

胚胎層であるチャート・頁岩互層の成因については諸説あるが、Sur 地区のマンガン鉱床はチャート・頁岩互層の形成と密接な関係にあると思われる。

鉱石の微量元素の含有量は St rakhov (1967) の火山源堆積鉱床中の微量元素の含有量と類似している。また、Mn と類似した挙動を示すものとして Sr・Ba があり、Sr・Ba は Borchert (1970), Zantop (1980) によると火山性堆積鉱床に浸集する元素と考えられている。したがって微量元素からは、本地区のマンガン鉱床は火山活動と関係するものと推定される。

鉱床は形成後の褶曲や断層により、その形態は著しく変形しているが、鉱石中に初生鉱床形成時のものと考えられる鉱石組織が残存していることなどから、鉱床はその後の変動による変成作用は余り受けていないものと考えられる。しかし、水マンガン鉱の仮像と考えられるパイロリュース鉱や分沁脈と考えられる脈状粗粒パイロリュース鉱の存在から続成作用の過程で鉱床は若干の変化があったものと推定される。

以上をまとめると、Sur 地区のマンガン鉱床は、チャート・頁岩互層の形成時期（ジュラ紀後期～白亜紀初期）に海底の火山活動に関連して生成された同生層状堆積鉱床が、その後の変動・続成過程を経たものであると推察される。

4. ボーリング調査

4-1 概 説

ボーリング調査は第3年次調査として、A地区最大の鉱床露頭である $\delta 110$ 露頭の下部の連続性を把握するため実施された。

ボーリング実施位置は Fig. 32 に示すように、 $\delta 110$ 露頭の東部において、ボーリング地点5箇所・12孔、西部においてボーリング地点3箇所・5孔がそれぞれ実施された。

ボーリングの工法はパーカッション工法であり、地質状況を考慮しダウンザホールを採用し、現地作業は昭和57年11月9日から開始され、17孔・総掘進延長300.00mが掘進され、同年12月26日全作業を終了した。

ボーリング孔の地質状況については、1m間隔にて採取されたカッティングの観察により行われ、また鉱微部については、カッティングを50cmないし1m間隔にて採取し、Mn・MnO₂・SiO₂・Fe の4成分について化学分析を実施した。

今回のボーリング調査では地表から約30mまで鉱層の連続することが確認された。

以下、調査の結果について述べる。

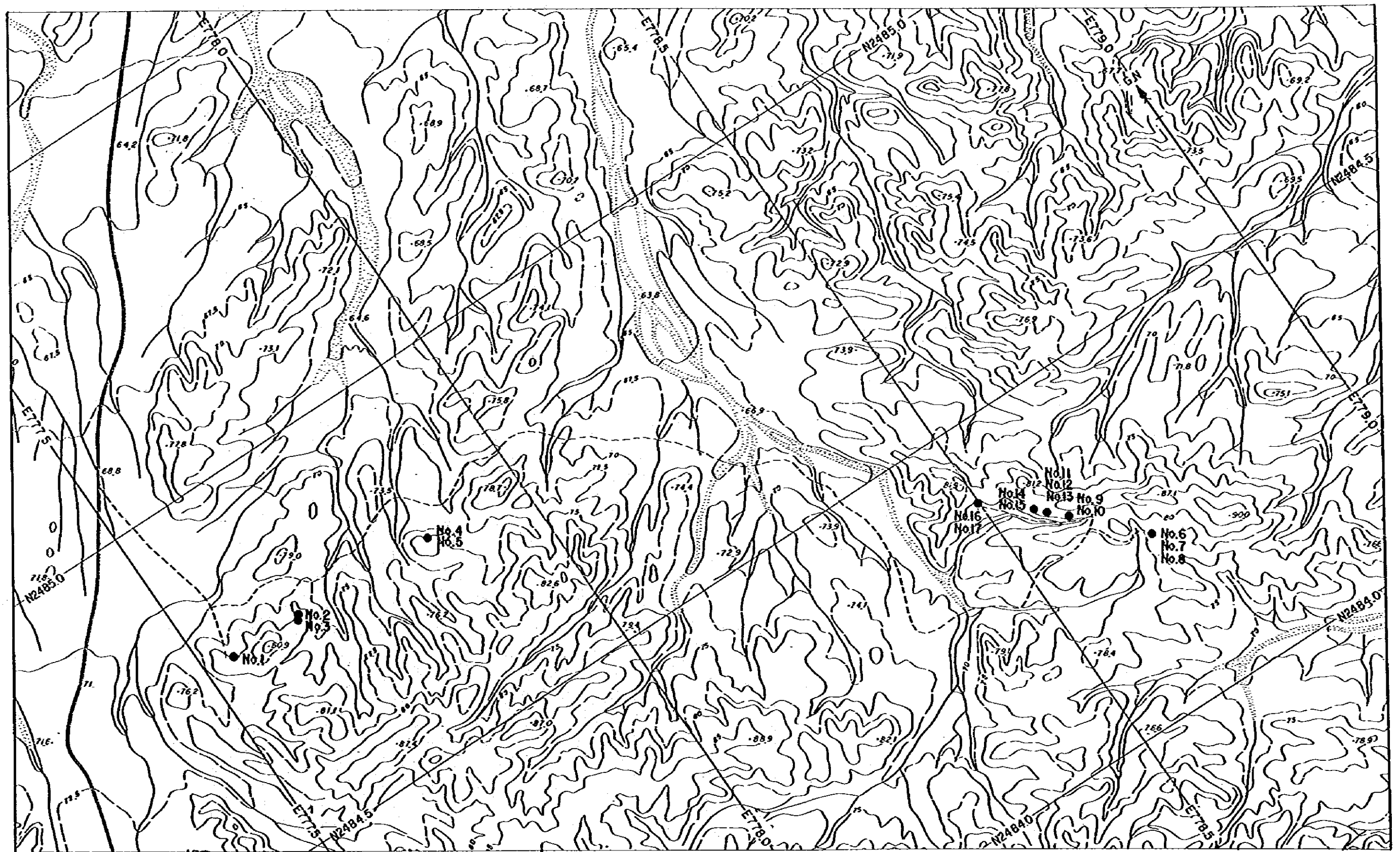
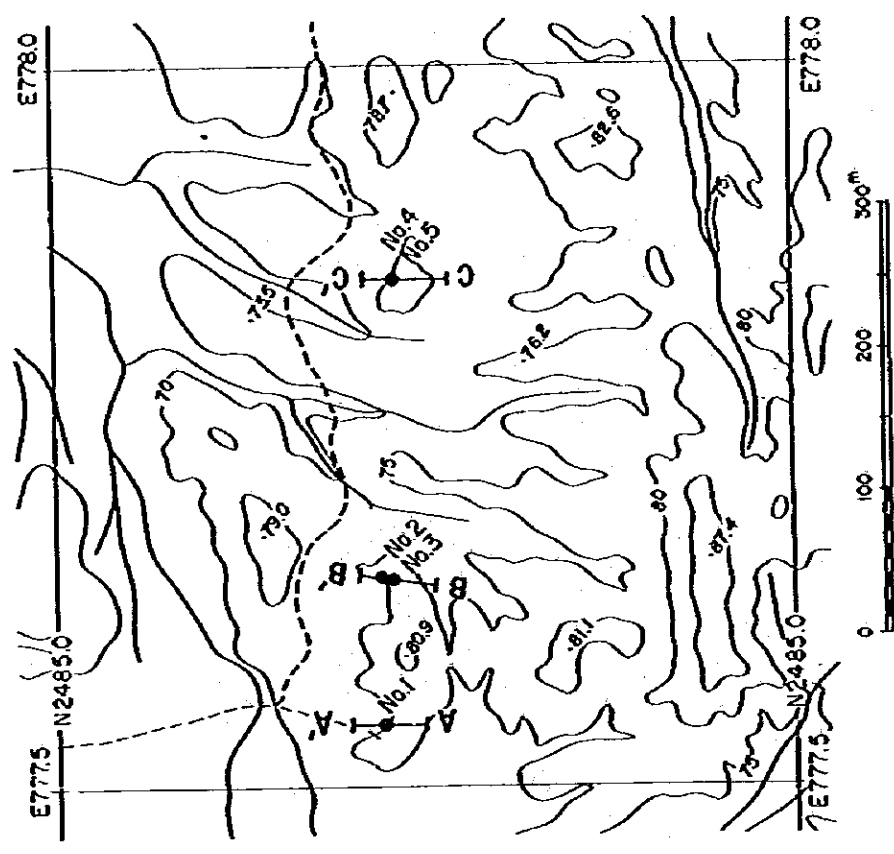
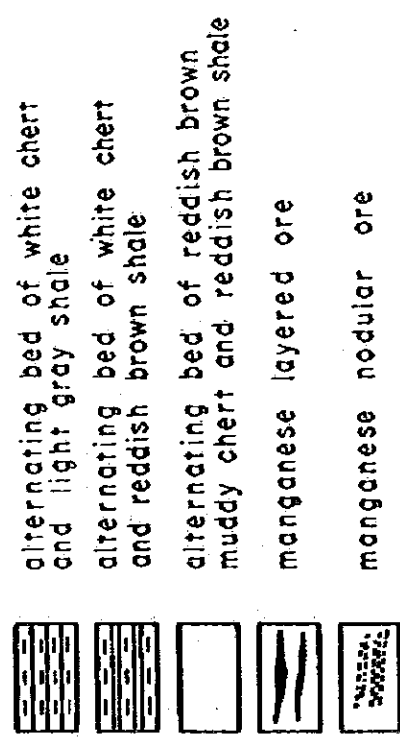


Fig. 32 Location Map of Drilling Holes

0 250M



LEGEND



Sampling width (m)	Content of Elements		
	Mn (%)	SiO ₂ (%)	Fe (%)
0.50	7.65	11.53	73.82
			0.67

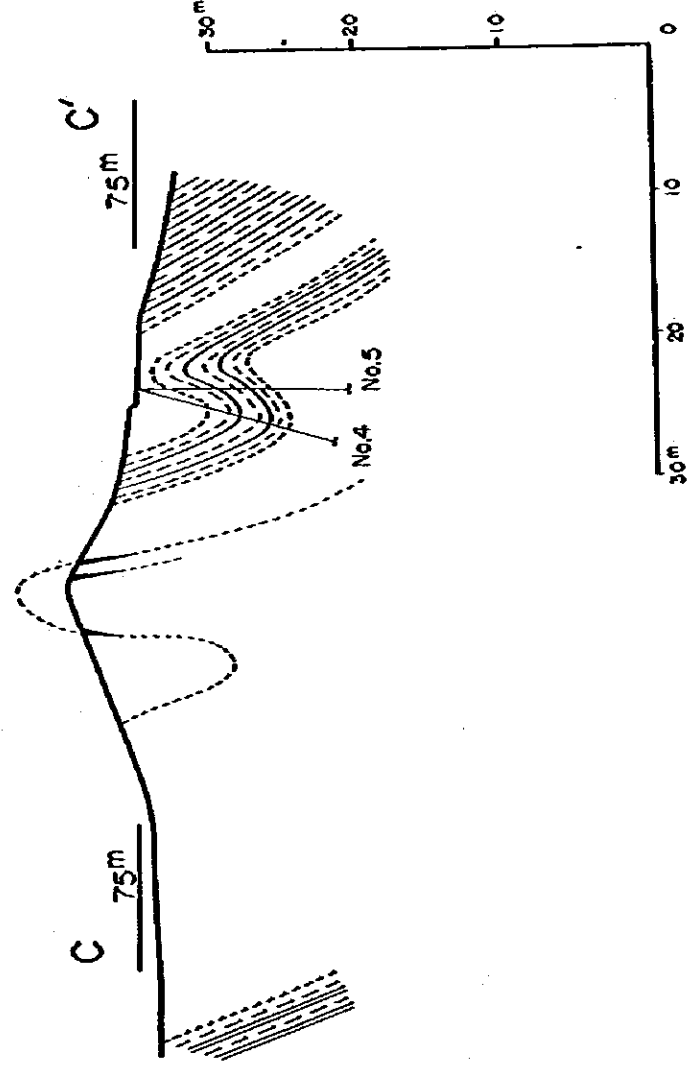
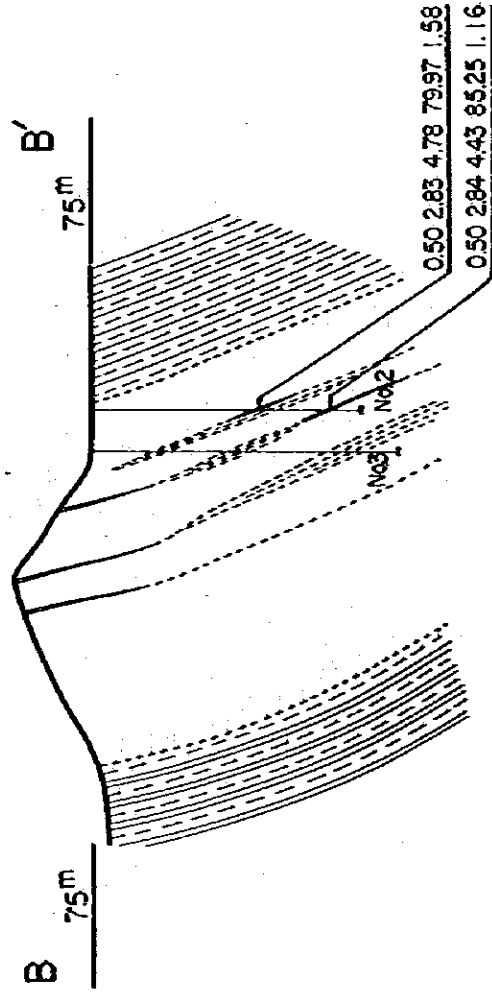
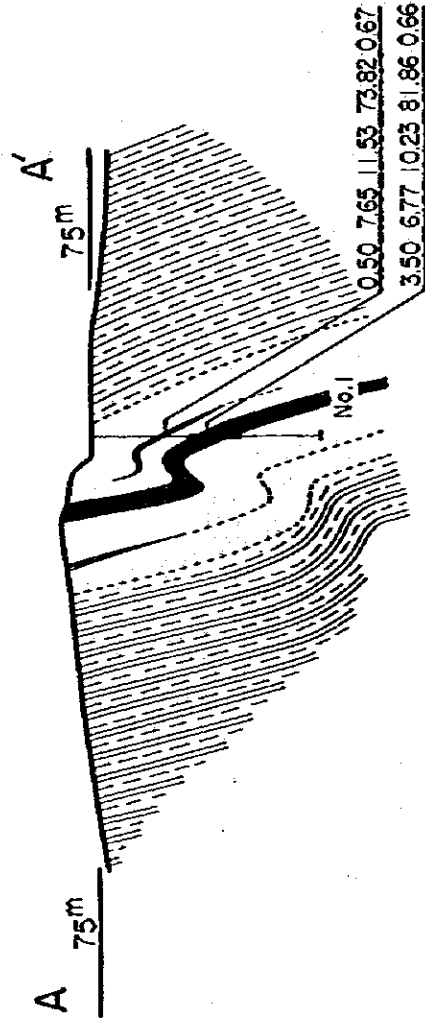
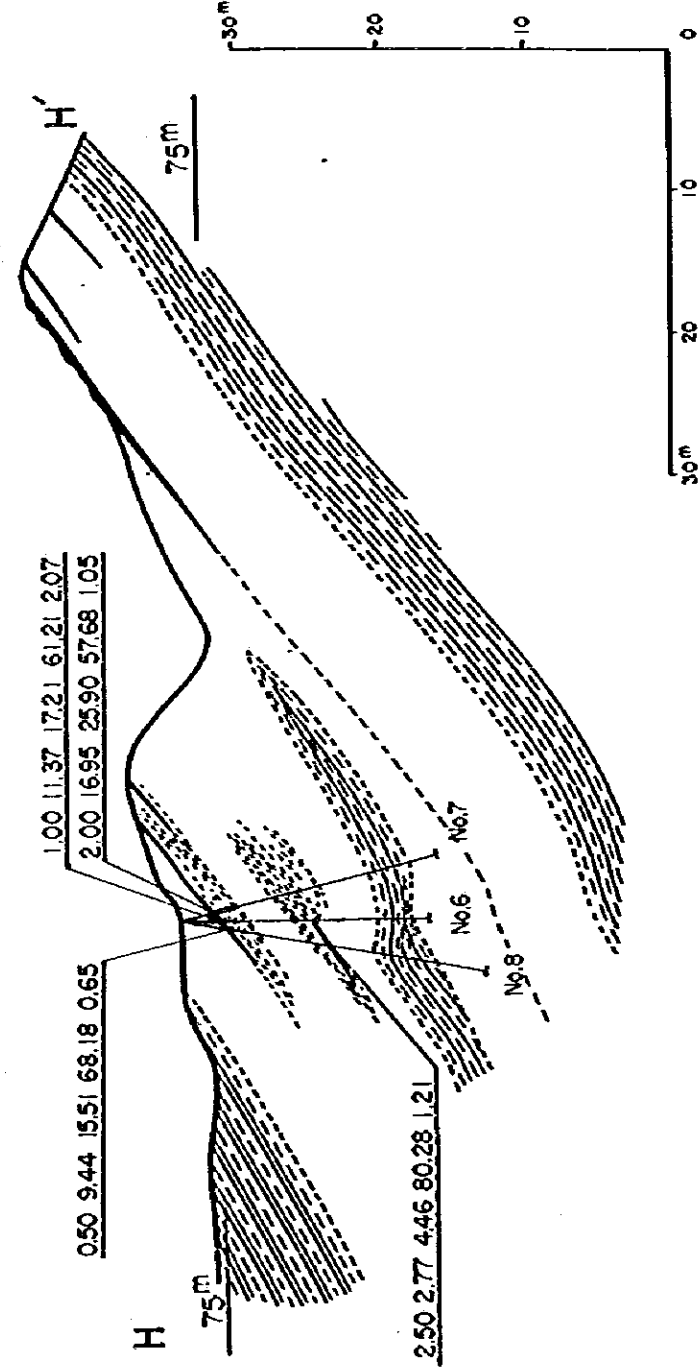
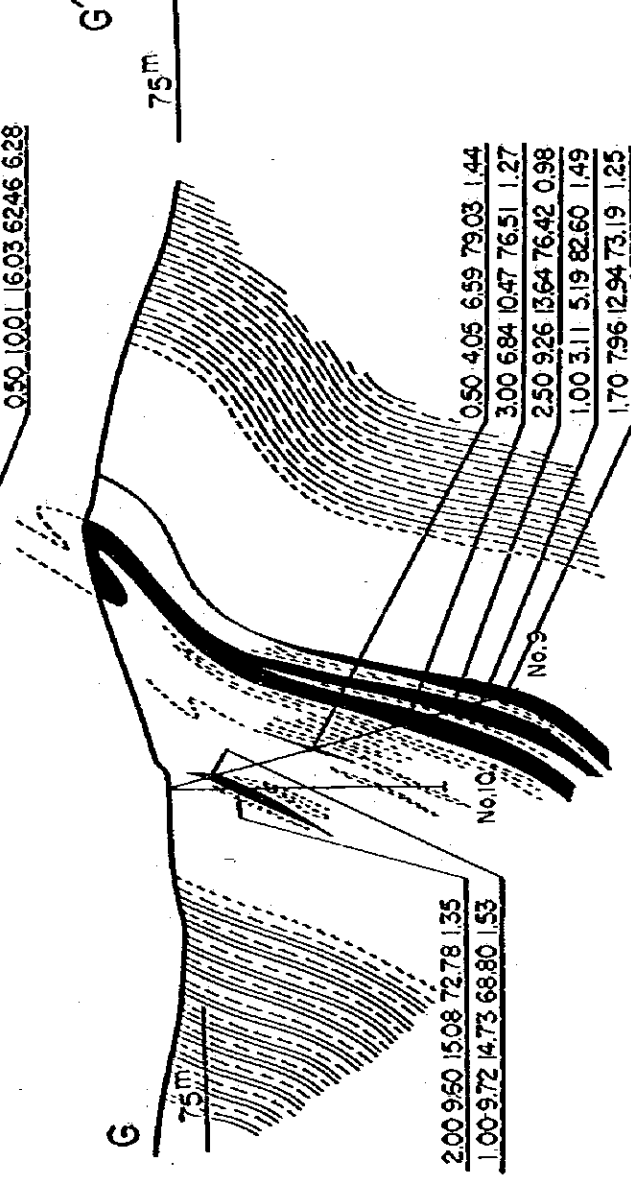
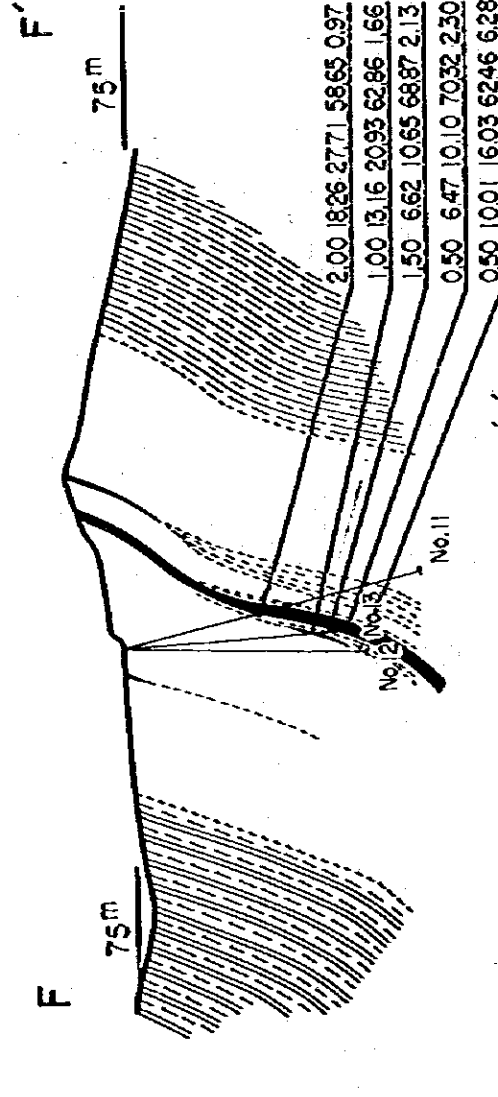
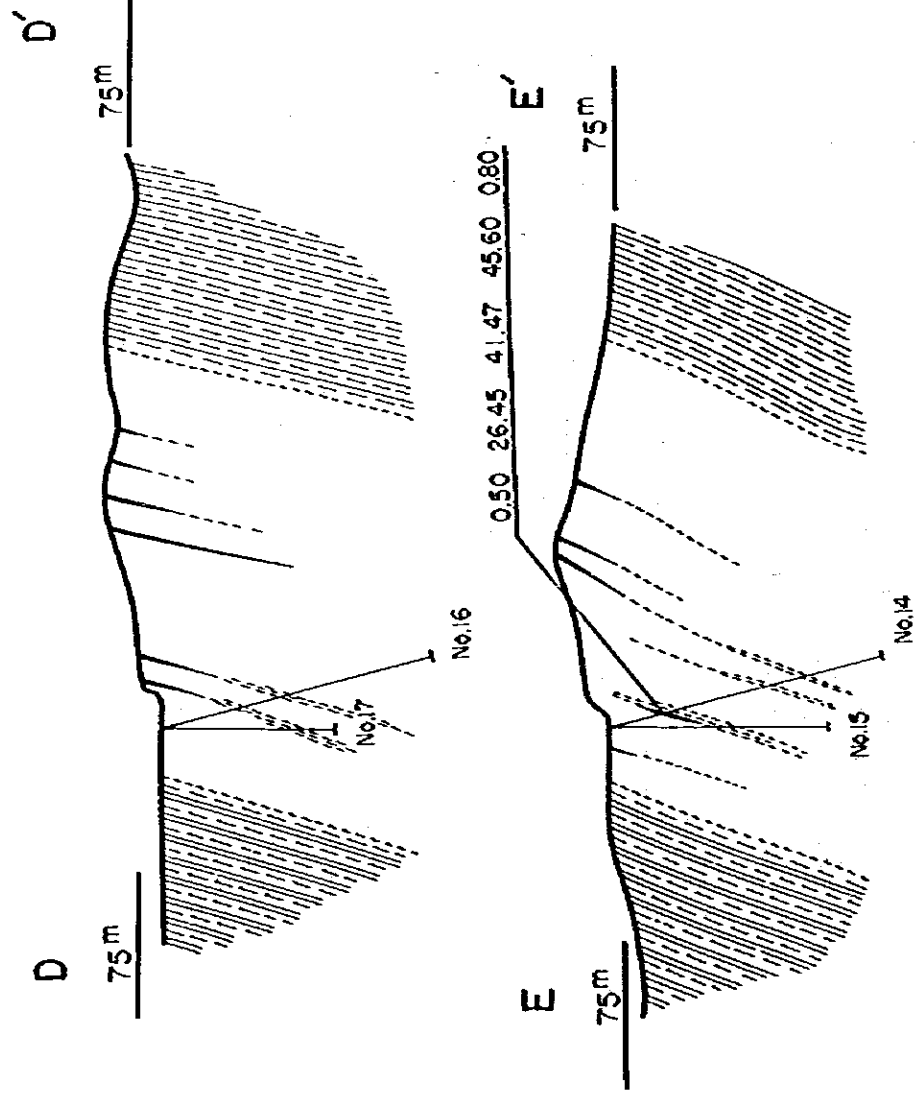


Fig. 33-1 Geological Profile of the Drilling Area (No. 1~5)



LEGEND









alternating bed of white chert and light gray shale
 alternating bed of white chert and reddish brown shale
 alternating bed of reddish brown muddy chert and reddish brown shale
 manganese layered ore
 manganese nodular ore

Sampling width (m)	Content of Elements		
	Mn (%)	MnO ₂ (%)	SiO ₂ (%)
1.00	18.55	27.60	58.65
			0.95

Fig. 33-2 Geological Profile of the Drilling Area (No. 6~17)

No. 1 (15.50 m)	No. 11 (21.00 m)
No. 2 (18.30 m)	No. 12 (16.50 m)
No. 3 (20.00 m)	No. 13 (15.50 m)
No. 4 (14.00 m)	No. 14 (19.00 m)
No. 5 (14.50 m)	No. 15 (15.00 m)
No. 6 (17.00 m)	No. 16 (19.00 m)
No. 7 (18.00 m)	No. 17 (12.00 m)
No. 8 (21.00 m)	
No. 9 (24.70 m)	
No. 10 (19.00 m)	

	red to reddish brown muddy chert and brown shale
	white to light gray chert and light gray shale
	brown muddy chert and brown shale
	black chert and manganese lens
	manganese ore with brown muddy chert
	manganese ore

ch = chert

Fig. 34 Geological Log and Assay

No. 3

Depth (m)	Core Log	Assay					Description
		Sample No.	Width (m)	Mn (%)	MnO ₂ (%)	SiO ₂ (%)	
0							000-200 red to purple ch
							200-300 red ch ≧ white ch
							300-400 red ch ≧ black ch
							400-500 purple ch ≧ white ch > black ch
5							500-700 red to purple ch and white ch
							700-800 dark purple ch and red ch
							800-1000 brown ch ≧ black ch
10							1000-1100 dark brown ch with manganese
							1100-1500 purple ch > red ch > white ch
							1500-1900 brown ch > black ch
15							
							1900-2000 dark brown ch
20.00							

No. 4

Depth (m)	Core Log	Assay					Description
		Sample No.	Width (m)	Mn (%)	MnO ₂ (%)	SiO ₂ (%)	
0							000-500 red ch
5							500-600 red ch and white ch
							600-1100 white to gray ch
10							
14.00							1100-1400 red ch

No. 7

Depth (m)	Core Log	Assay					Description	
		Sample No.	Width (m)	Mn (%)	MnO ₂ (%)	SiO ₂ (%)		Fe (%)
0							0.00 - 1.00 dark purple ch, red ch, white ch	
							1.00 - 2.00 dark brown ch and red ch	
		L 13	1.00	21.04	32.00	49.41	0.88	2.00 - 4.00 manganese ore >> red ch
		L 14	1.00	12.86	19.80	65.94	1.21	
5							4.00 - 5.00 red ch >> black ch	
							5.00 - 6.00 brown ch and red ch	
							6.00 - 8.00 brown ch >> black ch	
							8.00 - 11.00 brown ch	
10							11.00 - 12.00 red ch and white ch	
							12.00 - 13.00 white ch >> red ch	
							13.00 - 16.00 white to gray ch	
15								
							16.00 - 18.00 red ch	
18.00								

No. 8

Depth (m)	Core Log	Assay					Description	
		Sample No.	Width (m)	Mn (%)	MnO (%)	SiO (%)		Fe (%)
0							0.00 - 1.00 dark purple ch, red ch, white ch	
							1.00 - 3.00 dark purple ch >> black ch	
		L 15	0.50	9.44	15.51	68.18	0.65	3.00 - 3.50 manganese ore
							3.50 - 5.00 purple ch and black ch	
5							5.00 - 7.50 brown ch >> black ch	
							7.50 - 8.00 pale brown ch	
		L 16	0.50	3.04	5.03	83.23	1.45	8.00 - 10.00
		L 17	0.50	2.58	4.10	80.19	1.67	manganese ore >> brown ch
		L 18	1.00	1.74	2.89	81.48	0.65	
10		L 19	0.50	4.75	7.40	75.04	1.62	10.00 - 10.50 manganese ore
							10.50 - 13.00 red ch	
							13.00 - 13.50 red ch > white ch	
							13.50 - 15.00 white ch > red ch	
15							15.00 - 18.00 white to gray ch	
							18.00 - 19.00 red ch > white ch	
							19.00 - 20.00 brown to red ch	
20							20.00 - 21.00 white ch > red ch	
21.00								

No. 9

Depth (m)	Core Log	Assay					Description	
		Sample No.	Width (m)	Mn (%)	MnO ₂ (%)	SiO ₂ (%)		Fe (%)
0							000 - 200 red ch, white ch > brown ch	
		L 20	0.50	11.65	17.25	65.60	1.48	200 - 250 brown ch > red ch
		L 21	0.50	7.79	12.20	71.99	1.58	250 - 350 manganese ore
5							350 - 400 brown ch	
							400 - 650 red ch	
							650 - 800 brown ch >> red ch	
							800 - 1000 brown ch	
10		L 22	0.50	4.05	6.59	79.03	1.44	1000 - 1050 manganese ore
							1050 - 1150 manganese ore >> brown ch	
							1150 - 1600 brown ch >> black ch	
15								
		L 23	0.50	9.94	14.98	71.79	0.92	1600 - 1900 manganese ore
		L 24	0.50	5.67	9.20	76.31	1.55	
		L 25	0.50	4.08	7.10	75.48	2.01	
		L 26	0.50	8.50	13.22	75.32	1.26	
		L 27	0.50	7.19	10.97	77.33	1.14	
		L 28	0.50	5.66	7.52	82.01	0.74	1900 - 1950 manganese ore >> brown ch
20		L 29	0.50	4.79	7.54	78.64	1.80	1950 - 2200 manganese ore
		L 30	0.50	6.01	8.46	85.25	0.57	
		L 31	0.50	8.79	12.54	77.26	0.83	
		L 32	0.50	21.76	32.22	54.03	0.99	
		L 33	0.50	4.34	7.45	86.93	0.69	
		L 34	1.00	3.11	5.19	82.60	1.49	2200 - 2300 manganese ore >> brown ch
		L 35	1.00	5.99	9.49	77.94	1.26	2300 - 2470 manganese ore
2470 25		L 36	0.70	10.88	17.88	66.41	1.23	

No. 10

Depth (m)	Core Log	Assay					Description	
		Sample No.	Width (m)	Mn (%)	MnO ₂ (%)	SiO ₂ (%)		Fe (%)
0							000 - 200 red ch and white ch	
							200 - 300 red ch	
							300 - 350 brown ch	
5		L 37	100	10.95	17.88	65.30	1.98	350 - 400 brown ch >> black ch
		L 38	100	8.25	12.28	80.25	0.71	400 - 600 manganese ore
							600 - 800 brown ch >> black ch	
							800 - 900 brown ch >> red ch	
							900 - 1000 red ch	
10							1000 - 1100 brown ch >> black ch	
							1100 - 1400 brown ch	
15								
							1400 - 1500 brown ch >> black ch	
							1500 - 1600 brown ch	
							1600 - 1700 brown ch and black ch	
1700 - 1900							1700 - 1900 brown ch	

No. 11

Depth (m)	Core Log	Assay						Description
		Sample No.	Width (m)	Mn (%)	MnO ₂ (%)	SiO ₂ (%)	Fe (%)	
0								0.00 - 2.00 red ch and white ch
								2.00 - 6.00 red ch
5								6.00 - 8.50 red ch and brown to orange ch
								8.50 - 9.50 manganese ore > brown ch
10		L 39	100	13.52	21.36	63.82	1.43	9.50 - 11.50 manganese ore
		L 40	100	22.99	34.05	53.48	0.51	11.50 - 12.50 manganese ore > brown ch
								12.50 - 13.50 pale brown ch > black ch
								13.50 - 18.00 manganese ore > brown ch
15								18.00 - 21.00 pale brown ch
20								
21.00								

No. 12

Depth (m)	Core Log	Assay						Description
		Sample No.	Width (m)	Mn (%)	MnO ₂ (%)	SiO ₂ (%)	Fe (%)	
0								0.00 - 1.00 red ch
								1.00 - 3.00 red ch > white ch
								3.00 - 4.00 brown to red ch
5								4.00 - 5.00 orange ch
								5.00 - 7.00 red ch
								7.00 - 9.00 orange to red ch
								9.00 - 11.00 red ch
10								11.00 - 13.00 white ch and red ch
								13.00 - 14.50 red ch
								14.50 - 15.00 red ch > black ch
15							15.00 - 16.00 brown ch > black ch	
16.50	L 41	0.50	10.01	16.03	62.46	6.28	16.00 - 16.50 manganese ore > brown ch	

No. 13

Depth (m)	Core Log	Assay					Description	
		Sample No.	Width (m)	Mn(%)	MnO ₂ (%)	SiO ₂ (%)		Fe(%)
0							0.00 - 1.00 purple to red ch and white ch	
							1.00 - 2.00 red ch	
							2.00 - 4.00 orange to red ch	
							4.00 - 5.00 red ch > white ch	
5							5.00 - 8.00 red to orange ch	
							8.00 - 11.00 brown ch and red ch	
							11.00 - 12.00 red ch	
							12.00 - 12.50 red ch and black ch	
		L 42	0.50	16.23	26.32	69.27	1.37	12.50 - 13.00 manganese ore >> brown ch
		L 43	0.50	10.08	15.63	66.44	1.95	13.00 - 13.50 manganese ore
		L 44	0.50	5.96	9.92	72.46	1.99	13.50 - 15.00 manganese ore >> brown ch
15		L 45	1.00	6.95	11.02	67.08	2.20	15.00 - 15.50 manganese ore
15.50		L 46	0.50	6.47	10.10	70.32	2.30	

No. 14

Depth (m)	Core Log	Assay					Description	
		Sample No.	Width (m)	Mn(%)	MnO ₂ (%)	SiO ₂ (%)		Fe(%)
0							0.00 - 2.50 yellow to orange ch and red ch	
							2.50 - 3.00 brown ch >> black ch	
		L 47	0.50	26.45	41.47	45.60	0.80	3.00 - 3.50 purplish red ch >> black ch
							3.50 - 4.00 manganese ore	
5							4.00 - 5.00 dark brown ch >> black ch	
							5.00 - 6.00 brown ch, red ch >> black ch	
							6.00 - 7.00 grayish brown ch	
							7.00 - 9.00 brown ch > red ch and white ch	
10							9.00 - 11.00 brown to dark brown ch	
							11.00 - 12.00 brown ch >> black ch	
							12.00 - 13.00 dark brown ch	
							13.00 - 14.00 brown ch, red ch and black ch	
15							14.00 - 15.00 brown ch, red ch and white ch	
							15.00 - 19.00 brown ch	
19.00								

No. 15

Depth (m)	Core Log	Assay						Description
		Sample No.	Width (m)	Mn(%)	MnO ₂ (%)	SiO ₂ (%)	Fe(%)	
0	==							000 - 200 orange to red ch
	==							200 - 600 red to brownish red ch > white ch
5	==							600 - 650 red ch
	==							650 - 700 brown ch > black ch
	==							700 - 900 brown ch, red ch, white ch and black ch
10	==							900 - 1300 brown ch
	==							1300 - 1500 reddish brown ch
15.00	==							

No. 16

Depth (m)	Core Log	Assay						Description
		Sample No.	Width (m)	Mn(%)	MnO ₂ (%)	SiO ₂ (%)	Fe(%)	
0	==							000 - 100 dark brown ch >> red ch, white ch
	==							100 - 300 dark brown to brown ch
	==							300 - 500 brown ch > red ch and white ch
5	==							500 - 600 brown ch >> red ch and white ch >
	==							black ch
	==							600 - 700 brown ch, red ch and white ch
	==							700 - 800 brown ch > red ch and white ch >
	==							black ch
10	==							800 - 900 brown ch >> black ch
	==							900 - 1900 brown ch
15	==							
19.00	==							

No. 17

Depth (m)	Core Log	Assay						Description
		Sample No	Width (m)	Mn(%)	MnO ₂ (%)	SiO ₂ (%)	Fe(%)	
0	—							0.00 - 1.00 dark brown ch, red ch, white ch
	—							1.00 - 4.00 dark brown ch and black ch
	—							
	—							
	—							
5	—							4.00 - 5.00 dark brown ch, red ch, white ch, black ch
	—							5.00 - 10.00 brown ch > black ch > red ch and white ch
	—							
	—							
10	—							10.00 - 12.00 dark brown ch >> red ch
	—							
12.00	—							

4-2 調査結果

露頭 $\#110$ の鉱況により、ボーリング孔17孔のうち、12孔は東部に、残り5孔は西部にて実施された。この結果、11孔にて着鉱したが、大部分の着鉱部は20m以浅であり、もっとも深い深度において、マンガン鉱の連続を確認したのは $\#9$ 孔の深度24.70mである。以下各孔ごとの着鉱状況について述べるが、地質状況および鉱石品位についてはFig. 34の柱状図に示した。また、Fig. 33-1, 33-2は各孔の地質により作成した地質断面図である。

1) $\#1$ 孔 掘進長15.50m 方向一傾斜 90°

本孔では2箇所(深度4.50~5.00m, 6.50~10.00m)にて着鉱したが、断面図に示すように着鉱部は地表露頭の下部延長と考えられ、露頭と着鉱部の間に小さな向斜・背斜構造があるものと推定される。

2) $\#2$ 孔 掘進長18.30m 方向一傾斜 90°

本孔では2箇所(深度11.00~11.50m, 15.50~16.00m)にて着鉱したが、断面図に示すように着鉱部は主要露頭の延長ではなく、主要露頭の北側にある厚さ10cmの小露頭の下部延長である。

3) $\#3$ 孔 掘進長20.00m 方向一傾斜 90°

本孔では着鉱しなかったが、少量の黑色チャートが3箇所(深度3.00~5.00m, 8.00~11.00m, 15.00~20.00m)にて認められ、これらは地表露頭の下部延長および $\#2$ 孔着鉱部の上部延長と考えられる。したがって本孔周辺の鉱層は走向方向にも傾斜方向にも連続性に乏しいと考える。

4) $\#4$ 孔 掘進長14.00m 方向 180° 傾斜 75°

本孔では着鉱しなかったが断面図に示すように向斜・背斜構造の存在が明らかとなった。

5) $\#5$ 孔 掘進長14.50m 方向一傾斜 90°

本孔では着鉱しなかったが、断面図に示すように、本孔の白色チャートは $\#4$ 孔の白色チャートおよび地表の灰白色チャート・頁岩に連続し、向斜・背斜構造が明確となった。

6) $\#6$ 孔 掘進長17.00m 方向一傾斜 90°

本孔では1箇所(深度2.00~3.00m)にて着鉱したが、この着鉱部は試錐孔の北東側7mにある鉱層の延長部である。

7) $\#7$ 孔 掘進長18.00m 方向 60° 傾斜 75°

本孔では1箇所(深度2.00~4.00m)にて着鉱したが、この着鉱部は $\#6$ 孔の着鉱部と同一のものである。

8) $\#8$ 孔 掘進長21.00m 方向 240° 傾斜 80°

本孔では2箇所(深度3.00~3.50m, 8.00~10.50m)にて着鉱したが、このうち上位の着鉱部は $\#6$ 孔の着鉱部の延長であり、また下位の着鉱部は $\#6$ 孔の深度7.00~

9.50間に認められた少量の黒色チャートに連続すると考えられる。主要鉱層は、断面図に示すようにさらに深部に胚胎しているものとする。

9) 底9孔 掘進長2470m 方向55° 傾斜75°

本孔では3箇所(深度250~350m, 1000~1150m, 1600~2470m)にて着鉱した。断面図に示すように上位2箇所の着鉱部は小規模鉱層と考えられ、下位の着鉱部が地表の厚さ2mの鉱層の下部延長と考えられる。鉱層は褶曲しているが、地表から約30mまで連続することが確認された。また、下位の着鉱部の鉱石試料についてX線回折および顕微鏡観察を行い、パイロリュース鉱、クリプトメレーン鉱、ホマンガン鉱を認めたが、X線回折では菱マンガン鉱の可能性のある回折線を検出した。

10) 底10孔 掘進長1900m 方向— 傾斜90°

本孔では1箇所(深度400~600m)にて着鉱したが、この着鉱部はボーリング地点付近の小規模鉱層の延長であり、また深度1000~1600m付近の少量の黒色チャートは底9孔の10m付近の着鉱部に連続するものとする。

11) 底11孔 掘進長2100m 方向60° 傾斜75°

本孔では2箇所(深度850~1250m, 1350~1800m)にて着鉱したが、断面図に示すように、着鉱部は地表の鉱層の下部延長と考えられる。

12) 底12孔 掘進長1650m 方向— 傾斜90°

本孔では1箇所(深度1600~1650m)にて着鉱した。この着鉱部は、断面図に示すように底11孔の着鉱部に連続するものとする。

13) 底13孔 掘進長1550m 方向60° 傾斜85°

本孔は深度1250m~1550mにて着鉱した。この着鉱部は底11孔の着鉱部に連続するものと考えられる。

14) 底14孔 掘進長1900m 方向45° 傾斜75°

本孔では1箇所(深度350~400m)にて着鉱したが、小規模鉱層と考えられ、一部で認められた少量の黒色チャートは地表鉱層の下部延長と考えられる。

15) 底15孔 掘進長1500m 方向— 傾斜90°

本孔では着鉱しなかったが、下位に認められた少量の黒色チャートは底14孔の着鉱部の延長と考えられる。

16) 底16孔 掘進長1900m 方向50° 傾斜75°

本孔では着鉱しなかったが、2箇所にて認められた少量の黒色チャートは地表の鉱層の下部延長と考えられる。

17) 617孔 掘進長1200m 方向— 傾斜90°

本孔では着鉱しなかったが、深度1.00～10.00m間に認められた黑色チャートは616孔の黑色チャートに連続するものと考えられる。

4-3 結果の要約

ボーリング調査では1箇所にて地表から下部30mまで鉱層が連続することが確認された。また、鉱層が地表下10～15mで少量の黑色チャートに変わることが各所で認められるなど、地表露頭の傾斜方向への連続性は、走向方向と同様に断続的で連続性に乏しいと推定される。

また、着鉱部のマンガン鉱物は地表のものと同様な鉱物組み合わせを示すが、1箇所ではあるが、X線回折により菱マンガン鉄の可能性を持つ回折線を得た。

5. 鉱床評価

スール地区には多数のマンガン鉄床露頭が認められるが、いずれも小規模であり、また低品位の鉱石品位を示すものである。したがって、鉄床の開発は極めて難しい条件下にあると言えるが、仮にこの鉄床を以下に述べるような操業規模で開発すると考えた場合、開発に要する原価を試算してみた。

1) 操業規模

埋蔵鉄量は地表から30m下部までを計上すると約520,000Tであるが、広い範囲に鉄床が散在し、また鉄床の形態が層状で連続性に乏しいことから、小規模露天掘りが妥当と考える。また、採掘対象鉄量は、鉄床の層厚が小さく、急傾斜の場合が多いので地表から5m下部までを対象とすると、86,000Tとなる。この鉄量を5年間（年間300日操業）で採掘すると日産57Tの出鉄量となる。人員は30名で構成されると考える。

2) 採掘費

採掘法は、水圧ブレーカーおよび掘さく機（バックホータイプ）1台による滑掘り方式で深さ5mまで採掘する。鉄層は幅が小さく、崩壊入率が高く、掘さく機で採掘された粗鉄は採掘現場にて小割りされ、手選にて矽を除去され塊状精鉄として貯鉄される。精鉄品位はMn20%である。その他採掘機械としてさく岩機、コンプレッサー、ローダーを使用し、人員は15名にて行う。

採掘費は同規模鉄山であるRajmi鉄山と比較し矽の採掘量が多くなるので同鉄山の予算採掘費US\$20/Tを越えるものとなる。

3) 輸送費

トラックにて現地からマスカットまで輸送する。距離はRajmi 鉱山～マスカット間300kmの約1.2倍あり、Rajmi 鉱山の輸送費用はUS\$25/Tであり、本地区の場合US\$30/Tと考えられる。

4) 鉱石価格

マンガン鉱石の価格は変動するがMn48%の鉱石でUS\$70/T[※]と想定するとMn1%当り1.46US\$/Tとなる。したがってSur産鉱石の場合平均Mn20%であり、鉱石価格US\$29/Tとなる。

5) 採算

鉱石価格US\$29/Tに対し、輸送費はUS\$30/Tであり、これだけでも採算性はなく、さらに採掘費をRajmi 鉱山と同じにしても採掘費と輸送費の合計はUS\$50/Tとなり、全く採算に合わないことになる。

※ 合金鉄年鑑(1982年度)

オーストラリア産マンガン鉱石輸入契約価格(FOB)の推移より

1981年	US\$67.296/T (Mn48%)	US\$1.402/T (Mn1%)
1980年	US\$65.28 /T (Mn48%)	US\$1.36 /T (Mn1%)
1979年	US\$57.00 /T (Mn48%)	US\$1.1875/T (Mn1%)

Mining Journal (1982年)より

マンガン鉱石価格	US\$76.8/T (Mn48%)	US\$1.60/T (Mn1%)
----------	--------------------	-------------------

第Ⅳ章 結論および評価

1 結 論

本調査は第1年次として Salalah 地区を、第2年次および第3年次として Sur 地区をそれぞれ調査した。

1-1 Salalah 地区

面積 1,500 km² の調査地域の地質調査および放射能調査を実施し、次のような結果を得た。

地 質

- (1) 各種岩類の岩相区分と年代測定により、地質層序が確立された。特に先カンブリア系岩類はアラビア盾状地の形成時期に一致して生成されたことが判明した。
- (2) Mirbat 砂岩層の堆積構造や堆積環境を調査した結果、Mirbat 砂岩層は浅海性堆積層であることが判明した。
- (3) 主要地質構造の方向はNW-SE系、NE-SW系およびN-S系である。先カンブリア系の変成岩類の片麻状構造の方向およびこれらの褶曲軸の方向はNE-SW系が主体でN-S系を伴う。断層および岩脈の方向はNW-SE系を示し、一部NE-SW系を伴う。

鉱 床

- (1) 調査地域に分布する鉱徴はいずれも極めて小規模、低品位である。数箇所ではベグマタイト脈の一部に黄銅鉱、孔雀石、黄鉄鉱などの微小な鉱徴が認められ、またMirbat 砂岩層の一部に極微量の方鉛鉱を伴うバライト-方解石脈が認められるが稼行価値に乏しい。
- (2) ウラン鉱床賦存の可能性を究明するために、Mirbat 砂岩層の堆積環境、堆積構造の調査と、放射能測定を実施した結果、Mirbat 砂岩層は浅海堆積物で炭質物などウランを吸着しやすい物質は含有していない。また、放射能測定値も低く、ウラン鉱床賦存の可能性に乏しいことが判明した。
- (3) 先カンブリア系片麻岩類中に分布するベグマタイトは窯業原料として稼行するには規模が小さく経済的ではない。またベグマタイト脈中には稀元素有用鉱物など価値の高い鉱物は認められない。Mirbat 砂岩層の一部に分布するバライト-方解石細脈は稼行対象となり得るものではない。

1-2 Sur 地区

面積 3,400 km² の調査地域の地質調査（写真地質調査およびトレンチを含む）およびボーリング調査を実施し、次のような結果を得た。

地 質

- (1) 調査地域の地質は下位より先カンブリア紀の基盤岩類、三疊紀～白亜紀前期の Halfa 層、白亜紀末期～第三紀中期の石灰岩層および第四紀堆積物からなる。
- (2) Halfa 層は、主としてチャート・頁岩互層からなり、下位より下部層、中部層、上部層に区分される。本地区の Halfa 層は、ジュラ紀末期 (Tithonian) から白亜紀前期 (Aptian) のものである。さらに Halfa 層の地質構造および鉛床胚胎層の究明のため、中部層を赤色互層、白色互層、中間色互層および頁岩層に区分した。
- (3) 調査地域の主要地質構造の方向は、基盤岩類の配列や石灰岩層の褶曲軸の方向および断層の走向が示す N-S 系～NNW-SSW 系がある。また、Halfa 層の地質構造は極めて複雑であり、著しい褶曲および断層が認められ、各地区ごとによりそれぞれ異なった方向を示す。

鉛 床

- (1) マンガン鉛床は Halfa 層に認められ、特に中部層の赤色互層、すなわち赤褐色チャートおよび赤褐色～淡褐色泥質チャートと赤褐色～淡褐色頁岩の互層に胚胎される層状鉛床である。
- (2) 鉛床胚胎層厚は 3～6 層あり、また Halfa 層の褶曲により、多数の鉛床露頭が広い範囲に分布している。
- (3) 鉛床露頭の集中する 4 地区にて鉛床の産状、規模、連続性を解明するため、トレンチを含む地質調査およびボーリング調査を実施した。
- (4) この結果、鉛床は数層の小規模、断続的な層状ないしレンズ状のマンガン鉛層からなっていることが判明した。また鉛床は地層の層理に沿って、急傾斜をなすことが多い。
- (5) ボーリング調査では地表下少なくとも 30 m まで鉛床の連続することが確認された。
- (6) 鉛石はパイロリュース鉛を主要鉛石鉛物とし、分析品位は MnO_2 20～40% (平均 MnO_2 29%) と低品位である。
- (7) 主要鉛床露頭 (露頭数 60) の埋蔵鉛量の試算では合計 520,000 T の鉛量を得た。

2 評 価

Salalah 地区および Sur 地区の調査結果から次のような評価を得た。

- (1) Salalah 地区の地質層序の確立と地質構造の解明がなされたが、有望な鉛床賦存のポテンシャルはほとんどないことが明らかとなった。
- (2) Sur 地区には多数のマンガン鉛床露頭が認められるが、鉛量・品位とも、それぞれ小規模・低品位であり、また鉛床露頭が分散しているなど開発条件は極めて厳しいものである。

参 考 文 献

Salalah 地区

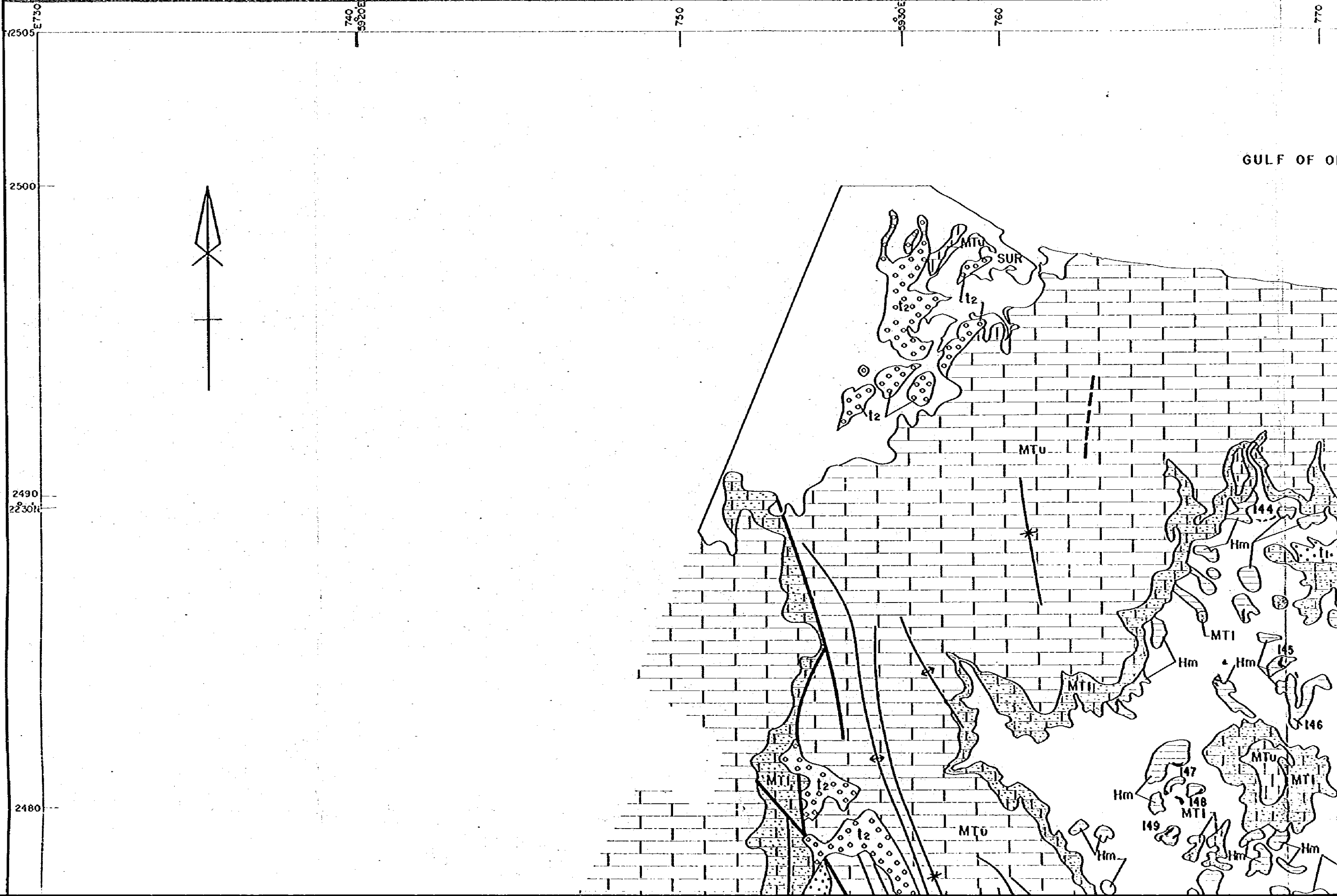
- Beydoun, Z.R., 1966, Geology of the Arabian Peninsula - Eastern Aden Protectorate and part of Dhufar. U.S. Geol. Surv. Prof. Paper, 560 -H. P. 111-49. 1970. Southern Arabia and northern Somalia: comparative geology. Phil. Trans. Roy. Soc. Lond. A. 267, p. 267-292.
- Brown, G.F. and Jackson, R. O., 1960, The Arabian Shield: Internat. Geol. Cong., 21st, Copenhagen 1960, Rept. 21. Pt. 9, p. 69-77.
- Carney, J. N. and Welland, M. J. P., 1974, Geology and mineral resources of the Oman Mountains. Institute Geol. Soc. London Rept. No. 27, p. 1-49.
- Daly, R. A., 1933, Igneous rocks and the depth of the earth. p. 9-10. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York.
- Delfour, J., 1975, Volcanism and mineral deposits of the Arabian-Nubian Shield. p. 1-36. Ministry of Petroleum and Mineral Resources, Saudi Arabia B. R. G. M. Saudi Arabia Mission.
- El Ramly M. F. and Others, 1971. The alkaline rocks of south-eastern Egypt. United Arab Republic Ministry of Industry
- Gealey, W. K., 1977, Ophiolite obduction and geologic evolution of the Oman Mountains and adjacent areas. Geol. Soc. America Bull., v.88, p. 1183-1191.
- Geukens, F., 1966, Geology of Arabian Peninsula - Yemen. U. S. Geol. Surv. Prof. Paper, 560-B, p. B1-23.
- Glennie, K. W. and others, 1974, Geology of the Oman Mountains, Pt. I (Text) and Pt. II (Tables and Illustrations). Verh. Konink. Nederlands Geolo. Mijnbouwkundig Genootschap, Deel 31, p. 1-423.
- Greenwood, J. E. G. M. and Loney, P. E., 1968, Geology and mineral resources of the Trucial Oman Range. Inst. Geol. Sci. London, Unpublished report, p. 1-108
- Heremboure, J. and Horstink, J., 1967, Mesozoic nappes in the Oman Mountains, a hypothesis. Unpublished PD (Oman) Report.
- Ishihara, S. and others, 1967, Uranium content of Upper Paleozoic slate and Neogene siltstone. Rept. Geol. Surv. Japan, No. 232, p. 221-231. (in Japanese with English abstract).
- Japan International Cooperation Agency 1979, Report on the survey for mineral resources development in The Sultanate of Oman
- Kapp, H. and Llewellyn, P. G., 1965, The geology of the Central Oman Mountains. Unpublished PD (Oman) Report.
- Katada, M., 1967, Ryoke metamorphic belt in the northern Kiso district, Nagano prefecture. Rept. Geol. Surv. Japan, No. 223, P. 1-38. (in Japanese with English abstract)

- Lees, G. M., 1928, The geology and tectonics of Oman and of parts of southeastern Arabia. Quart. Jour. Geol. Soc. London, V. 84, p. 585-670.
- Miyashiro A., 1979. The Earth Science 16. Iwanami Shoten, Tokyo (in Japanese)
- Mercanton C. H. and others. 1968, Geological Study of DHOFAR. A report of Shell International Petroleum (unpublished)
- Perters, Tj. and Kramers, J. D., 1974, Chromite deposits in the ophiolite complex of Northern Oman. Mineral. Deposita, v. 9, p. 253-259.
- Powers, R. M. and others. 1966, Geology of the Arabian Peninsula -- Sedimentary geology of Saudi Arabia. U. S. Geol. Surv. Prof. Paper, 569-D, p. D1-147.
- PENCOL International Ltd. 1979, Water well drilling in the Jebel and Negd Dhofar (unpublished)
- Roberts, R. J. and others, 1975, Mineral deposits in western Saudi Arabia. U.S. geol. Surv. Saudi Arabian Project Report 201, p. 1-60.
- Saudi Arabia Directorate General of Mineral Resources. 1976, Mineral resources activity 1390-1395 A. H. (1970-1875 A. D.). A report of the first Saudi Arabia Five-Year Development Plan.
- Shibata, H., 1968, Description on the rocks of Japan. II, p. 152. Asakura Shoten, Tokyo. (in Japanese)
- , 1968, ditto, IV, p. 128, ditto.
- Takahashi, K., 1979, geological history and granitoides in Arabian Shield, Institute of geological survey of Japan geology news No. 295, p. 44-55.
- , 1979, Metavolcanic formation in Arabian Shield. Institute of geological survey of Japan, geology news No. 279, p. 34-48.
- Welland, M. J. P. and Mitchell, A. H. G., 1977, Emplacement of the Oman ophiolite, A mechanism related to subduction and collision. Geol. Soc. America Bull., v. 88, p. 1081-1088.

Sur 地区

- Bamba, T. (1976) Ophiolite and related copper deposits of Ergani mining district, south-eastern Turkey, Bull. Miner. Res. Expl. Inst. Turkey, 86, p.36-50.
- Borchert, H. (1970) On the ore deposition and geochemistry of manganese, Mineral. Deposita (Berl.) 5, p.300-314.
- Carlson, L.E. (1973) Ras Al-Hadd area, Oman manganese deposit, Granges International Mining.
- Carney, J.N. and Welland, M.J.P. (1974) Geology and mineral resources of the Oman Mountain. Institute Geol. Soc., London Rept. No.27, p.1-49.
- Coleman, R.G. and Bailey, E.H. (1974) Mineral deposits and geology of Northern Oman, U.S.G.S. Project Report, Oman Investigations (IR) OM-1.
- Crerar, D.A. and other (1982) Manganiferous Cherts of the Franciscan Assemblage I. General Geology, Ancient and Modern Analogues, and Implications for Hydrothermal Convection at Oceanic Spreading Centers, Economic Geology vol. 77. No. 3 p.519-540
- Elboushi, I.M. and Zachariah, C. (1979) Ras Al-Hadd Manganese deposits, The Sultanate of Oman, Mineral department directorate general of petroleum and minerals, Muscat.
- Foreman, H.P. (1973) Radiolaria of Leg 10 with systematics and ranges for the families Amphipyndacidae, Artostrobiidae, and Theoperidae. in Initial Report of the D.S.D.P., 10 Washing D.C. (U.S. Government Printing Office) 407-474
- _____ (1977) Mesozoic Radiolaria from the Atlantic basin and its borderlands. in Development in Paleontology and Stratigraphy 6; stratigraphic micropaleontology of Atlantic basin and borderlands (ed. F.M. Swan) 305-320 Elsevier
- Glennie, K.W. and others (1974) Geology of the Oman Mountains, Pt.I (Text) and Pt.II (Tables and Illustrations). Verh. Konink, Netherland Geolo. Mijnbouwkundig Genootschap, Deel 31, p.1-423.
- Gealey, W.K. (1977) Ophiolite obduction and geologic evolution of the Oman Mountains and adjacent area, Geol. Soc. America Bull. V.88, p.1183-1191.
- Graham, G.M. (1980) Structure and sedimentology of the Hawasina Window, Oman Mountains, Unpub. report, Department of Earth Science, The Open Univ. p.1-422.
- Hewett, D.F. (1966) Stratified deposits of the oxides and carbonates of manganese, Econ. Geol. vo.61 No.3, p.431-461.
- Iijima, A. (1982) Siliceous sediments, Earth vol.4 No.8, p.478-484. (in Japanese)
- JICA (1979) Report on the survey for mineral resources development in the Sultanate of Oman.

- JICA and MMAJ (1981) Report on geological survey of the Sultanate of Oman (Sur area) Phase 2
- Krauskopf, K.B. (1979) Introduction to geochemistry, 2nd ed., New York, McGraw Hill p.617.
- Pessagno, E.A. Jr (1977a) Upper Jurassic radiolaria and radiolarian biostratigraphy of the California Coast Ranges. *Micropaleontology*, 23. 56-113.
- _____ (1977b) Lower Cretaceous radiolarian biostratigraphy of the Great Valley Sequence and Franciscan Complex, California Coast Ranges. Cushman Foundation for foraminiferal Research, Sep. Pub. No. 15, Washington.
- Pettijohn, F.J. (1957) Sedimentary rocks, Harper and Brothers, New York, N.Y.
- Reinhardt, B.W. and Glennie, K.W. (1969) Some observation on mineral resources in the Oman Mountains, Koninklijke/Shell Exploration En Productie Laboratorium, Rijswijk, The Netherland.
- Roy, S. (1976) Ancient manganese deposits, in Wolf, K.H., ed., Handbook of stratabound and stratiform ore deposits. : Amsterdam, Elsevier Sci. Pub. Co. V7, p.395-476.
- Schaaf, A., (1981) Late Early Cretaceous radiolaria from Deep Sea Drilling Project Leg. 62. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, 62, Washington (U.S. Government Printing Office)
- Shooji, R. (1971) Petrology of sedimentary rocks, Asakura-shoten, p.1-285 (in Japanese).
- Strakhov, N.M. and others (1967) Behavior of minor elements in sedimentary manganese mineralization, Bulletin of Geological Survey of Japan, vol.19, No.5 (Translated in Japanese by Moritani, T., 1968).
- Zantop, H. (1980) Trace elements in volcanogenic manganese oxides and iron oxides, The San Francisco Manganese deposit, Jalisco, Mexico, *Econ. Geol.* vol. 76, No.3, p.545-555.
- Watanabe, T., Yui, S. and Kato, A. (1970) Bedded manganese deposits in Japan, a Review, Tatsumi, T. (editor), volcanism and ore genesis, Tokyo Univ. Press, Tokyo, p.119-142.



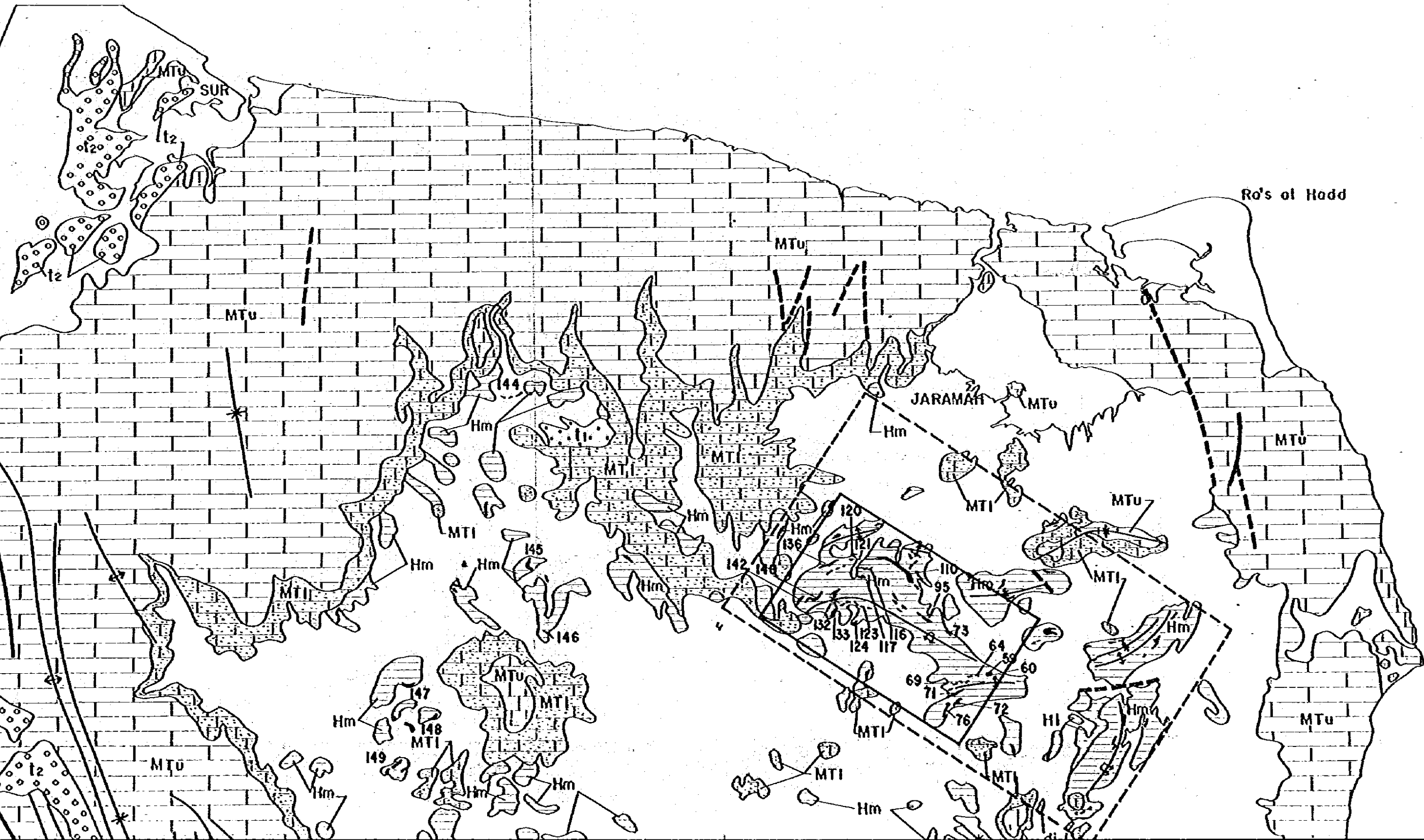
5930E 760 770 780 790 5940E 12505

GULF OF OMAN

2500

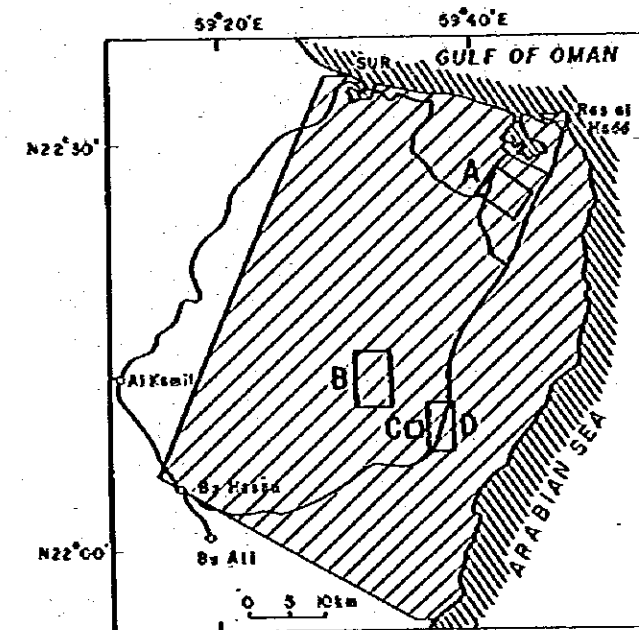
2230N
2490

2480



GEOLOGICAL SURVEY OF THE SULTANATE OF OMAN

Distribution Map of Mangane Outcrops of the Sur Area

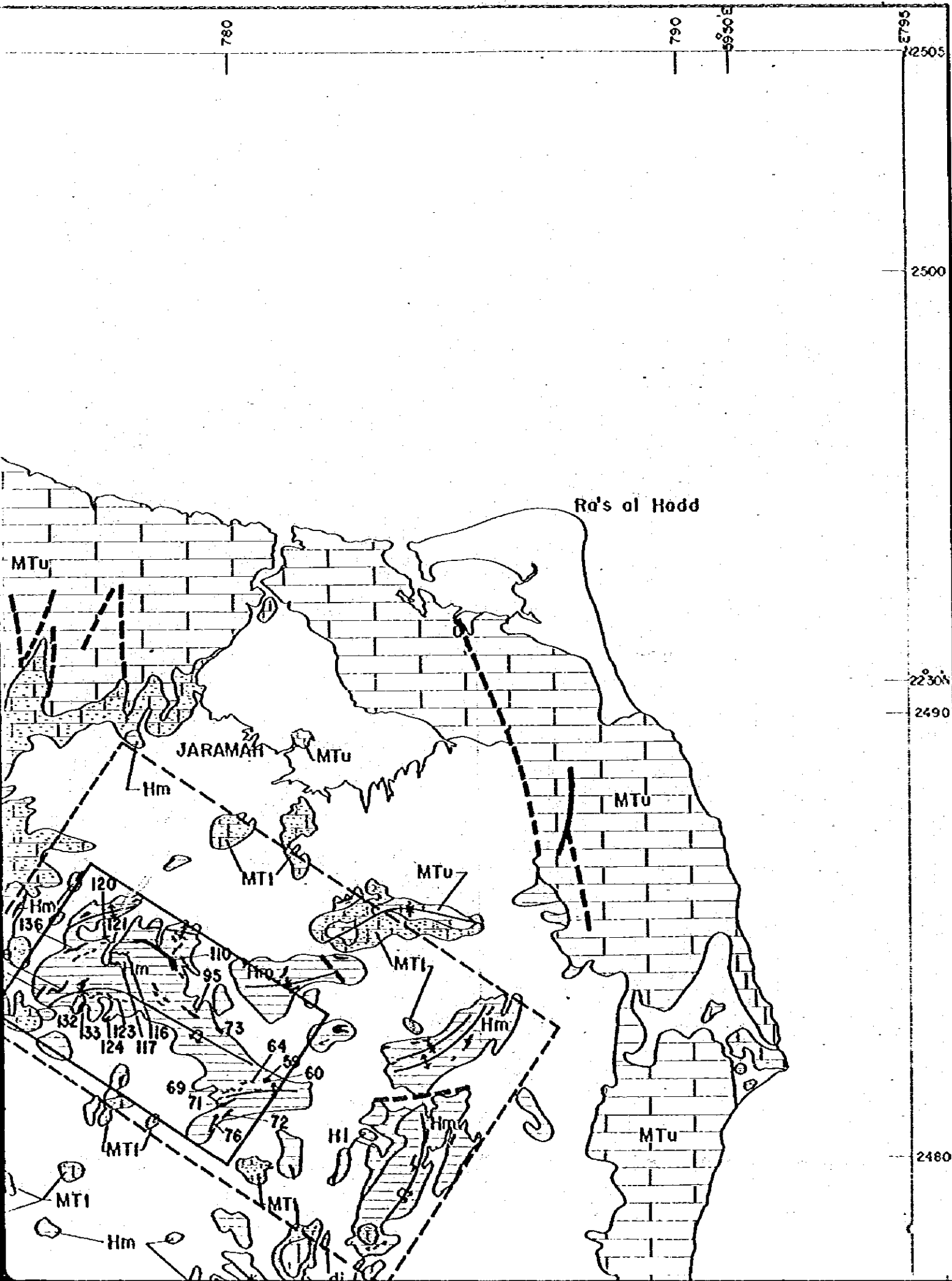


JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
METAL MINING AGENCY OF JAPAN

March 1983

Prepared by Bishimetal Exploration Co., Ltd.

SCALE 1:100,000

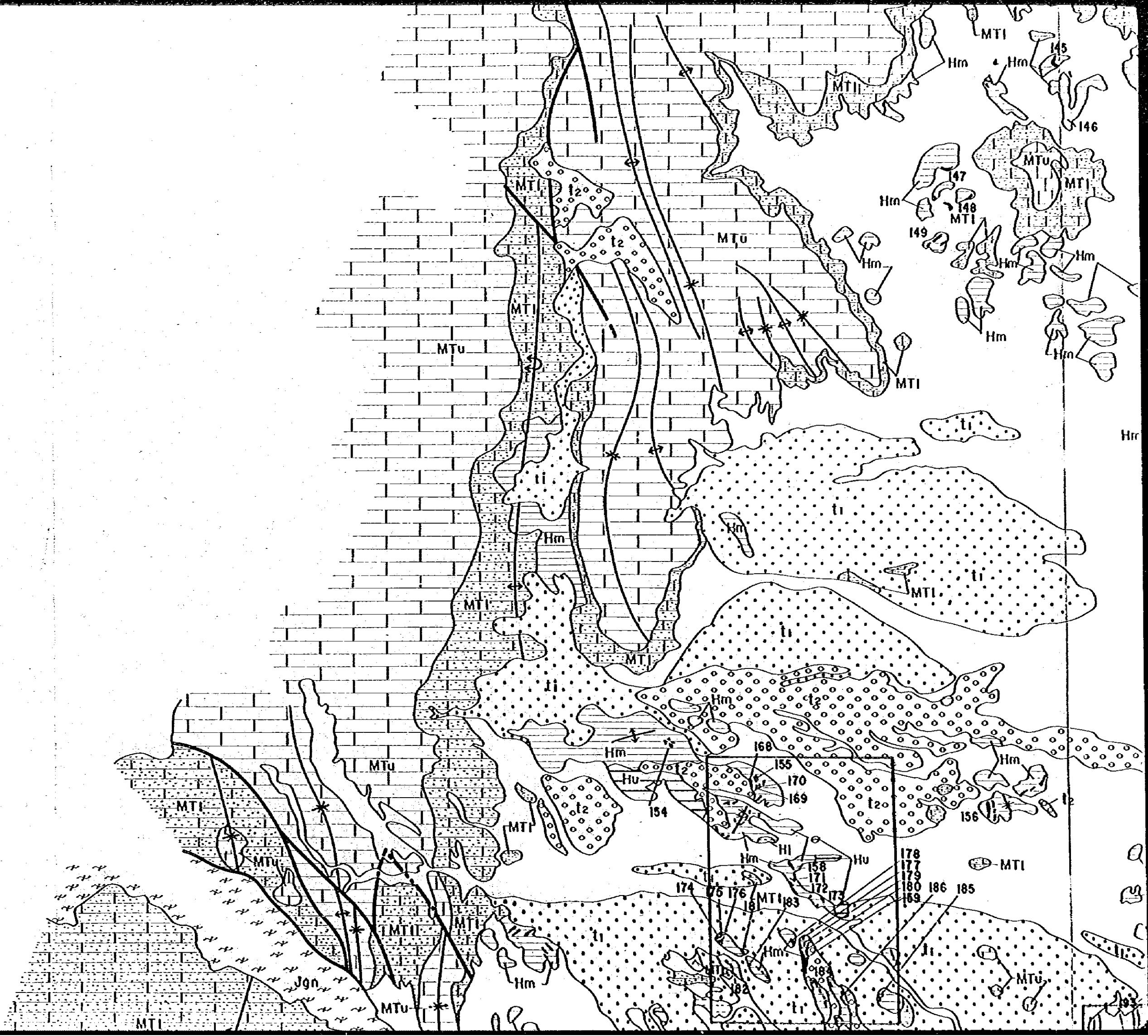


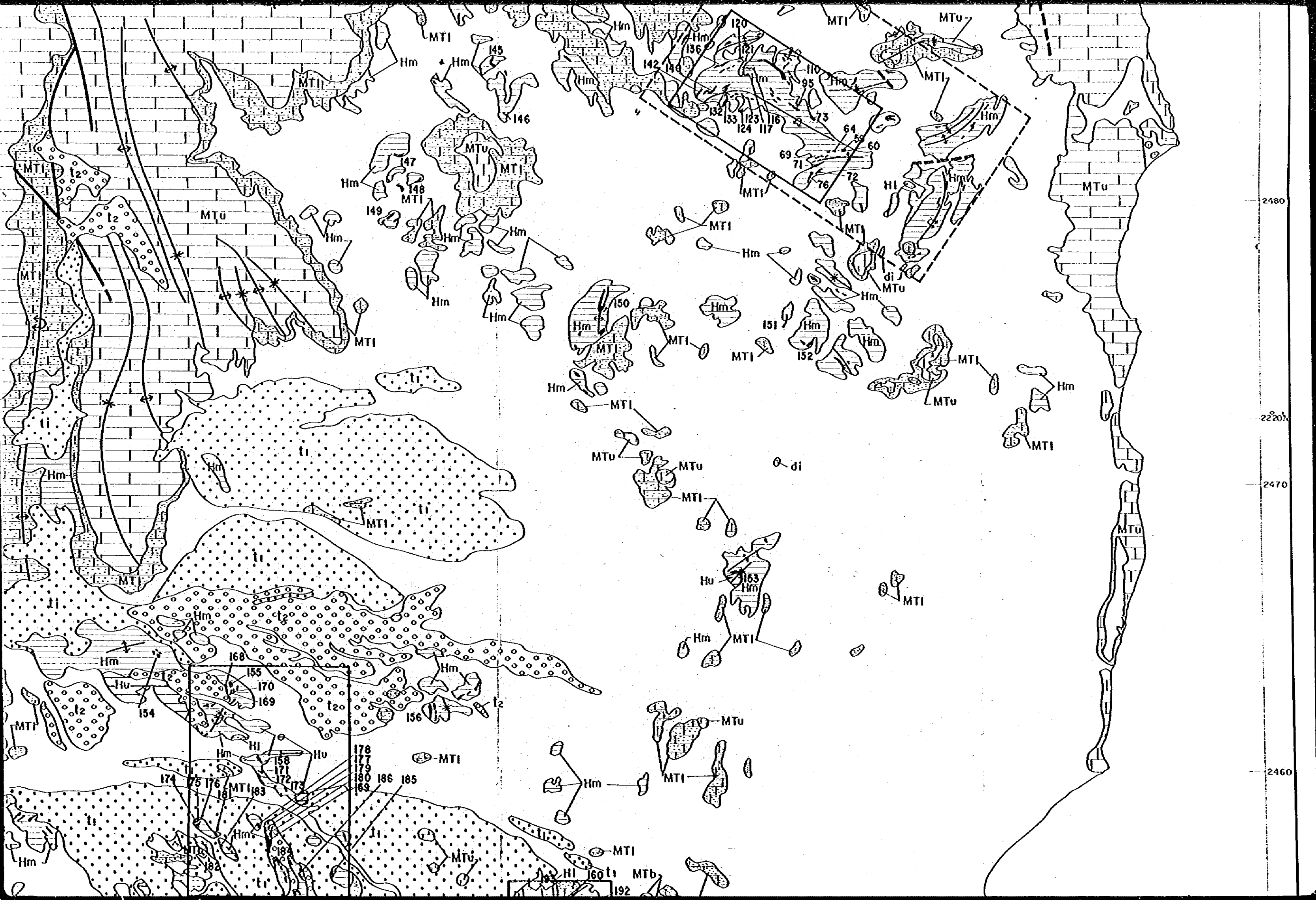
2480

2220

2470

2460





JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
METAL MINING AGENCY OF JAPAN

March 1983

Prepared by Bishimetal Exploration Co., Ltd.

SCALE 1:100,000

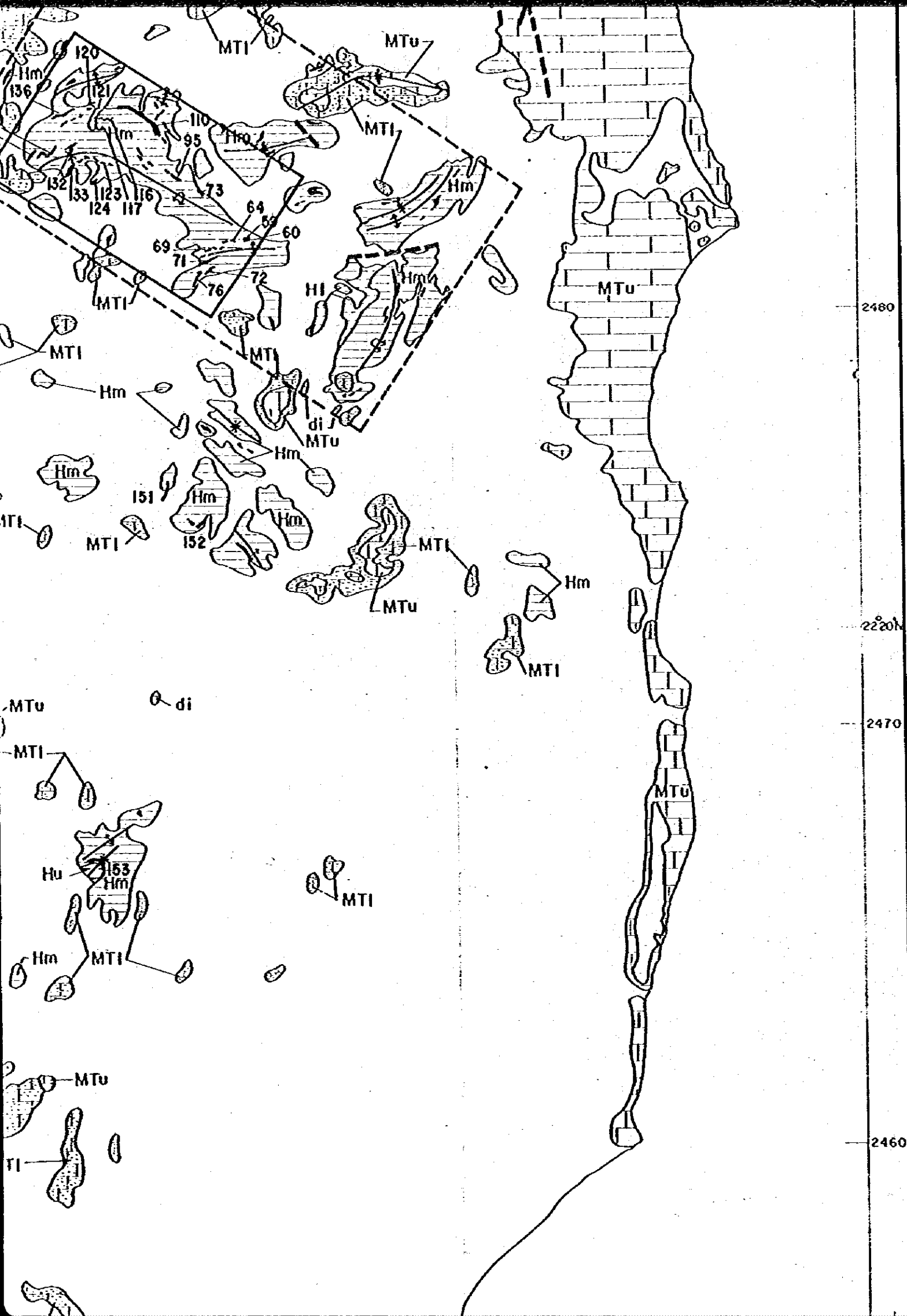


LEGEND

Quaternary		W		wadi sediments and fans sediments	
		t ₂	° ° °	terrace deposits (higher)	
		t ₁	• • •	terrace deposits (lower)	
Maastrichtian ~ Tertiary Limestone	Upper	MTu		limestone	
	Lower	MTb	^ ^ ^	basalt lava	
		MTl	• • •	sondy limestone, calcareous sandstone	
Triassic ~ Early Cretaceous (Howasing sediments)	Halfo Formation	Upper	Hu		alternation of shale and limestone
		Middle	Hm		alternation of chert and shale
		Lower	Hl		alternation of chert and shale (chert < shale)
Pre-Cambrian	Jaalon Basement	Jam	▨	amphibolite	
		Jgn	+	gneiss	
Intrusive rocks	younger	di	⊖	diorite, dolerite, diorite porphyrite	
	older	gr	+	granite	

✕ synclinal axis

150 manganese bed & outcrop No.



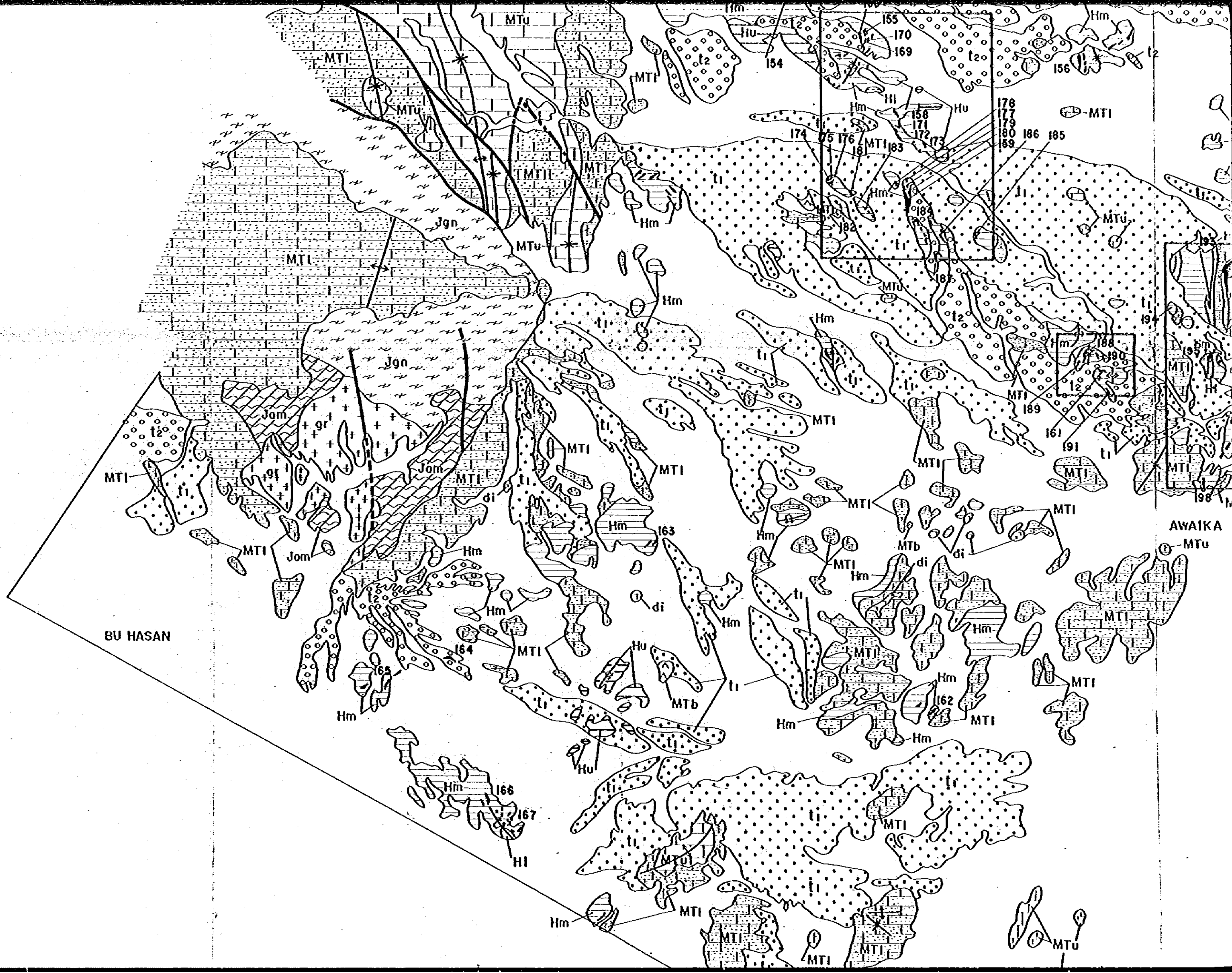
2460

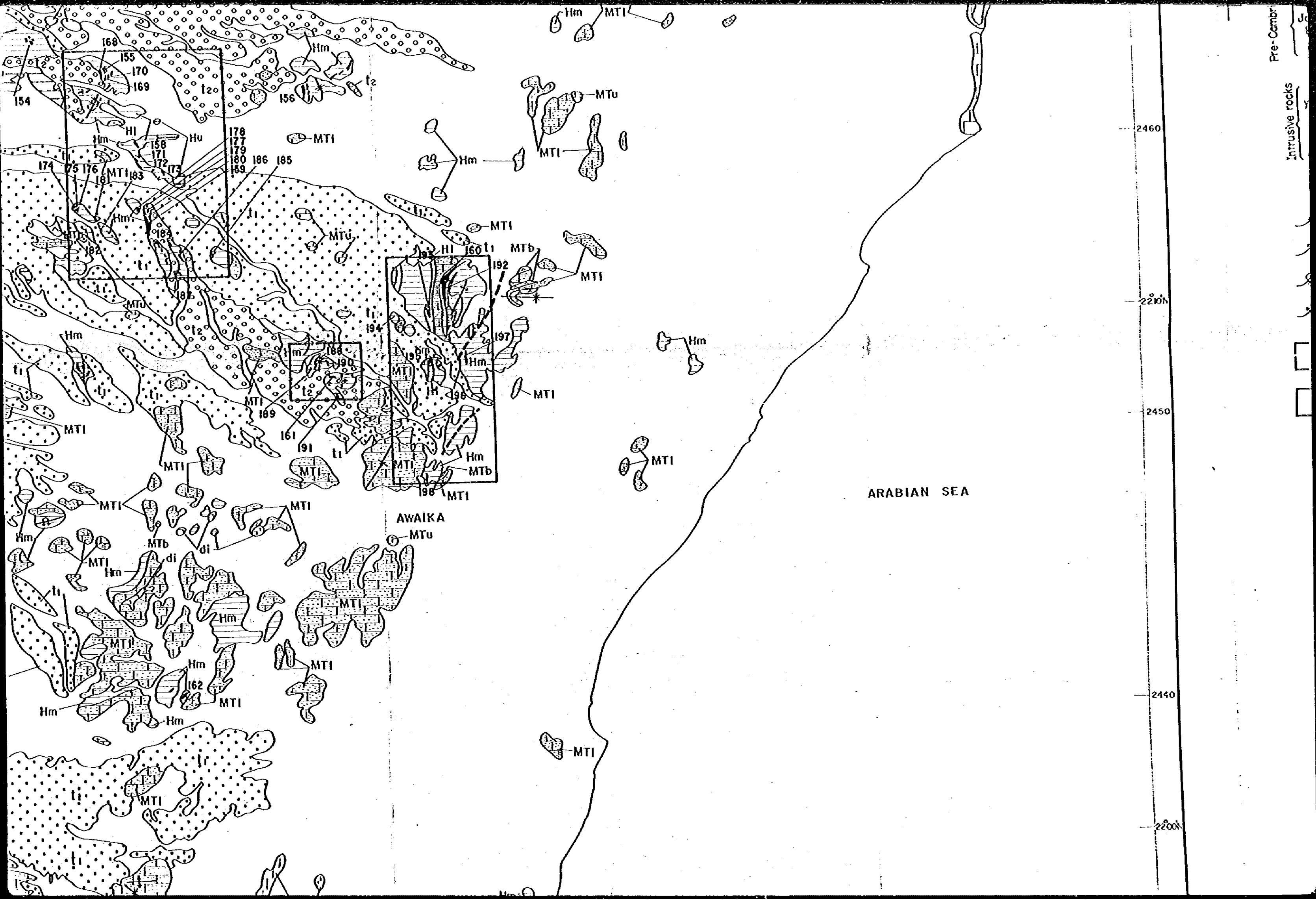
2200N

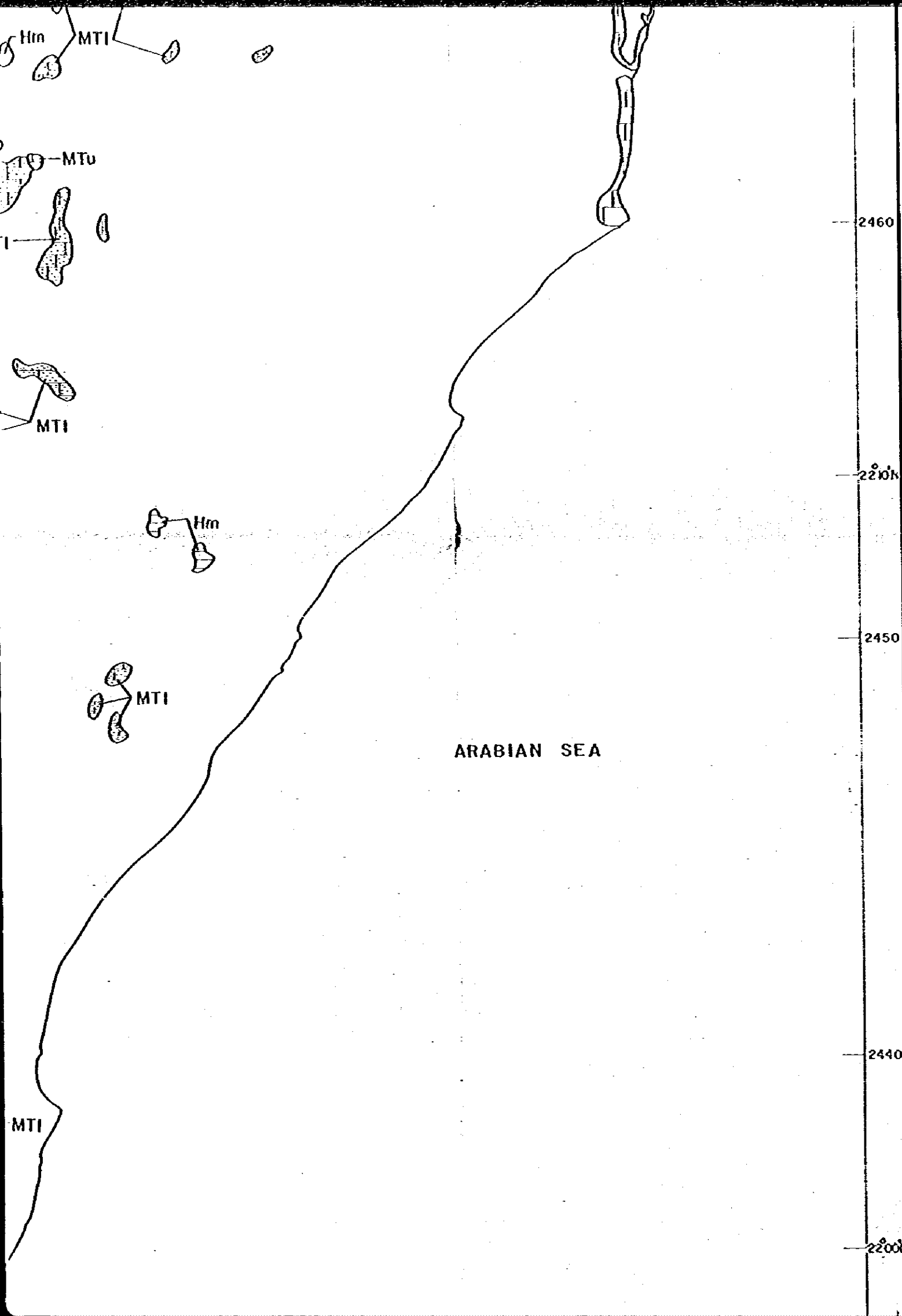
2450

2440

2200



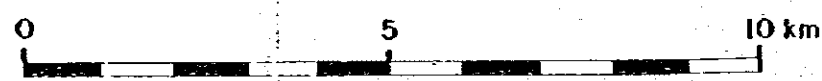
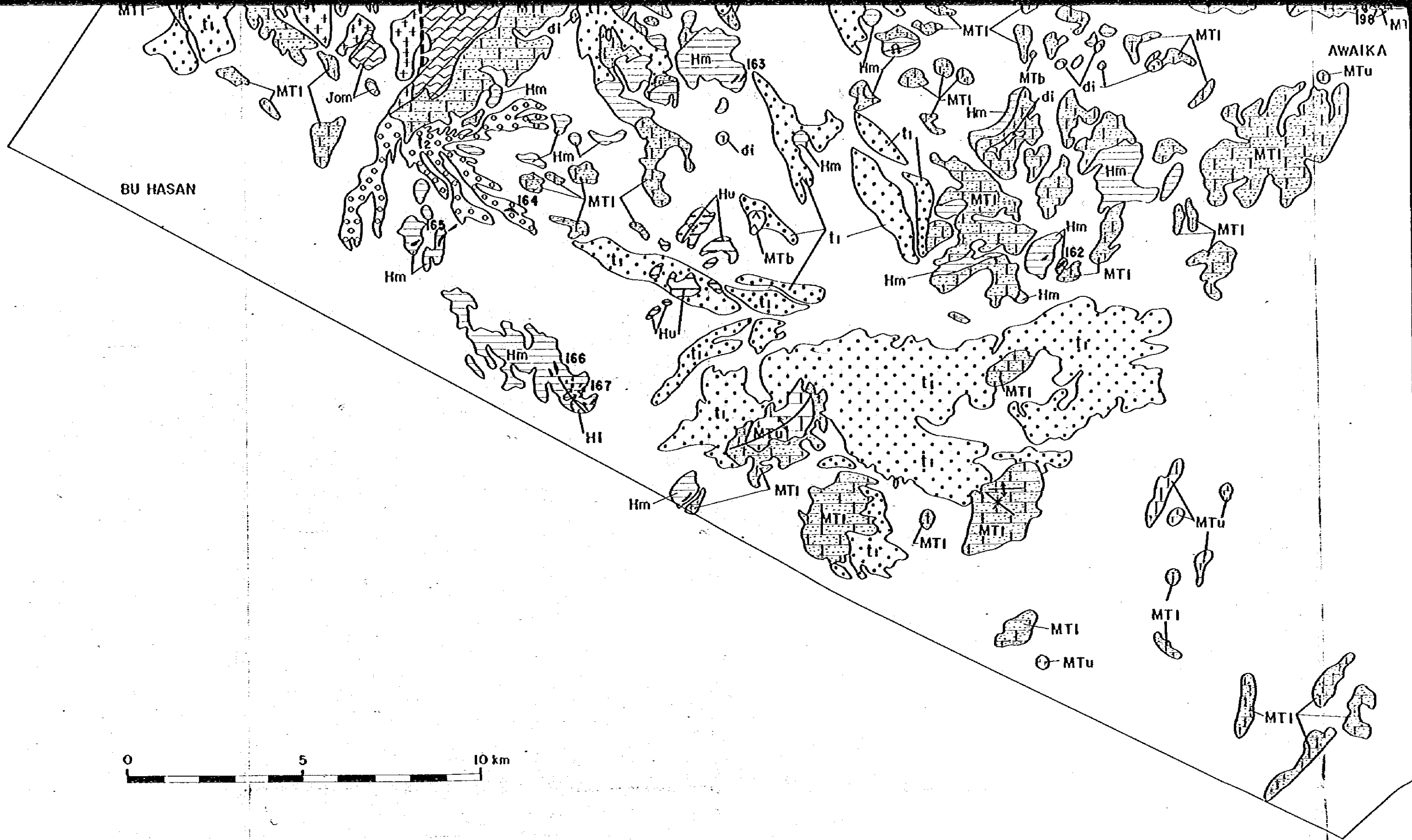




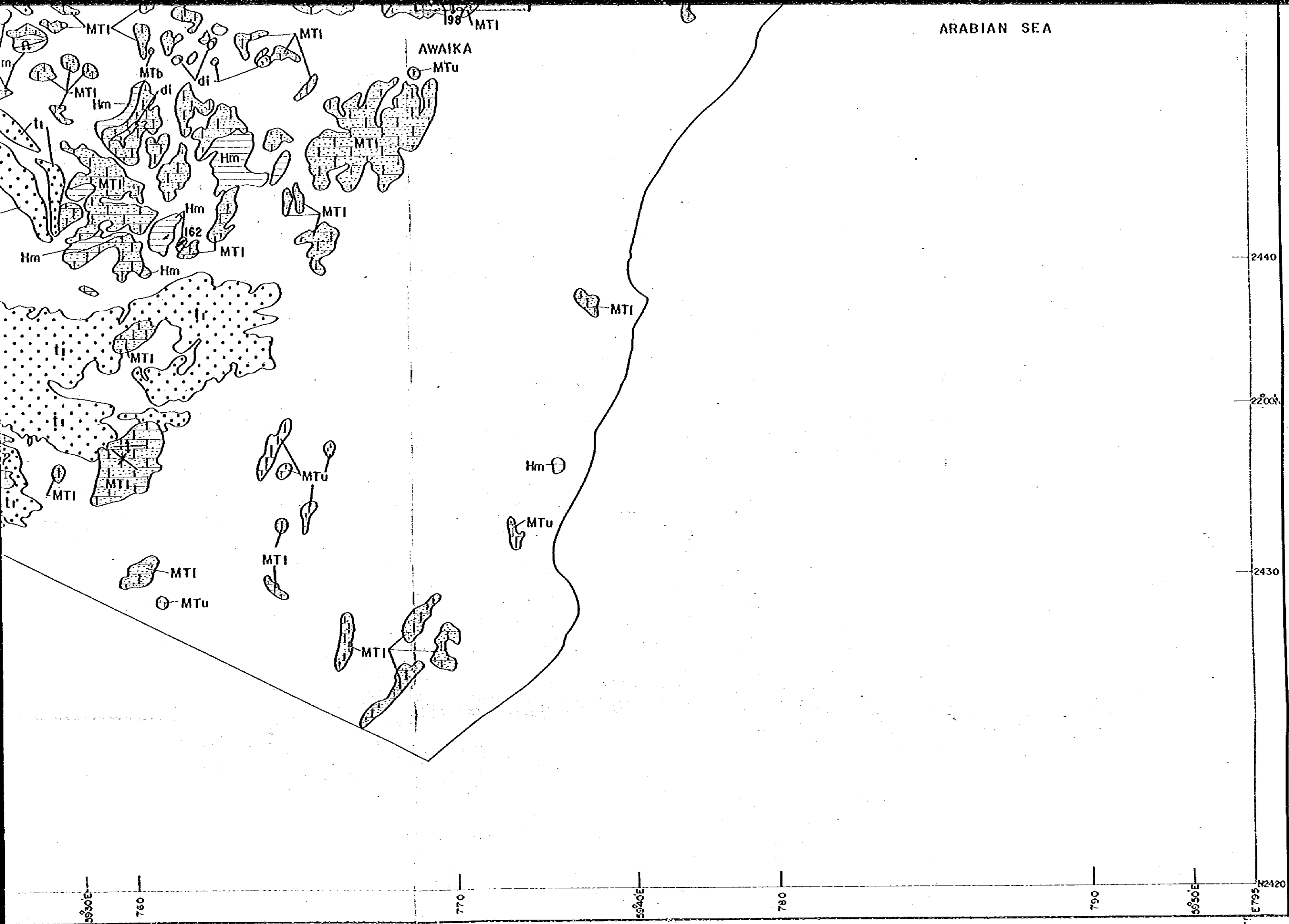
Pre-Cambrian	Joolan Basement	Jom		amphibolite
		Jgn		gneiss
Intrusive rocks	younger	di		diorite, dolerite, diorite porphyrite
	older	gr		granite

- synclinal axis
- anticlinal axis
- overturned synclinal axis
- overturned anticlinal axis
- manganese bed & outcrop No.
- fault (certain, conjectural)
- Phase II Semi-detailed surveyed area
- Phase II Detailed surveyed area





N2420
E730
740
750
760
770



ARABIAN SEA

MTI

2440

2200

2430

780E

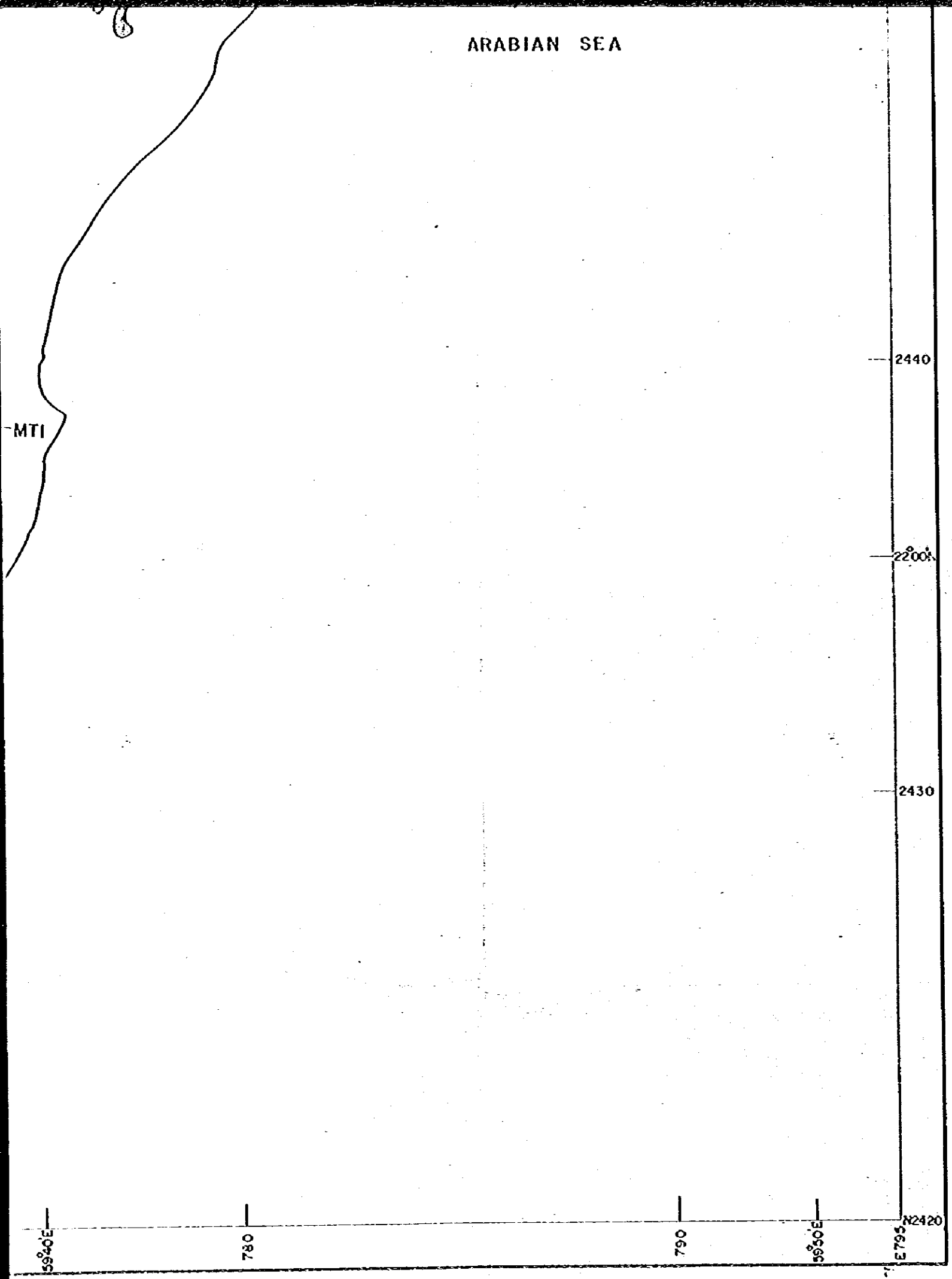
780

790

795E

795

N2420



JCA