分けする。手選による塊炭はその需要にもよるが、網下の粉炭品位が悪化する場合には破砕して粉炭と混合する必要があるかもしれない。

精炭ポケットの容量は粉炭 150 トン・塊炭 50 トン・合計 200 トンほたポケットは 70 トンとする。なお、豪雨等による石炭の輸送障害に対処するため貯炭場用地を確保する必要がある。

手選ほたは坑内ほたとともにダンプトラックでほた集積場に投棄する。

選炭フローシートは第 16 図のとおりである。

#### 6.7.2 電気設備

Ngana 地区では電力の供給を受けることは当分の間は不可能と考えられる。したがって今次の炭鉱開発を計画するに際しては、坑内保安（キャップランプ）および坑外設備で最小限必要とする電力は自家発電によることで計画した。

##### (1) 所要負荷電力

所要負荷電力は次のとおりである。

項	目	動力 kw	照明 kw	備 考
1.	修理工場 48 m ²	30	1.5	溶接器 19 A × 2 ボール盤、グラインダー、ドリル 各 1 kw F.L. 40w × 2 × 5 他
2.	発電機室 180		2.6	F.L. 40w × 2 × 20 他
3.	資材倉庫 50		0.5	F.L. 40w × 2 × 5 他
4.	油倉庫 15		0.12	F.L. 40w × 1 × 3
5.	ポンプ室 20 飲料、散水各 1 棟	10	0.16	F.L. 40w × 2 × 2 2.2 kw × 1 7.5 kw × 1
6.	浄水場	1		滅菌ポンプ他
7.	事務所及び安全灯室 435	10	7	充電架用 2kw/台 × 4 F.L. 40w × 2 × 44 他
8.	社宅 20 戸分		10	F.L. 40w × 1 × 4 / 戸 × 20 他
9.	選炭機 200		2	F.L. 40w × 2 × 20 他
	計	51	24	
合 計		75kw		

- (注) ① 火薬庫及取扱所は照明不要とした。  
 ② 照明は平均照度を 300 lx とした。  
 ③ F.L. は蛍光灯ランプ

(2) 発電機容量の決定

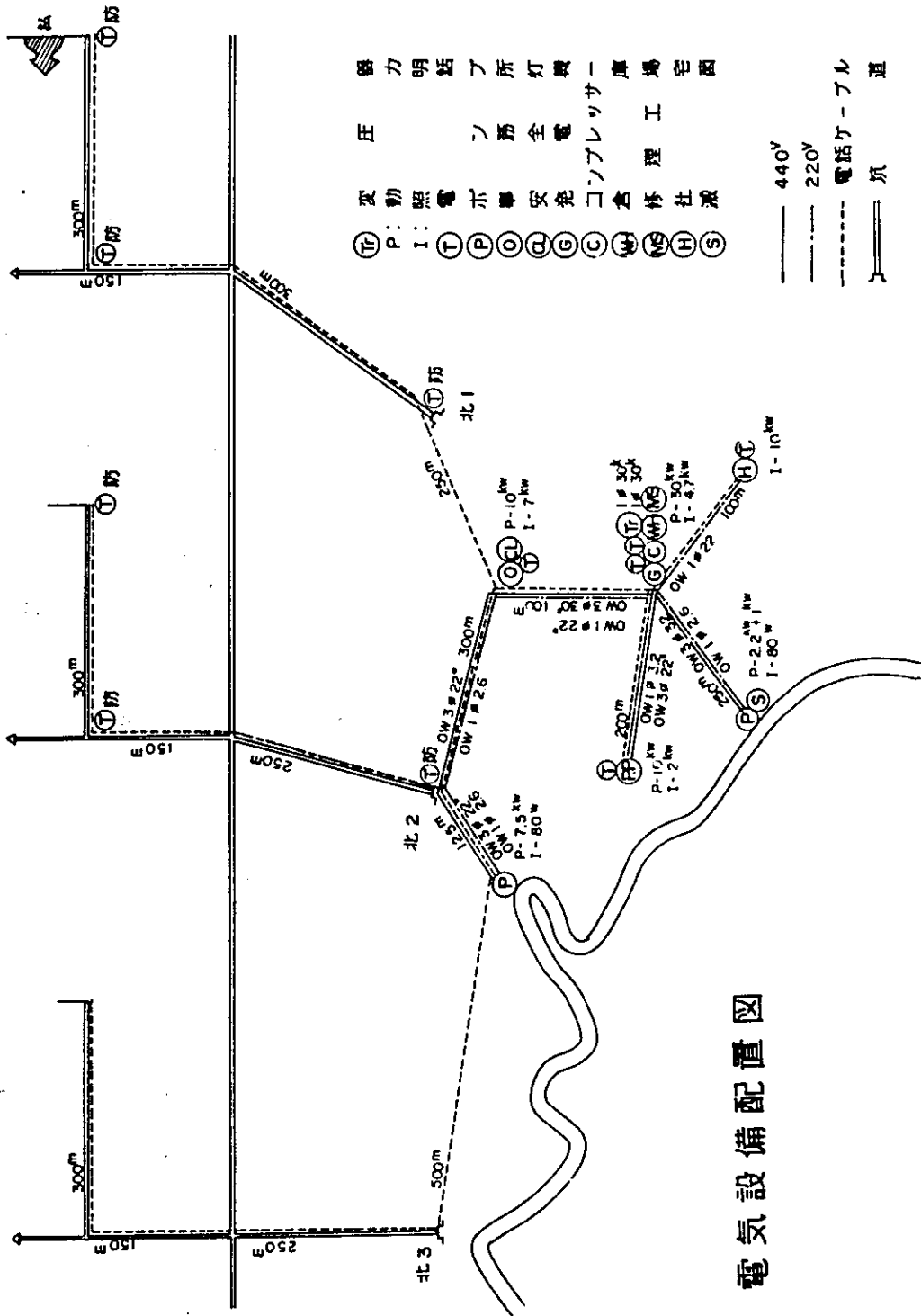
前述の所要負荷電力に対する発電容量として

設備容量 = 75 kw、負荷率 = 0.8、負荷効率 = 0.95、

負荷力率(運転時) = 0.85、負荷力率(起動時) = 0.4

の条件をもとにして

- (a) 定常運転必要容量  
 (b) 負荷の一部定常運転時、最大起動負荷のものが起動した時の必要容量  
 (c) 最大起動負荷が起動時、発電機瞬時電圧降下を 15% に押えるに必要な容量  
 上記 3 項目について検討した結果、(a) では 75 KVA、(b) では 104 KVA、(c) では 127 KVA となった。



電力明話ア所灯機一庫場宅園  
 庄　　ン筋全電　　工  
 変動照電ホ事安免コノブレッサ  
 舎体社業

①P: ①T: ①G: ①C: ①M: ①H: ①S  
 440V  
 220V  
 電話ケーブル  
 坑　　道

第17図 電気設備配置図

この最大値が所要発電容量となるが、使用電力の余裕および過負荷に対する余裕運転等を勘案して、常用75KVA×2台と予備75KVA×1台の発電設備とした。

なお、本設備による自家発電としては、年間の使用電力量は342千KWH（出炭トン当り5KWH）程度と思われる。

### (3) 電気設備配置

今次炭鉱開発計画に基づく電気関係の設備配置は第17図のとおりである。

### 6.7.3 空気圧縮機設備

坑内の採掘作業、局部扇風機および材料運搬用巻上機の動力として圧縮空気を使用することとした。その主なものは採炭および掘進作業におけるエアードリル・エアオーガー・コールピック等の掘さく機、掘進個所における通気を確保するための局部扇風機および浴層昇坑道における材料運搬用のエアホイス（15HP）である。これら機器の空気消費量は約 $17.6m^3/min$ が見込まれる。

配管の空気ロス等を考慮して安全率を25%見込むと所要空気量は約 $22m^3/min$ となる。

したがって空気圧縮機はディーゼル駆動（吐出圧力 $7kg/cm^2$ 、吐出空気量 $25.5m^3/min$ ）を2台設置することとし、そのうち1台は予備とする。

設置個所は坑口付近とし、4"パイプで坑内の配管と連絡する。次期隣接坑口を開さくする場合には、予備機をこれに充当して配置する。なお両採掘部内間は坑外または坑内最深部片盤坑道の配管で連結する。

### 6.7.4 その他設備

#### (1) 通気設備

前述の通気計画のとおり浴層昇坑道の露頭部排気坑口に主要扇風機（ディーゼル駆動、 $500m^3/min$ ）を2台設置し、そのうち1台は予備とする。また坑内の掘進用の局部通気にはエアファンを設置する。

#### (2) 給水設備

事務所・住宅等に飲料水として供給するために給水設備を設ける。取水・配管・配水池等の位置は付図No11に示す。

給水所要量としては

$$\text{事業所用} \quad 100\ell/\text{人} \times 500\text{人} = 50m^3/\text{日}$$

住宅用  $200\text{ℓ}/\text{人} \times 58\text{戸} \times 8\text{人}/\text{戸} = 92.8\text{m}^3/\text{日}$

計 (1日当り給水量)  $142.8\text{m}^3/\text{日}$

1時間当り給水量  $142.8\text{m}^3 \div 24\text{H} = 6\text{m}^3/\text{H}$

時間当り最大給水量  $6\text{m}^3 \times 1.5 = 9\text{m}^3/\text{H} (0.15\text{m}^3/\text{min})$

取水は事業所付近の河川沿いにさく井し、これから伏流水を水中ポンプ(容量:  $3.7\text{kw} \cdot 4.0\text{mH}$ 、 $0.16\text{m}^3/\text{min}$ )で配水池(容量 $10\text{m}^3$ )まで2"パイプ(長さ $510\text{m}$ )によって送水する。

配水池の出口で滅菌して2"パイプ(長さ $100\text{m}$ )、 $40\text{mm}\phi$ パイプ(長さ $800\text{m}$ )で事務所・住宅等に給水する。

### (3) 散水設備

坑内で発生する炭じんの飛散を防止するための散水設備として、坑口近くの川から取水して坑内にパイプで送水する。その設備内容は電動タービンポンプ(容量:  $7.5\text{KW}$ 、 $250\text{mH}$ 、 $0.1\text{m}^3/\text{min}$ )2台および2"配管 $2400\text{m}$ である。

### (4) 修理工場

鉄柱・カッペ・炭車・トラフ等を修理するために必要な機器を設備する。その主なものは電気溶接機、ボール盤、その他修理用工具等である。

## 6.7.5 車 両

坑内ポケットから原炭およびぼたを選炭場またはぼた捨場まで運搬するためにダンプトラック(4.5トン積み)3台を配置する。

貯炭の積出しあるいはぼたの積込み等のためにホイローダー( $1.2\text{m}^3$ )2台、道路補修用あるいはぼた捨場整地等の多目的利用にブルドーザー(D-4)1台を配置する。

## 6.7.6 事業所建物

北区域の東側にある広場を事業用地とし、総合事務所、資材倉庫・修理工場、油類倉庫等のほか、付近の適地に火薬庫、火薬取扱所を設ける。いずれも木造平家建とするが、発電機室・空気圧縮機室は防火上から鉄骨造りとする。

## 6.7.7 住 宅

炭鉱の立地条件からみて、近隣地から通勤できない従業者には住宅または寮が必要である。しかし今次計画では職員(51人)についてだけを対象にして住宅を建設することとした。



## 6.7.8 土地造成計画

今次炭鉱開発における坑外の道路造成および事業用地造成を次のとおり計画した。

### (1) 道路造成

北区域・中央区域の各坑口と事業所を結ぶ道路は原炭・資機材の輸送に重要な役割を果たすことになる。この両区域は南北方向に細長く展開しておるので、山麓沿いになるべく平坦地を利用して輸送道路を造成する。このほかに事業所内道路とぼた捨道路を造成する。

#### (A) 運搬道路

この道路は運搬車両として4.5トン積みダンプトラックが25km/Hの速度で運行し、年間約10万トンの原炭ならびに諸資材を運搬することを基礎として、次のとおり設計した。

##### 道路仕様の概要

道路幅員…… 6.0 m

曲線半径…… 50 m以上

道路舗装…… 砂利敷込均転圧、盛土部厚20cm、切土部厚15cm

排水…… この地域の年間降雨量は2,800mmで雨期(11～4月)に集中することを考慮して、道路の山側に400×400mm、反対側に300×300mmの断面をもつ素掘り側溝を設ける。また約300m毎に横断排水管を設置する。

道路勾配…… 起伏の多い中央区には空車で+4%の区間が200mあるが、その他はすべて空車の下り勾配(最大7%)とし、切土量なるべく少なくするように設計した。

その他…… 中央区の道路には橋梁(巾4m・長28m)を1ヶ所設置し、河川の水路切替(巾28m、長200m)1ヶ所の工事を行う。

この運搬道路延長は北区域で1,500m、中央区域(北区域N-1から中央区まで)で3,300mとなる。

なお、中央区域の道路造成については、この区域の採掘が北区域より数年後となるので、追加起業工事として考えて今回の炭鉱設備投資計画には計上しないこととした。

また、この道路造成にあたっては現地を概査しただけであるから、今後さらに地形・地表の岩質・降雨水の状況（特に雨期）ならびに道路造成に必要な資材等を十分調査する必要がある。

(B) 事業所内道路

道路の幅員は4 mとし、その他の仕様は前述の運搬道路と同様であり、道路延長は500 mで計画した。

(C) ほた捨道路

道路の幅員は5 mとし、その他の仕様は前記と同様であり、事業所からほた捨場までの道路延長は400 mで計画した。

(2) 事業用地造成

(A) 事業所用地

事業所用地の計画位置は付図No 11に示す。これに必要な造成面積は平地部6,000 m²、丘陵部6,000 m²、合計12,000 m²となり、伐開・丘陵部整地(6,000 m²)・埋土転圧(20,000 m²)・張芝・排水等の造成工事を行う。造成地には総合事務所・修理工場・資材ならびに油倉庫等の建物が設置される。

(B) 選炭場用地

事業所用地内の丘陵地と平地の境界部に位置し、その高低差を利用して用地を造成する。切盛土(1,000 m²)・擁壁(30 m)・排水溝等の工事を行う。

(C) 住宅用地

付図No 11に示す位置に住宅地を計画した。その主な工事は切土(4,000 m²)・道路(幅員4 m・延長500 m)・污水管布設(700 m)等である。

用地造成面積は10,600 m²であり、ここには住宅約60戸が建てられる面積とした。

## 6.8. 人員計画

今次炭鉱開発計画において生産規模の年産70,000トンに対応する所要人員は各作業毎に検討して第33表のとおり的人员配置で計画した。なお、この人員計画は正常操業時点(北区域の採掘時点)における人員配置である。また現在マラウイには炭鉱がないので、炭鉱の経験がある労働者を、この必要数だけ早急に確保することは困

難と思われるが、労務者についてはその1/3程度が近隣諸国へ出稼ぎに行つて鉱山の経験をもつたものであり、係員については必要な教育訓練を受けたものであるとして人員計画を策定した。したがつて、マラウイの実状からみて、労働者の熟練度・出勤率等を考慮すると最小限必要な人員配置と思われる。

第33表 人員計画表

職 種 別		実働 (人)	在籍 (人)	摘 要
坑 内	採 炭	66	83	22人×3方×1切羽
	掘 進	60	75	30人×2ヶ所
	仕 操	36	45	4人×9ヶ所
	運 搬	66	82	22人×3方
	そ の 他	21	26	採機、通気、大工等
	小 計	249	311	(出勤率80%)
坑 外	選 炭	30	33	15人×2方
	修 理	18	20	各種機器修理、圧気機等運転
	電 気	10	11	電気設備の運転保守管理
	資 材	10	11	資材、精炭、受払
	事 務 所 外	25	28	事務員、安全灯、火薬庫管理、ぼた捨道路整備等
	小 計	93	103	(出勤率90%)
鉱 員 合 計		342	414	(全体出勤率83%)
職 員		51	51	
全鉱能率(トン/人/月)		14.8	12.5	70,000トン/年÷12月÷(393人or465人)

職員の内訳は 炭鉱長 1人

坑 内27人 採掘現場の3交替係員および上級職員

坑 外23人 機械・電気・選炭・計画・測量等の技術職員11人  
総務・経理・資材等の事務職員 12人

#### 6.9. 炭鉱設備投資計画

今次採掘計画に伴う起業掘進坑道と坑外設備の投資総額は第34表に示すとおり651,700千円(2,172千Kwacha)が見込まれる。

出炭年産トン当り投資額(651,700千円÷70千トン)は約9,309円(31K)

となる。日本の現状では2～3万円となっているのに比較して極めて少い投資額であるが、これは本計画の場合に坑口レベル上の採掘であるため大きな設備が必要としないこと、また可採炭量も坑口レベル上を対象して諸設備を簡素化したことによるものである。

なお、この炭鉱設備投資計画に際して、炭鉱の開発に必要な機器・資材等の価格および現地までの輸送費が不明であり、さらにマラウイ国内で調達できないため輸入せざるをえない資機材についても、その品目・輸入先・価格等が不明であるから、今次計画では日本における現状の価格を採用して立案した。

今次計画は炭鉱開発可能性を判断するため設備投資額を試算したものであるから、炭鉱開発のフィジビリティースタディーに際しては上記の不明な諸点を解明するために十分調査する必要がある。

#### 6.9.1 炭鉱設備投資額

設備投資総括表を第34表に、設備投資額明細表は第34-1表に示す。

なお、この設備投資額には中央区域開発のために必要な運搬道路造成費（3,300m、102,362千円、341千K）および運搬トラックの追加分（1台2,610千円、8.7千K）は追加起業投資と考えて計上していない。

第34表 設備投資額総括表

費 目		投 資 額		備 考
		(1,000円)	(1,000K)	
1	採炭設備	64,162	214	鉄柱、カッベ、オーガー、ピック、トラフ
2	掘進 "	3,785	13	ハンマー、ピック
3	運搬 "	8,144	27	エアーホイスト、トラフ
4	通気 "	1,619	5	坑口扇風機、エアーファン、風管
5	排水 "	540	2	4"パイプ
6	圧気 "	23,528	78	空気圧縮機2台、配管
7	保安 "	4,910	16	ガス検定器、COマスク
8	車両運搬 "	40,160	134	炭車50台、材料台車12台、トラック3台、ホイールローダー2台、ブルドーザー1台
9	選炭 "	16,400	55	建物、ポケット、スクリーン
10	電気 "	56,427	188	発電機75KVA×3台、安全灯、電話、配電設備
11	その他 "	15,027	50	給水、散水、修理工場
12	土地整地造成	66,200	221	道路造成2400m、事業用地及び住宅用地25,100m ²
13	建 物	21,100	70	事務所、修理工場、機械室、倉庫、火薬庫
14	住 宅	45,870	153	51戸分
	小 計	367,872	1,226	
15	坑 道	224,582	749	坑道長3,238m
	合 計	592,454	1,975	
	予備費 10%	59,246	197	
	総 計	651,700	2,172	

第34表-1 設備投資計画明細表

1. 坑道関係

費 目		仕 様	投資額 (千円)	記 事
①	N.1-立入坑道	435m	32,789	岩石
②③	〃-材料、ポケット	25m、23m	4,323	〃
④	〃-昇坑道	310m	17,118	〃
⑤⑥	〃-左1.2片盤	600m	27,786	沿層
⑦	〃-左2払昇	60m	868	〃
⑧	N.2-立入坑道	270m	20,862	岩石
⑨⑩	〃-材料、ポケット	30m、23m	5,020	〃
⑪	N.3-立入坑道	270m	20,862	〃
⑫⑬	〃-材料、ポケット	30m、23m	5,020	〃
⑭	C.1-立入坑道	310m	23,753	〃
⑮⑯	〃-材料、ポケット	30m、23m	5,020	〃
⑰	C.2-立入坑道	300m	23,030	〃
⑱⑲	〃-材料、ポケット	30m、23m	5,020	〃
⑳	C.3-立入坑道	370m	28,091	〃
㉑㉒	〃-材料、ポケット	30m、23m	5,020	〃
合 計		3,238m	224,582	749,000 Kwacha

2. 設備関係

費 目		仕 様	投資額(円)	備 考
採炭設備	作孔、発破機器等	オーガー、ピック他	1,162	
	鉄柱・カッベ	各600本	6,300	
	計		6,416	214,000 Kwacha
掘進	作孔、発破機器等	ハンマー、ピック他	3,785	13,000 Kwacha
運搬設備	北1昇巻上機	エア-ホイスト15HP×2	3,946	
	北1昇炭流樋	鉄板製	1,497	
	北1払用炭流樋	〃 2払分	472	
	北2昇巻上機	エア-ホイスト15HP	2,229	
	計		8,144	27,000 Kwacha
通気設備	主 扇	4.5HP×2	885	
	局 扇	エア-ファン3台、風管	734	
	計		1,619	5,000 Kwacha
排水	排 水 管	4" パイプ	540	2,000 Kwacha
圧気設備	圧 縮 機	25.5m ³ /min×2	2,340	
	配 管		128	
	計		2,352	78,000 Kwacha
保安設備	ガ ス 検 定 器	30ヶ	2,250	
	C O マ ス ク	380ヶ	2,660	
	計		4,910	16,000 Kwacha
車両運搬具	昇材料台車	鉄製 2台	480	
	片盤材料台車	鉄製 10台	2,400	
	片盤炭車	1m ³ 木製 50台	9,000	
	ダンプトラック	4.5トン×3台	7,830	
	ホイールローダー	1.2m ³ ×2台	1,280	
	ブルドーザー	D-4×1台	7,650	
	計		40,160	134,000 Kwacha

費 目		仕 様	投 資 額	備 考
選炭設備	建物・ポケット	建物200m ² ポケット270トン	11,800	
	網その他	網140m ² 、シュート他	2,300	
	土工工事	基礎その他	2,300	
	計		16,400	55,000 Kwacha
電気設備	発電設備	75KVA/60kw×3台	13,250	
	通信設備	電話機 19台	3,485	
	坑外配電線	2 km	7,892	
	照明設備		6,900	
	動力配線		7,140	
	安全灯設備	安全灯400ヶ、架台	17,760	
計		56,427	188,000 Kwacha	
その他設備	給水設備	ポンプ配管、配水池他	5,800	
	散水設備	ポンプ及び配管	3,632	
	修理工場機器	溶接機外	1,535	
	事務所備品		4,060	
	計		15,027	50,000 Kwacha
土地整地造成	道路造成	2,400 m	38,300	
	事業所用地造成	1,200 m ²	4,700	
	選炭用地造成	2,500 m ²	7,200	
	社宅用地造成	1,060 m ²	16,000	
	計		66,200	221,000 Kwacha
建物	事務所	木造平家 435m ²	7,100	
	修理工場	〃 90m ²	1,040	
	圧縮機室	鉄骨造 64m ²	5,820	
	発電機室	〃 64m ²	5,820	
	資材、油倉庫	木造平家 50m ² 、15m ²	740	
	ポンプ室、主扇室	〃 10m ² 、24m ²	395	
	火薬庫、取扱所	〃 7m ² 、5m ²	185	
	計		21,100	70,000 Kwacha
住宅	住 宅	木造平家 51戸	45,870	153,000 Kwacha
合 計			367,872	1,226,000 Kwacha



## 6.9.2 開発工事行程

前述の炭鉱設備計画に基づく開発工事行程を第35表に示す。

この工事行程表はあくまで参考のために策定したものであり、開発工事に必要な労働者の人数とその熟練度、必要な諸機材の調達等が十分に満たされた場合の前提条件に基づくものである。また坑外諸設備の工事にしても雨期における降雨状態によって、その工事行程が大きく左右されることになるので、これらの諸条件を事前に十分調査する必要がある。

坑内の起業投資坑道は第3年度第1・4半期末までに完成する。坑外設備は第2年度末に完了するものとする。

採炭切羽は第3年度第2・4半期から稼働することになるが、労働者が採炭技術を習得するまでのテストマンニング期間を6ヶ月程度見込んでおる。テストマンニング期間中の出炭量は最初の月に計画の20%、引続き20%ずつ増加し5ヶ月目に計画量に達するものとして立案した。この場合の出炭量の推移は同表に示すとおりであり、第3年度第3・4半期には正常出炭体制になる。

第35表 開発工事および出炭工程表

工事	年度	初年度	第2年度	第3年度	第4年度
坑内	N1 立入坑道	435m			
	N1 材料	25m			
	N1 ポケット	23m			
	N1 沿層昇	310m			
	N1 左1片		300m		
	N1 左2片		300m		
	N1 左2片			60m	
	N1 左2片			480m	550m
	N1 瀬			400m	550m
	N1 探炭			Test mining	
坑外	N1 探炭				
	圧気設				
	通気				
出炭	選炭				
	電造				
	地建物				
掘進炭					
計					
			4,800	7,000	7,000
				35,400	63,000
			4,800	42,400	70,000

## 6.1 0. 生産原価（山元出炭原価）

今次炭鉱開発計画に当って、その開発可能性を判断するために、前述のような採掘・人員・設備計画をもとにして正常出炭量年産70,000トンの場合における生産原価を試算した。

生産原価の試算に際しては、マラウイには炭鉱がないので必要な実績資料は全くないことと、またマラウイ側に要請して入手した調査資料でも不明確な点があることなどから不確定要素が多い。したがって下記の前提条件に基づいて一応その生産原価を試算した。

### 6.1 0. 1. 生産原価試算の前提条件

(1) 炭鉱操業に必要な機器・資材の価格および現地までの輸送費は不明であり、また輸入を必要とする品目・価格・輸入先等も不明であるから、それらは日本の現状価格（輸送費は含まず）を使用した。ただし、坑木火薬と鋼枠レールについてはマラウイで入手した価格を使用した。

#### (2) 労務費

現在マラウイにおける標準賃金を基礎とし、これに含まれない時間外・諸手当・福利厚生費・賞与等を勘案して給与は標準賃金の2倍とした。その結果、1日当りの平均賃金は次のとおりとする。

職 員	5.1 2 K ( 1 5 3 6 円 )
鉱員（坑内）	1.5 2 K ( 4 5 6 円 )
鉱員（坑外）	1.1 2 K ( 3 3 6 円 )

#### (3) 経 費

##### (a) 支払修繕料および燃料

機器・設備はすべて日本で調達可能なものを使用することで計画したので、修繕料および使用燃料等についても日本における実績・価格等を考慮して計上した。

##### (b) 租税公課

鉱産税・固定資産税・納付金等については炭鉱開発の形態によって異なるものであり、またマラウイの実状も全く不明であるが、ここでは一応70,000トン規模の場合に年間28,000K（トン当たり120円）で計上した。

(c) 減価償却費

前述の炭鉱設備投資額に対して次の基準によって減価償却費を計算した。

起業掘進坑道	生産高比例
機 械	} ..... 5 ~ 10 年定額償却
運搬設備	
空気圧縮機	} ..... 鉱命償却
電気設備	
建物・住宅	
土木工事	

(d) 資金および金利

開発の所要資金は全額融資を受けるものとし、その金利は年10%とした。

6.1 0.2. 生産原価

前述の前提条件に基づいて生産原価を試算した結果は第36表、およびこの生産原価算定の基礎資料を第36表-1に示す。

生産原価は出炭トン当り4,549円(15.16 Kwacha)と見込まれるが、この原価に消費地までの輸送経費を加算したものが、現在近隣諸国から輸入している石炭価格と対比されることになる。

現在、マラウイで輸入している石炭価格(Blantyre市場着価格)は次のようになっている。(3.5.3. 参照)

	ローデシア炭	モザンビーク炭
石炭の品位	7,390 Kcal/Kg	5,280 Kcal/Kg (推定)
山元F.O.R. 価格	11.92 K/M.T.	24.30~9.60 K/M.T.
運賃諸経費	21.26 "	3.86 "
Blantyre着価格	33.18 "	28.16~13.46 "

今次計画におけるNgana炭のBlantyre市場着価格を試算すれば、次のとおりになりに推定される。

山元生産原価 : 15.16 K/M.T.

輸 送 費 : 山元からマラウイ湖岸(Kambwe Jetty)までのトラック運賃は5トン積みトラックの単価を0.48 K/Mile とすれば  $0.48 K \div 5 \text{トン} \times 40 \text{mile} = 3.84 K/M.T.$

湖上・鉄道運賃 : マラウイ湖上Kambwe～Chipoka間300mile、陸上  
Chipoka～Blantyre間100mileとし、両者の運賃単価  
を0.037K/M.T./mileとすれば、  
 $0.037K \times 400\text{mile} \approx 15K/M.T.$ となる。

輸送諸経費 : 山元、Kambwe、Chipokaにおける積込み、荷卸し等の諸  
経費を2.0K/M.T.と仮定する。

Blantyre市場着価格は36.0K/M.T.と想定される。

したがって、ローデシアとモザンビークからの輸入炭に比較して自国産のNgana  
炭は割高になるものと判断される。勿論この比較は極めてラフな試算の結果である  
から、十分調査する必要がある。

しかしながら、Ngana炭を自国内で消費することによって、輸入外貨の削減を  
はかり、さらに国内労務者に職場を与えること考えれば、そのメリットは十分ある  
ものと判断される。

また、この価格中に運賃の占める割合が大いので、Ngana炭のような高灰分炭は  
中部地方より以北、できれば北部地方の近距離圏内で消費するために、諸工業又は  
火力発電所の建設されることが望ましい。

第36表

## 生産原価表

費目	摘要	原価		%	
		円/トン	K/トン		
物品費	坑木	0.0214 m ³ /トン	215	0.71	
	火薬類	爆薬 0.387Kg/トン, 雷管 1.79本/トン	392	1.31	
	鋼材	0.94Kg/トン	160	0.53	
	その他	鉄柱、カッペ部品他	579	1.93	
	計		1,346	4.48	30
労務費	鉱員	坑内 249人, 坑外 93人	621	2.07	
	職員	51人	336	1.12	
	計		957	3.19	21
経費	修繕料	機械、電気設備、トラック等	157	0.52	
	動力燃料	Fuel 520kl/年, Lub.32kl/年	524	1.75	
	租税公課	固定資産税、納付金等	120	0.40	
	その他	事務所費等	200	0.67	
	計		1,001	3.34	16
減価償却		743	2.48	16	
金利	年利 10%	502	1.67	11	
生産原価		4,549	15.16	100	

第36表-1

## 生産原価の検討基礎資料

## (1) 物品費

	箇所	計算基礎	単価 (円)	コスト (千円/年)
坑	切羽	$10 m^3/\text{千トン} \times 63,000 \text{ トン} = 630 m^3$		
	掘進	$0.5 m^3/m \times 1,100 m/\text{年} = 550 m^3$		
	仕操	$0.2 m^3/\text{先} \times 4 \text{ 先} \times 300 \text{ 日} = 240 m^3$		
	その他	上記の5% $71 m^3$		
木	計	$1,491 m^3$ ( $0.0213 m^3/\text{トン}$ )	10,080円/ $m^3$	15,029 千円 (215円/ $\text{トン}$ )
煤	切羽	$0.3 \text{ Kg}/\text{トン} \times 63,000 \text{ トン} = 18,900 \text{ Kg}$		
	掘進	$0.8 \text{ Kg}/m^3 \times 9.3 m^3/m \times 1,100 m/\text{年} = 8,184 \text{ Kg}$		
	計	$27,084 \text{ Kg}$ ( $0.39 \text{ Kg}/\text{トン}$ )	620円/ $\text{Kg}$	16,792 千円 (240円/ $\text{トン}$ )
雷	切羽	$1.5 \text{ 本}/\text{トン} \times 63,000 \text{ トン} = 94,500 \text{ 本}$		
	掘進	$3 \text{ 本}/m^3 \times 9.3 m^3/m \times 1,100 m/\text{年} = 30,690 \text{ 本}$		
	計	$125,190 \text{ 本}$ ( $1.79 \text{ 本}/\text{トン}$ )	85円/ $\text{本}$	10,641 千円 (152円/ $\text{トン}$ )
鋼	掘進	$72 \text{ Kg}/\text{枠} \times 1,100 m/1.2 m = 66,000 \text{ Kg}$ ( $0.94 \text{ Kg}/\text{トン}$ )	170円/ $\text{Kg}$	11,220 Kg (160円/ $\text{トン}$ )
その他	鉄柱カッベ	$600 \text{ 本} \times 3\%/\text{月} \times 12 \text{ 月} = 216 \text{ 本}$	105千円	22,680 千円
	切羽, 掘進用機器	設備費(切羽)(掘進) (1,162千円+3,785千円)20%/月×12月		11,873
	風管他	500千円/月×12月		6,000
	計			40,553 (579円/ $\text{トン}$ )

## (2) 労務費

職 種	人 員	賃 金	日数/年	金 額
		円		(千円)
鉱 員	坑内 249人	456	300	34,063
	坑外 93人	336	300	9,374
	計			43,437 (621円/トン)
職 員	51人	1,536	300	23,501 (336円/トン)
合 計				66,938 (957円/トン)

## (3) 経 費

項 目	計 算 基 礎	金 額
		(千円)
支 払 修 繕 料	機械設備	
	維持修繕料	8,578
	電気設備	
	発電機維持、照明、安全灯等	2,400
	合 計	10,978 (157円/トン)
動 力 用 燃 料	機械設備	千円
	Fuel 386.8kl/年 @58	22,434
	Lub. 31.3kl/年 @200	6,266
	計	28,700
	電気設備	千円
	Fuel 133.3kl/年 @58	7,731
	Lub. 1.28kl/年 @200	256
	計	7,987
合 計	36,687 (524円/トン)	



### 6.1.1. 道路ならびに Jetty

Ngana 炭田に炭鉱を開発する場合には、生産された石炭の搬出と諸機材・物資の搬入に輸送ルートが必要である。地形から考えてこれらの輸送はトラックによる方法が設備費も安く容易であると判断される。したがって、今回の地表地質調査と合せて道路の簡単な概査も実施した。

道路状況を調査した区間は Karonga から Ngana 炭田までの約 63km であるが、これらを区分すると次のとおりである。

Karonga から Kaporo・Ngoto・Mwangulukuku を経由して Iponga までの区間 40km は現在でもバスが運行されており、道巾は広く道路事情は良好である。しかし途中の木製橋梁は炭鉱開発時の重機械類の搬入あるいは炭鉱操業期間の石炭搬出による頻繁な運行回数に耐えるためにそれ相当の補強が必要である。また調査時期は乾季であったために雨季の道路事情は不明であるが、砂利舗装と排水側溝の強化が必要と考えられる。

Iponga から Songwe 河沿いに Ngana 炭田までの約 23km の区間は現在でもランドローバーがやっと運行できるような悪路であり、途中の河川・沢には橋梁・暗渠の新設を要するほか、道路の拡巾、勾配と変曲部の修正、道路舗装等が必要である。

今回の道路調査は後者の Iponga から Ngana 炭田に至る区間を重点にして実施した。この調査には航空写真をもとにして日本で図化した 1/10,000 地形図を使用し、この区間における橋梁・暗渠の新設個所、道路補修個所等を図上にプロットした。

この調査結果は次のとおりである。

この区間に橋梁は全くないので、これの新設を必要とする個所は 16ヶあり、その延長は 190m 程度と判断される。山側斜面の集水個所・沢等を横断する場所に暗渠を必要とする個所は 15ヶ程度ある。この外に道路の切替え、勾配と湾曲部の修正を必要とする個所の延長は約 23km ある。また現地から Iponga までの道路全長にわたっては、雨期における排水対策として側溝を設ける必要がある。

陸上輸送ルートとしては上記道路を使用することになるが、石炭消費地である南部あるいは中部地方に対してはマラウイ湖のバージ輸送によらざるをえない。したがって、この道路調査と合せてマラウイ湖岸における石炭積出し Jetty の候補地と考えられる次の地点を調査した。

(a) Kasyata 付近

この地点はNgana炭田に最も近い距離にあり、NgotoとKaporo間の主要道路から湖岸まで約1.6kmである。陸上運賃が湖上運賃に比較して割高となるであろうことを考えると最も良い候補地である。しかし湖岸に至る1.6kmの区間は湿地帯であり、トラック運搬道路を敷設するためにはパイル打込等の路盤強化が必要である。なお、湖岸の状況は湿地帯のためそこに到達することができず、調査しなかった。

(b) Chakwere 付近

この地点は前記についてNgana炭田から近い距離にある。Kaporoから主要道路を約1.7km南下し、ここから湖岸に至る約2kmの道路がある。この道路は湖岸より約300m手前まではトラック運搬道路に適しているが、湖岸附近は湿地帯のため前記と同様な路盤補強が必要である。この湖岸はKibwe川の流出砂が堆積する模様であり、浚渫が必要である。

(c) Kambwe 付近

この地点は数年前に米の積出しをしていたので主要道路から湖岸まで約500mの道路は完備している。現在、米の集積倉庫があり使用しているが、Jettyは破損したまま使用されていないし、湖上輸送に使用したバージもそのまま放置されている。この地点は前記2ヶ所と比較した場合、陸上運搬距離が長いという不利な点もっているが、他方では湖岸までの道路は完備していることとJettyも補修強化すれば使用可能であるという利点をもっており、したがって設備費の面からみると最も有望な地点と考えられる。

なお参考のためにChilumbaの埠頭設備を調査した。この埠頭は北部地方におけるマラウイ湖の輸送基地となっており、諸物資の積出し・荷卸しおよび人員の輸送も行われている。ここはKarongaから約77kmの距離があり、陸上運賃の面から石炭積出しには考えられない。

炭鉱の諸資材と石炭を輸送するための道路状況調査ならびにマラウイ湖岸のJetty候補地視察を行ったが、これらを使用できる状態にするためには多額の工事費を必要とする。しかしただ単に炭鉱開発だけのためにこれらの工事を行うのではなく、その地域開発も合わせて考慮すべきであろう。炭鉱は労働集約型の産業であるから、炭鉱開発によって急激な人口増加を伴い、これに関連する企業も集中することになる。またこの地域の産業発展を阻害しているものは輸送事情が遅れていることに起因すると考

えられるので、これらのインフラストラクチャーの整備によって地域の振興をはかる必要がある。

今回の現地調査の結果、K2層上部頁岩部層中の2番層、3番層を対象に長壁式採炭法による坑内採掘は可能であることが判明した。したがってその開発構想、設備投資、コスト等についても検討しとりまとめたが、その検討に当って次の様な諸問題が残されている。

## 7.1 地質上の諸問題

現時点では坑口レベル上を対象にして坑内採掘することとし、その可採埋蔵炭量、炭層条件、採掘技術等を勘案して年産70,000トンの生産規模の炭鉱開発を計画した。

今回はNgana炭田、西部地区の北区域、中央区域を対象範囲とした。

### 7.1.1. 対象範囲の拡大

現地調査時に中央区域の南側にあたる南区域、および東部地区で各々2ヶ所のトレンチによって炭層状況を調査したが、何れも北区域、中央区域とさほど変化はない。今回の調査では主要道路に近い西部地区の北区域、中央区域を主体に、調査した。しかしマラウイで需要面から生産量を増加する希望があれば、2坑口を平行的に開発して生産量を増加させることを考えるべきである。しかしこのためには可採埋蔵炭量を多く確保する必要がある。即ち今回の調査を更に南側に延長して行うべきであろう。

### 7.1.2. 深部状況

炭層追跡調査を実施した対象地域の深部区域は主要河川の沖積原地域であり、炭層は単斜構造で東側に傾斜していると思われるが、露出は少く深部状況は明確でない。これについては南アが実施した試すいの資料があれば判明すると思われる。また今回のトレンチ調査によって走向方向の炭層の消長は比較的少く、南部でやゝ肥厚することが判明した。しかし深部方向の傾斜ならびに炭層の変化状況は判明していない。

### 7.1.3. 炭質

今回の現地調査ではトレンチによって炭層調査を行い、出来るだけ深く掘ったトレンチから石炭試料を採取し、日本に持ち帰り各種分析試験を行った。しかし採取した試料は露頭炭であり、風化の影響は回避されておらず、この結果からすぐに坑内採掘によって生産される石炭の品位を判断しにくい。

上述の諸点から、もし生産規模を拡大する必要があるれば調査対象範囲を拡げ、調査を延長する必要があるとともに炭層の深部賦存状況並びに炭質確認のため探炭試すい調査が必要となる。ただし南アで実施した試すい調査結果がこれら問題点を解明してくれるのであれば、これを利用することにより試すい本数は少くしてすむであろう。

## 7.2. 採掘上の諸問題

対象地域の北区域、中央区域を各々3区画に分割し、適切な位置に坑口を設ける。坑口から立入坑道でその区画の中央部に着炭させる。その着炭点から真傾斜で沿層昇を掘進し地表に貫通させる。この沿層昇の両側に60 m 毎に片盤坑道を掘進しその終端部に切羽昇を設け、後退式長壁払で採掘することで計画している。

### 7.2.1. 立入着炭点の確認

立入着炭点は材料坑道、沿層昇、片盤坑道等の展開の要となる所であるため炭鉞開発に当っては事前に試すいによって着炭点の位置を確認し計画に齟齬を来たさないようにすることが望ましい。

### 7.2.2. 炭層傾斜

今回の採掘計画は2番層と3番層を併せて稼行山丈(1層)とし60 m の長壁切羽方式で採掘することとした。しかし対象地域には動力源としての電力はえられないので、切羽内の石炭および沿層昇坑道内の石炭とほたの運搬にはトラフをそれぞれ布設して自然流下方式によることとし、坑口レベル以上の石炭を採掘することで炭鉞開発を計画した。

炭層の傾斜は $25^{\circ}$ ~ $27^{\circ}$ でありこの方式による自然流下の限界角度に近いため深部の炭層傾斜を確認するための探炭試すいが必要である。

### 7.2.3. 鉄柱、カッペの使用

現地では坑木の入手が容易とは思われないこと、および切羽採掘跡の自然崩落と天盤の制御を考えて、切羽の支保は水圧鉄柱とカッペを使用することで計画した。このためには傾斜方向の炭層厚(2番層、3番層を併せた時の稼行山丈)を充分把握し、天盤の盤圧も推定出来る資料を揃え鉄柱カッペの諸元と規格をきめることが望ましい。

### 7.2.4. 坑道の維持

沿層昇、片盤坑道は運搬積込を容易にするため第11~12図に示す規格の様に

2番層の下盤側岩石を掘さくすることで計画している。この場合坑内湧水によって生ずる合盤および下盤の岩質が盤ぶくれに影響する問題等についても調査し、坑道維持に支障ない様にする必要がある。

#### 7.2.5. 保安

坑内湧水、炭層からのガス湧出量、自然発火の可能性等については保安の確保上重要な問題であるが、周辺に炭鉱がなく参考とすべき資料の収集は困難と思われる。また坑口レベル以上の採掘であり、高灰分、低揮発分の石炭であるからガス湧出量は少く、自然発火の可能性も少いとは思いますが関連調査時に参考資料の収集に努むべきであろう。

#### 7.3. 係員、労働者の確保と訓練

炭鉱開発の原動力となる係員、労働者を国内でどのようにして集めるかはマラウイ国内の労働事情によるが、同国には南アを始めとする近隣諸国の炭鉱に働きに出た鉱山経験労働者がおるので、これらが対象になるものと思われる。

これらの労働者に職場を与えるために炭鉱開発することがマラウイ政府としての目的の一つでもあるので、これら鉱山の経験労働者を雇用することが望ましい。

坑内採掘による炭鉱の操業に当っては生産を維持し事故を未然に防止するため採掘技術、保安の両面からみて、今回計画した必要労働者の1/3程度は鉱山に経験ある熟練労働者を雇用することが望ましい。またこれら労働者を統率する係員は特に技術レベルが高く、また保安知識についても熟知したものを充当すべきである。

しかしマラウイには坑内採掘の炭鉱および鉱山は全くなく、この炭鉱開発に充当すべき係員は、皆無と思われる。

今回調査した区域に炭鉱開発を考える場合、これに必要な係員、経験労働者については各々適切な技術的・保安的訓練が必要と思われる。特に技術係員については高度の教育訓練が必要であり、海外鉱山での実習訓練を行うと共に炭鉱開発初期には外国から技術指導者を導入することが望ましい。技術係員としては採掘係員のみではなく、

機械、電気等の係員についての訓練も忘れられない事項と思われる。経験労働者、労働者には炭鉱開発区域の地質・炭層状況を熟知させるとともに作業手順としての掘進、採炭、運搬、支線その他の事項についての基準を制定し、それによって作業するように訓練する。また保安規定を設けその規定を必らず遵守するよう訓練すべきで

ある。

#### 7.4. 資材、および機器設備の調達

Ngana 炭田西部地区の炭鉱開発計画立案に当っては設備投資金額を最少限にすることで検討したが、石炭鉱業は全く実施していないマラウイの現状からみて輸入せざるを得ない必要資機材が含まれている。

従って今後開発計画策定の際には、これら資機材の輸入先、調達の難易等について調査するとともに国内で調達可能な物品の価格と合せて現地までの輸送費等も調査する必要がある。

本区域の炭鉱開発に当っては、上述のような諸問題点の解明に努めると共に炭鉱開発に伴うインフラストラクチャとしての道路、住宅、町造り等の調査はもとより、地域開発として現在町らしいものが全くない所に相当数の住民が生活することになるのでそれによる環境アセスメントも含めて十分調査されるべきであろう。

今回は炭鉱開発可能性の検討に主眼をおいた調査であり、引き続いて炭鉱開発のためのフィジビリティスタディは絶対必要である。

附表 収集一覧表

統計資料

Malawi's Statistical Year Book 1976	1 部
" External Trade 1975	1 部
" June 1977 Monthly Statistical Bulletin	1 部

地形図

Malawi 全体図	1:1,000,000	3 部
Karonga (Sheet 1)	1:250,000	} 各 2 部 (6 枚)
Myika Plateau ( " 2)	"	
Mzuzu ( " 3)	"	
Misuku (Sheet 0933D1)	1:50,000	} 各 3 部 (12 枚)
Songwe ( " " D2)	"	
Amosi Chilanga ( " " D3)	"	
Karonga ( " " D4)	"	



付 図 一 覽 表

Fig. No.	1	Ngana Coalfield Airphoto Mapping Base Map	1 : 50,000
"	2	Survey Route Map	1 : 5,000
"	3	Geological Columnar Section	1 : 200
"	4	Coal Seam Tracing Map	1 : 5,000
"	5	Geological Profile	1 : 5,000
"	6	Correlation of Coal Seam (4 sheets)	1 : 20
"	7	Coal Reserves Map	1 : 5,000
"	8	Surface Mining Map	1 : 5,000
"	9	Surface Mining Profile	1 : 5,000
"	10	Mining Plan	1 : 5,000
"	11	Plan of Surface Layout	1 : 5,000



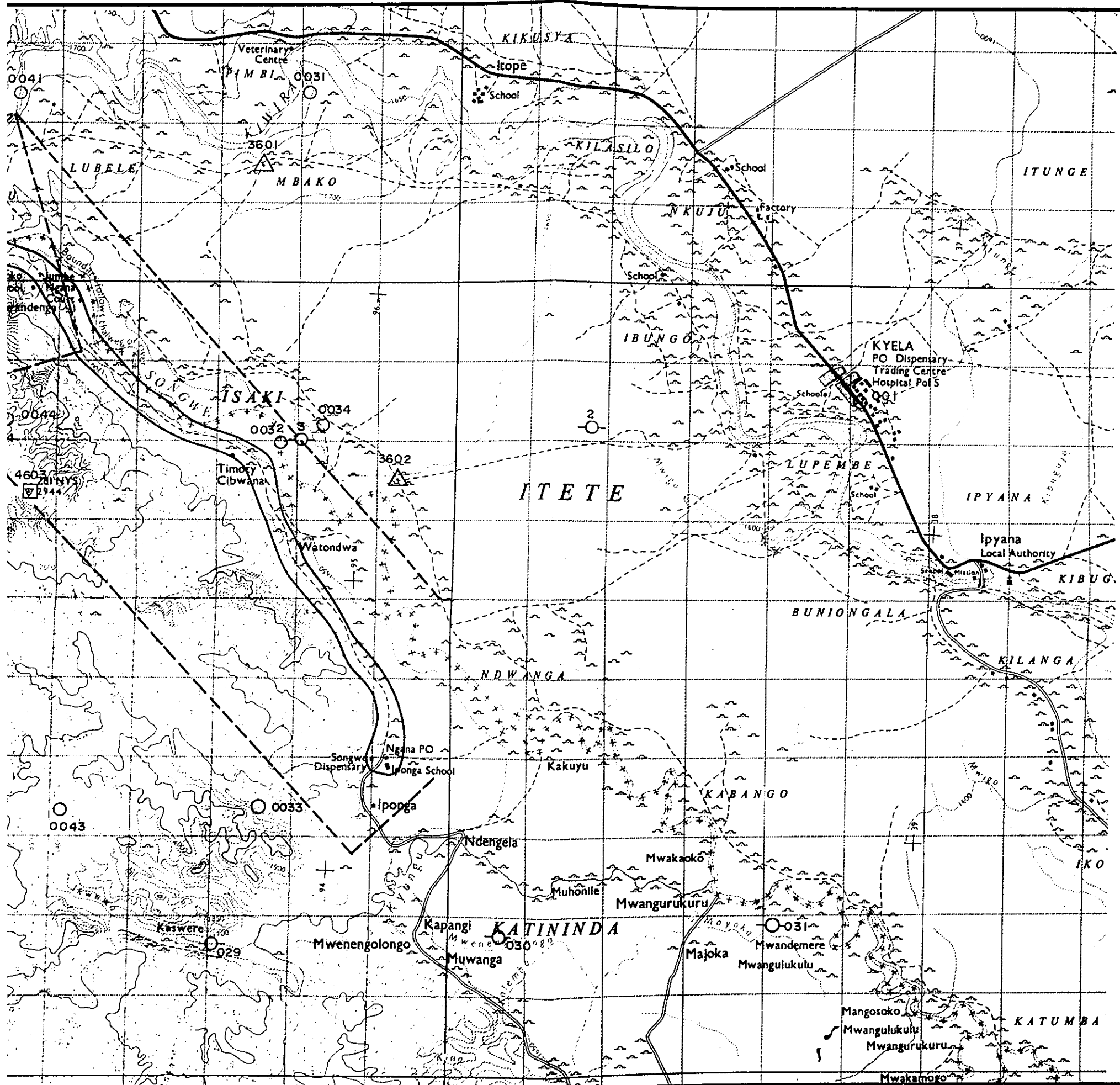




Fig No.1  
 Republic of Malawi  
 Ngana Coalfield Airphoto Mapping  
 Base Map 1 : 50,000

- Legend
- Sheet line
  - 1 : 5,000 {  Mapping area
  - Sheet line
  - 1 : 10,000 {  Mapping area
  - Pass point
  - △ Horizontal Control point
  - Elevation point
  - ⊙ Tie point
  - Airphoto No.

+572

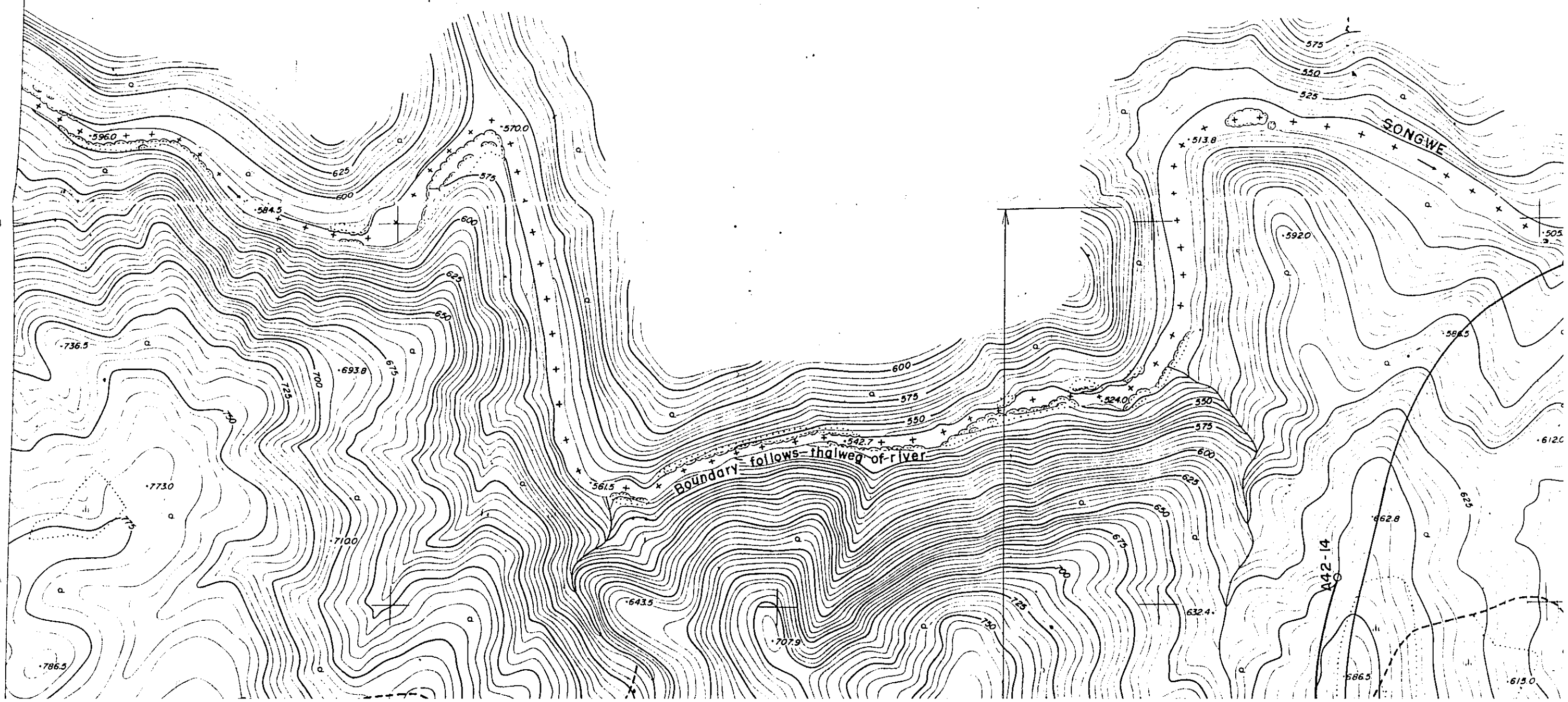
+573

+574

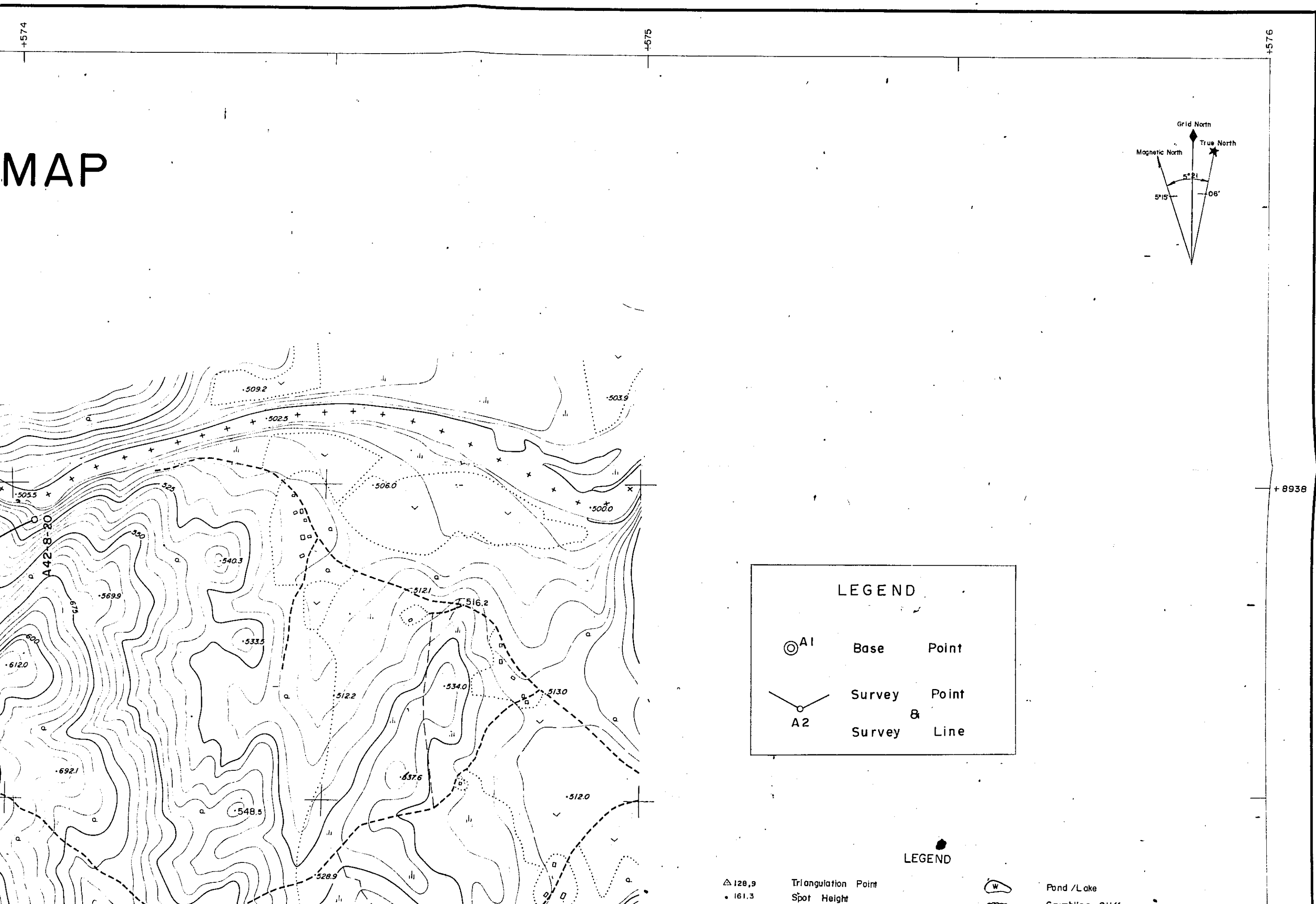
Fig No.2      REPUBLIC OF MALAWI  
**NGANA COAL FIELD**

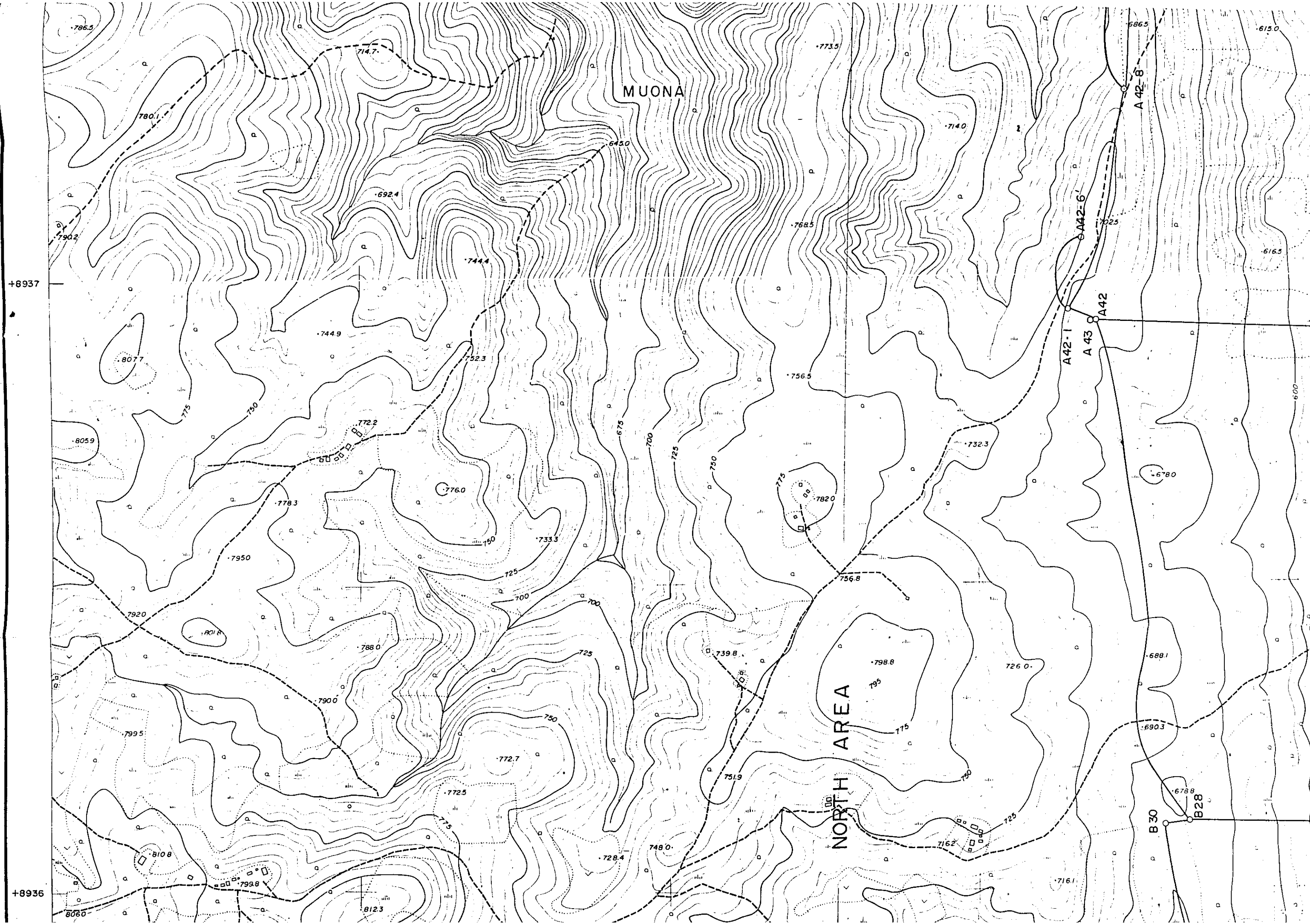
**SURVEY ROUTE MA**

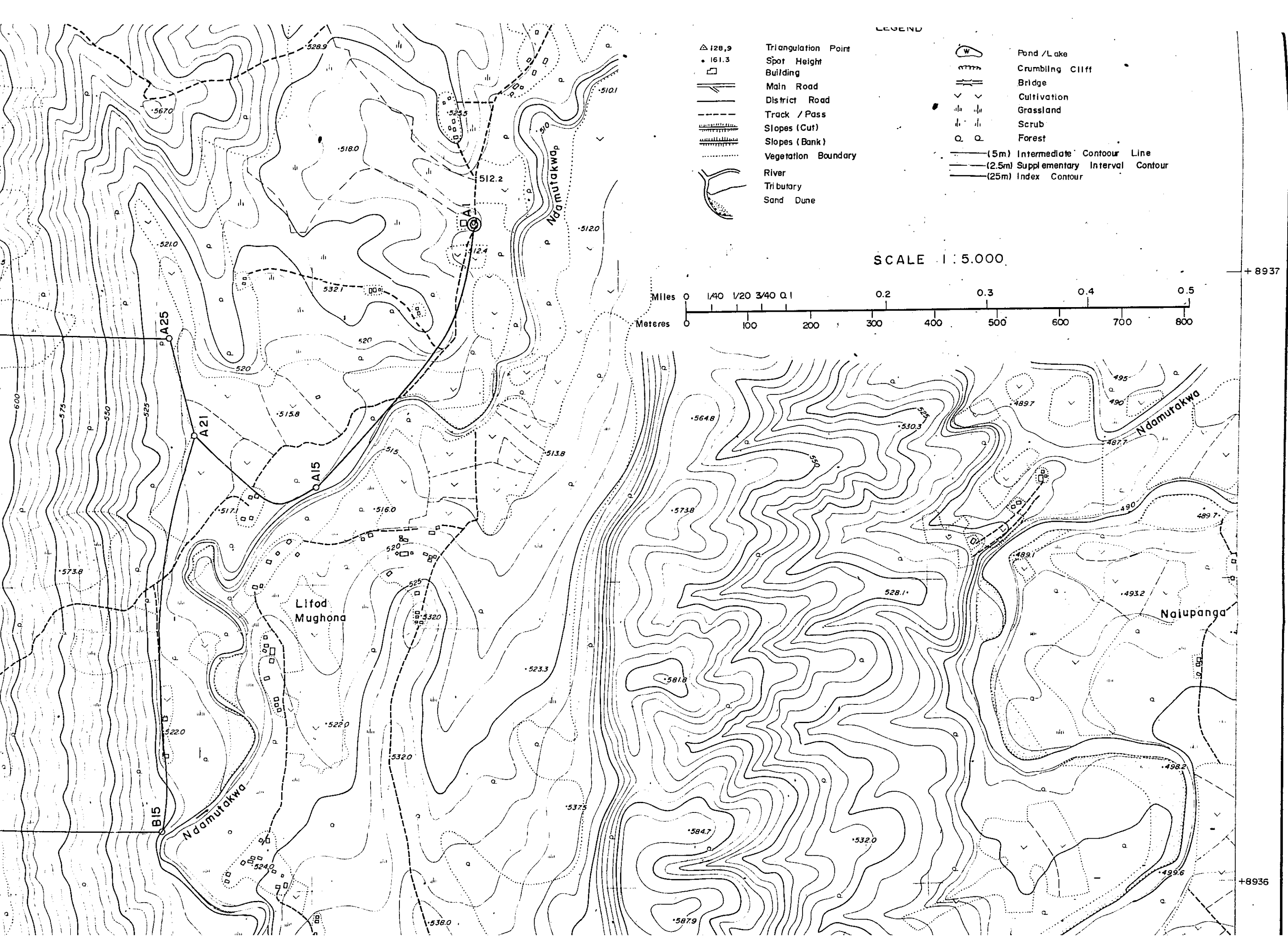
+8938



# MAP





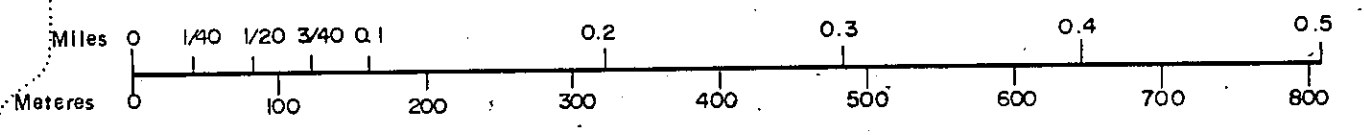


- △ 128.9 Triangulation Point
- 161.3 Spot Height
- Building
- ▬ Main Road
- ▬ District Road
- - - Track / Pass
- ▬▬ Slopes (Cut)
- ▬▬ Slopes (Bank)
- ⋯ Vegetation Boundary
- ▬ River
- ▬ Tributary
- ▬ Sand Dune

LEGEND

- ◡ Pond / Lake
- ▬ Crumbling Cliff
- ▬ Bridge
- ∨ Cultivation
- ▬ Grassland
- ▬ Scrub
- Forest
- (5m) Intermediate Contour Line
- (2.5m) Supplementary Interval Contour
- (25m) Index Contour

SCALE 1 : 5.000

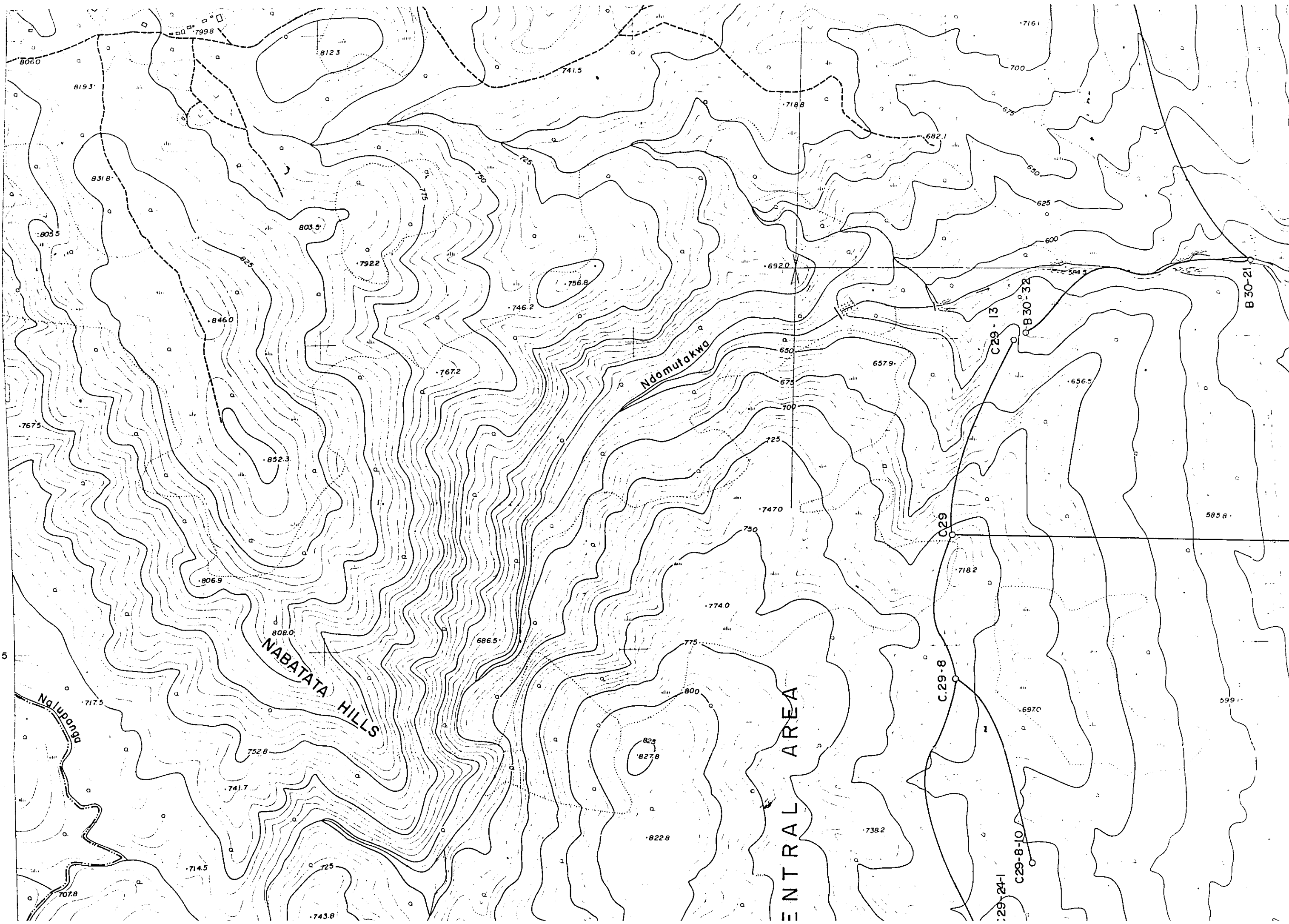


+ 8937

+ 8936

+8936

+8935



ENTRAL AREA

NABATATA HILLS

Ndumutakwa

Nalupanga

C.29-24-1

C.29-8-10

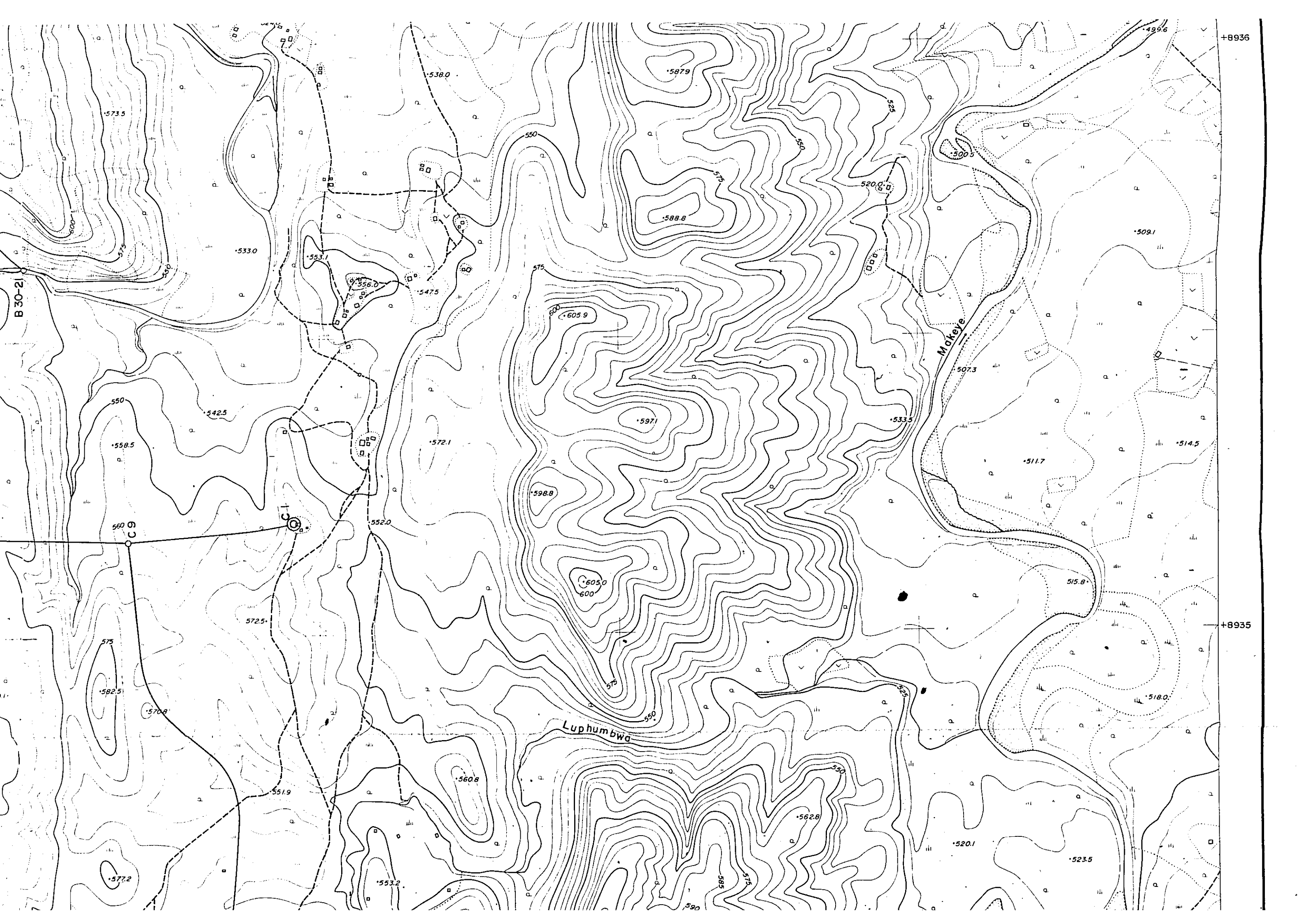
C.29-8

C.29-13

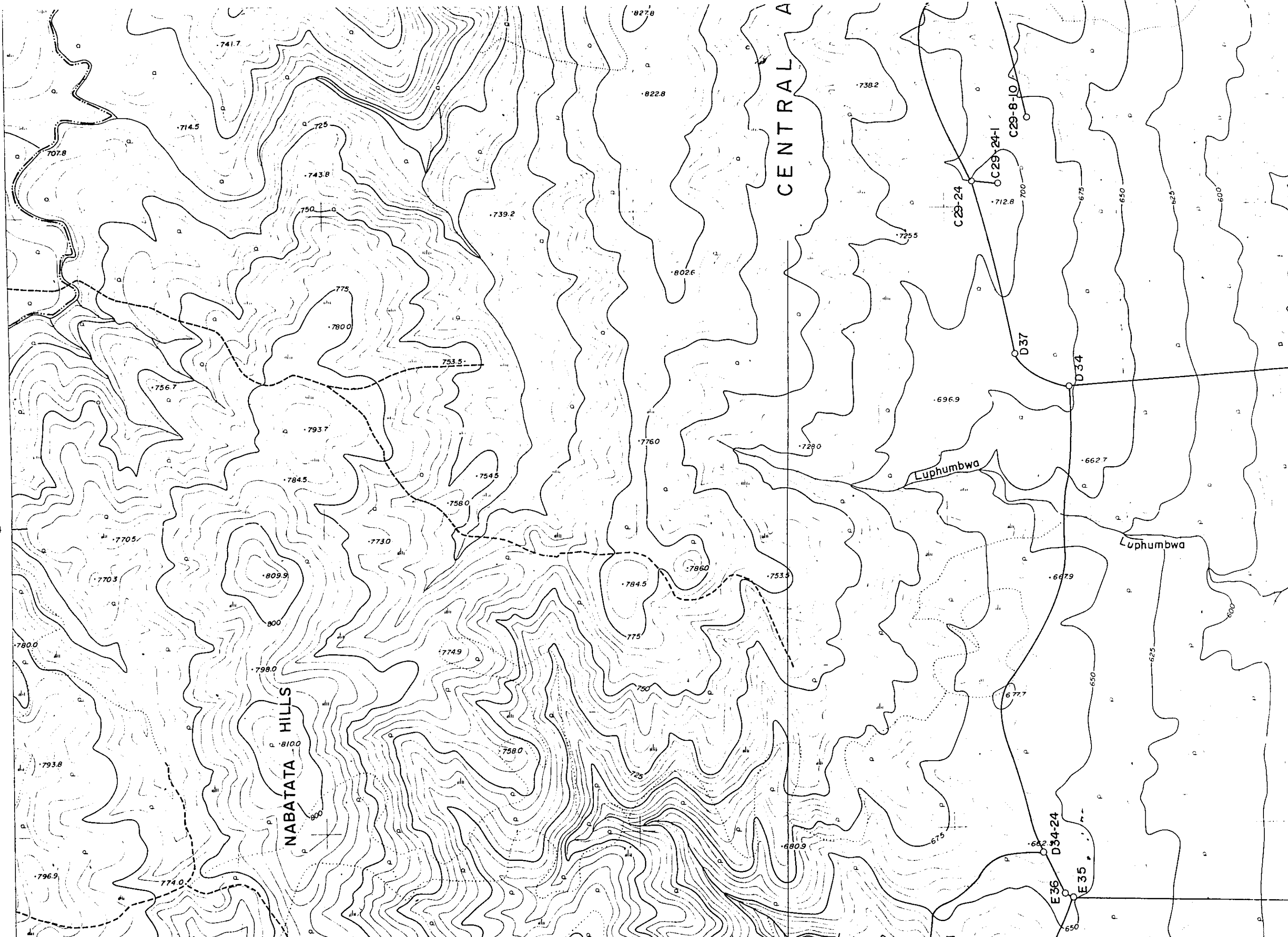
B.30-32

B.30-21





+8934



CENTRAL A

NABATATA HILLS

Lupumbwa

Lupumbwa

C29-24

C29-24-1

C29-8-10

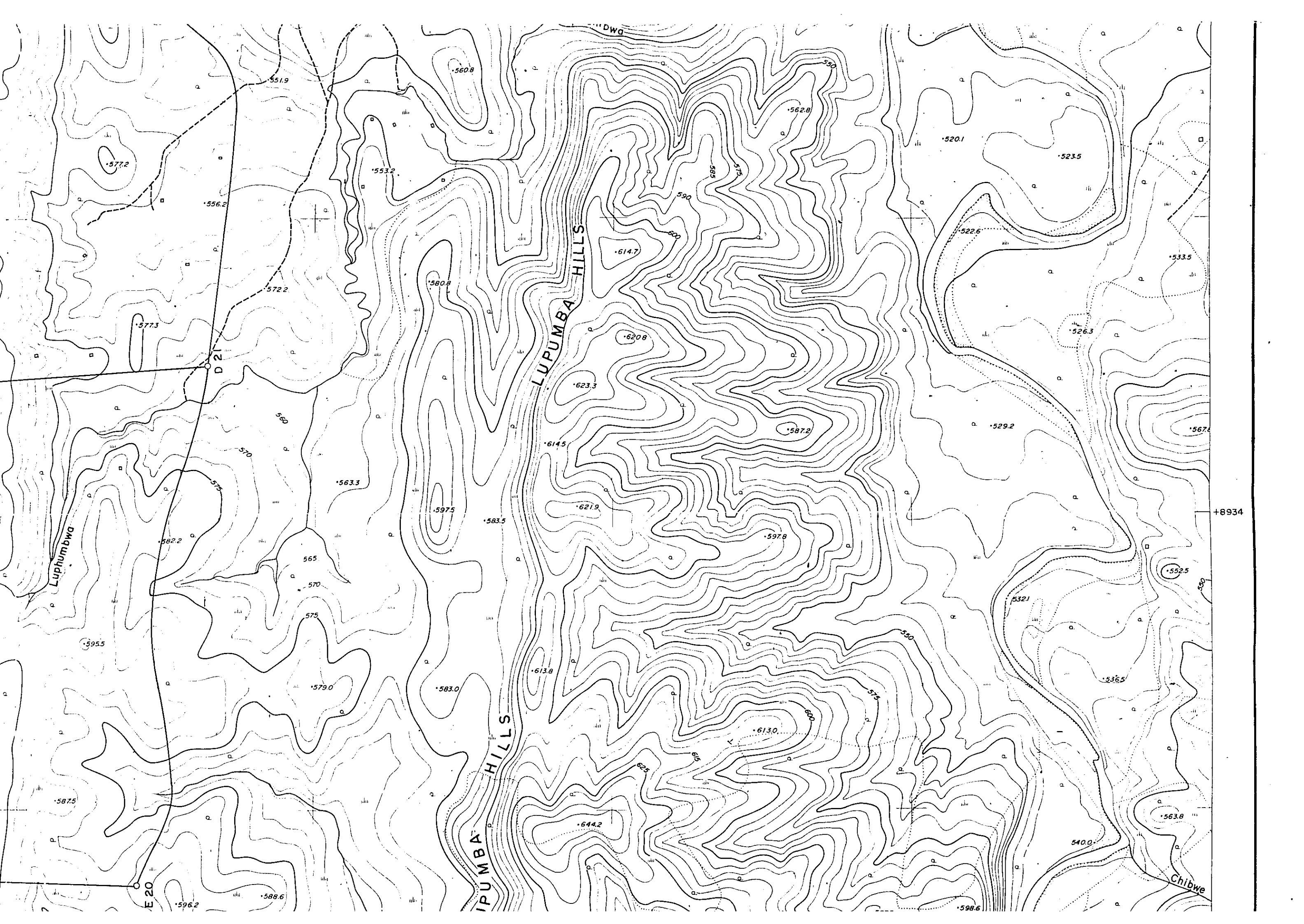
D37

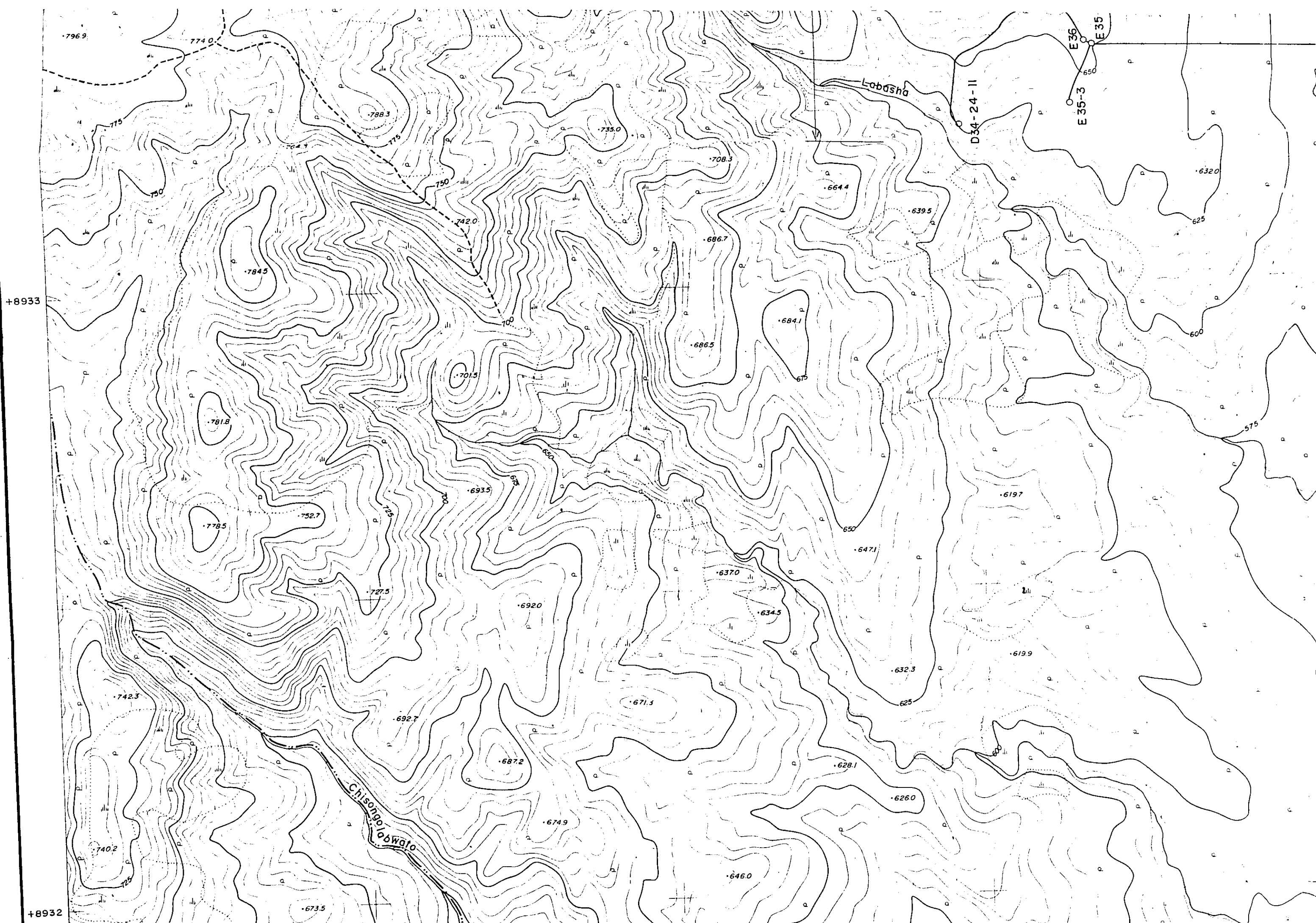
D34

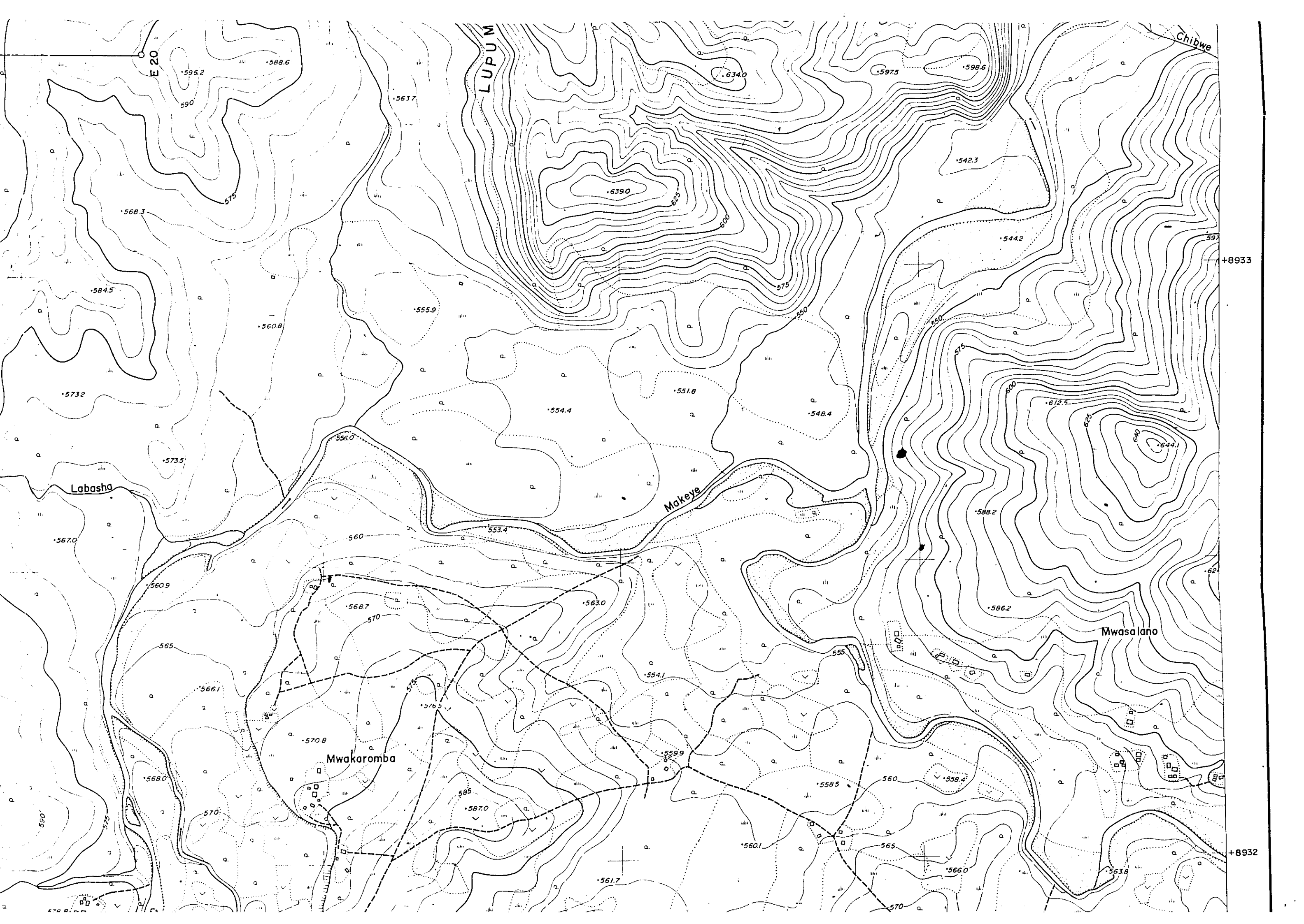
E36

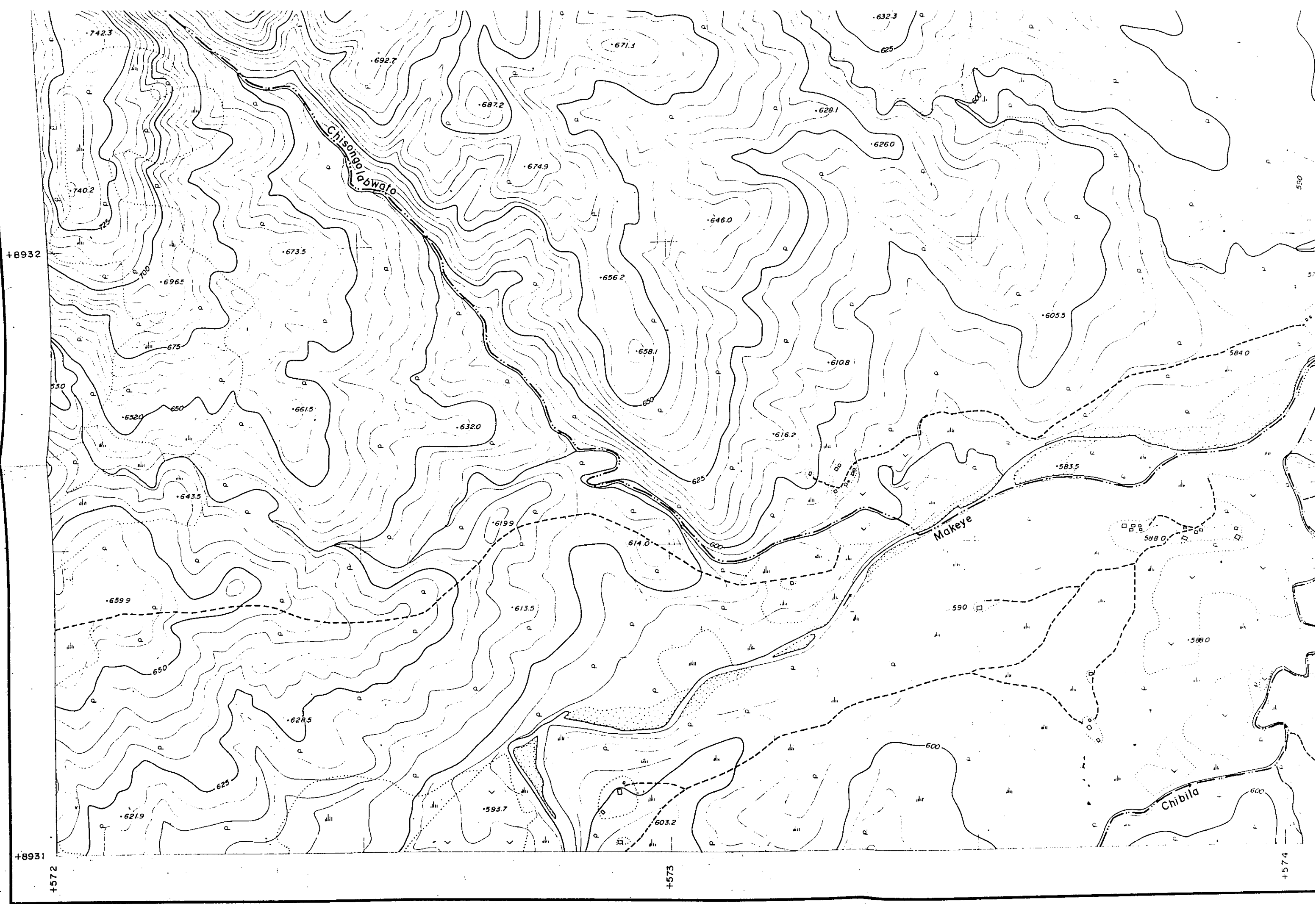
D34-24

E35









+8932

+8931

+572

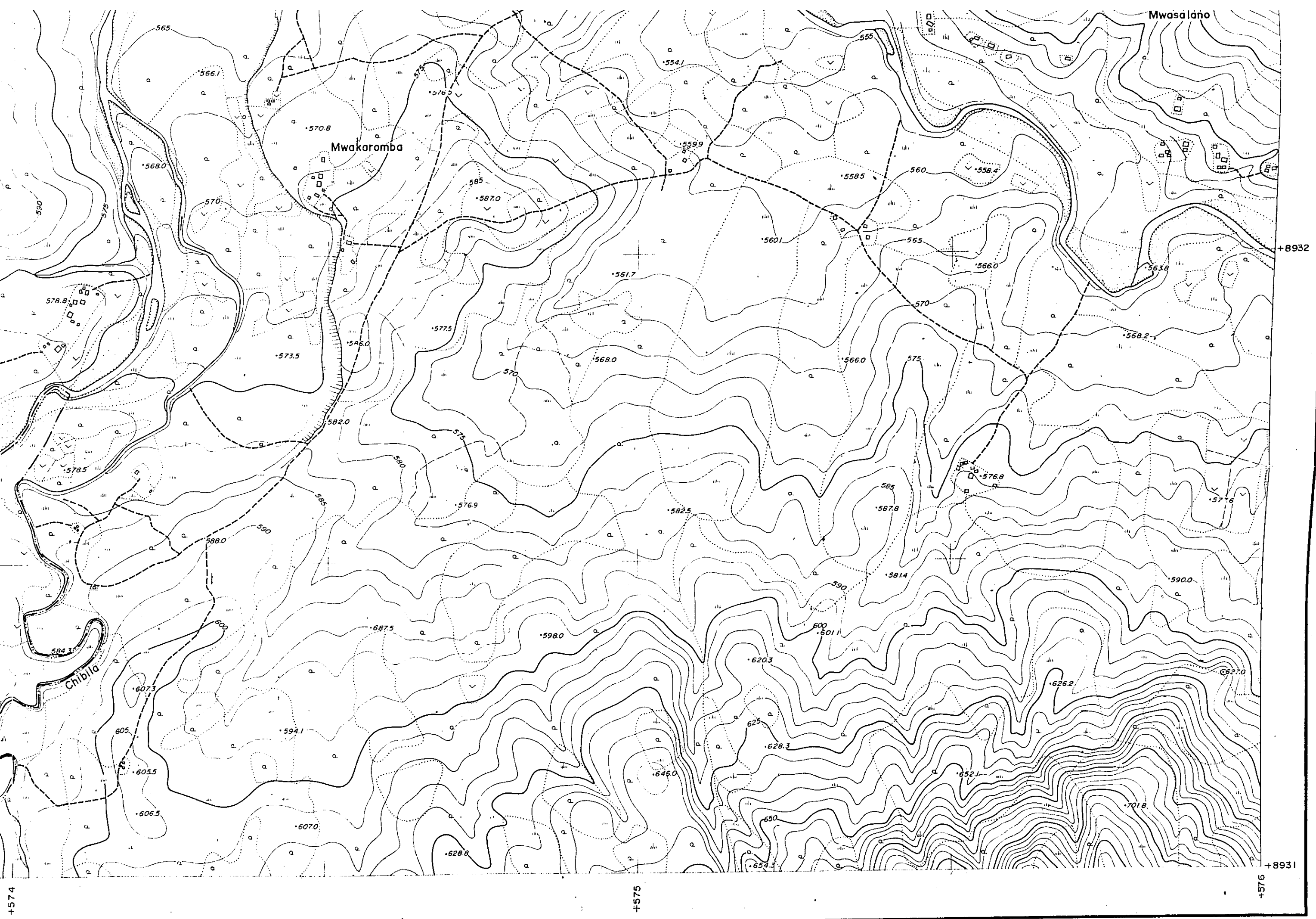
+573

+574

Chisongobwato

Makeye

Chibila



Mwasalano

Mwakaromba

Chibila

+8932

+8931

+574

+575

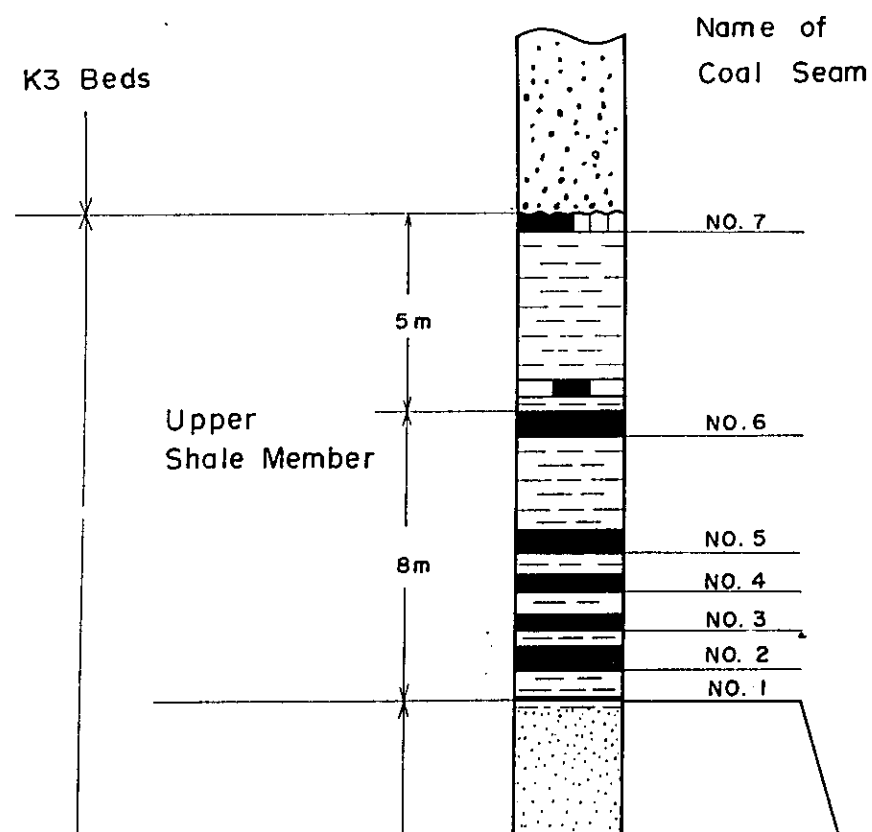
+576

Fig No.3

REPUBLIC OF MALAWI  
 NGANA COALFIELD

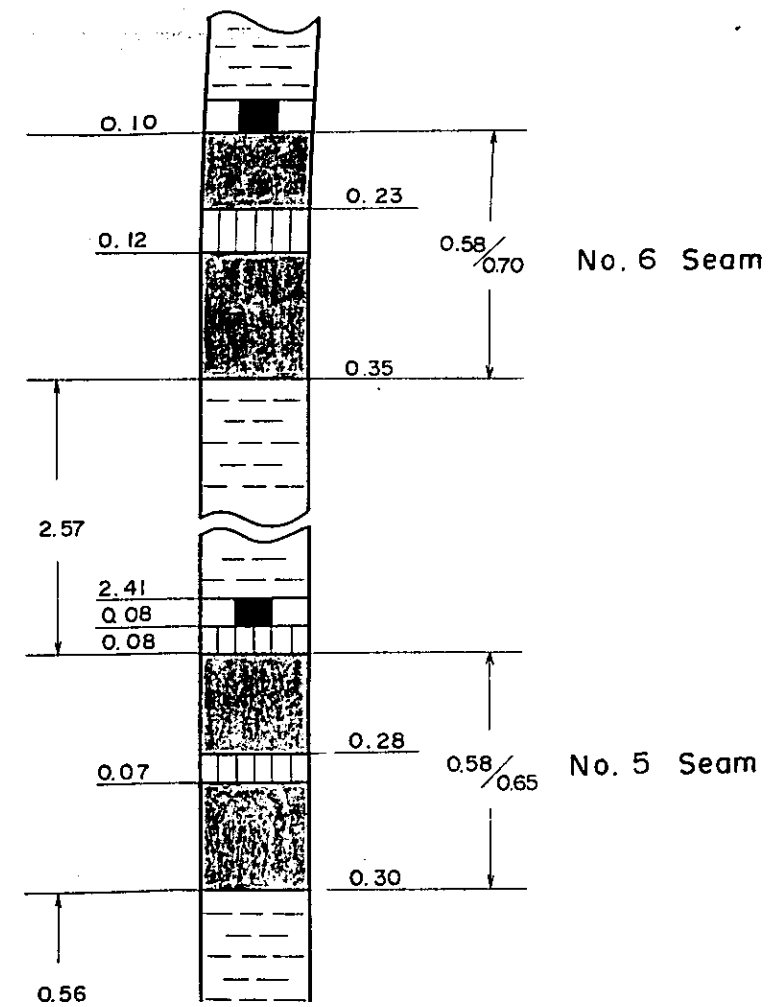
Geological Columnar Section

S = 1 : 200



Coal Seam Columnar Section

S = 1 : 20





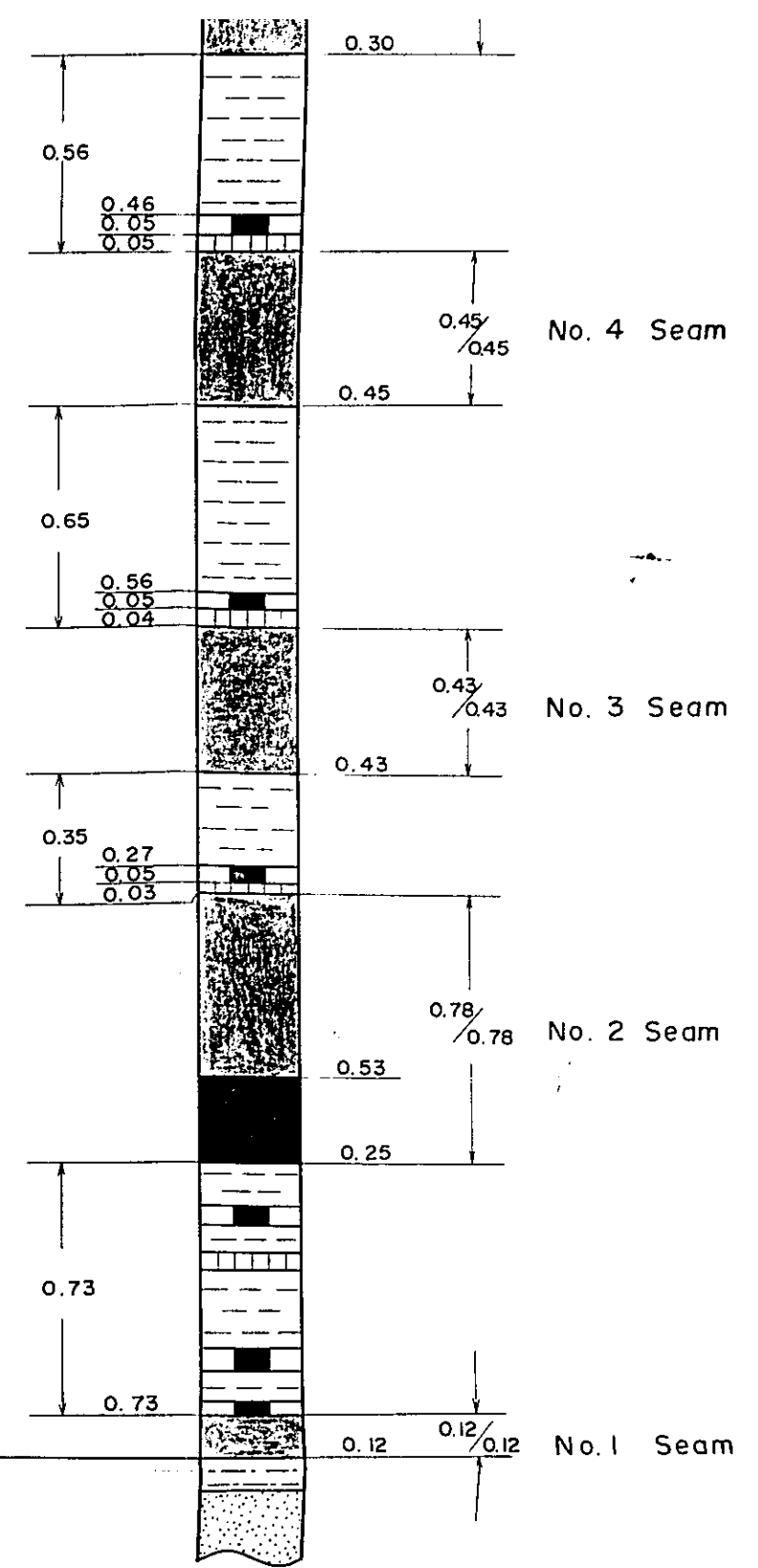
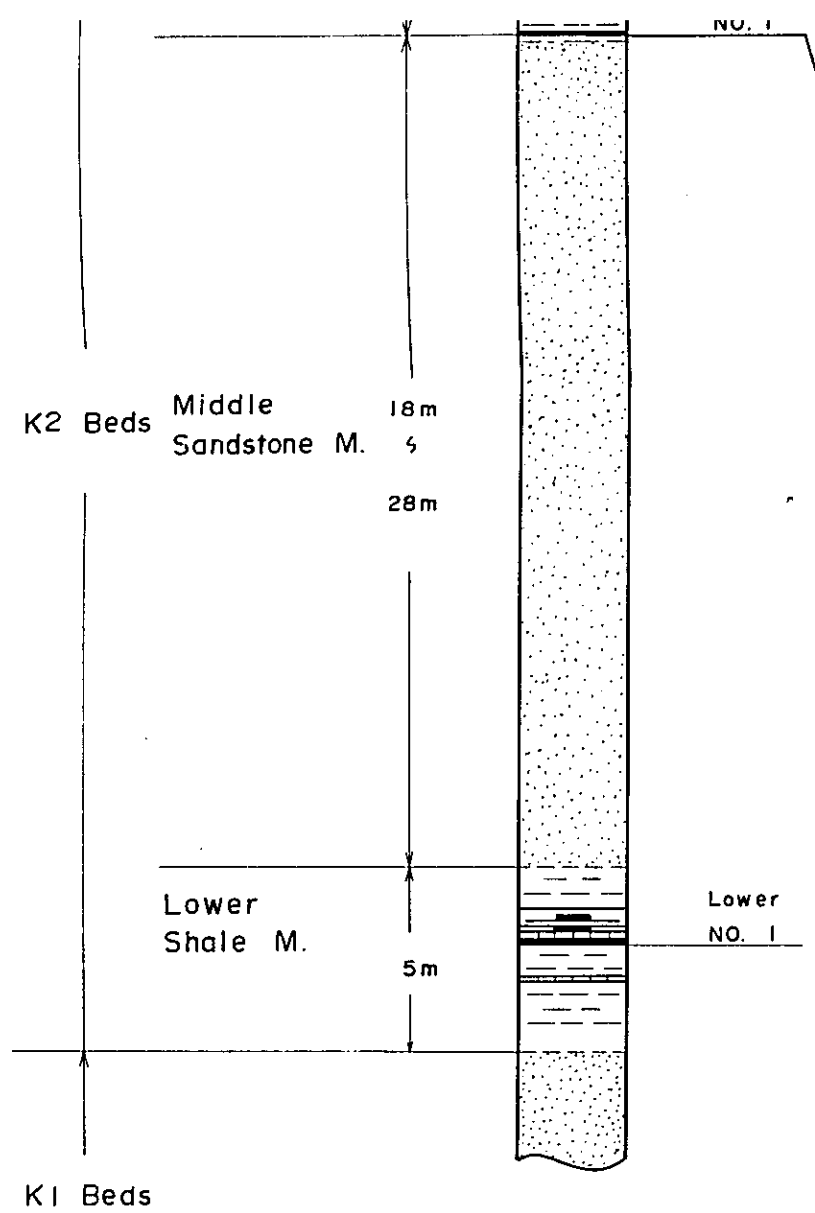
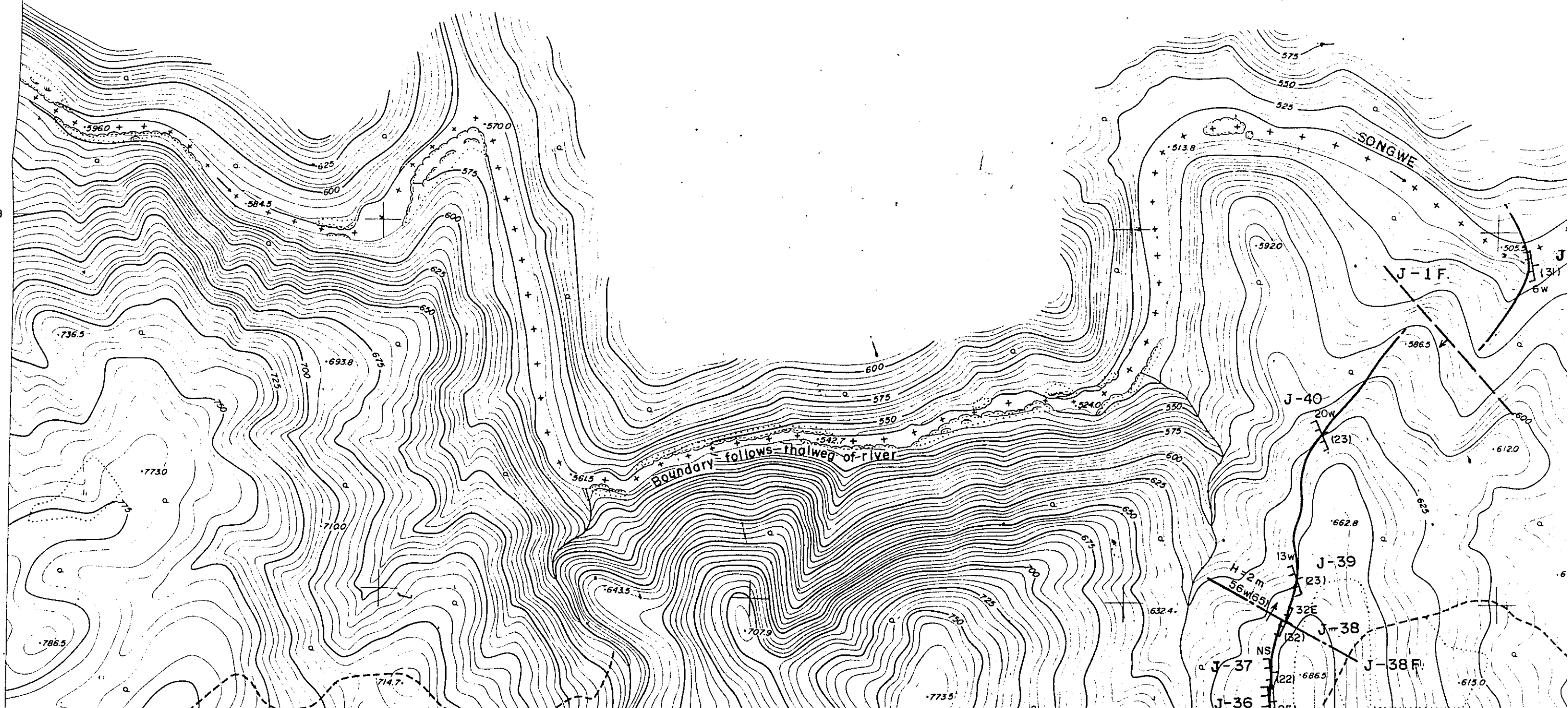


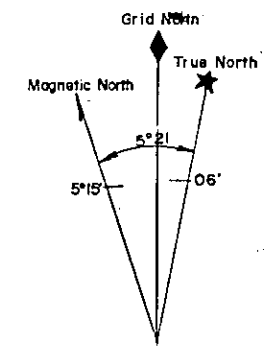
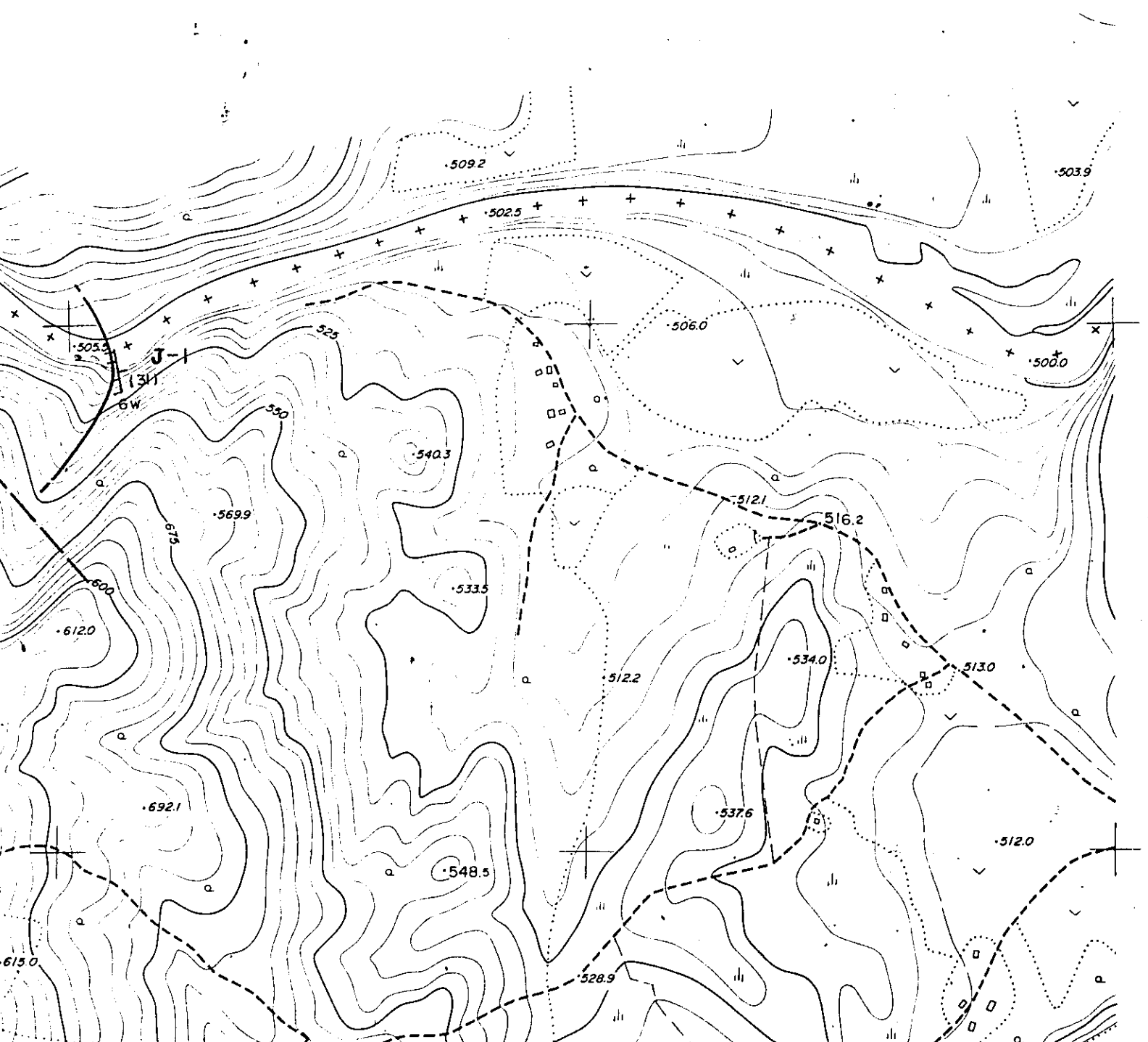
Fig No.4 REPUBLIC OF MALAWI

# NGANA COAL FIELD



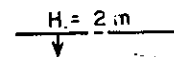
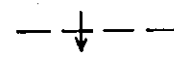
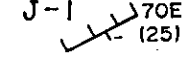
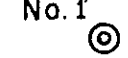
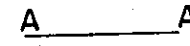
# COAL SEAM TR



# M TRACING MAP



## REGENT

-  No.5 Seam
-  Lower No.1 Seam
-  Fault (Normal F. Stratigraphic Throw=2m)
-  Inferred Fault (Reverse F.)
-  Trench Number, Dip and Strike of Coal Seam.  
Location of Top Seam in Trench
-  Borehole No. by S.A
-  Geological Profile Line

-  128.9 Triangulation point
-  161.3 Spot Height
-  Building
-  Pond / Lake
-  Crumbling Cliff
-  Bridge

+574

+575

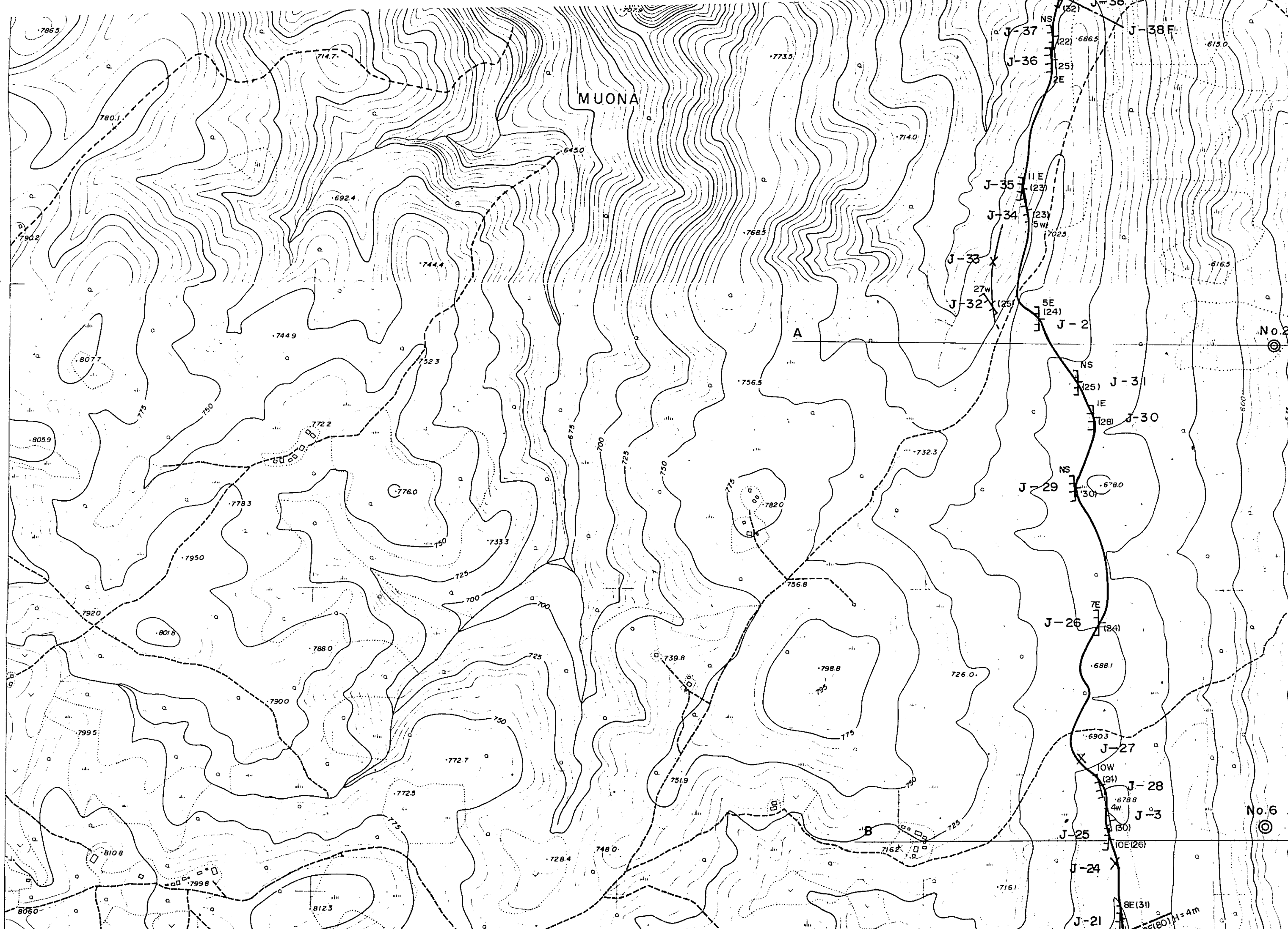
+576

+8938

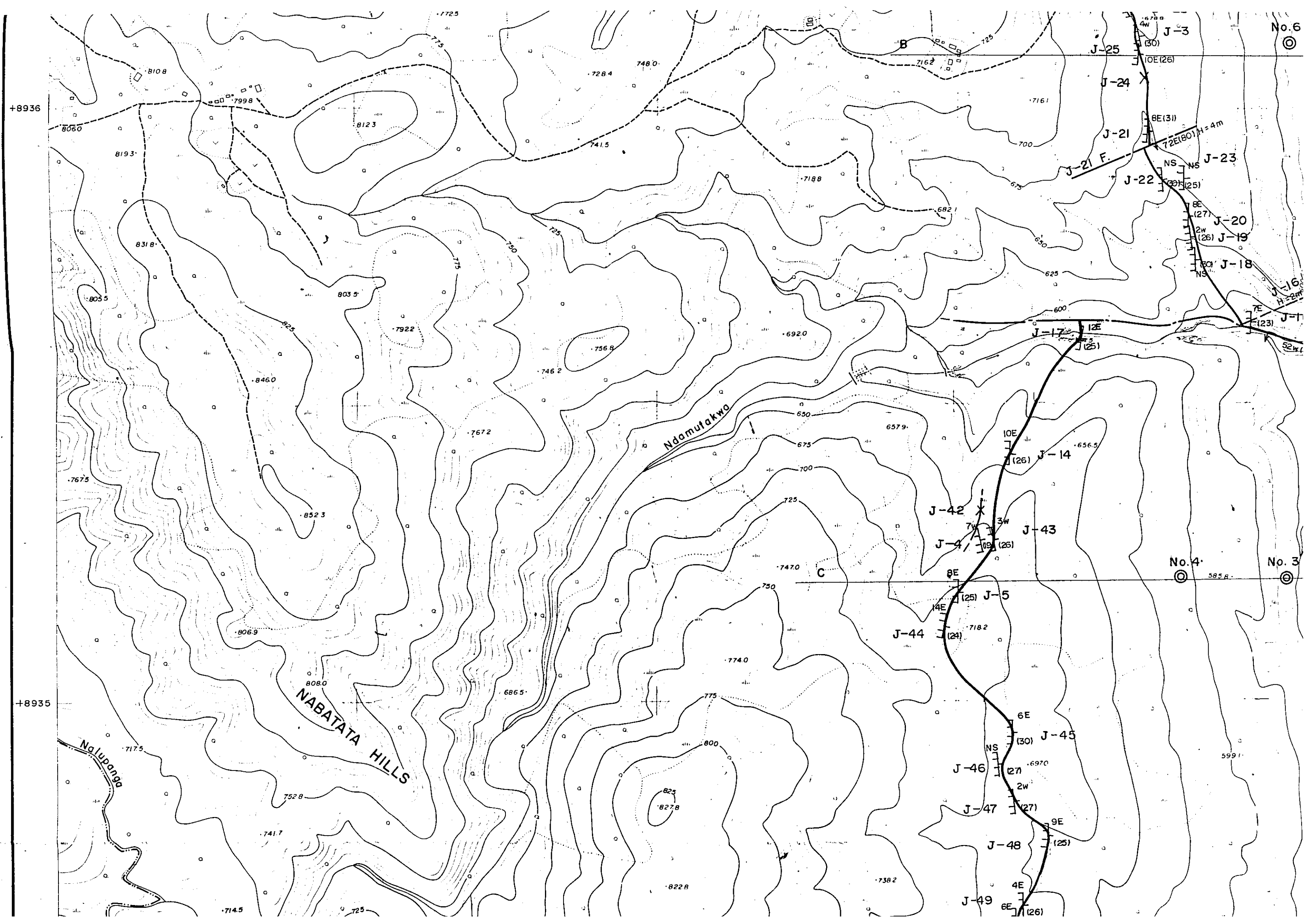
MUONA

+8937

+8936







No. 6

No. 4

No. 3

NABATATA HILLS

Ndamutakwo

Nalupanga

+8936

+8935

J-3

J-25

J-24

J-21

J-21 F.

J-22

J-23

J-20

J-19

J-18

J-16

J-17

J-17

J-17

J-17

J-17

J-17

J-17

J-17

J-17

J-17

J-17

J-17

J-17

J-17

J-17

J-17

J-17

J-17

J-17

J-17

J-17

J-17

J-17

J-17

J-17

J-17

J-17

J-17

J-17

J-17

J-17

J-17

J-17

J-42

J-4

J-43

J-5

J-44

J-45

J-46

J-47

J-48

J-49

8108

7998

8123

7284

7480

7162

8E(31)

72E(80)H=4m

NS

NS

8E(27)

2W(26)

NS

NS

7E(23)

12E

12E

12E

12E

12E

12E

12E

12E

12E

12E

12E

12E

12E

12E

12E

12E

12E

12E

12E

12E

12E

12E

12E

12E

12E

12E

8193

8318

8035

8035

7922

7568

6920

7462

8460

7672

7675

8523

8069

8080

6865

7740

775

800

825

8278

8228

7382

7145

725

7725

775

750

725

7415

7188

6821

7161

700

650

625

600

6579

675

700

725

740

750

770

790

810

830

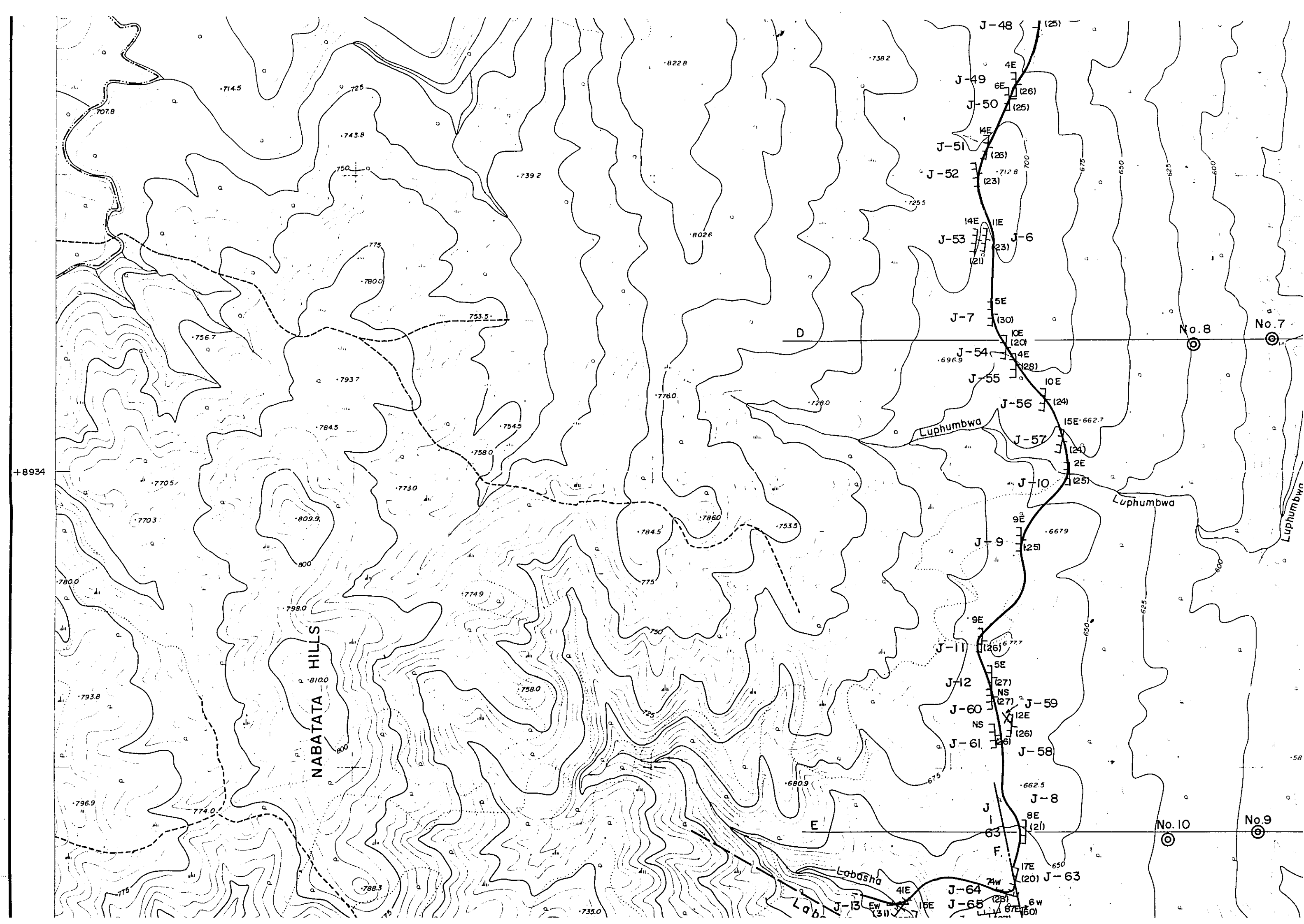
850

599

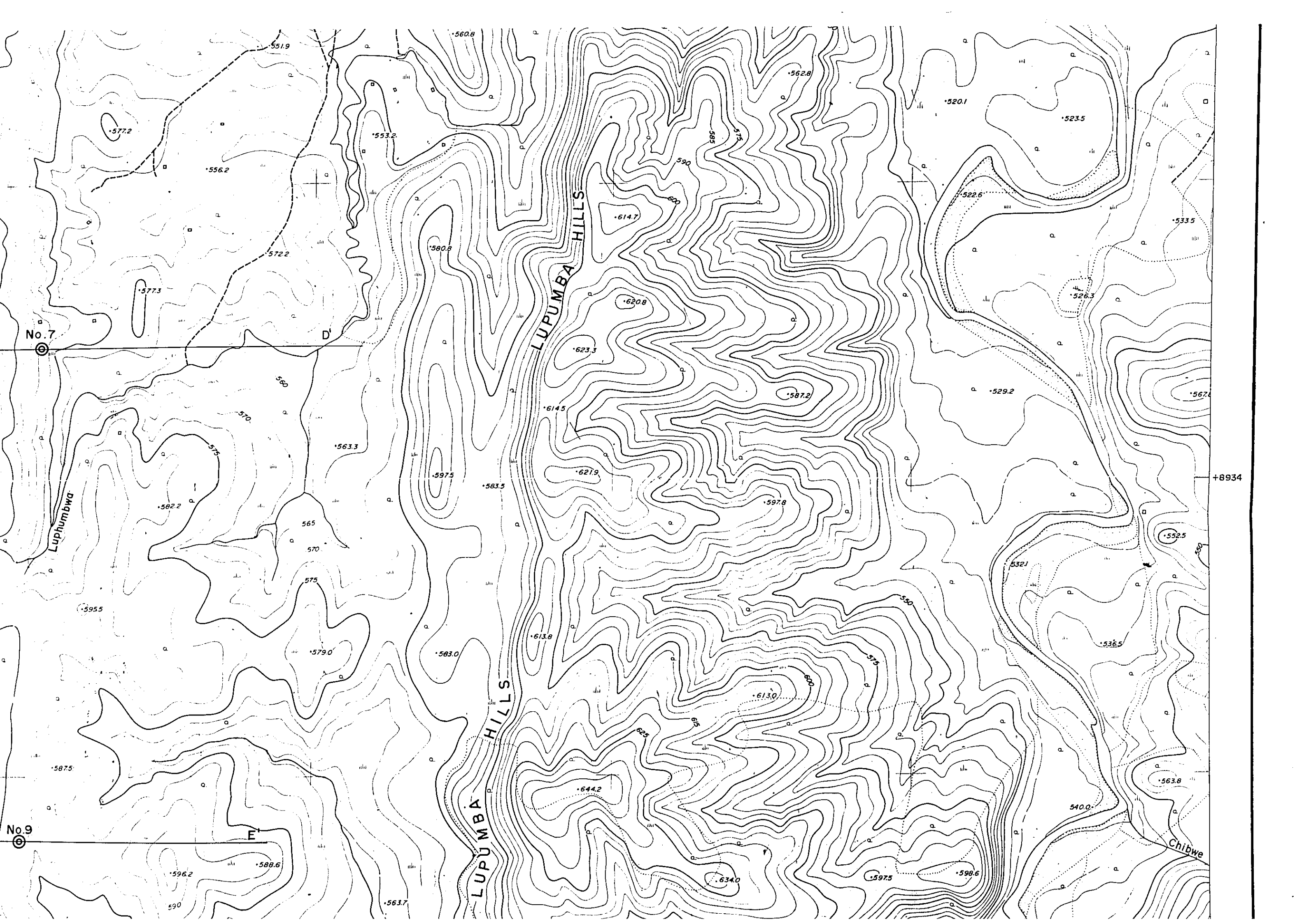
585

599











No. 9

E

LUPUMBA

Chibwe

Makeye

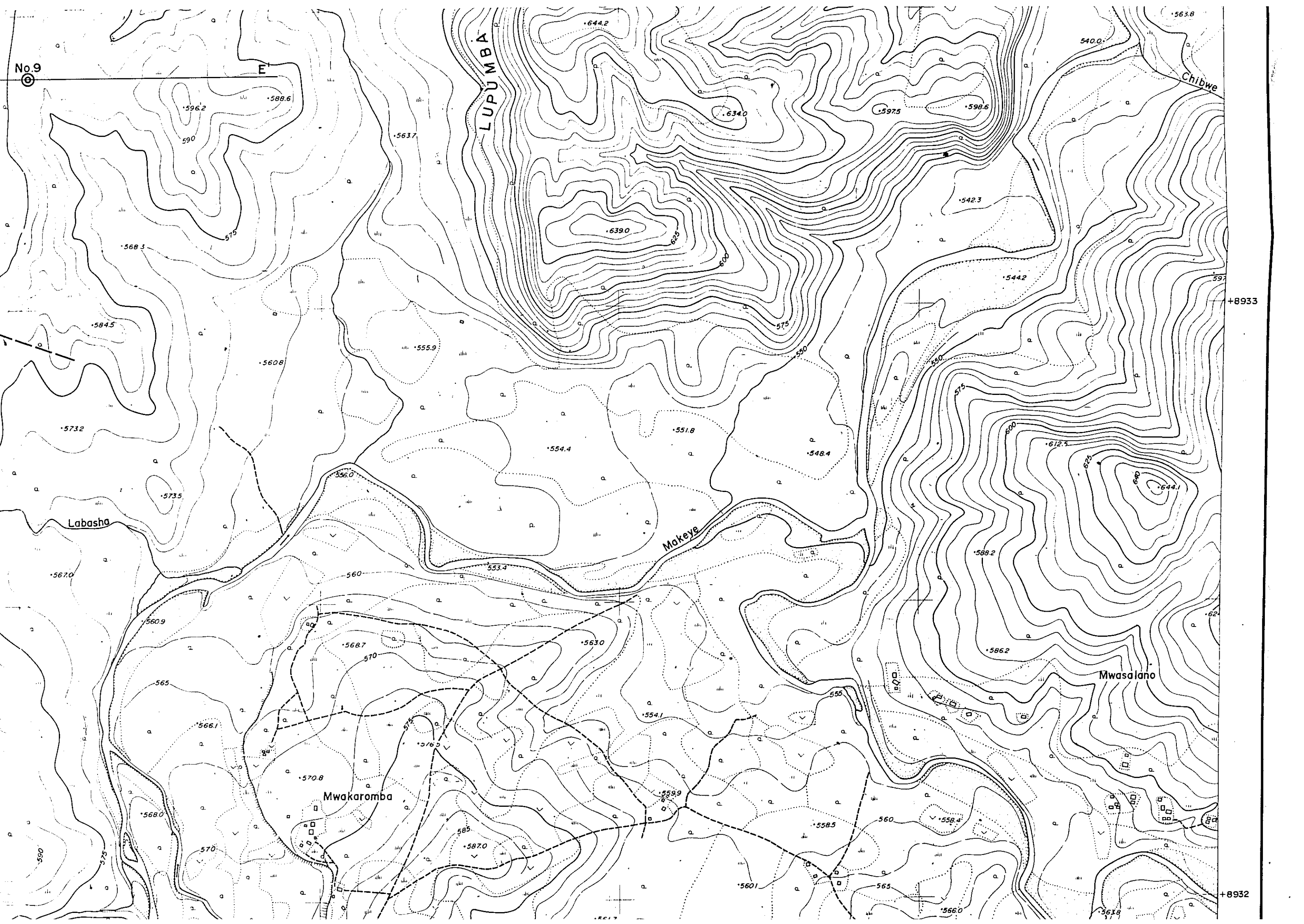
Labasha

Mwasalano

Mwakaromba

+8933

+8932



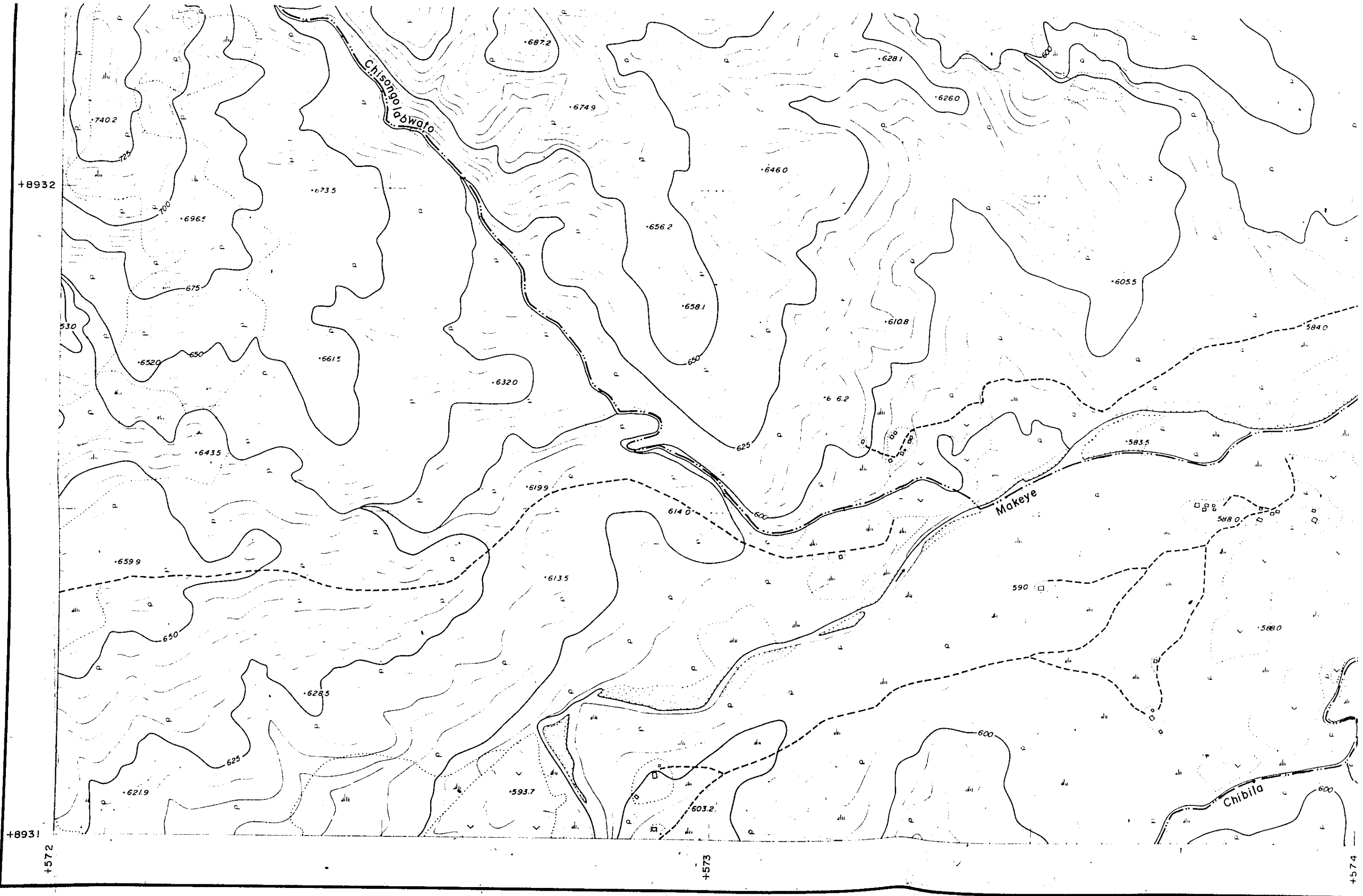


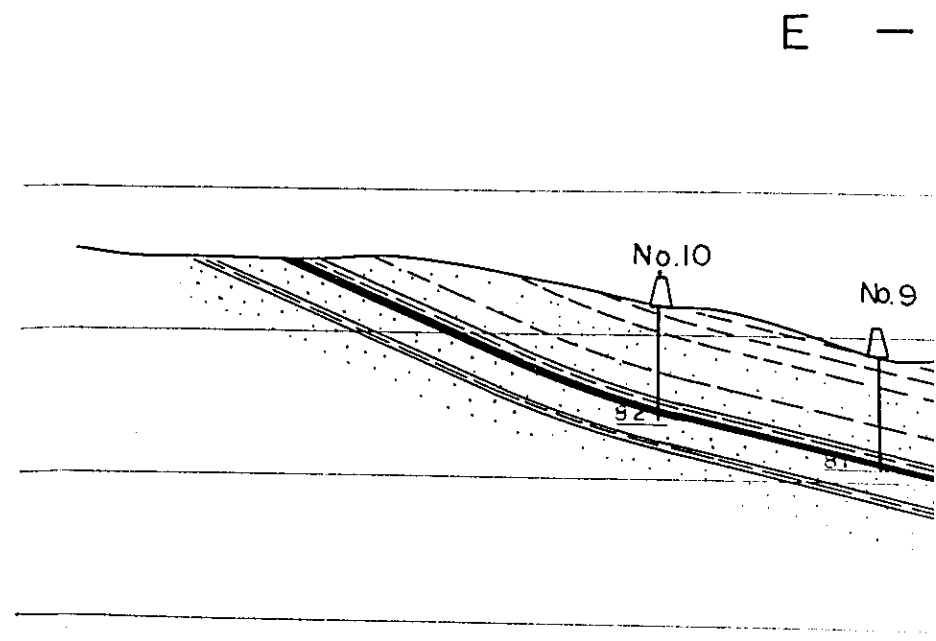
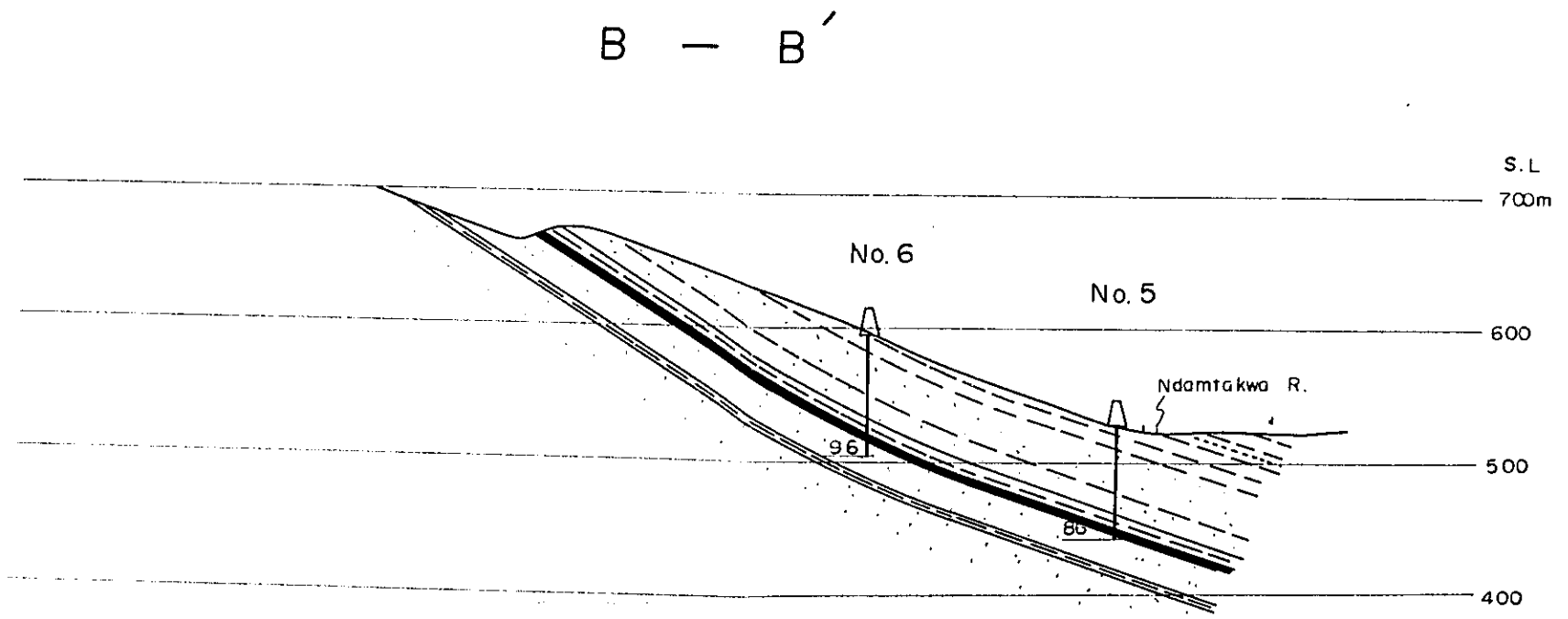
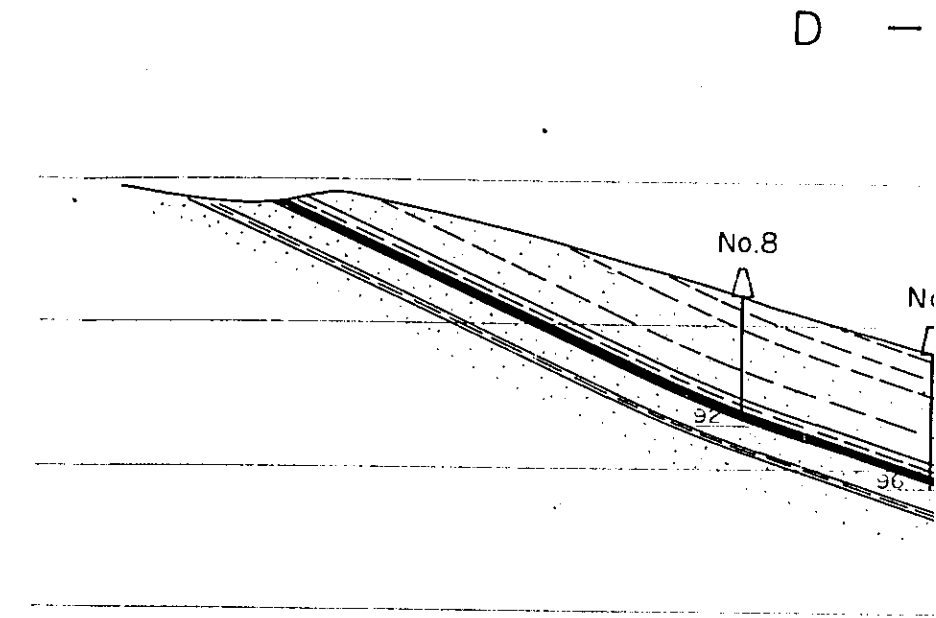
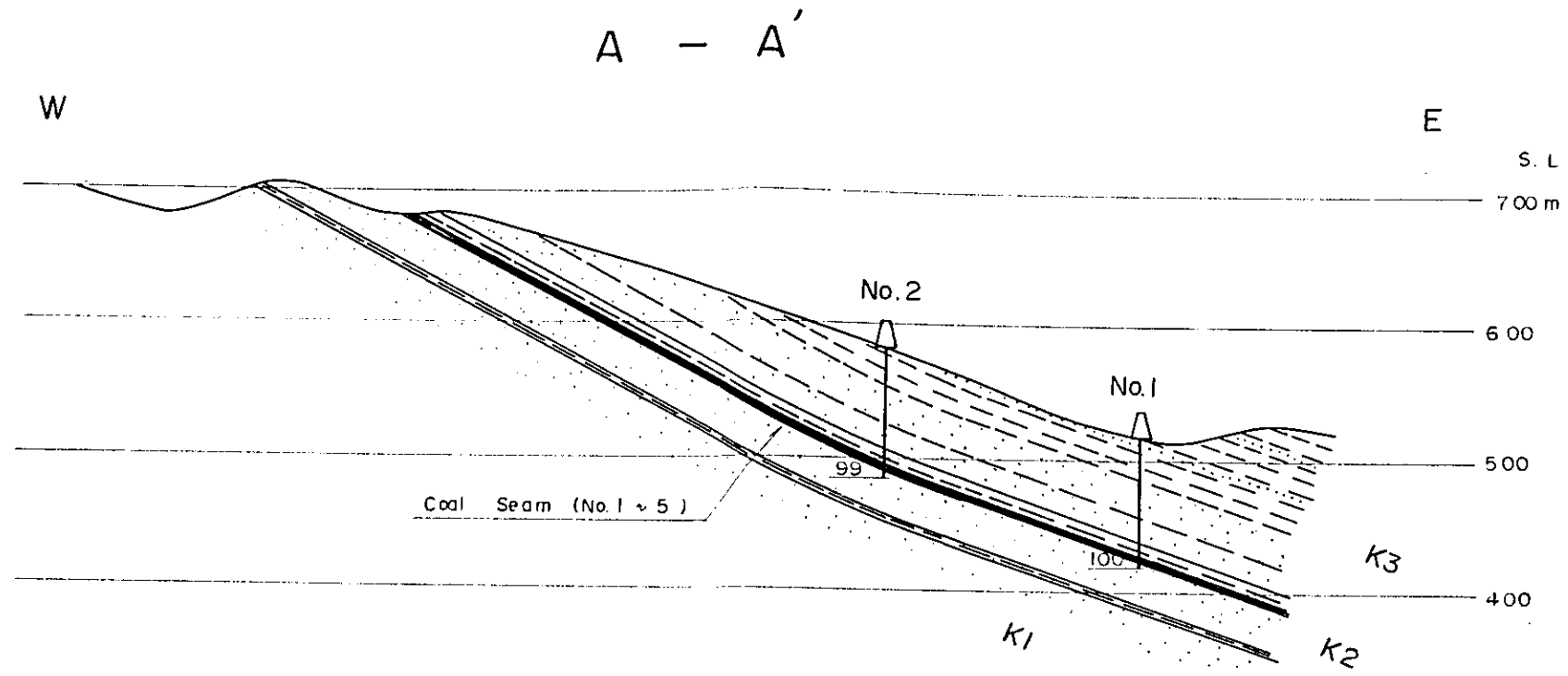


Fig No.5

REPUBLIC OF MALAWI  
NGANA COAL FIELD

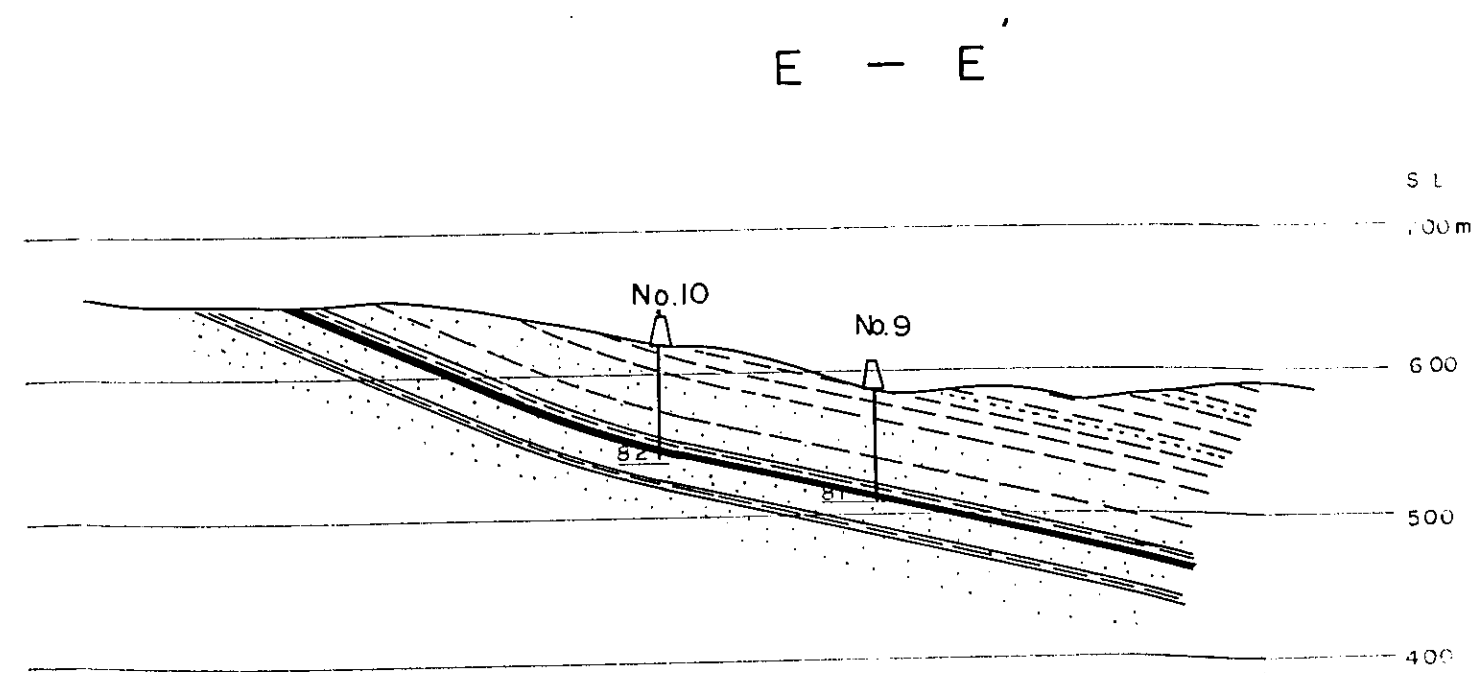
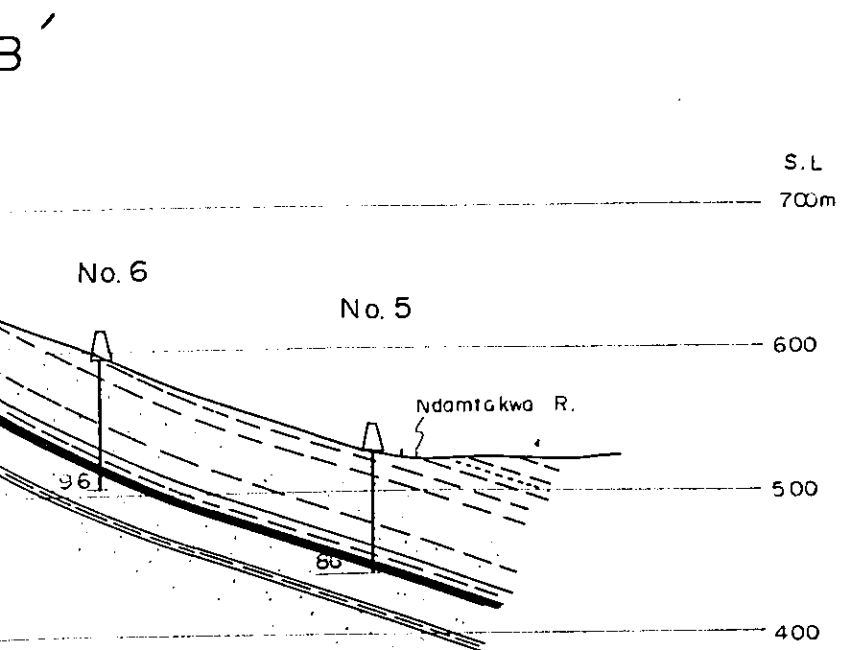
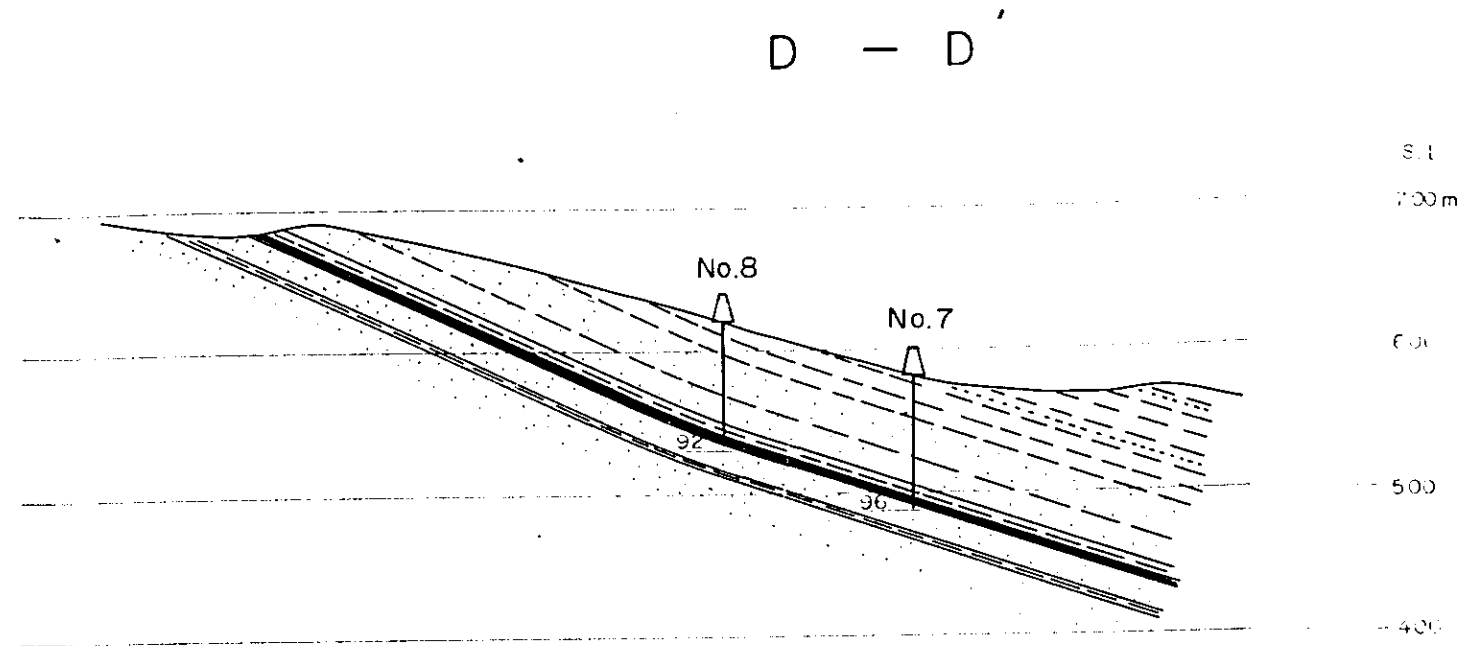
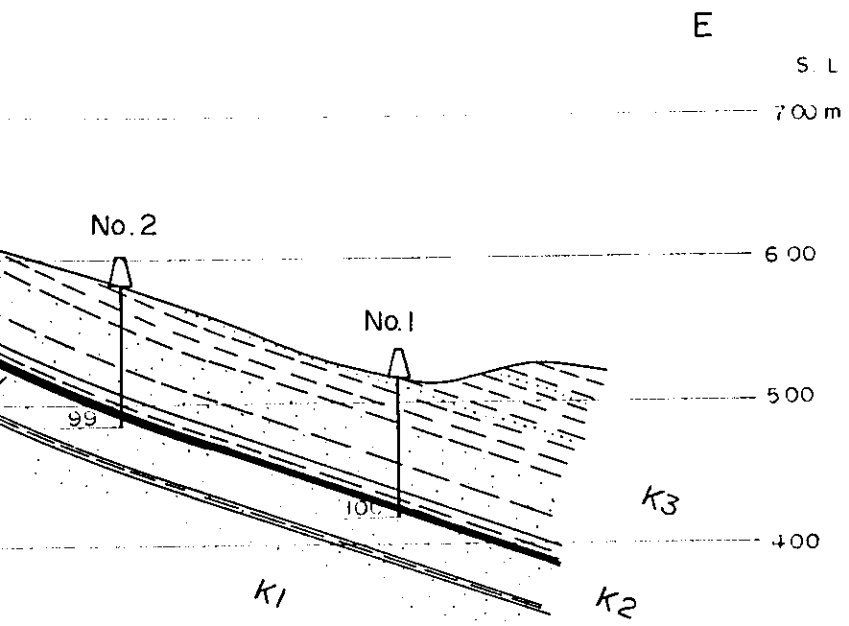
Geological Profile

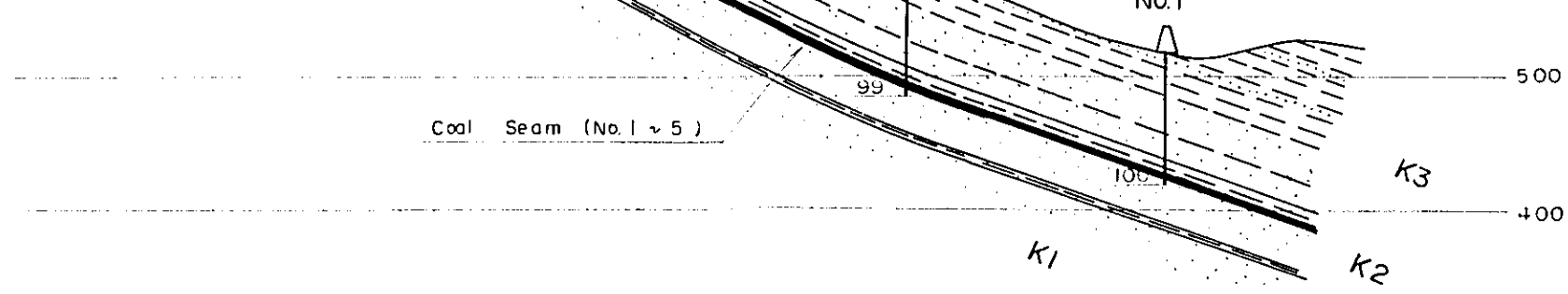
S = 1:5000



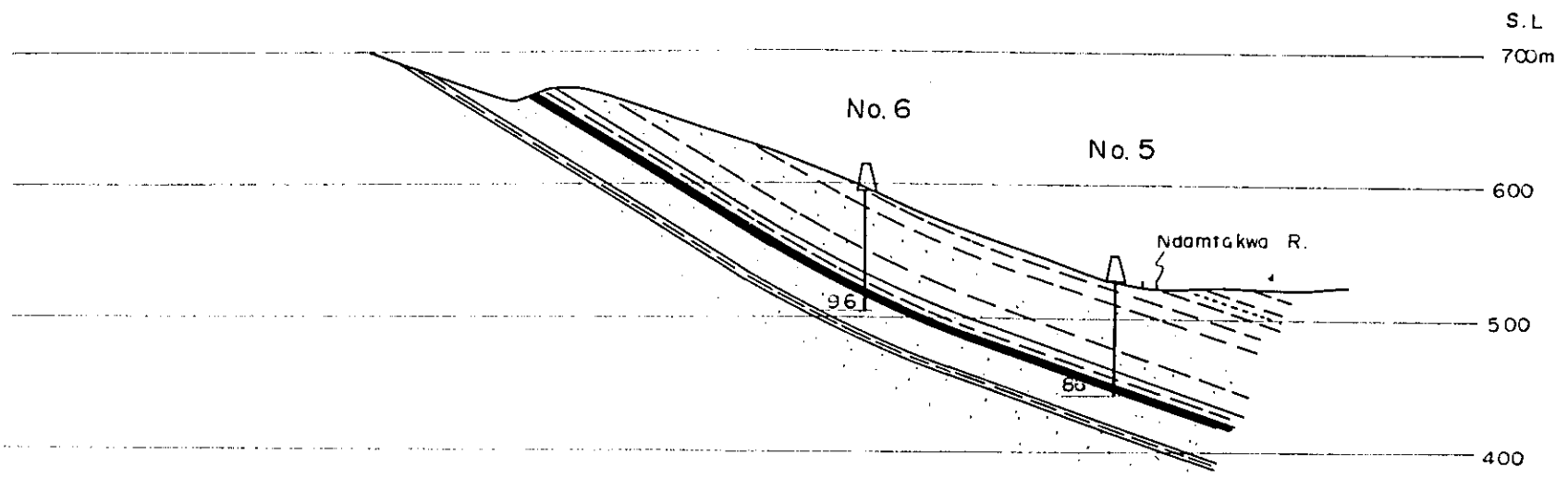
# Geological Profile

S = 1:5000

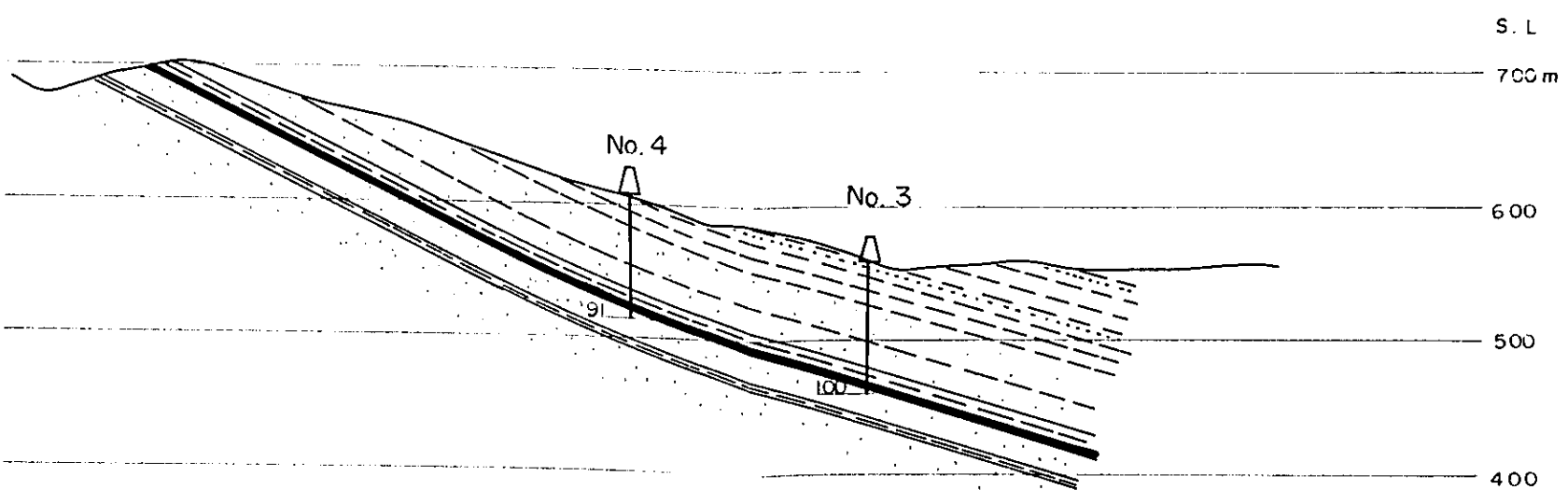




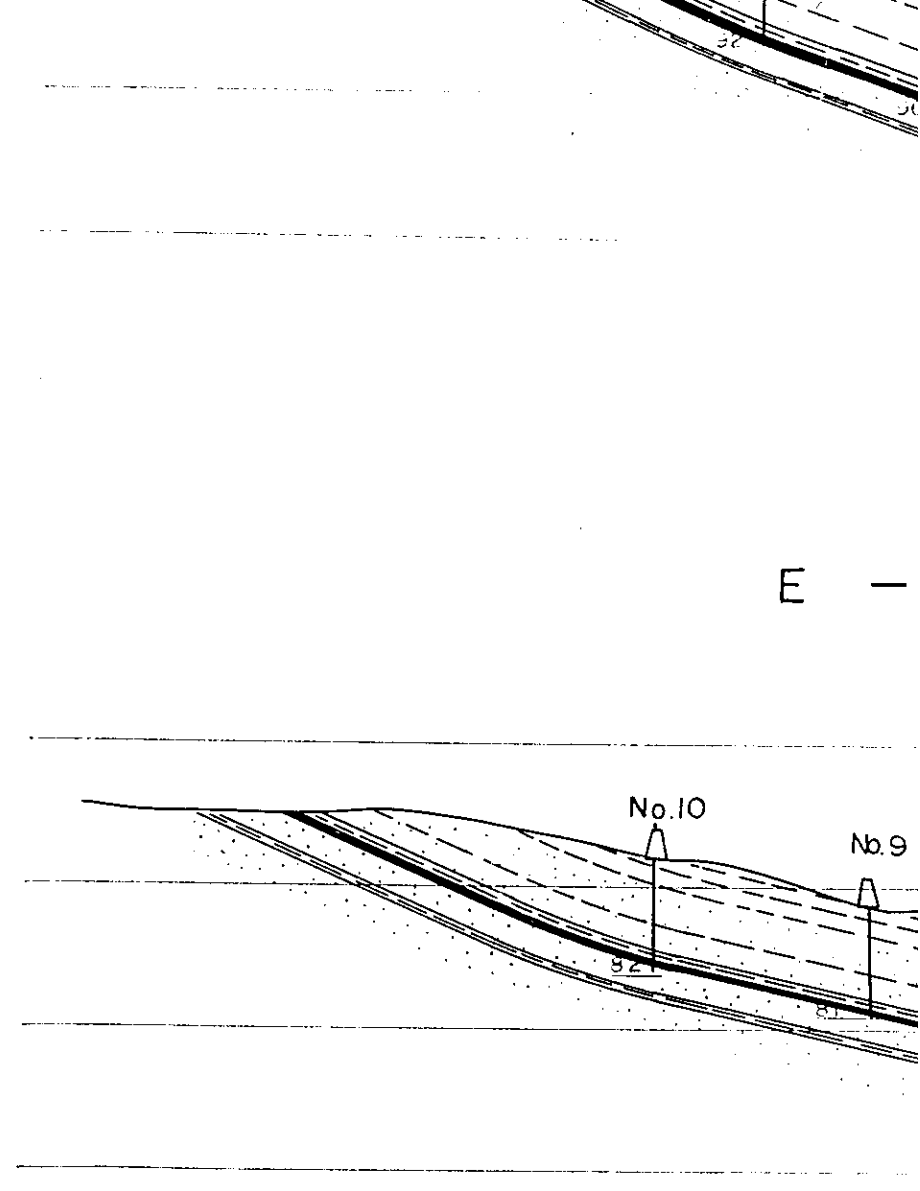
B - B'



C - C'



E -





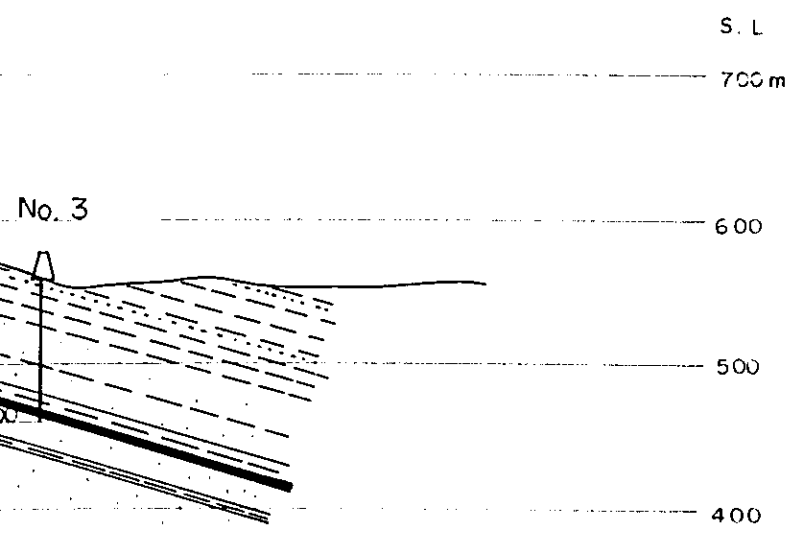
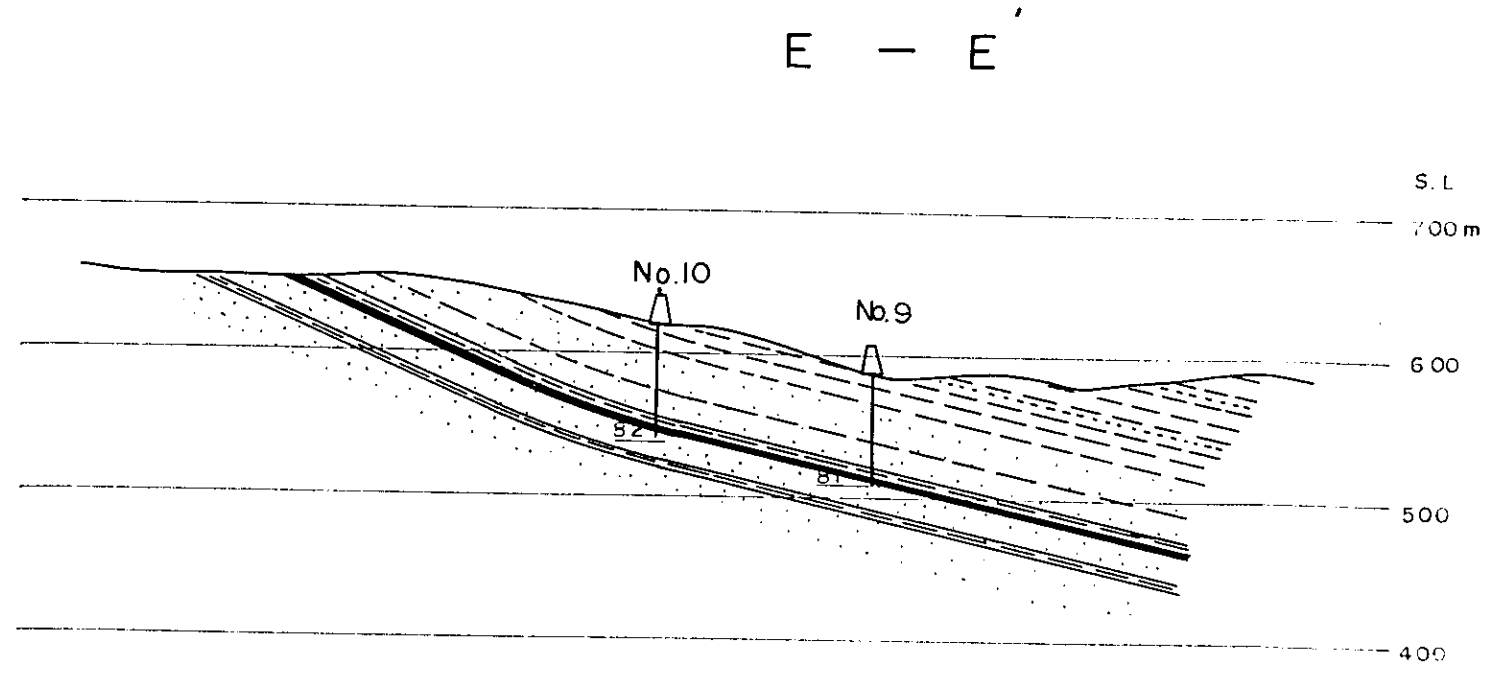
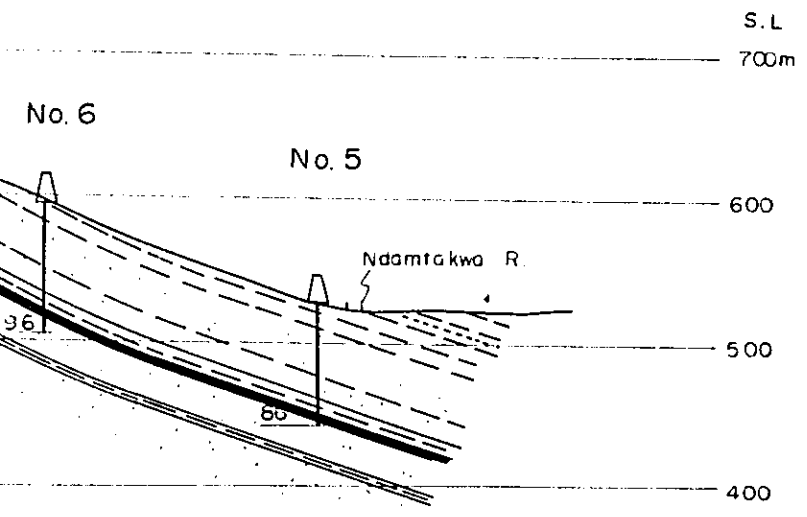
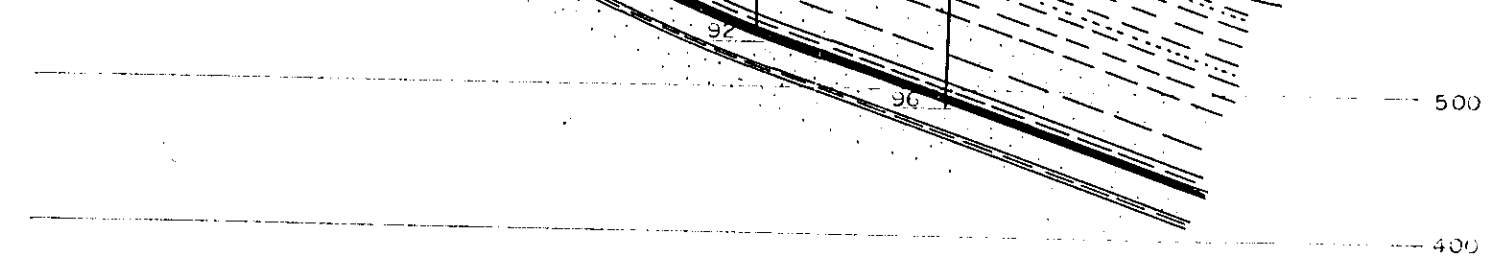
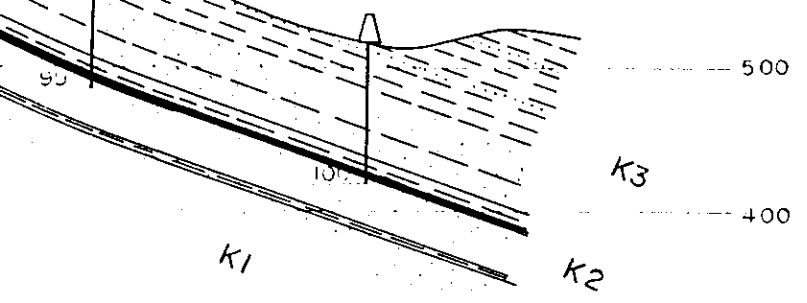
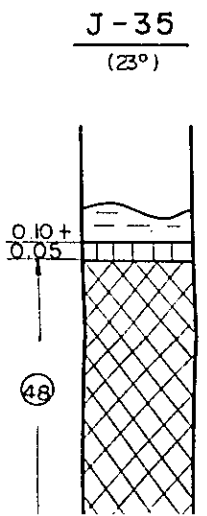
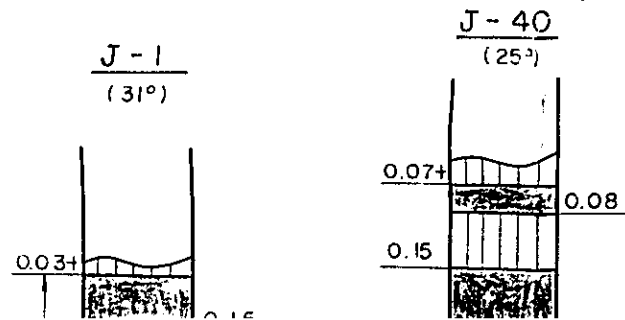
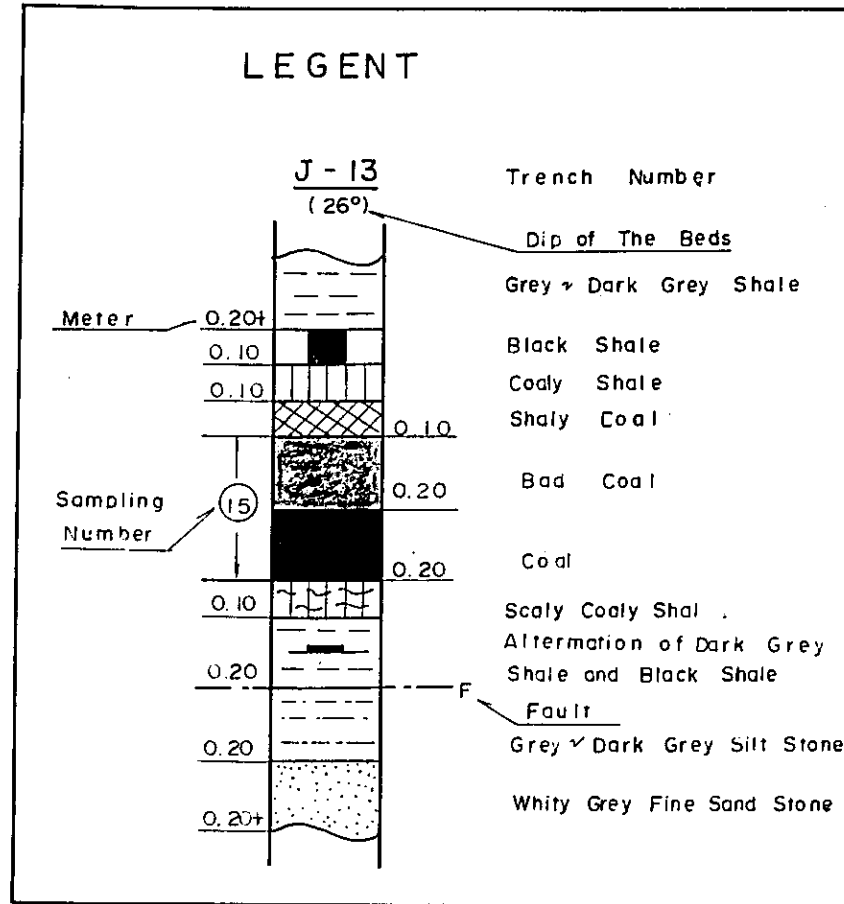


Fig No.6-1 (N)

Name of Coal Seam
NO. 6

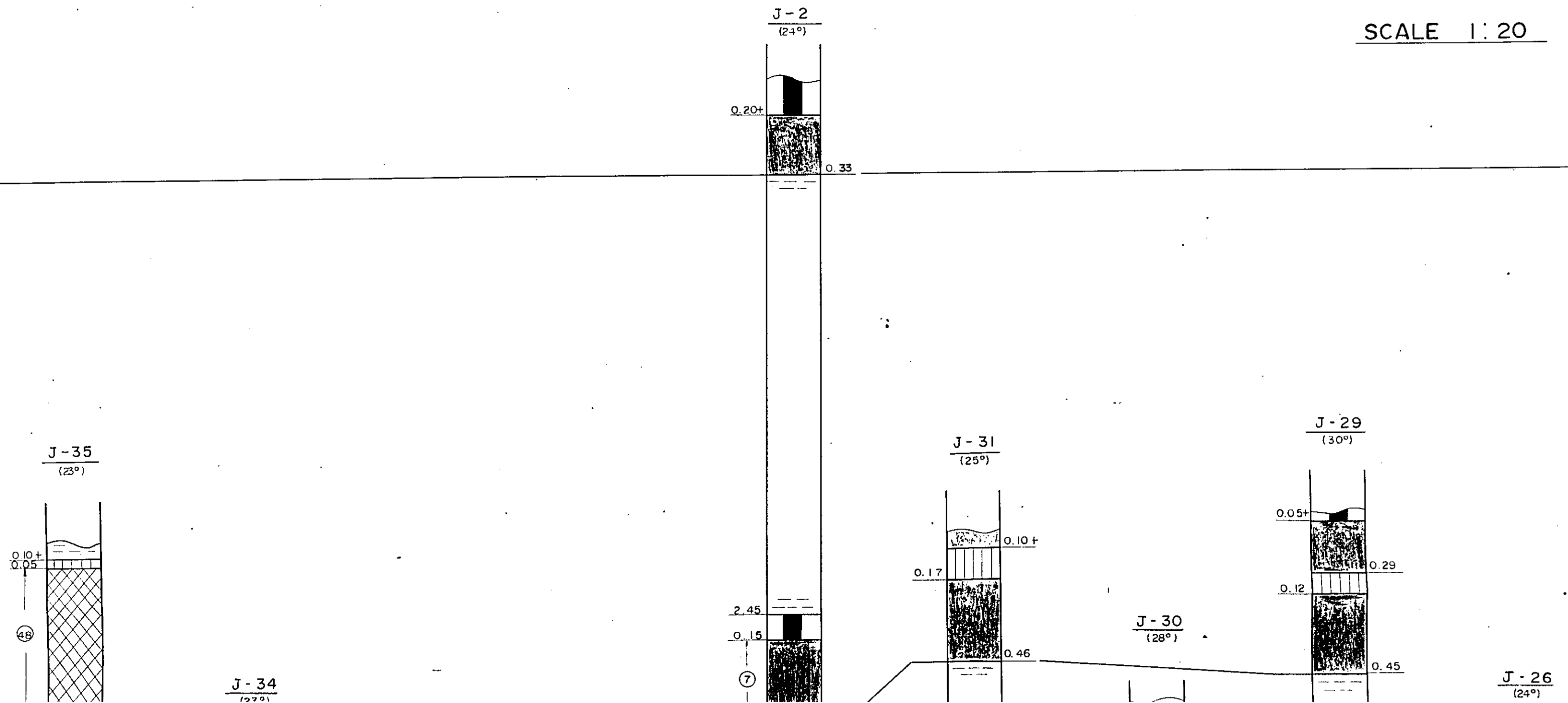


REPUBLIC OF MALAWI

NGANA COAL FIELD

CORRELATION OF COAL SEAM-(I)

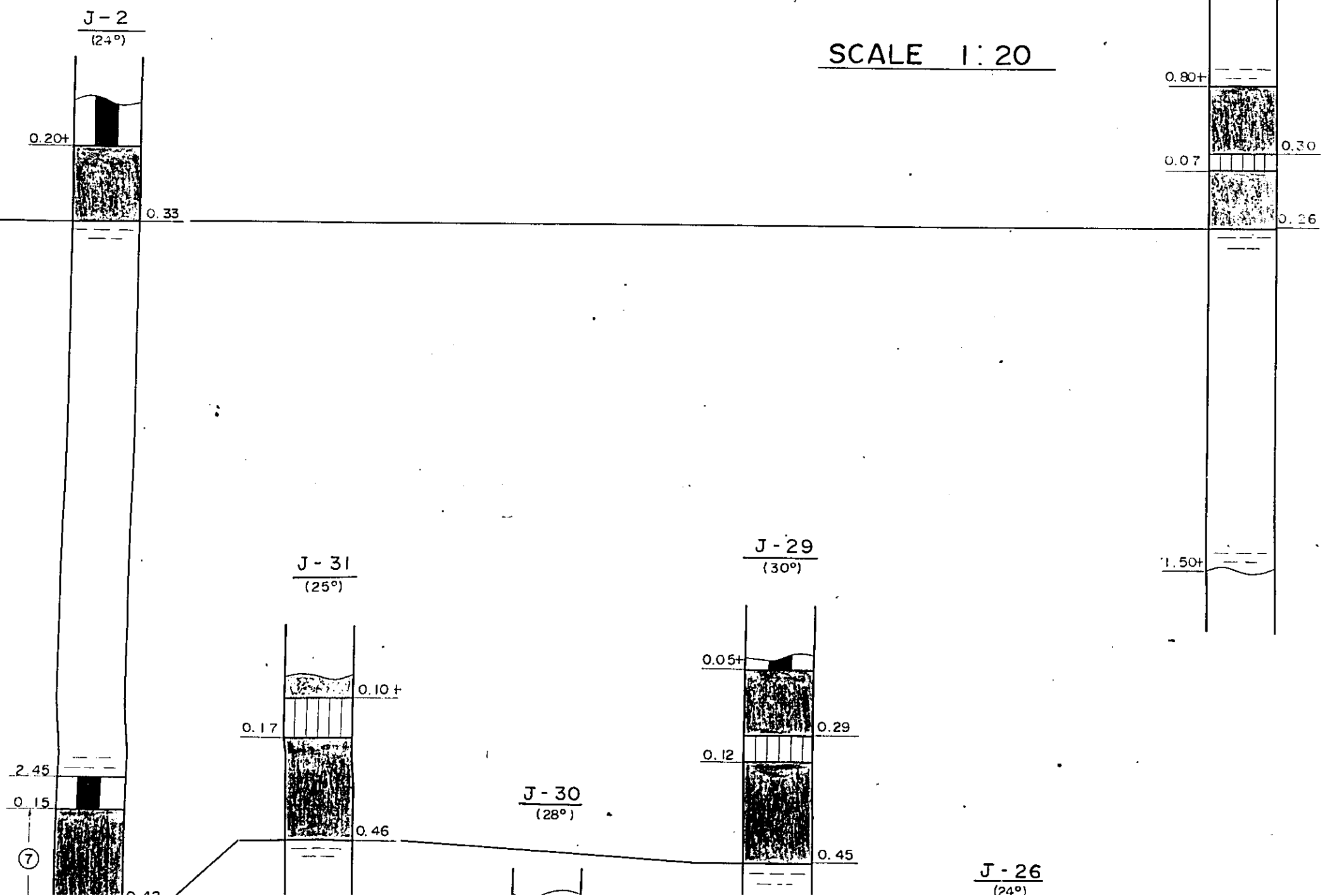
SCALE 1:20

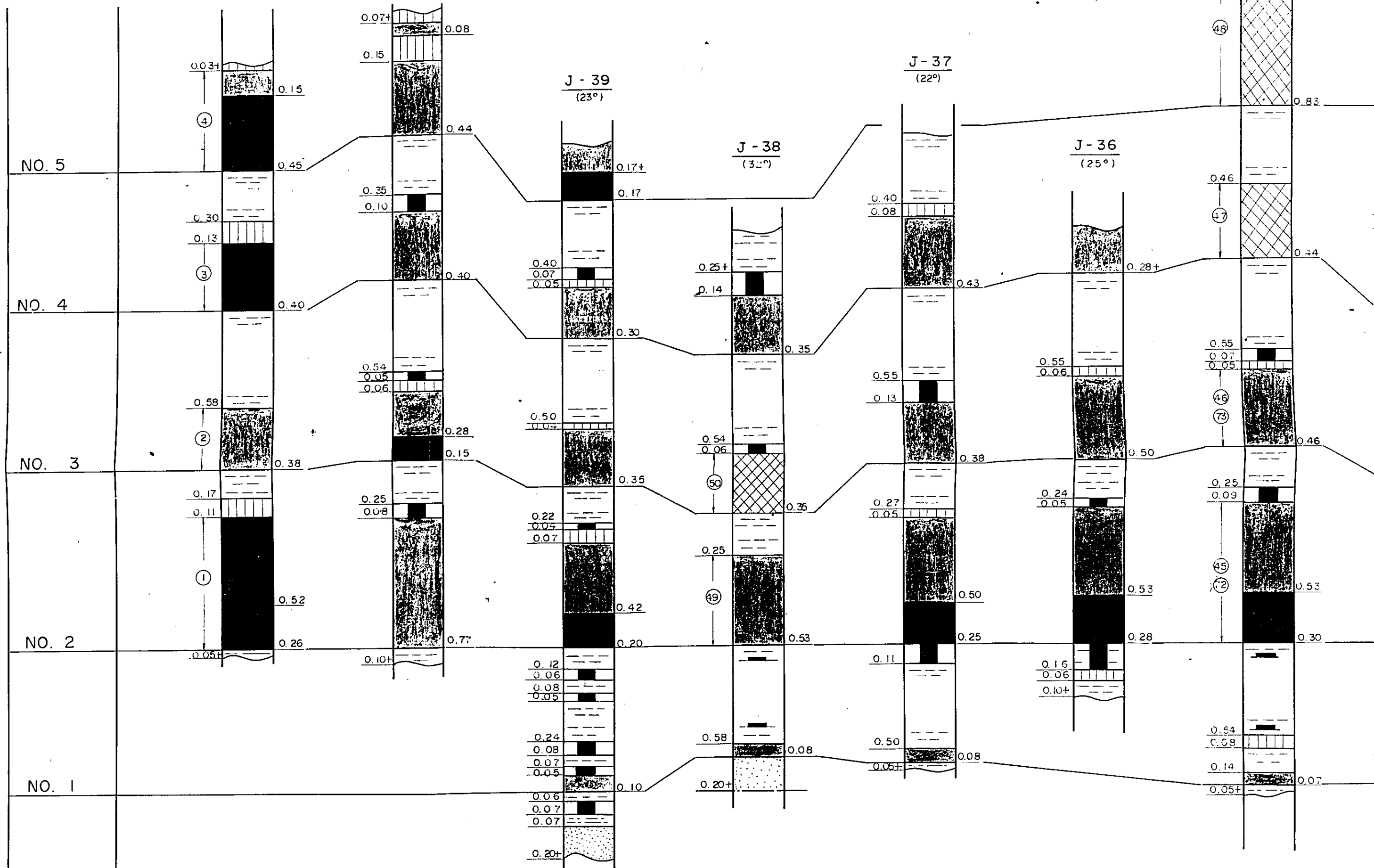


REPUBLIC OF MALAWI  
NGANA COAL FIELD

CORRELATION OF COAL SEAM-(I)

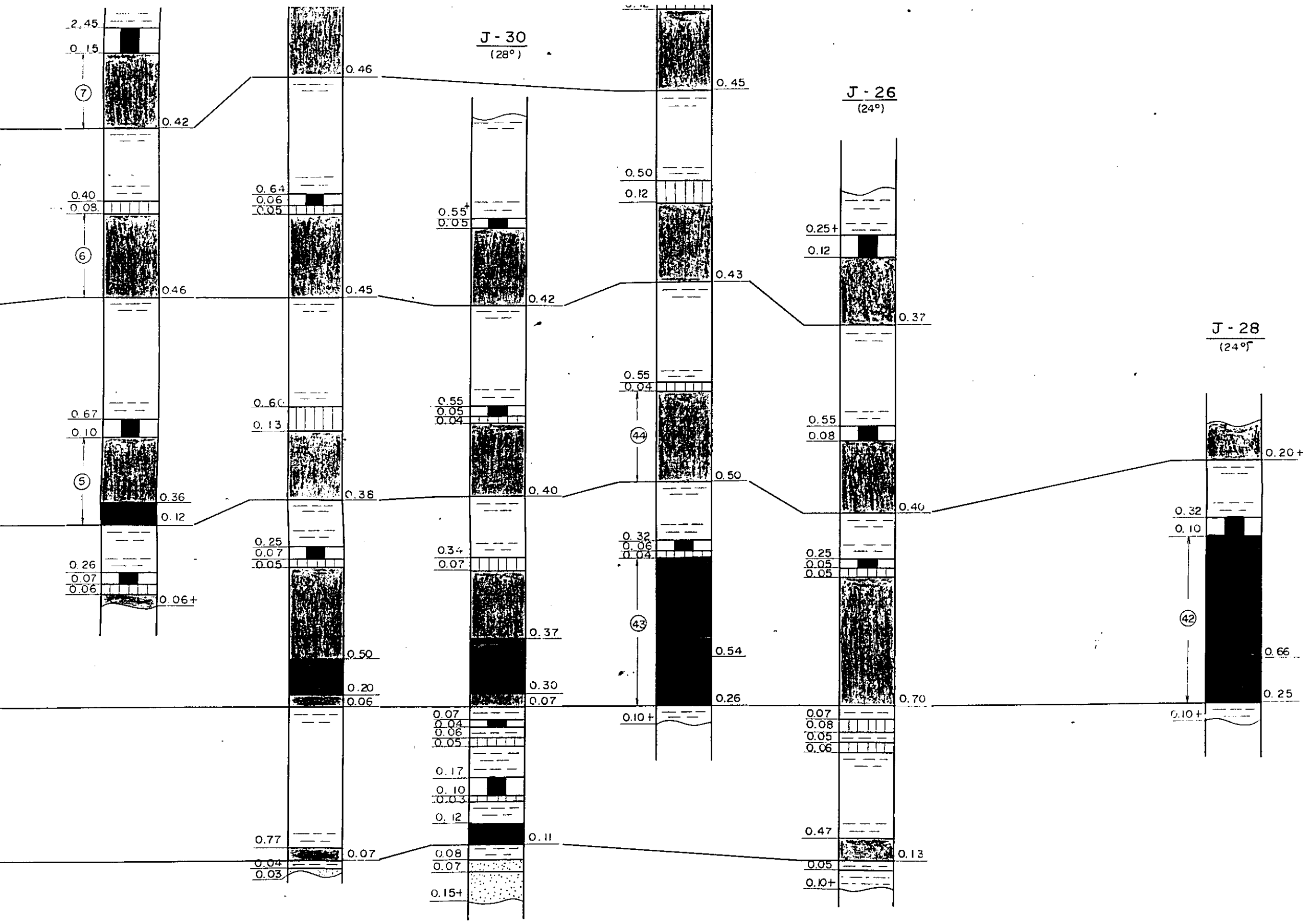
SCALE 1:20

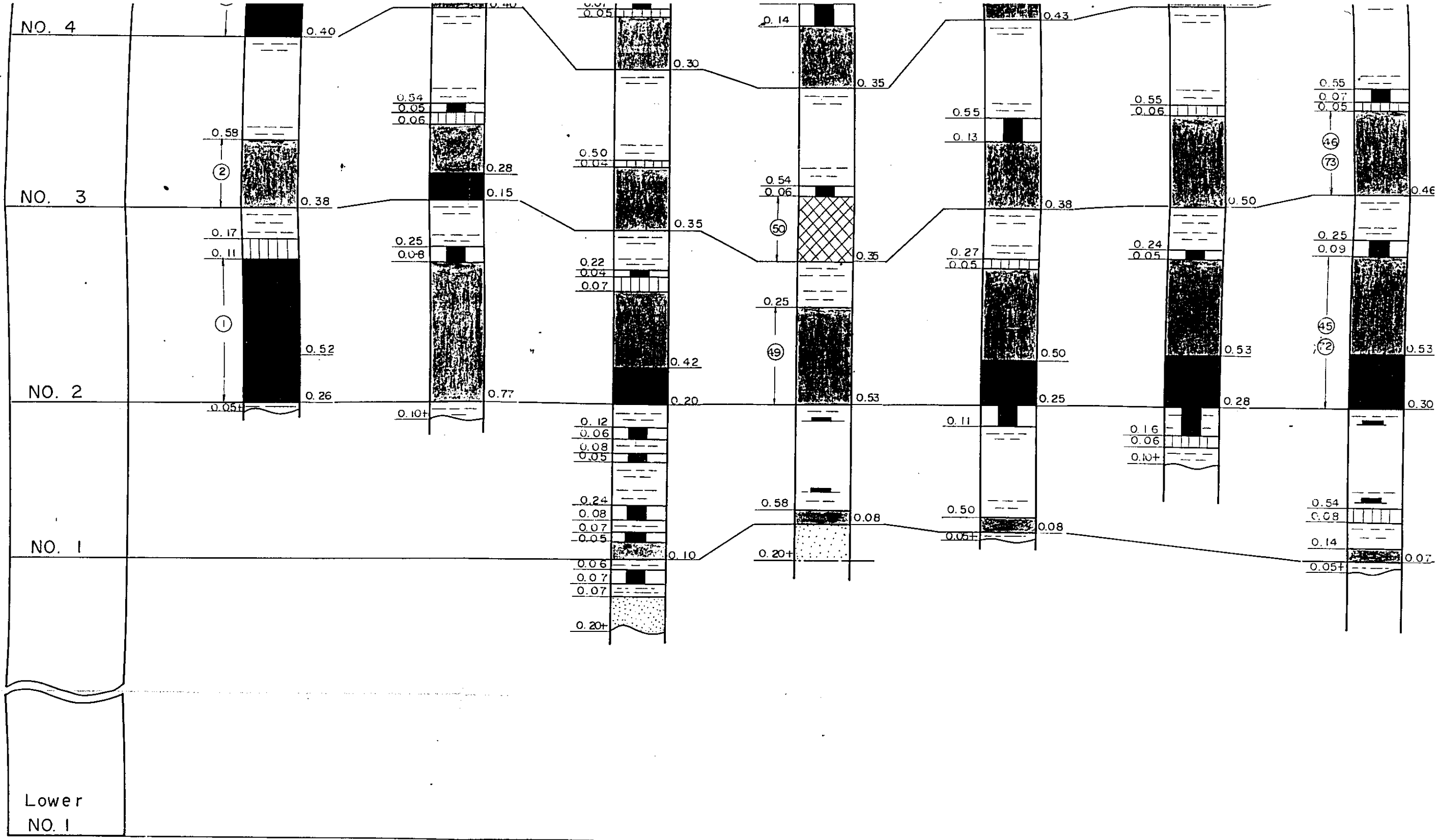




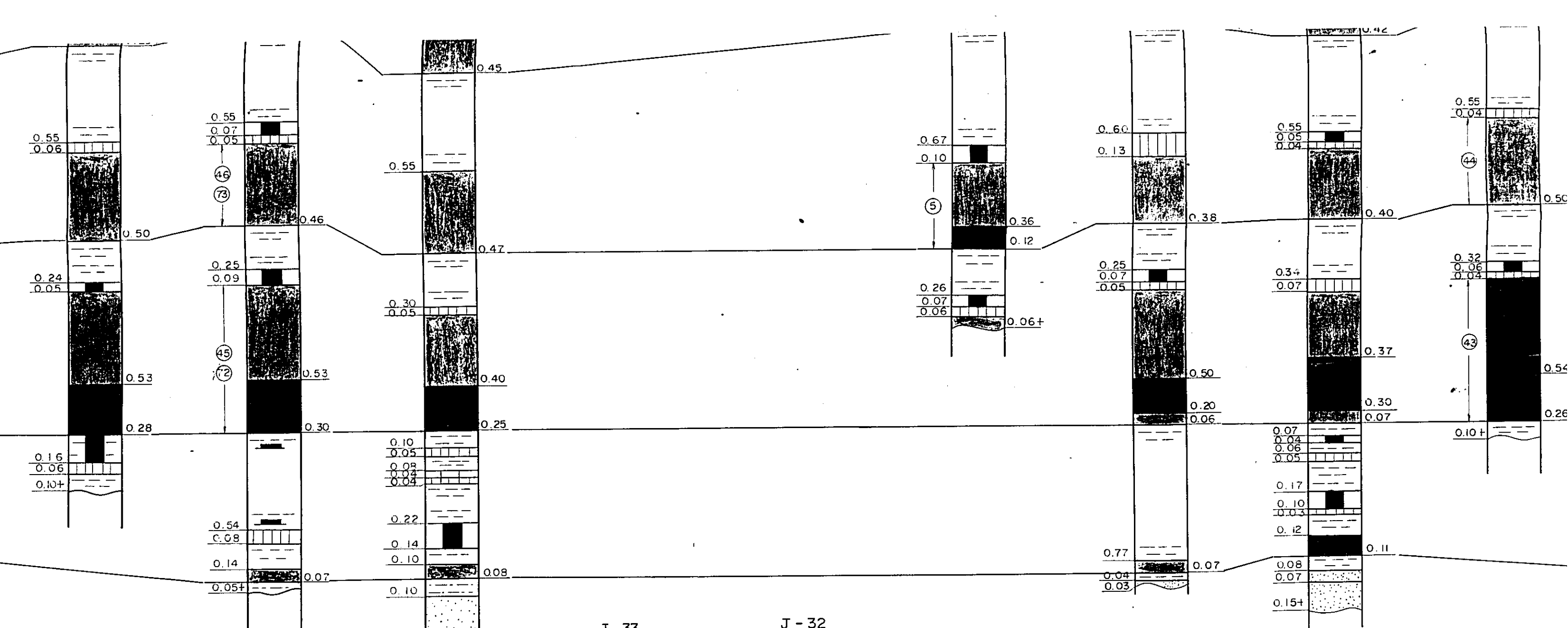
Lower  
NO. 1



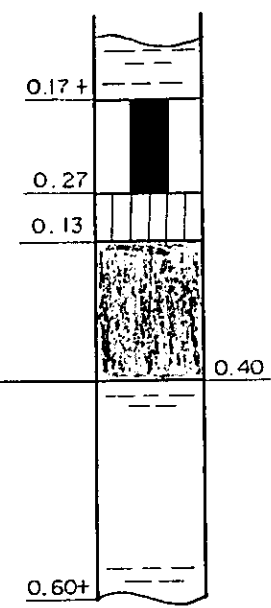






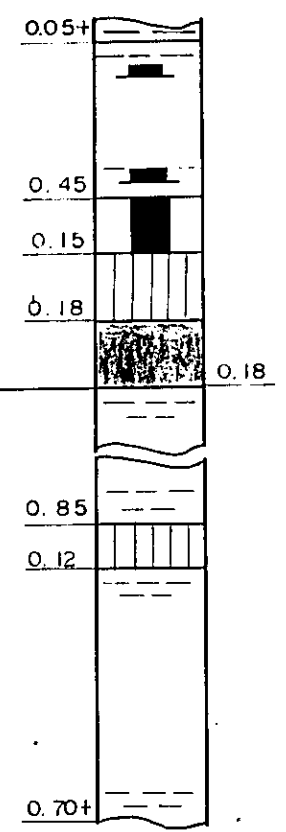


J-33

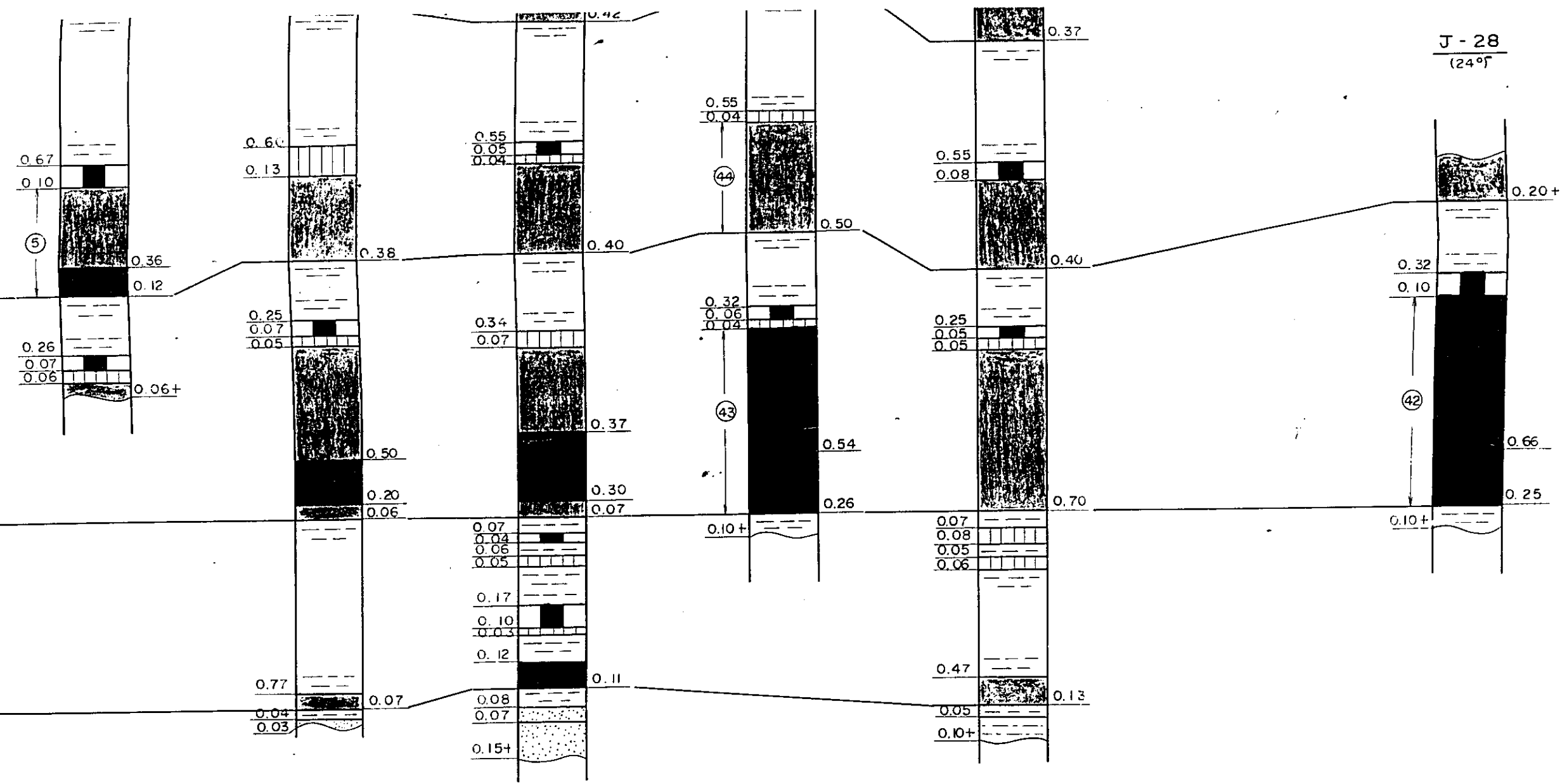


J-32

(259)



J - 28  
(24°)



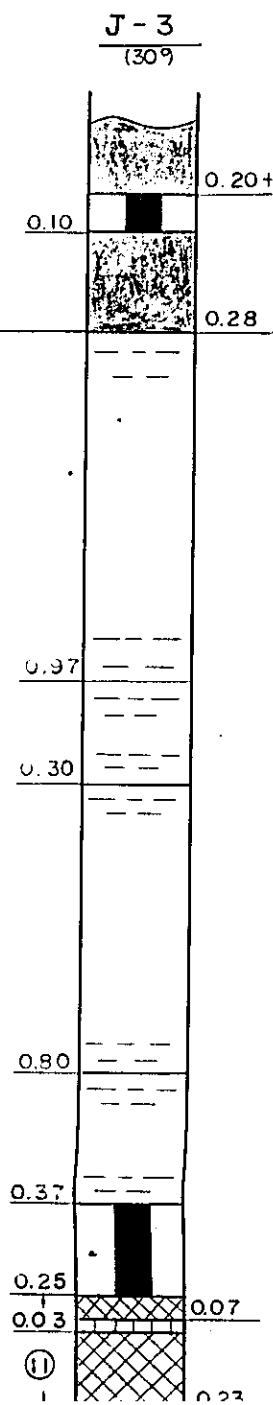
32

u. 18

Fig No.6-2

(N)

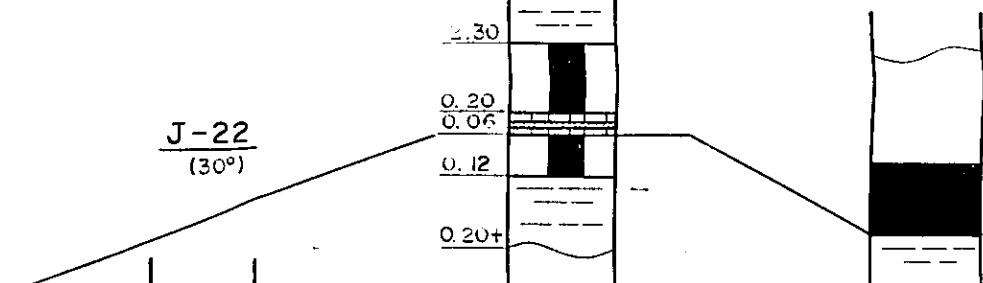
Name of Coal Seam
NO. 6
NO. 5

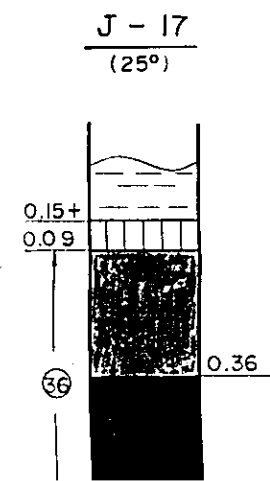
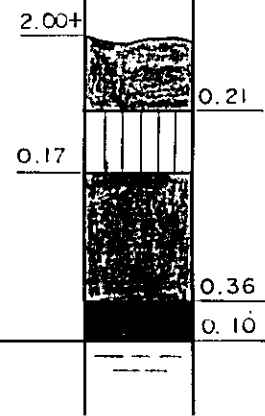
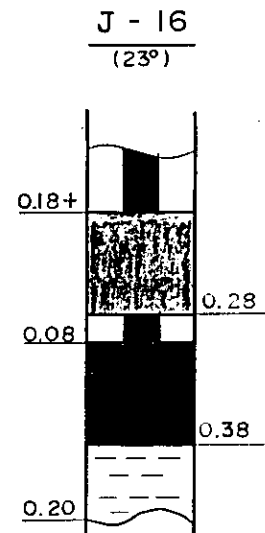
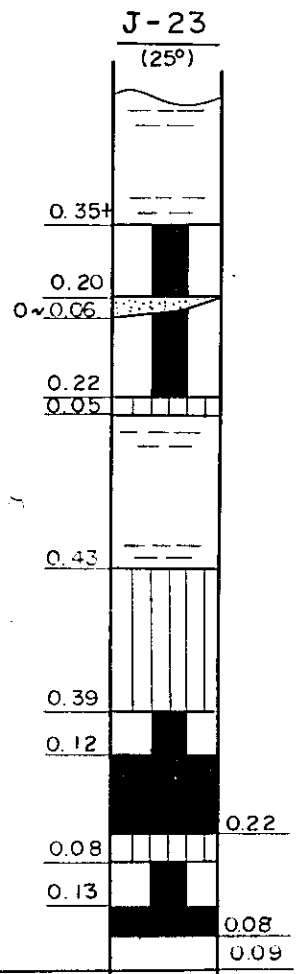


**J-25 (26°)**

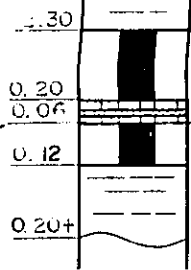
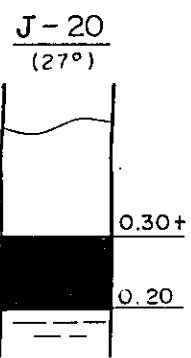


**J-22 (30°)**





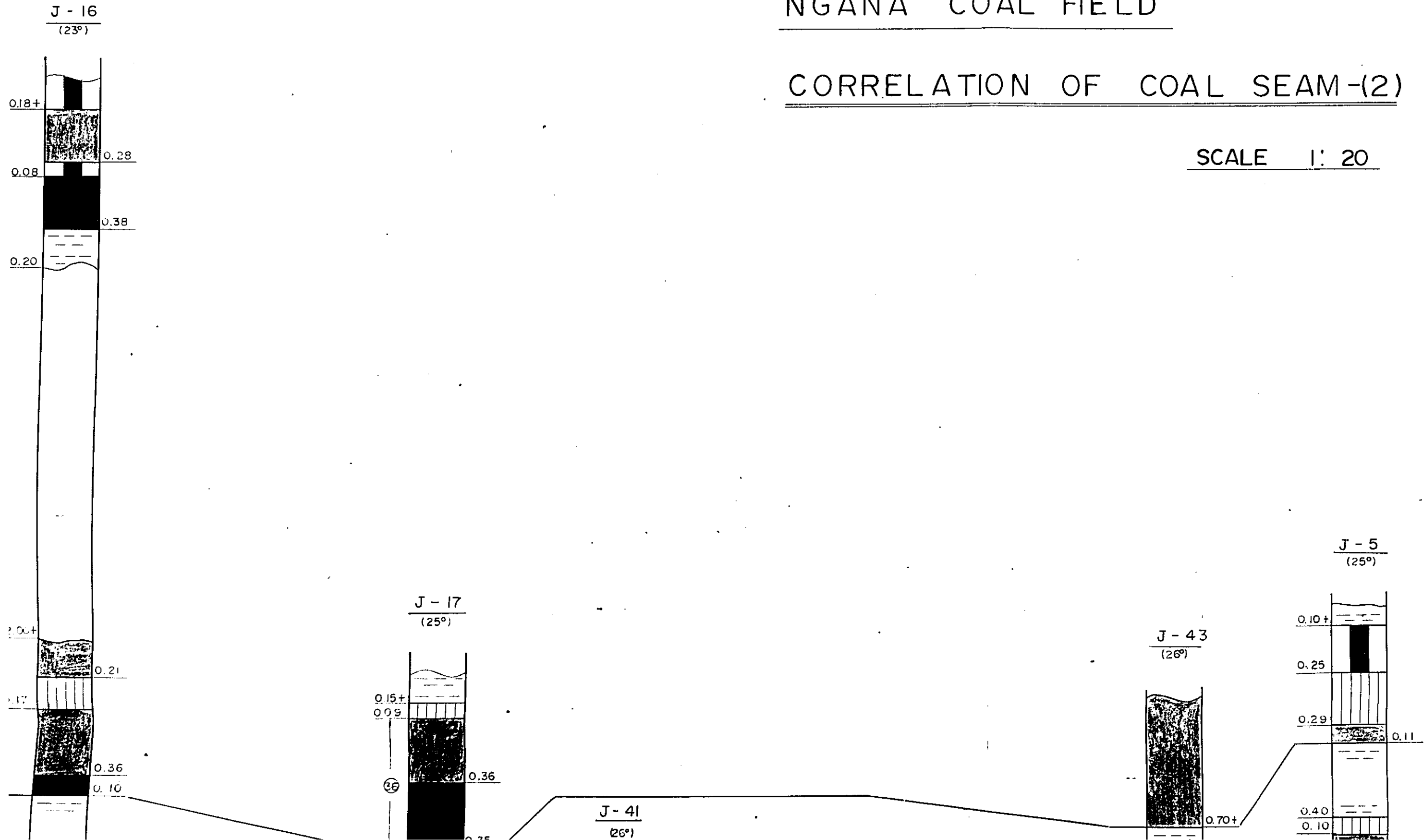
**J-41**  
(26°)



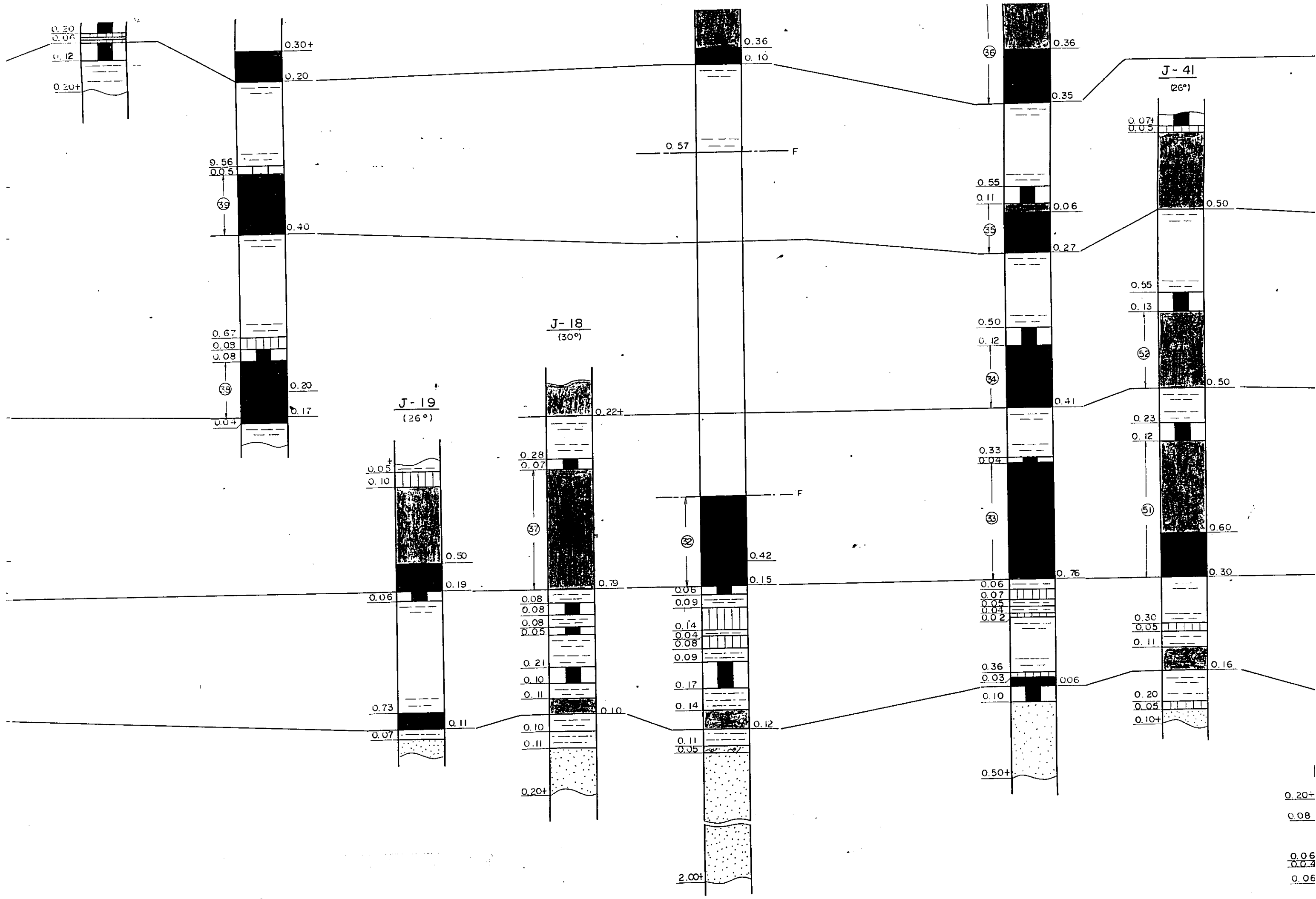
REPUBLIC OF MALAWI  
NGANA COAL FIELD

CORRELATION OF COAL SEAM-(2)

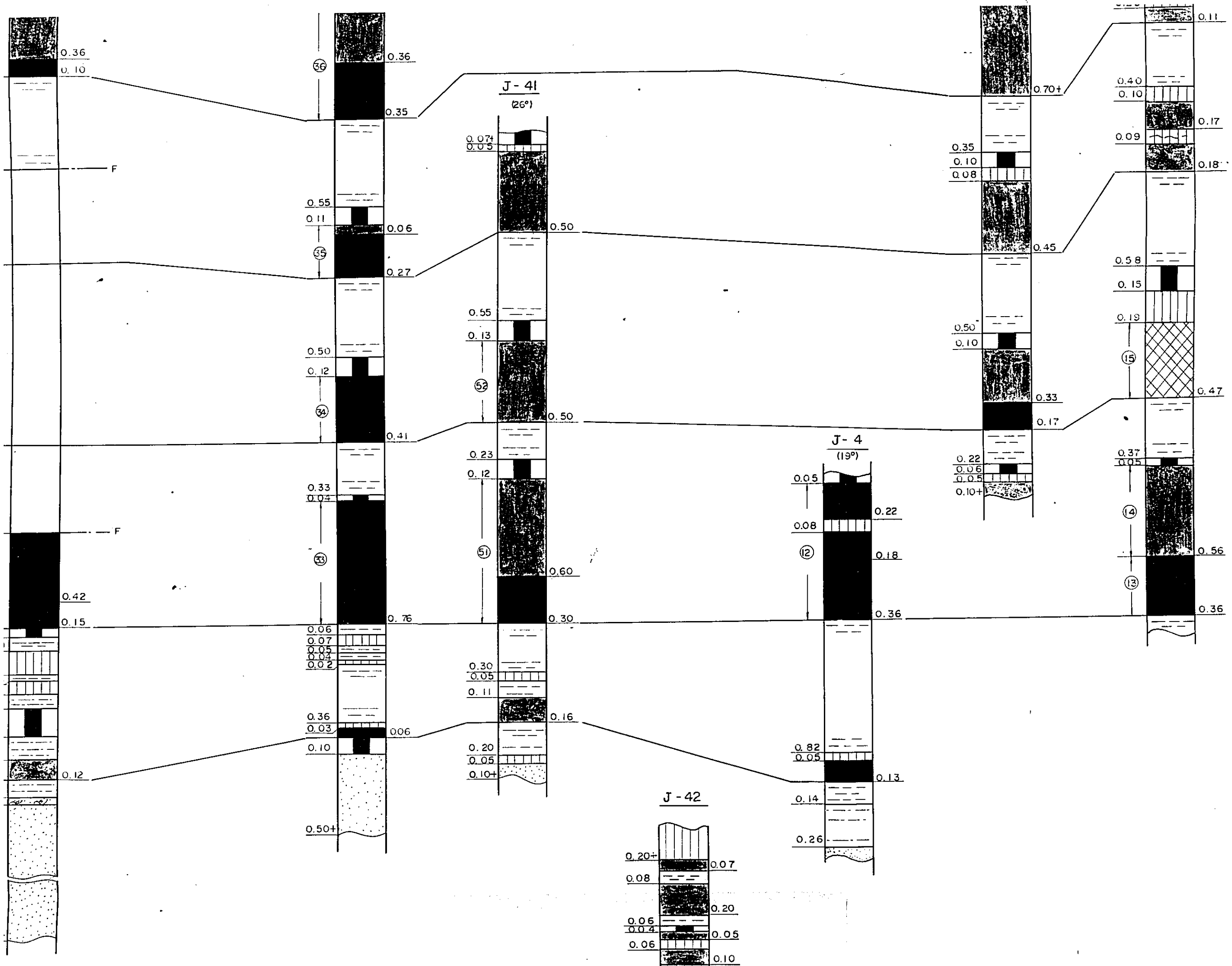
SCALE 1: 20



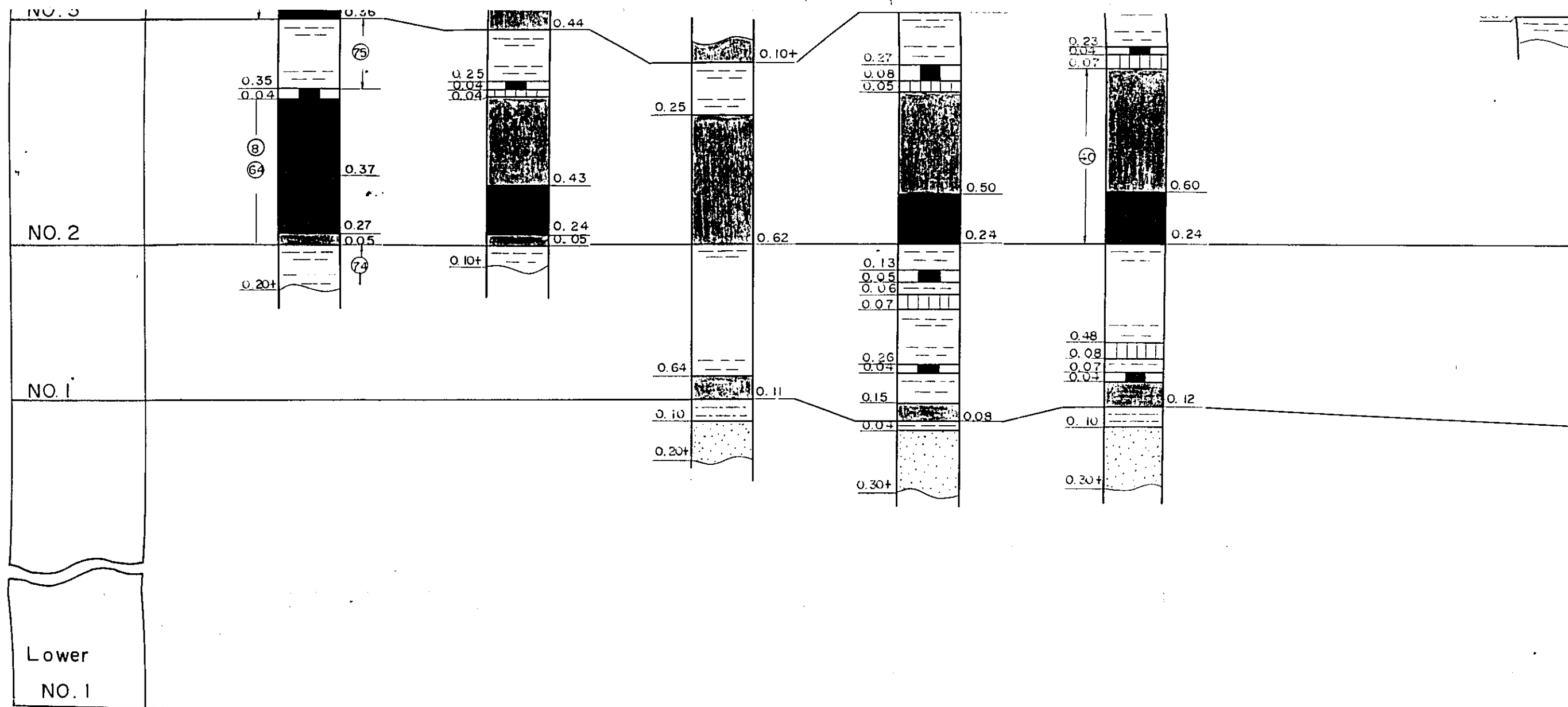


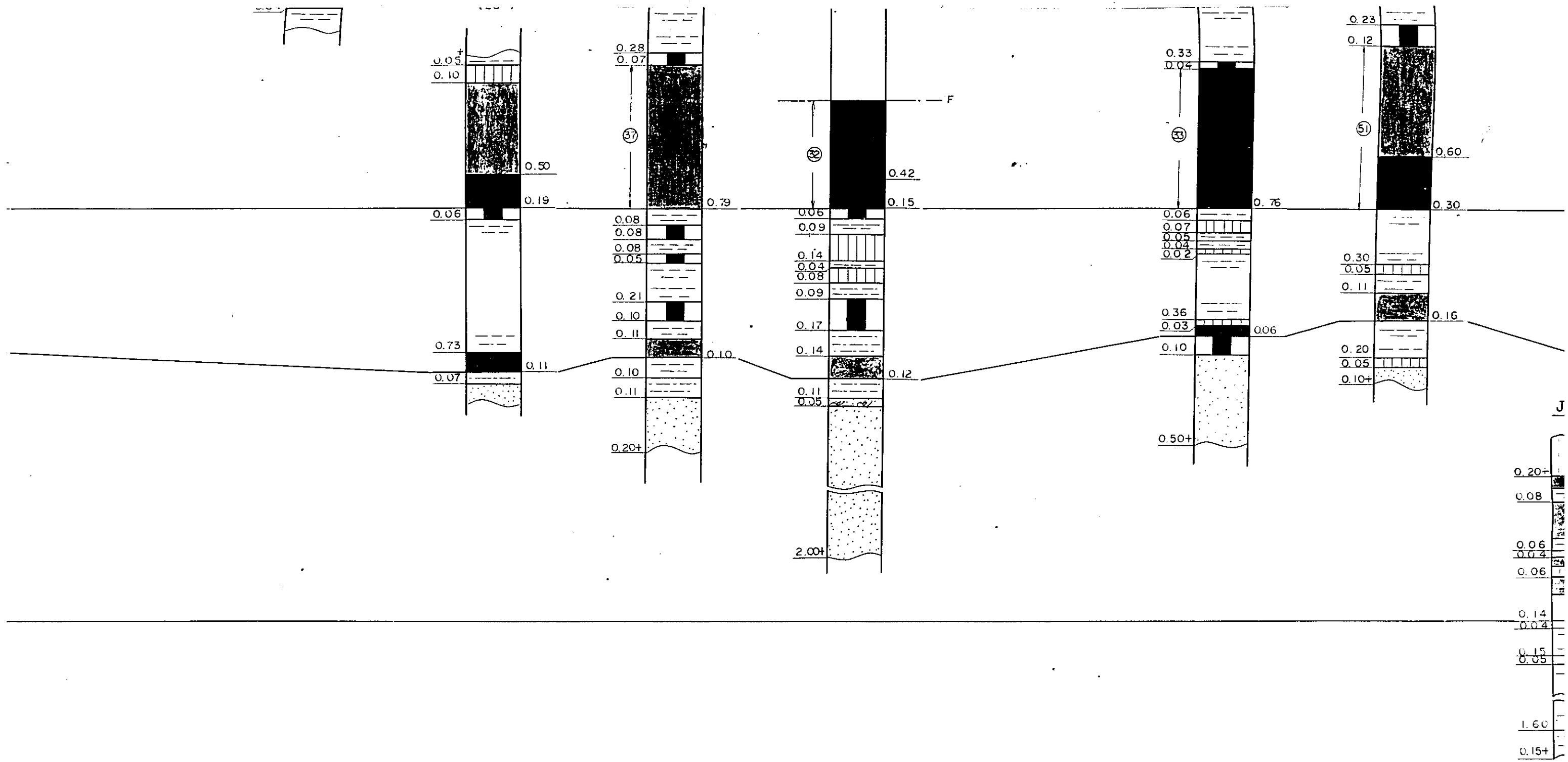


0.20+  
 0.08  
 0.06  
 0.04  
 0.06









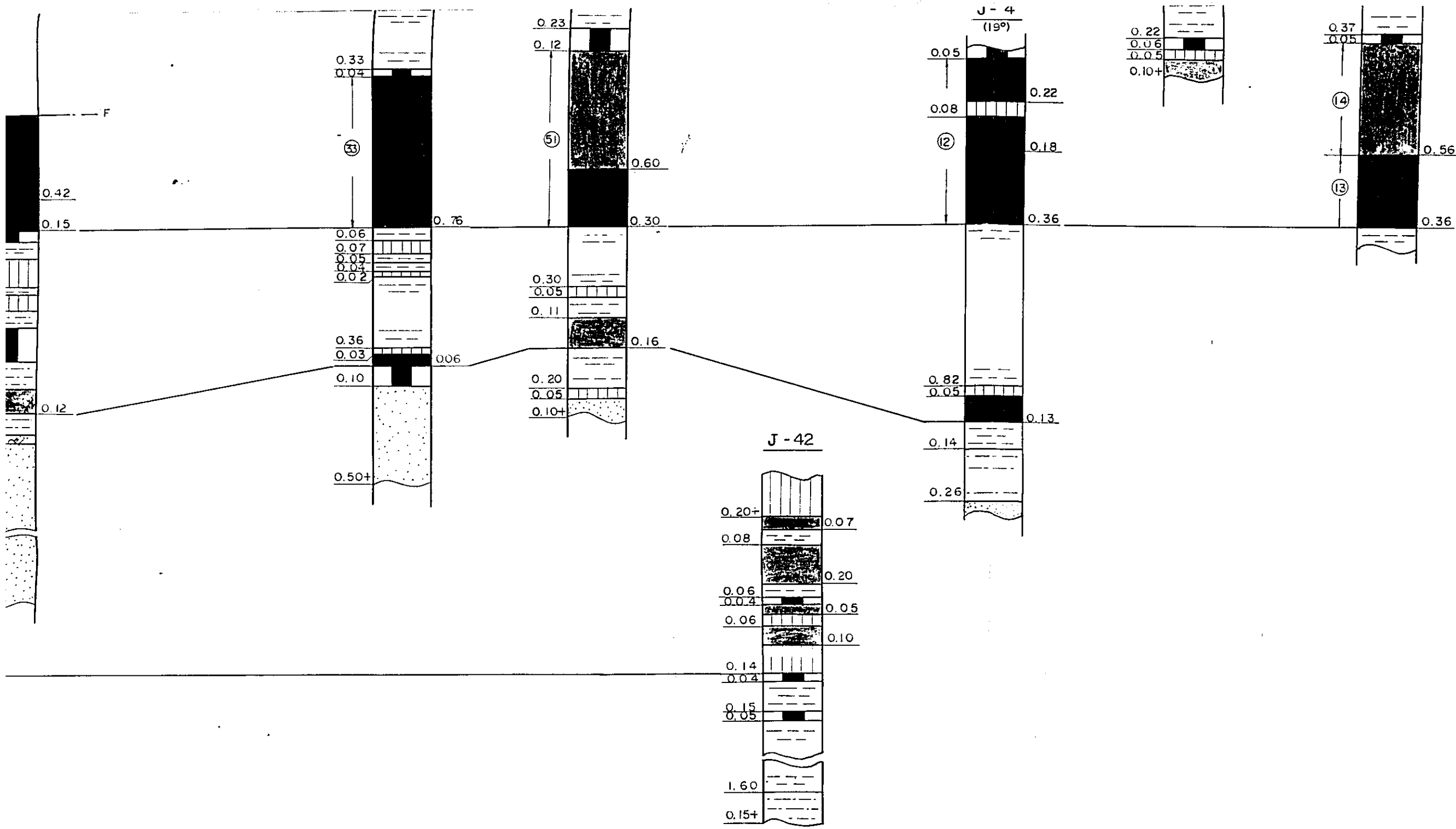
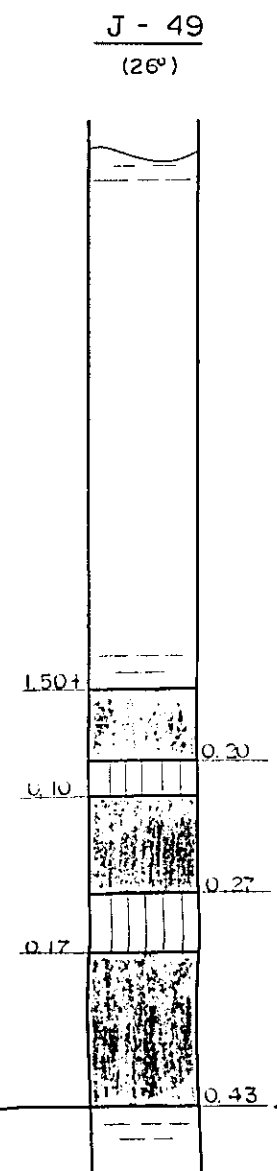
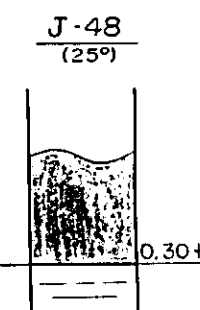
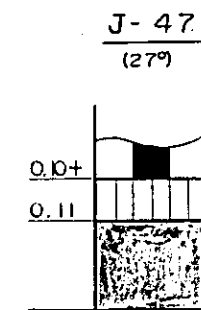
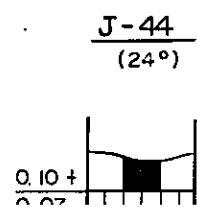


Fig No.6-3

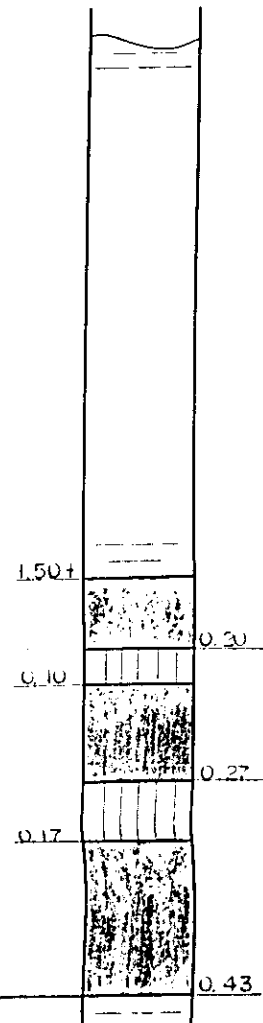
(N)

Name of Coal Seam
NO. 6

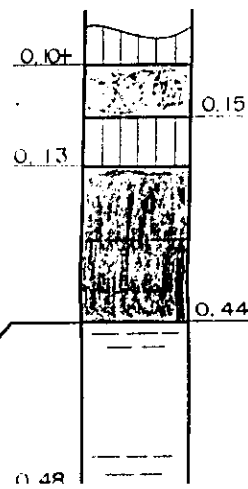


J-50  
(25°)

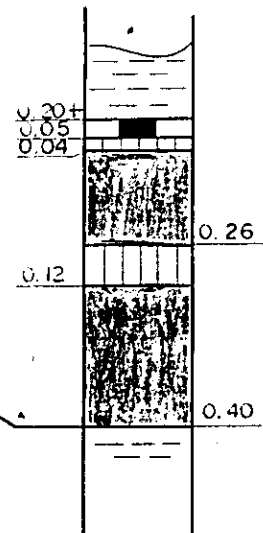
J - 49  
(26°)



J - 51  
(26°)

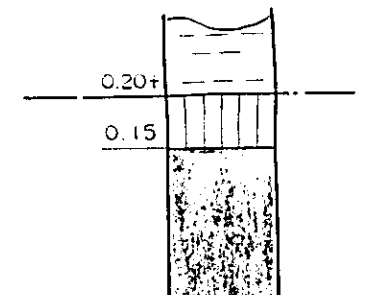


J - 52  
(23°)



J - 50  
(25°)

J - 7  
(30°)



J - 5  
(28°)



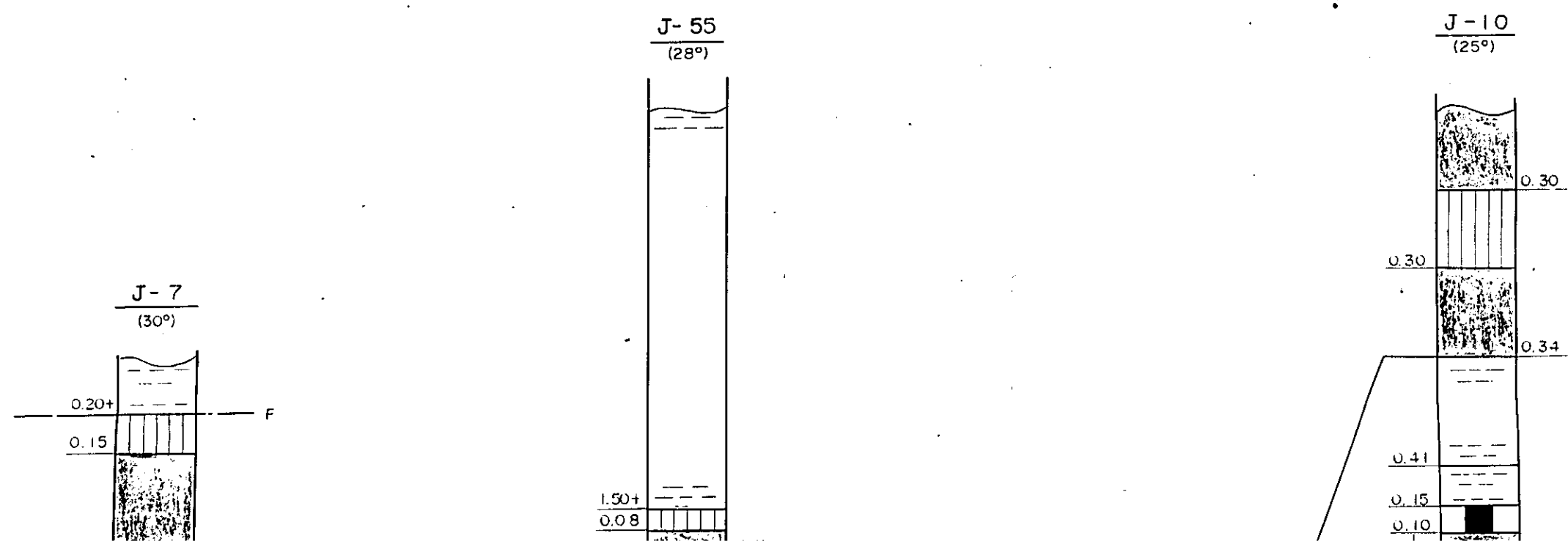
⑤

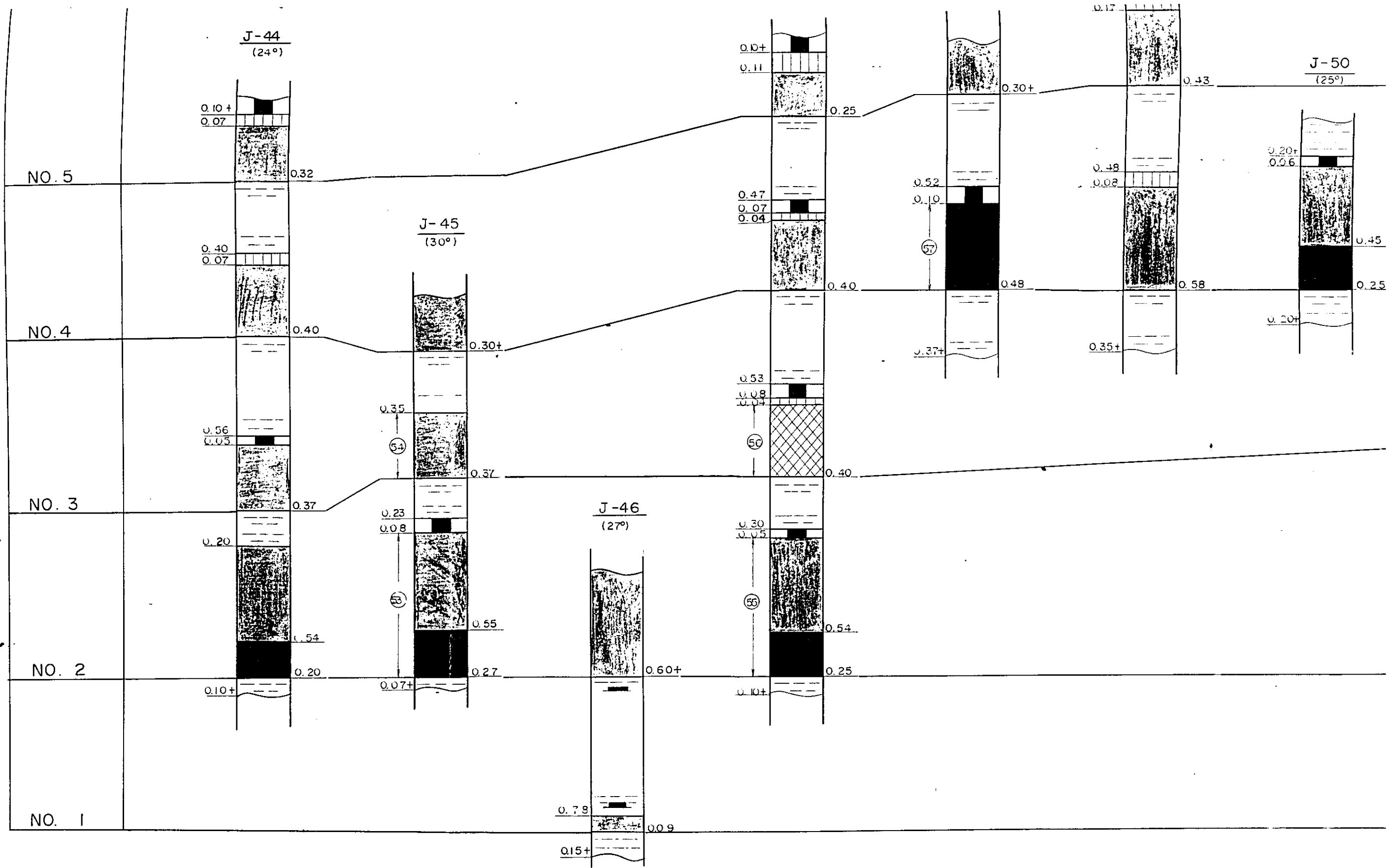
PEPUBLIC OF MALAWI

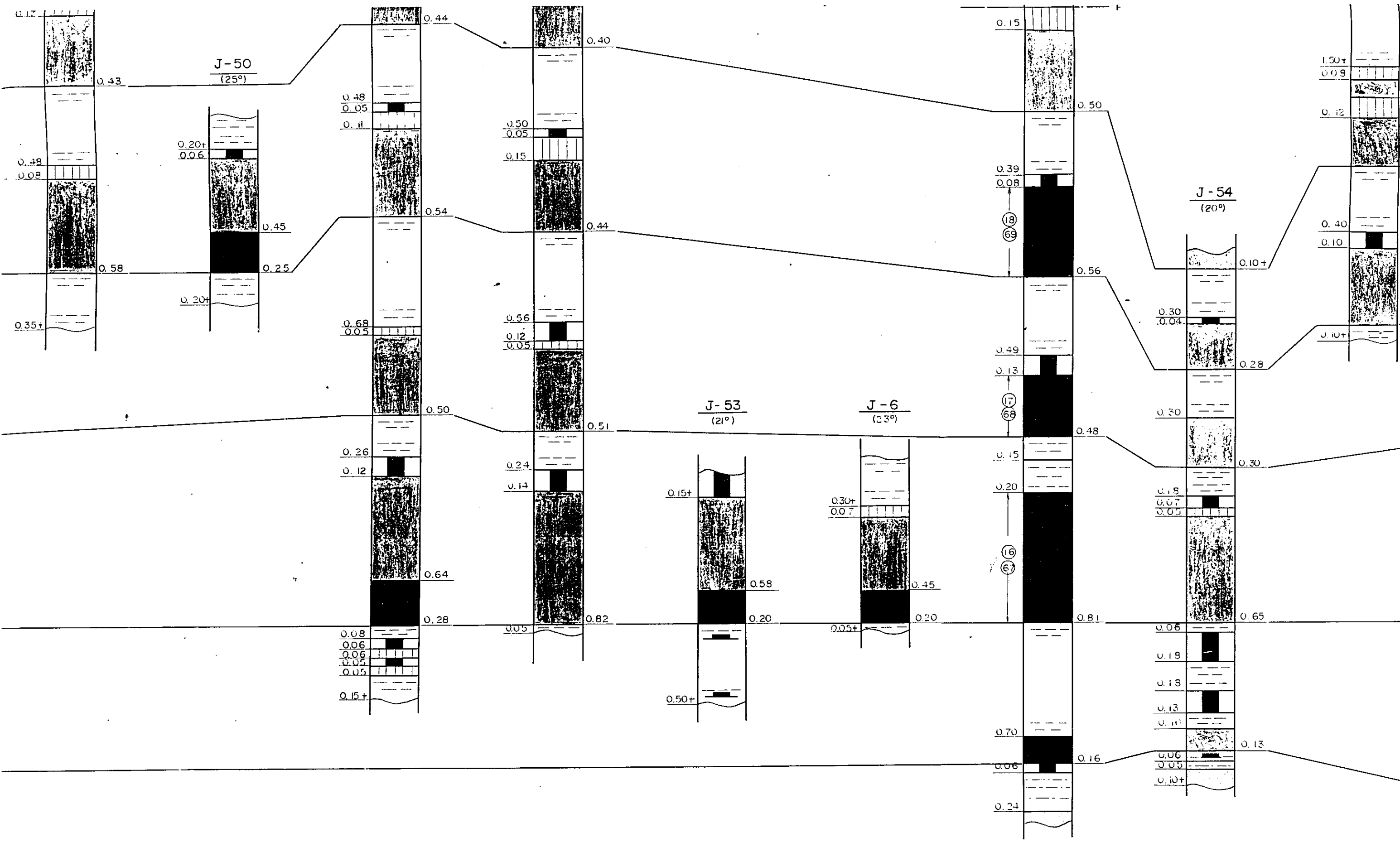
NGANA COAL FIELD

CORRELATION OF COAL SEAM-(3)

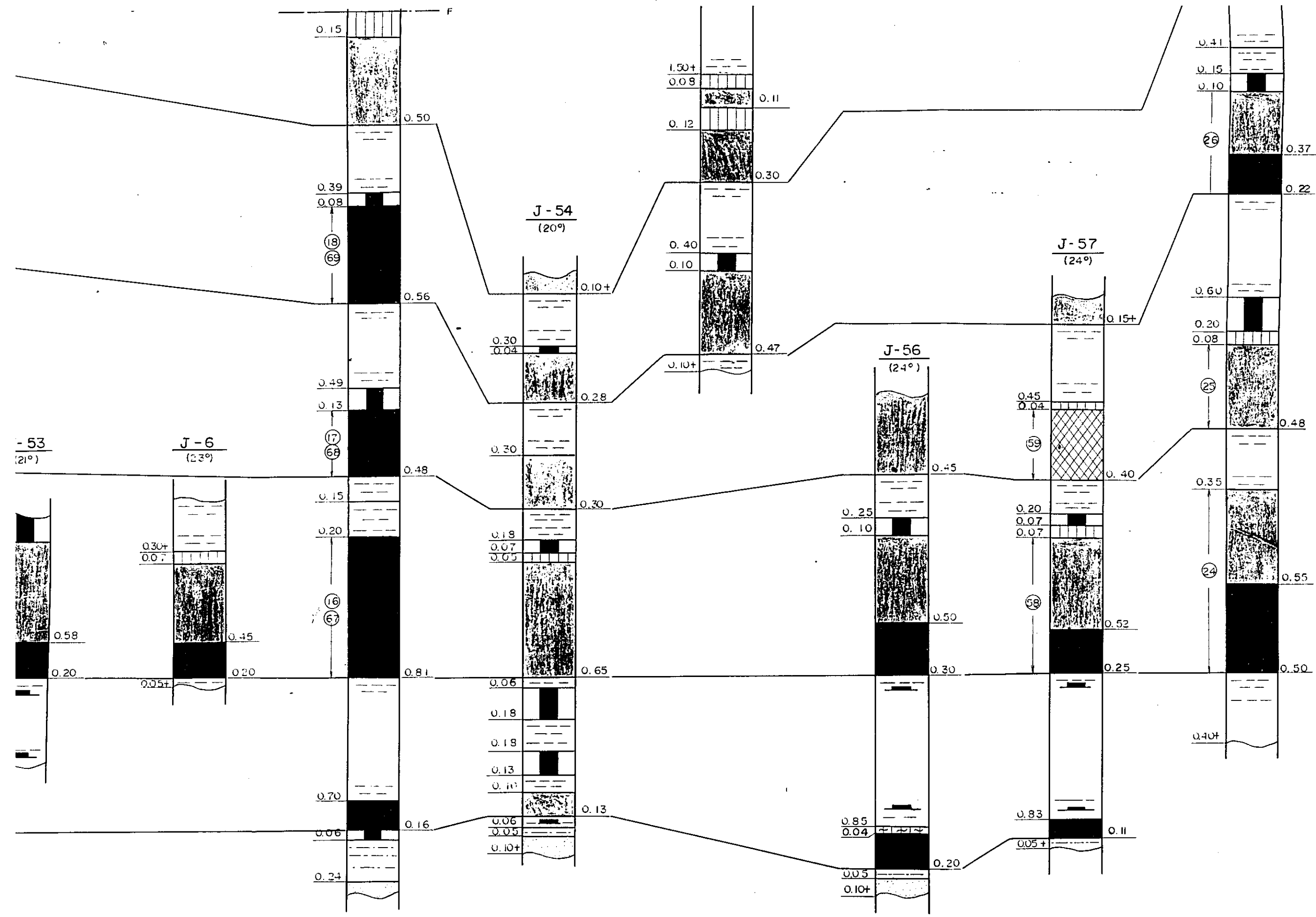
SCALE 1:20

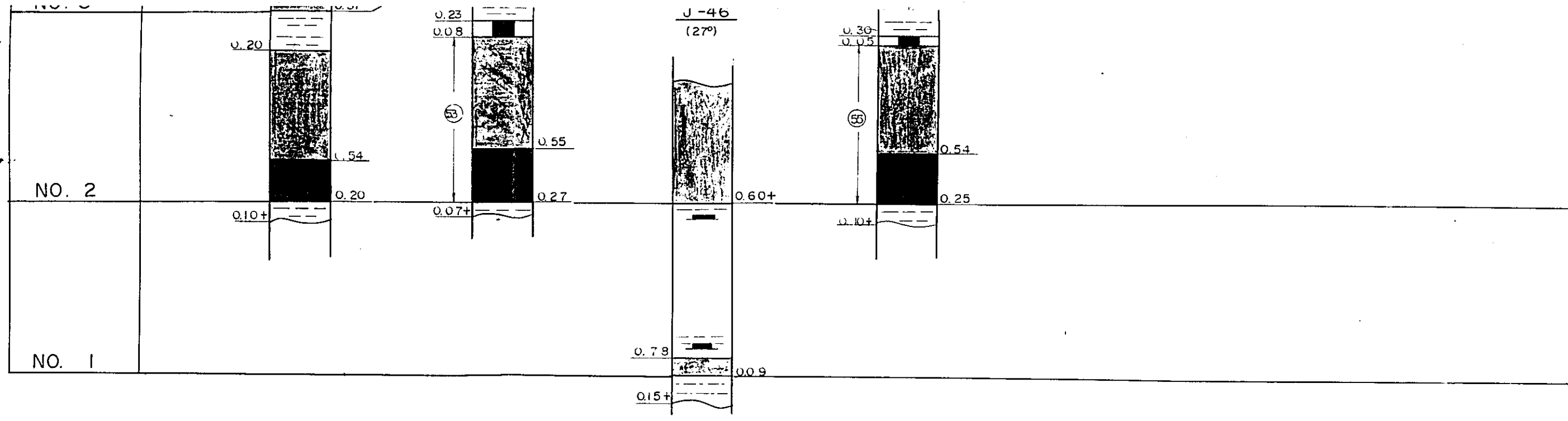


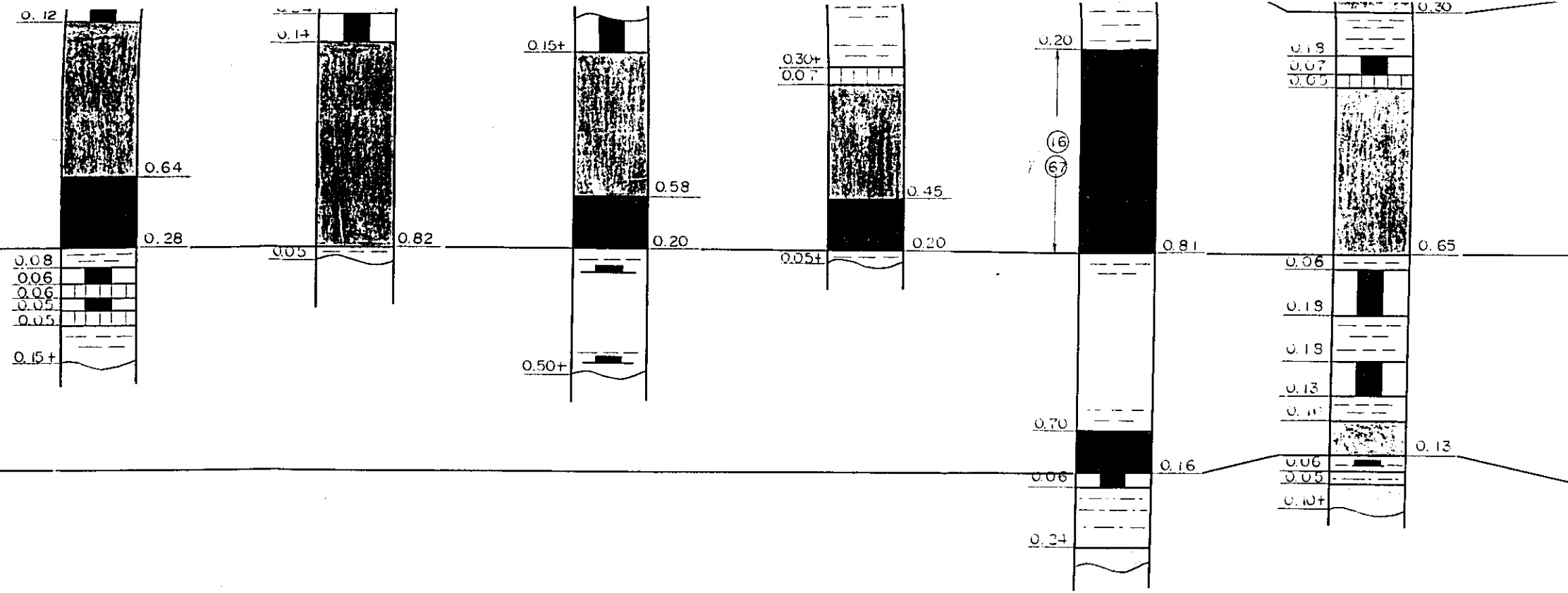












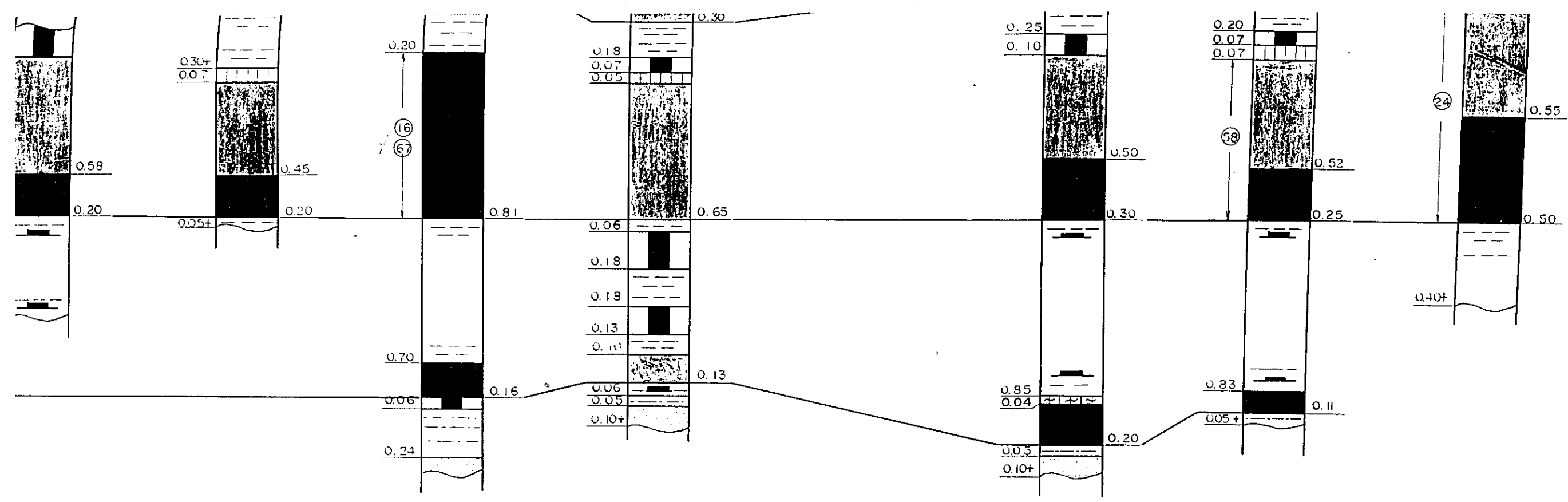


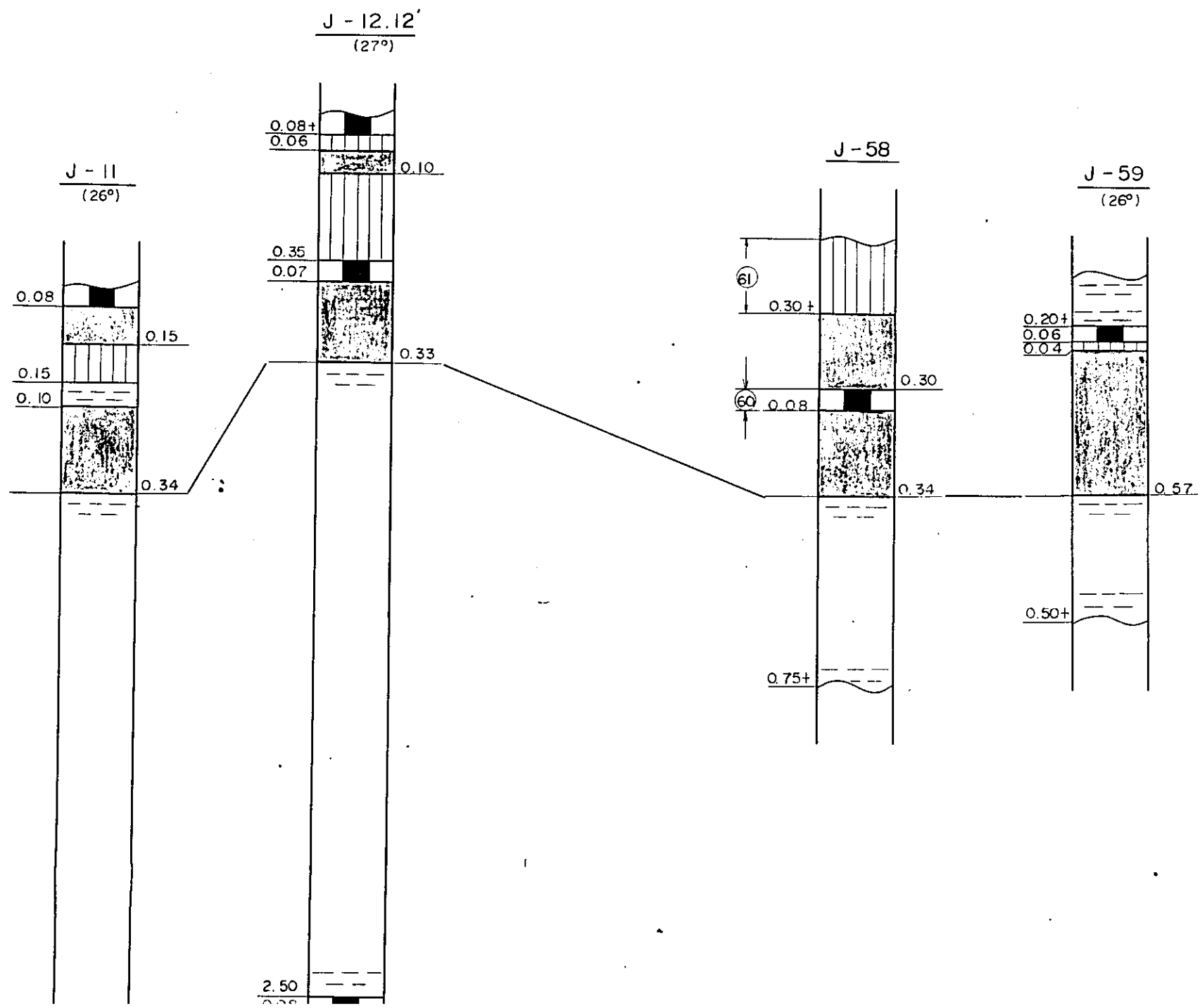
Fig No.6-4

(N)

Name of  
Coal Seam

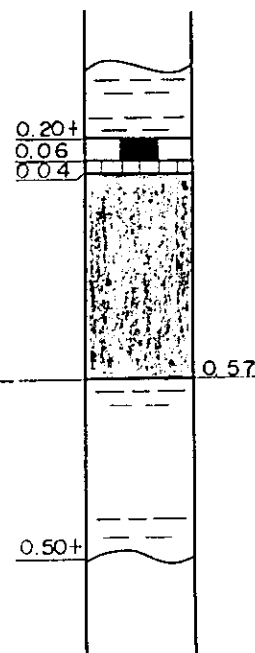
NO. 7

NO. 6

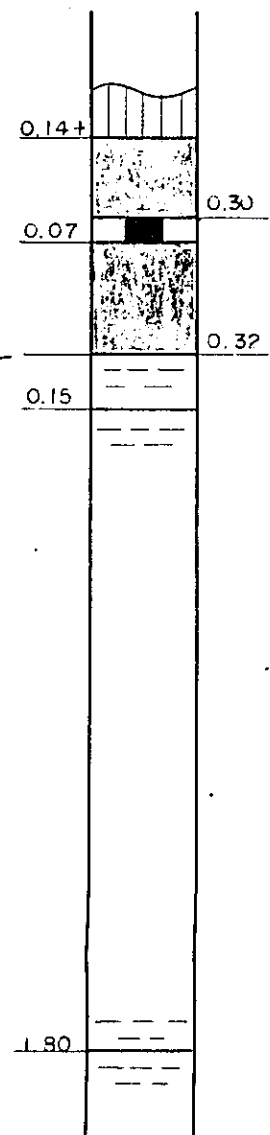


REPUBLIC OF MAL  
 NGANA COAL  
 CORRELATION

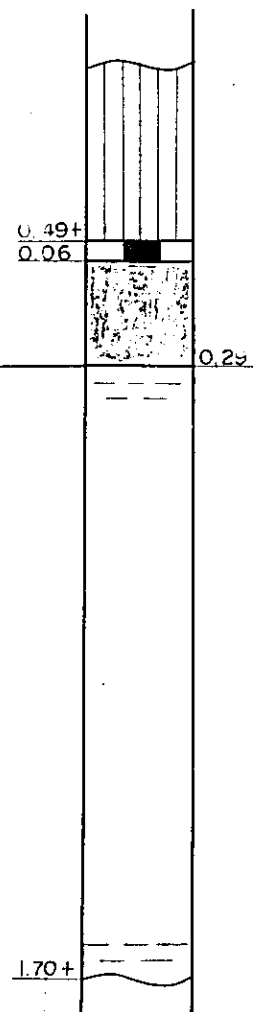
J-59  
 (26°)



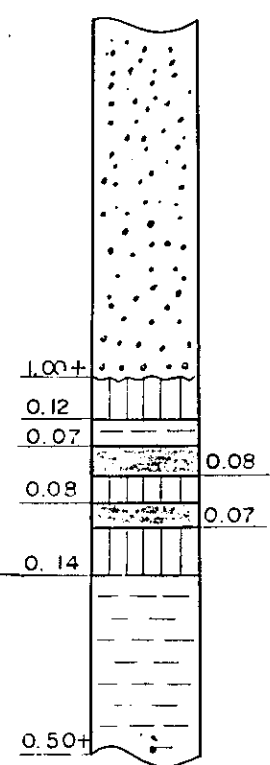
J-8  
 (21°)



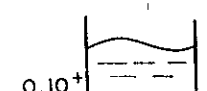
J-63  
 (20°)



J-62  
 (25°, 37°)



J-13  
 (31°)



5

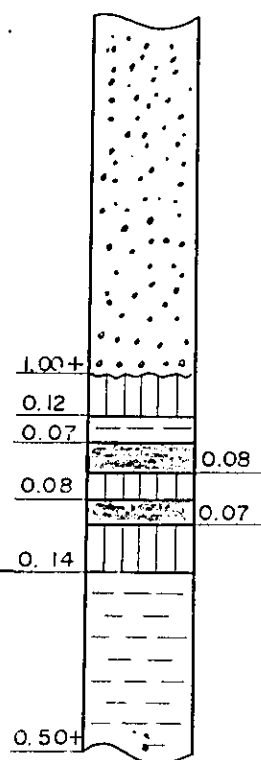
REPUBLIC OF MALAWI

NGANA COAL FIELD

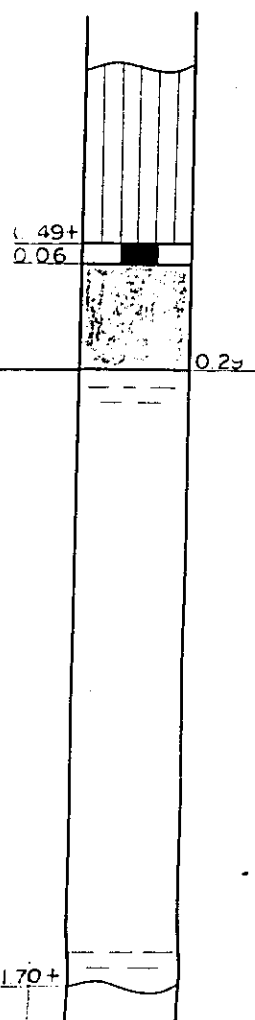
CORRELATION OF COAL SEAM-(4)

SCALE 1 : 20

J - 62  
(25°, 37°)

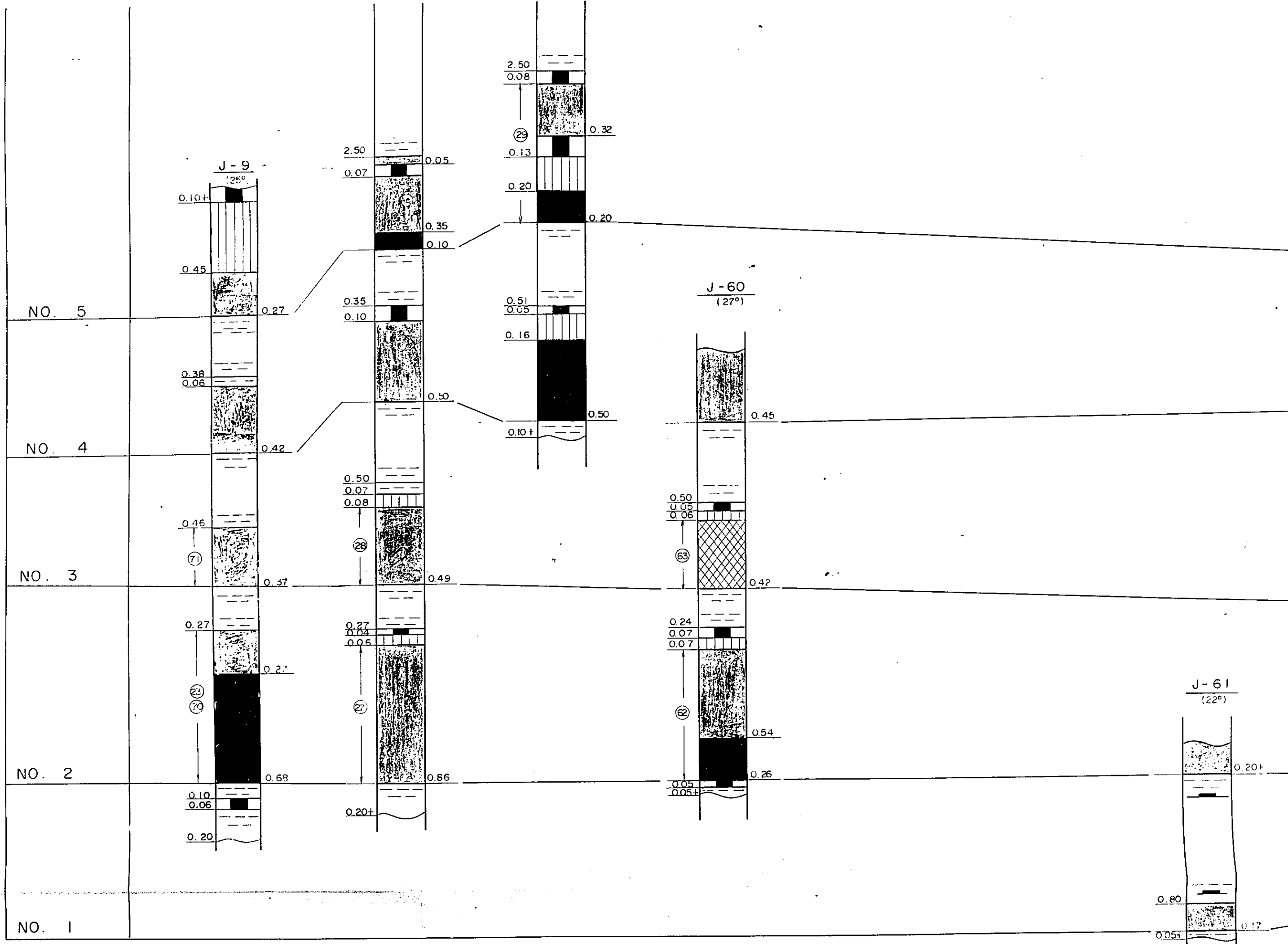


J - 63  
(20°)

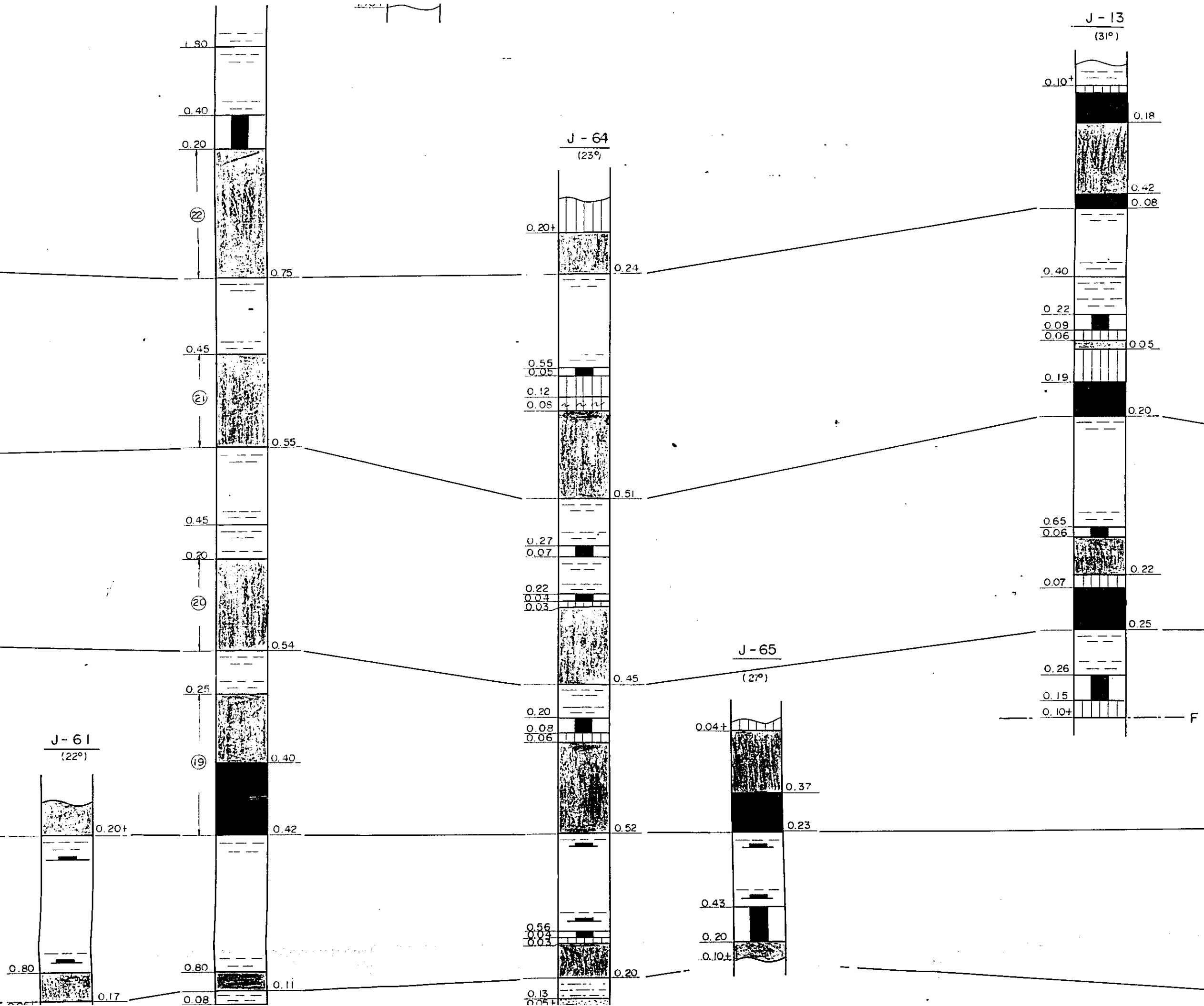


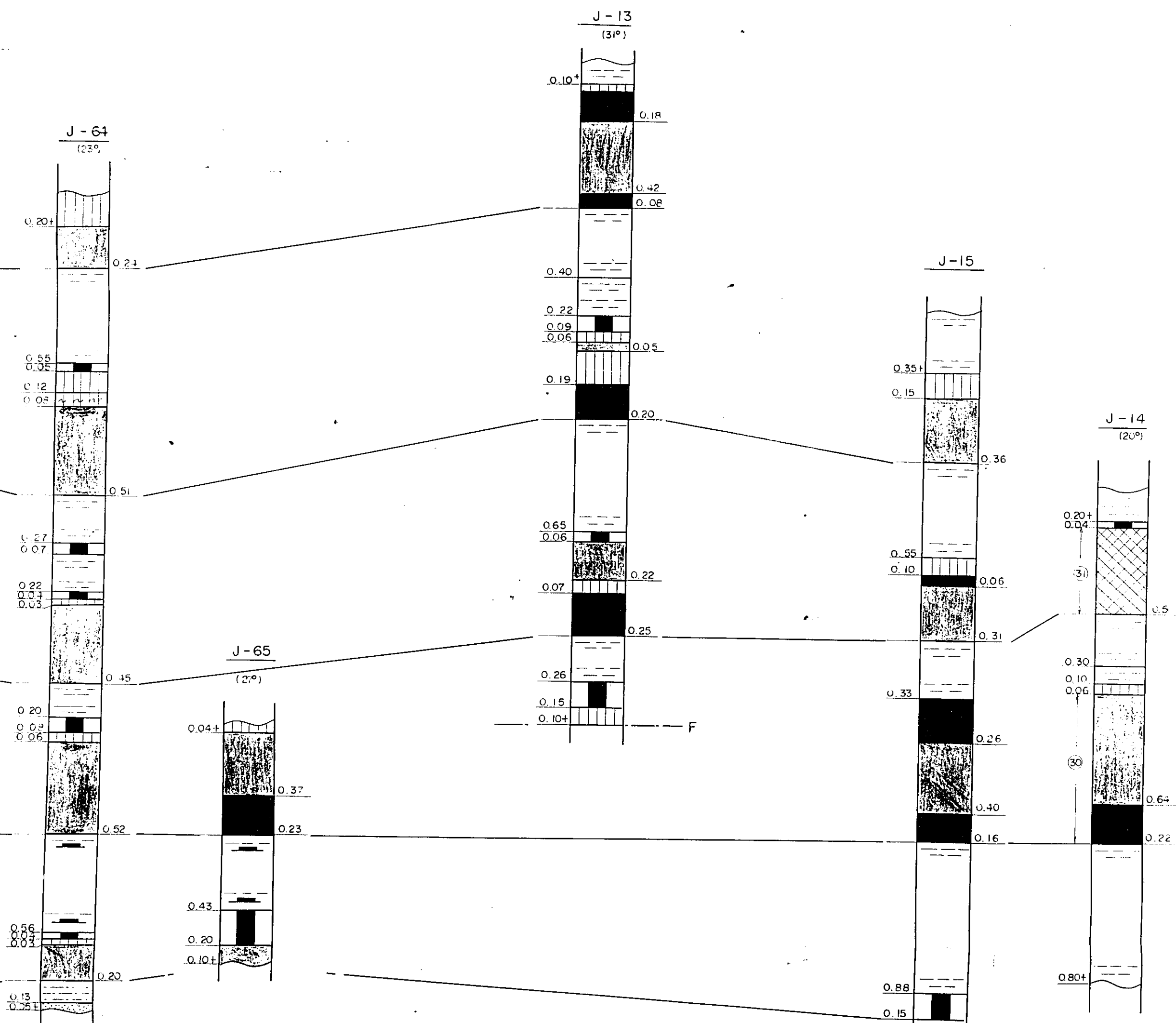
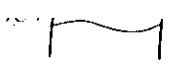
J - 13  
(31°)

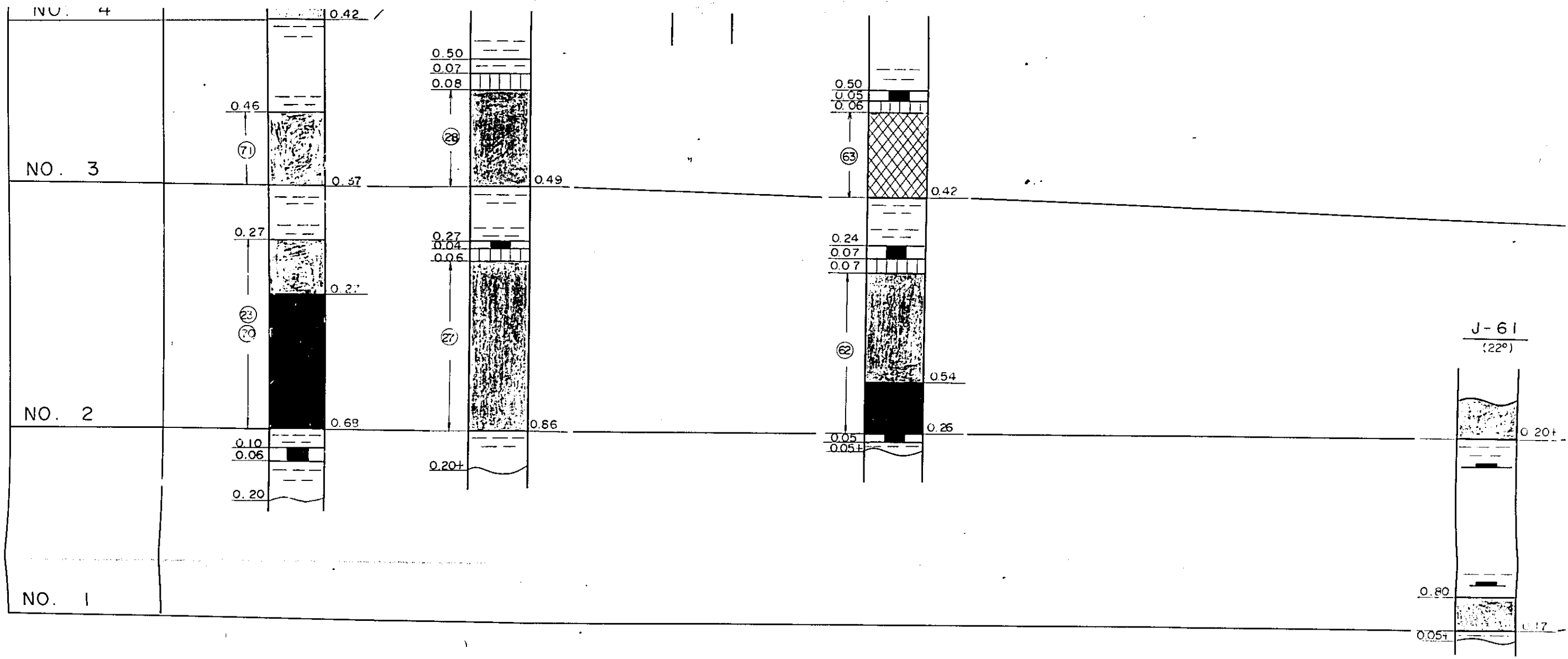


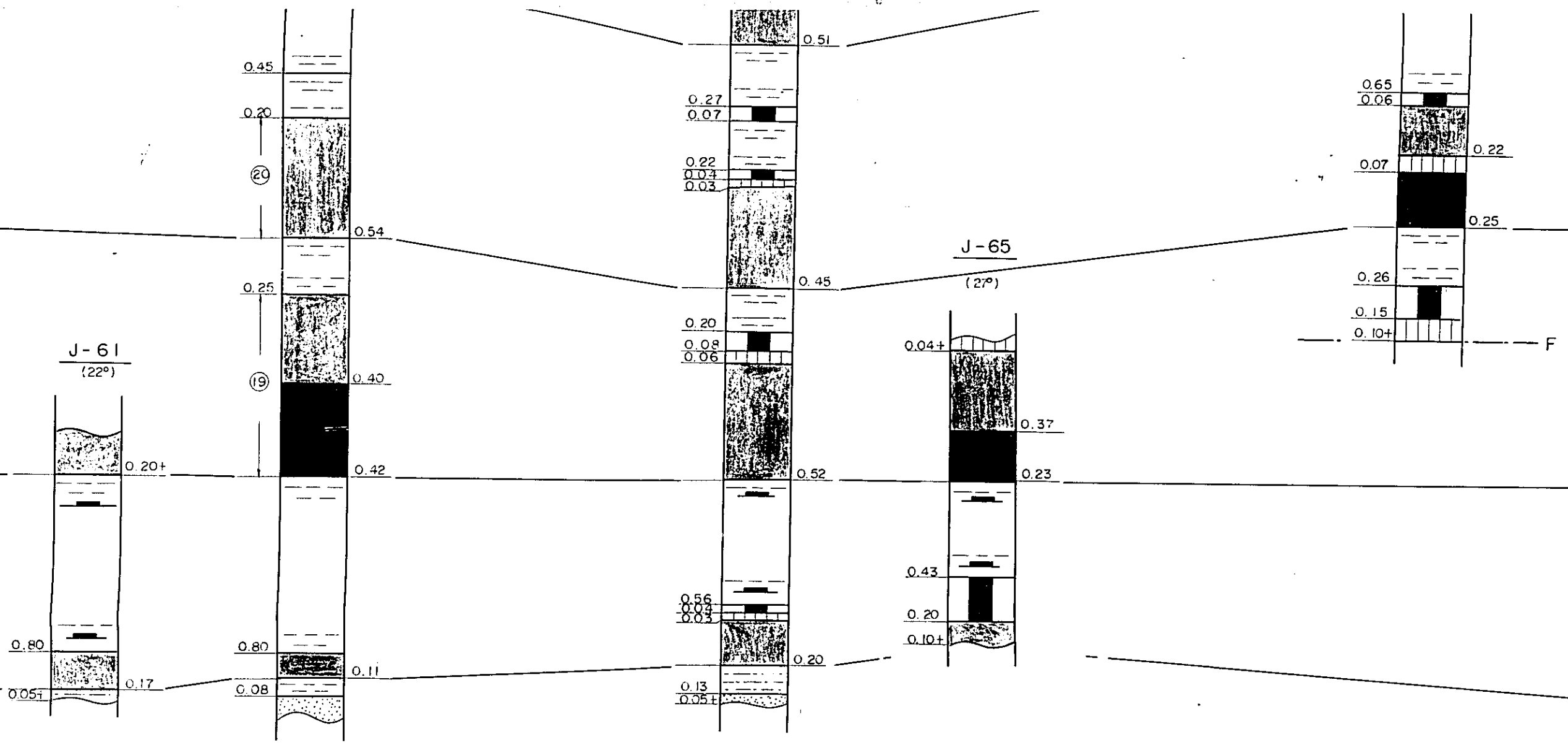












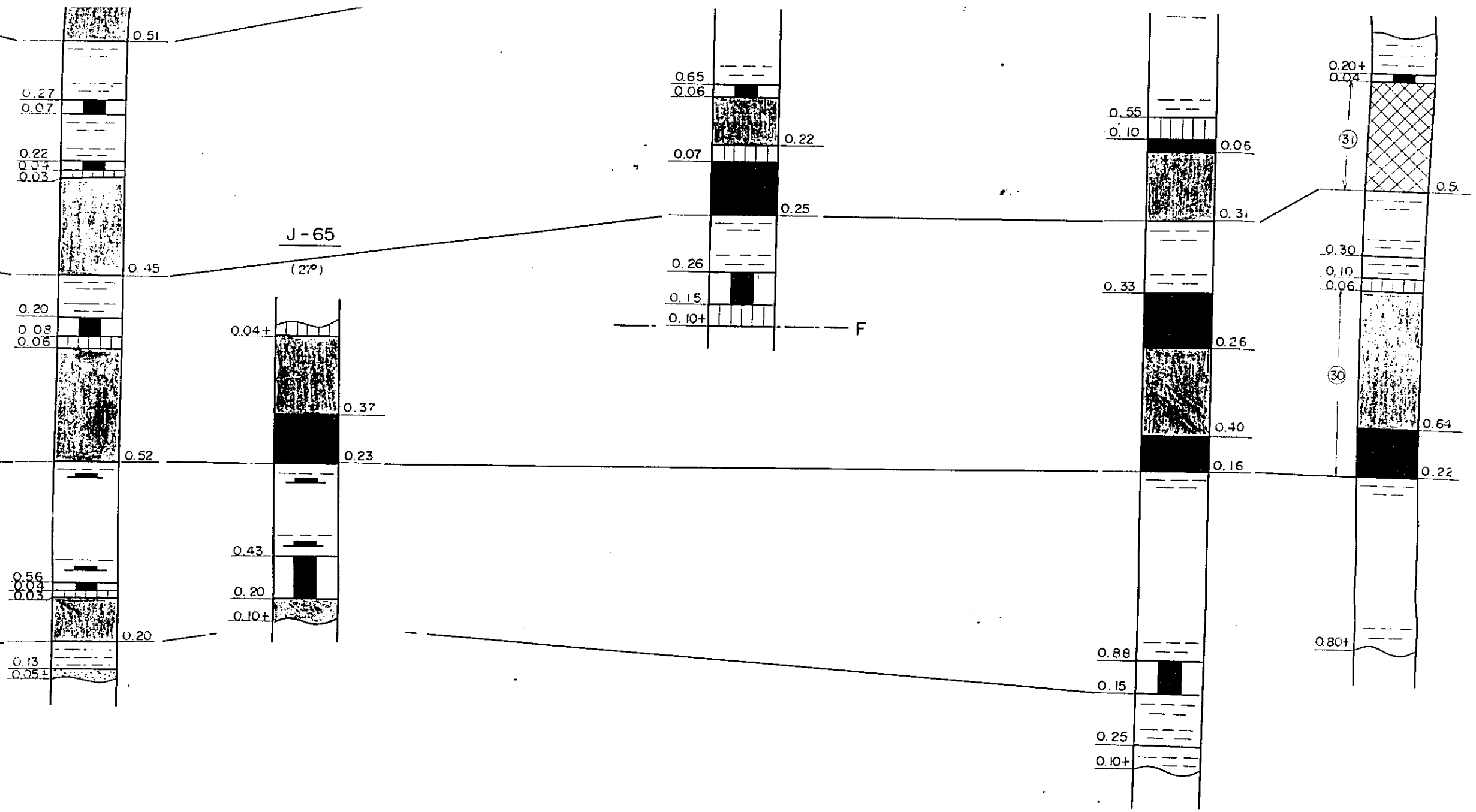
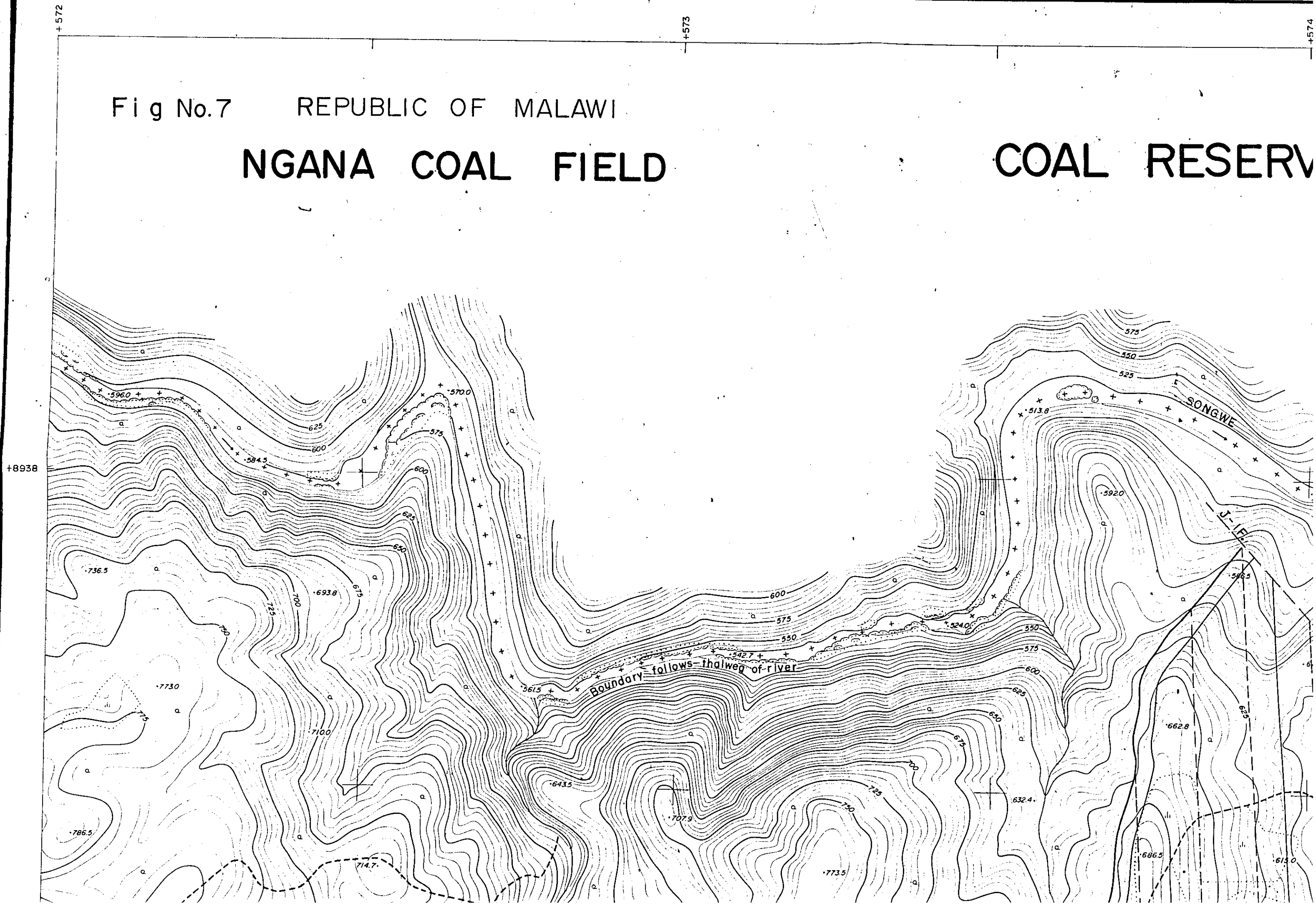


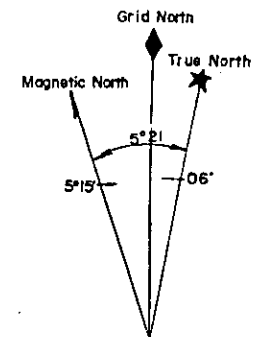
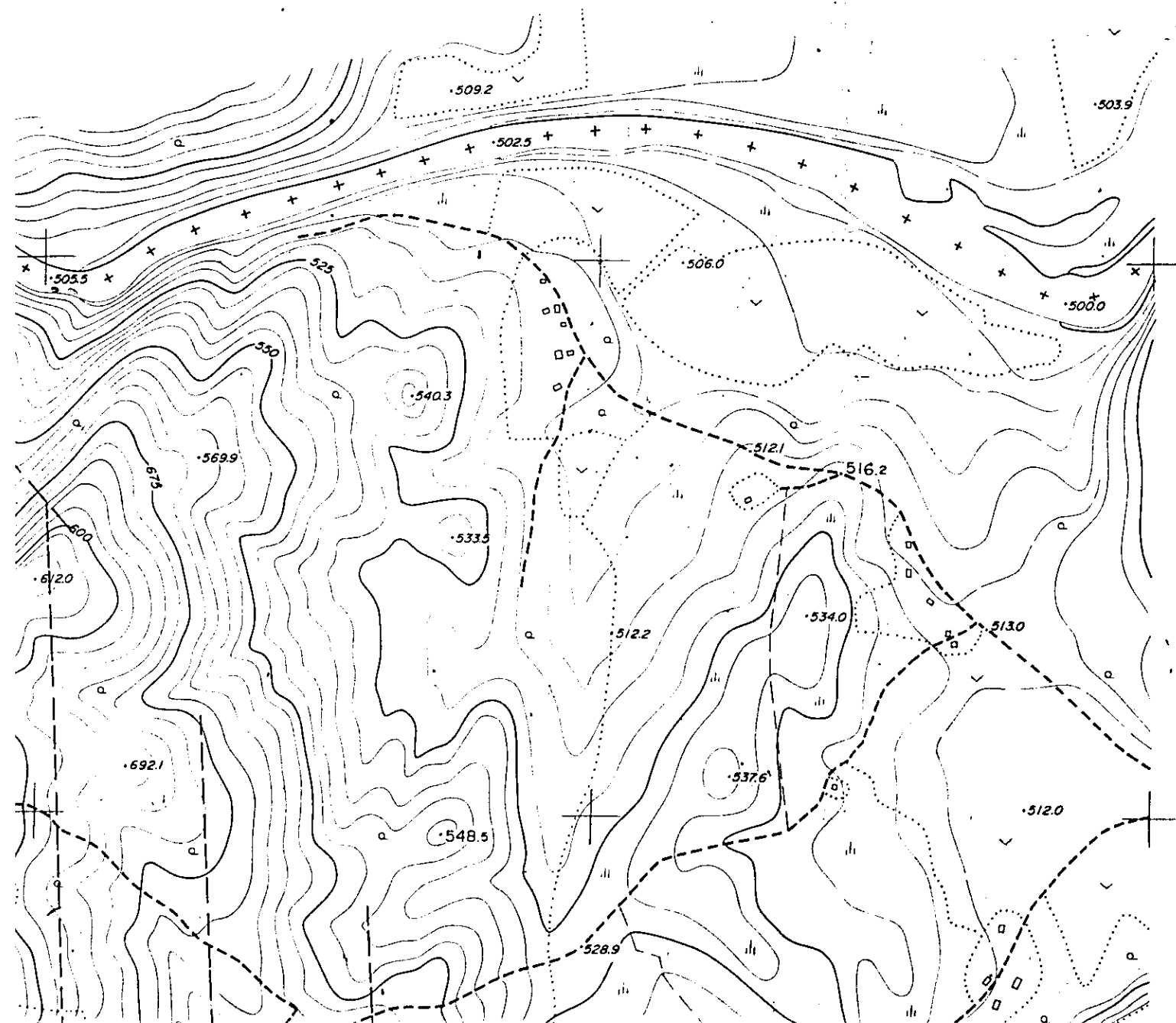
Fig No.7 REPUBLIC OF MALAWI

# NGANA COAL FIELD




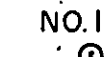
# COAL RESERV








# RESERVES MAP



## REAGENT

-  Outcrop Line of NO.5 Seam
-  500m Contour Line of NO.5 Seam
-  Calculated Area of Coal Reserves
-  NO.1 Borehole by S.A.

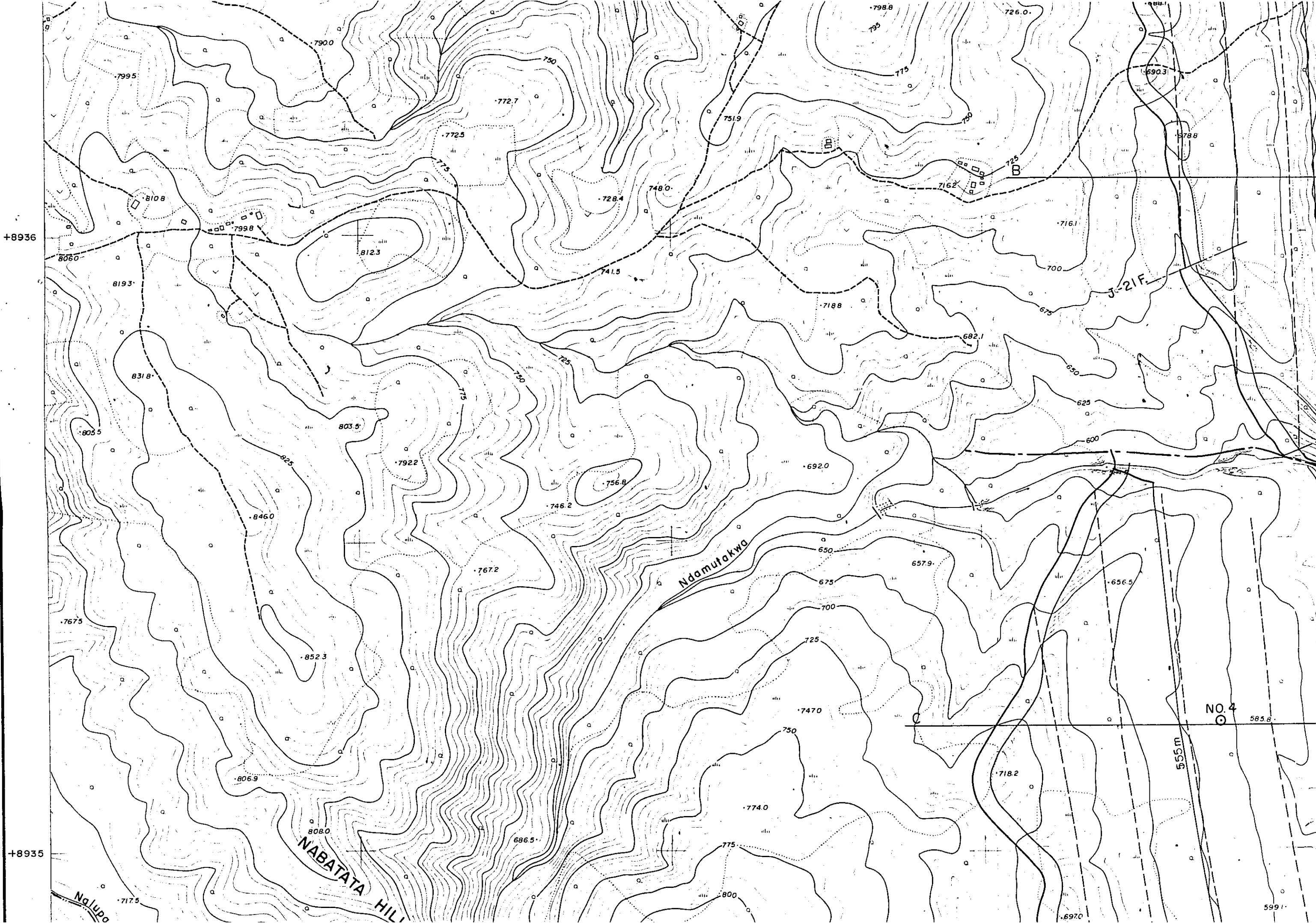
## LEGEND

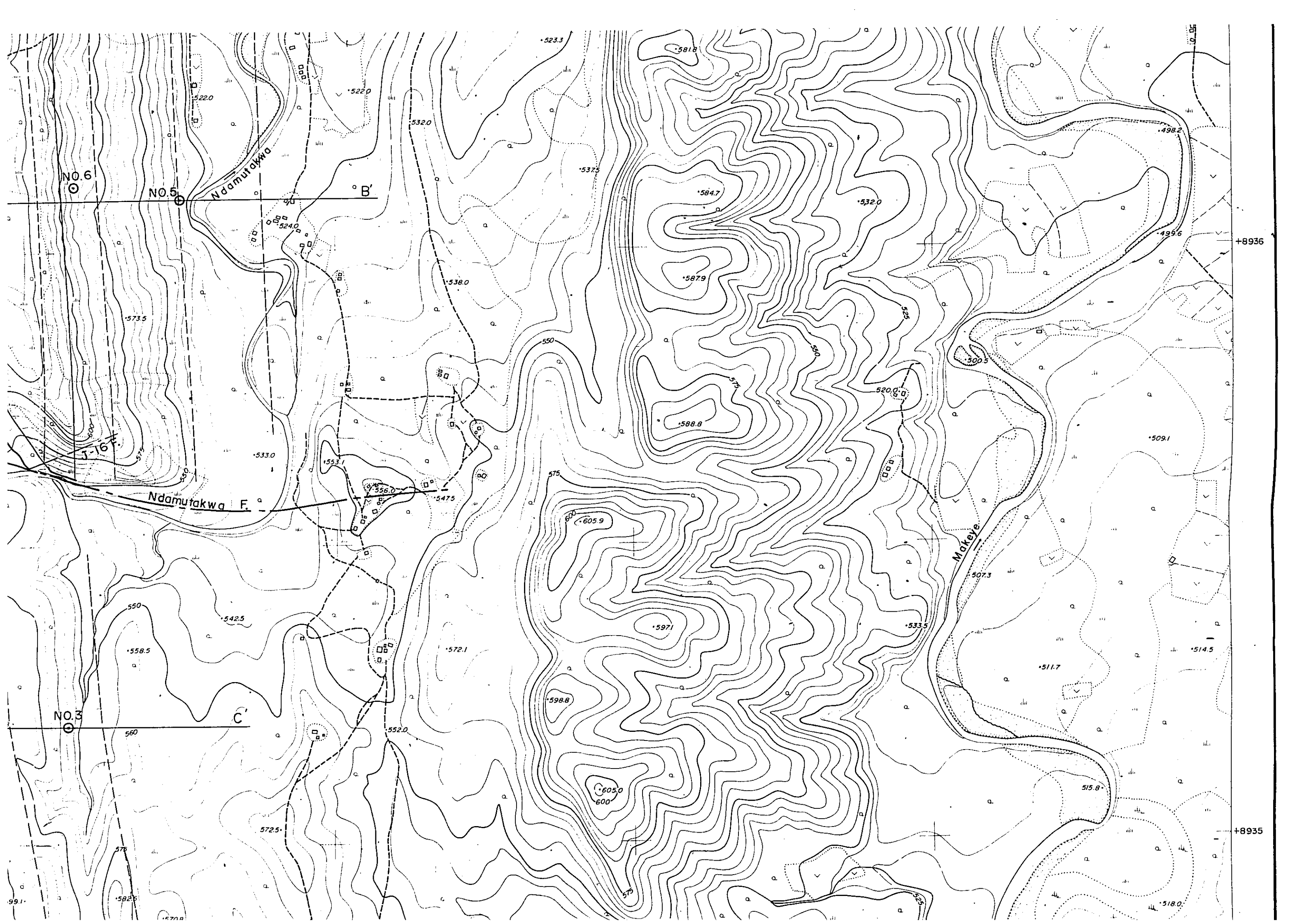
-  128.9 Triangulation Point
-  161.3 Spot Height
-  Building
-  Pond /Lake
-  Crumbling Cliff











+8935

Nalupanga

NABATATA HILLS

+8934

ATA HILLS

Lupumbwa

Lupumbwa

B

C

NO.8

650m

600m

570m

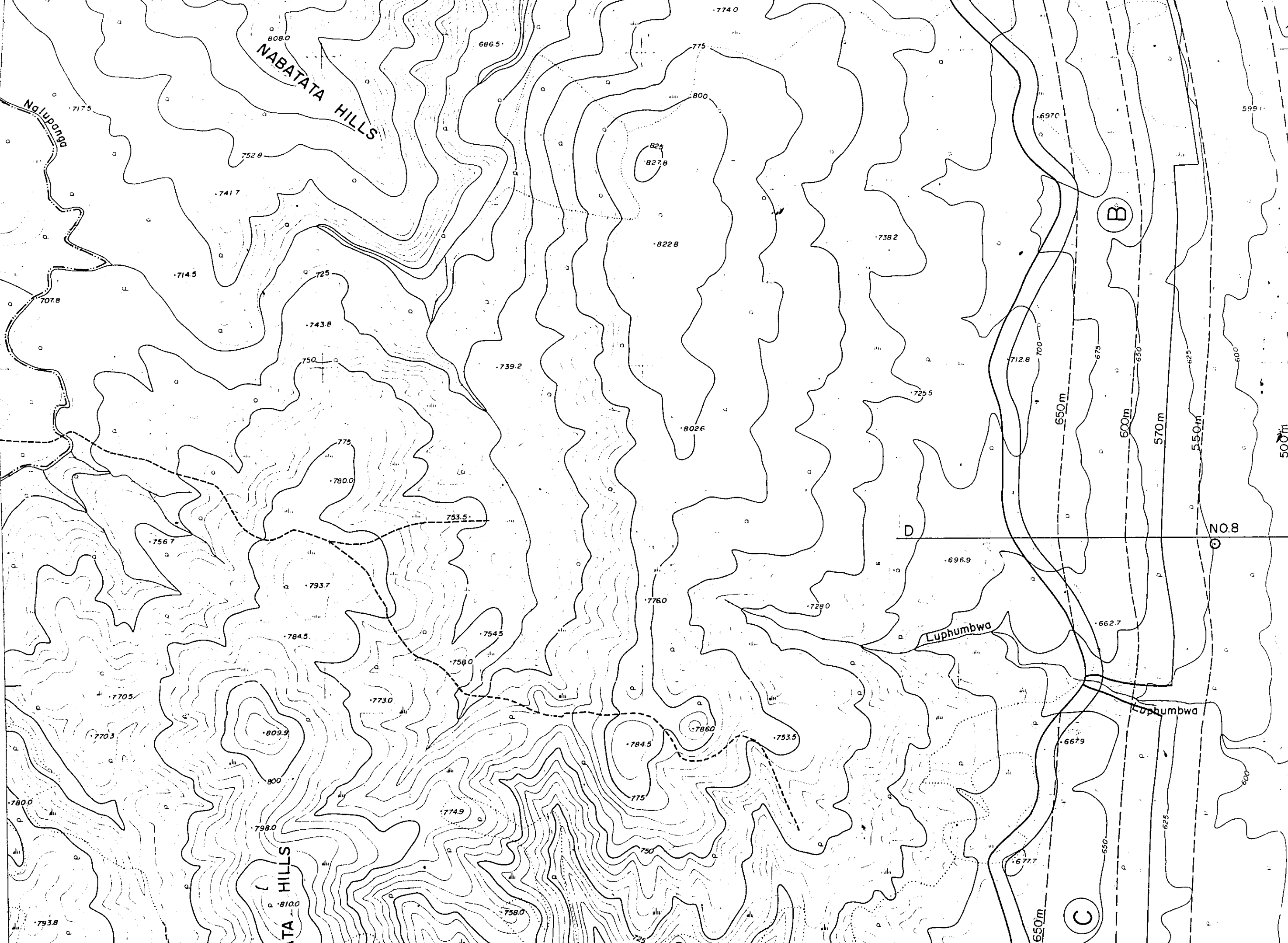
550m

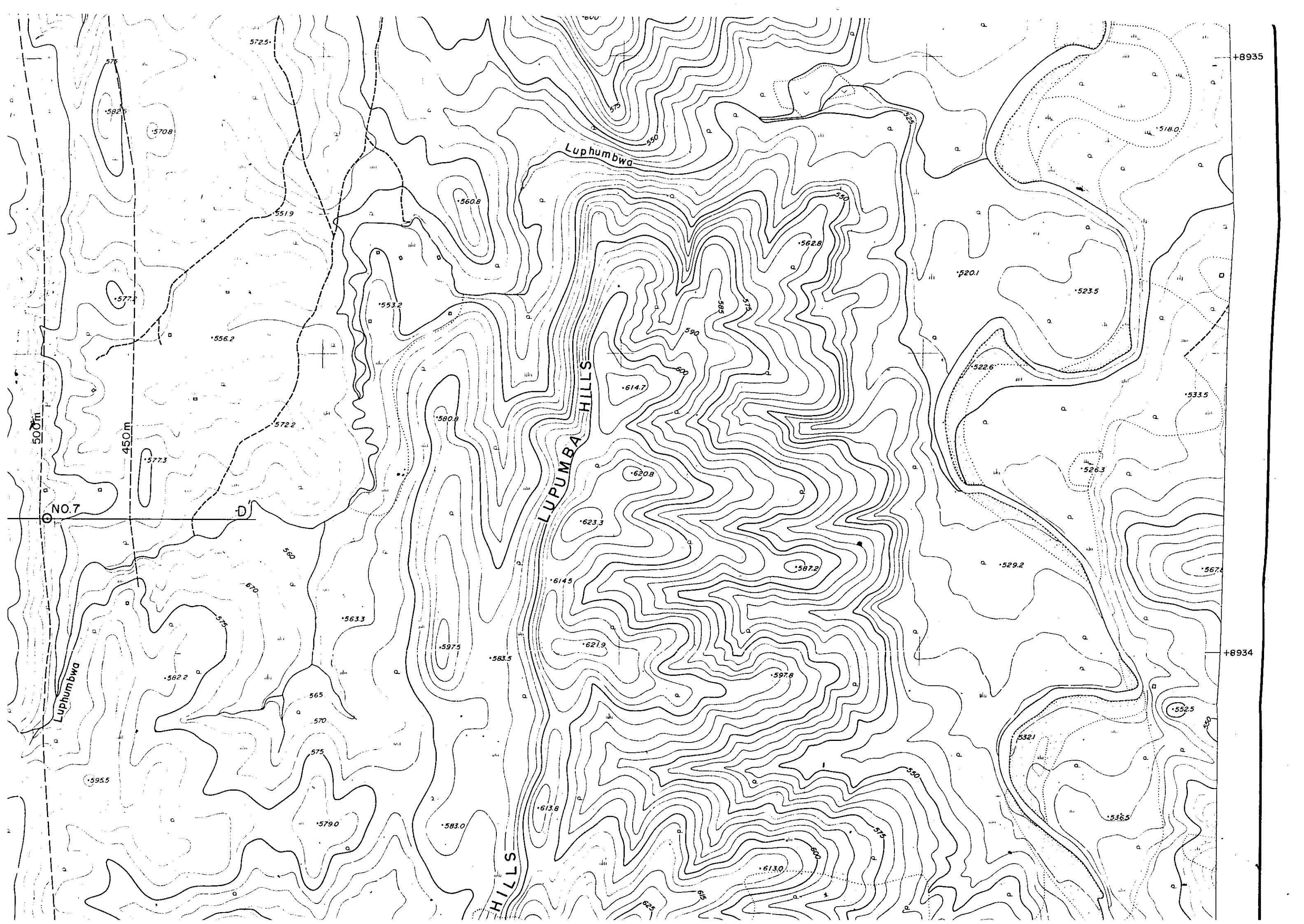
500m

650m

625

600





+8935

+8934

500m

450m

NO. 7

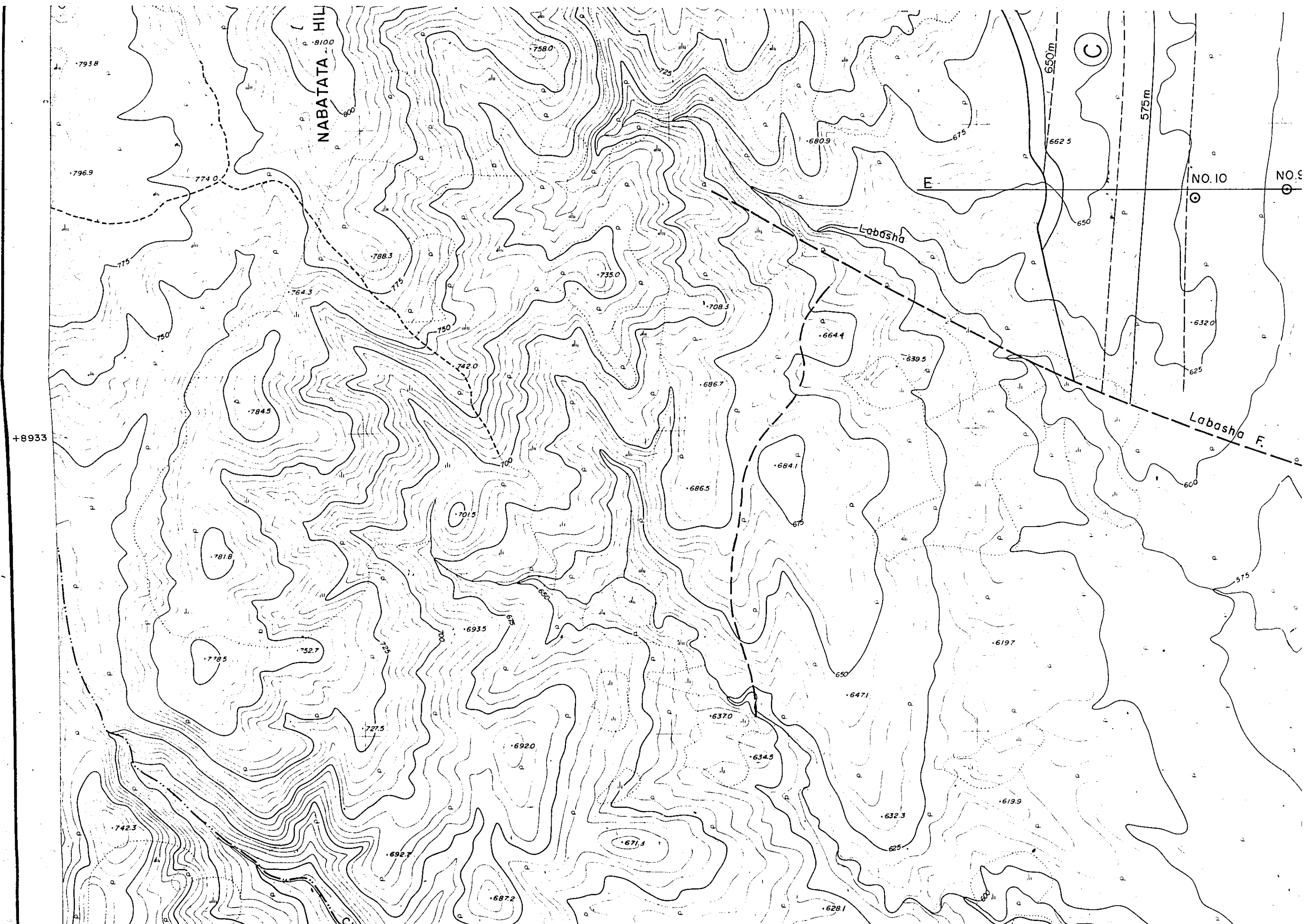
D

LUPUMBA HILLS

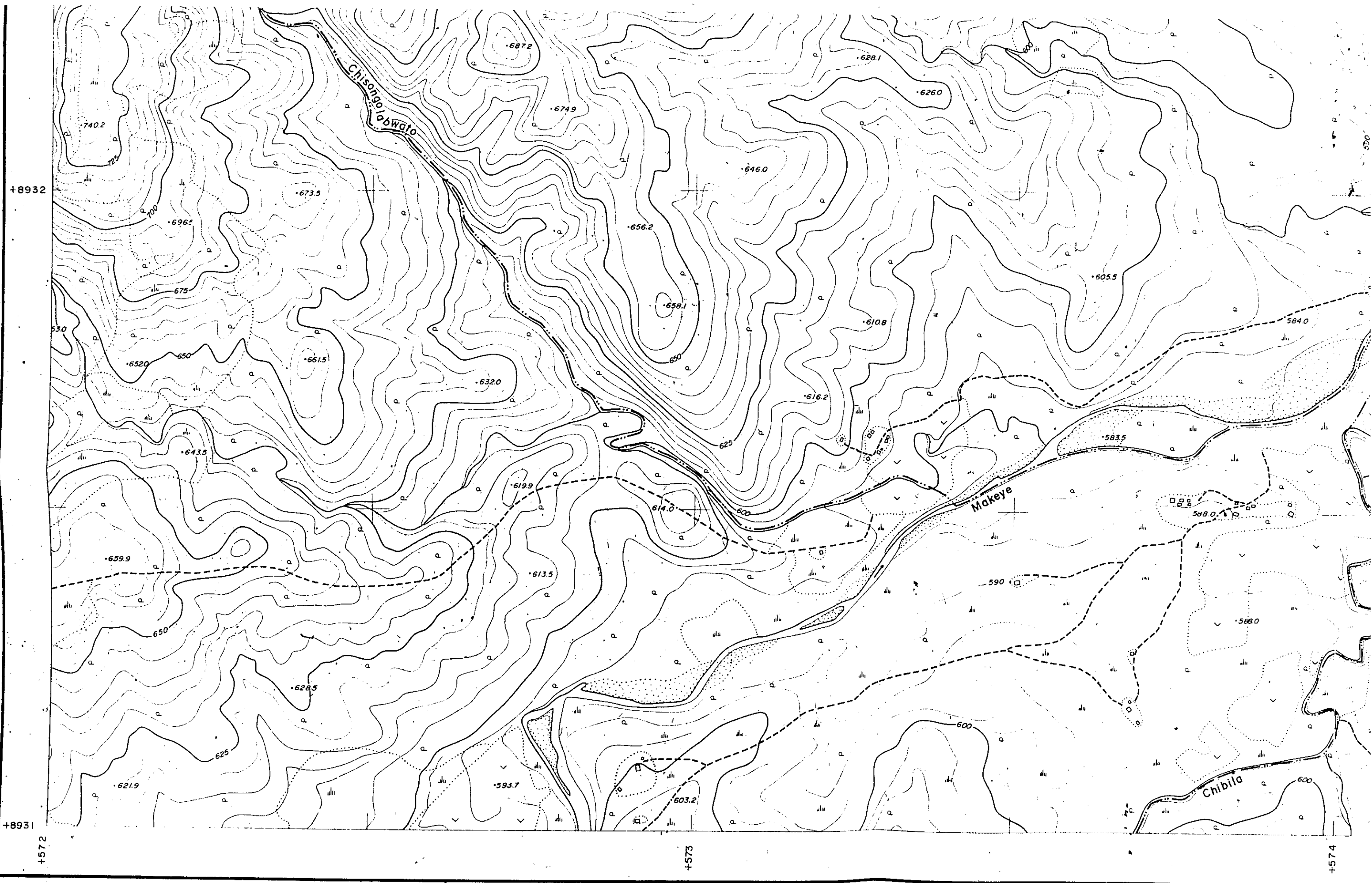
Lupumbwa

Lupumbwa

HILLS







+8932

+8931

+572

+573

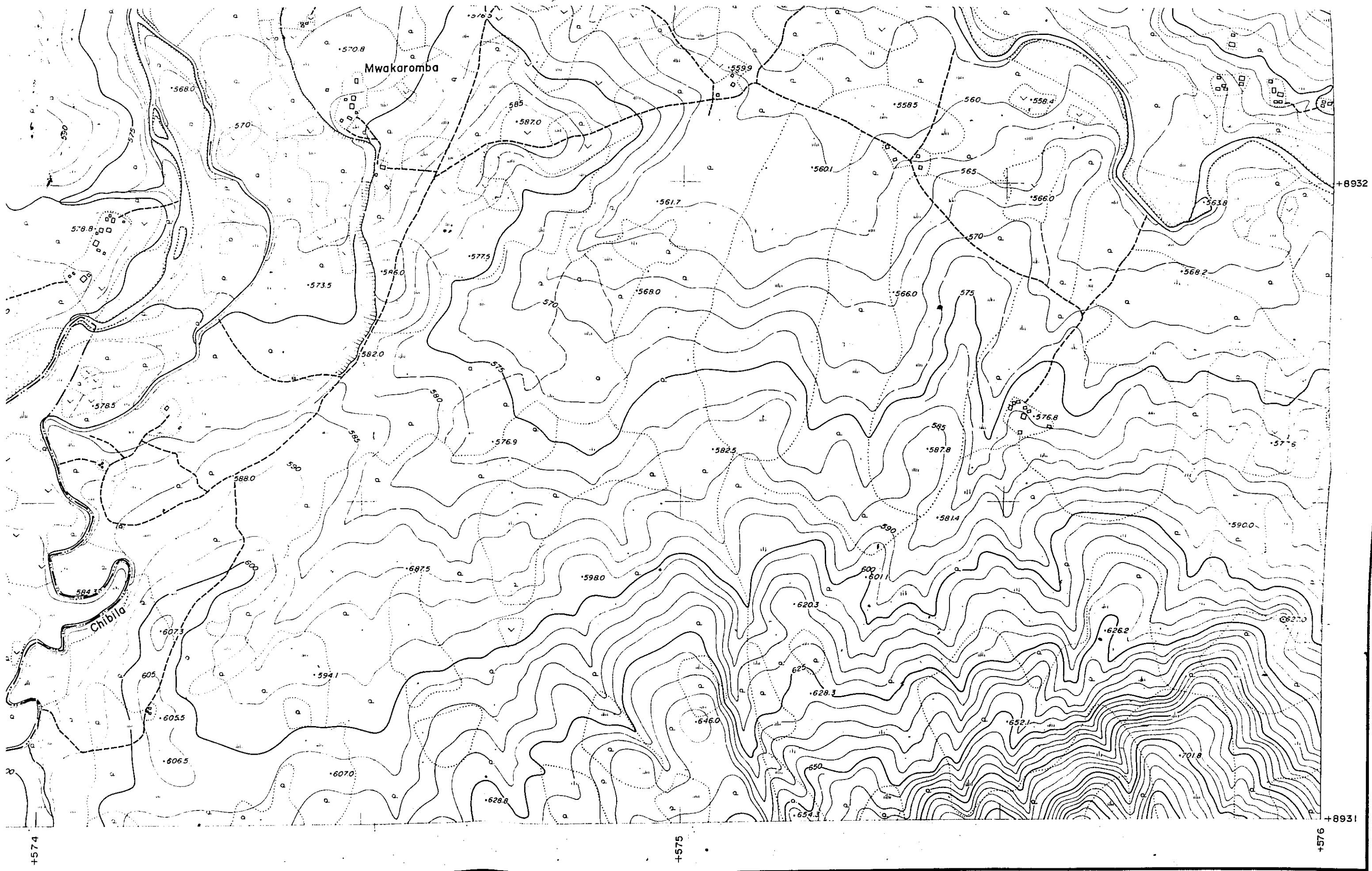
+574

Chisongobwato

Makeye

Chibila





Mwakaromba

Chibila

+574

+575

+8932

+8931

+576

+572

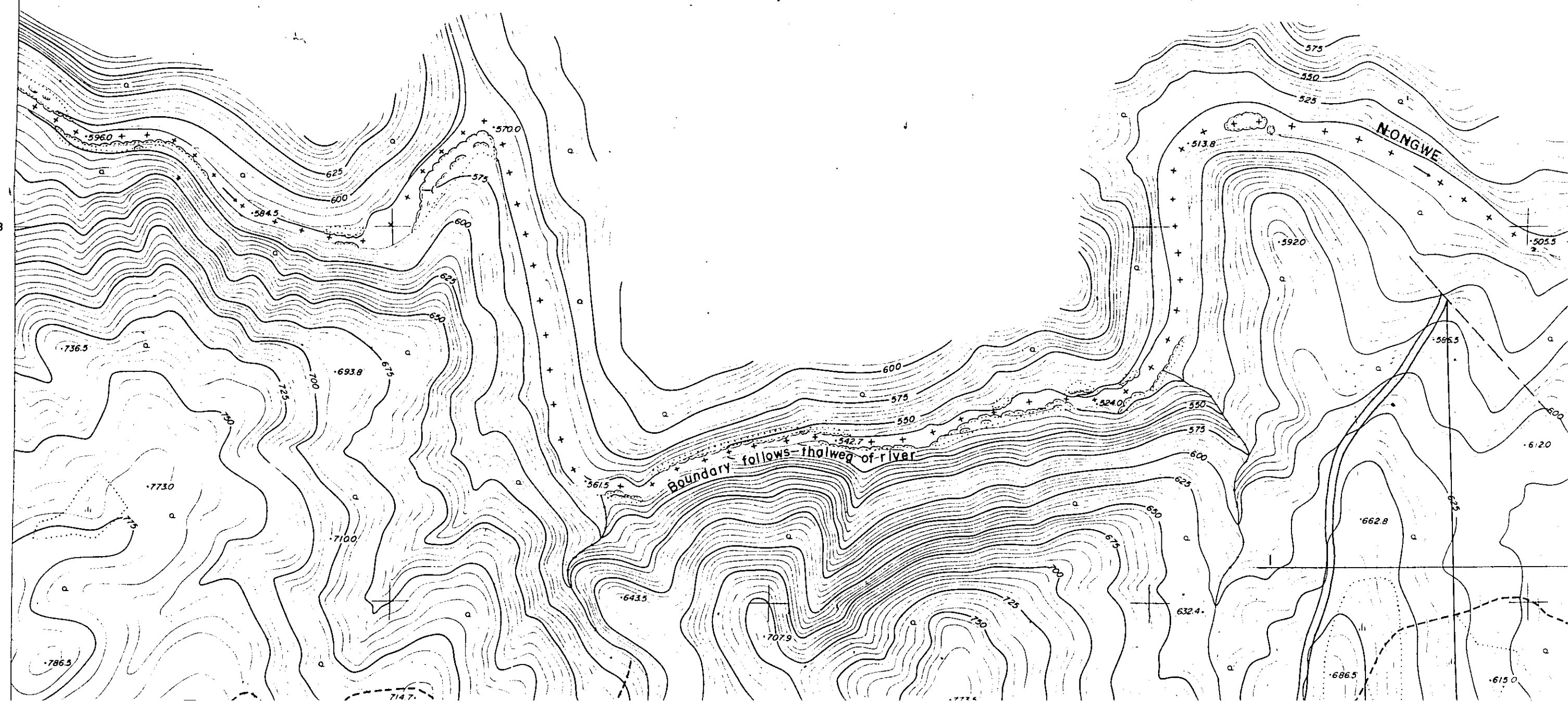
+573

+574

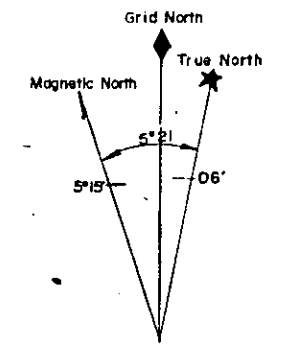
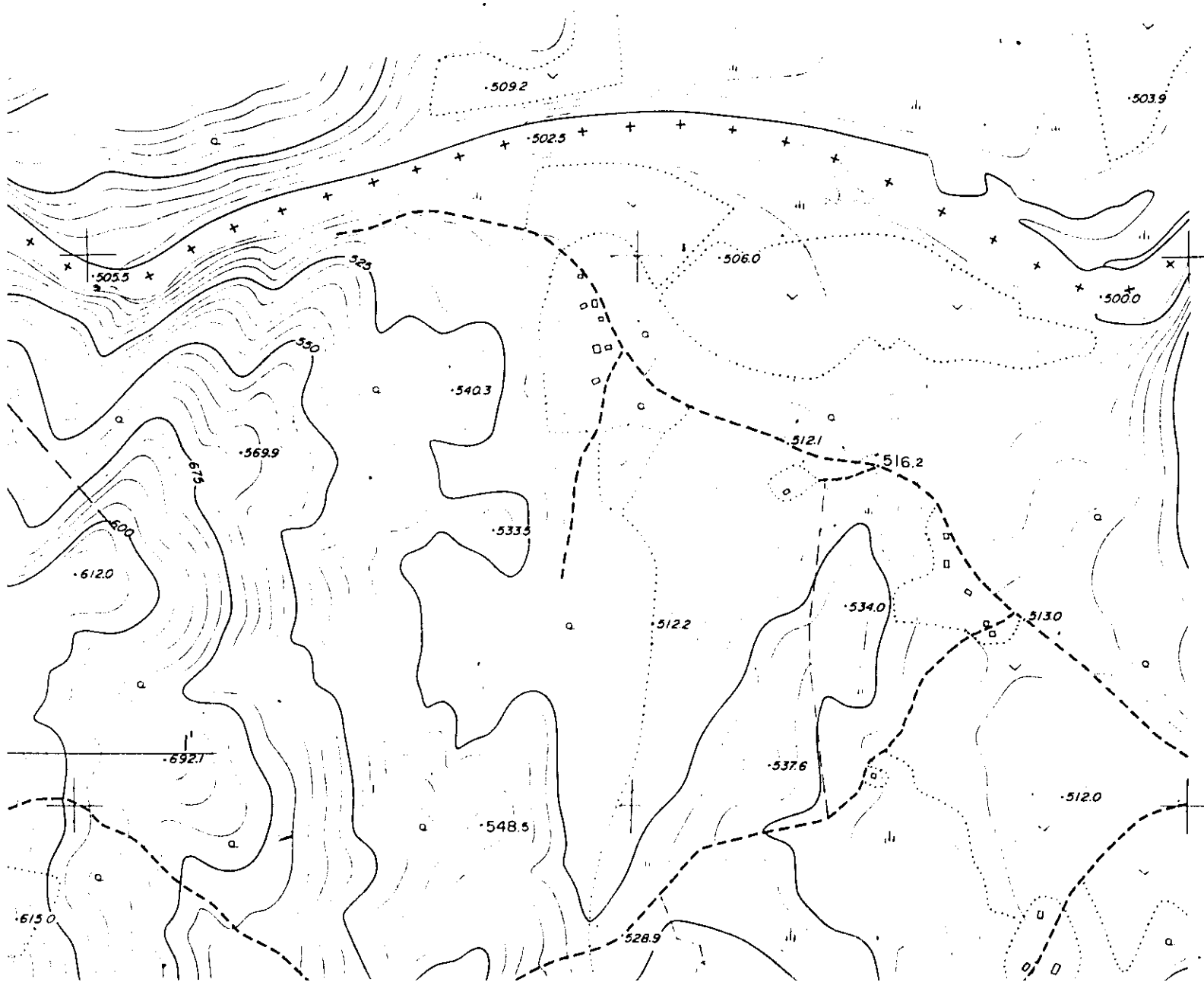
Fig No.8 REPUBLIC OF MALAWI  
 NGANA COAL FIELD

SURFACE MINING

+8938



# MINING MAP



## LEGEND

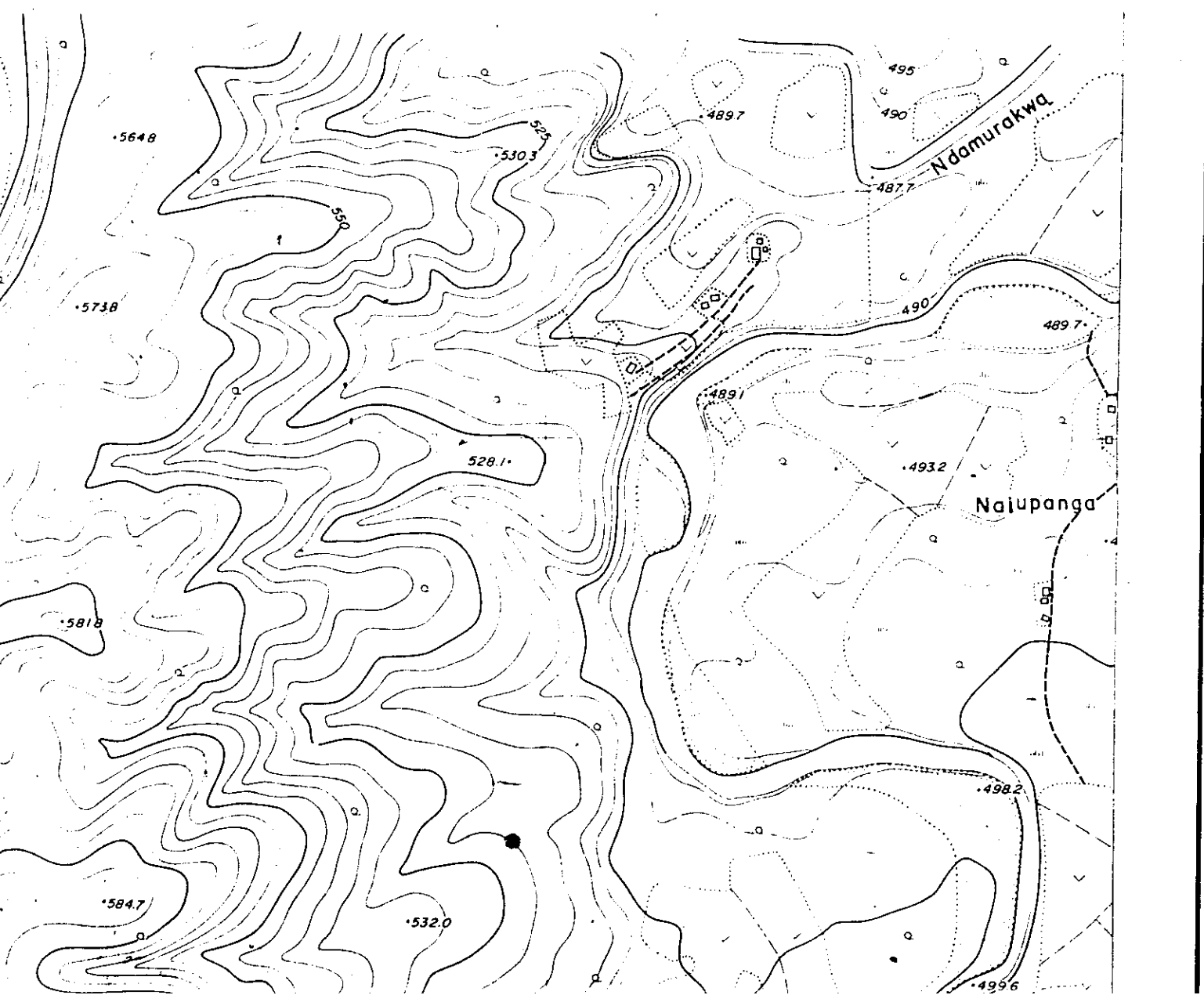
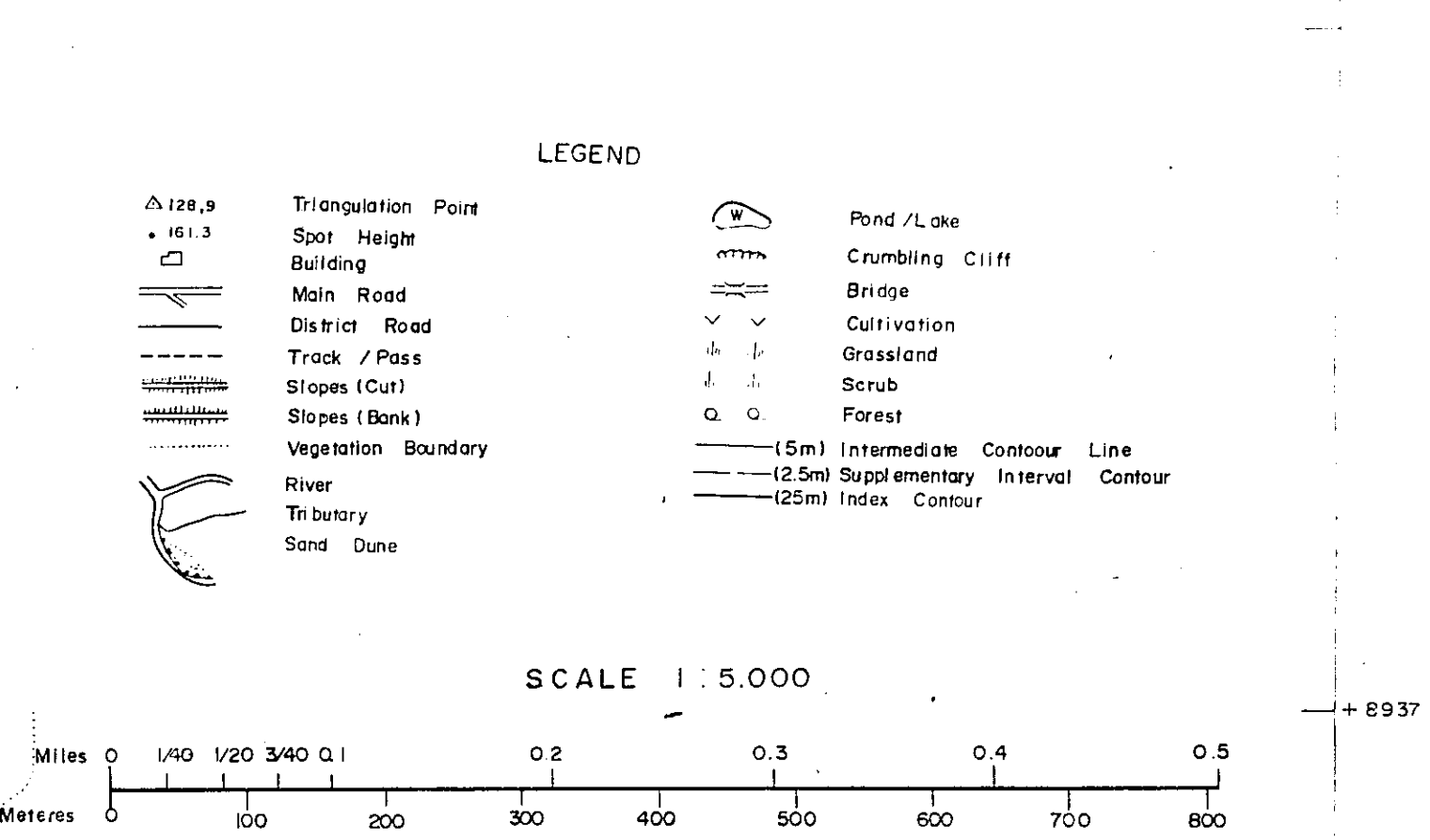
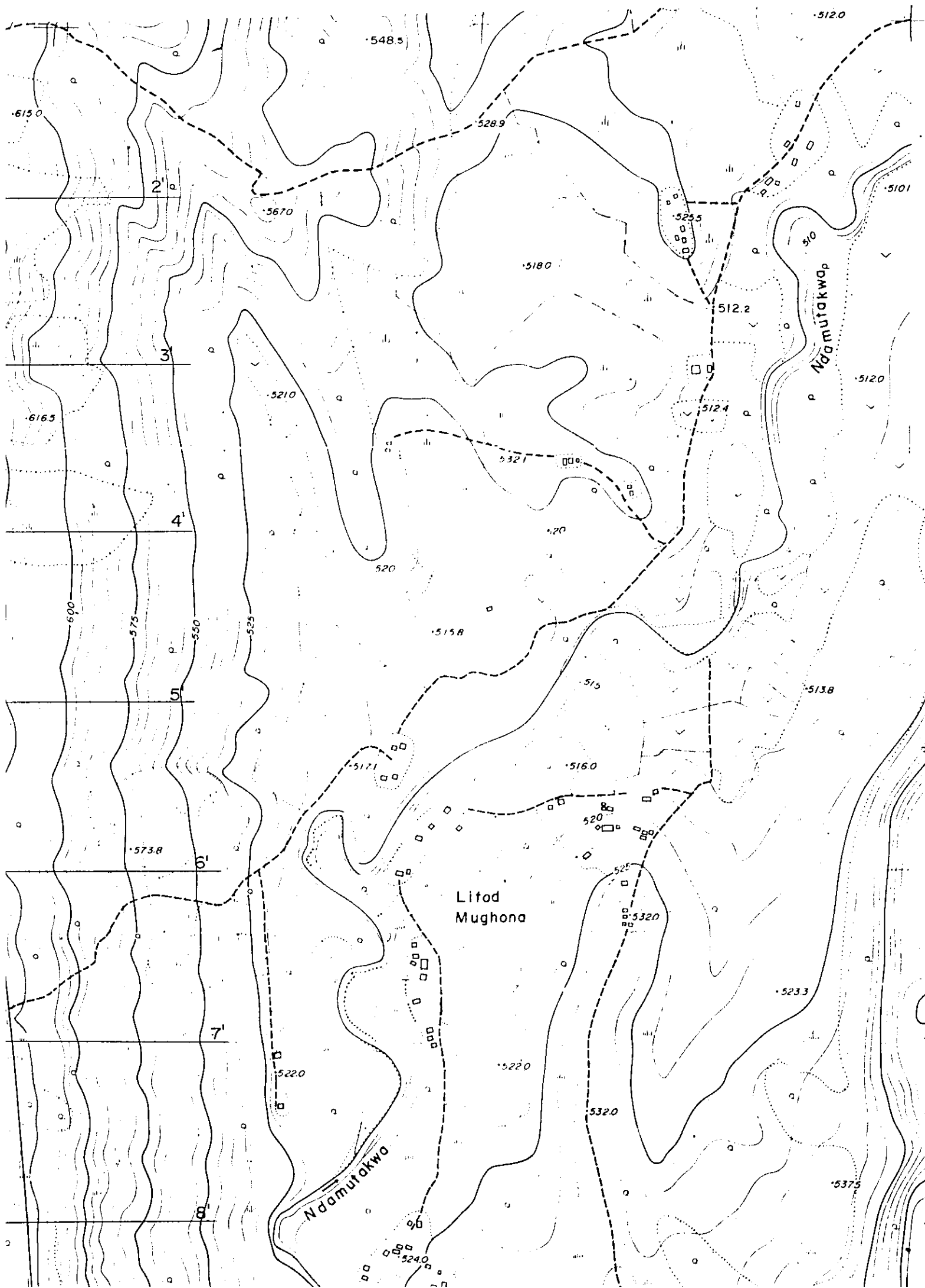
△ 128.9  
• 161.3

Triangulation Point  
Spot Height



Pond /Lake





+8936

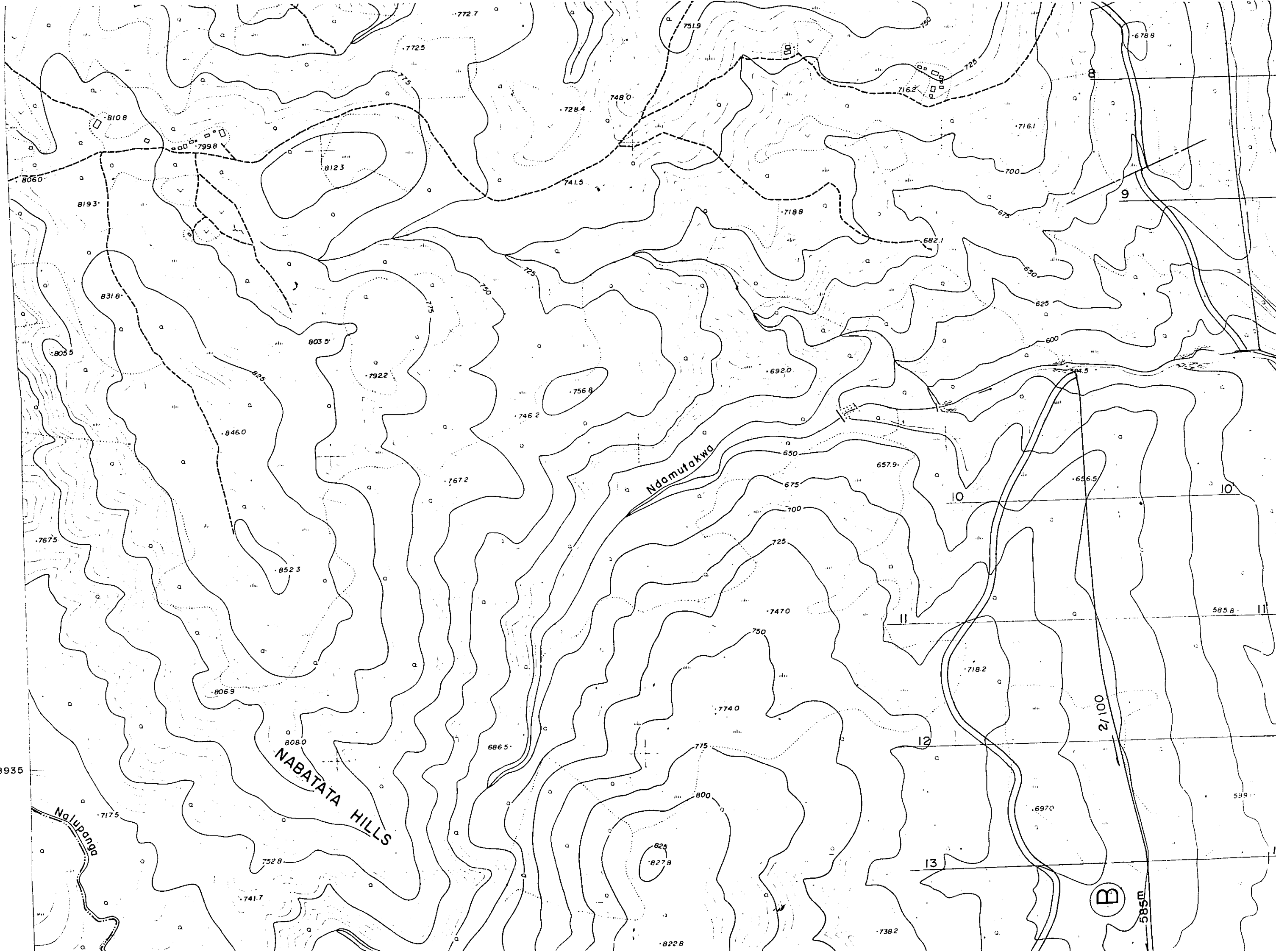
+8935

Nalupanga

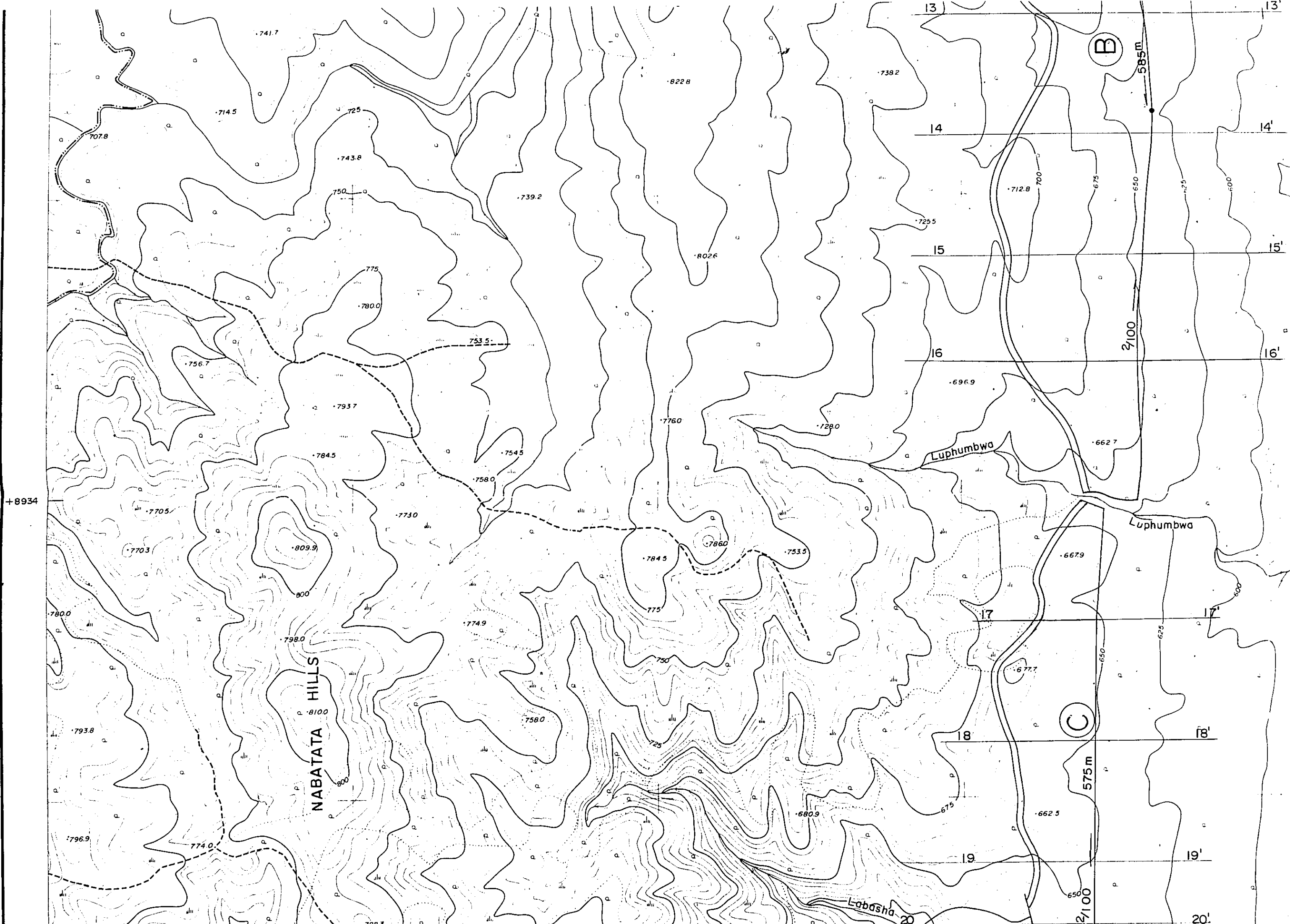
NABATATA HILLS

Ndamutakwa

585m







+8934

NABATATA HILLS

Lupumbwa

Lupumbwa

Labasha

B

C

585m

575m

2100

2100

