

ものであるが、準精査地域の試料にも認められる。鏡下では反射色：灰色～帯褐灰色、異方性：強、菱形結晶が散点状に認められる。

クリプトメレーン鉱

試料B045の顕微鏡観察およびX線回折の結果認められた。鏡下では反射色：帯青灰色、異方性：強、軟マンガン鉱中に脈状をなして認められる。

4) その他の鉱物

マンガン鉱石の脈石としては、石英がほとんどであり、わずかに方解石および東沸石が鉱石の割れ目を充てんし、細脈状に認められる。

また、試料C083ではX線回折により針鉄鉱が検出された (Table A-5)。この試料は泥質チャート中にある小規模鉄鉱層 (厚さ8 cm, 長さ10 m) から採取されたものである。

3-4 鉱石分析

鉱石分析は鉱石試料191個に対し実施された。分析成分はMn・MnO₂・S・Fe およびPの6成分である。試料は各鉱床露頭において50～100 m間隔のチャンネル・サンプリングにより採取された。分析結果はTable A-6に示すとおりである。

Mn品位は試料B045の82.73% (MnO₂, 採試幅10 cm) が最高であり、最低は試料D066の0.78% (MnO₂, 採試幅12 m) である。平均値は、21.00% (MnO₂) である。試料B045は層状鉱であり、粗粒マンガン鉱物からなり、黑色珪質部をほとんど含まない (SiO₂ 3.58%)。試料D066はノジュール状鉱である。ノジュール状鉱のMn品位は層状鉱に比較し、平均5.95% (MnO₂) と低いが、試料C098では採試幅3 mで14.12% (MnO₂) を示した。なお層状鉱で低い値は試料B124の4.88% (MnO₂, 採試幅16 cm) である。Mn品位の平面的な分布 (Fig 11-9) をみるとMn品位30% (MnO₂) 以上の鉱石試料は東部の一部を除き中央部から西部のマンガン鉱床露頭の集中する地区にて得られている。Mnと他の分析成分との相関関係はTable II-4に示すようにSiO₂とは負の良い相関、Pとは正の良い相関を示す。FeおよびSとは余り相関はみられない。

SiO₂は試料D006の90.53%が最高であり、最低は試料B045である。SiO₂の平均値は69.79%である。試料D006はノジュール状鉱であり、ノジュール状鉱は高い値を示し75%以上のSiO₂を含有している。本地域のマンガン鉱床の主体をなす層状鉱でもSiO₂の含有量は高く、これは黑色珪質部をかなり含むためであり、本地域のマンガン鉱石の特徴となっている。SiO₂とMnおよびPの相関関係はみられない。

Feの含有量は平均0.43%と全体に低く最高は試料B126の1.76%である。Fe含有量の最低は試料B045の0.10%である。試料B126は灰白色チャートの割れ目を充てん

Table II-3 Mean, Maximum, Minimum Content of Elements in Manganese Ore Samples

element	semi-detailed surveyed area		
	average (%)	maximum (%)	minimum (%)
Mn	13.64	54.20	0.62
MnO ₂	21.00	82.73	0.78
SiO ₂	69.79	90.53	3.58
Fe	0.43	1.76	0.15
S	0.11	0.41	0.04
P	0.025	0.176	0.005
number of analyzed samples : 191			

Table II-4 Correlation Coefficients among Content of Element

Element	Correlation Coefficient
Mn-SiO ₂	- 0.95063
Mn-Fe	- 0.36636
Mn-S	0.05880
Mn-P	0.65828
SiO ₂ -Fe	0.27228
SiO ₂ -S	- 0.03198
SiO ₂ -P	- 0.64497
Fe-S	0.00471
Fe-P	- 0.18716
S-P	0.08294
number of analyzed samples : 206	

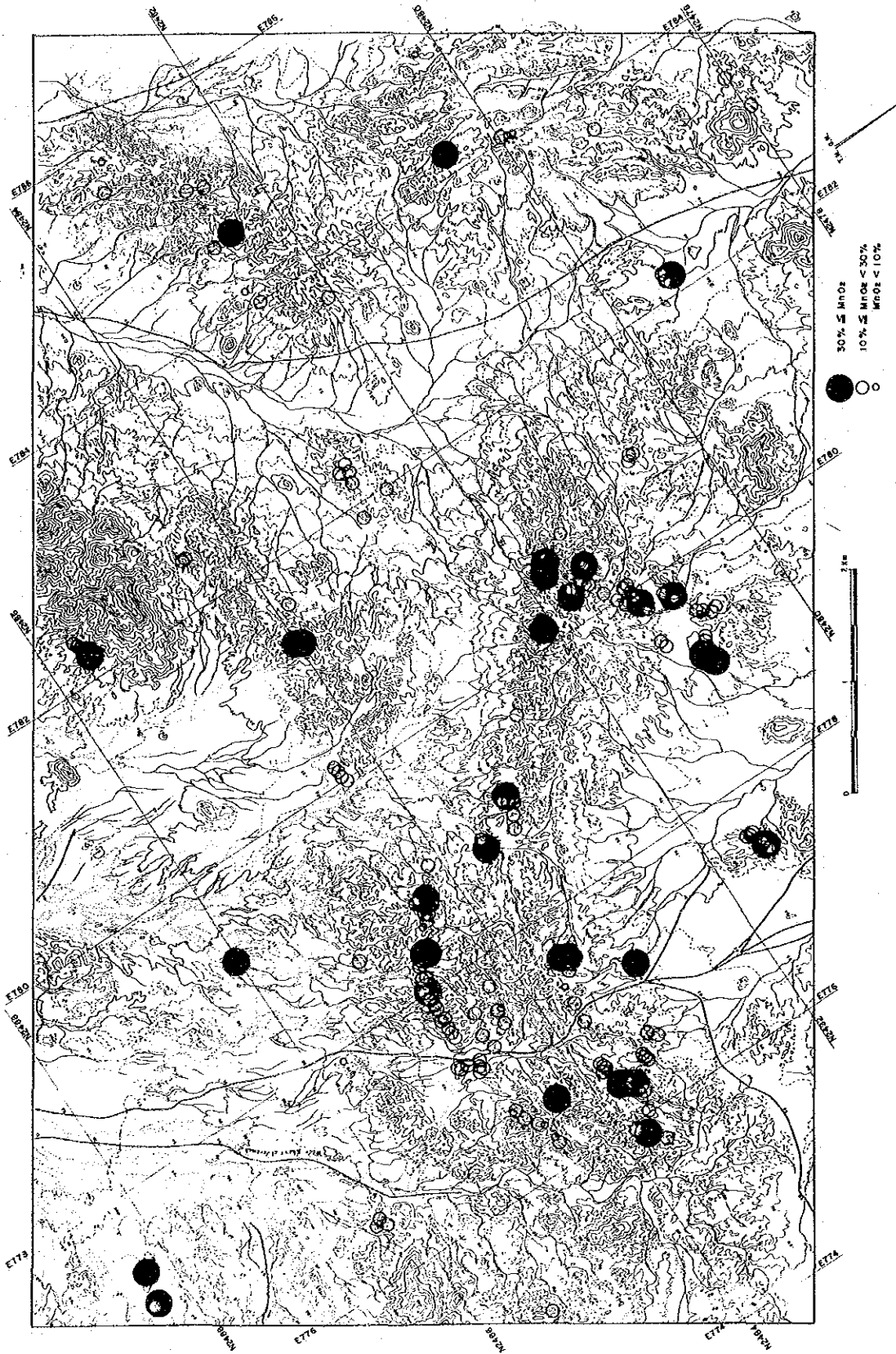


Fig. II - 9 Distribution Map of MnO₂ Content

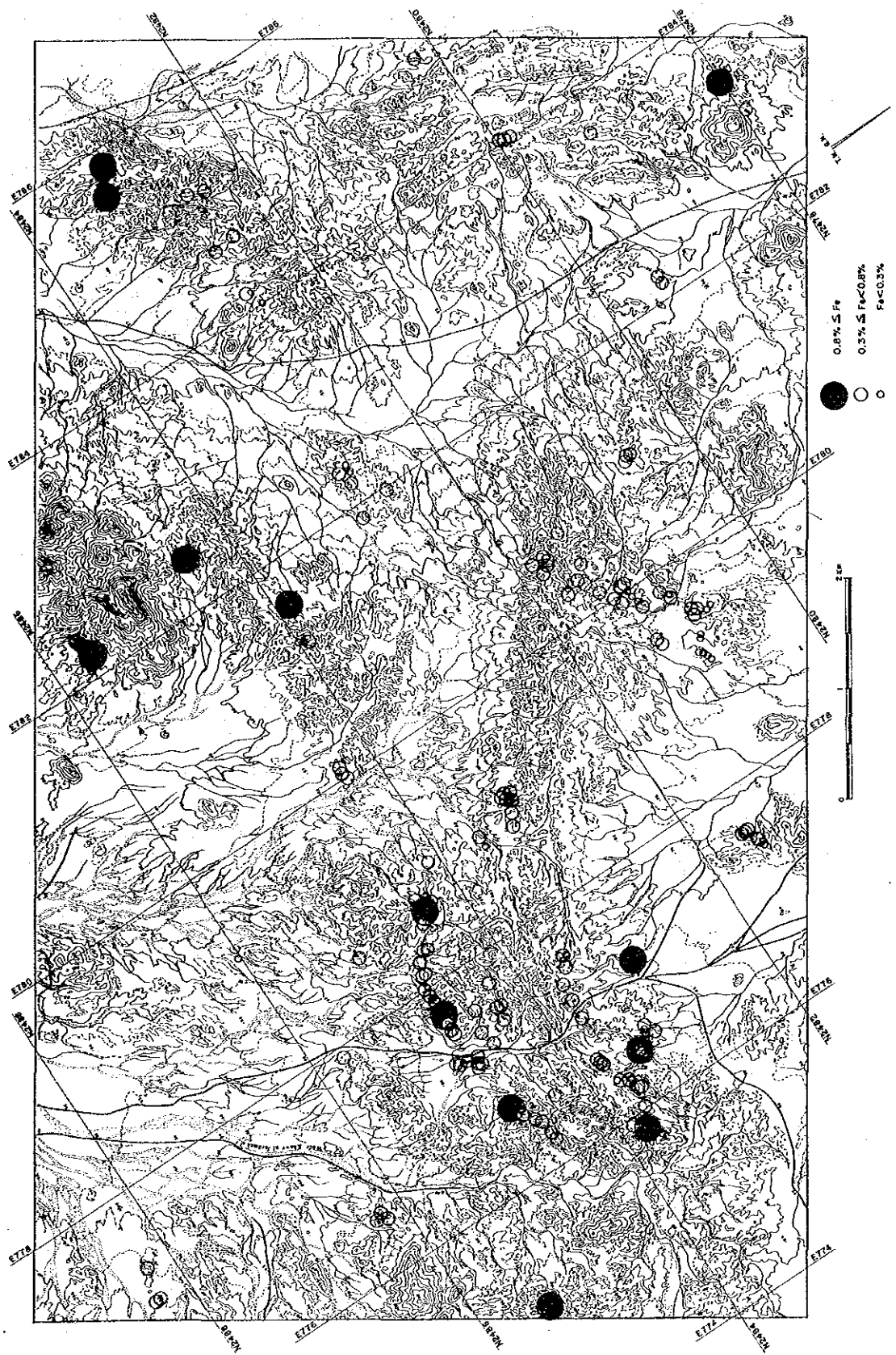


Fig. II-10 Distribution Map of Fe Content

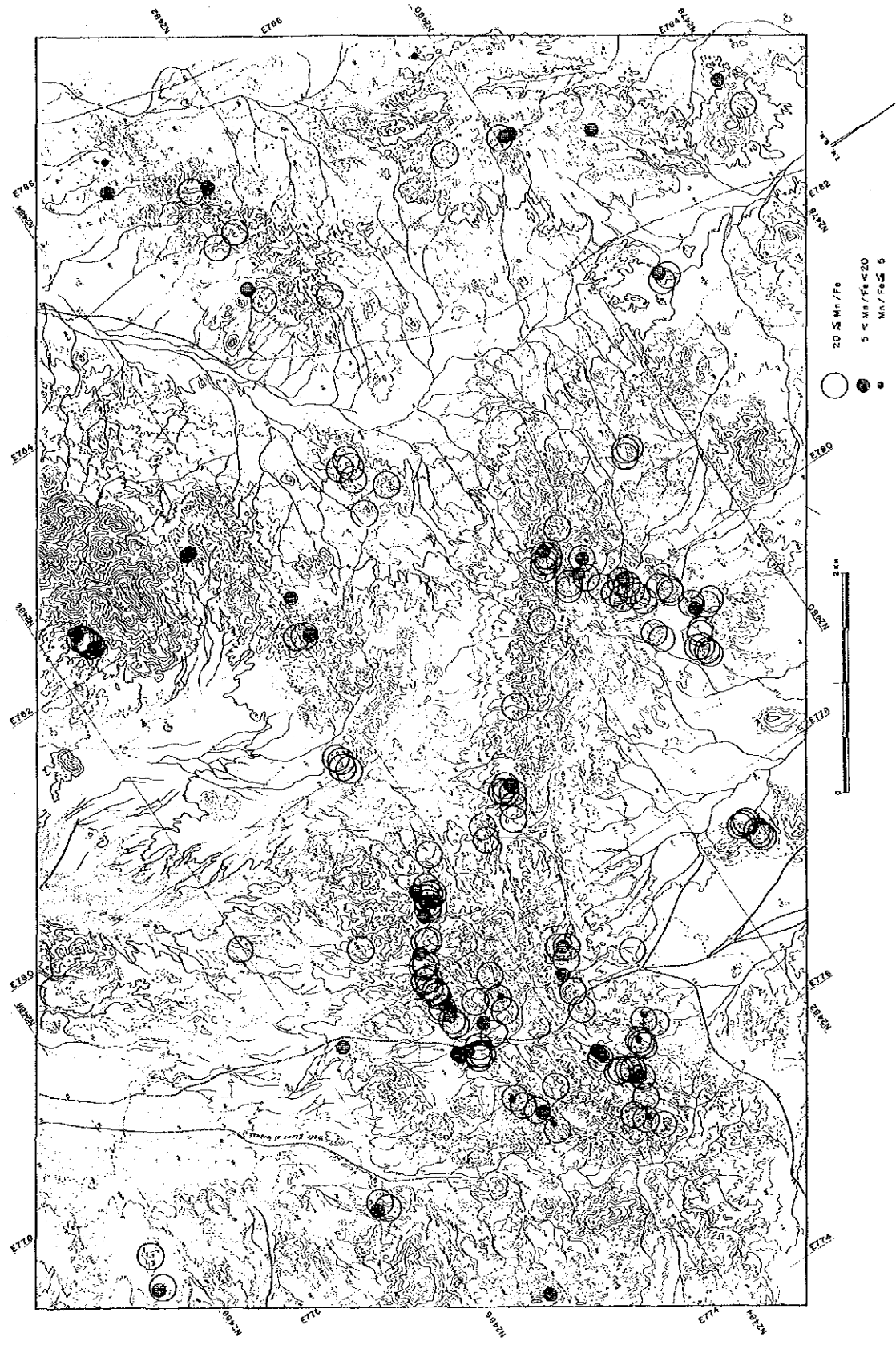


Fig. II - 11 Distribution Map of Manganese Coefficient
(Mn/Fe)

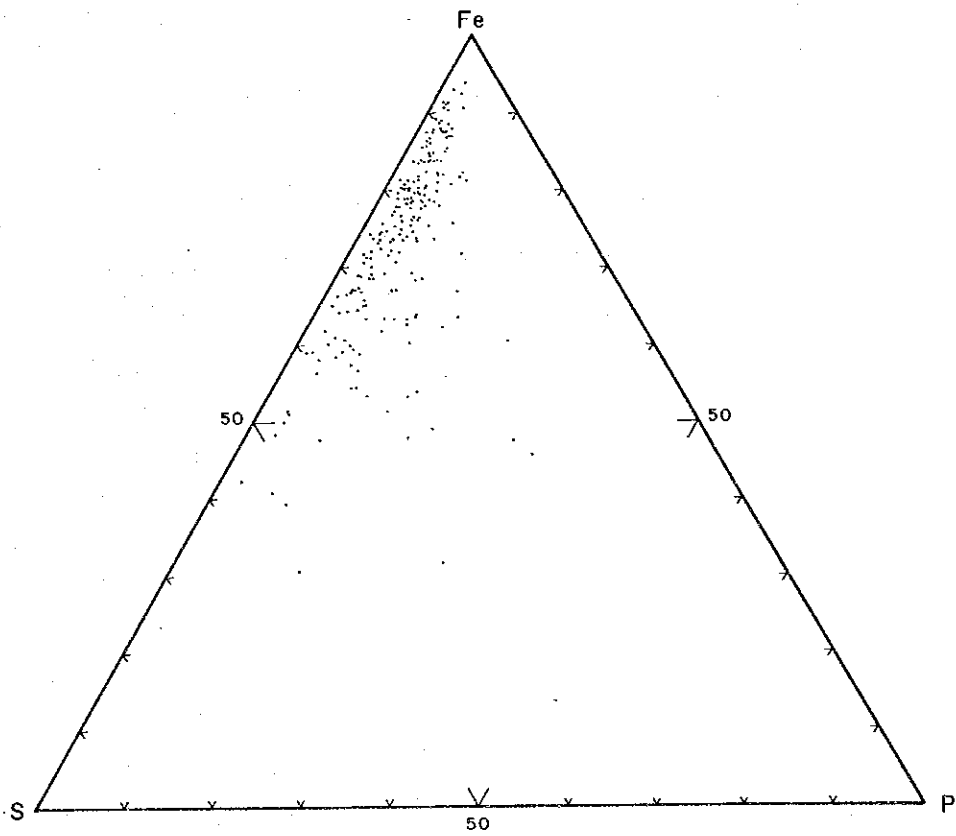
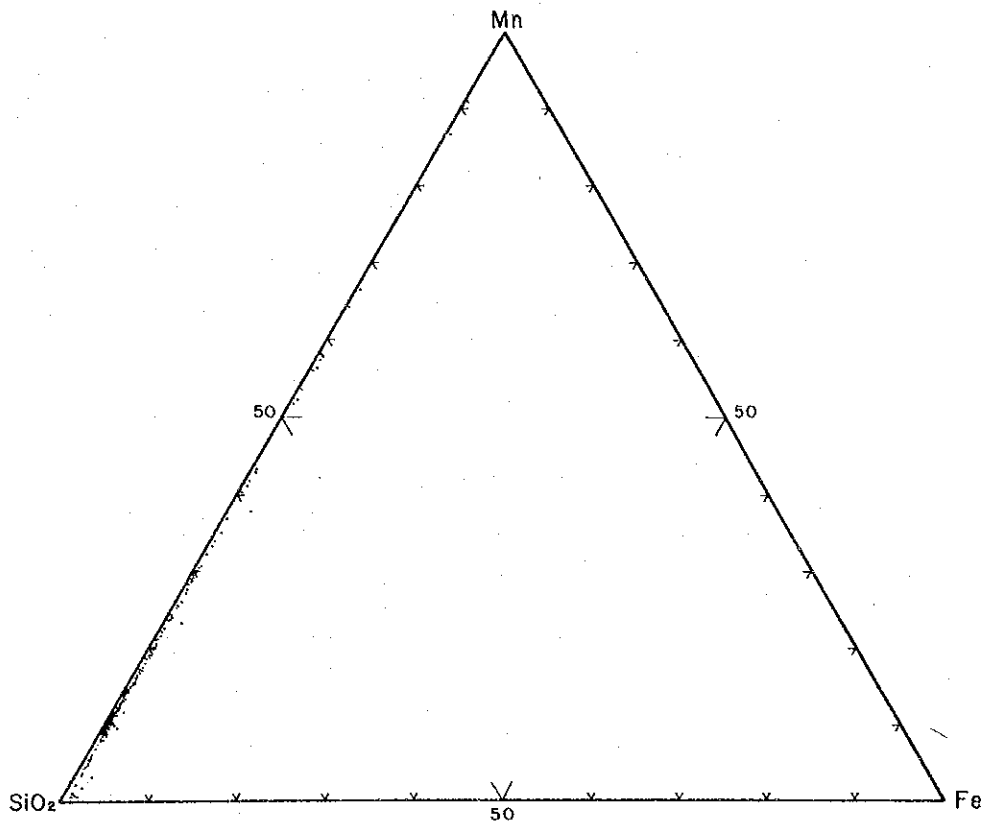


Fig. II-12 Triangle Correlation Diagram for Mn-SiO₂-Fe and Fe-S-P

した二次的細脈状マンガン鉱物からなる鉱石であり、細脈には黄褐色、土状の鉄酸化物が認められる。本試料のFe含有量が高いのはこの鉄酸化物のためと考えられる。なお本試料のMn品位は3.92% (MnO₂, 採試幅3.8cm)と低い値である。層状鉱の平均Fe含有量は0.40%であるが、ノジュール状鉱のFe含有量は平均0.76%と高い値を示す。Fe含有量の平面的な分布をみると特に傾向はみられない。一般にMnとFeは負の相関があるといわれているが、本地域では、MnとFeの相関係数は-0.36636と相関関係は明瞭ではない。またFeと他の分析成分との相関はみられない (Table II-4)。

Sの含有量は平均0.11%と全体に低く、最高0.41%、最低0.04%である。Sと他の分析成分との相関関係はTable II-4に示すとおり全くみられない。

Pの含有量は平均0.025%とSの含有量よりも低い値であり、最高0.176%、最低0.005%である。Pと他の分析成分との相関関係はTable II-4に示すように、Mnとは正の良好な相関、SiO₂とは負の良好な相関を示し、FeおよびSとは相関はみられない。また層状鉱の平均P含有量は0.025%であり、ノジュール状鉱の平均は0.020%であり、わずかに層状鉱の方が高い値を示す。

本地域の鉱石中に含まれるMnとFeの比(マンガン係数)をみると全体的に高いが0.46から542.00と変動幅が大きいことを特徴とする。またFig II-11に示すように平面的な分布では傾向はみられないが、鉱石のタイプではわずかに違いがみられ、ノジュール状鉱ではFe含有量が高くマンガン係数は低い値を示す。Strakhov(1967)によるとマンガン係数はマンガン鉱床のタイプにより異なり、現世太平洋底のマンガン鉱石は0.3~1.6、漸新世の正規堆積鉱床の酸化鉱石では1.0~7.0、火山源堆積性鉱床では1.5~1.8とそれぞれ特徴ある数値を示している。本地域の鉱石のマンガン係数は漸新世酸化鉱石あるいは火山源堆積性鉱床のマンガン係数に類似している。

Fig. II-12はMn-SiO₂-Feの関係およびFe-S-Pの関係を三角ダイヤグラムに図示したものである。

今回実施した鉱石分析の結果、本地域のマンガン鉱石のMn品位は中程度のものであるが、SiO₂が高いことを特徴とし、Fe・S・Pは低い値であることがあきらかとなった。

3-5 微量元素分析

鉱石およびチャート中の微量元素について発光分光分析による分析を行った。試料数は写真地質調査地域15個、地質調査地域35個の合計50個である。対象とした微量元素は26成分であり、分析結果はFig II-13, II-14, Table A-7に示す。なお本節では写真地質調査の試料も含め検討した。

発光分光分析の分析使用機器および条件は下記のとおりである。

使用機種 Jaco, エバート型 3.4 m

(回析格子: 1500本/inchスリット幅20 μ)

電 極 日立R級 $\phi = 6\text{ mm}$

(穿孔 $\phi = 4\text{ mm} \times 4\text{ mm}$)

ガス雰囲気 O₂ 0.8 ℓ/min Ar 3 ℓ/min

乾 板 Agfa 2枚

試料調整 緩衝剤としてLi₂CO₃を原試料0.8gに対して0.2g混合して再磨砕する。

発光条件 電源DC10 amp 露出30秒

1試料2回ずつ分析し、マイクロフォトメーター(理学電機製)の記録紙のピークを読み、その平均値から表により黒化度(D値: Density in emission spectrography)を求める。D値は $D = \log T_0 - \log T$ で示され、T₀は透過度100%, Tは対象のスペクトル輝線の透過度(%)である。

黒化度(D値)は試料中に含まれる微量元素の含有量を半定量的に0~2の数値により表わしたものである。黒化度から一つの試料に含有される各元素間の含有量の比較はできないが、元素の含有量について各試料間の相対的な比較、変動をみることは可能である。

Fig 11-13は試料間および露頭間における各微量元素のD値の変動を示したものである。この図からはD値の変動が著しく、各試料間または各露頭間の顕著な変動傾向は不明である。しかしわずかにAg・Znについては露頭No 71にて高くなっているようである。また、BaとBは全体に高い含有量を示すと考えられる。準精査地域内で最大の露頭であるNo 110においては顕著な微量元素の濃集はみられないが、露頭内部の元素の挙動をみると、露頭の東側および西側ではV・Mo・Sr・Ba・B・Si・Snが濃集し、中央部ではG・Ag・Al・Na・Kなどが濃集するという傾向がわずかにみられる。これらの微量元素の挙動は露頭の東側および西側で鉱層が厚くなり、鉱層の厚さ、即ちSiの濃集と関係があるものと推察される。

Fig 11-14は層状鉱の黒色珪質部とチャート中の微量元素の変動傾向を示したものである。試料F049は層状鉱の黒色珪質部、C124はマンガンノジュール帯の泥質チャート、C123は泥質チャート、F001はチャート・頁岩互層の赤色チャート、D033は黄色チャートである。

黒色珪質部およびマンガンノジュール帯の泥質チャートにおいて高くなる元素はMn・Co・

D : Density in Emission Spectrography

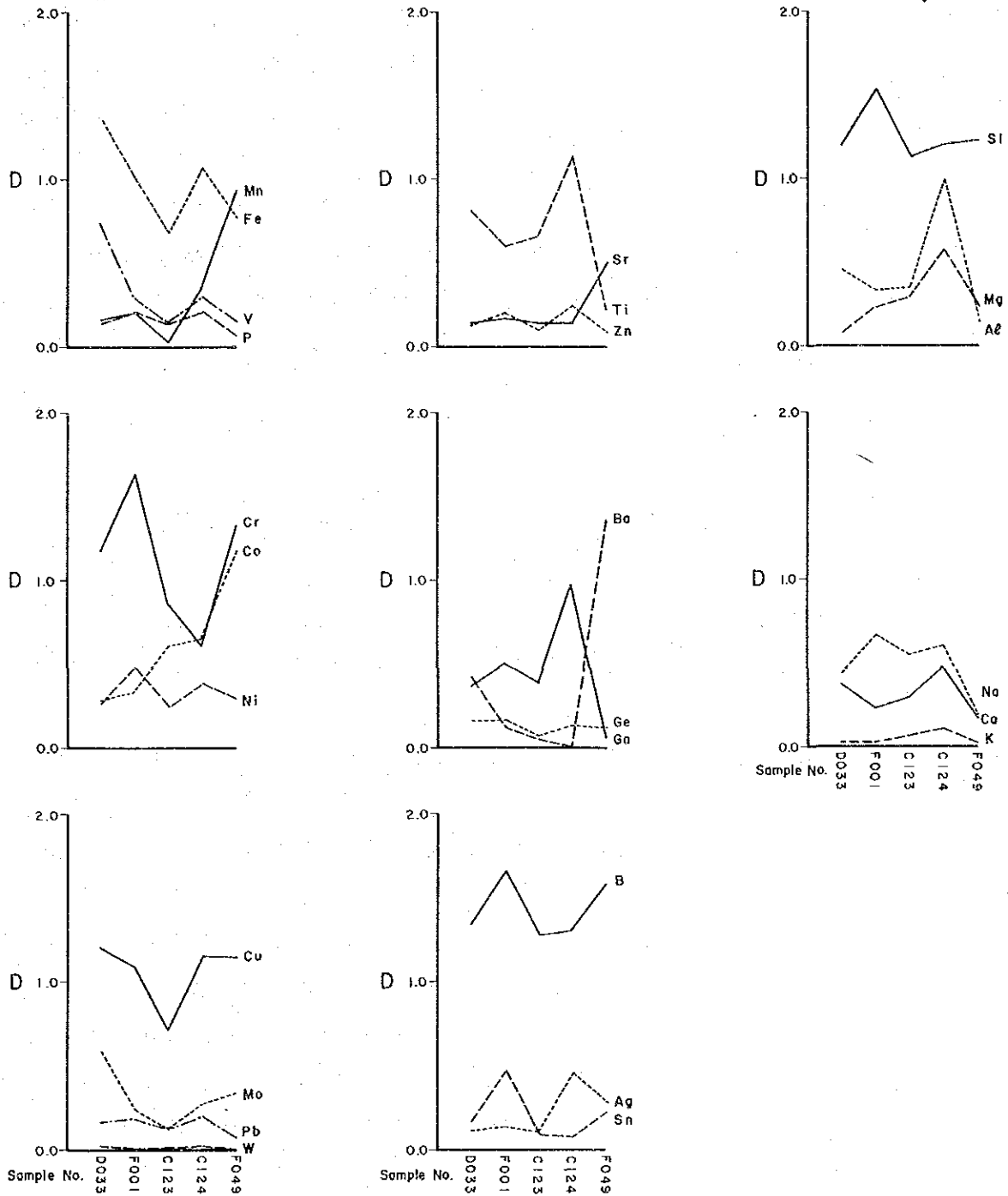


Fig. II-14 Trend of Density in Emission Spectrography of Minor Elements in Chert

Mo・Sr・Ba・Snであり、Mnと極めて類似した変動傾向を示すものはCo・Ba・Srである。

赤色チャートにおいて高くなる元素はFe・V・Cr・Ni・Siであり、特にSi・Crは他のチャートに比較し顕著に濃集している。

黄色チャートにおいて高くなる元素はFe・V・Mo・Baであり、このうち著しい濃集を示す元素はFe・Vである。

泥質チャートで高くなる元素はGa・Mg・Al・Ca・Kである。

Mnと類似した挙動を示すCo・Ba・SrはMnの濃集とともに濃集したものと考えるが、Borchert(1970)、Zantop(1980)によるとBa・Srは火山性堆積鉱床に濃集する元素であると考えられており、これらの元素の濃集は火山活動と関連する可能性があるものと考ええる。

また赤色チャートで著しく濃集する元素のSi・Crのうち、Siはチャートを構成するものであり、チャートの形成により濃集したものである。またCrについてはStrakhov(1967)によると続成過程で濃集移動するといわれ、チャート形成後の続成作用により濃集したものと考える。

黄色チャートに著しく濃集する元素のFe・Vについては、Zantop(1980)によるとVは火山性鉄鉱床において濃集すると考えられており、黄色チャートの形成については火山活動と関係する可能性もある。

泥質チャートに濃集する元素のうちMg・Al・Cu・Kなどは泥質チャート中の粘土鉱物によるものと考ええる。

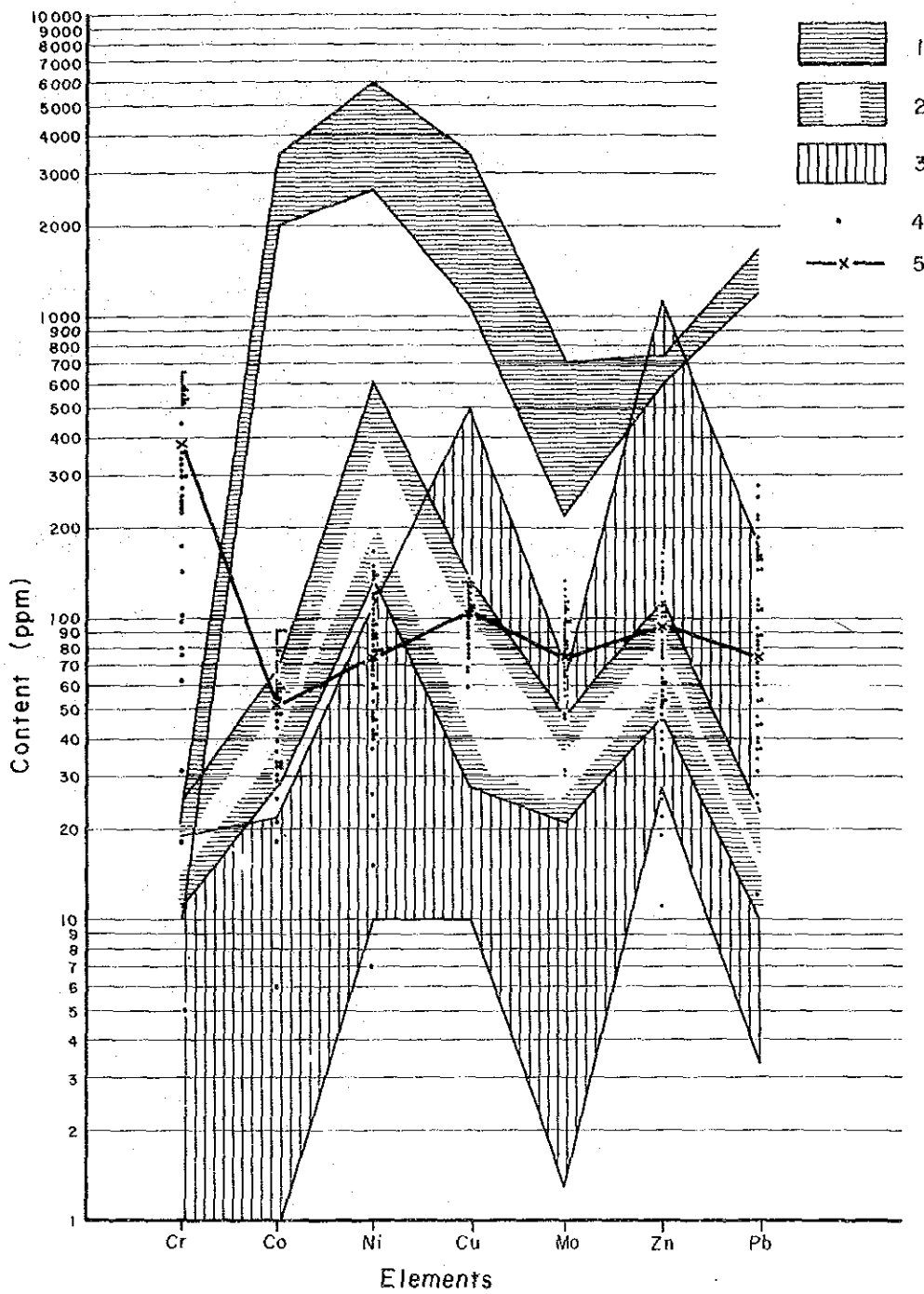
発光分光分析は半定量分析法であるため、50個の試料のうち代表的な3試料について7成分の微量元素の定量分析を実施し(Table 11-5)、分析値と黒化度の検量線(Fig A-6)を求め、他の試料の7成分の含有量を求めた(Table A-8)。なお7成分のうちMoは比色法、Co・Cr・Cu・Ni・Pb・Znは原子吸光法によりそれぞれ分析した。しかし、この含有量も絶対値ではないが、この数値の分布範囲を各成分ごとに示したものがFig 11-15であり、これにはStrakhov(1967)による太平洋底鉱石、漸新世酸化鉱石および火山堆積性鉱石中の微量元素の含有量の分布範囲を比較するため合わせ示してある。太平洋底鉱石と比較すると本地域の鉱石はCrが異常に高く、他の成分はすべて低い範囲にある。正規堆積性鉱床である漸新世鉱石と比較すると本地域の鉱石はCrが高く、Mo・Pbの分布範囲は若干高く、CoとNiの分布範囲は低い。また火山堆積性鉱石と比較すると本地域の鉱石はCrが高く、Co・Ni・Moの分布範囲は若干高く、Znの分布範囲は少し低い。以上より本地域の鉱石はCrを除き、漸新世鉱石と火山堆積性鉱石の微量元素分布域に近い値を示しているが、またCrを除く6成分の平均値についてみるとCuとZnにピークがあり、火山堆積性鉱石の微量元素分布傾向と

**Table II -5 Content of 7 Minor Element in
3 Manganese Ore Samples**

Sample No. Element	C063	C088	E037
	ppm	ppm	ppm
Co	80	30	90
Cr	350	390	220
Cu	70	70	180
Mo	120	50	30
Ni	150	70	50
Pb	150	130	250
Zn	140	70	80

**Table II -6 Correlation Coefficients between Mn
and Minor Elements**

Element	Correlation Coefficient
Mn-Cr	- 0.77353
Mn-Co	- 0.02228
Mn-Ni	0.09659
Mn-Cu	- 0.06982
Mn-Mo	0.49310
Mn-Pb	0.00154
Mn-Zn	0.72563



1. manganese ore in recent ocean floor
2. oligocene manganese oxide ore
3. volcanogenic sedimentary manganese ore
4. manganese ore in sur area
5. mean values

Fig. II-15 Range of Content of 7 Minor Elements in Manganese Ore

類似している。本地域の鉍石はCrが異常に高いという特徴があるが、Crについては赤色チャート中にも濃集しており、本地域全般にCrが濃集するような環境であったものと考えられ、続成作用により濃集したものもあると考えられる。

以上の鉍石およびチャートの微量元素の分析結果から本地域のマンガン鉍床は火成活動と関連して形成された可能性が強いと考える。

3-6 鉍床と地質構造の関係

本地域のマンガン鉍床はハルファ層分布地のほぼ全域に認められるが、特に規模が大きく、かつ多くみられるのは調査地域の中央部より西部にかけた地区である。中央部から西部にかけてはハルファ層中部層が分布し、褶曲軸はE-W系・NE-SW系が認められる。東部および北部地区ではハルファ層中部層および下部層が分布し、概して鉍床の規模は小さく、また褶曲軸はE-W系・N-S系・NNE-SSW系が認められる。本地域の鉍床は同生鉍床と考えられ、鉍床の分布および規模はハルファ層の堆積環境により主として規制されているものと推察される。東部地区には塩基性の溶岩、岩脈あるいは岩床がある。北東端の岩脈には細脈状マンガン鉍物を含む赤色珪化岩を伴ない、またハルファ層下部層にはアルカリ粗粒玄武岩が岩床としてあるなど、これらの塩基性岩は鉍床の成因と何らかの関係を有するものと考えられるが詳細は明らかではない。

また、鉍床と褶曲との関係では、マンガン鉍床は鉍床形成後の衝上断層運動および隆起運動に起因する著しい褶曲作用を受けている。また、鉍床および泥質チャートの割れ目を充てんしたマンガン鉍物は続成過程の分泌脈あるいは褶曲、断層により形成された割れ目への分泌脈として生成したものとする。この分泌脈は粗粒の軟マンガン鉍であるが、規模は小さく、富鉍部を形成するものではない。したがって鉍床の富鉍部は初生鉍床形成時の堆積環境に規制されているものとする。

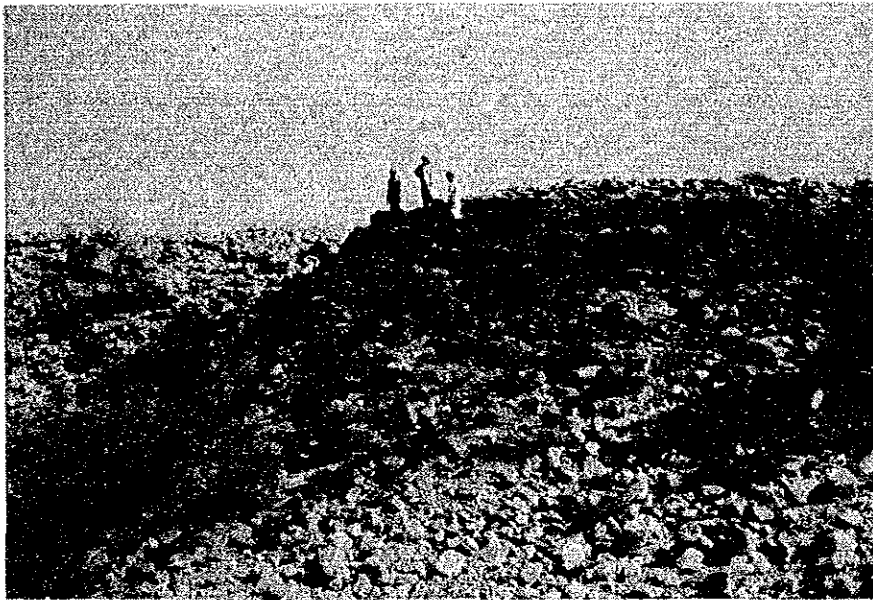
APPENDICES

Fig. A-1 Photograph of the Outcrops



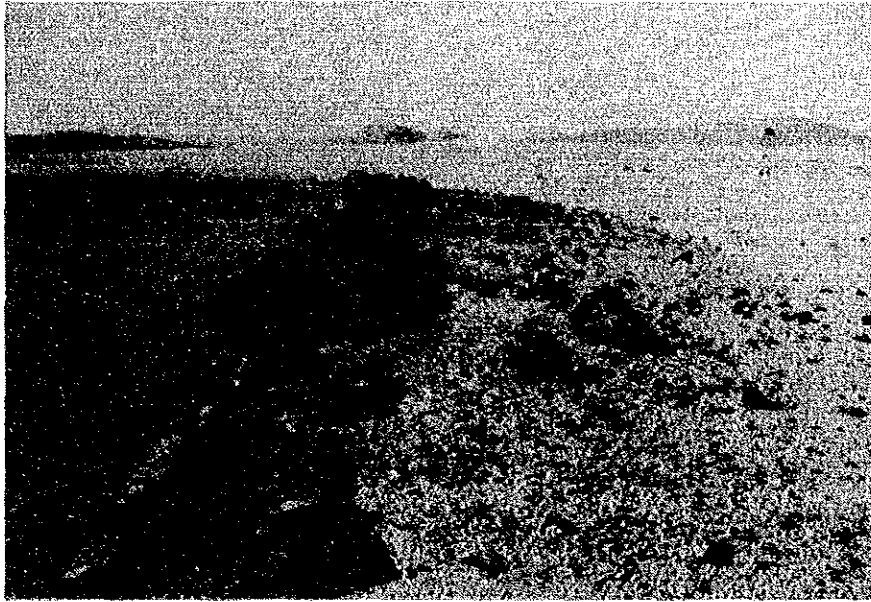
The biggest outcrop of manganese ore deposit in semi-detailed surveyed area.

Location : N2485, E778
Manganese outcrop No. 110

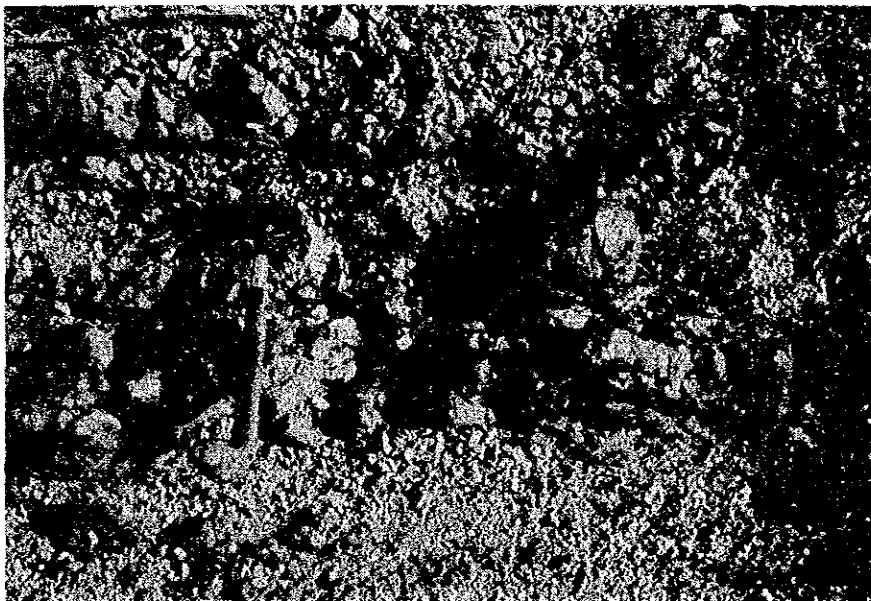


Outcrop of manganese ore.
It shows about 9 m in the thickness.

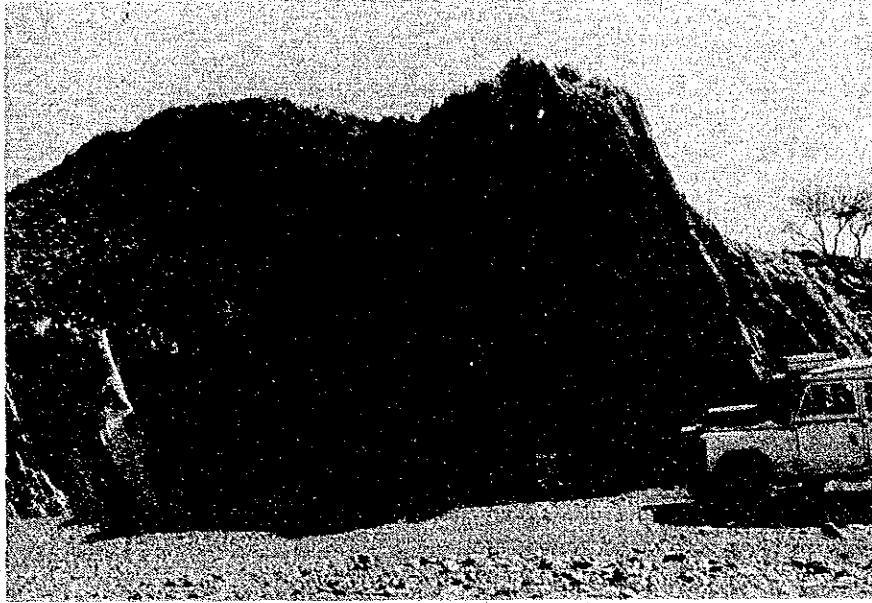
Location : N2460, E760
Manganese outcrop No. 159



Outcrop of layered manganese ore in muddy chert.
This outcrop is thin, but continues in scores of meters.
Location : N2481, E779
Manganese outcrop No. 81

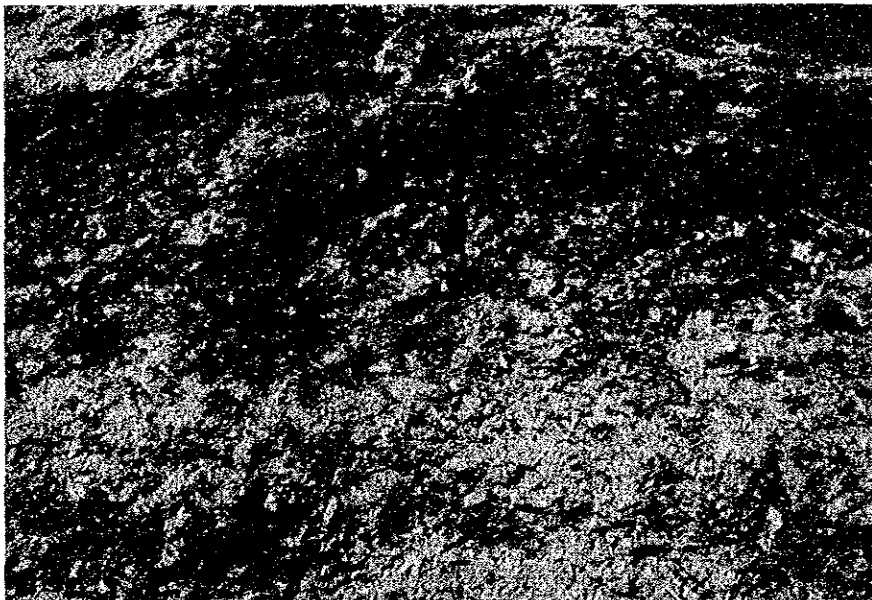


Nodular manganese ore in muddy chert
Location : N2484, E778
Manganese outcrop No. 93



Strongly folded halfa formation

Location : N2465, E755

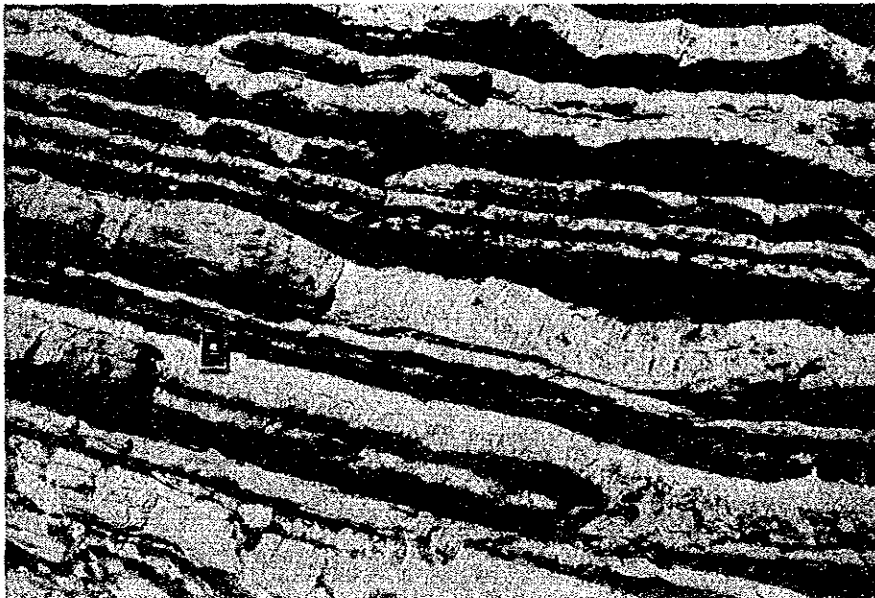


Brecciated halfa formation

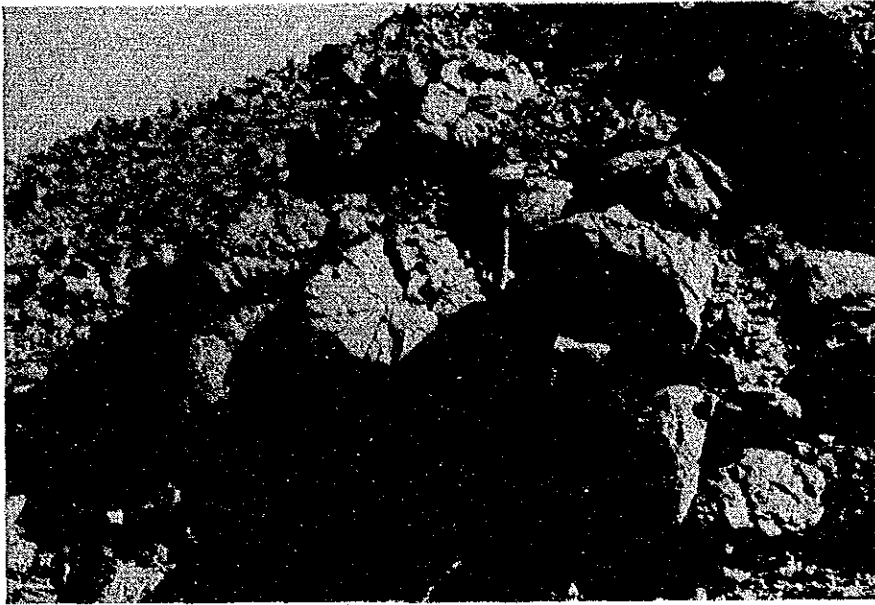
Location : N2486, E776



Folded alternation of chert and shale in halfa formation
Location : N2486, E776



Alternation of red chert and brown shale.
It has the rhythmical bands and red chert is bleached.
Location : N2486, E776



Basalt lava in tertiary limestone.
It shows pillow structure
Location : N2440, E755



Basalt lava in the lower member of halfa formation
Location : N2481, E784



The lower member and the upper member of tertiary limestone

Location : N2490, E765



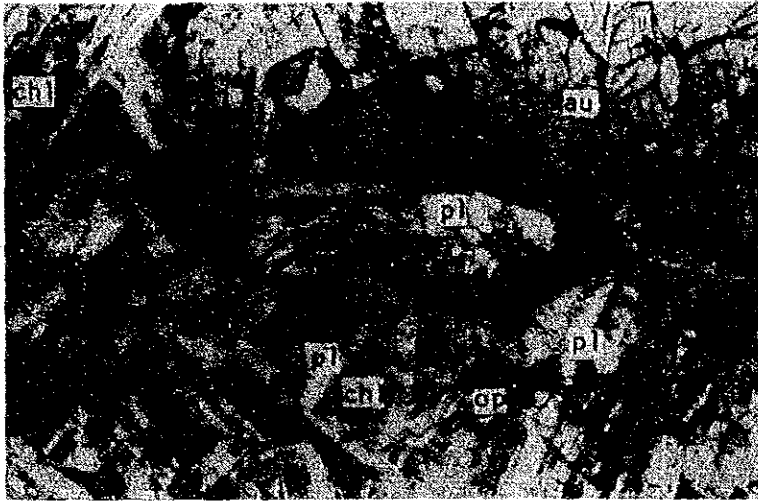
Gneiss and basic dykes of the J. Ja'alan Basement

Location : N2487, E782

Fig. A-2 Microphotograph of Thin Section

Abbreviations

qz : quartz
pl : plagioclase
kf : potash feldspar
bt : biotite
hb : hornblende
au : augite
cal : calcite
chl : chlorite
Mn min. : manganese mineral
op : opaque mineral



Only lower polar



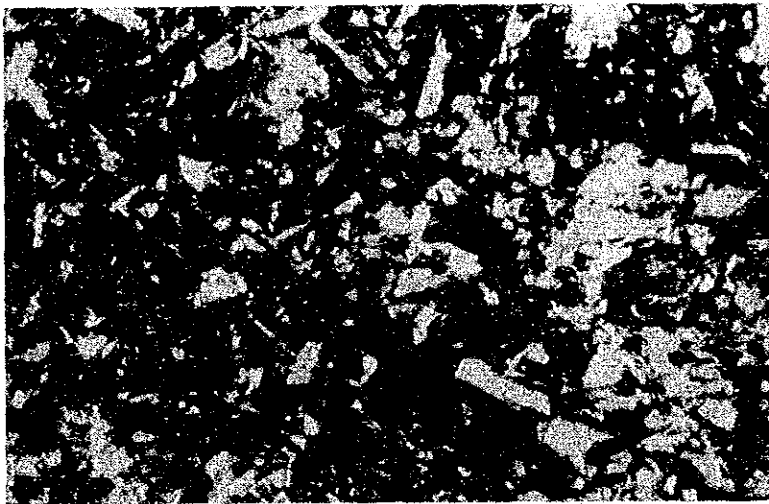
Crossed polars

0 0.5mm

Sample No. : B131 (1)
Location : N2478, E783
Rock name : diorite porphyrite



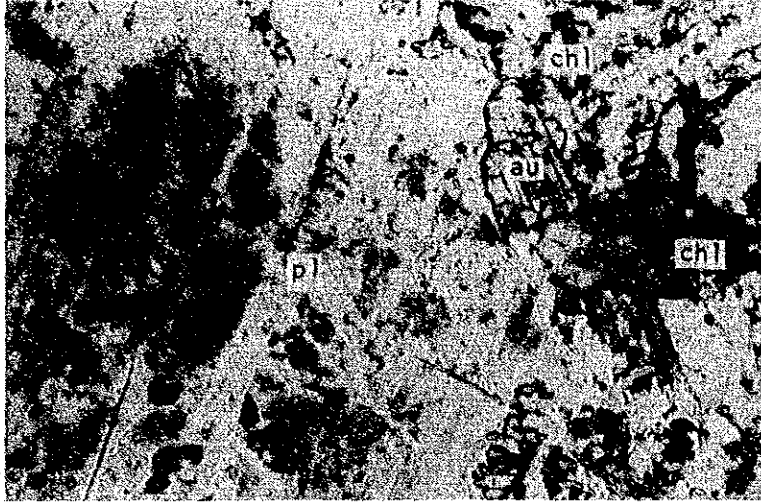
Only lower polar



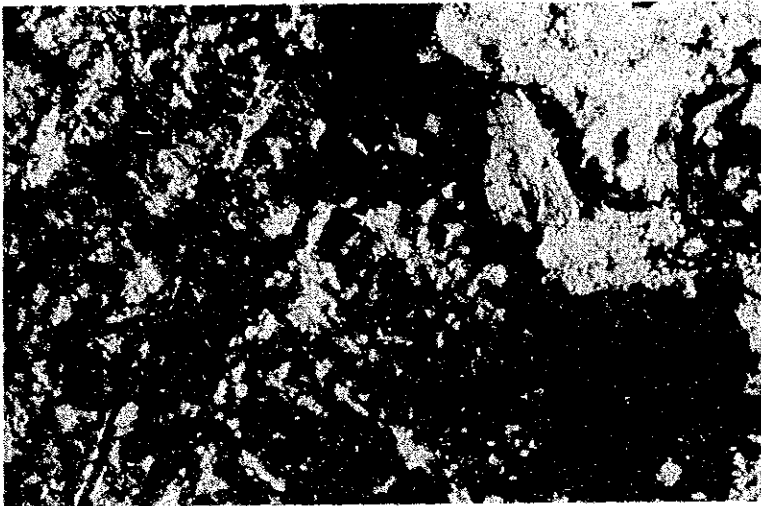
Crossed polars

0 0.5mm

Sample No. : E065
Location : N2440, E755
Formation : Limestone formation (MTI)
Rock name : basalt



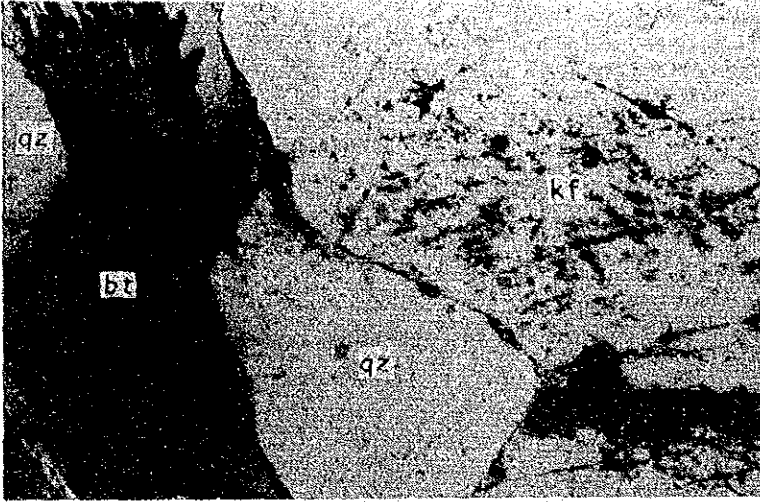
Only lower polar



Crossee polars



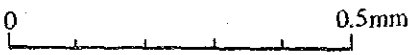
Sample No. : E066
Location : N2445, E750
Rock name : diorite



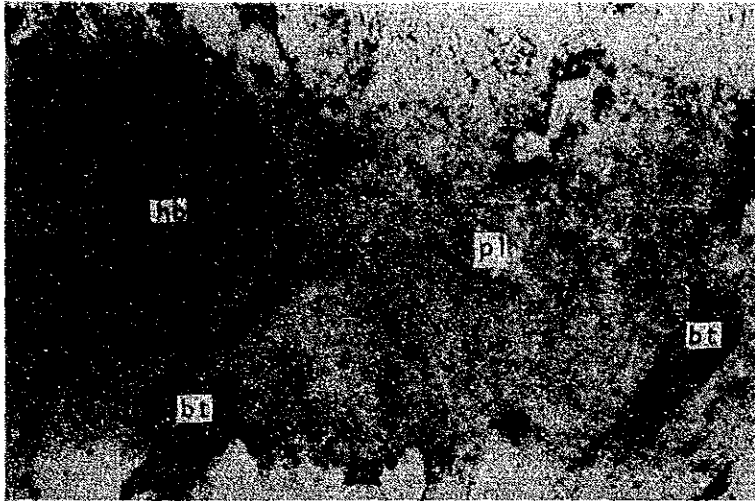
Only lower polar



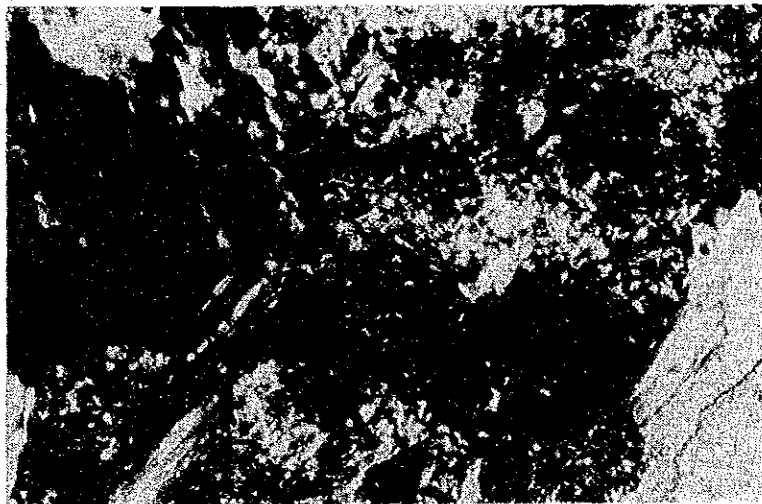
Crossed polars



Sample No. : E092
Location : N2445, E745
Rock name : granite



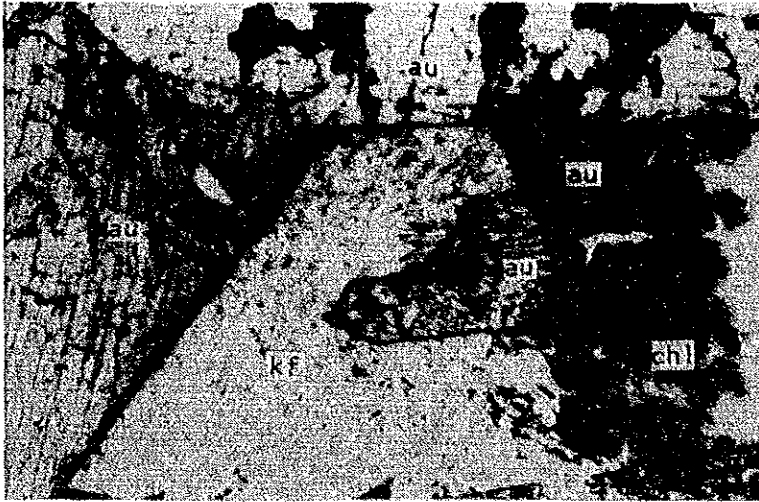
Only lower polar



Crossed polars

0 0.5mm

Sample No. : E096
Location : N2450, E745
Formation : J. Ja'alan Basement
Rock name : amphiborite



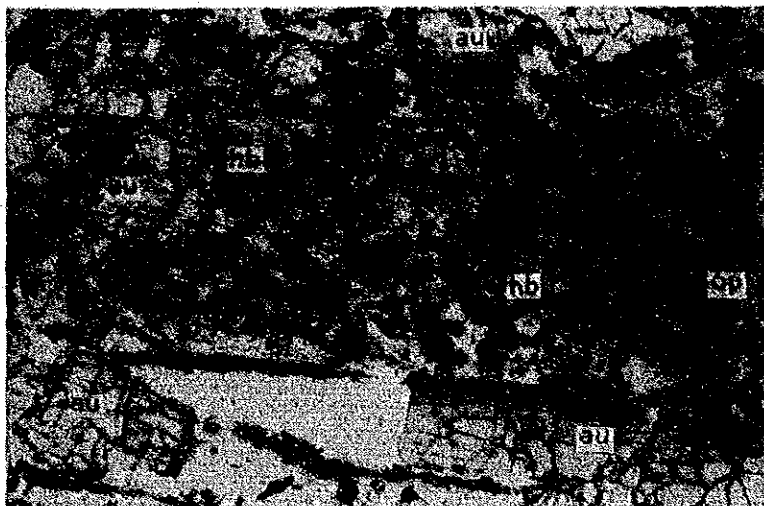
Only lower polar



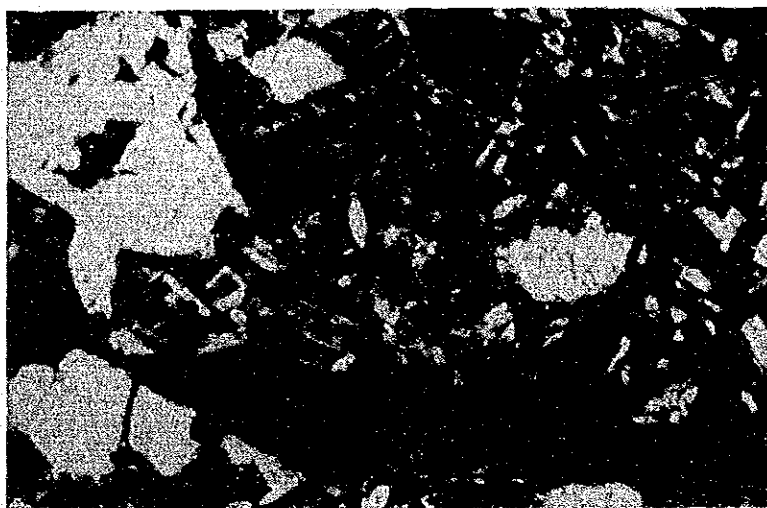
Crossed polars

0 0.5mm

Sample No. : E062
Location : N2445, E765
Rock name : Dolerite



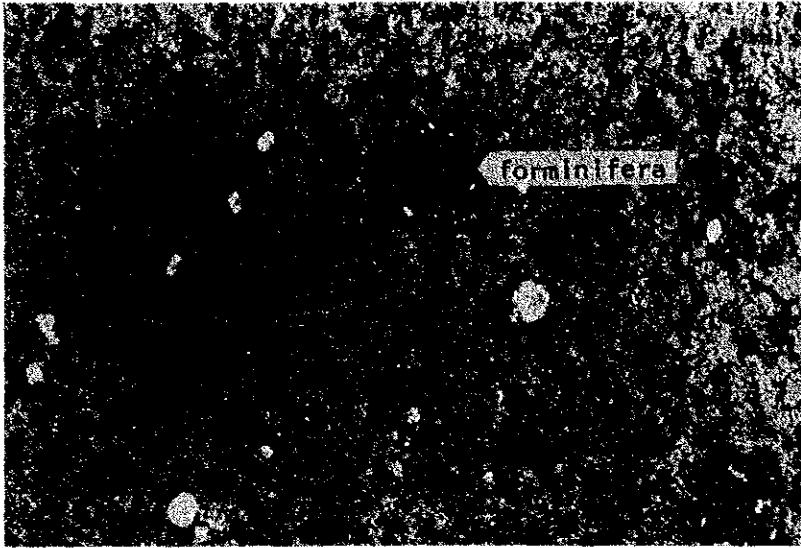
Only lower polar



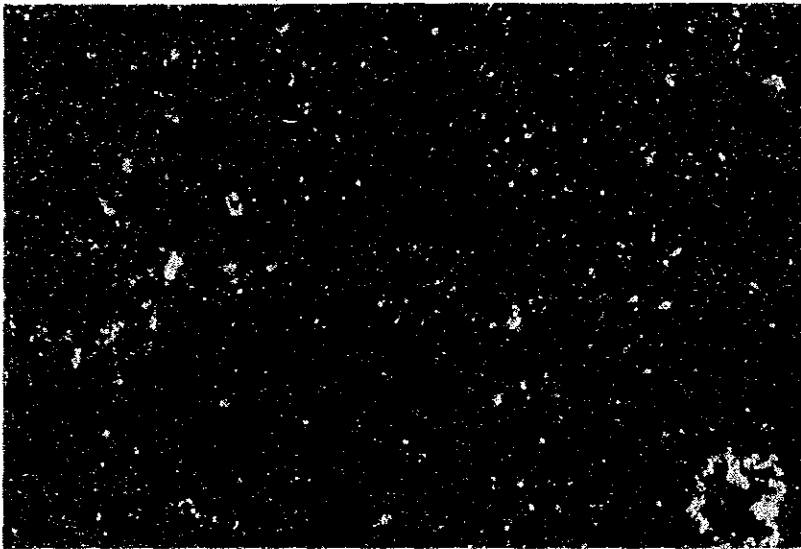
Crossed polars

0 0.5mm

Sample No. : D075
Location : N2480, E784
Rock name : Dolerite



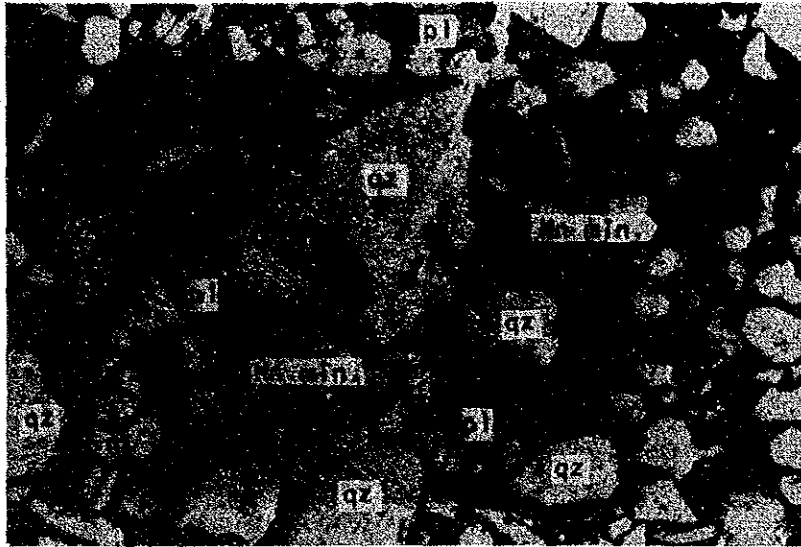
Only lower polar



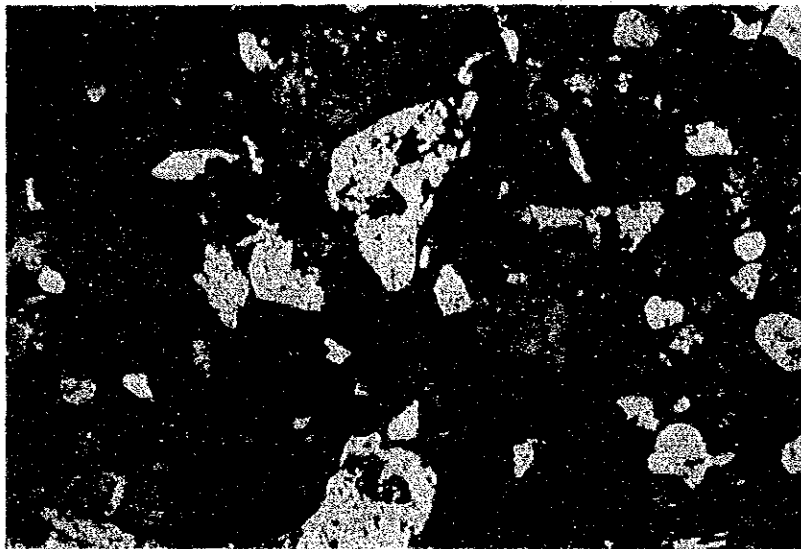
Crossed polars \

0 1.0mm

Sample No. : A006 (b)
Location : N2482, E781
Formation : Halfa formation (Hm)
Rock name : shale



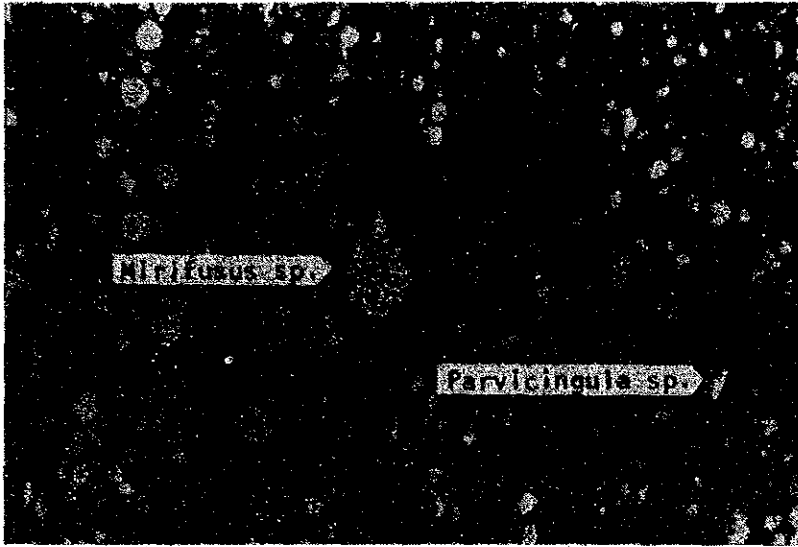
Only lower polar



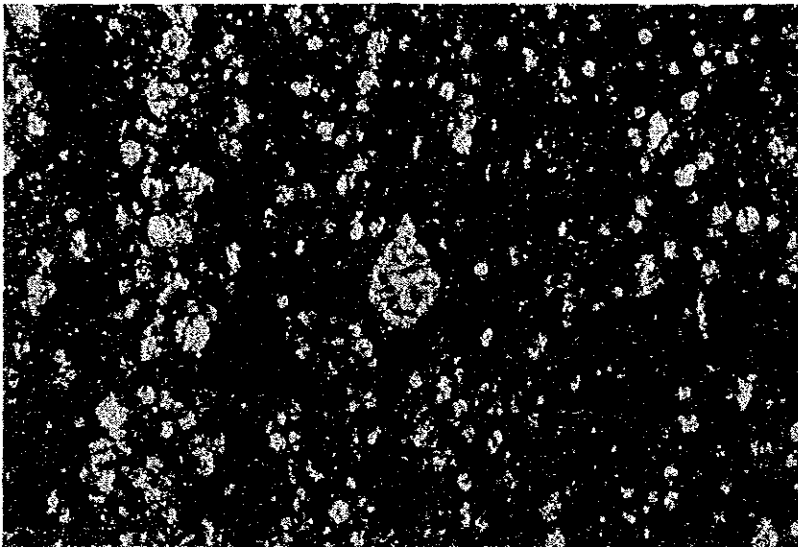
Crossed polars

0 1.0mm

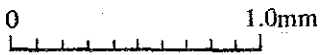
Sample No. : A055
Location : N2438, N776
Formation : Limestone formation (MTI)
Rock name : coarse sandstone



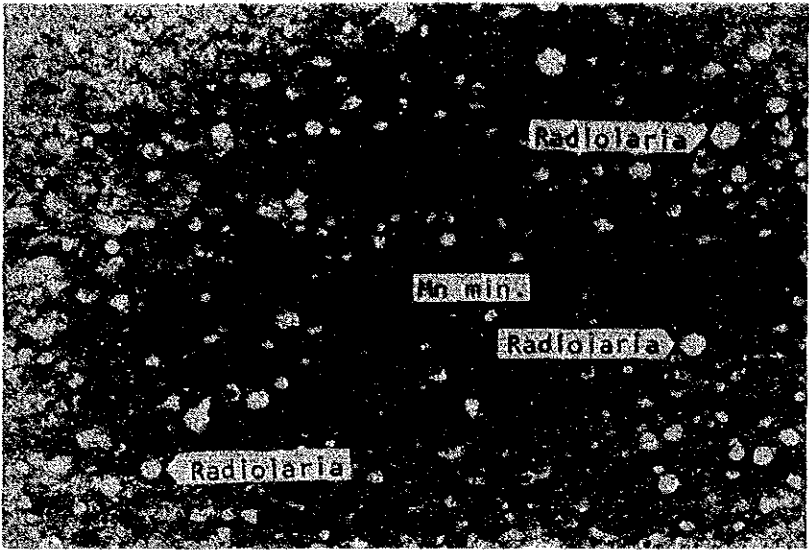
Only lower polar



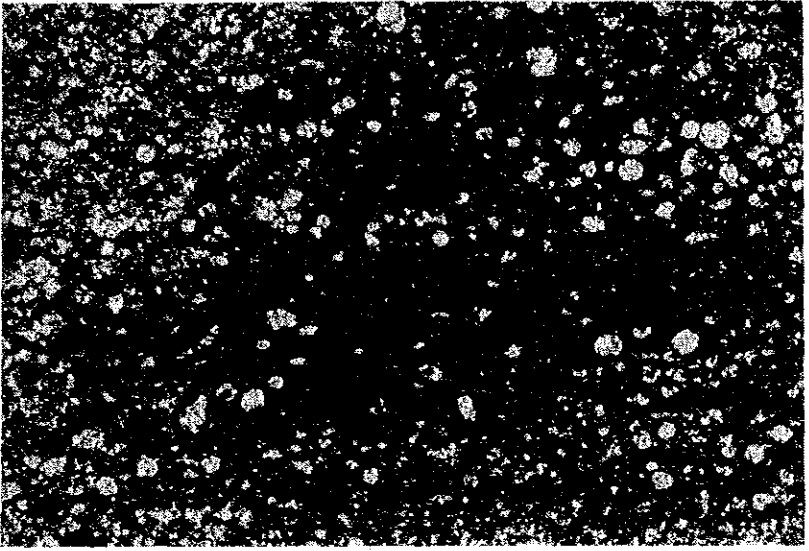
Crossed polars



Sample No. : C123
Location : N2484, E779
Formation : Halfa formation (Hm)
Rock name : muddy chert



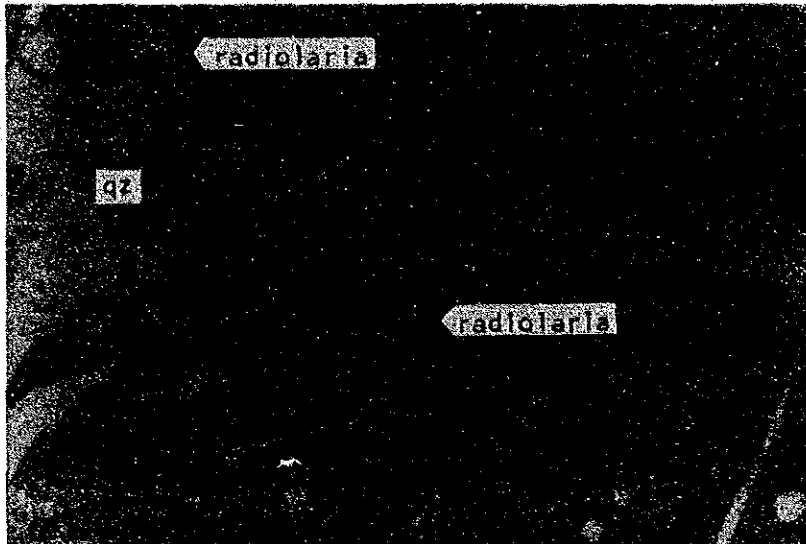
Only lower polar



Crossed polars

0 1.0mm

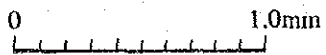
Sample No. : C124
Location : N2484, E779
Formation : Halfa formation (Hm)
Rock name : muddy chert



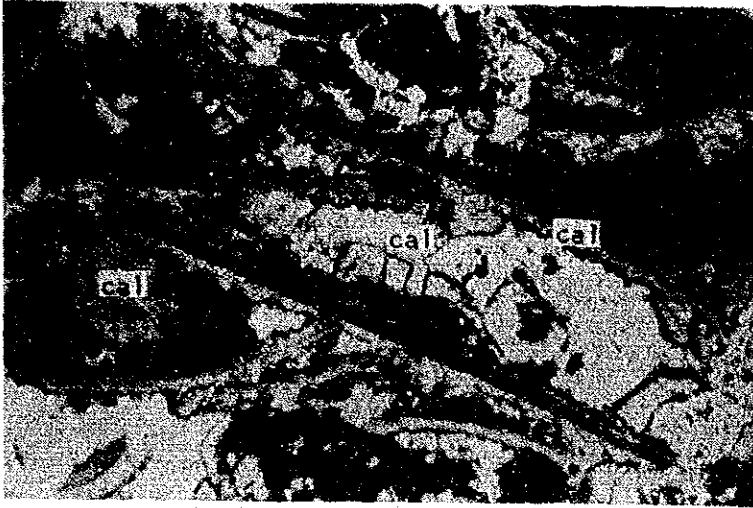
Only lower polar



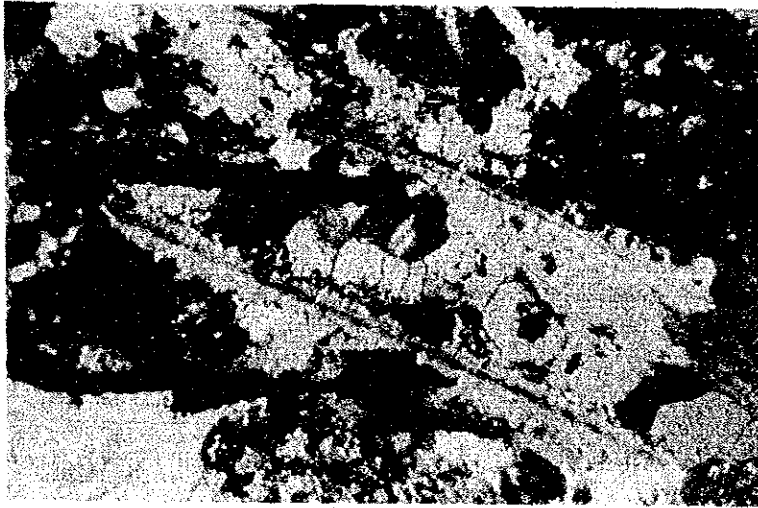
Crossed polars



Sample No. : F001
Location : N2481, E782
Formation : Halfa formation (Hm)
Rock name : red chert



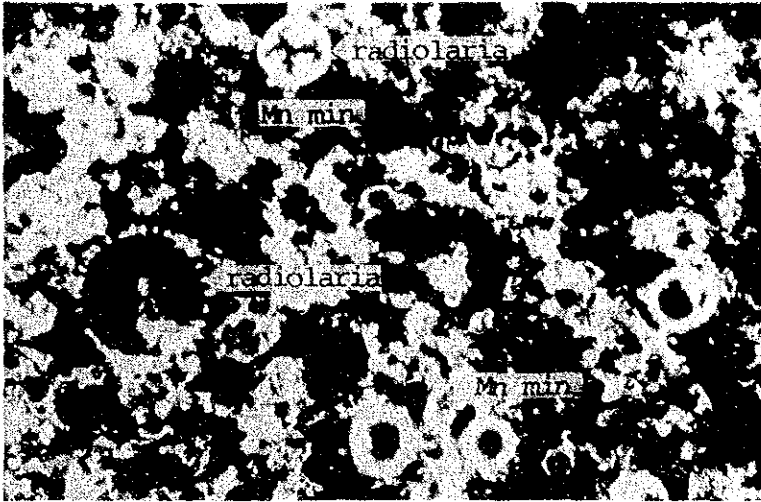
Only lower polar



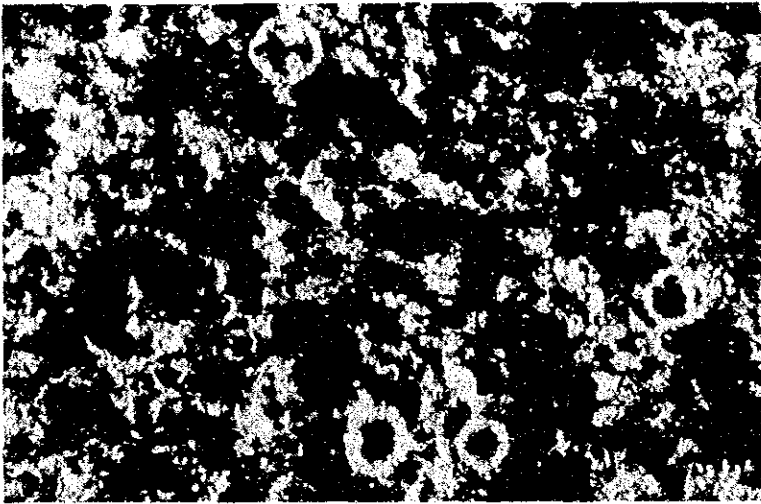
Crossed polars

0 1.0mm

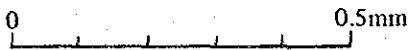
Sample No. : F023
Location : N2485, E783
Formation : Limestone formation (MTI)
Rock name : sandy limestone



Only lower polar



Crossed polars

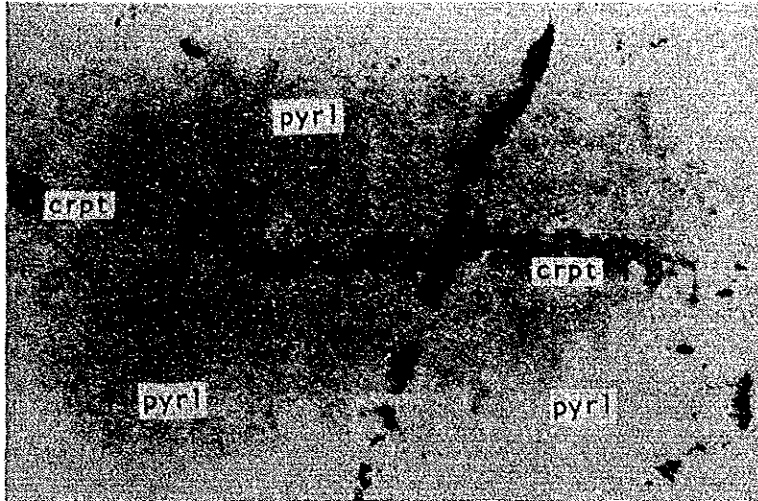


Sample No. : F049
Location : N2488, E777
Formation : Half formation (Hm)
Rock name : manganese ore

Fig. A-3 Microphotograph of Polished Section

Abbreviations

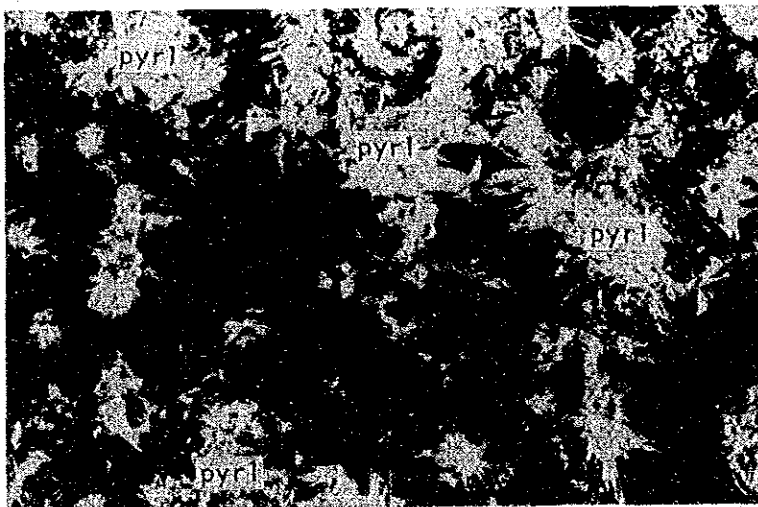
pyrl : pyrolusite
man : manganite
cryp : cryptomelane
Mn ore : manganese ore



Sample No. : A007
Location : N2487, E781
Formation : Halfa formation (Hm)
Rock name : Mn ore

Reflected light
Only lower polar

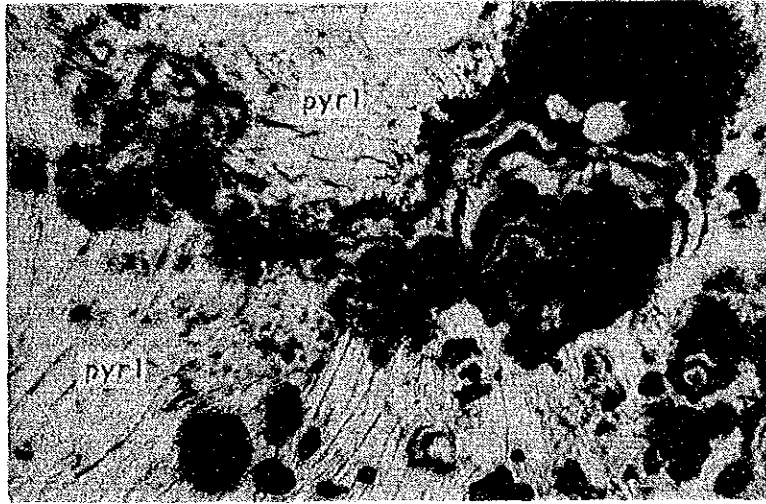
0 0.1 0.2mm



Sample No. : D026
Location : N2484, E780
Formation : Halfa formation (Hm)
Rock name : Mn ore

Reflected light
Only lower polar

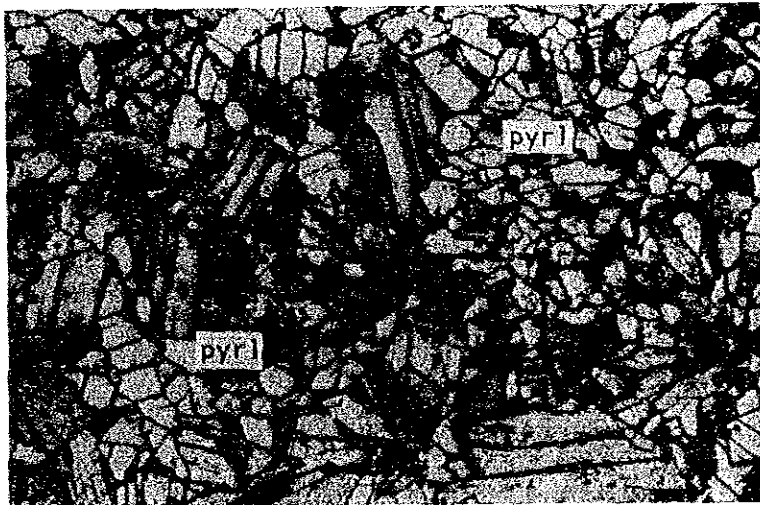
0 0.1 0.2mm



0 0.5mm

Sample No. : F007
Location : N2480, E781
Formation : Halfa formation (Hm)
Rock name : Mn ore

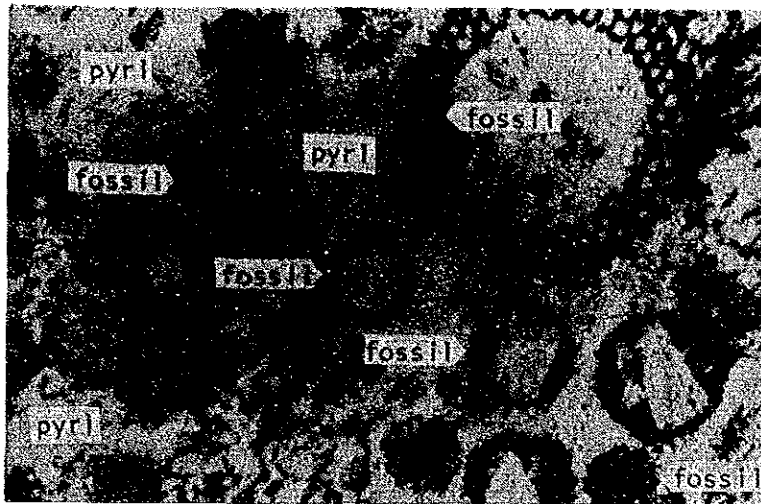
Reflected light
Only lower polar



0 0.1 0.2mm

Sample No. : E010
Location : N2475, E770
Formation : Halfa formation (Hm)
Rock name : Mn ore

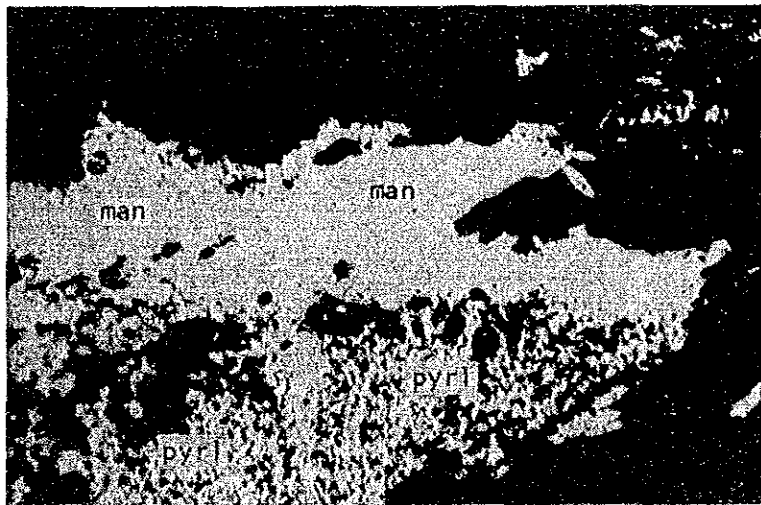
Reflected light
Only lower polar



Sample No. : E023
Location : N2485, E770
Formation : Halfa formation (Hm)
Rock name : Mn ore

Reflected light
Only lower polar

0 0.1 0.2mm



Sample No. : E030
Location : N2490, E770
Formation : Halfa formation (Hm)
Rock name : Mn ore

Reflected light
Only lower polar

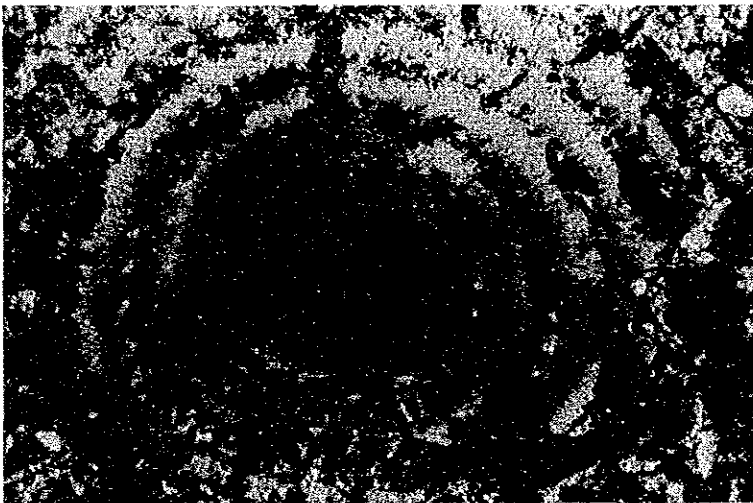
0 0.1 0.2mm

Fig. A-4. Microphotograph of Fossil



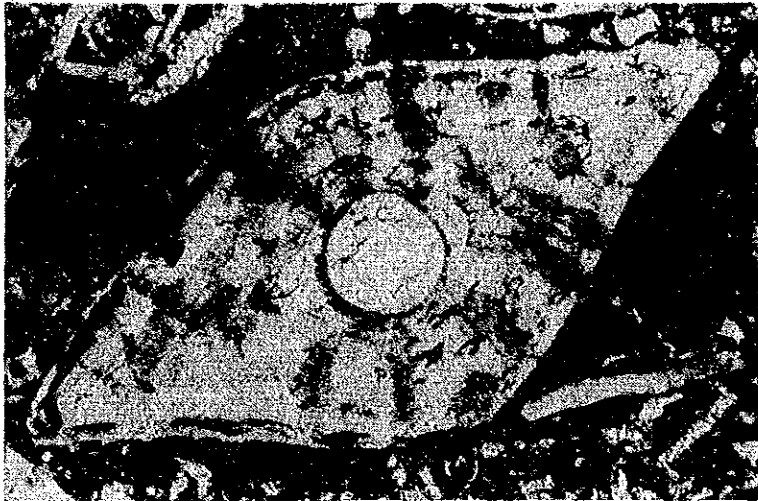
Sample No. : E053
Location : N2480, E755
Formation : Limestone
 formation (MTu)
Rock name : limestone
Fossil : Siderolites sp.
Age : Lower Eocene
 (Cuislan)

0 1.0 2.0mm



Sample No. : E034
Location : N2495, E770
Formation : Limestone
 formation (MTu)
Rock name : limestone
Fossil : Nummulites sp.
Age : Lower Eocene
 (Illerdian)

0 1.0 2.0mm



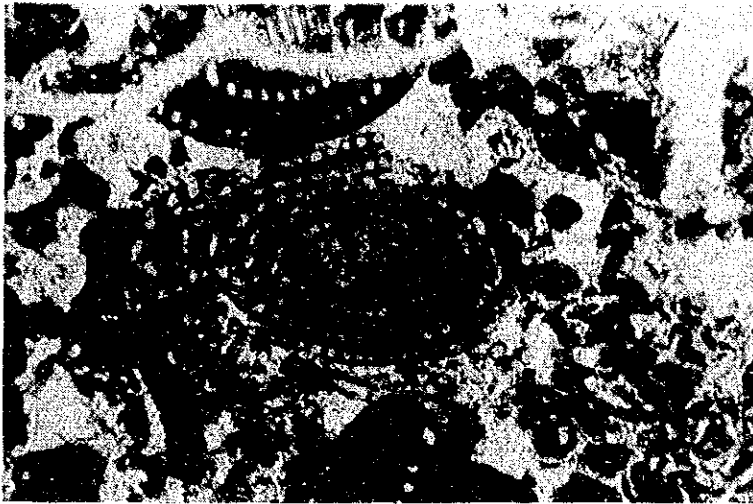
0 1.0 2.0mm

Sample No. : E051
Location : N2480, E760
Formation : Limestone
formation (MTu)
Rock name : limestone
Fossil : Nummulites
perforatus Montfort
Age : Lower Eocene
(Cuisian)



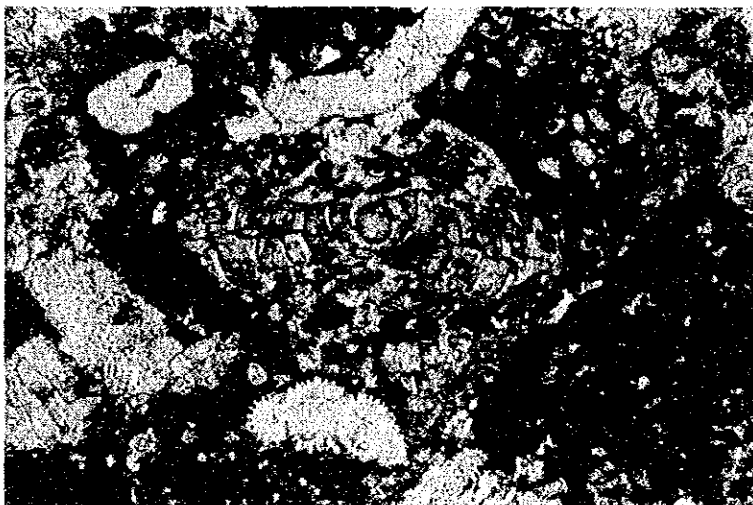
0 1.0 2.0mm

Sample No. : E051
Location : N2480, E760
Formation : Limestone
formation (MTu)
Rock name : limestone
Fossil : Nummulites
perforatus Mantfort
Age : Lower Eocene
(Cuisian)



0 1.0 2.0mm

Sample No. : E086
Location : N2460, E750
Formation : Limestone
 formation (MTI)
Rock name : limestone
Fossil : Areolina corbarica
 Hottinger
Age : Lower Eocene
 (Illerdian)



0 1.0 2.0mm

Sample No. : E072
Location : N2450, E745
Formation : Limestone
 formation (MTI)
Rock name : limestone
Fossil : Omphaloazclus
 macroporus (Lamark)
Age : Cretaceous
 (Maastrichtian)

PLATE I

Sample No. F001-1, red chert

1. *Pantanellium corriganensis* Pessagno, x 175
2. *P.* sp., x 175
3. *Acaeoniotyle umbilicata* (Rüst), x 175
4. *Archaeospongoprimum* sp., x 100
5. *Alievium helenae* Schaaf, x 100
6. *Pseudocrucella* (?) sp., x 100
7. *Parvicingula boesii* (Parona), x 175
8. *P. cosmoconica* Foreman, x 175
9. *P.* cf. *citae* Pessagno, x 100
10. *P.* cf. *citae* Pessagno, x 175
11. *Hsuum* sp., x 100
12. *Xitus* (?) sp., x 175
13. *Archaeodictyomitra* sp., x 175
14. *Mita* sp., x 100

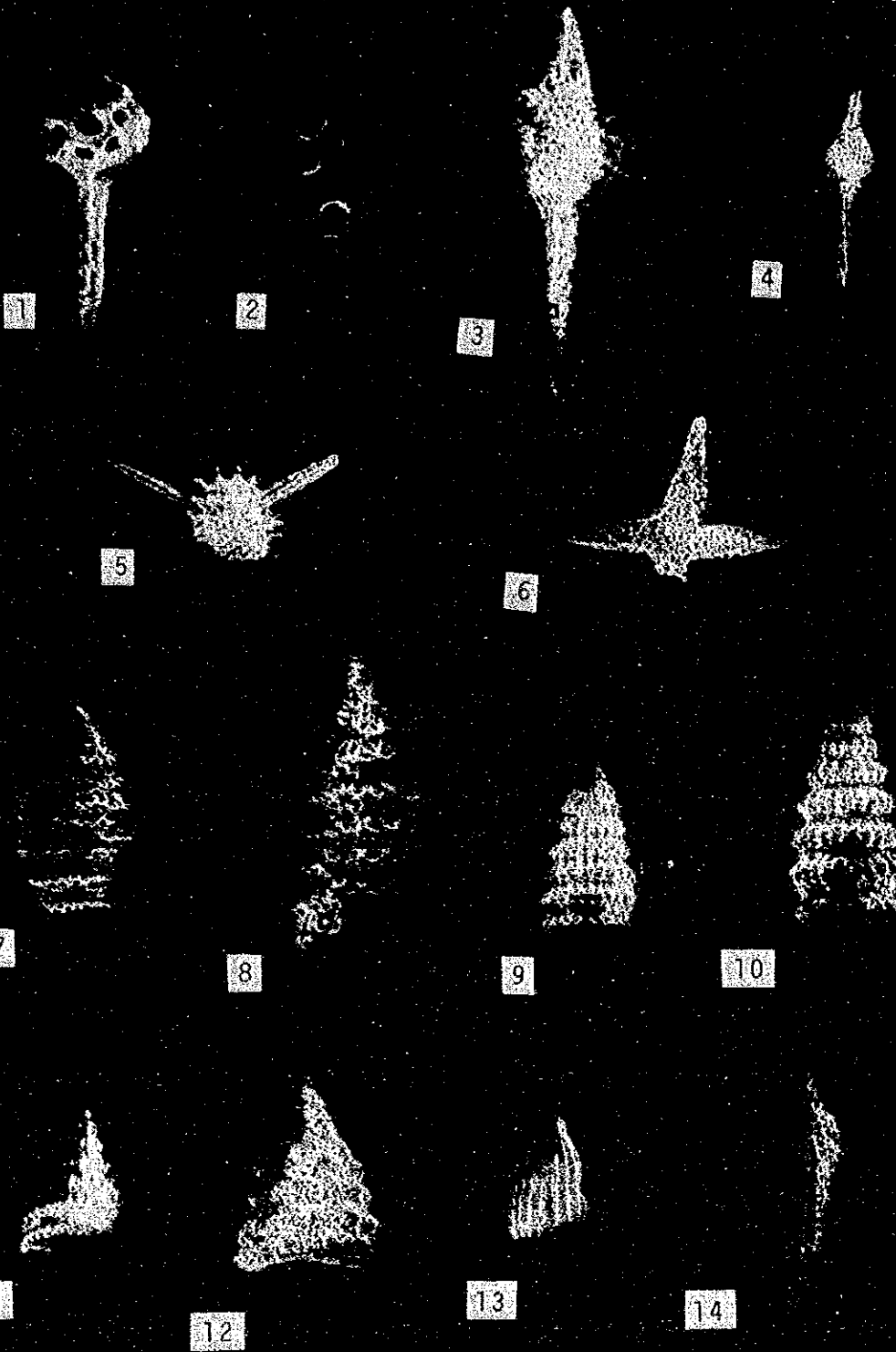


PLATE II

Sample No. F001-1, red chert

1. *Thanrla* aff. *conica* (Aliev), x 175
2. *T.* aff. *conica* (Aliev), x 175
3. *T.* cf. *conica* (Aliev), x 175
4. *Sethocapsa trachyostraca* Foreman, x 175
5. *S. trachyostraca* Foreman, x 175
6. *S. leiostraca* Foreman, x 100
7. *Syringocapsa agolarium* Foreman, x 175
8. *S. agolarium* Foreman, x 175
9. *S. agolarium* Foreman, x 100
10. *S. agolarium* Foreman, x 175

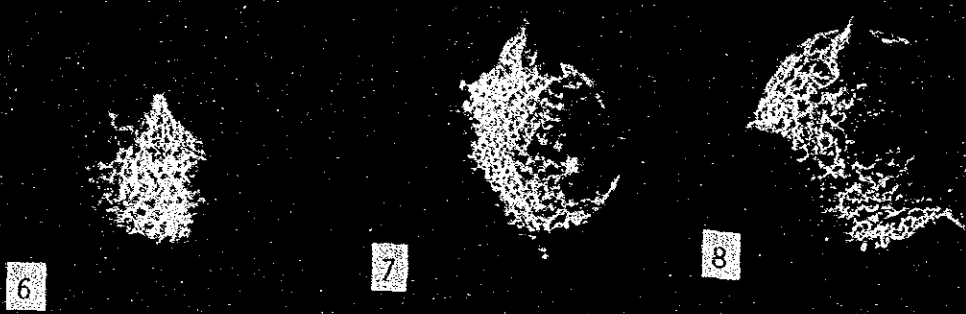
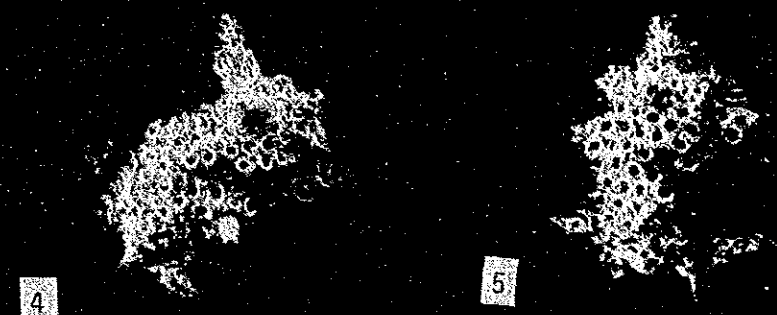
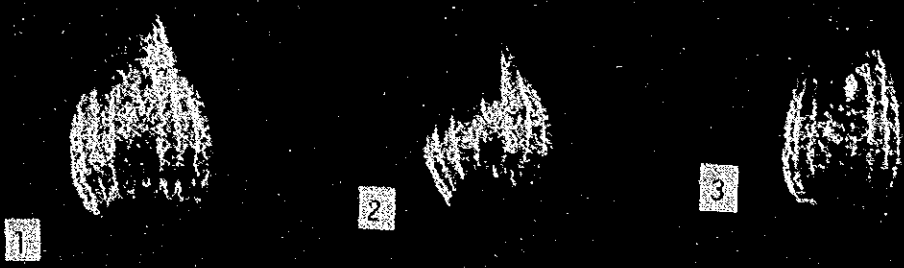


PLATE III

Sample No. C123 muddy red chert

1. *Pantanellium corriganensis* Pessagno, x 175
2. *P. sp.*, x 175
3. *Parvicingula cosmoconica* (Foreman), x 100
4. *Mirifusus mediodilatatus* (Rust), x 100
5. *Pseudodictyomitra sp.*, x 175
6. *Mita sp. B* Pessagno, x 175
7. *Thanarla aff. conica* (Aliev), x 250

