

Fig. II-4-5 Distribution of geological unit analysed

岩体である。中古生層に分布することから、中生代以降の貫入であることが推定される。中部花崗岩体(Gr2)は、南北に延びて画像中央部の中部古生層中に広く分布する。地質判読単元の水系模様の違いに注目すると、メーサリアン川から北東に延びる花崗岩体と、その南側および北側に分布する花崗岩体の性質が異なることが推定でき、中部花崗岩体(Gr2)が複合岩体である事または異なる時期の複数の貫入岩体であることも考えられる。東部花崗岩体(Gr3,Gr4)は、画像の東北部および東南部に分布し、中部古生層に接する花崗岩体(Gr3)と東部古生層中に分布する花崗岩体(Gr4)に区分される。

4-2-3 地質構造の判読結果

地質構造の判読では、地層構造、褶曲構造、断層および環状構造に注目した結果、若干の層状構造を抽出することが出来た。

ユーム川の西側では、西部古生層を構成する各地質判読単元の境界(Hm1/Hh1,Hh1/Mh1)が地層構造を反映していると考えられる。その走向は、画像北部では約 N5W であるが画像南部では N25W に変化する。これらの走向方向と SAR のレーダー照射方向がほぼ直角に交わるので、傾斜方向について正確な判定は困難であるが、西傾斜の傾向を推定することが出来る。メーサリアン北側のユーム川沿い古生代石灰岩およびその東側の古生層(P3)は、ほぼ NS の走向を有し、西傾斜を示すと考えられる。

4-2-4 リニアメントの抽出結果

JERS-1/SAR および JERS-1/OPS の両画像を用いてリニアメントの判読・抽出を行い、明瞭/やや明瞭/不明瞭の3種類のリニアメントに分類し、リニアメント分布図を作成した(Fig. II-4-4, II-4-5)。また、リニアメントの方向性を検討することを目的としたローズ図(Fig. II-4-6)を併せて作成した。

リニアメントは中央北部～中央部～南東部に集中し、その集中部は中部花崗岩体および中部古生層の分布域とほぼ一致する。一方、ユーム川の西側の中古生層分布域や画像の北東部～東縁部では、リニアメントが少なくなる傾向が見られる。

リニアメントの方向性は、リニアメントの種類およびユーム川の東西で異なった傾向を示す。リニアメント全体についてみると、東西で共通して N-S 系のリニアメントが最も卓越し、その他にユーム川西側では NWN-SES 系、NW-SE～E-W 系のリニアメントが、ユーム川東側では NE-SW 系、NW-SE 系などのリニアメントが卓越する。一方、リニアメントの種類別に見ると、明瞭なリニアメントでは NE-SW 系、やや明瞭なリニアメントでは N-S 系、NWN-SES 系および ENE-WSW 系、不明瞭なリニアメントでは ENE-SWS 系が卓越する。リニアメントの連続性についてみると、ユーム川沿い～西側では N-S 系のリニアメントの連続性が最も良い。ユーム川東側で連続性の良いリニアメントは、中北部では N-S 系～NE-SW 系に集中する傾向が認められるが、南部では特定の方向には集中しない。

連続性の良いリニアメントの分布に注目すると、画像判読範囲は4つの構造ブロックに区分することが出来る。即ち、北東ブロック、北西ブロック、南東ブロック、南西ブロックである(Fig. II-4-7 左)。これらの各ブロックは、広域応力場に伴う断裂系を反映していると考えられる。中～北部の北東ブロックおよび北西ブロックについては、N-S 系と NE-SW 系のリニアメントを共役な断裂と見ることにより、NNE-SSW 方向に最大水平圧縮軸を有する断裂系パターンとして解釈することが出来る。この場合、N-S 系リニアメントが右横ズレ断層、NE-SW 系リニアメントが左横ズレ断層、そして NNE-SSW 系リニアメントが伸長性割れ目に相当する。

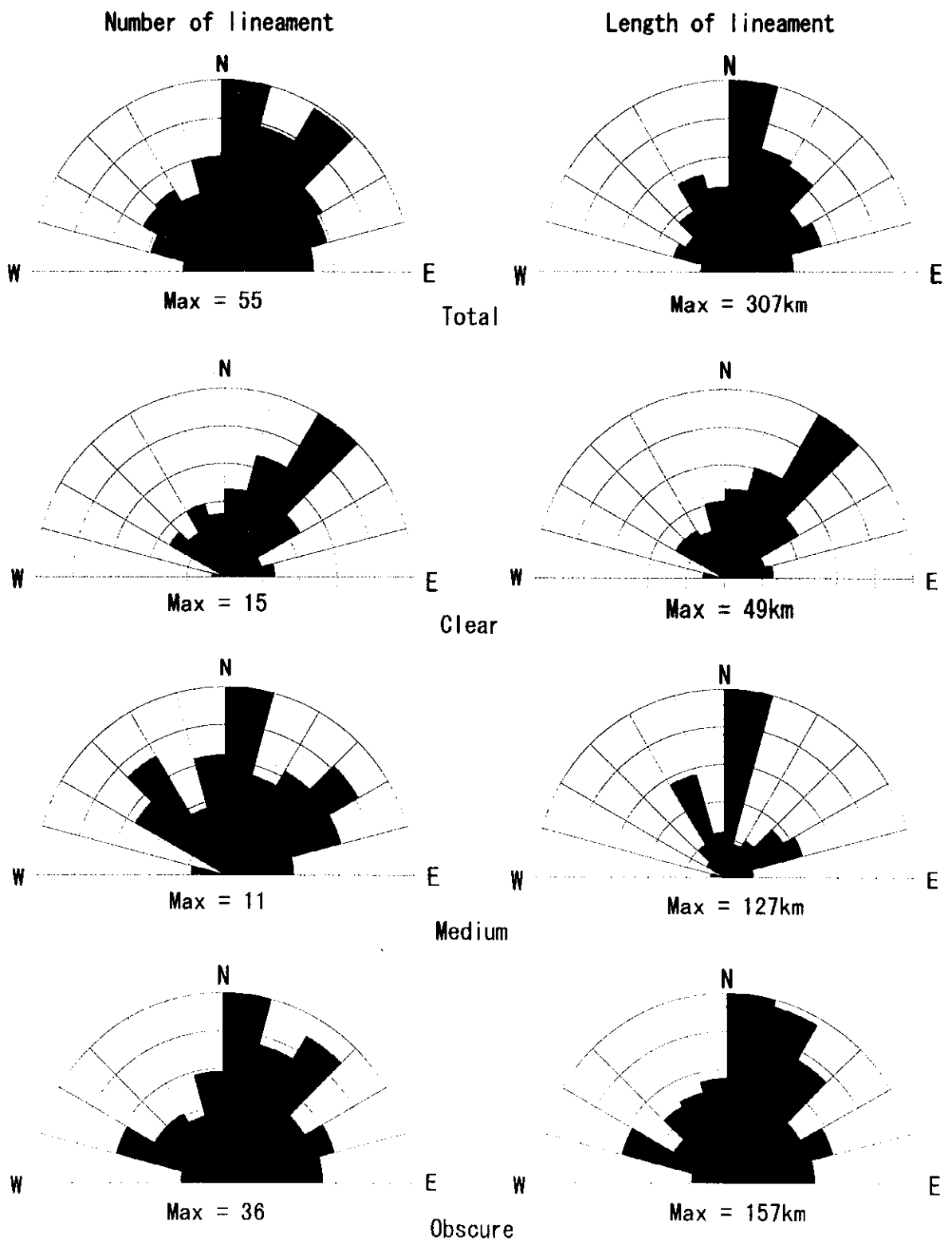


Fig.II-4-6 Rose diagram of lineament

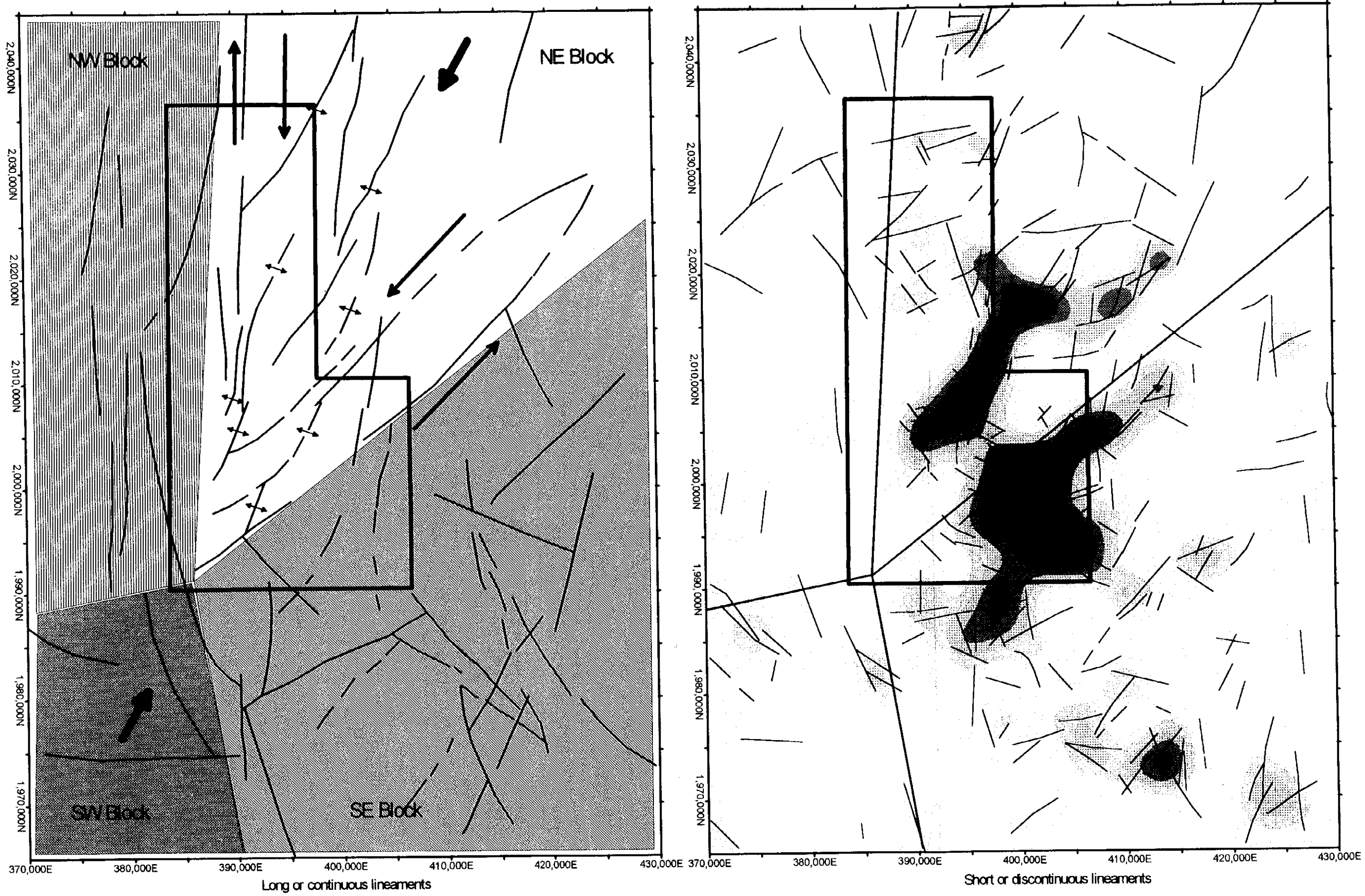
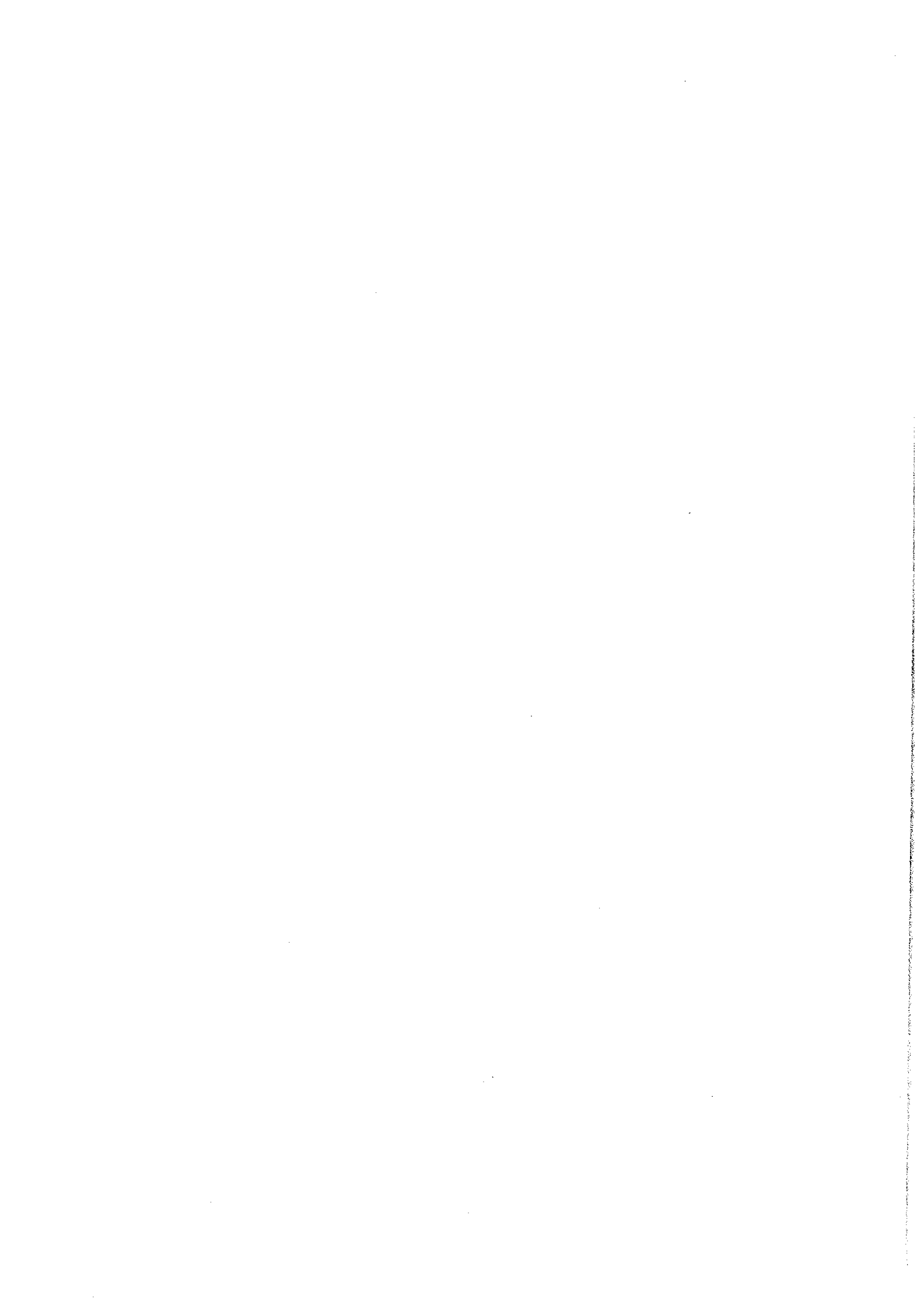


Fig. II-4-7 Structural analysis using lineament



この様に、画像の中～北部では NNE-SSW 方向の最大水平圧縮軸を想定することによりリニアメントの分布を説明することが出来るが、南部の南東ブロックおよび南西ブロックのリニアメントは典型的な断裂系パターンを示さない。南西ブロックについては北西ブロックとの連続性からある程度の推測は可能であるが、南東ブロックは NNE-SSW 方向の最大水平圧縮軸による説明が困難なリニアメントパターンを示す。これらの事から、中北部と南部は広域応力場的または地質構造区的に異なるブロックと考えることができ、その境界を成す構造線を反映しているのが画像中央部を NE-SW 方向に横断するリニアメントであると考えられる。

一方、連続性の無いリニアメント(Fig. II-4-7 右)に注目すると、ドンノイ～メーカナイ地区とメーサリアン川地区にリニアメントが集中する傾向が見られる。何れの高密度域も画像中央部を NE-SW 方向に横断するリニアメント(構造線?)と平行な延びを示す。また、高密度域の中心は、上記の方向とは直交して、ドンノイ地区からメーサリアン川地へと NW-SE 方向に連続する。

4-3 衛星画像解析のまとめ

4-3-1 衛星画像解析結果

衛星画像を用いた写真地質学的解析の結果によると、この地域の地質は(中)古生層とこれを貫く花崗岩体により構成され、古生層中には3カ所に石灰岩を主とする岩体が認められる。(中)古生層は、判読された地質単元の帯状配列や層状構造から、ほぼ南北の走向と西傾斜であると推定される。メーサリアン地域に分布する花崗岩体は、ユーム川より東側に分布する中部花崗岩体であるが、画像上の特徴から複合岩体または複数の貫入岩体であることも考えられる。

連続性の良いリニアメントの分布に注目すると、画像判読範囲は4つの構造ブロックに区分することが出来る。画像の中央から北部のリニアメント分布は、NNE-SSW 方向に最大水平圧縮軸を有する断裂系パターンとして解釈することが出来る。この場合、N-S 系リニアメントが右横ズレ断層、NE-SW 系リニアメントが左横ズレ断層、そして NNE-SSW 系リニアメントが伸長性割れ目に相当する。中～北部と南部とは広域応力場的または地質構造区的に異なるブロックと考えることができ、その境界を成す構造線を反映しているのが画像中央部を NE-SW 方向に横断するリニアメントであると考えられる。

連続性の無いリニアメントは、ドンノイ～メーカナイ地区とメーサリアン川地区に集中する傾向があり、画像中央部を NE-SW 方向に横断するリニアメント(または構造線)と平行な延びを示すが、高密度域の中心はドンノイ地区からメーサリアン川地へと NW-SE 方向に連続する。

4-3-2 解析結果と鉱床・鉱徴地の関係

鉱徴地の分布を衛星画像解析結果と併せて示した(Fig. II-4-8)。ドンノイ鉱徴地～メーカナイ鉱徴地は、画像中央部を NE-SW 方向に横断するリニアメント(または構造線)よりも南側に位置し、それ以外の鉱徴地は北側に位置する。

ドンノイ鉱徴地～メーカナイ鉱徴地は、古生代石灰岩(Ls)の西端に位置し、その西側には花崗岩(Gr2)が分布する。また、これらの鉱徴地は、非連続性リニアメントの高密度域に対応する。ドンノイ鉱徴地は、この高密度域の中心と NNE-SSW 系連続性リニアメントの交わる箇所を北端として、南へ連続する。メーカナイ鉱徴地は、この高密度域の中心の北側における NE-SW 系リニアメント(または構造線)と NNE-SSW 系連続性リニアメントの会合部に位置する。

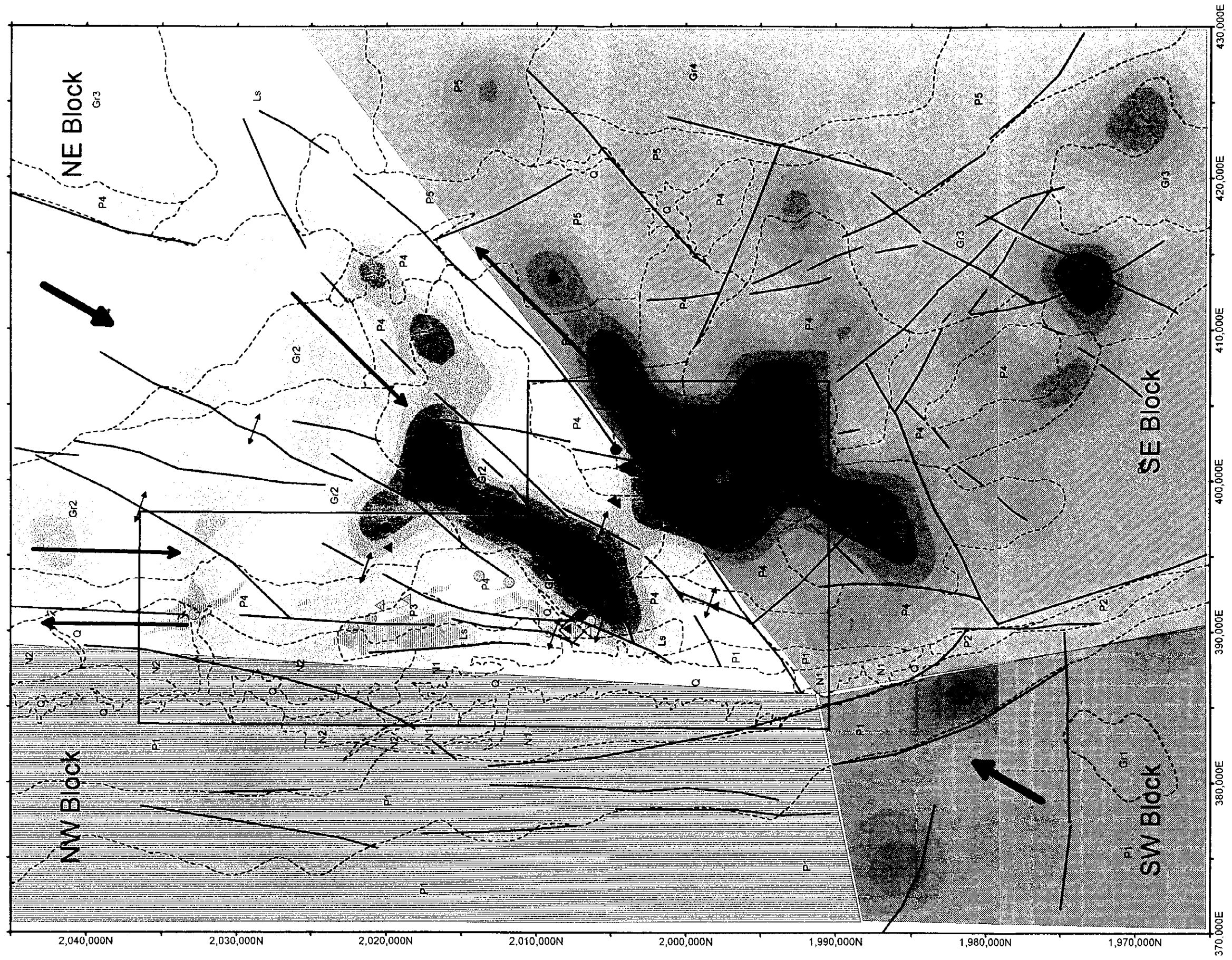


Fig. II-4-8 Result of analysis using JERS-1/SAR and OPS imagery

LEGEND

Satellite image analysis



Geologic unit



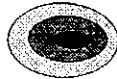
Long or continuous lineament



Direction of stress



Tension stress field



Density of short or discontinuous lineament



Block of lineament pattern

Outcrop Floats Mineral



Galena - Barite



Galena



Sphalerite



Chalcopyrite, Copper Oxide



Magnetite



Gossan



Barite



Fluorite



Limestone (Carb.-Devonian)



Limestone (Ordovician)

メーバン沢鉱徴地は、古生層(P4)中の NNE-SSW 系リニアメント上に配列する。このリニアメントは、2条の NE-SW 系リニアメントに挟まれており、既述の広域応力場の解釈に基づくと、伸長割れ目に対応すると考えられ、脈状鉱床が分布することと調和的である。また、この鉱徴地は、非連続性リニアメントの低密度域に対応する。

I-4 鉱徴地は、古生層(P4)、古生代石灰岩(Ls)および花崗岩(Gr2)の境界付近の NNE-SSW 系リニアメントの付近に分布する。また、この鉱徴地は、非連続性リニアメントの高密度域の西翼に位置する。

ハッタラン沢鉱徴地は、古生層(P3,P4)中に位置し、2条の N-S 系～NNE-SSW 系リニアメントに挟まれて NNW-SSE 方向に配列する。また、この鉱徴地は、非連続性リニアメントの中密度域のに対応する。

4-3-3 鉱床賦存有望地

今回の衛星画像解析では、メーサリアン地域の鉱徴地は、画像上で判読される花崗岩類および石灰岩類との関係が強く、また連続性リニアメントや非連続性リニアメント密度とも関係が深いことが示唆された。従って、次の条件を満たす地区については、鉱床賦存の可能性が高いと考えられる。

- 1) 石灰岩(Ls)と花崗岩(Gr2)の接触部付近
- 2) 連続性リニアメントの会合部
- 3) 伸長割れ目に対応すると考えられる NNE-SSW 系リニアメントの付近
- 4) 非連続性リニアメントの高密度域

今後は、これらの点に注目して調査を行うことが肝要かと思われる。

第5章 室内試験結果

5-1 流体包有物均質化温度および塩濃度

鉱体(鉱微)の生成温度と鉱液流体の性質を明らかにする目的で、流体包有物の均質化温度ならびに塩濃度を測定した。結果を Appendix 11 および Fig. II-5-1 に示す。

測定試料は、パデン鉱床、タック鉱床、ドンノイ地区、I-4 地区、メーパン沢から採取された。測定対象鉱物は、タック、パデン鉱床の2試料については閃亜鉛鉱、他の試料は石英である。

Fig.II-5-1 に見るように、今回の試験では均質化温度と塩濃度は大きく3グループに区分される。

パデン、タック鉱床は、明らかに石灰岩を交代した層状鉱床で、鉱体上盤の頁岩には顕著な変質、熱変成は認められない。また、鉱体中には化石が残存するなど静的で低温の生成条件を推定させる。測定の結果も、TAK-1、PHL-1 とも 100~140°Cの低い均質化温度を示した。塩濃度については TAK-1 の塩濃度は PHL-1 の 2.5~3 倍の値を示す。

ドンノイ地区の鉛-重晶石鉱微地露頭とピットの最上部から採取した試料は、大きく異なった分布を示す。露頭から採取した S-3 は、200~280°Cの高い均質化温度と高い塩濃度(13~18%)を示す。これは、鉱化作用時の鉱液温度と塩濃度を示している。一方、AR-002 は、最末期の不毛石英脈と考えられ、140~180°Cの均質化温度ときわめて低い塩濃度を示す。

ドンノイ地区(BR-022)、I-4 地区(AR-010)、メーパン沢(AR-043, BR-025, DR-006)の石英脈および石英脈転石は、100~320°Cの均質化温度と 1~6%の低い塩濃度を示すが、これらは一連のトレンドを形成している。これらの値は日本における一般的な鉱脈のその値と類似している。

一方これらと同時に賦存するメーパン沢の黄銅鉱-赤銅鉱-方鉛鉱-重晶石-石英脈転石(AR-006)、I-4 地区のメーカナイ川鉱微地の方鉛鉱-方鉛鉱-方鉛鉱-重晶石-石英脈転石(BR-040)、同鉱微地の北西延長に分布する方鉛鉱-石英脈転石(AR-007)の包有物は、低温で且つ極めて高い塩濃度を示す。AR-010 と BR-040 は同一鉱化帯内にあつてわずか 3m ほどしか離れていないが全く異なった性状を示す。

5-2 炭素・酸素安定同位体測定

炭素・酸素安定同位体が探鉱指針の一手法としての有効であるかの検証を目的として、測定を実施した。結果を Appendix 10 および Fig. II-5-2 に示す。

試料は、パデン社メソット鉱床(AR-011)、ホアロン鉱床(AR-013)、タック鉱山(AR-105)の石灰石母岩、チャムラット重晶石鉱床の脈際の石灰石(AR-009)、ドンノイ地区の晶質石灰岩(AR-033)と大理石(BR-032)、I-4 地区の大理石(BR-047, DR-028)と方解石脈(AR-041)を用いた。

内藤他(1995)、中野他(1997)の神岡鉱山や Fu et al.(1991)の中国 Dachang スカルン鉱山の例では、未変質の石灰岩から鉱体に近づくにつれて炭素、酸素同位体とも軽くなる傾向が認められる。

パデン鉱床付近の石灰岩は、ほとんど未変質石灰岩の同位体値を示している。

明らかに熱水作用を受けたチャムラット鉱山の石灰石は、炭素・酸素同位体とも軽い。ドンノイ地区の石灰石の同位体は、パデン鉱床のものに比べるとやや軽い。一方、I-4 地区の同位体値は、炭素同位体が軽いが酸素同位体はほとんどパデン鉱床付近のものと同変らない。

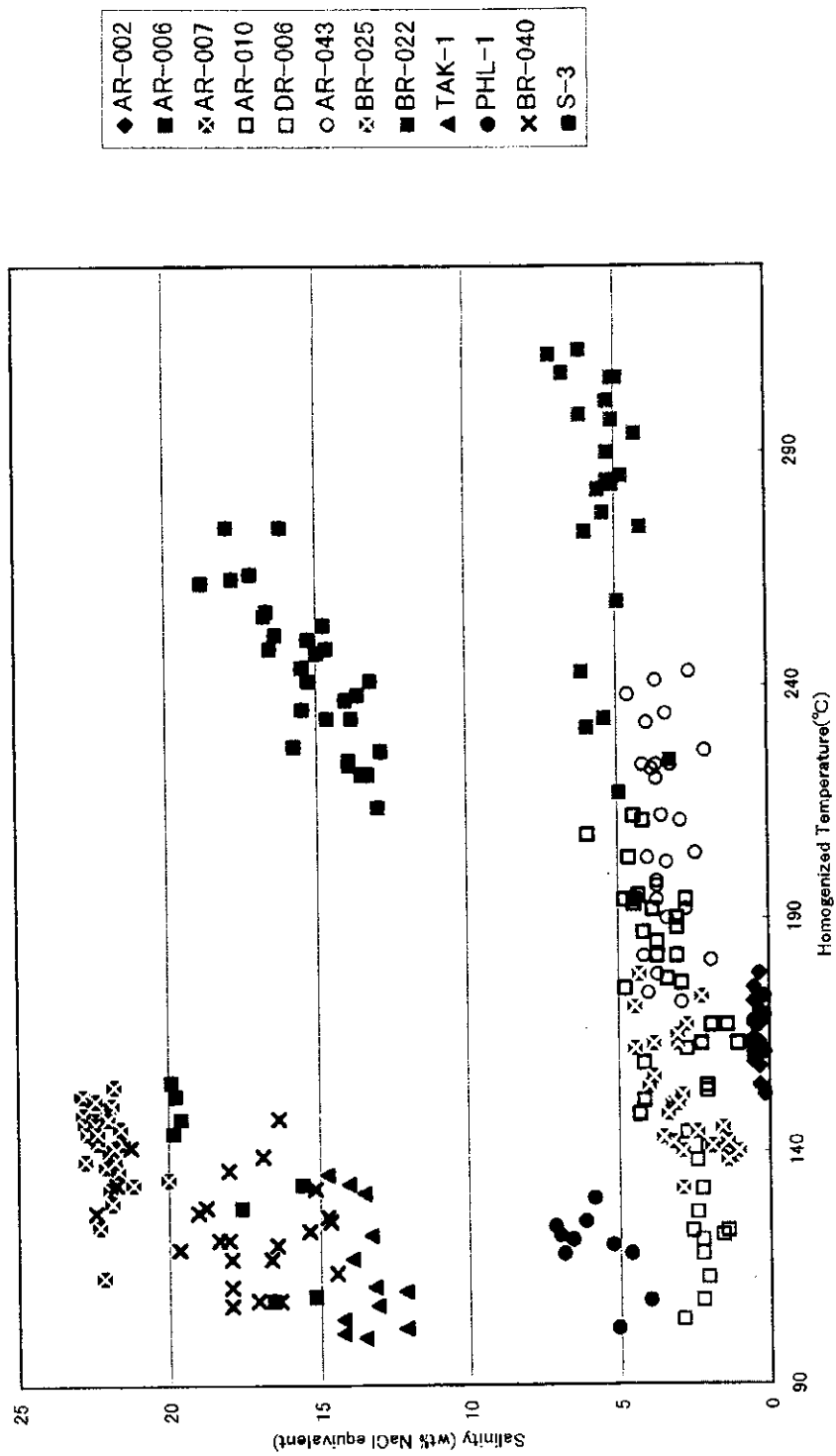


Fig.II-5-1 Variation diagram between homogenized temperature and salinity of fluid inclusion

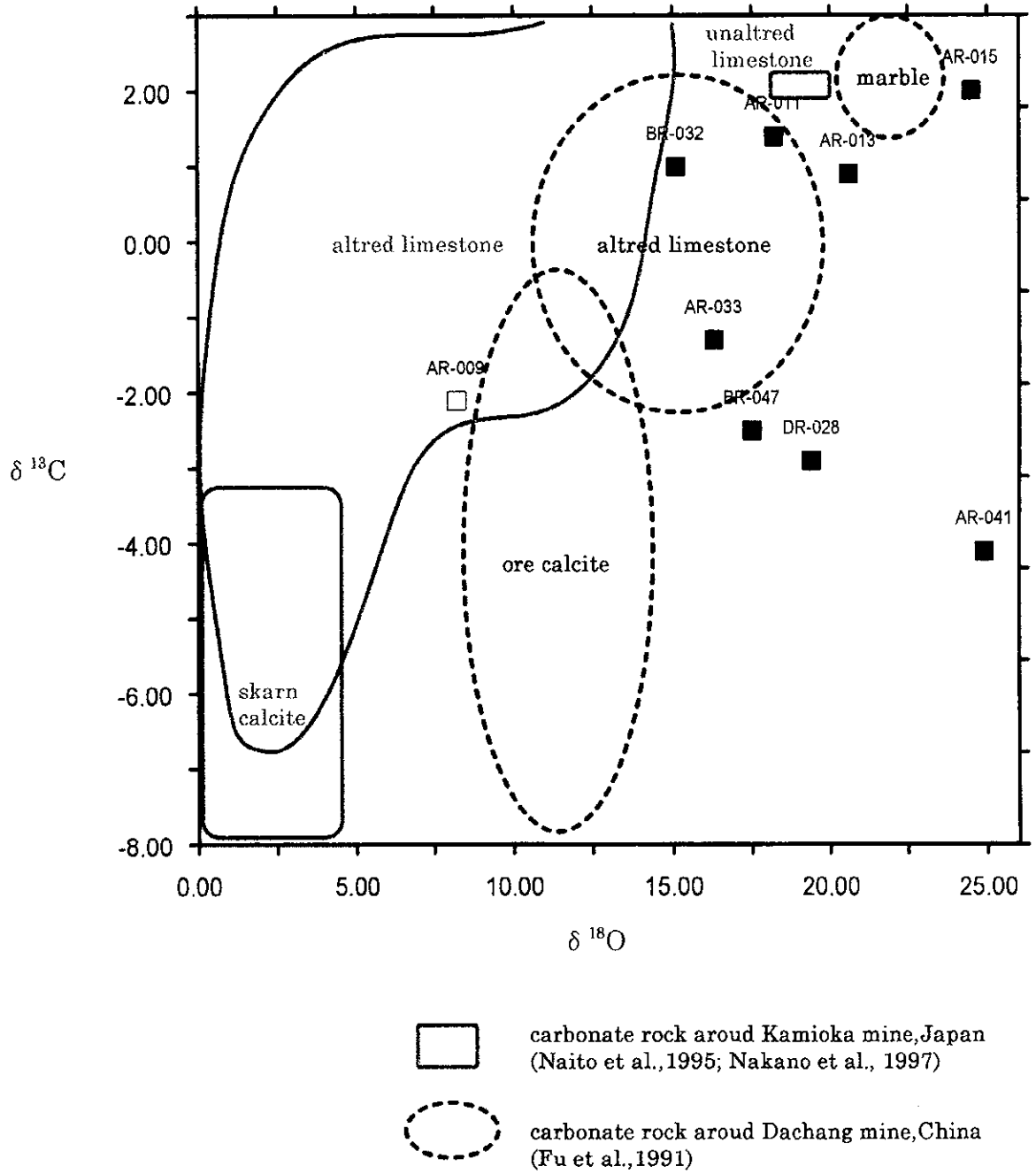


Fig. II-5-2 Plot of $\delta^{13}\text{C}$ vs $\delta^{18}\text{O}$ values of carbonate rock

第Ⅲ部 結論及び提言

第Ⅲ部 結論及び提言

第1章 結論

1-1 メーサリアン地域

メーサリアン地域に分布する各種の鉍徴と地化学異常の分布は、オルドビス系、デボン～石炭系、二疊～三疊系に伴われる石灰岩層、石灰岩レンズ、頁岩・石灰岩互層などの炭酸塩岩の分布と密接な関連が認められ、炭酸塩岩が鉍徴の形成に大きな役割を担っているものと考えられる。

石灰岩、鉍徴の分布と地化学異常が重複する地区が、鉍床賦存のポテンシャルが高いものと判断され、メーカナイ地区、プー沢～メーパン沢地区、メーサリアン川西岸地区、ハッタラン沢～ング沢地区の4地区が抽出された。メーカナイ地区、メーサリアン川西岸地区では、石灰石を交代して形成された層状鉍床ないしはスカルン型塊状硫化鉍床が胚胎する可能性があり、プー沢～メーパン沢地区およびハッタラン沢～ング沢地区では鉍脈型硫化鉍床と石灰岩レンズなどの交代した塊状鉍床が賦存する可能性が高い

1-2 ドンノイ地区

ドンノイ地区の鉍化作用は、カンブリア系砂岩とオルドビス系石灰岩層を境する南北系断層に沿って上昇した鉍液が方鉛鉍、重晶石を主体とする鉍脈状鉍体を形成し、その残液がその周辺で石灰岩の特定層準に沿って拡散・交代して亜鉛鉍徴を形成したものと考えられる。

脈状鉍体は、東西断層より北側の高充電率域に対応した箇所分布し、その中心は測線 A, B 野中間の深度 100～150m 付近にある。

石灰岩を交代した亜鉛の鉍徴は、現時点で肉眼的にはどのように賦存しているか判然としない。しかしながらその特徴はパデン社メーソット鉍床と類似点を示す。層序的には複数の層準で鉍化作用を受けている可能性が高い。

1-3 1-4地区

1-4地区では、地区の中央を走る北東-南西系断層を境に地質も鉍徴も大きく異なる。

地区の北側では、オルドビス系石灰岩層が分布し、石灰岩中に Zn, Pb, Fなどの地化学異常がみとめられる。異常値の分布からは南北系の割れ目系に支配されている可能性が高いと判断される。異常値レベルはドンノイ地区よりも一桁低い。また、Cd の異常値を伴わないことも異なっている。この岩体にあるレベルで亜鉛の鉍徴があることからこの北側に連続するオルドビス系石灰岩に見られる亜鉛の地化学異常値が亜鉛鉍体賦存の可能性を示している。

地区南側では、二疊～三疊系頁岩中に硫化鉍物を伴った網状脈帯が数状発達する鉍化帯が川沿いに観察され、その脈の延長方向である北西方向に一致して、地化学異常値と低比抵抗・高充電率帯が分布している。この相関性からこの下部には地表で見られる様な網状脈よりしっかりした鉍脈型鉍体が賦存する可能性が高い。地化学異常値の分布状況や高充電率の分布から鉍体の中心は測線Aの測点 700 付近下部にあるものと判断される。

1-4 衛星画像解析

メーサリアン地域の鉍徴地は、画像上で判読される花崗岩類および石灰岩類との関係が強く、また連

続性リニアメントや非連続性リニアメント密度とも関係が深いことが示唆された。従って、次の条件を満たす地区については、鉱床賦存の可能性が高いと考えられる。

- 1) 石灰岩(Ls)と花崗岩(Gr2)の接触部付近
- 2) 連続性リニアメントの会合部
- 3) 伸長割れ目に対応すると考えられる NNE-SSW 系リニアメントの付近
- 4) 非連続性リニアメントの高密度域

第2章 第2年次調査への提言

メーサリアン地域の概査結果から抽出された有望地区のうち最も有望と思われるものは、メーカナイ地区である。同地区では地質精査、地化学精査、IP法探査を実施して、鉱徴の分布や地質構造を把握し、鉱床賦存箇所の絞り込みを行うことが必要である。

プー沢～メーパン沢地区では大規模な層状鉱床の賦存はないものと思われるが、亜鉛、鉛の地化学異常は地域内で最も強いことから、鉱徴の賦存形態を明らかにするために地質精査、土地化学探査、トレンチ調査などを実施する事が望まれる。

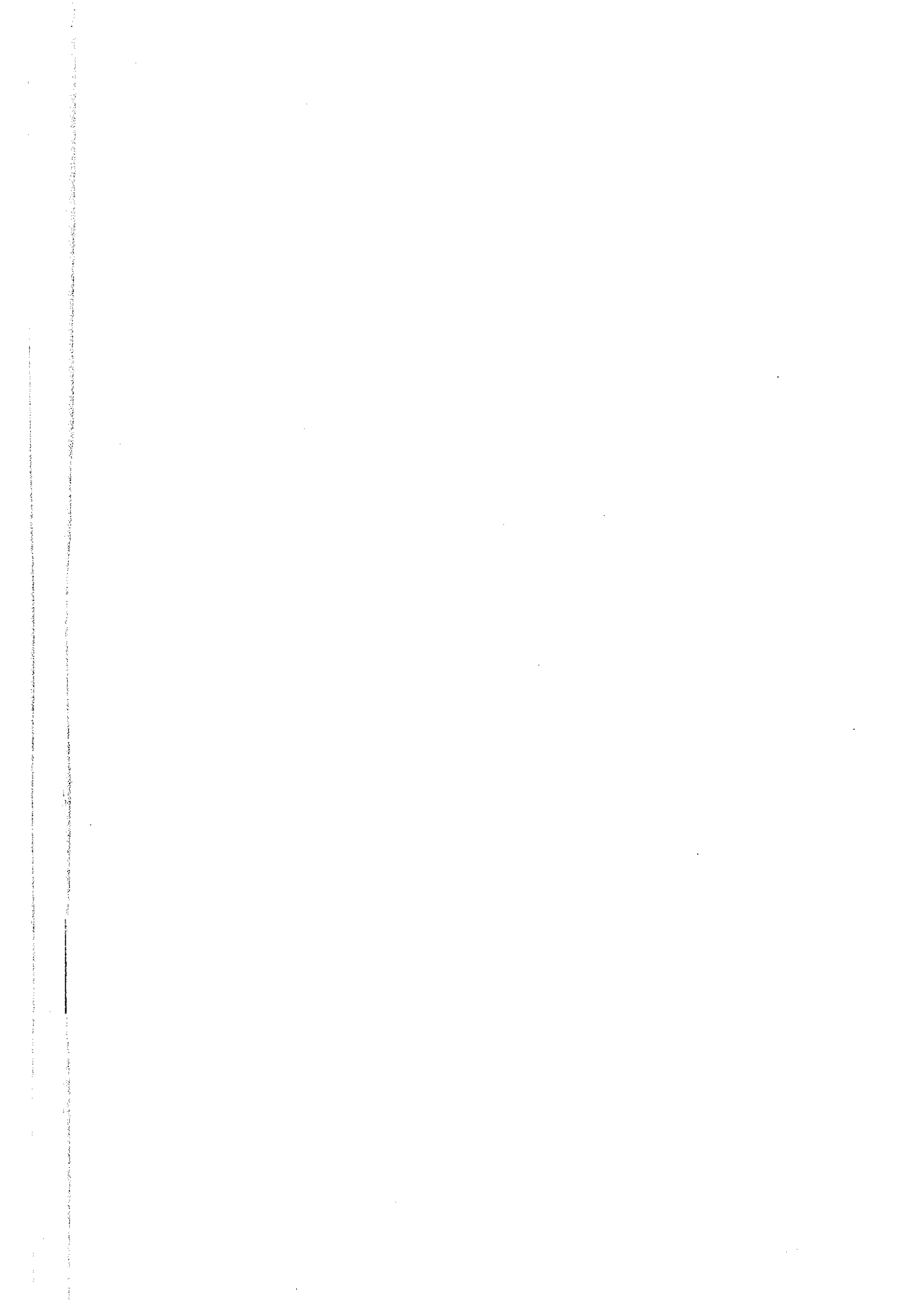
メーサリアン川西岸地区では、今年度亜鉛の地化学異常の得られた沢沿いに土地化学探査を実施し、亜鉛鉱賦存可能性の有無を確認する必要がある。

ドンノイ精査地区では、脈状鉱体の中心部における地点でのボーリング調査により鉱体の規模、品位を確認する。また、亜鉛の地化学異常域では、トレンチ調査及びボーリング調査により亜鉛鉱徴の賦存形態や鉱床層準の解明を行うとともに地区の南西側から西側にかけて土地化学探査を実施し鉱徴分布範囲を確定させる。

I-4地区では、鉱脈鉱体の中心部へのボーリング調査を実施して、鉱体の賦存状況、品位を確認すると共に、地質状況の類似したプー沢～メーパン沢地区の調査結果も加味して、鉱脈型鉱化作用について明らかにすることが、メーサリアン地域での鉱化作用の性質解明に役立つものとする。

References

- DMR, 1983: Natural resources of the Mae Hong Son area. 101p.(in Thai)
- Fu, M., Changkakoto, A., Krouse, H.R., Gray, J. and Kwak, T.A.P., 1991: An oxygen, hydrogen, sulfur, and carbon isotope study of carbonate-replacement (skarn) tin deposits of the Dachang tin field, China. *Econ. Geol.*, 86, 1683-1703.
- German Geological Mission in Thailand, 1981: Geological Map of Northern Thailand 1:250,000: Sheet 5 Chiang Mai. Federal Institute for Geosciences and Natural Resources, Hannover.
- Hahn, L., Koch, K.E. and Wittekindt, H., 1986: Outline of the geology and the mineral potential of Thailand. *Geologische Jahrbuch*, Volume 59, p.3-49.
- Hahn, L. and Siebenhüner, M., 1982: Explanatory Notes (Paleontology) on the Geological Maps of Northern and Western Thailand 1:250,000, (Sheets Ann, Chiang Rai, Phayao, Chiang Dao, Chiang Mai, Li, Thong Pha Phum). Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover, 76p.
- JICA and MMAJ, 1986-88: Report on the cooperative mineral exploration of the Yang Kiang area.
- Jamnongthai, M., 1984: Geochemical prospecting in the topographic map of Chiang Mai sheet. *Economic Geology annual report*, DMR, p16-46. (in Thai)
- Jamnongthai, M., 1988: Preliminary detailed geochemical prospecting in the Amphoe Mae Sariang, Amphoe Mae La Noi and Amphoe Khun Yuam, Changwat Mae Hong Son. DMR, *Economic Geology Report*, 7, 43p (in Thai).
- Naito, K., Fukahori, Y., Peiming, H., Sakurai, W., Shimazaki, H. and Matsuhisa, Y., 1995: Oxygen and carbon isotope zonations of wall rocks around the Kamioka Pb-Zn skarn deposits, central Japan: application to prospecting. *Jour. Geochem. Exploration*, 54, 199-211.
- Nakano, T., Murakami, H., Miyake, K. and Nakayama, K., 1997: Chemical composition of ^{18}O -depleted limestone in the Kamioka Zn-Pb mine as a potential tool for the exploration of skarn deposits. *Resource Geol.*, 47(3), 109-119.
- Sasaki, Y., 1988: Improved two-dimensional resistivity inversion. *Buturi-Tansa*, 41, p.111-115.



APPENDICES

Appendix 2 Microscopic Observation of Ore Polished Section

NO.	SAMPLE N	HOST ROCK	MINERALS														Remarks																						
1	AR-001		Quartz	⊙	Calcite	⊙	K-Feldspar	△	Tremolite		Clay Mineral		Hematite		Goethite		Lepidochrocite		Malachyte		Magnetite		Tetrahedrite		Arsenopyrite		Cuprite		Calcosite		Sphalerite		Galena	⊙	Pyrite		Chalcopyrite		
2	AR-006		Quartz	⊙	Calcite	⊙	K-Feldspar		Tremolite		Clay Mineral		Hematite		Goethite		Lepidochrocite		Malachyte	•	Magnetite		Tetrahedrite		Arsenopyrite		Cuprite	○	Calcosite	△	Sphalerite		Galena	○	Pyrite		Chalcopyrite	△	
3	AR-007		Quartz	⊙	Calcite	△	K-Feldspar		Tremolite		Clay Mineral		Hematite		Goethite		Lepidochrocite		Malachyte		Magnetite		Tetrahedrite		Arsenopyrite		Cuprite		Calcosite		Sphalerite		Galena	⊙	Pyrite		Chalcopyrite		
4	AR-010		Quartz	⊙	Calcite		K-Feldspar		Tremolite	⊙	Clay Mineral		Hematite		Goethite		Lepidochrocite		Malachyte		Magnetite		Tetrahedrite	•	Arsenopyrite		Cuprite		Calcosite		Sphalerite	△	Galena	⊙	Pyrite	○	Chalcopyrite	△	
5	AR-028		Quartz	⊙	Calcite		K-Feldspar		Tremolite	○	Clay Mineral	•	Hematite		Goethite		Lepidochrocite		Malachyte		Magnetite		Tetrahedrite		Arsenopyrite		Cuprite		Calcosite		Sphalerite		Galena	△	Pyrite	△	Chalcopyrite		
6	AR-040		Quartz	⊙	Calcite	○	K-Feldspar		Tremolite	△	Clay Mineral		Hematite		Goethite		Lepidochrocite		Malachyte		Magnetite		Tetrahedrite		Arsenopyrite		Cuprite		Calcosite		Sphalerite		Galena	△	Pyrite	⊙	Chalcopyrite		
7	BR-043		Quartz	⊙	Calcite	△	K-Feldspar		Tremolite	•	Clay Mineral		Hematite		Goethite		Lepidochrocite		Malachyte		Magnetite		Tetrahedrite		Arsenopyrite		Cuprite		Calcosite		Sphalerite	•	Galena	•	Pyrite	⊙	Chalcopyrite		
8	DR-006		Quartz	⊙	Calcite	○	K-Feldspar		Tremolite		Clay Mineral		Hematite		Goethite		Lepidochrocite		Malachyte		Magnetite		Tetrahedrite		Arsenopyrite		Cuprite		Calcosite		Sphalerite		Galena	△	Pyrite	△	Chalcopyrite		
9	ER-001		Quartz	⊙	Calcite		K-Feldspar		Tremolite		Clay Mineral		Hematite		Goethite		Lepidochrocite		Malachyte		Magnetite		Tetrahedrite		Arsenopyrite	△	Cuprite		Calcosite		Sphalerite		Galena	○	Pyrite	○	Chalcopyrite		
10	ER-029		Quartz		Calcite	⊙	K-Feldspar		Tremolite		Clay Mineral		Hematite		Goethite		Lepidochrocite		Malachyte		Magnetite		Tetrahedrite		Arsenopyrite		Cuprite		Calcosite		Sphalerite	△	Galena	△	Pyrite	△	Chalcopyrite	△	
11	HR-004		Quartz	○	Calcite		K-Feldspar	△	Tremolite		Clay Mineral		Hematite		Goethite		Lepidochrocite		Malachyte		Magnetite	⊙	Tetrahedrite		Arsenopyrite		Cuprite		Calcosite		Sphalerite		Galena		Pyrite		Chalcopyrite		
12	Z-475		Quartz	△	Calcite		K-Feldspar	△	Tremolite		Clay Mineral		Hematite		Goethite	⊙	Lepidochrocite	⊙	Malachyte		Magnetite		Tetrahedrite		Arsenopyrite		Cuprite		Calcosite		Sphalerite		Galena		Pyrite		Chalcopyrite		

Legend
 ⊙:Abundant ○:Common △:Minor •:Rare

Appendix 3 Result of X-ray Diffracton

samples		minerals		silicate mineral												carbonate mineral			ore mineral				Remarks				
				clay mineral			silicate mineral									sulphate mineral		carbonate mineral		ore mineral							
No.	Sample No.	Description	Montmorillonite	Chlorite/Mont	Sericite/Mont	Chlorite	Sericite	Kaolinite	Albite	Halloysite	Toumaline	Potash-feldspar	Tremorite	Garnet	Hemimorphite	Bartite	Gypsum	Varosite	Calcite	Dolomite	Magnesite	Pyrite	Hematite	Goethite	Quartz	Plagoclase	
1	AR-010												15			7	1	3								13	
2	AR-014		1			2														4						80	
3	AR-017					3						14														59	
4	AR-028					2																3				77	
5	AR-038																						3				
6	AR-045					?						40														52	75
7	AR-046		3			1						15														15	
8	BR-011					3	3					6														59	
9	BR-039												3	15		?		5								20	
10	BX-01					3	25	2				12														10	
11	CR-016					8	6																			31	
12	DR-002					1	1					9	1													8	
13	ER-001											3	14				1	3								24	
14	ER-002										6															41	
15	GR-050		2								?	9						30								2	garnet: grossular
16	PMS-1				3										5											80	Hemimorphite $Zn_4Si_2O_7(OH)_2 \cdot H_2O$
17																											
18																											

Appendix 4 Geochemical Data of Stream Sediment

SAMPLE DESCRIP	Au ppb FA+AA	Sn ppm	F ppm	Ag ppm	As ppm	Ba ppm	Cu ppm	Fe %	Hg ppb	Mg %	Mn ppm	P ppm	Pb ppm	Sb ppm	W ppm	Zn ppm
811 H-056	<5	23	180	<0.2	10	50	3	0.72	<10	0.18	160	370	16	<2	<10	28
812 H-057	<5	160	230	<0.2	24	50	7	0.99	<10	0.23	225	680	20	<2	<10	28
813 H-058	<5	12	260	<0.2	16	50	8	1.29	<10	0.33	190	470	20	<2	<10	30
814 H-059	<5	34	220	<0.2	12	40	7	1.07	<10	0.26	150	400	20	<2	<10	22
815 H-060	<5	20	270	<0.2	10	50	8	1.44	<10	0.30	190	380	28	<2	<10	30
816 H-061	<5	29	220	<0.2	16	60	6	1.08	<10	0.29	210	440	24	<2	<10	30
817 H-062	<5	7	530	<0.2	12	60	12	2.24	<10	0.82	305	1170	28	<2	<10	520
818 H-063	<5	16	220	<0.2	12	40	6	1.22	<10	0.23	210	460	18	<2	<10	50
819 H-064	<5	42	60	<0.2	12	100	7	1.38	<10	0.05	605	140	20	<2	<10	12
820 H-065	<5	<2	40	<0.2	6	20	1	1.10	<10	0.03	175	60	8	<2	<10	2
821 H-066	<5	32	40	<0.2	6	50	4	0.86	20	0.03	355	60	10	<2	<10	10
822 H-067	<5	<2	70	<0.2	<2	50	1	0.71	<10	0.09	235	40	8	<2	<10	6
823 H-068	<5	14	50	<0.2	6	60	4	1.01	<10	0.03	540	40	8	<2	<10	6
824 H-069	<5	<2	60	<0.2	28	90	5	1.34	<10	0.05	420	210	8	<2	<10	10
825 H-070	<5	<2	40	<0.2	12	100	3	1.66	<10	0.04	670	90	10	<2	<10	8
826 H-071	<5	<2	80	<0.2	10	70	10	1.53	<10	0.08	350	100	8	<2	<10	6
827 H-072	<5	<2	100	<0.2	12	110	12	1.61	<10	0.15	760	190	20	<2	<10	20
828 H-073	<5	<2	180	<0.2	22	470	10	2.31	10	0.10	1150	170	16	2	<10	16
829 H-074	<5	<2	170	<0.2	30	410	37	2.43	170	0.14	980	170	48	<2	<10	46
830 H-075	<5	<2	120	<0.2	18	70	6	2.06	<10	0.01	760	90	16	2	<10	8
831 H-076	<5	<2	380	<0.2	56	110	26	2.92	<10	0.09	1170	260	32	2	<10	78
832 H-077	<5	<2	250	<0.2	50	120	23	2.58	10	0.06	1165	200	28	2	<10	62
833 H-078	<5	<2	280	<0.2	76	140	28	3.15	20	0.04	1090	290	36	2	<10	58
834 H-079	205	<2	240	<0.2	52	120	33	3.04	<10	0.06	1225	230	28	2	<10	62
835 H-080	<5	<2	120	<0.2	40	650	35	3.07	<10	0.10	915	170	48	2	<10	58
836 H-081	<5	<2	200	<0.2	46	70	13	1.44	<10	0.14	550	160	30	<2	<10	38
837 H-082	<5	<2	210	<0.2	50	90	22	2.13	<10	0.19	490	140	58	2	<10	94
838 H-083	<5	<2	340	<0.2	24	110	20	2.02	<10	0.18	895	190	20	<2	<10	54
839 H-084	<5	<2	570	<0.2	50	100	69	5.11	<10	0.23	2350	440	98	<2	<10	320
840 H-085	<5	21	420	<0.2	36	730	36	2.90	<10	0.28	1095	310	236	4	<10	498
841 H-086	<5	<2	480	<0.2	54	590	55	4.23	10	0.26	2090	400	242	4	<10	406
842 H-087	<5	<2	440	<0.2	54	500	36	3.19	<10	0.31	1690	290	82	2	<10	152
843 H-088	<5	<2	340	<0.2	32	540	26	2.86	<10	0.30	1020	280	98	<2	<10	136
844 H-089	<5	<2	480	<0.2	38	420	42	4.38	<10	0.22	1915	440	46	2	<10	108
845 H-090	<5	<2	210	<0.2	10	40	12	1.75	<10	0.11	395	150	10	<2	<10	32
846 H-091	<5	<2	610	<0.2	26	380	14	4.59	10	0.18	1100	260	42	4	<10	70
847 H-092	<5	<2	790	<0.2	24	570	11	3.32	30	0.08	1165	230	56	8	<10	70
848 H-093	<5	<2	450	<0.2	18	100	7	2.32	30	0.05	735	210	34	2	<10	62
849 H-094	<5	<2	610	<0.2	56	190	17	3.94	30	0.06	1395	120	42	2	30	72

Appendix 6 Geochemical Data of Soil Sample in Dong Noi Area

SAMPLE DESCRIPTION	Au ppb	Sn ppm	F ppm	Ag ppm	Ba ppm	Cd ppm	Cu ppm	Fe %	Hg ppb	Mg %	Mn ppm	Pb ppm	Sb ppm	W ppm	Zn ppm
631 DGS-160	<5	6	240	<2	200	0.5	38	6.54	30	0.08	5070	148	<2	<10	132
632 DGS-161	<5	<2	200	<2	200	0.5	35	7.74	40	0.09	3860	138	6	<10	138
633 DGS-162	<5	<2	240	<2	200	0.5	38	8.22	60	0.07	6680	136	4	<10	218
634 DGS-163	<5	<2	260	<2	260	1	40	7.58	60	0.09	8380	146	8	<10	210
635 DGS-164	<5	2	260	<2	320	1.5	42	7.52	50	0.12	9400	150	<2	<10	208
636 DGS-165	<5	<2	240	<2	240	0.5	43	7.63	80	0.08	6420	146	2	<10	224
637 DGS-166	<5	3	270	<2	200	<5	53	7.53	90	0.08	4560	188	10	<10	260
638 DGS-167	<5	2	220	<2	380	<5	62	7.87	90	0.08	5370	370	10	<10	304
639 DGS-168	<5	2	280	<2	690	1.5	65	6.99	50	0.1	6750	428	14	<10	456
640 DGS-169	<5	4	170	1.8	1820	<5	428	>15.00	60	0.47	>10000	5870	70	<10	364
641 DGS-170	<5	3	180	2.2	1620	<5	253	14.2	40	0.43	>10000	2350	50	<10	340
642 DGS-171	<5	2	150	2	1650	1	199	12.7	50	0.32	>10000	1570	40	<10	532
643 DGS-172	<5	3	170	1.6	1650	1.5	133	9.79	40	0.42	7620	1520	26	<10	640
644 DHS-001	<5	<2	230	<2	270	<5	30	2.77	50	0.08	1720	126	2	<10	166
645 DHS-002	<5	<2	250	<2	300	1.5	47	5.65	40	0.09	2620	218	2	<10	426
646 DHS-003	<5	2	260	<2	600	1.5	53	5.84	40	0.24	3790	274	2	<10	626
647 DHS-004	<5	<2	300	<2	260	1	40	5.53	40	0.13	2280	226	<2	<10	454
648 DHS-005	<5	<2	280	<2	260	2.5	35	6.36	30	0.25	5240	268	12	<10	692
649 DHS-006	<5	<2	330	<2	220	2	23	6.31	10	0.18	5060	224	4	<10	608
650 DHS-007	<5	<2	380	<2	270	0.5	29	5.71	20	0.11	4240	246	2	<10	348
651 DHS-008	<5	<2	280	<2	160	<5	28	3.4	30	0.06	1655	102	<2	<10	170
652 DHS-009	<5	<2	250	<2	80	<5	17	2.27	20	0.05	675	46	<2	<10	78
653 DHS-010	<5	<2	260	<2	120	<5	33	2.62	10	0.05	575	76	2	<10	104
654 DHS-011	<5	<2	270	<2	100	<5	29	2.58	10	0.06	890	42	<2	<10	94
655 DHS-012	5	<2	450	<2	170	<5	35	4.46	<10	0.09	1600	42	2	<10	126
656 DHS-013	<5	<2	430	<2	760	3.5	34	5.18	10	0.41	8930	96	2	<10	1295
657 DHS-014	<5	5	330	<2	770	3	32	4.86	20	0.34	7830	110	6	<10	872
658 DHS-015	<5	3	300	<2	380	2.5	59	5.23	10	0.27	5860	156	<2	<10	782
659 DHS-016	<5	2	280	<2	320	4	54	4.67	20	0.47	6350	248	2	<10	1155
660 DHS-017	<5	<2	370	<2	690	3.5	46	5.37	10	0.49	9020	414	<2	<10	756
661 DHS-018	<5	<2	360	<2	2560	4.5	47	5.38	30	0.4	>10000	1265	8	<10	948
662 DHS-019	<5	<2	350	<2	1510	4.5	50	4.95	40	0.35	9160	622	8	<10	1050
663 DHS-020	<5	<2	290	<2	490	3.5	45	4.4	70	0.27	4480	262	6	<10	798
664 DHS-021	<5	2	410	<2	560	5	40	4.99	80	0.68	9090	446	4	<10	1640
665 DHS-022	<5	<2	360	<2	620	1	42	6.05	40	0.1	4860	190	4	<10	290
666 DHS-023	<5	<2	370	<2	380	1.5	49	6.69	40	0.1	4120	160	<2	<10	280
667 DHS-024	<5	<2	270	<2	990	2	64	6.22	70	0.13	4790	136	2	<10	322
668 DHS-025	<5	<2	310	<2	780	4	73	5.44	120	0.32	6110	130	2	<10	450
669 DHS-026	<5	<2	330	<2	890	4.5	66	4.09	80	0.35	4470	126	2	<10	652
670 DHS-027	<5	<2	320	<2	680	3	58	4.26	70	0.24	2320	130	4	<10	516
671 DHS-028	<5	<2	310	<2	1320	4	56	4.37	60	0.47	4060	116	4	<10	586
672 DHS-029	<5	<2	290	<2	1410	2	56	3.89	50	0.23	1830	122	4	<10	402
673 DHS-030	<5	<2	380	<2	430	1	57	5.26	30	0.15	1430	102	4	<10	362
674 DHS-031	<5	<2	280	<2	630	1	52	4.9	10	0.25	3270	156	2	<10	512
675 DHS-032	<5	<2	290	<2	300	2	38	5.76	10	0.59	4170	154	<2	<10	774
676 DHS-033	<5	2	270	<2	180	0.5	22	6.05	10	0.33	3780	124	<2	<10	314
677 DHS-034	<5	2	260	<2	300	0.5	32	4.38	40	1.77	2150	144	<2	<10	250
678 DHS-035	<5	<2	130	<2	280	1.5	35	5.16	30	1.76	3090	180	2	<10	380
679 DHS-036	<5	<2	280	<2	330	0.5	26	4.52	30	2.35	2920	130	2	<10	334
680 DHS-037	<5	<2	330	<2	250	0.5	29	4.63	20	1.25	4010	160	6	<10	372
681 DHS-038	<5	2	330	<2	170	<5	32	5.49	30	0.62	4460	170	2	<10	304
682 DHS-039	<5	<2	270	<2	250	0.5	27	4.49	30	0.98	3790	140	2	<10	258
683 DHS-040	<5	<2	290	<2	150	<5	16	5.91	30	0.25	3500	116	2	<10	194