

スワジランド王国石炭開発計画調査

報告書

(要約)

1982年12月

国際協力事業団

52.9
66.7
MPN

鉱計資
64(33)
82 - 149

JICA LIBRARY



1018203181

スワジランド王国石炭開発計画調査

報告書

(要約)

1982年12月

国際協力事業団

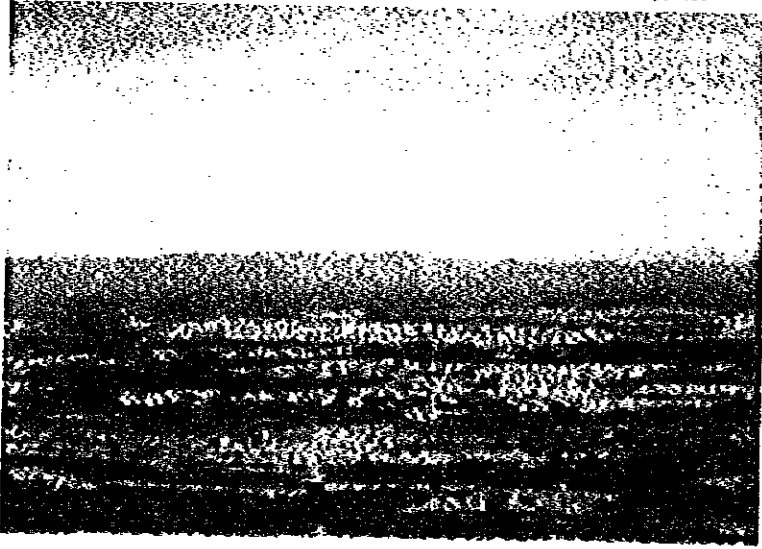
國際協力事業團	
國際協力事業團	
入 58. 5. 30	529
月 84. 8. 20	67M
13194	MPN

目 次

1. 調査の経緯および目的	1
2. 調査の実施概要	3
(1) 調査工程	3
(2) 派遣技術者と現地側カウンターパート	3
(3) 調査内容	3
3. 調査結果と解析	11
(1) 地 質	11
(2) 炭層賦存状況	13
(3) 層準対比	18
(4) ドレライト	18
(5) 堆積環境	21
(6) 炭 質	21
(7) 炭 量	21
4. 結語および提言	30

第 1 表	試錐工事の概要	7
第 2 表	主要炭層一覧表	14
第 3 表	石炭分析結果一覧表(分析:日本)	24
第 4 表	炭量計算表	29
第 1 図	位置図	2
第 2 図	探鉱作業概要	4
第 3 図	試錐位置図	6
第 4 図	Karoo系標準柱状図	12
第 5 図	炭柱図 (DD 49,1:20)	17
第 6 図	物理検層の模式プロファイル	19
第 7 図	ドライト頻度図	20
第 8 図	砂岩-頁岩比 (Lower Coal Zone 下部)	22
第 9 図	石炭比 (Lower Coal Zone 下部)	23
第10 図	試錐計画図	31
写真 1	調査地域景観	iii
付図 1	地質図 (1:25,000)	
付図 2	地層対比図 (北部地区, 1:1,000)	

写真1. 調査地域景観



ルブク地域遠景
ルボンボ山地より西方
のルブク地域を望む。

1.

ルブク地域内のブッシュ
を伐開した測線



2.



試錐予定地周辺の微気
探査

3.

1. 調査の経緯および目的

スワジランド王国は現在そのエネルギー資源の約40%を南アフリカ共和国からの輸入に依存しているが、同国の第3次国家開発計画(1978~1982年度の5ヶ年計画)でエネルギー資源の国内自給自足の達成を主な目標の一つにしている。特に石炭については同国の将来重要なエネルギー資源であり、現在までに浅部に賦存する石炭についてはスワジランド政府および民間企業の手によって断片的に探鉱が行われている。同国政府はエネルギー資源の国外依存解消および石炭輸出による外貨収入を図り、同国の経済発展に寄与させるために、現在まで未探査であった炭田深部に賦存する石炭資源の探鉱開発を決定し、深部石炭試錐計画を立案した。

このような背景の下に、スワジランド政府は1979年5月に深部石炭試錐計画の実施に関し日本政府の技術協力を要請した。日本政府はこれを受けて、ルブク地域における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。1980年3月25日に国際協力事業団とスワジランド地質調査鉱山局との間で、本調査実施要領に関する Scope of Work が取り交わされた。本探査を実施するために JICA チームが編成され、1980年11月に調査を開始した。

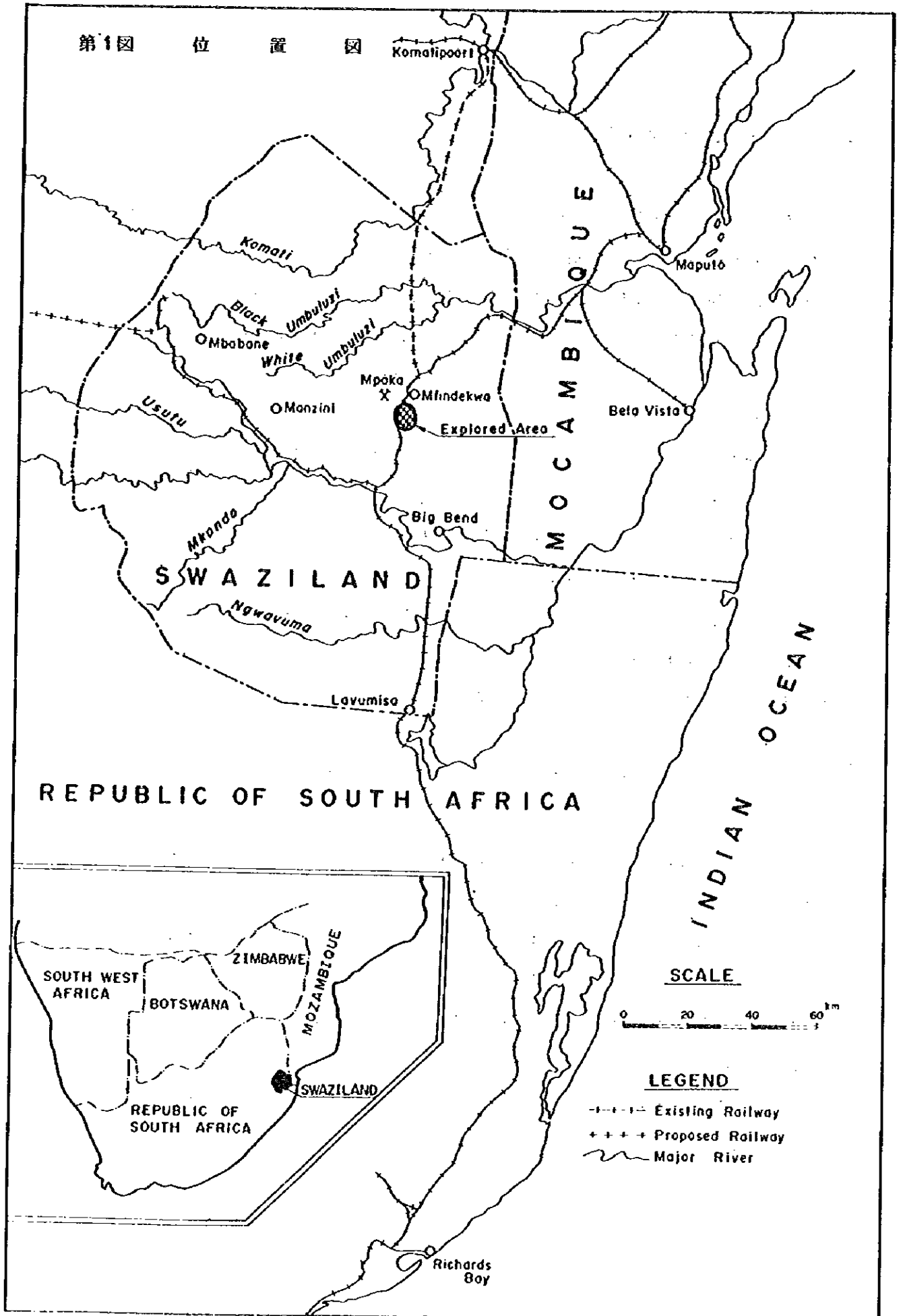
ルブク地域における炭層賦存状況を調査し、将来の炭鉱開発の可能性を検討する際の基本的資料を作成し、爾後の探鉱計画および採炭計画の立案に資することを調査の目的とする。

調査の対象は Karoo 系、中部 Ecca 統中の Lower Coal Zone のうち、主として地表から 200 m 以深の深部に賦存する炭層群である。

ルブク地域はスワジランド王国の中央東部、首都 Mbabane の東南東約 70 km、東経 31° 50'、南緯 26° 30' 付近に位置する。本地域北端の約 5 km 北方を主要国道(舗装)が走り、地域西部を Maputo 港および Richards Bay 港に至る鉄道が通っており交通至便である(第1図)。

なお、スワジランド政府の実施機関は地質調査鉱山局、関係機関は商工鉱業観光省、経済企画統計庁である。

第1圖 位置圖



2. 調査の実施概要

(1) 調査工程

調査工程は第2図に示すとおりである。

(2) 派遣技術者と現地側カウンターパート

本調査実施のために日本から派遣した技術者およびスワジランド側のカウンターパートは次のとおりである。

	氏名	担当	所属	期間
日本側	野崎元	総括・地質	住友石炭鉱業海外石炭開発部技師	55.11.11~12.21, 56.2.15~3.25, 56.7.18~8.1, 57.2.12~3.4, 57.10.30~11.14
	菅原通敬	地質	住友石炭鉱業海外石炭開発部技師	56.7.18~8.16
	根岸敏雄	地質	住友石炭鉱業海外石炭開発部技師	55.11.11~12.20
	畠山広一	試錐・測量	住友石炭鉱業海外石炭開発部	55.12.8~56.3.20 56.8.1~57.3.3
	石原紀夫	地質・試錐	住友石炭鉱業海外石炭開発部	55.12.8~56.3.20 56.8.1~57.3.3
	坊城俊厚		国際協力事業団	55.11.14~12.20
	矢嶋弘一		国際協力事業団	57.10.30~11.14
スワジランド側	M.C.Me Keown	総括	Geological Survey and Mines Dept.	55.11.17~56.3.22 56.7.21~57.3.1
	F.Stocks	試錐	同上	55.11.17~56.3.18 56.8.3~57.3.1
	S.N.Maphanga	地質	同上	55.12.1~56.3.18 56.8.3~57.3.1
	L.Strachan	地質	同上	56.8.3~57.3.1
	M.M.Magagula	地質	同上	56.8.3~57.3.1

(3) 調査内容

現地調査は1980年度(1980年11月11日~1981年3月25日)および1981年度(1981年7月18日~1982年3月4日)の2回に分けて、スワジランド政府関係機関の協力を得て実施

第2図 探鉱作業概要

	Phase I 80/11	12	8/1	2	3	Phase II 81/7	8	9	10	11	12	82/1	2	3	Remarks
Exploration	12/21 DD1 1/17 DD3 2/14 254.30m 307.75m 2/17 DD10 3/8 297.00m 12/21 DD6 1/22 344.55m	12/21 DD8 2/10 3/1 3/3 295.30m	1/21 DD28 3/9 29.61m 442.81m	12/21 Pre-survey Mission	2/8 DD48 3/8 316.20m 3/2 DD57/21 215.05m 3/25 DD11 3/4 322.95m	9/28 DD25 2/24 9/28 DD31 1/21 1/8 DD52 3/1 418.13m 544.34m 492.65m 471.88m 9/18 9/2 DD51 9/21 1/4 DD38 9/2 3.0m 441.38m 499.28m 10/7 DD13 1/18 1/30 DD23 426.19m 421.15m 465.22m 9/14 DD10 9/30 1/14 DD41 2/4 104.48m 235.48m 1/22 DD8 2/3 135.21m 1/8 DD36 12/7 2/8 DD4 325.36m 562.80m 325.36m 1/7 1/8 DD9 2/4 1/10 1/8 12/18 1/7 1/8 1/20 1/28 DD45 DD49 395.40m DD43 400.65m 241.99m 1/23 12/7 12/18 1/14 1/8 2/8 2/17 DD34 320.13m 1/17 1/23 DD27/8 227.98m 321.27m	7/10 8/1 Pre-survey Mission	7/10 8/1 H. Nozaki M. Sugawara 8/18	9/1 H. Hatakeyama N. Ishihara	7/21 M.C. McKeown (Coordinator)	9/3 F. Stocks (Drilling Engineer)	9/3 S.N. Maphanga (Geologist) L. Strachan (Geologist) M.M. Magagula (Trainee Geologist)	3/12 3/4 H. Nozaki	Total Drilling Holes : 28 Holes Total Drilling Length : 10,660.84 meters	
JICA Team Member	11/11 Pre-survey Mission	12/21 H. Nozaki T. Negishi T. Bojo	11/28 12/20 H. Hatakeyama N. Ishihara	3/25 H. Nozaki	7/10 8/1 H. Nozaki M. Sugawara 8/18	7/10 8/1 H. Hatakeyama N. Ishihara	7/21 M.C. McKeown (Coordinator)	9/3 F. Stocks (Drilling Engineer)	9/3 S.N. Maphanga (Geologist)	3/12 3/4 H. Nozaki					
Swaziland Counterparts	11/17 Pre-survey Mission	12/21 H. Nozaki T. Negishi T. Bojo	11/28 12/20 H. Hatakeyama N. Ishihara	3/25 H. Nozaki	7/10 8/1 H. Nozaki M. Sugawara 8/18	7/10 8/1 H. Hatakeyama N. Ishihara	7/21 M.C. McKeown (Coordinator)	9/3 F. Stocks (Drilling Engineer)	9/3 S.N. Maphanga (Geologist)	3/12 3/4 H. Nozaki					

された。また、国内解析作業は1982年度に行った。

i) 試錐工事

試錐は炭層が地表下 200m 以深に賦存するとみられる南北約14km, 東西 5 ~ 6 km の面積約80km²の地域で、原則として2 km 間隔で掘削した。なお、炭層が比較的安定して発達するとみられる北部では、東西方向の2 測線で試錐間隔は1 km とした(第3図)。

試錐工事実績

1980年度：試錐本数9本, 延2825.62m

1981年1~2月に予期せぬ異常集中豪雨により工事が遅延するとともに、ドレライトの破砕帯に遭遇し孔内崩壊によるジャミング事故のため、3孔が掘削中断となった、

1981年度：試錐本数22本, 延7,835.22m(前年度中断した3孔の継続掘削を含む)

豪雨および掘削障害対策を十分に講じたので、前年度中断した3孔の掘削継続(2孔はウェッジ使用, 1孔はBQに口径を落す)も含めて予定どおり完了した。

総工事量：試錐本数28本, 総掘削長10,660.84m

試錐は主としてワイヤーライン工法によって実施し(工事は南アフリカの試錐業者が行った)、掘削能率は1980年度が15.3m/日(原則として操業は1方/日, 一部2方/日)、1981年度が20.7m/日(原則として2方/日)であった。また、コア回収率は1980年度が97%以上, 1981年度が99%前後と非常に良好であった。

試錐工事の概要を第1表に示す。

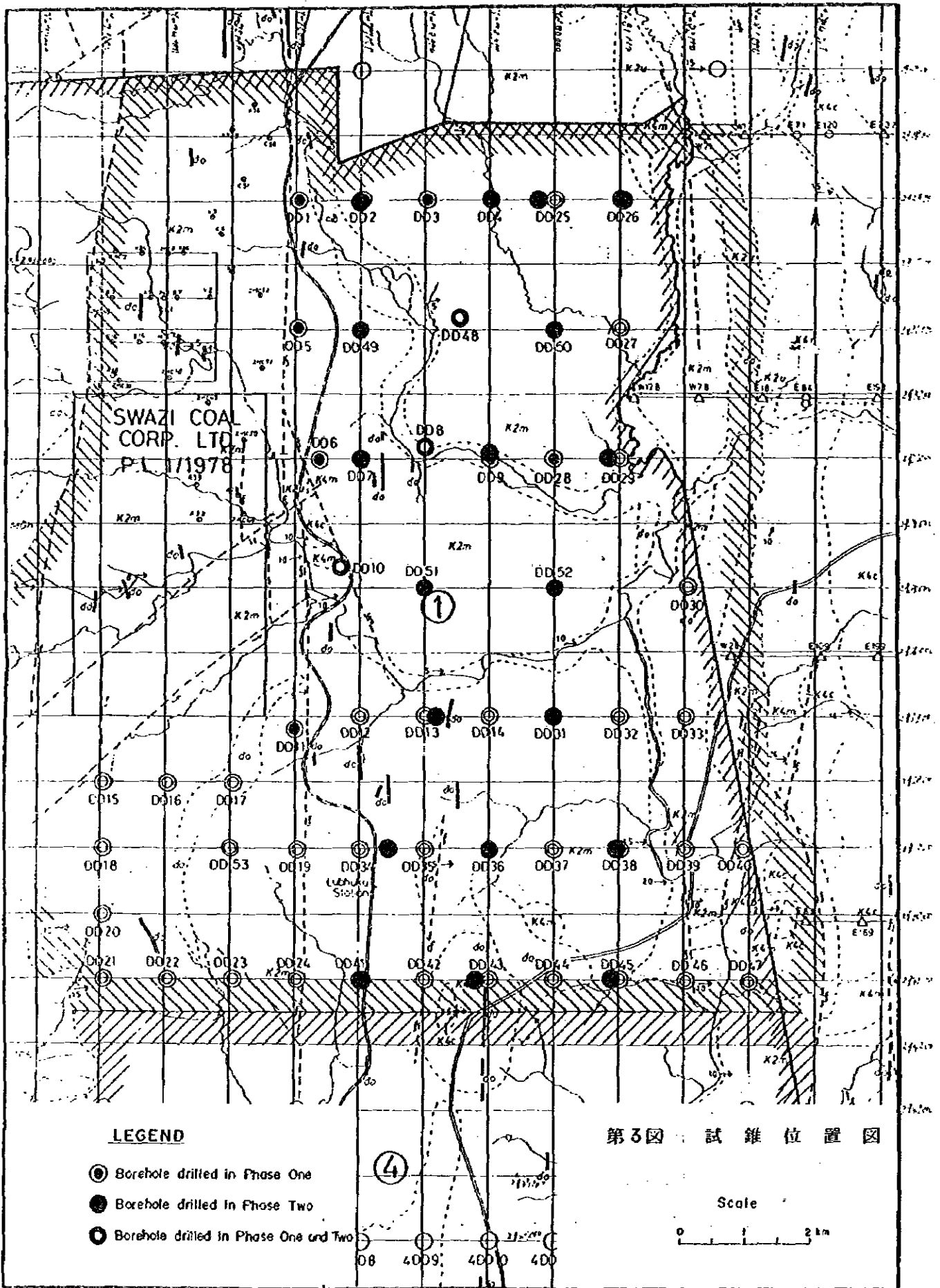
ii) その他の調査

○磁気探査：ドレライトの掘削を最少に留めるように実際の試錐地点を選定するため、試錐予 positioning を中心に磁気測定を実施した。

1980年度 9箇所, 1981年度 19箇所

○物理検層：試錐終了後に各試錐孔の物理検層を行った。測定種目はGamma Ray, Neutron-Neutron, Caliper, Long Space Density, Bed Resolution Densityの5種類で、1980年度6本, 1981年度16本である。

○地表地質調査：試錐調査に並行して必要箇所の地表地質調査を実施した。



第1表 試錐工事の概要

(1)

	DD1	DD6	DD3	DD8	DD28	DD48	DD5	DD10	DD11
Operating Period	31/12,1980 ~ 17/1,1981	31/12,1980	17/1~14/2, 1981	21/1~13/3, 1981	27/1~9/3, 1981	3/2~6/3, 1981	12/2~21/2, 1981	17/2~8/3, 1981	23/2~14/3, 1981
Actual Operating days	16	22	25	17	31	26	9	17	20
X	+2929.000	+2933.000	+2929.047	+2932.800	+2933.000	+2930.841	+2931.000	+2934.650	+2937.220
Y	-75.920	-76.400	-77.914	-78.000	-80.000	-78.541	-76.000	-76.720	-76.040
Elevation (m)	+ 281.8	+ 282.5	+ 292.2	+ 252.8	+ 254.5	+ 275.3	+ 290.9	+ 266.2	+ 274.2
Final Drilling Length(m)	254.30	344.55	307.75	295.50	442.81	316.20	215.05	297.00	322.85
Planned Drilling Length (m)	300.00	335.00	370.00	370.00	435.00	380.00	315.00	345.00	315.00
Coring interval(m)	21.0~ 254.30 98	9.0~ 344.55 98	13.25~ 307.75 99	9.15~ 295.50 97	28.00~ 442.81 98	17.92~ 316.20 98	11.75~ 215.05 98	22.55~ 297.00 99	33.00~ 322.85 99
Core recovery (%)									
Remarks				*1	*2	*3		*4	

- *1 : Drilling work was discontinued in the fracture zone of dolerite. This hole was continued to drill in the Phase II.
- *2 : The first borehole was abandoned at the depth of 29.61m because of caving.
- *3 : Drilling work was discontinued in the fracture zone of dolerite. This hole was continued to drill in the Phase II.
- *4 : — ditto —

(2)

	DD25	DD51	DD31	DD13	DD38	DD36	DD52	DD41	DD34	DD29	DD26
Operating Period	28/8.1981 ~ 24/9.1981	2/10.1981 ~ 3/10.1981	29/9.1981 ~ 5/11.1981	7/10.1981 ~ 19/11.1981	4/11.1981 ~ 2/12.1981	5/11.1981 ~ 7/12.1981	9/11.1981 ~ 1/12.1981	4/11.1981 ~ 4/12.1981	18/11.1981 1981 23/11.1981 5/12.1981	30/11.1981 2/12.1981 20/1.1982	4/12.1981 ~ 12/1.1982
Actual operating days	16	25	27	29	23	26	19	12	14	21	18
Coordinate											
X	+2,929,000	+2,935,000	+2,937,000	+2,937,000	+2,939,000	+2,939,000	+2,935,000	+2,941,000	+2,939,000	+2,933,000	+2,929,000
Y	-79,754	-78,001	-80,000	-78,200	-80,950	-79,000	-80,000	-77,070	-77,450	-80,810	-81,050
Elevation()	+271.3	+266.0	+250.0	+248.7	+232.0	+250.0	+261.3	+272.3	+276.9	+238.0	+260.5
Final drilling length(m)	418.13	441.38	544.34	421.15	499.28	362.80	492.65	235.48	321.27	465.22	471.88
Planned drilling length(m)	400	455	490	395	445	350	520	130	265	460	475
Coring interval()	35.19 ~418.13	14.60 ~441.38	21.00 ~544.34	31.64 ~421.15	29.08 ~499.28	36.00 ~362.80	29.30 ~492.65	41.70 ~235.48	34.00 ~321.27	28.82 ~465.22	38.59 ~471.88
Core recovery(%)	100	99	99	100	100	100	99	100	100	100	99
Remarks		*1									

*1. The first hole was abandoned at the depth of 53.93 M because of hole bending

	DD43	DD45	DD4	DD50	DD9	DD49	DD7	DD2	DD10	DD8	DD48
Operating Period	2 $\frac{1}{2}$ 1981 7 $\frac{1}{2}$ 1981 15 $\frac{1}{2}$ 1982	19 $\frac{1}{11}$ ~ 20 $\frac{1}{11}$, 1981 8 $\frac{1}{2}$ 1981 15 $\frac{1}{2}$ 1982	9 $\frac{1}{2}$ 1981 ~ 14 $\frac{1}{2}$ 1982	15 $\frac{1}{2}$ 1982 ~ 3 $\frac{1}{2}$ 1982	18 $\frac{1}{2}$ 1982 ~ 15 $\frac{1}{2}$ 1982	20 $\frac{1}{2}$ 1982 ~ 29 $\frac{1}{2}$ 1982	25 $\frac{1}{2}$ 1982 ~ 10 $\frac{1}{2}$ 1982	3 $\frac{1}{2}$ 1982 ~ 14 $\frac{1}{2}$ 1982	14 $\frac{1}{10}$ 1981 ~ 30 $\frac{1}{10}$ 1981	21 $\frac{1}{2}$ 1982 ~ 3 $\frac{1}{2}$ 1982	8 $\frac{1}{2}$ 1982 ~ 17 $\frac{1}{2}$ 1982
Actual operating days	13	18	16	17	24	9	13	8	12	9	10
Coordinate	X +2,941,000 Y - 78,790	+2,941,000 - 80,860	+2,929,000 - 79,000	+2,931,000 - 80,000	+2,932,900 - 79,000	+2,931,000 - 77,000	+2,933,000 - 77,000	+2,929,020 - 76,983	+2,934,650 - 76,720	+2,932,800 - 78,000	+2,930,841 - 78,541
Elevation(m)	+280.2	+249.1	+260.6	+251.4	+248.9	+277.0	+270.0	+292.5	+266.2	+252.8	+275.3
Final drilling length(m)	320.13	400.65	325.36	426.19	395.40	241.99	340.14	241.13	401.46	347.60	402.98
Planned drilling length(m)	275	370	320	300	365	290	370	205	397	365	406
Core interval(m)	35.00 ~ 320.13	34.00 ~ 400.65	23.43 ~ 325.36	26.73 ~ 426.19	23.20 ~ 395.40	34.81 ~ 241.99	28.55 ~ 340.14	33.10 ~ 241.13	22.55 ~ 401.46	9.15 ~ 347.60	17.92 ~ 402.98
Core recovery(%)	99	100	100	99	100	99	99	99	94	99	100
Remarks									*1	*2	*3

* 1.: This hole had been discontinued at the depth of 297.00 m in the Phase I, and was continued to drill from the depth of 297.00 m in the Phase II.

* 2.: This hole had been discontinued at the depth of 295.50 m in the Phase I. In the Phase II, this hole was re-opened from the depth of 212.39 m using a wedge.

* 3.: This hole had been discontinued at the depth of 316.20 m in the Phase I. In the Phase II, this hole was re-opened from the depth of 175.00 m using a wedge.

- 室内試験 :炭質分析のために、工業分析、発熱量、元素分析、石炭組織、浮沈試験等の分析を行った。また、屑準対比方法を検討のため、砂岩の検鏡試験および花粉分析を行うとともに、ドレライトの検鏡試験も実施した。

上記調査のうち、磁気探査、物理検層および石炭分析はスワジランド政府が担当し、石炭分析についてはその一部をクロス・チェックのため日本でも行った。

3. 調査結果と解析

(1) 地 質

スワジランドの石炭は Karoo 系の Ecca 統に胚胎しており、同国の東部を南北約 150 km、東西 6 ~ 22 km の細長い帯状を成して分布している。地層の走向は一般に N - S で、傾斜は 5° ~ 10° E であるが東部ではやや急傾斜となる。Ecca 統は二疊紀の堆積とみられ、上部、中部、下部の 3 つに区分される。この内、夾炭層は上部および中部 Ecca 層であり、上部 Ecca 層の炭層群を総称して Upper Coal Zone、中部 Ecca 層の炭層群を Lower Coal Zone と呼ぶ。この内、Lower Coal Zone が本調査の対象である (第 4 図)。

今回の調査および解析の結果、明らかとなった地質的事実は次のとおりである。

i) 既知の地質情報を大幅に修正するもの

- イ. 従来、炭層を伴わないとされた Basal Sandstone の上部に薄炭層を確認したので、Lower Coal Zone の層準がさらに下位まで伸びる。
- ロ. Upper Coal Zone の西側境界は従来報告されていたものより、さらに西方へ拡がる。
- ハ. 調査地域西部の N - S 系主要断層 (ルブク断層と仮称) は、従来 DD1, DD5 の西側および DD11 の東側を通ると考えられていたが、DD1 の東側および DD5, DD11 の西側を通る。
- ニ. 従来、DD6, DD10 付近には地溝状の落込みが、また、DD13 付近には小規模なベーン構造があり、いずれも Molteno Beds および Cave Sandstone が分布すると考えていた。しかし、いずれの試錐孔も Upper Transition Beds から掘削を開始し、周辺の地層との不連続が認められないので、これらの構造はないものとする。

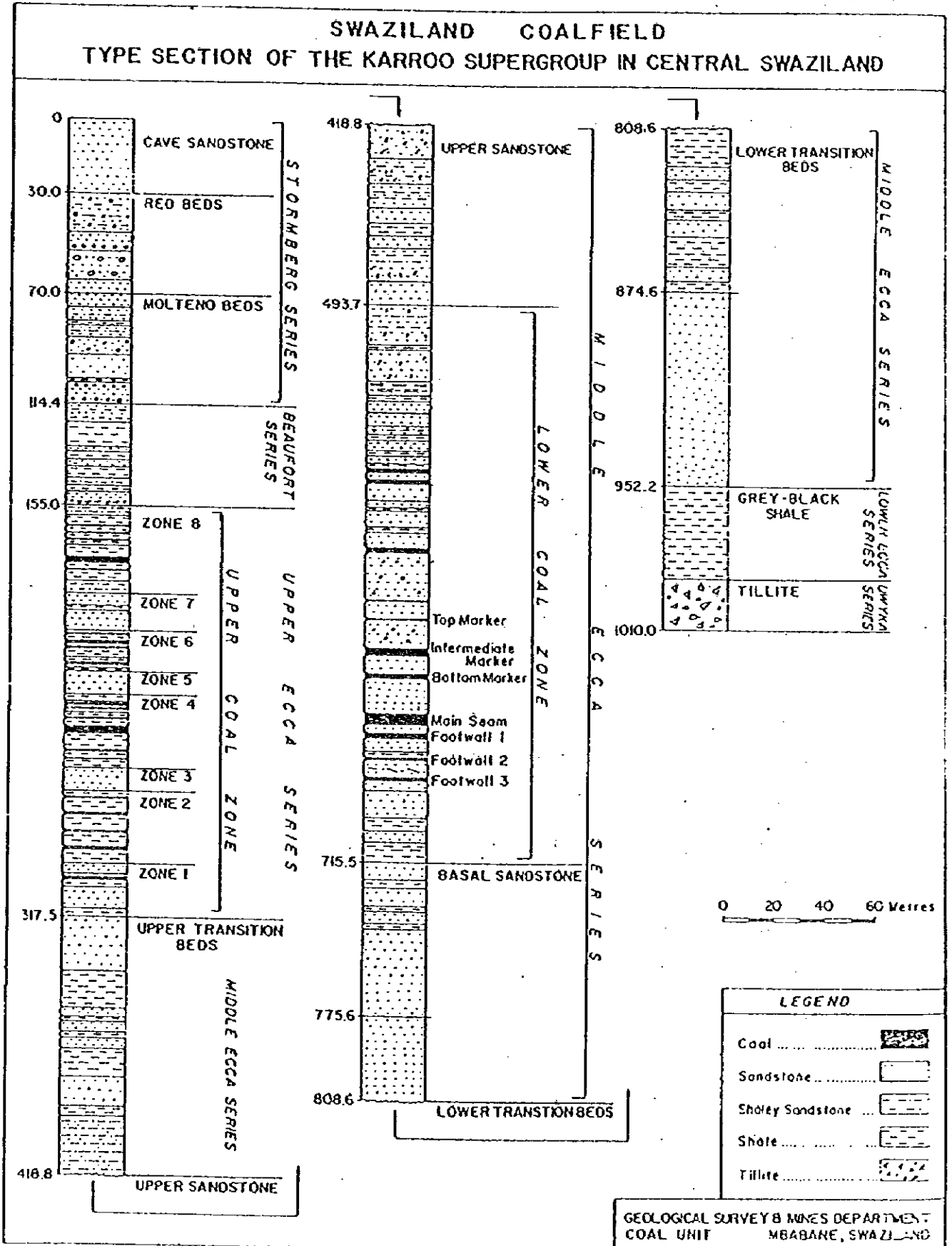
ii) 地層境界の明確化

Upper Sandstone と Lower Coal Zone および Lower Coal Zone と Basal Sandstone との地層境界の記載が、従来不明瞭であったり、不合理な点もあったことから、改めて次のごとく定義した。

イ. Upper Sandstone と Lower Coal Zone との境界

Upper Transition Beds より下位の地層中に賦存する薄炭層のうち、最上位にあたる薄炭層の上盤をもって Upper Sandstone の下限とする。

第4圖 Karoo 系標準柱狀圖



ウ. Lower Coal Zone と Basal Sandstone との境界

DD10, DD51 で確認した最下位の薄炭層(従来の Basal Sandstoneの最上部)の12~13m下位にあたる薄い泥岩乃至中・細粒砂岩の基底をもって Lower Coal Zone の下限とする。

今回の調査によって得られた地質的事実に基づいて作成した地質図(縮尺: 1/25,000)を付図1に、北部地区の地層対比図(1/1,000)を付図2に示す。

(2) 炭層賦存状況

今回の試錐調査によって Ecca 統 Lower Coal Zoneに20枚以上の炭層を確認した。この内、Intermediate Marker, Main Seam, Footwall 3の3層は調査地域全般にわたって発達しており、採掘対象となる。Footwall 2は部分的に炭丈約1.0mで連続するが、その他の炭層は局部的に炭丈1.0m以上のものがみられるのみで、いずれも薄炭層であり採掘対象とはならない。

主要炭層の概要を第2表に示す。

本地域で最も良く発達するのはMain Seam であり、ほぼ地域全般にわたって1.0m以上の炭丈を有している。本地域の北西方に隣接するムパカ炭鉱(スワジランドで唯一の採掘炭鉱)では本層を採掘している。本層の発達状況をみると北部の方が南部よりも優勢である。北部では北西方のDD5で最も厚く炭丈4.57mを示し、周辺に向けて厚さを減じている。また、南部では同じく北西方のDD11で最も厚く(炭丈2.96m)周辺に向い薄くなっている。なお、中央東部のDD28, DD29では炭層中に頁岩、砂岩を夾み分層する傾向がみられる。

Intermediate Marker はMain Seam の20~25m上位にあり、一般に北部では炭丈1.0~1.8mと優勢であるが、南部では一部を除いて炭丈1.0m以下の薄層である。Footwall 3はMain Seam の下位12~36mにあり、やはり北部では炭丈1.0~1.9mと発達しているが、南部では1.0m以下と劣化している。(DD49の炭柱図を第5図に示す。)

Top Marker からMain Seam までの各炭層の層間距離は比較的一定しているが、Main Seam より下位のFootwall 1からFootwall 4の炭層では層間距離の変化が比較的大きく、炭層そのものの膨縮も激しい。

なお、調査地域内での主要3炭層の賦存深度は地表下100~450mである。

第2表 主要炭層一覽表

(1)

	DD7	DD8	DD9	DD28	DD29	DD10	DD51	DD52	DD11	DD13	DD31
Height of Collar (m)	+270.0	+252.8	+248.9	+254.50	+238.0	+256.2	+266.0	+261.8	+274.2	+248.7	+250.0
Depth to Seam (m)	256.18	223.08		364.14	385.90		264.60	279.82	191.90	305.20	344.90
Seam Thickness	0.55	0.40	--	0.23	0.20	--	0.11	0.50	0.40	0.65	0.12
Coal Thickness	0.55	0.40		0.23	0.20		0.11	0.40	0.20	0.57	0.02
Depth to Seam (m)	262.45	229.62		372.17	391.40			287.19	199.17	319.87	367.85
Seam Thickness	1.25	1.43	--	1.53	1.37	--	--	0.96	1.43	0.52	0.40
Coal Thickness	1.25	1.43		1.42	0.50			0.73	1.43	0.52	0.40
Depth to Seam (m)	271.50			379.35	398.45				207.40	324.96	378.48
Seam Thickness	0.51	--	--	0.27	0.35	--	--	--	0.80	0.10	0.02
Coal Thickness	0.18			0.27	0.35				0.80	0.10	0.02
Depth to Seam (m)	294.94	302.70		396.55	412.69	294.40	353.92		219.30	334.21	
Seam Thickness	2.84	2.11	--	2.35	3.93	2.20	3.79	--	3.16	2.09	--
Coal Thickness	2.34	2.11		1.88	2.15	2.20	2.76		2.96	1.95	
Depth to Seam (m)	318.53	324.23		428.52	452.62	314.07	381.97	360.99	290.77	384.69	
Seam Thickness	1.09	1.10	--	0.79	1.38	1.47	1.68	0.45	0.83	1.04	--
Coal Thickness	0.62	1.05		0.41	0.97	1.47	1.29	0.03	0.81	0.95	

(2)

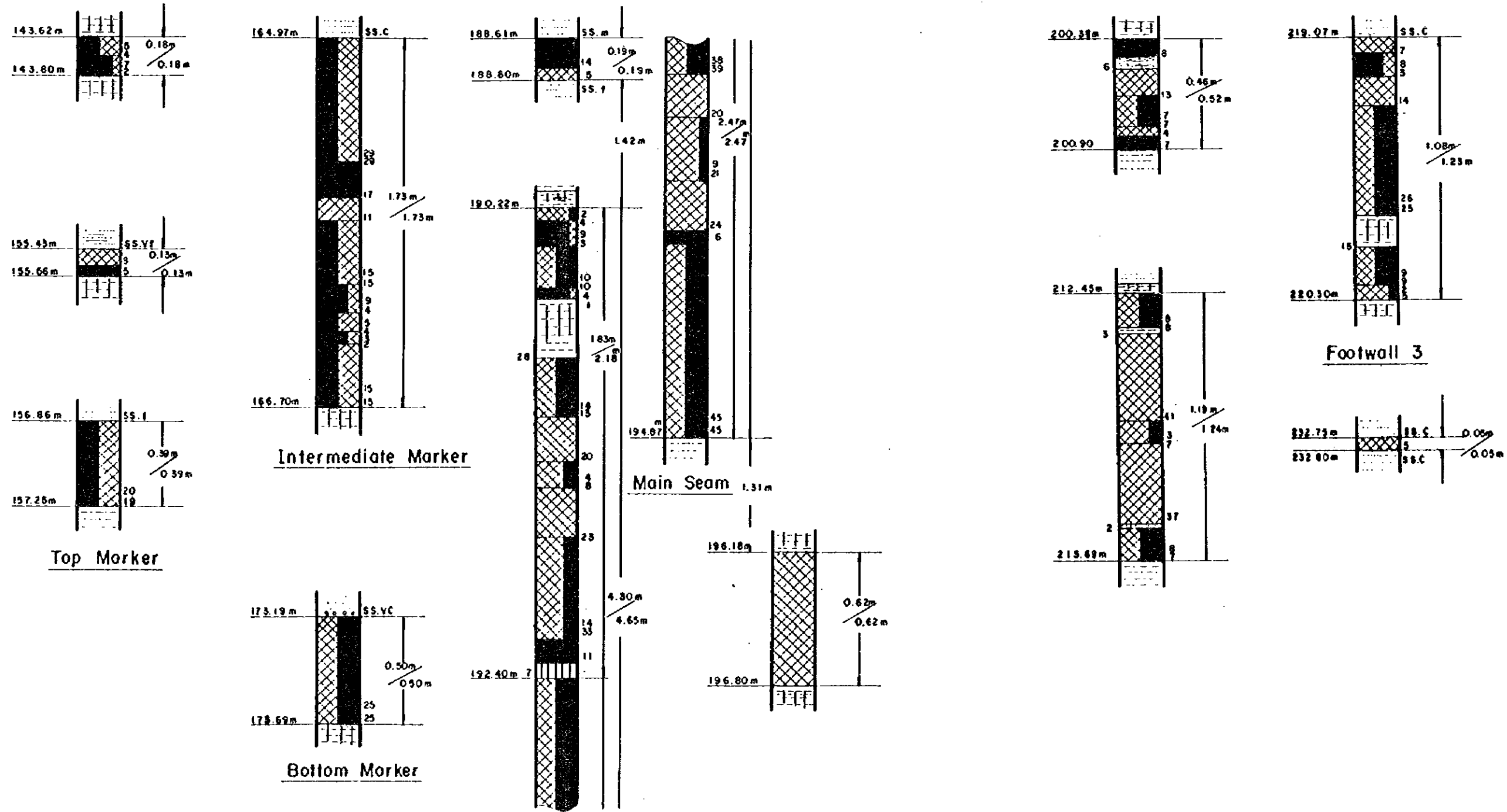
	DD7	DD8	DD9	DD28	DD29	DD10	DD51	DD52	DD11	DD13	DD31
Height of Collar (m)	+270.0	+252.8	+248.9	+254.50	+238.0	+266.2	+266.0	+261.8	+274.2	+248.7	+250.0
Depth to Seam (m)	256.18	223.08		364.14	385.90		264.60	279.82	191.90	305.20	344.90
Seam Thickness	0.55	0.40	—	0.23	0.20	—	0.11	0.50	0.40	0.65	0.12
Coal Thickness	0.55	0.40		0.23	0.20		0.11	0.40	0.20	0.57	0.02
Depth to Seam (m)	262.45	229.62		372.17	391.40			287.19	199.17	319.87	367.85
Seam Thickness	1.25	1.43	—	1.53	1.37	—	—	0.96	1.43	0.52	0.40
Coal Thickness	1.25	1.43		1.42	0.50			0.73	1.43	0.52	0.40
Depth to Seam (m)	271.50			379.35	398.45				207.40	324.96	378.48
Seam Thickness	0.51	—	—	0.27	0.35	—	—	—	0.80	0.10	0.02
Coal Thickness	0.18			0.27	0.35				0.80	0.10	0.02
Depth to Seam (m)	294.94	302.70		396.55	412.69	294.40	353.92		219.30	334.21	
Seam Thickness	2.84	2.11	—	2.35	3.93	2.20	3.79	—	3.16	2.09	—
Coal Thickness	2.34	2.11		1.88	2.15	2.20	2.76		2.96	1.95	
Depth to Seam (m)	318.53	324.23		428.52	452.62	314.07	381.97	360.99	290.77	384.69	
Seam Thickness	1.09	1.10	—	0.79	1.38	1.47	1.68	0.45	0.83	1.04	—
Coal Thickness	0.62	1.05		0.41	0.97	1.47	1.29	0.03	0.81	0.95	

(3)

	DD34	DD36	DD38	DD41	DD43	DD45
Height of Collar (m)	+276.9	+250.0	+232.0	+272.3	+280.2	+249.1
Depth to Seam (m)		250.17	411.94	98.94	231.70	
Seam Thickness	—	0.19	0.57	0.73	0.58	—
Coal Thickness		0.06	0.24	0.34	0.20	
Depth to Seam (m)			418.31			
Seam Thickness	—	—	1.18	—	—	—
Coal Thickness			1.18			
Depth to Seam (m)			424.16			
Seam Thickness	—	—	0.20	—	—	—
Coal Thickness			0.20			
Depth to Seam (m)			439.37	109.87	238.30	
Seam Thickness	—	—	1.99	1.15	1.20	—
Coal Thickness			1.75	0.63	1.16	
Depth to Seam (m)				134.67	268.41	
Seam Thickness	—	—	—	0.97	0.74	—
Coal Thickness				0.83	0.64	

第5図 炭柱図 (DD49)

Scale = 1: 20



(3) 層 準 対 比

本地域には特徴的な鍵層がみられず、ドレライトの貫入および新層の発達により層準の対比は難しい。今回の調査では、砂岩中の重鉱物および花粉分析による対比は含有される重鉱物および花粉・胞子が極く微量であるため利用できないことが分った。

しかし、物理検層は *Ecca* 統の特定の層準 (Upper Transition Beds 下部の頁岩層、Lower Coal Zone の粗粒砂岩の一部等) で安定した特性がみられ、層準対比方法として有用であることが判明した (第 6 図)。物理検層は炭層およびドレライトの識別にも有効である。

また、本地域に賦存する炭層を幾つかの炭層群に分けて、この炭層群を全般の岩相変化も加味して対比する岩相層序の方法も、有用な一手段であることが分った (付図 2)。

(4) ドレ ラ イ ト

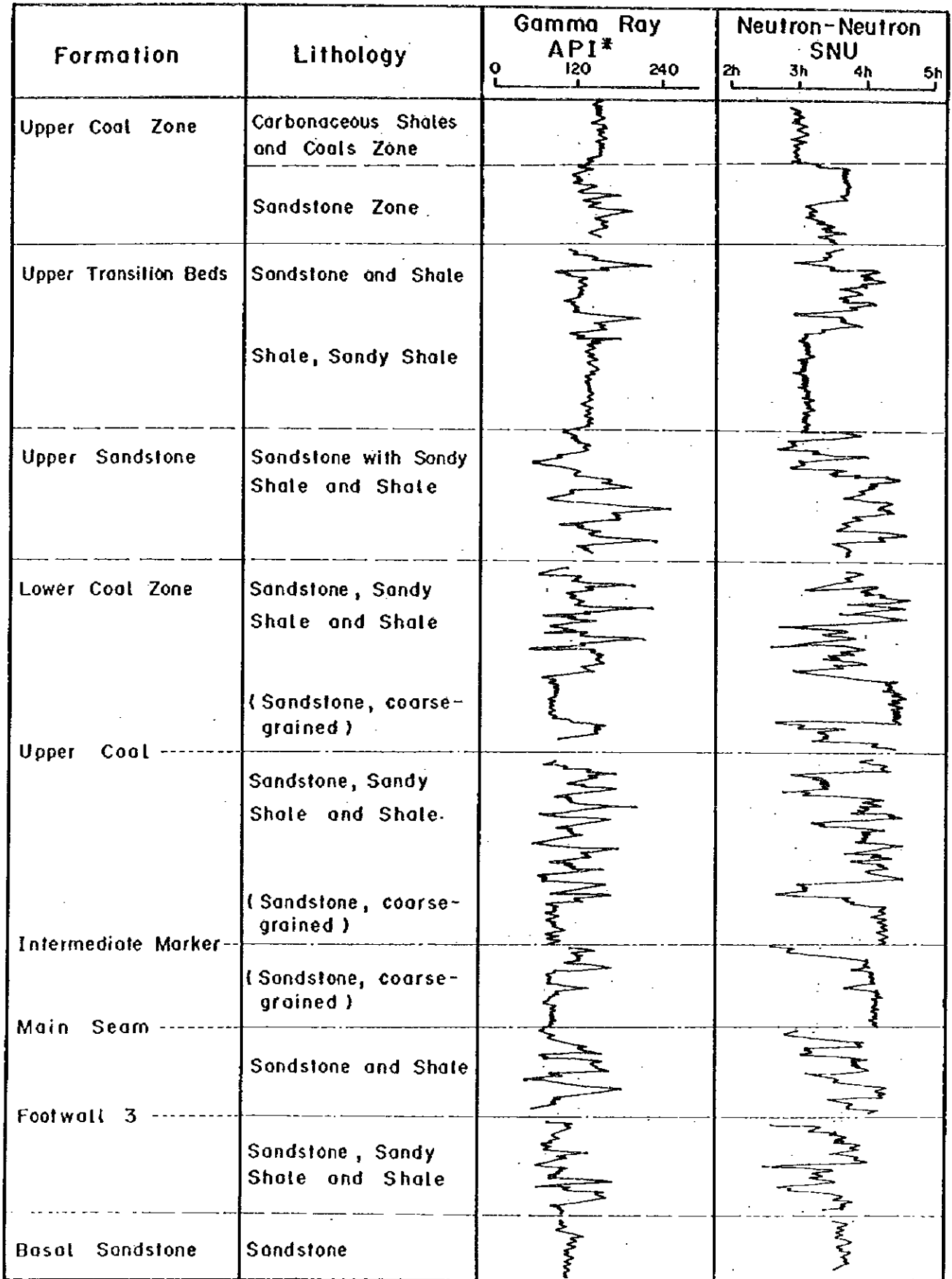
本地域には Karoo ドレライトと称する暗緑灰色の塩基性火成岩が広範囲にわたって貫入しており、岩石は典型的なドレライトを主とするが、部分的に細粒の玄武岩から輝岩、斑岩と種々の岩相を呈している。

ドレライトはその産状から、周囲の地層の層理に沿って貫入した調和シル、層理を切って貫入した傾斜シルおよび岩脈の 3 つに分けられる。これら貫入岩体は相互に合体、分岐し、岩脈がシルを切る等、複雑な産状を示す。シルは大部分が傾斜シルであり、現在までの調査ではシルの貫入し易い特定の層準は認められない。ドレライトの貫入時期はジュラ紀から前期白亜紀と考えられている。

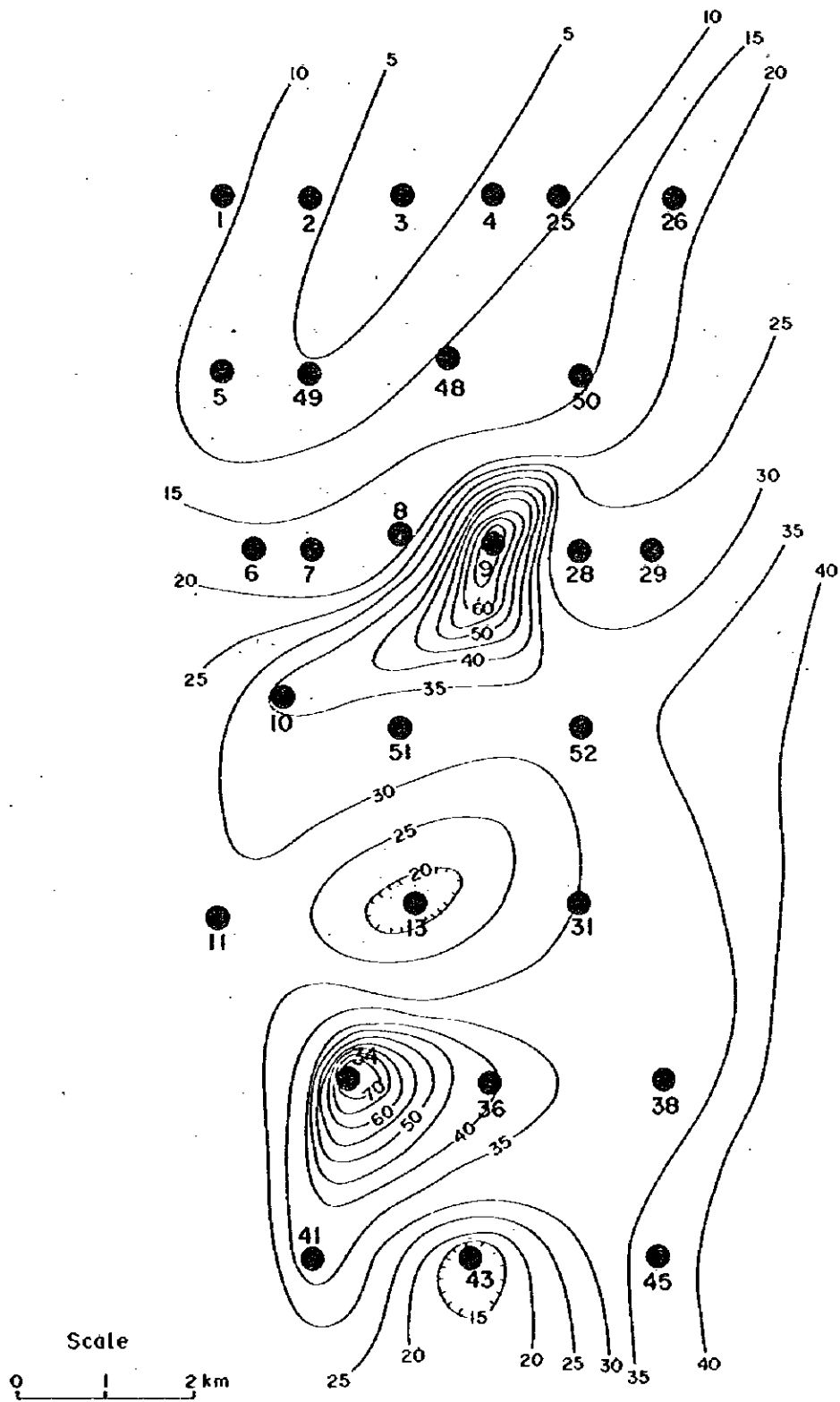
ドレライトは調査地域の南部で特に広範囲に分布しており、その貫入頻度 (試錐孔中のドレライト%) をみると、一部を除いていずれも 25~40% と高い。一方、北部では貫入頻度が 1~25% と相対的に低い (第 7 図)。

貫入ドレライトの炭層に与える直接的影響は炭層の置換と炭質の変化である。ドレライトの貫入によって主要炭層の全てが置換されたり (DD9, 34)、Main Seam が喰われたり (DD26, 52) するが、主要炭層の一部が置換されている試錐孔も幾つかみられる。一方、炭層が焼きつき、コークス化等の熱変質を受けるのはシルよりも岩脈の方が普遍的のようであり、厚さ 100m のシルでも焼きつきがみられるのはその上下 5~20m の範囲であり (DD38)、シルの直ぐ近くでも影響のみられない場合がかなりある。

第6図 物理検層の模式プロフィール



Remarks : * Hole Size Corrected



第7図 ドレライト頻度図 (試錐孔中の Dreilite%)

なお、ドレライトを対象とした磁気探査は地表近くの岩脈についてはその分布位置をほぼ予測できるが、ソルおよび深部における貫入岩体の予測は殆ど不可能である。

(5) 堆 積 環 境

岩質・粒度の変化、砂岩一頁岩比等から Ecca 統の堆積環境をみると、西方のスワジランド高地より堆積物が供給されたデルタおよび沖積平野堆積相を示している。

Lower Coal Zone 堆積の前期には北部および南部に砂岩比のほぼ一定 (85~95%) を、構造的に安定した堆積ベースンが認められ (第8図)、炭層の生成に好適な場が提供されたことを示している。石炭比は北部で特に高く (5.0~9.5%)、この地区に主要炭層が優勢に発達することが分る (第9図)。

Lower Coal Zone 堆積の後期になるとこれら堆積ベースンは多少不安定となり、石炭比も低く炭層の発達が劣化することを示している。さらに後期の Upper Sandstone, Upper Transition Beds 堆積時になるとこれら堆積ベースンは完全に消滅し、炭層の発達は全くみられない。

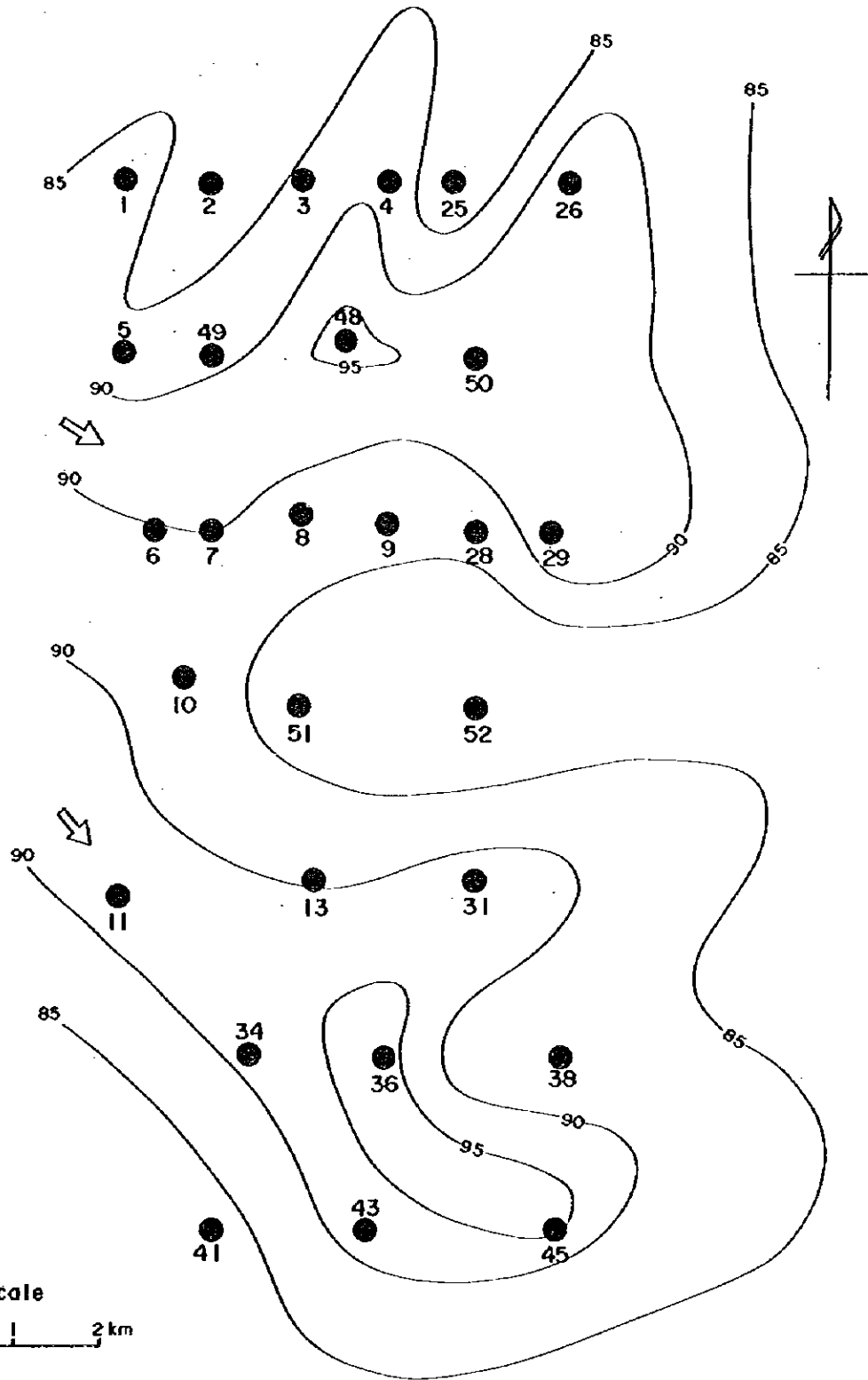
(6) 炭 質

本地域の石炭は炭層堆積後の Stormberg 統火山岩類および Karoo ドレライトの大規模な火山活動によって無煙炭化しており、ASTM の分類によると大部分が半無煙炭で一部が無煙炭である。主要炭層の分析結果 (分析: 日本) を第3表に示す。

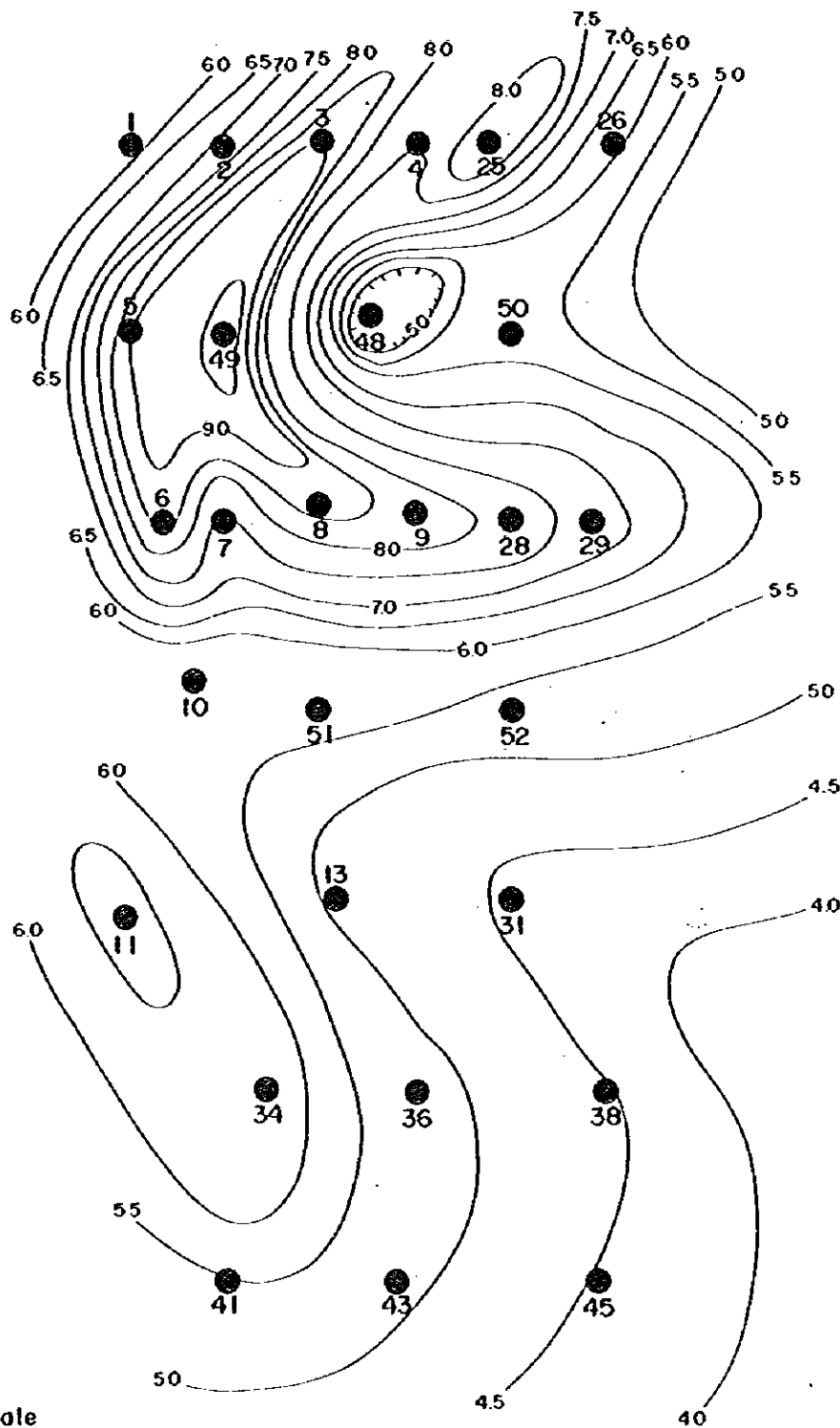
主要3炭層の無水無灰ベースの平均炭質は次に示すとおりである。Main Seam の発熱量が低いのは他の2層の大部分が半無煙炭であるのに対し、Main Seam はその約 1/3 が発熱量の若干低い無煙炭であるためである。

炭 層 名	発熱量 (K cal/kg)	固定炭素(%)	揮発分(%)
Intermediate Marker	8,321	90.4	9.6
Main Seam	7,949	90.9	9.1
Footwall 3	8,298	89.5	10.5

主要3炭層の炭質についてみると、いずれも灰分は調査地域西北部 (DD5, 6) が低く南方乃至東方へ増加する傾向にある。一方、揮発分は西北部で高く、東方乃至南方へ減少する傾向がみられる。



第 8 図 砂岩一頁岩比 (Lower Coal Zone 下部) (砂岩比を % で示す)



第9図 石炭比 (Lower Coal Zone 下部) (石炭比を%で示す)

第3表 石炭分析結果一覽表 (分析: 日本)

(1)

Hole Number	DD 3			DD 5			DD 6		
	Coal Seam	Footwall 3	Intermediate Marker	Main Seam (1)	Main Seam (2)	Main Seam (3)	Main Seam (1)	Main Seam (2)	Main Seam (3)
Depth	26.115-26.303	1.4	139.29-141.35	162.97-164.92	164.92-166.91	166.91-167.96	284.77-286.18	286.18-288.50	286.18-288.50
Total Moisture (%)		1.4	2.2	2.5	2.2	2.4	1.2	1.3	1.3
Inherent Moisture (%)		1.1	1.2	1.4	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3
Ash (%)		3.53	1.94	4.51	1.59	10.7	2.20	1.12	1.12
Volatile Matter (%)		9.8	10.0	8.5	11.1	11.1	11.6	12.7	12.7
Fixed Carbon (%)		5.58	6.94	4.52	7.18	7.20	6.52	7.48	7.48
Total Sulfur (%)		0.6	0.5	0.2	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4
Calorific Value (cal/g)	5.200		6.640	4.370	6.970	7.530	6.470	7.460	7.460
" " (MJ/kg)	21.9		27.8	1.83	2.92	31.5	2.71	31.2	31.2
Specific Gravity	1.75		1.55	1.79	1.49	1.46	1.55	1.47	1.47
Hardgrove Grindability Index	63		65	70	62	62	70	73	73
C (%)	56.5		73.4	49.1	75.8	80.6	70.0	80.6	80.6
H (%)	2.4		3.1	2.3	3.2	3.8	3.3	3.6	3.6
N (%)	1.3		1.6	1.3	1.9	2.0	1.7	2.0	2.0
O (%)	0.8		1.9	1.5	2.9	2.4	2.6	2.2	2.2
Mineral Matter (%)	35.6		1.96	4.58	1.61	1.08	2.22	1.14	1.14
Combustible Sulfur (%)	3.4		0.4	0.2	0.2	0.4	0.2	0.2	0.2
Deformation	1.280		1.250	1.380	1.290	1.300	1.400	1.290	1.290
Hemisphere	1.410		1.290	1.450*	1.340	1.340	1.450*	1.330	1.330
Flow	1.420		1.310	1.450*	1.360	1.390	1.450*	1.400	1.400
SiO ₂	4.66		5.96	6.04	5.13	4.78	5.17	4.52	4.52
TiO ₂	1.15		0.95	1.15	1.03	1.25	1.66	0.97	0.97
Al ₂ O ₃	2.458		1.913	2.472	2.616	2.616	2.705	2.152	2.152
Fe ₂ O ₃	1.916		7.62	2.25	6.69	7.41	3.23	1.414	1.414
MgO	0.93		2.03	0.97	1.93	2.33	0.79	2.29	2.29
CaO	2.83		6.11	1.55	7.63	9.56	4.86	9.80	9.80
Na ₂ O	0.47		0.32	0.45	0.74	0.70	0.37	0.23	0.23
K ₂ O	4.20		3.05	3.95	2.22	2.19	0.67	0.42	0.42
P ₂ O ₅	0.07		0.11	0.08	0.06	0.06	0.09	0.07	0.07
SO ₃	1.56		0.67	0.41	1.84	2.25	1.66	5.20	5.20

* Analysed on air dry basis

* Analysed by Tokyo Coal and Mineral Research Institute

(2)

Hole Number		DD4			DD25			DD49	
Coal Seam	Main Seam (1)	Main Seam (2)	Intermediate Marker	Main Seam (1)	Main Seam (2)	Footwall 3	Intermediate Marker		
Depth	267.90-269.20	269.20-271.28	341.87-343.40	364.45-366.32	366.32-368.32	396.89-398.14	164.97-166.70		
Proximate analysis (%)	Inherent Moisture	1.9	1.5	1.5	1.5	1.4	1.6		
	Ash	21.5	12.6	21.0	14.0	19.7	18.0		
Total Sulfur	Volatiles Matter	6.7	7.7	9.0	8.2	8.7	9.5		
	Fixed Carbon	69.9	77.9	68.5	76.3	67.9	70.9		
Calorific Value (cal/g)	0.34	0.46	0.63	0.44	0.38	0.60	0.47		
r (MJ/kg)	6,360	7,220	6,450	7,150	6,560	6,380	6,780		
Specific Gravity	26.6	30.2	27.0	29.9	27.5	26.7	28.4		
Hardgrove Grindability Index	1.60	1.51	1.59	1.51	1.60	1.59	1.54		
Ultimate analysis (%)	C	47	43	56	56	59	63		
	H	71.5	80.7	71.9	79.2	73.1	74.6		
	N	3.0	3.0	3.1	3.3	3.2	3.1		
	O	1.3	1.6	1.3	1.7	1.4	1.5		
	Mineral Matter	2.1	1.6	2.0	1.5	2.3	3.3	2.2	
Ash fusion point (°C)	Mineral Matter	21.9	12.8	21.3	14.2	19.9	18.3		
	Combustible Sulfur	0.2	0.3	0.4	0.1	0.1	0.3		
Ash analysis (%)	Deformation	1,320	1,320	1,250	1,240	1,220	1,280		
	Hemisphere	1,410	1,390	1,370	1,450*	1,380	1,380		
	Flow	1,450*	1,430	1,420	1,450*	1,430	1,450*		
	SiO ₂	53.68	45.26	54.50	49.61	49.17	55.70	59.13	
	TiO ₂	0.87	1.02	0.91	1.00	0.67	1.28	1.00	
	Al ₂ O ₃	25.06	24.23	15.60	25.67	21.72	26.93	18.73	
	Fe ₂ O ₃	3.83	7.26	14.06	5.39	12.02	7.91	4.03	
	MgO	1.20	1.81	1.69	1.78	2.22	0.93	1.33	
	CaO	6.70	10.76	6.22	8.52	6.42	2.96	9.24	
	Na ₂ O	2.68	2.96	0.25	0.39	0.26	0.52	0.21	
Ash analysis (%)	K ₂ O	3.52	2.68	3.05	1.65	2.96	1.36	3.73	
	P ₂ O ₅	0.09	0.09	0.07	0.08	0.08	0.07	0.06	
	S	1.71	3.32	3.16	5.44	3.83	1.96	2.00	
	SO ₃								

(8)

Hole Number	DD50		DD29		DD51		DD13	
	Main Seam (1)	Main Seam (2)	Main Seam (1)	Main Seam (2)	Main Seam (1)	Main Seam (2)	Main Seam	Footwall 3
Depth	387.35-388.60	388.95-390.37	413.25-414.70	415.42-416.62	353.92-355.11	355.83-357.71	334.21-336.30	384.69-385.73
Inherent Moisture	2.2	1.8	1.7	1.7	6.6	3.0	4.3	1.1
Ash	22.2	18.2	20.5	15.8	31.5	18.4	32.8	15.5
Volatile Matter	8.5	7.4	7.6	6.6	5.6	7.3	4.5	10.6
Fixed Carbon	67.1	72.6	70.2	75.9	56.3	71.3	58.4	72.8
Total Sulfur	0.38	0.52	0.48	0.50	0.02	0.26	0.02	0.63
Calorific Value (cal/g)	6,300	6,760	6,510	6,990	4,560	6,310	4,720	7,060
" (MJ/kg)	26.4	28.3	27.2	29.3	19.1	26.4	19.8	29.6
Specific Gravity	1.61	1.53	1.59	1.53	2.16	1.70	2.15	1.53
Hardgrove Grindability Index	61	57	55	54	43	74	42	71
C	70.5	75.1	72.6	78.2	61.5	74.4	61.5	75.8
H	3.0	2.9	2.9	2.9	0.9	2.0	0.9	3.6
N	1.4	1.5	1.3	1.3	0.4	1.4	0.2	1.5
O	2.2	1.5	2.1	1.2	3.4	3.1	3.2	3.0
Mineral Matter	22.7	18.5	20.8	16.0	33.8	19.0	34.2	15.7
Combustible Sulfur	0.2	0.5	0.3	0.4	0.1	0.1	0.1	0.4
Deformation	1,330	1,310	1,360	1,310	1,260	1,230	1,260	1,410
Hemisphere	1,450*	1,450*	1,430	1,420	1,290	1,310	1,360	1,450*
Flow	1,450*	1,450*	1,450*	1,450*	1,420	1,400	1,450*	1,450*
SiO ₂	52.77	61.16	55.44	62.88	52.16	49.04	57.21	50.89
TiO ₂	0.98	1.07	0.91	1.15	0.53	0.72	1.00	1.08
Al ₂ O ₃	26.42	24.83	23.69	20.21	14.80	16.10	20.05	29.23
Fe ₂ O ₃	3.79	3.16	2.58	2.37	8.10	4.59	3.65	7.77
MgO	2.67	1.71	1.72	1.28	7.97	4.09	2.38	0.96
CaO	5.86	2.22	8.44	4.96	12.00	18.45	8.68	5.66
Na ₂ O	1.08	0.56	0.27	0.25	3.10	1.94	3.21	0.26
K ₂ O	3.31	3.52	3.66	3.75	0.50	1.66	3.03	0.57
P ₂ O ₅	0.08	0.09	0.07	0.07	0.09	0.08	0.10	0.15
SO ₃	2.35	0.95	2.47	2.38	0.10	2.65	0.19	3.09

ルブク地域のMain Seamの平均炭質を現在採行中のムバカ炭鉱のそれと比べると、下記のごとく遜色がなく、むしろ揮発分が10%以下で発熱量も高く良質であり、また歩留も良い。

	ルブク地域	ムバカ炭鉱
水分(%)	1.4	1.3
灰分(%)	13.6	14.0
固定炭素(%)	77.3	72.0
揮発分(%)	7.7	12.7
全硫黄(%)	0.42	0.35
発熱量(kcal/kg)	7,147	6,745
歩留(%)	79.6	75.0

(7) 炭 量

炭量計算の範囲は今回試錐を実施した区域とし、試錐間隔が1~2kmと粗く、ドレライト、断層等の採炭に影響を与える要因が不確定のため、埋蔵炭量だけを計上した。

主要3炭層については原則として炭丈1.0m以上の部分について炭量を計算し、その他の炭層は相隣接する2つ以上の観察点で炭丈1.0m以上のものが確認された場合に計上した。なお、地表下50m以内の酸化帯およびドレライトの貫入により炭層賦存が見込めない部分は計算から除外した。

また、炭量の区分および安全率(炭層・地質構造の安定度、ドレライト・ファクター、調査精度による)は次のように決定した。

炭量区分	観察点からの距離	安全率
確 定	125 m以内	80%
推 定	250 m以内	70%
予 想	炭層の連続が見込める距離 (原則として1,000 m以内)	50%

理論埋蔵炭量=平面積×傾斜換算率(Sec)×炭層厚×比重(1.55)

埋 蔵 炭 量=理論埋蔵炭量×安全率

今回の調査結果に基づいて計算した埋蔵炭量は次のとおりであり、その内訳を第4表に示す。

炭 層 名	理論埋蔵炭量	埋蔵炭量
Intermediate Marker	86,188,000MT	44,455,000MT
Main Seam	215,966,000 #	111,189,000 #
Footwall 2	11,126,000 #	5,790,000 #
Footwall 3	48,142,000 #	24,968,000 #
計	361,422,000 #	186,402,000 #

上記埋蔵炭量のうち、約60%がMain Seamのものであり、地域的にみると炭量の約70%が北部に賦存し、南部はドレライトの買入が多く炭量は余り見込めない。

第4表 炭 産 計 算 表

($\times 10^3$ M.T.)

Level	Measured Block		Indicated Block		Inferred Block		Total					
	Theoretical Reserves	Safety factor (%)	Theoretical Reserves	Safety factor (%)	Theoretical Reserves	Safety factor (%)	Theoretical Reserves	Safety factor (%)				
	>+100	391	80	313	1,054	70	737	13,109	50	6,554	14,554	7,604
	+100~±0	597	"	477	1,893	"	1,325	34,133	"	17,069	36,623	18,871
	±0~-100	176	"	141	599	"	419	19,385	"	9,697	20,160	10,257
	-100~-200	353	"	282	958	"	671	13,540	"	6,770	14,851	7,723
	(Sub-total)	(1,517)		(1,213)	(4,504)		(3,152)	(90,167)		(40,090)	(86,188)	(44,455)
	>+100	347	80	278	938	70	657	9,350	50	4,677	10,635	5,612
	+100~±0	1,077	"	861	3,388	"	2,371	63,495	"	31,752	67,960	34,984
	±0~-100	1,595	"	1,276	4,329	"	3,031	73,584	"	36,797	79,508	41,104
	-100~-200	588	"	459	1,901	"	1,331	55,374	"	27,689	57,863	29,489
	(Sub-total)	(3,607)		(2,884)	(10,556)		(7,390)	(201,803)		(100,915)	(215,966)	(111,189)
	>+100	—		—	—		—	871	50	436	871	436
	+100~±0	411	80	329	1,184	70	829	16,271	"	8,137	17,866	9,295
	±0~-100	420	"	337	1,287	"	901	21,003	"	10,503	22,710	11,741
	-100~-200	171	"	136	487	"	341	6,037	"	3,019	6,695	3,496
	(Sub-total)	(1,002)		(802)	(2,958)		(2,071)	(44,182)		(22,095)	(48,142)	(24,968)
	>+100~200	(251)	80	(201)	(756)	70	(529)	(10,119)	50	(5,060)	(11,126)	(5,790)
	Total	6,377		5,100	18,774		13,142	336,271		168,160	361,422	186,402

4. 結語および提言

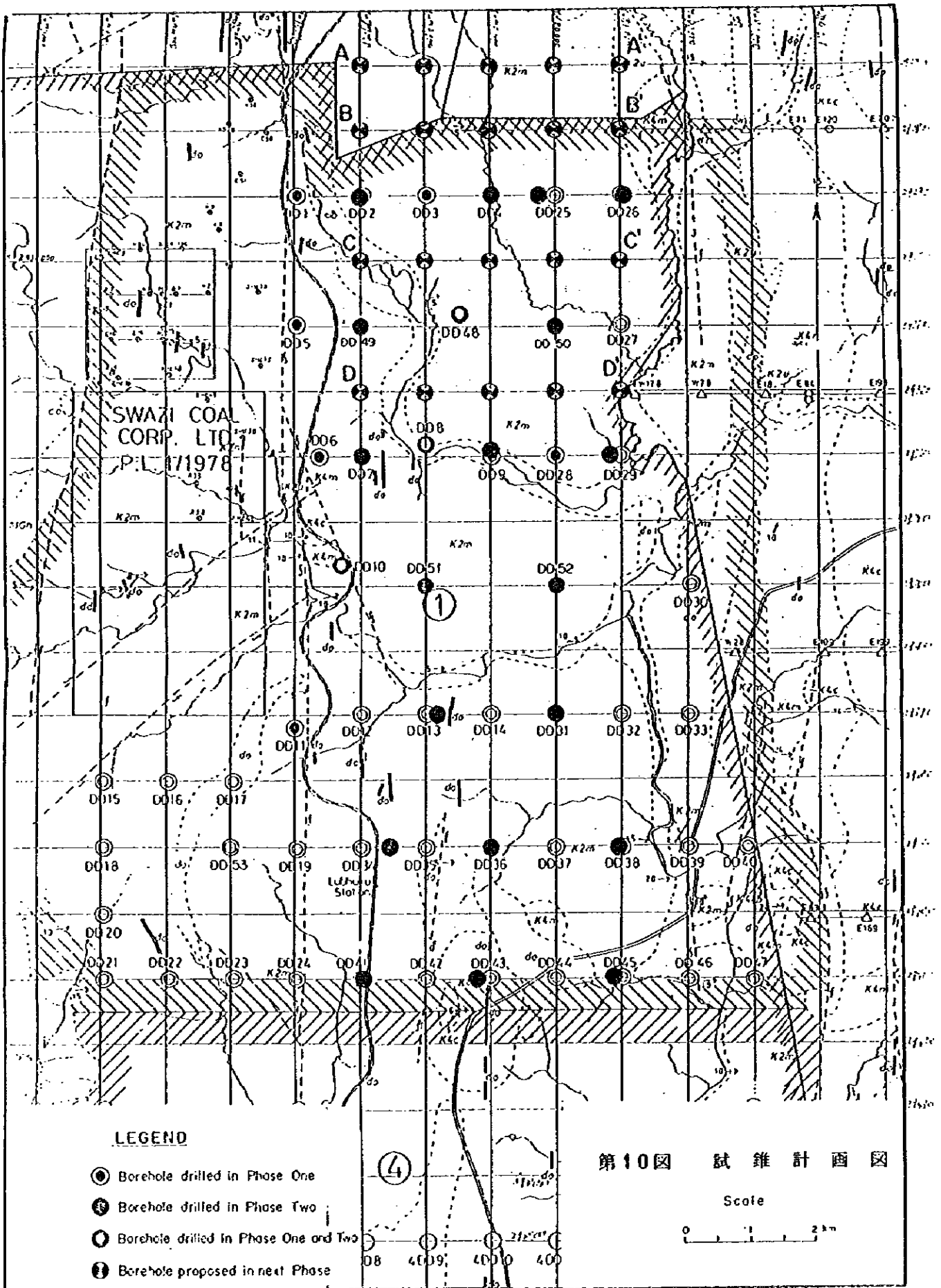
今回の調査で明らかとなった主な点は次のとおりである。

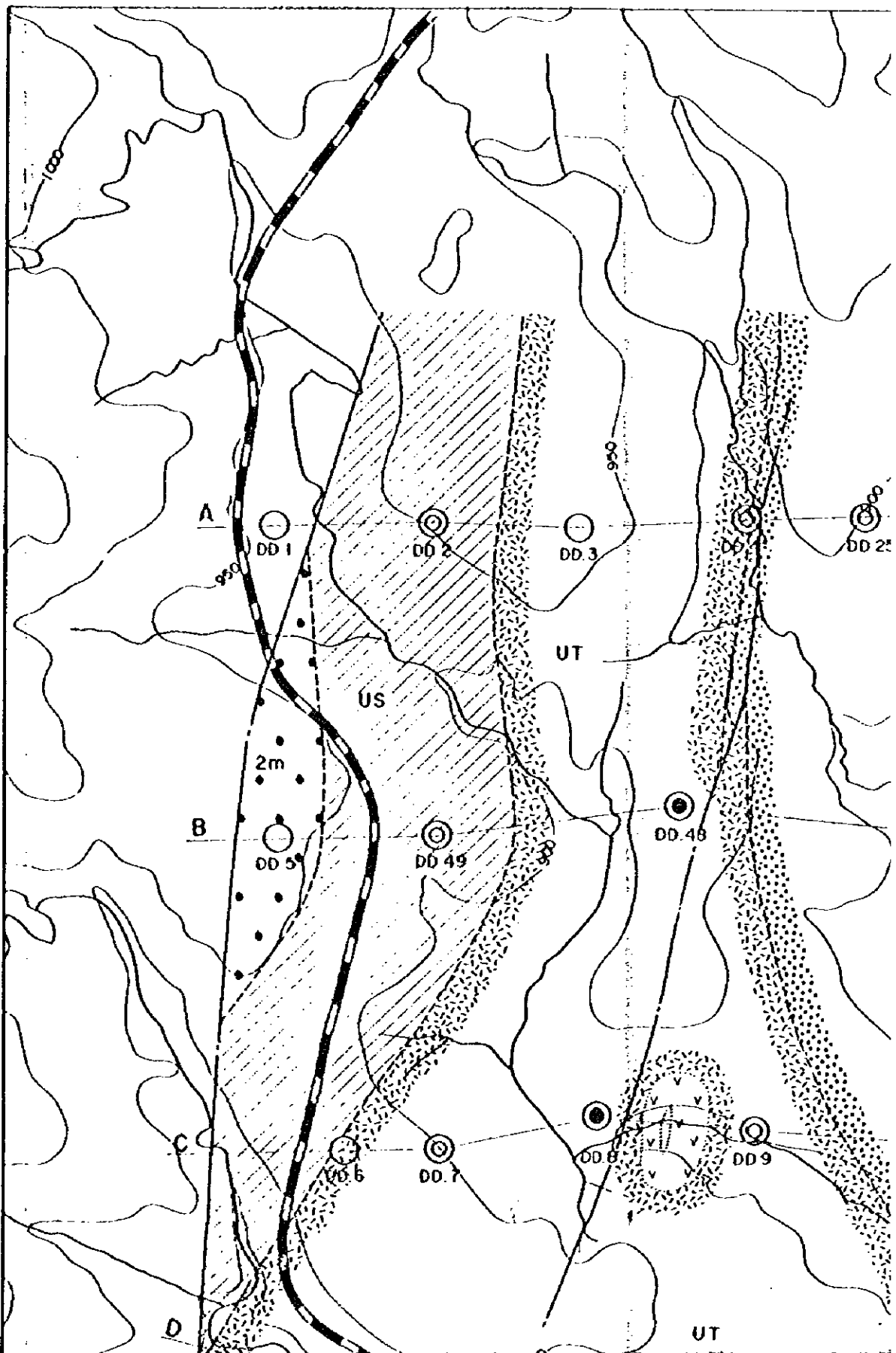
- イ. 夾炭層である Lower Coal Zone の下限および Upper Coal Zone の分布範囲が拡がる等、既知の地質情報を大幅に修正した。
- ロ. 稼行対象の主要3炭層はいずれもルブク地域北部で優勢に発達しており、南部では発達が劣る。
- ハ. 浅部に賦存する既知の炭層が、現在まで未探査であった地表下450m以深の深部まで連続することを確認し、スワジランド炭田のポテンシャルは従来考えられていたものより大きいことが分った。
- ニ. 炭層の置換および熱変質等の影響を与えるドレライトは南部で広範囲に貫入しているが、北部での貫入は比較的少ない。
- ホ. 堆積環境は南部よりも北部の方が炭層生成に好適であった。
- ヘ. ルブク地域の石炭は現在稼行中のムバカ炭鉱および南アフリカ・ナタール州無煙炭の炭質と比べて遜色がなく、これらの石炭と同じ市場性を有している。
- ト. 調査地域内で総計1.86億トンの埋蔵炭量が期待され、そのうち約70%が北部に賦存する。この北部に賦存する炭量は将来新規炭鉱を開発するのに十分なものとする。

以上のごとく、ルブク地域の北部は炭層の発達状況が良好でドレライトの貫入も少なく、開発対象地域として有望と判断する。しかしながら、今回の試錐は1~2km間隔で密度が粗く、開発対象地域を選定するにはデータが不足である。

従って、北部延長地区も含めて、更に1km間隔で20本、総掘削長約7,400mの試錐探査を実施することを強くリコメンドする(第10図)。

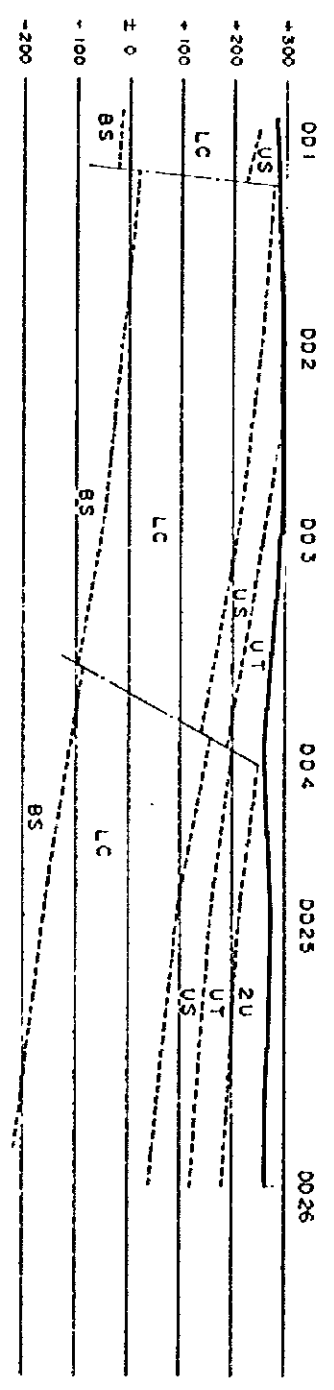
この試錐探査によって、開発を目的とした精査地域(試錐間隔500m以内)が選定でき、新規炭鉱開発を促進し、スワジランド王国の主な目標であるエネルギー資源の自給自足達成に大きく寄与するものである。



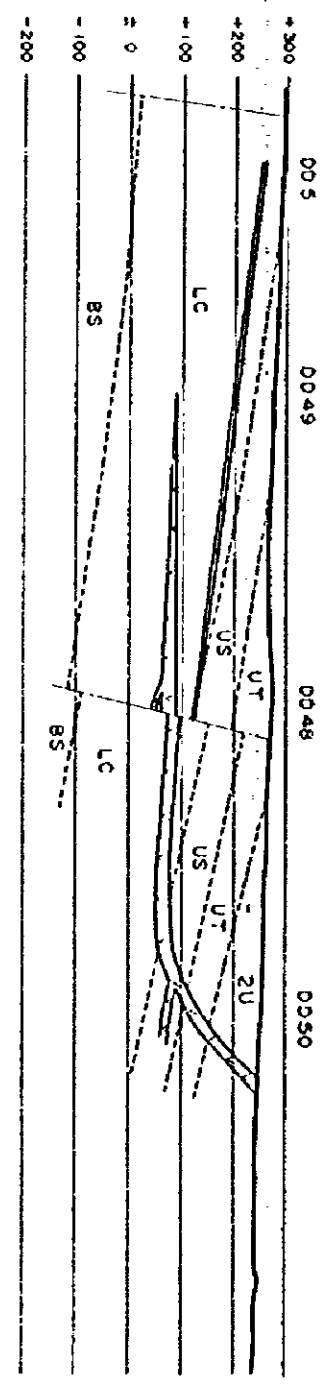


GEOLOGICAL

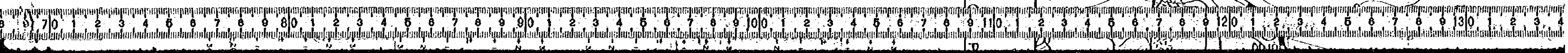
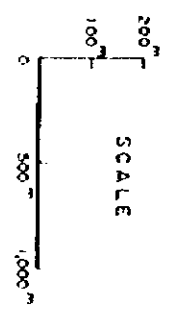
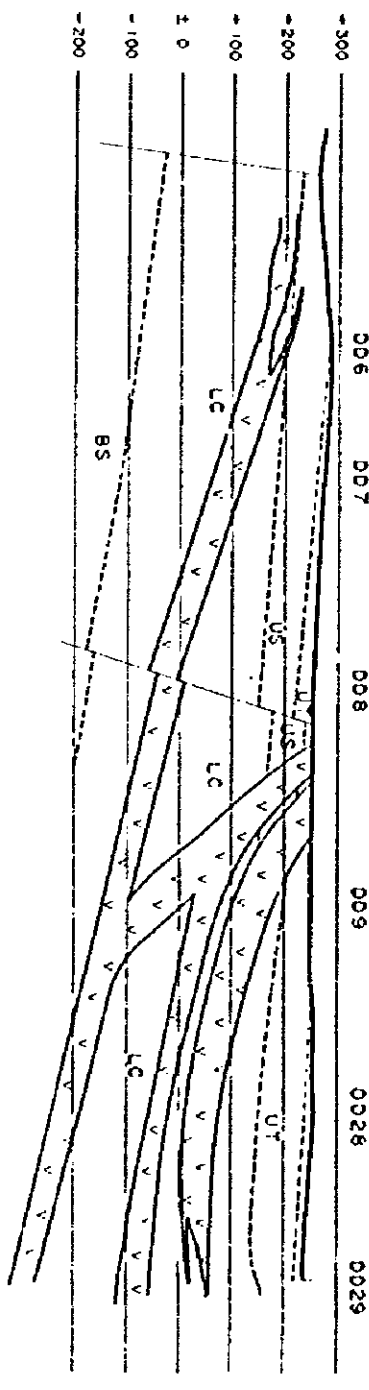
A - A'

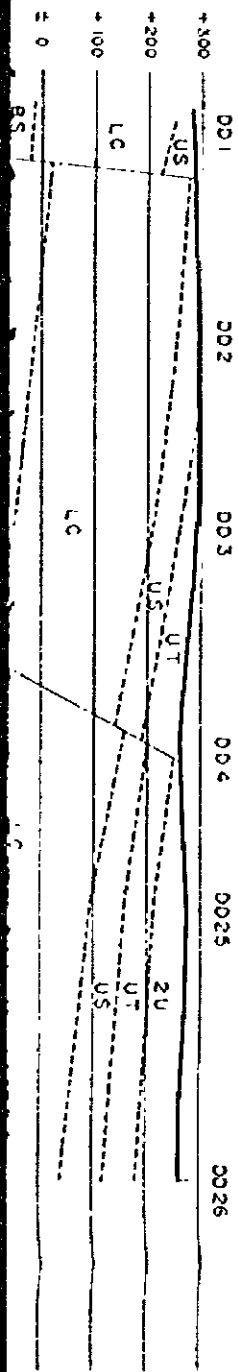


B - B'



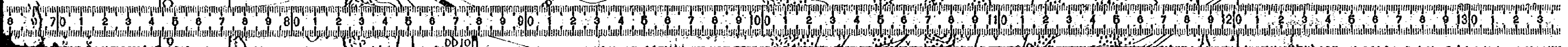
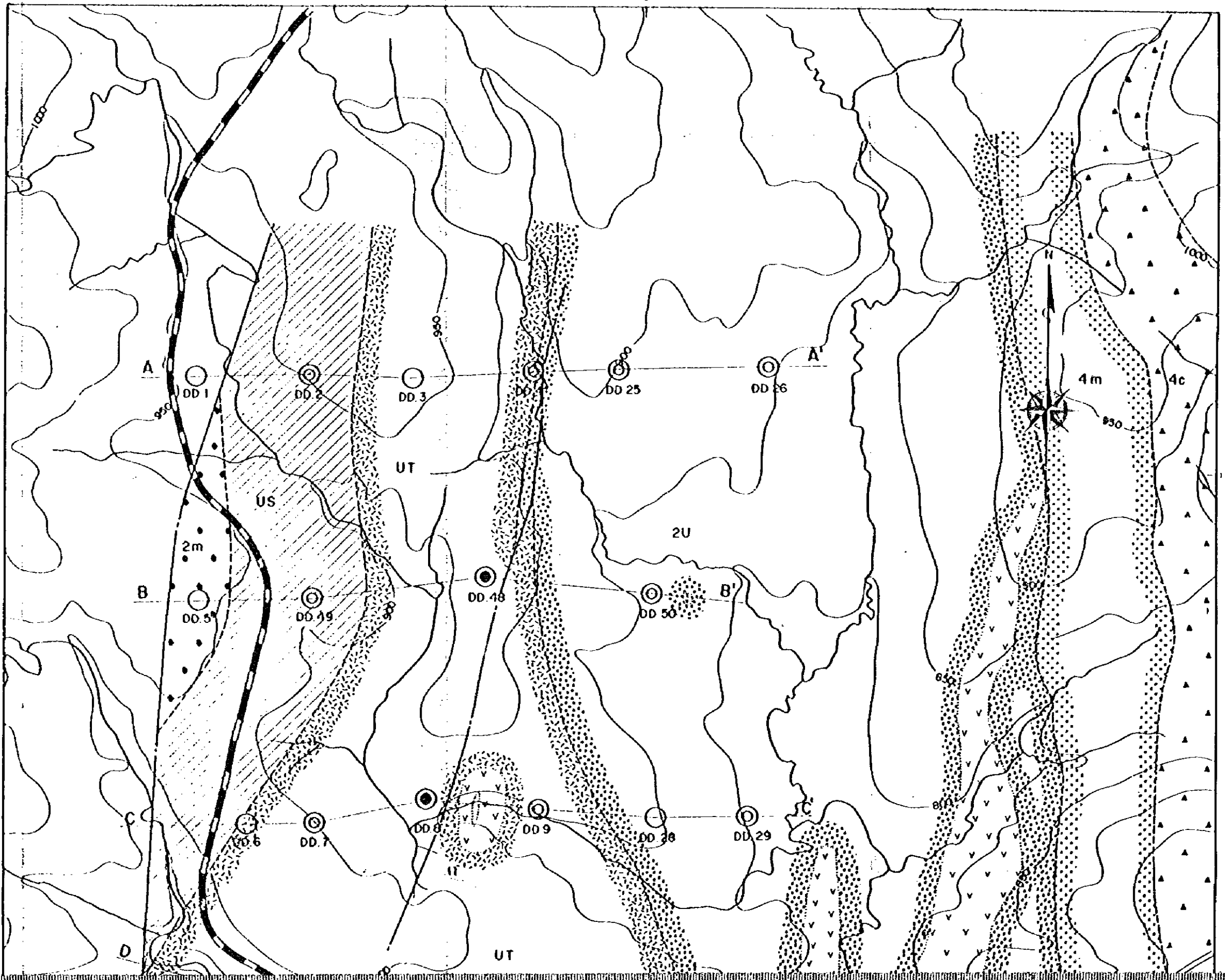
C - C'

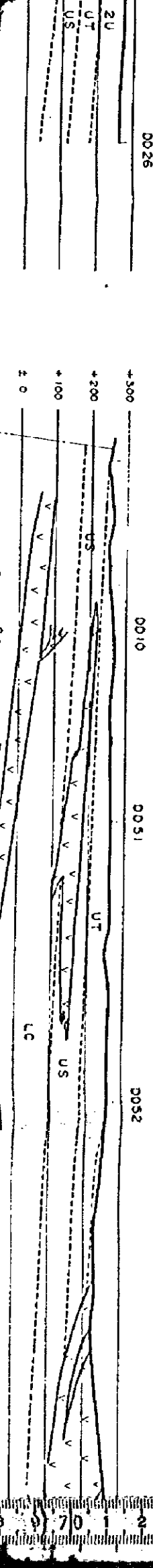




A-A'

GEOLOGIC

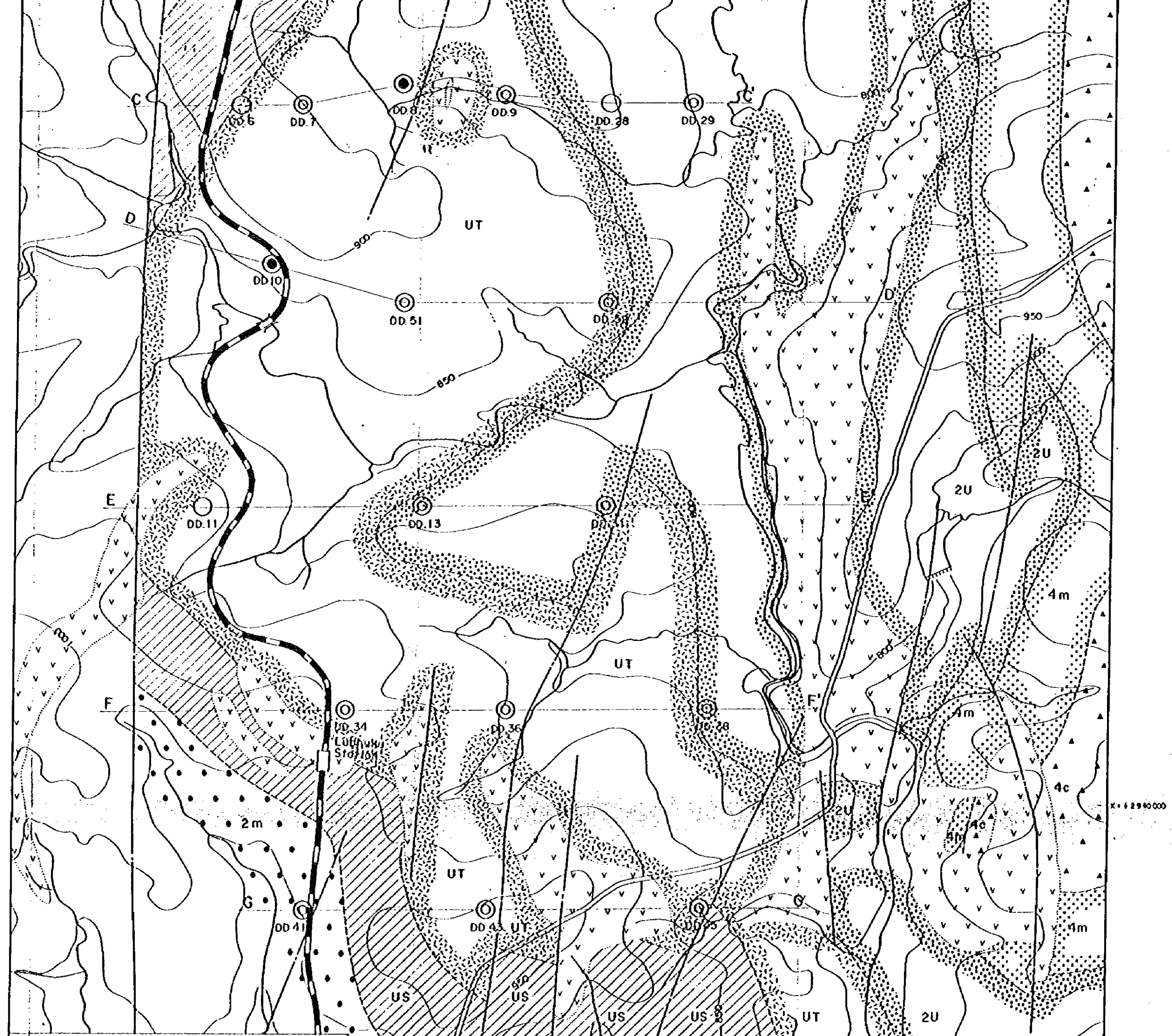




0026
0010
0051
0052

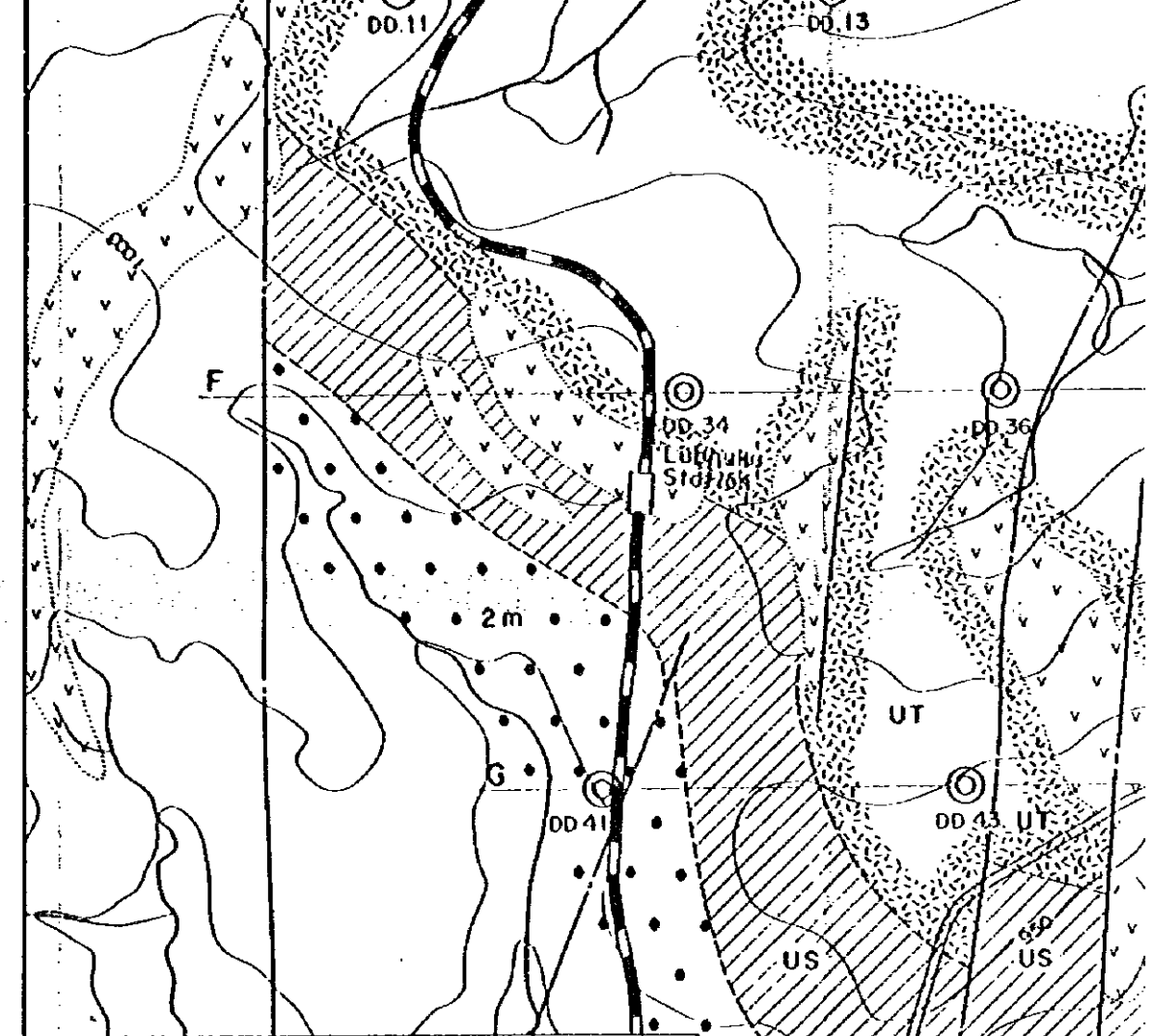
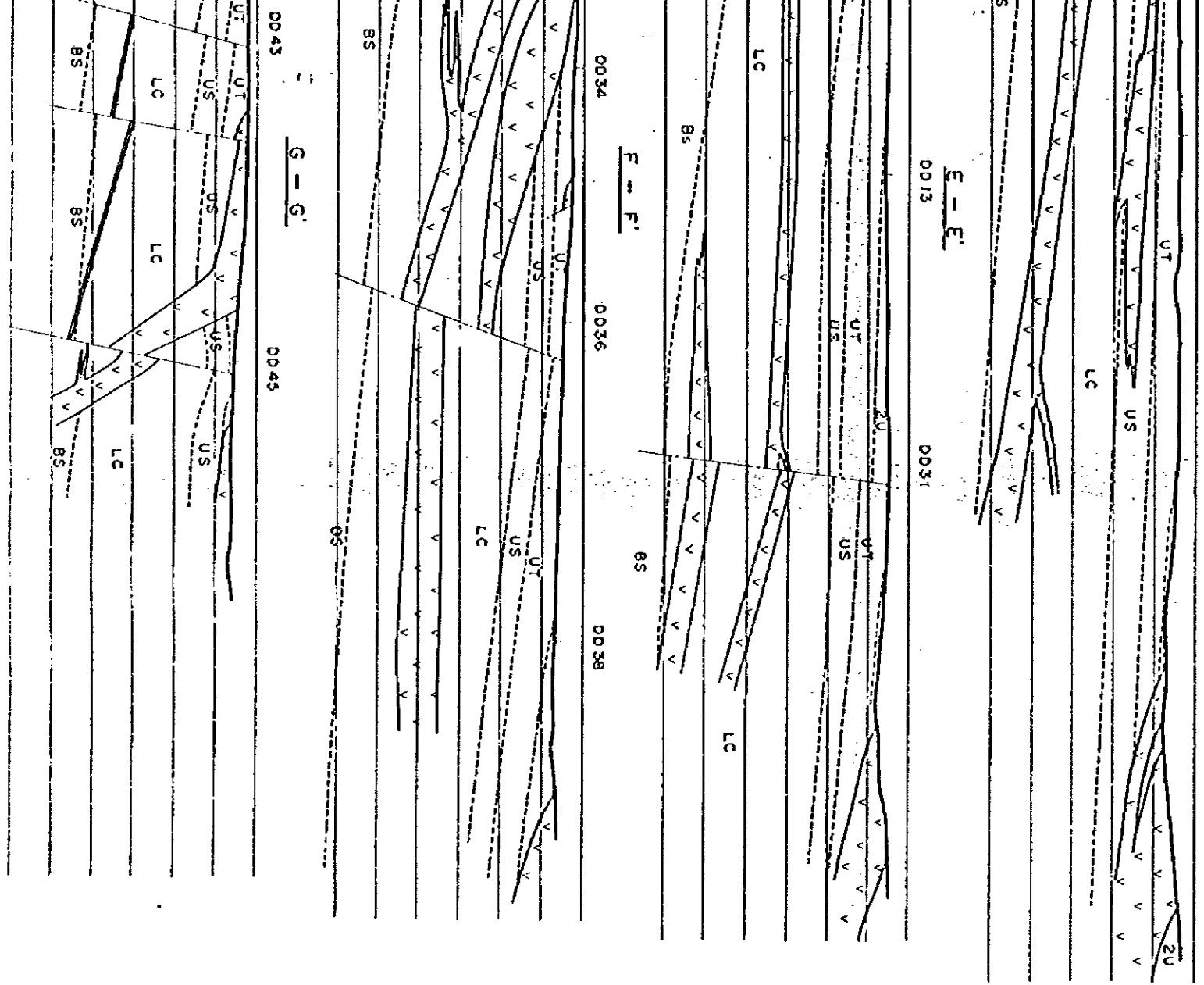
GEOLOGIC PROFILE

0 - 0'



Legend

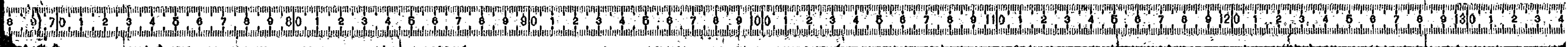


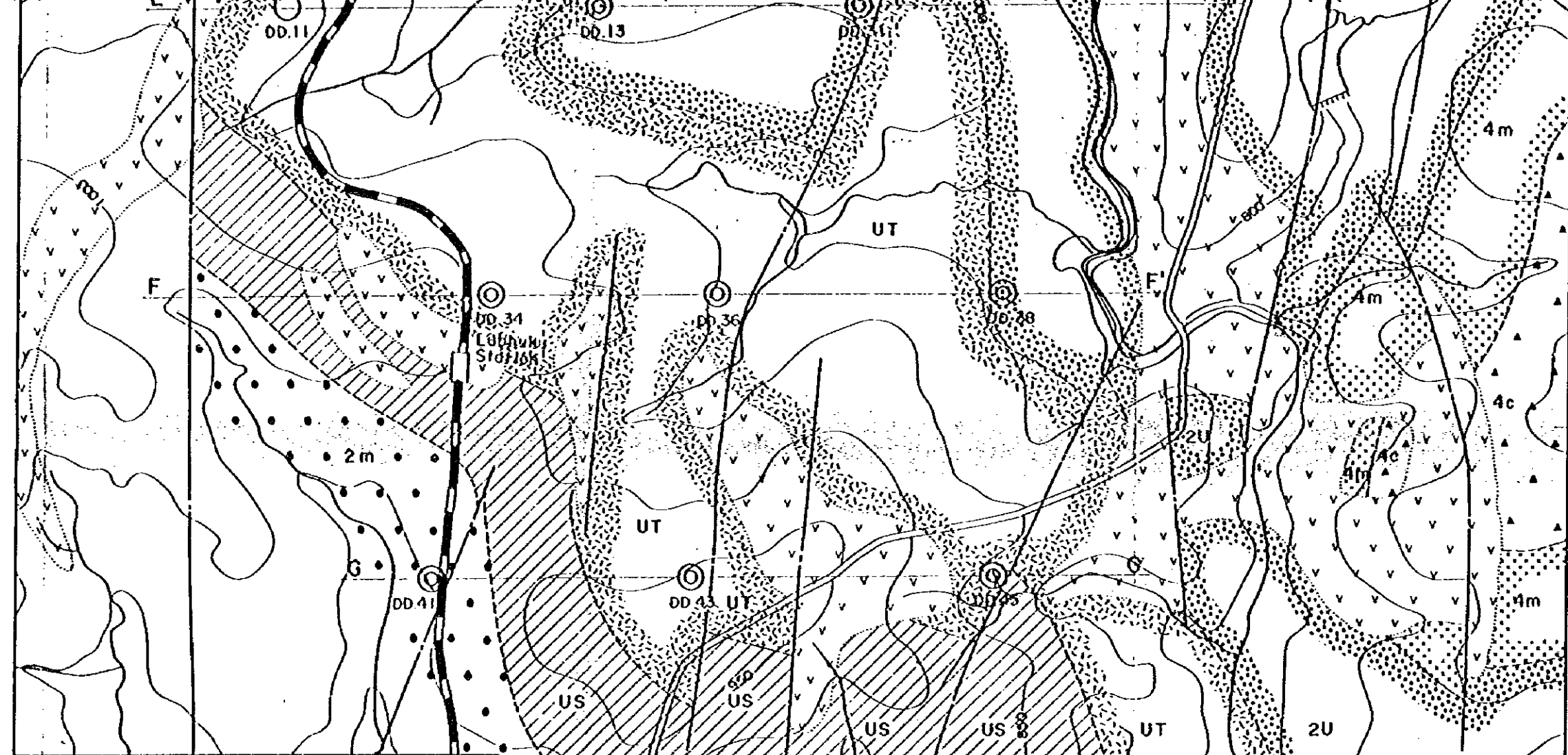


Legend

4C	Cave Sandstone	} Strömberg Series
4m	Molteno Beds	
2U	Upper Coal Zone	} Upper Ecco Series
UT	Upper Transition Beds	} Middle Ecco Series
US	Upper Sandstone	
2m	Lower Coal Zone (LC) Basal Sandstone (BS)	
v v v	Dolerite	} Fault (Assumed)
	Borehole Drilled in Phase One	
	Borehole Drilled in Phase Two	
	Borehole Drilled in Phase One and Two	

(Contour Lines in feet)





Legend

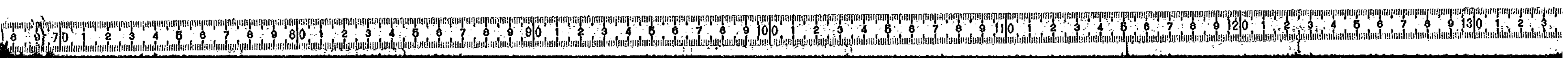
4C Cave Sandstone	} Stormberg Series
4m Molleno Beds	
2U Upper Coal Zone	Upper Eccca Series
UT Upper Transition Beds	} Middle Eccca Series
US Upper Sandstone	
2m Lower Coal Zone (LC) Basal Sandstone (BS)	
v v v Dolerite	Fault (Assumed)
○ Borehole Drilled in Phase One	
⊙ Borehole Drilled in Phase Two	
● Borehole Drilled in Phase One and Two	

(Contour Lines in feet)

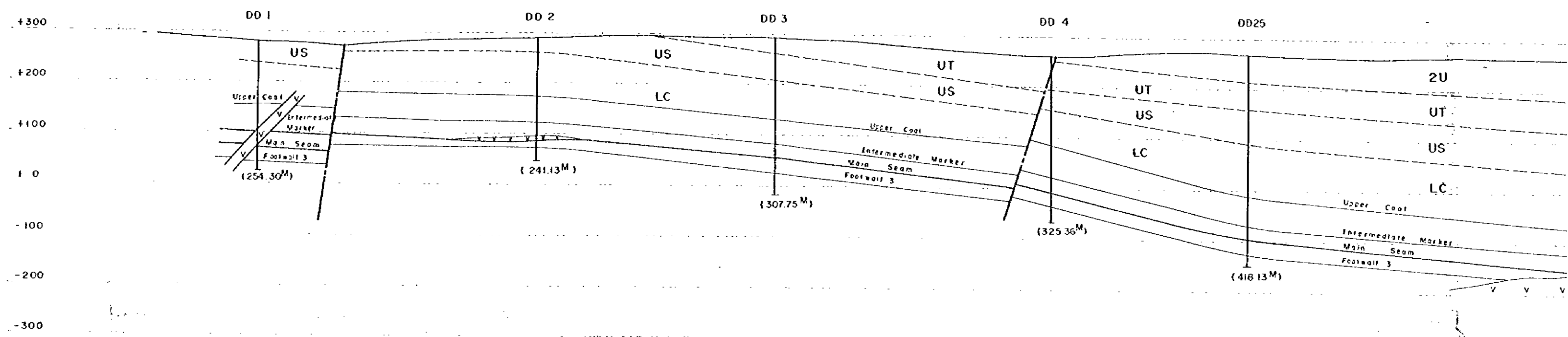
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Geologic Map

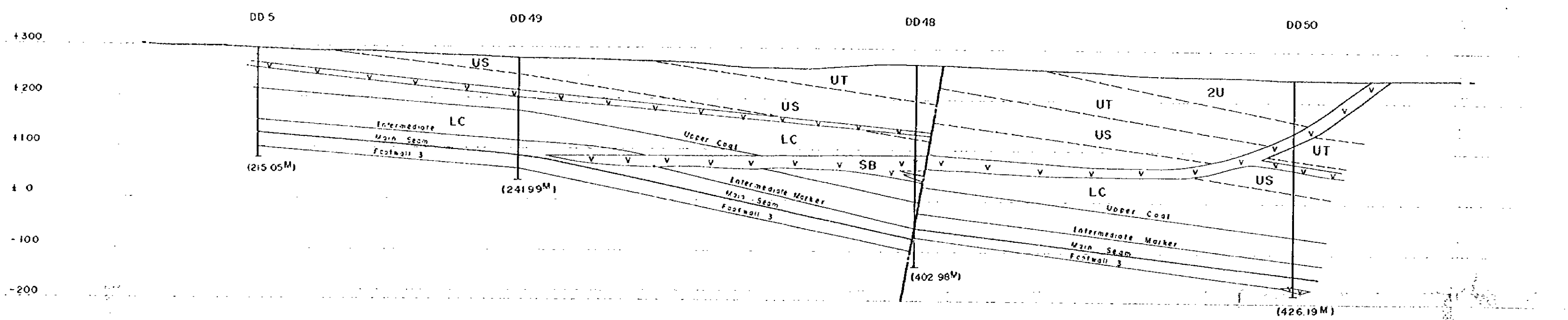
Dwg. No.	1	Scale	1 : 25,000
Date	Sep. 1982	Prepared by	H. Nozaki N. Ishihara



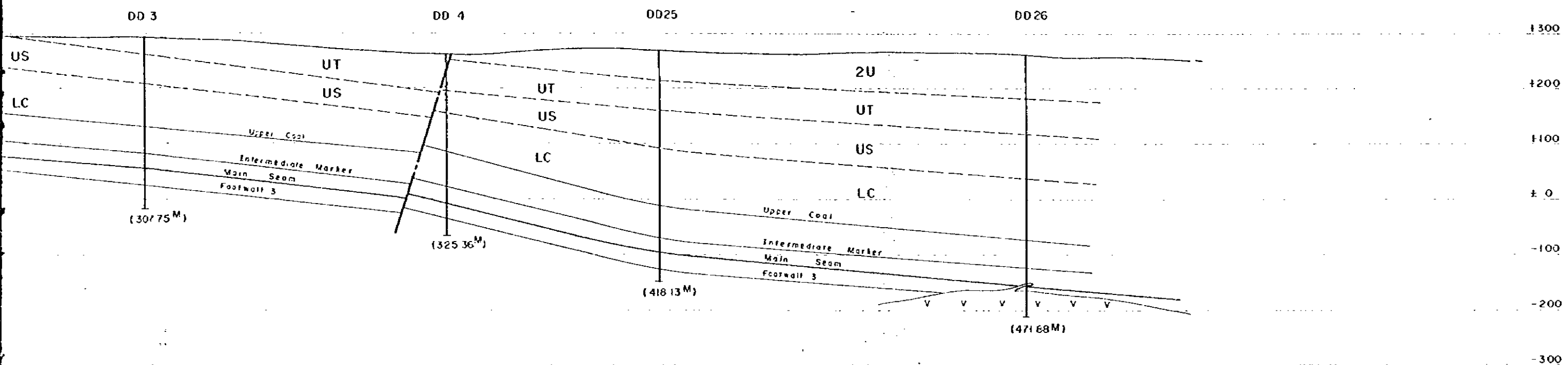
A — A'



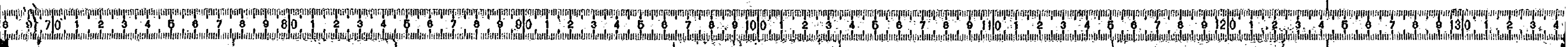
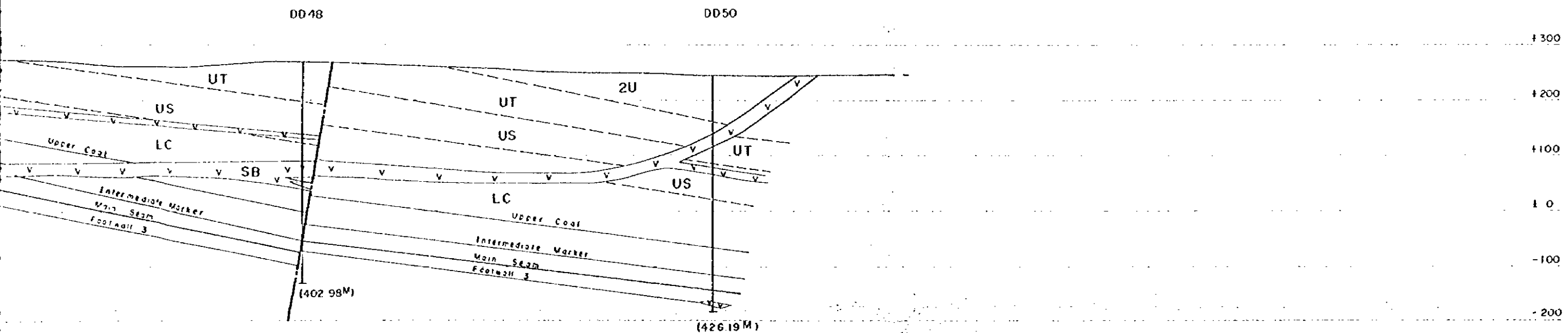
B — B'



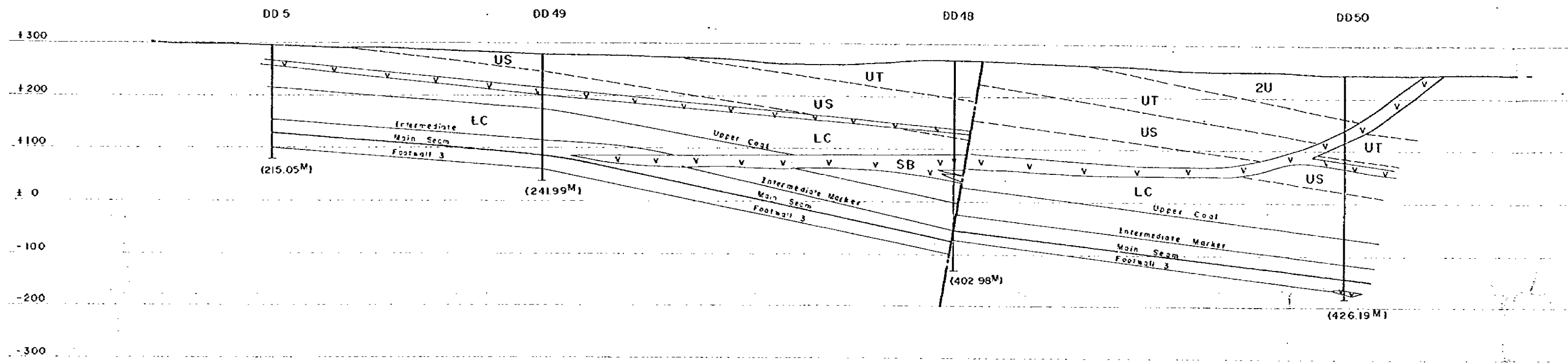
A — A'



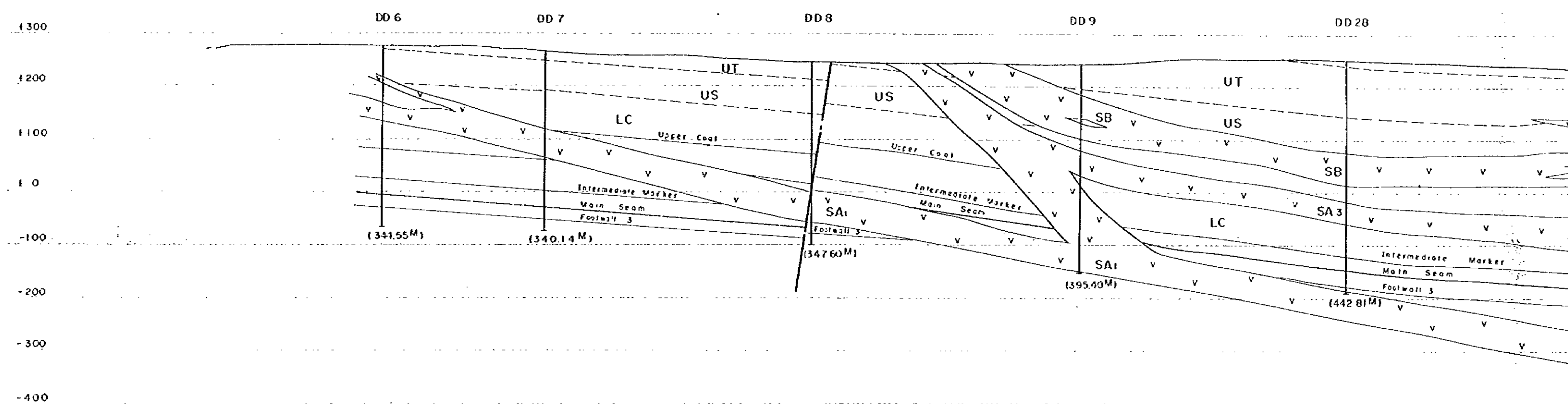
B — B'



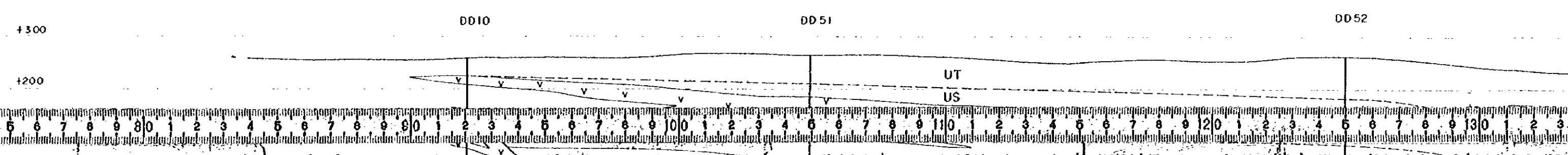
B — B'



C — C'



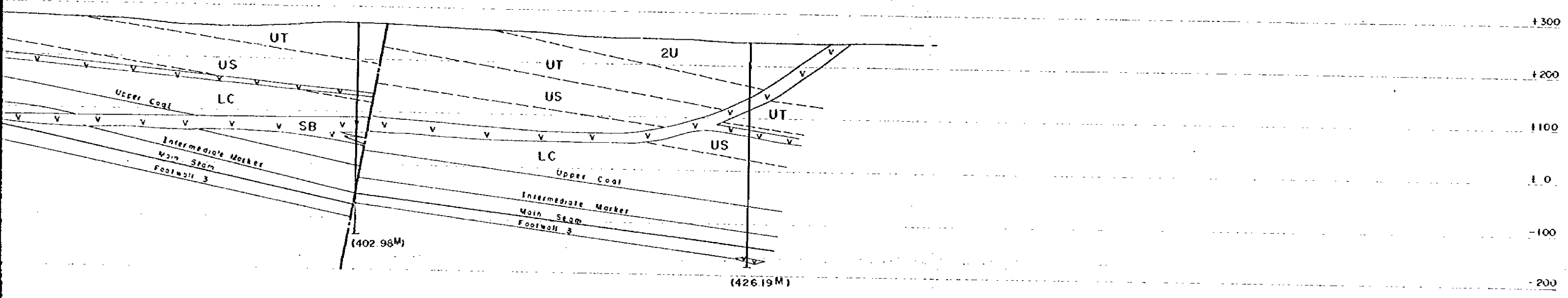
D — D'



B — B'

DD48

DD50



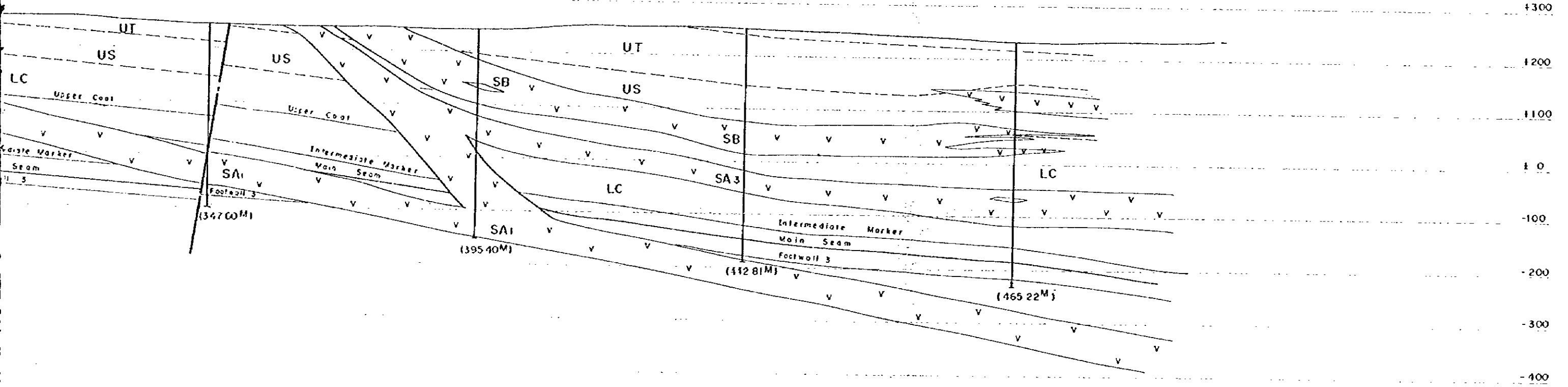
C — C'

DD8

DD9

DD28

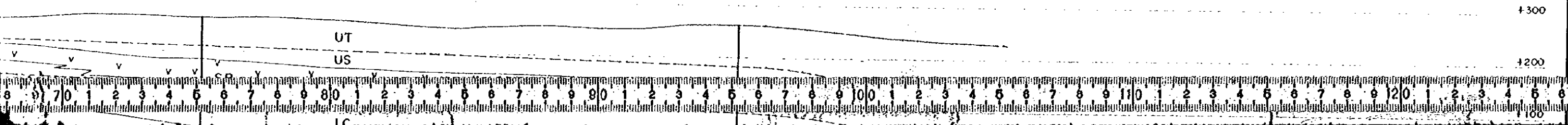
DD29



D — D'

DD51

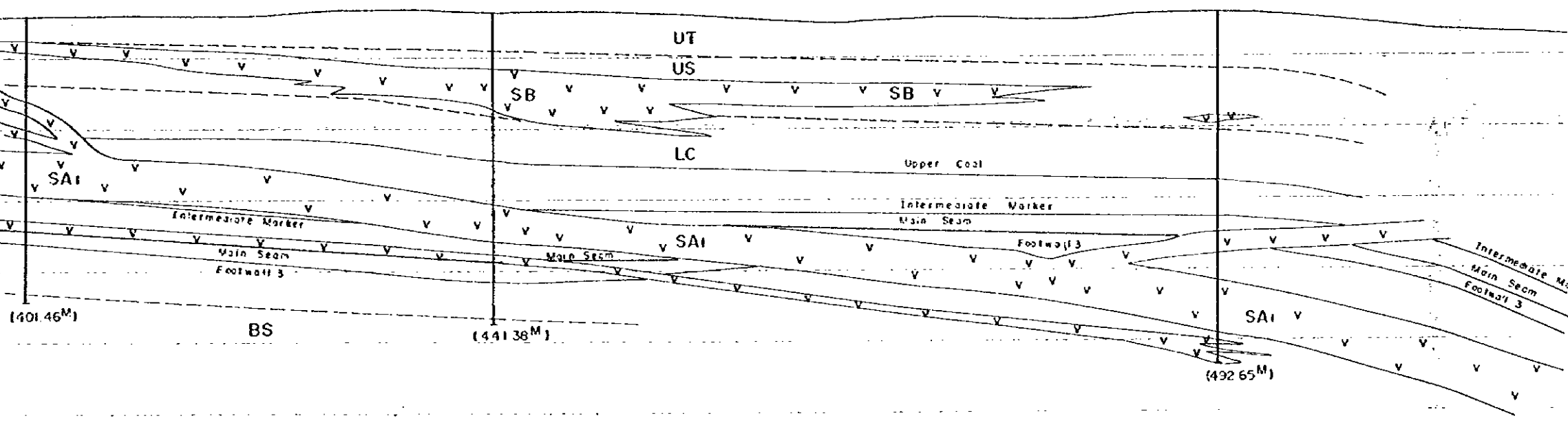
DD52



-200
-300
-400
+300
+200
+100
+0
-100
-200
-300

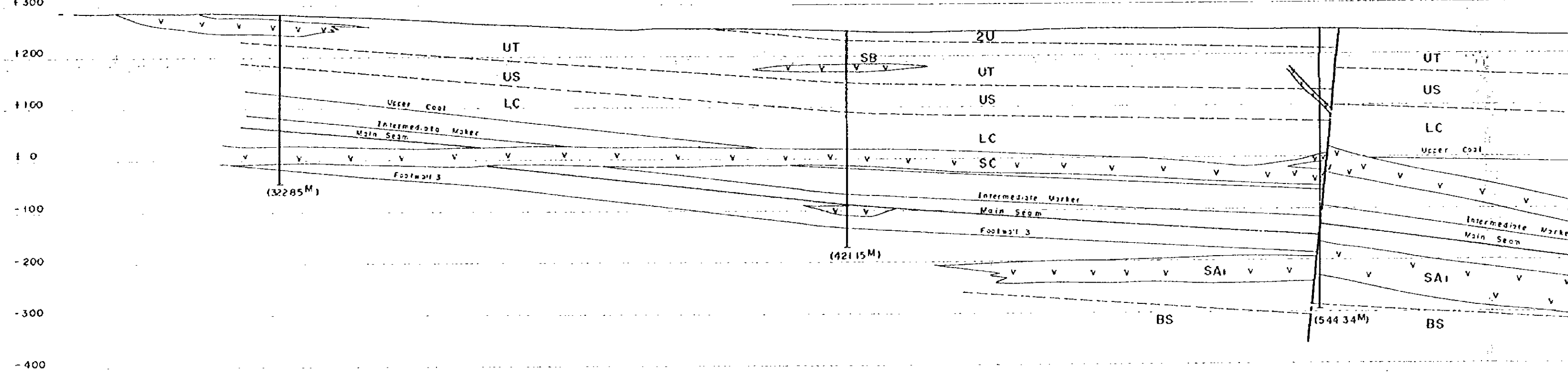
D — D'

DD10 DD51 DD52

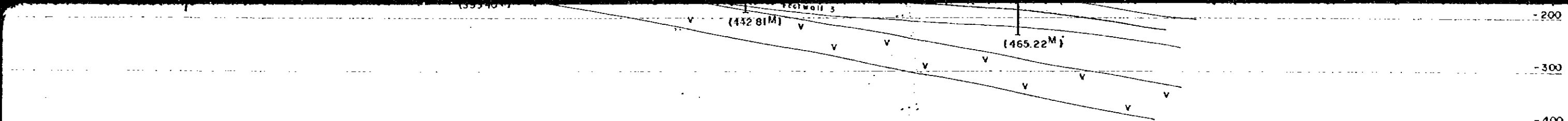


E — E'

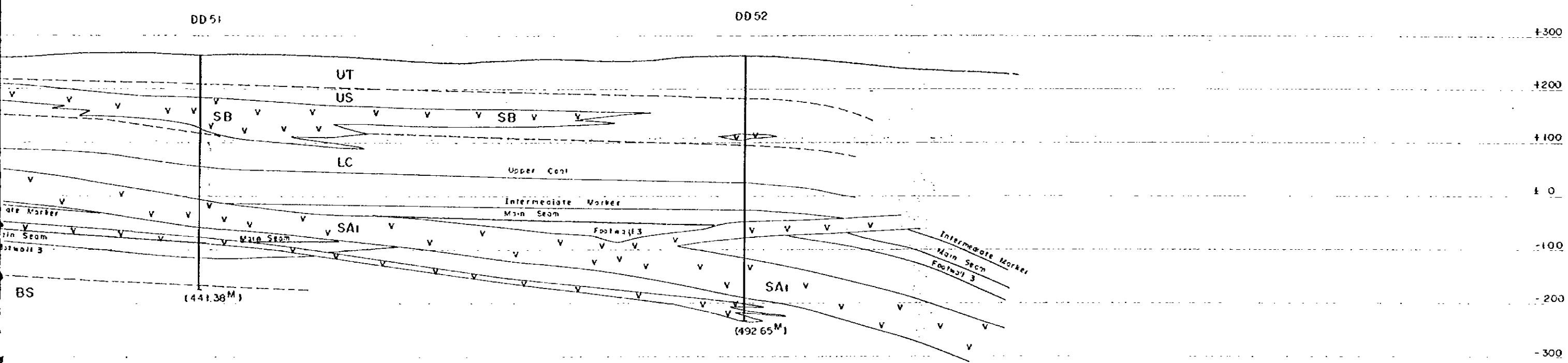
DD11 DD13 DD31



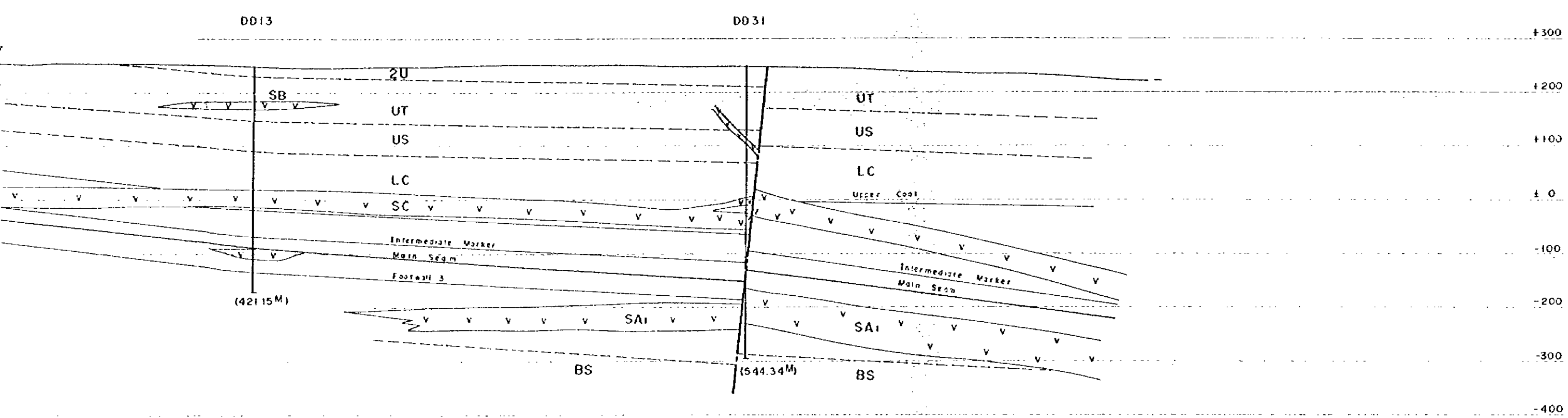
F — F'



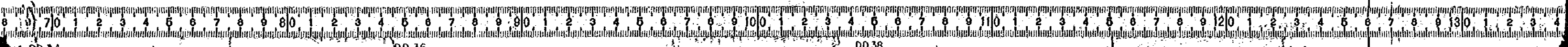
D — D'

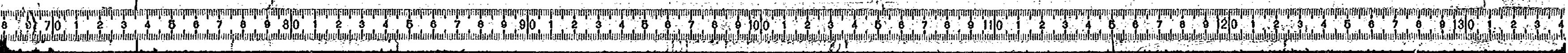
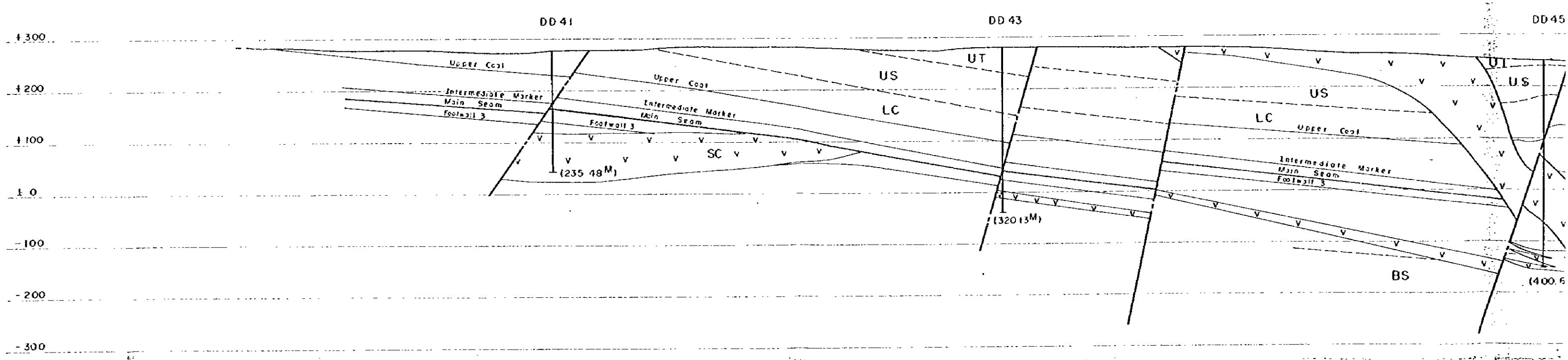
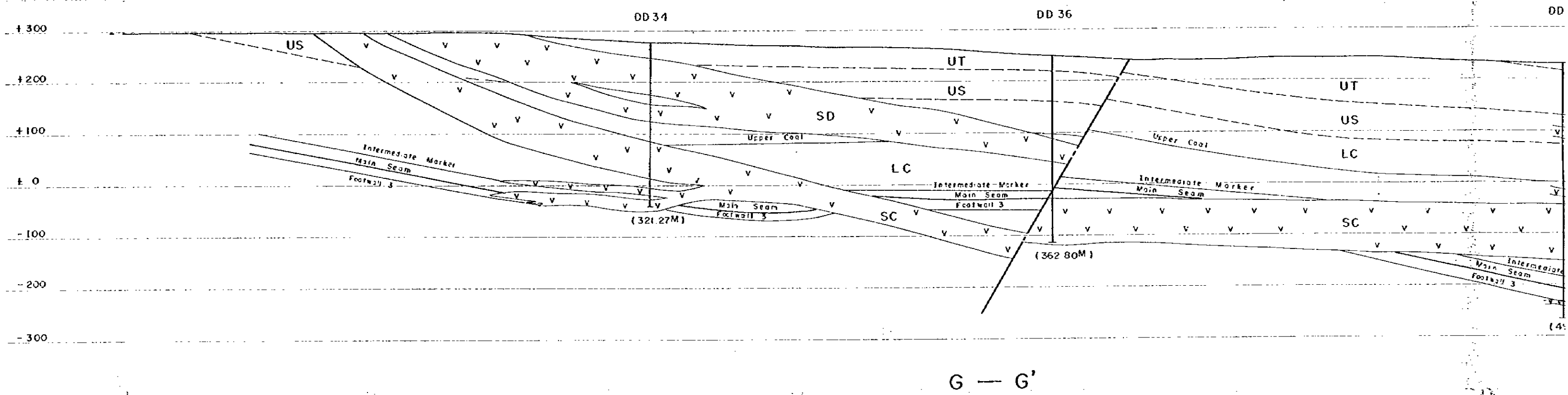
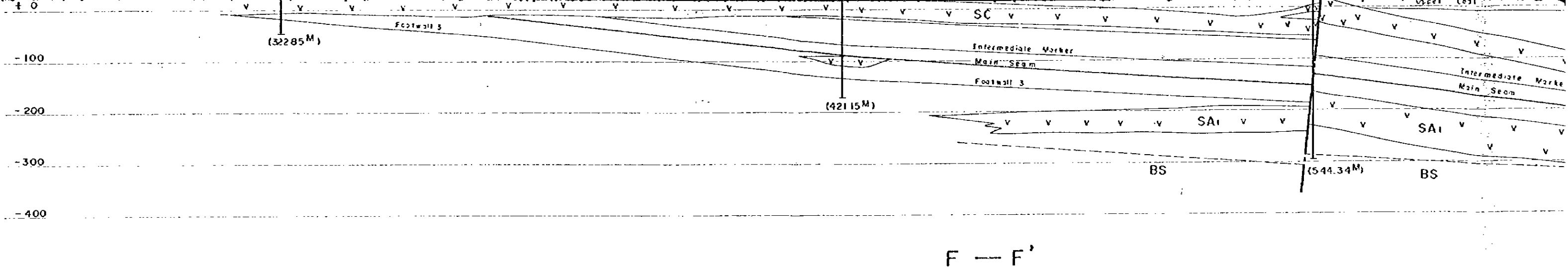


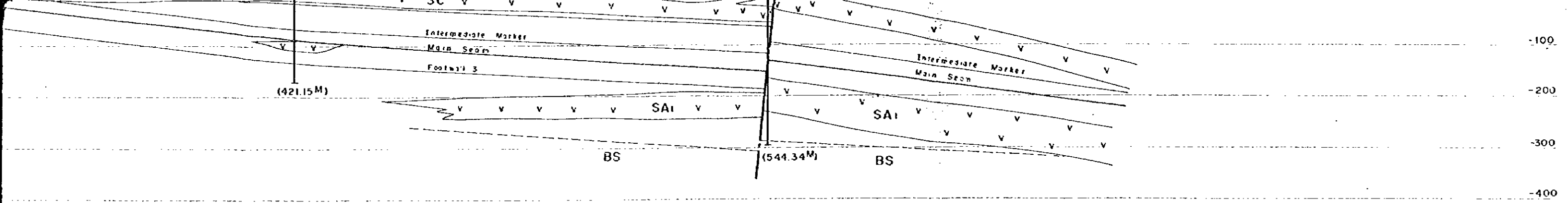
E — E'



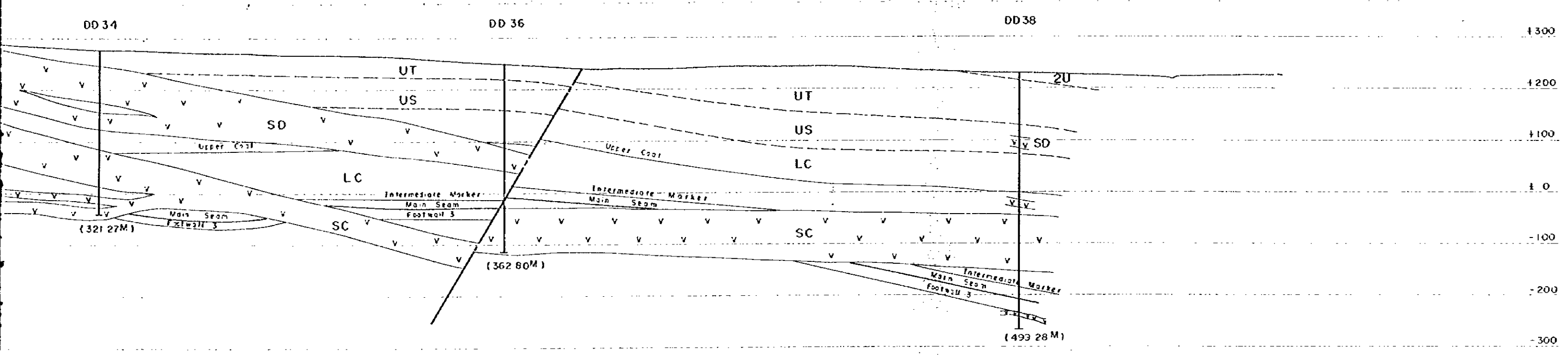
F — F'



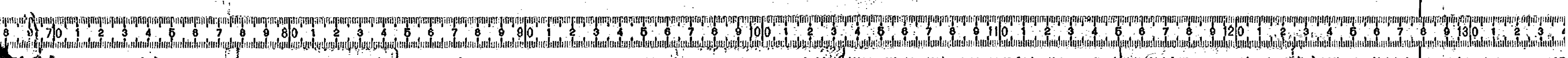
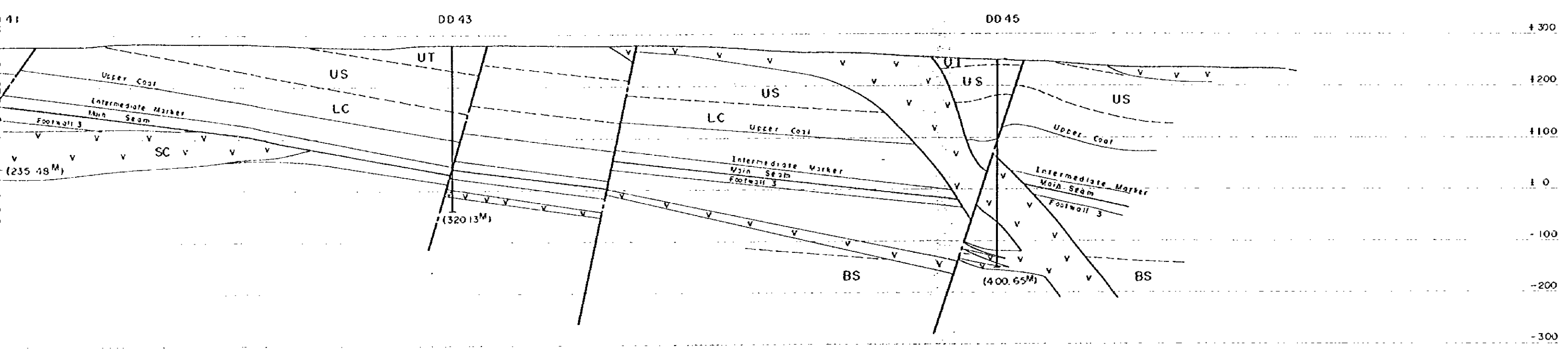


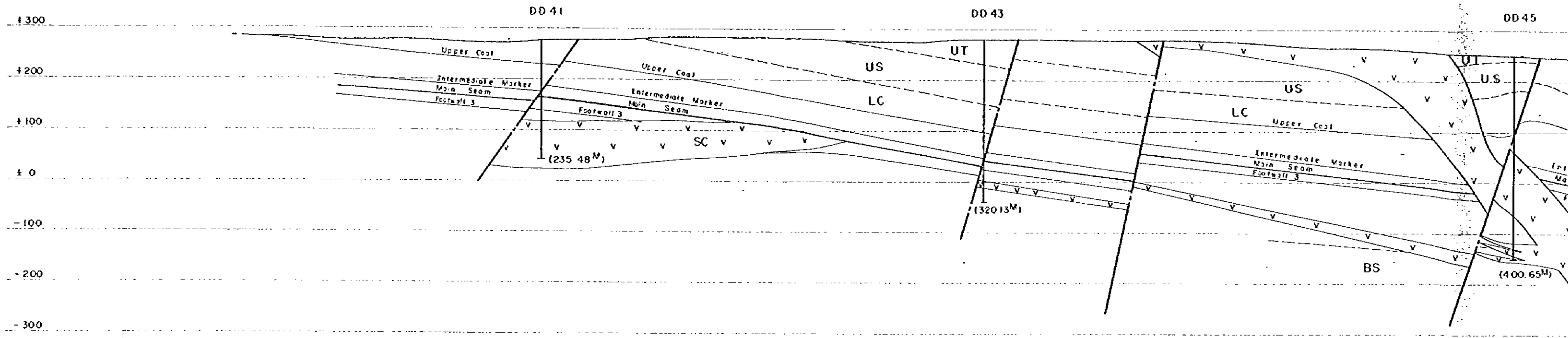


F — F'



G — G'



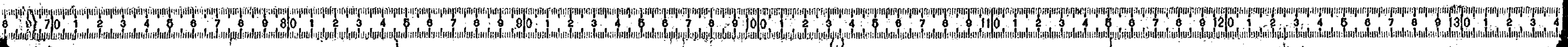
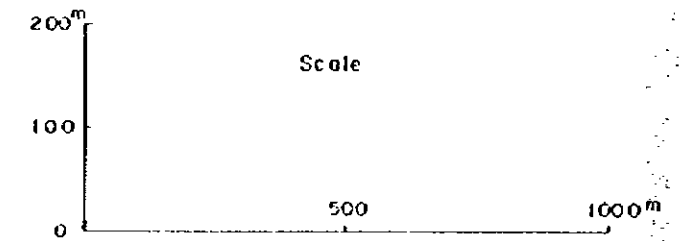


LEGEND

- 2U Upper Coal Zone
- UT Upper Transition Beds
- US Upper Sandstone
- LC Lower Coal Zone
- BS Basal Sandstone

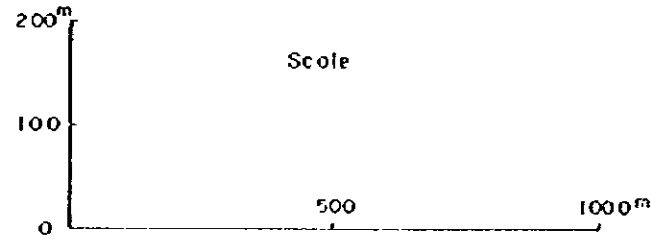
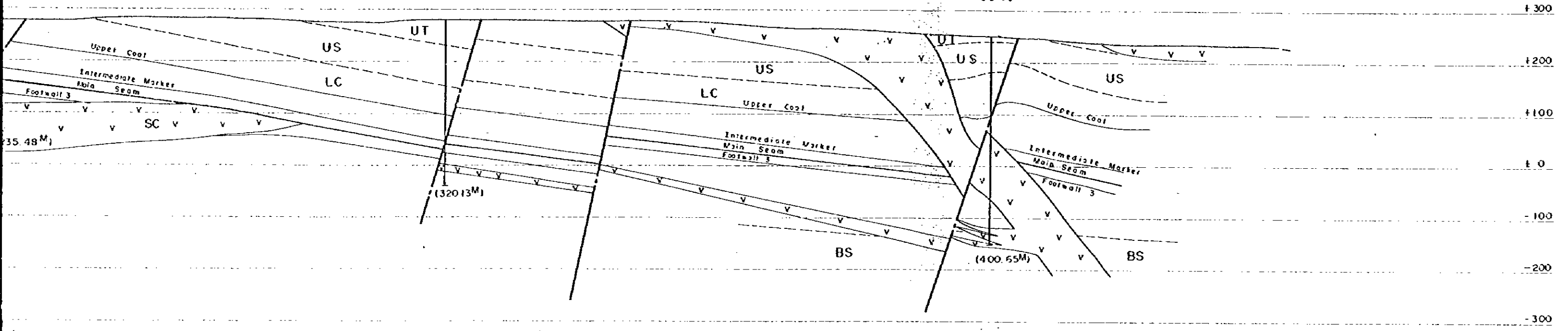
SA Dolerite

— Fault, Assumed

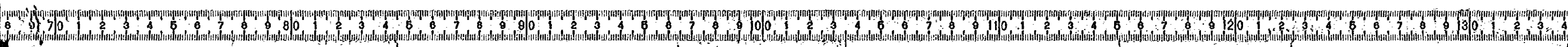


DD 43

DD 45



JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY			
Geologic Profile			
Dwg No	2a	Scale	H = 1:10,000 V = 1:5,000
Date	Sep, 1982	Prepared by	H. Nozaki N. Ishihara



JICA