

### 2-3 有望地の抽出

衛星画像解析結果および総合解析結果をもとに、鉱床賦存有望地の抽出を行った。有望地の抽出にあたっては、衛星画像の解析結果のみを参考とし、既存の鉱床・鉱微地の情報は加味しないこととした。ここでは、金鉱床および銅鉱床を対象とすることを念頭に置き、以下の基準に従って候補地を絞り込んだ。

- 1) 第四紀火山岩類および周辺堆積物、低地堆積物およびリーフ性石灰岩類の分布域は、賦存可能性が低いことおよび地表被りが厚いことが考えられるので、候補地から除外する。
- 2) リニアメントの濃集部は、鉱床を形成する断裂系が期待できるので、有望と考えられる。特に、NW-SE系リニアメントとこれに斜交するリニアメントが交差する地域は鉱床賦存ポテンシャルが高いと考えられる。
- 3) 抽出された変質帯のうち、1)で除外された地域以外に分布するもの。但し、明らかに地質・変質帯を反映していないものは除く。

以上の基準により、抽出された鉱床賦存有望地は11地区である（Table II-2-4、Fig.II-2-11）。抽出された鉱床賦存有望地の地質は、解析単元で見ると基盤岩類・中新世堆積岩類・第三紀火山岩類が主体である。有望地の中の6地区は、Paracale 鉱床地域や Nalesbitan 鉱床地域等の既知の金属鉱床・鉱微地を含む地域であり、NW-SE系リニアメントとこれに斜交するリニアメントが交差する地域であることが多い。一方、金属鉱床・鉱微地の知られていない地域は5地区である。この5地区中で、Panganiran 半島地区と Balan-Calibag 地区の2地区は、NW-SE系リニアメントとこれに斜交するリニアメントを有する。他の3地区は、共通してNS系のリニアメントを有することが特徴である。なお、Table II-2-4には、リニアメントから抽出された有望地名に対応する、あるいはその中に含まれる、グランドトルースを実施した地域名を“対応するグランドトルース地域名”の欄に記した。

なお、上記1)の理由から除外された中でも、NW-SE系リニアメントとこれに斜交するリニアメントが交差する地域が存在する。例えば、Sorsogon 県西部の Sibago 地区は、NS系およびNE-SW系リニアメントに加えて、潜在的なNW-SE系大構造が推定される地域である。また、既知鉱床分布とリニアメント分布を比較すると、Malatop-Mapulot 地区の既知鉱床はリニアメントが希薄な地域に対応する。この地区は、リニアメントが広域的に希薄なのではなく、リニアメント集中地域内に局部的にリニアメントが希薄になっている所に対応している。類似した地区としては、Maplama-Pantao(Tuba)地区が挙げられる。これらの地区も、Fig.II-2-11中にその位置を示した。

(1)

(1)

(1)



Fig.II-2-11 Promising areas from Landsat-TM/JERS-1 image analysis (BGR:234)



①

②

③

Table II-2-4 Promising area of metallic deposit

Promising area	Grand-truth area	Province	Geologic unit *1	Prominent lineament	Alteration zone	Commodity (produced)	Commodity (expectation)
Paracale	Paracale, Mt. Bagacay	Camarines Norte	NV1 M2 M3 BC1 Gr1	NW-SE EW NNE-SSW	Clay (few) Hematite (few)	Au Cu Fe Ni Zn Wc	Au Cu
Nalesbitan	Nalesbitan	Camarines Norte	M3	NW-SE NS NE-SW	Magnetite (few)	Au	Au
Minasao - Malbog	Bulala	Camarines Norte - Queson	M1 M2 BC2	NS NNE-SSW ENE-WSW NW-SE	Clay (medium) Hematite (medium)	Cu Fe Ni Fe	Cu
Del Gallego	Kibay	Camarines Norte-Sur	N3 M1	ENE-WSW NS	Clay (few) Hematite (medium)	Wc Bc	Cu
Binahian - Pasacao	Western Pasacao, Eastern Pasacao	Camarines Sur	M1	NW-SE NE-SW	Hematite (medium) Iron mineral (few)	Au Cu	Au Cu
San Vicente - Taplacan		Caramoan Peninsula	BC1	NS NE-SW	Clay (medium)	---	Au
Denrica - Banicuan		Caramoan Peninsula	BC1	ENE-WSW NNW-SSE NS	Clay (few)	Au Cu Fe Pb Cr	Au Cu
Buhi - Joroan	Buhi-Western Mt. Malinao	Albay	NV4	NE-SW NS	---	---	Au Cu
Panganiran Peninsula	Nagas - Pio Duran	Albay	Pg Gr2	NW-SE NE-SW	Clay (medium) Hematite (medium)	---	Au
Manito - Bulabug	Bacon-Manito	Sorsogon	NV3	EW NS NNE-SSW	Clay (few) Hematite (few)	Fe Fe	Au
Balan - Calibag	Irosin-Gabao-Bulan, Gate Mountains	Sorsogon	NV2 NV4	NW-SE NE-SW EW	Clay (few) Hematite (few)	---	Au

\*1 see Table II-2-3

## 2.4 まとめ

本調査では、LANDSAT-TM フォールスカラー画像と JERS-1/SAR 白黒画像の写真地質的判読により、地質単元の区分、地層トレース、褶曲構造、断層、環状構造の判読、リニアメントの抽出を行った。また、LANDSAT-TM 比演算画像から変質帯候補地の抽出を行った。

以上の衛星画像解析により、ピコール地域には、フィリピン断層に平行な NW-SE 系のリニアメントが発達し、これに直交する NE-SW 系のリニアメントも多く分布することが明かとなった。その他、N-S 系および E-W 系のものも認められる。また、広域的な地質分布を良く把握することが出来た。これらの解析結果を既存の地質・鉱床関係資料と比較検討することにより、金属鉱床賦存有望地の選定基準を設定し、11地区の有望地を抽出した。その中の6地区は既知の金属鉱床・鉱微地を含む地域であり、5地区が金属鉱床・鉱微地の知られていない地域である。

## 第3章 グラントルース調査

### 3-1 グラントルース調査候補地の選定

グラントルース調査地の選定にあたっては、つぎのような条件を選定の基準とした。

- ・既存データにおいて、鉱床、鉱微、変質帯が認められる箇所
- ・衛星画像解析によって把握されるリニアメント密集域および複数のリニアメントの交差部
- ・広域空中磁気探査の異常域

以上の箇所の中で、できるだけ鉱区設定がなされていない地区を優先的に調査することとした。なお、カラモアン半島の中央部から東部については、火山性塊状硫化物鉱床のポテンシャルが高く、リニアメント解析でも有望地として抽出されたが、アクセスが極めて悪いことおよび治安状況から、今回は、グラントルース調査対象域から除外した。

個々の地域に対する選定理由は、各地域毎に以下のグラントルース調査結果に記述している。

### 3-2 グラントルース調査結果

現地調査は Legaspi, Irosin, Naga および Daet をベースキャンプとして調査を実施した。調査に当たっては、基本的には日本側 1~2 名、地質技師とフィリピン側 1~2 名の地質技師およびこれに 4 輪駆動車とドライバーで調査班を編成し、3 班に分かれて調査を行った。各調査地へは、ベースキャンプから基本的には日帰りで行った。また、現地にてグラントルース調査に先立ち、候補地の既存データ、鉱区設定状況および現地調査でのチェック項目を簡単に整理したものを Table II-3-1 に示す。

現地調査を実施した各地域について、現地調査のおよその行程に沿って以下に記述する。各地域は、位置・交通・地質・変質・鉱微・評価・鉱区の項目に分けて記述する。地質の記載では、既存資料のデータも用いている。変質および鉱微の記載に当たっては、現地調査で採取した試料の室内試験結果も記載するよう努めた。評価については、相対的なものではなく、主にどのような鉱化作用が期待できるかという観点から当該地域の有望性を記した。鉱区については、フィリピン滞在中に収集コンパイルした鉱区設定状況図に基づいて記載した。また、各地域については既存データから地質図を作成し、試料採集位置を合わせて示した。



Table II-3-1(a) Candidate areas for the ground truth survey

Areas	From references	From Landsat and SAR data analysis	From geophysical data	Interpretation of the existing data	Mining Claims	Need to check
Bacon-Manito	sulfur prospect, acid alt., silicification, skarn-like alt., geothermal area, E-W trending reservoir	intersection of lineations of NW, NE, and N-S	low resistivity zone	possibility of epithermal and porphyry-type deposit	PNOC	Steam-heated or high-sulfidation or supergene?
Tiwi-Mt. Malinao	geothermal field, silica sinter, sulfur prospect, alteration, geothermal area, hydrothermal breccia	few lineation		possibility of epithermal deposit	PGI geothermal reservation	silica veinlet and mineralization exist or not
Nagas-Pio Duran	limestone, andesite, diorite, gypsum, silicification, pyrite, chalcocopyrite, bornite	intersection of lineations of NW, NE, and N-S		possibility of Carlin-type, skarn and Porphyry-type deposit	FTAA, MPSA	jasperoid exist or not, age of diorite and limestone
Pilar-Donsol	few reference, limestone, Fe prospect	few lineation, NE-trend lineation		possibility of Carlin-type, skarn and Porphyry-type deposit	FTAA, MPSA	diorite exist or not along the NW lineation, age of limestone
Irosin-Gabao-Bulan	pre-caldera volcanics, acid alteration, hot spring discharge from N70E-trending fracture	ring structure, NW-trending lineation	low resistivity zone	steam-heated alteration, possibility of epithermal gold	MPSA	silica veinlet and mineralization exist or not
Bacolod-Mt. Juban	caldera- and post-caldera volcanics	intersection of lineations of NW, NE, and NNE- few lineation	low resistivity zone	steam-heated alteration, possibility of epithermal gold	MPSA	alteration zone exist or not
San Roque-Bulusan	post- and pre-caldera volcanics, andesitic rock		low resistivity zone	steam-heated alteration, possibility of epithermal gold	MPSA	alteration zone exist or not
Gate Mountains	alteration, pre-caldera volcanics	WNW-trending lineation	low resistivity zone, high gravity, low	steam-heated alteration, possibility of epithermal gold	MPSA	what kind of alteration

Table II-3-1(b) Candidate areas for the ground truth survey

Areas	From references	From Landsat and SAR data analysis	From geophysical data	Interpretation of the existing data	Mining Claims	Need to check
Siruma Peninsula	White clay (kaolinite), Oz veinlet, sericite, panning gold	Intersection of lineations of NE and N-S-trend		steam-heated or high sulfidation	FTAA, MPSA	Steam-heated or high-sulfidation or supergene?
Malobago	few reference, limestone	Intersection of lineations				alteration zone exist or not
Western Pasacao	Lower limestone, Middle Miocene diorite, Cu prospect	WNW-trending lineation, intrusives		possibility of Carlin-type, skarn, and Porphyry-type	FTAA, MPSA	sericite or potassic alt, age of diorite and limestone
Oas	few reference	Intersection of lineations			MPSA	alteration zone exist or not
Iriga-Baao	few reference, Pliocene volcanics	Intersection of lineations				alteration zone exist or not
Buhi-Western Mt. Malinao	few reference, Pliocene volcanics	Intersection of lineations of NW, NE-trend			vacant	alteration zone exist or not
Balaitan	limestone, diorite, gypsum, pyrite, bleaching, anhydrite	Intersection of lineations of WNW, NE-trend		possibility of Carlin-type, skarn, and Porphyry-type	FTAA, MPSA	sericite or potassic alt, age of diorite and limestone
Silmod	few reference	ENE-trending lineation	low magnetic	steam-heated alteration, possibility of epithermal gold	MPSA	alteration zone exist or not
Calabanga-Tinembac	silicification, pyrite, cristobalite, kaolinite, acid leaching, chalcedonic silica					
Paracale	many references, vein type, fault, shear zone, gold associate with base metals	Intersection of lineations of NW, NE-trend		possibility of skarn, and Porphyry-type deposit	MPSA	
Larap	many references, Fe, Cu, Mo, Au, U skarn and porphyry-type	Intersection of lineations of NW, NE-trend		possibility of skarn, and Porphyry-type deposit	MPSA	
Bulala	acid alteration (kaolinite, alunite, silica), silica sinter	Intersection of lineations of ENE and WNW-trend		steam-heated alteration, possibility of epithermal gold	FTAA, MPSA	real sinter, Oz vein
Nalesbitan-Tuba	high-sulfidation type gold	Intersection of lineations of ENE, WNW, and NS-trend	low magnetic anomaly	possibility of Porphyry-type deposit	FTAA, MPSA	Nalesbitan trend, sericite or potassic alt exist or not
Mt. Culasi	sulfur prospect, alteration area, Plio-Pleistocene	Intersection of lineations of NW, NE, and NS-trend		possibility of epithermal gold	MPSA	age of volcanic rock
Mt. Labo	geothermal area	Intersection of lineations of NW, NE, and NS-trend		possibility of epithermal gold	PNOC, MPSA	alteration zone exist or not

### 3-2-1 Bacon-Manito地域 (Fig.II-3-1, Fig.II-3-2)

【選定理由】本地域は、ピコール半島の南東部に位置し、鮮新世～更新世の火山岩類が分布する。PNOCによる地熱開発が進められている地域であり、若い地熱活動に伴う浅熱水性金鉱床の賦存が期待される。また、PNOCが地熱開発を行っている地域より西側は地形的特徴から、東側にくらべ、より古い火山岩類が分布すると推定できる。このことから、現在の地熱系よりやや古い地熱系が、Bacon-Manito地域の西側に発達していた可能性があり、浅熱水性金鉱床賦存の可能性は、西側で高いと考えられる。

本地域は、PNOCによって地質および変質帯分布などが詳しく調査されている。さらに、鉱物資源探査を目的とした地化学探査が行われており、今回の現地調査はこれらのデータをもとに、Calpi地区、Masulog地区、Pili-Cumadcad地区、およびCawayan River地区に分けて調査を実施した。Calpi地区、Masulog地区、Pili-Cumadcad地区は、変質帯が分布し、地化学探査で金の異常域が分布する場所である。また、Calpi地区は地熱調査の一環で行われた物理探査の結果、Calpi沢と同じ南北方向に伸長した50Ωm以下の低比抵抗帯が分布する(Fig.II-3-2)。Cawayan River地区は、PNOCの地化学探査では地化学調査ではカバーされていないが、Calpi地区およびPili-Cumadcad地区の調査から、これらの地区西方にも変質帯が分布することが予想されたため調査を実施した。

#### (1) Calpi地区 (Fig.II-3-3)

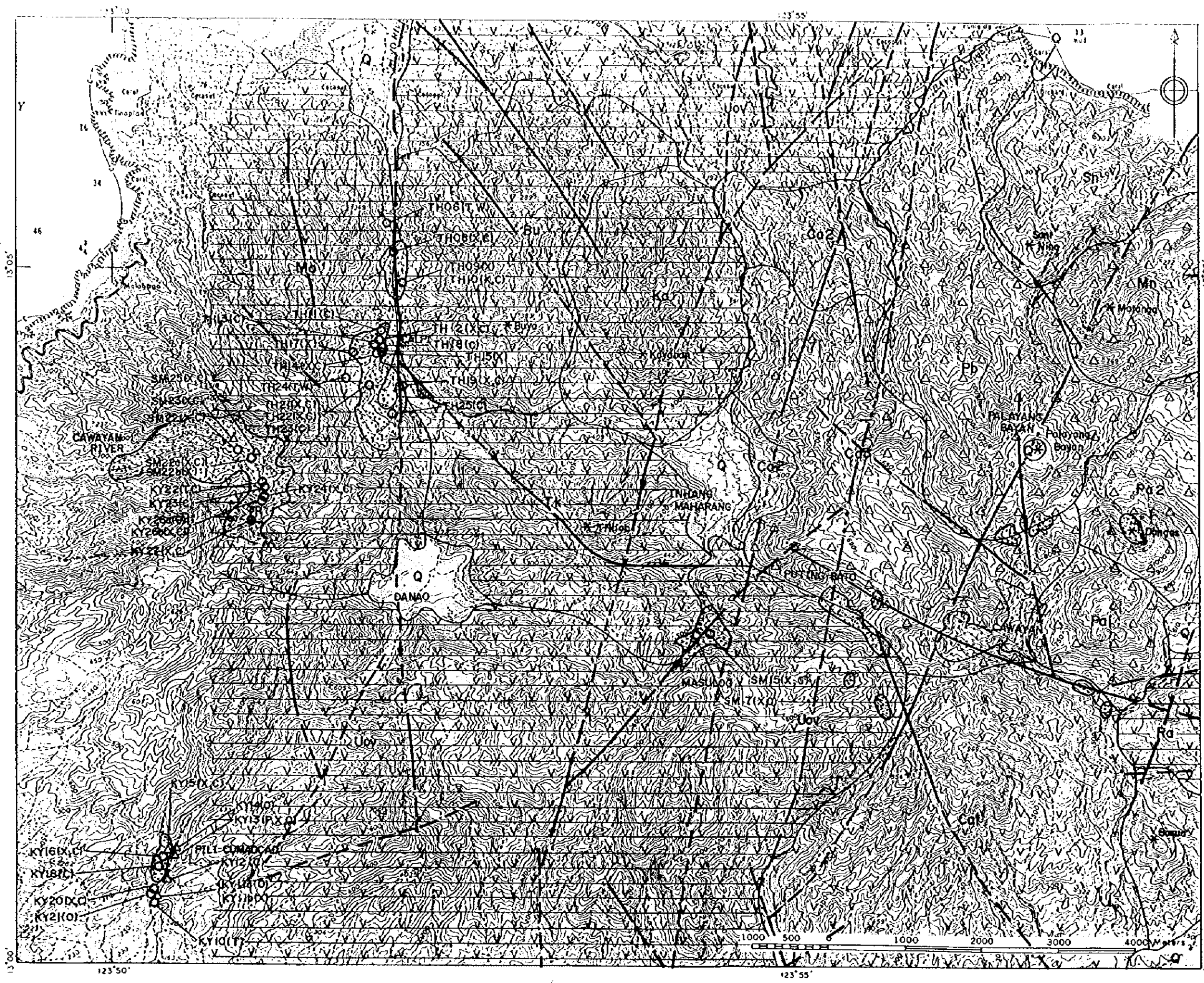
【位置】Bacon-Manito地域の西部に位置し、Manitoの南約5km、13° 05' 00" N、123° 52' 00" E付近にある。南北系の深い沢は、同方向の断裂系に沿って発達している。沢の両斜面は地滑りが発達する。

【交通】LegazpiからCalpi沢の入り口までは、所々舗装された道路が通じており、車で約1時間を要する。沢の入り口から、旧坑が分布する変質帯までは、徒歩で約1時間を要する。

【地質】暗灰色～黒色の輝石安山岩質溶岩および火砕岩が分布する。

【変質】白色～黄褐色を呈するスメクタイト、カオリナイト、および珪化変質帯が沢の両岸に広く分布する。リモナイト化した珪化岩の転石も多数分布する。酸化を免れた部分では、黄鉄鉱の鉱染が認められる。珪化は、オパール質である。変質帯は、水平的に広がり、火砕岩部分で、変質が強くなっているように見える。これは、浸透率により熱水の通路がコントロールされたためと考えられる。このような変質帯は、標高230mあたりまで観察され、その上限は、ほぼ等高線に平行に追跡することができる。

Fig.II-3-3のadit 1, 2は、現在では、壁が崩壊し、わずか1mほどの窪地になっている程度である(Fig.II-3-4)。火山角礫岩の上にほぼ水平に溶岩が載る。溶岩部分は、弱珪化し(TH08:Alu>>Try, Crs)、下部の火砕岩部分は、スメクタイト変質している。adit 3の下は、白色粘土化し(TH09:Smc>>Alu>Crs, Try>Hal)、河床より4m上の旧坑入り口は、珪化し



**LEGEND**  
**EXPLANATION**

- |   |                               |                                      |
|---|-------------------------------|--------------------------------------|
| Holo Cene   | Q                             | Quaternary Alluvium                  |
| Quaternary  | Pleistocene                   | △ △ △ Young Volcanic Group           |
|   |                               | Pa2 Younger Mt. Pangos               |
|   |                               | Mn Malanga Volcanic Center           |
|   |                               | Pa1 Older Mt. Pangos                 |
|   |                               | Pb Palayang Bayan Volcanic Center    |
| Ca3 Younger Cawayan Volcanics                       |                               |                                      |
| Pleistocene   | Volcanics (Palaung Volcanics) | ▽ ▽ Middle Volcanic Group            |
|   |                               | Ca2 Middle Cawayan Volcanics         |
|   |                               | Ca1 Older Cawayan Volcanics          |
| Tertiary  | Pliocene                      | ▽ ▽ ▽ Older Volcanic Group           |
|   |                               | Ro Rangas Volcanics                  |
|   |                               | Ko Kayabon Volcanics                 |
|   |                               | Tk Tikiob Volcanics                  |
|   |                               | Ma Malabago Volcanics                |
|   |                               | Bu Buyo Volcanics                    |
|   |                               | Uov Undifferentiated Older Volcanics |
| * Volcanic Center                                   |                               |                                      |
| ⊙ Alteration Zone                                   |                               |                                      |
| 80 60 Oz Vein                                       |                               |                                      |
| ○ Sample from outcrop                               |                               |                                      |
| △ Sample from float                                 |                               |                                      |
| (T) Observation of thin section                     |                               |                                      |
| (X) X-ray diffraction analysis                      |                               |                                      |
| (O) Ore grade assay analysis                        |                               |                                      |
| (C) Chemical analysis for altered/mineralized rocks |                               |                                      |
| (W) Wholerock analysis (major and trace elements)   |                               |                                      |
| ---   | Fault dashed where inferred   |                                      |
| .....   | Possible extension of fault   |                                      |

Fig.II-3-1 Geological map of the Bacon - Manito Area and sample locations



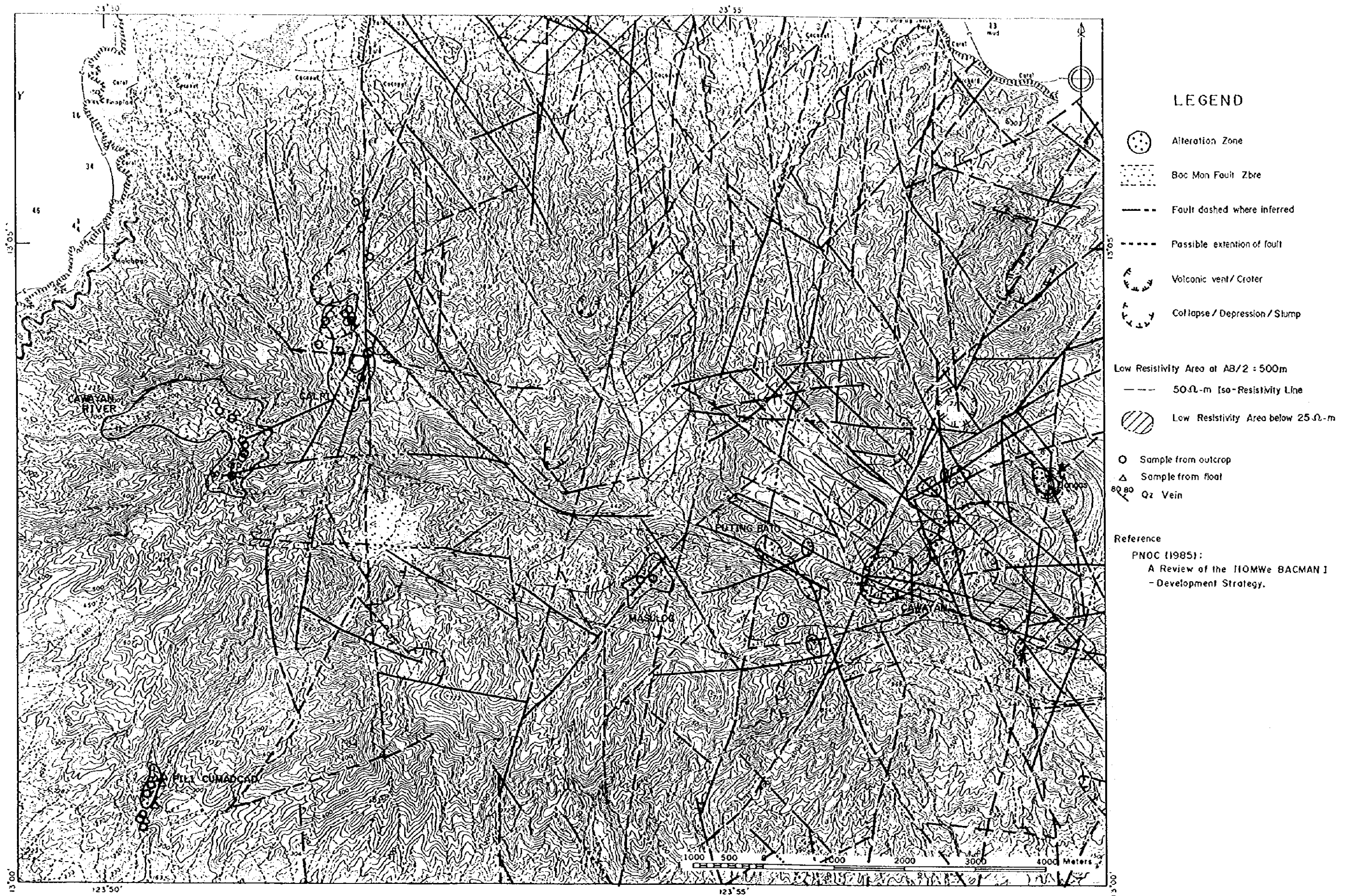


Fig.II-3-2 Fracture and Low-resistivity distribution in the Bacon-Manito Area

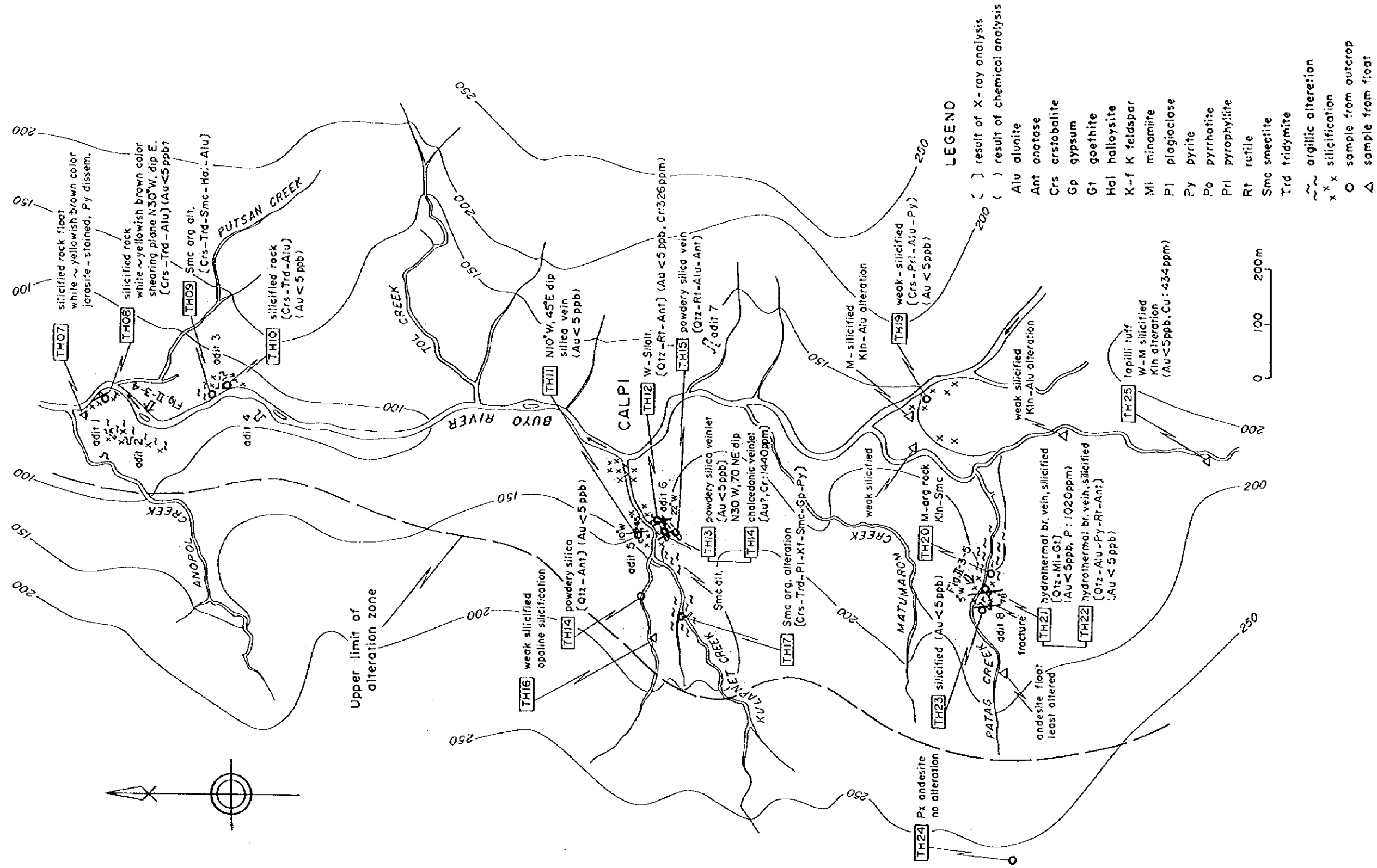


Fig. II-3-3 Root map of Calpi in the Buvo River, Bacon-Manito Area

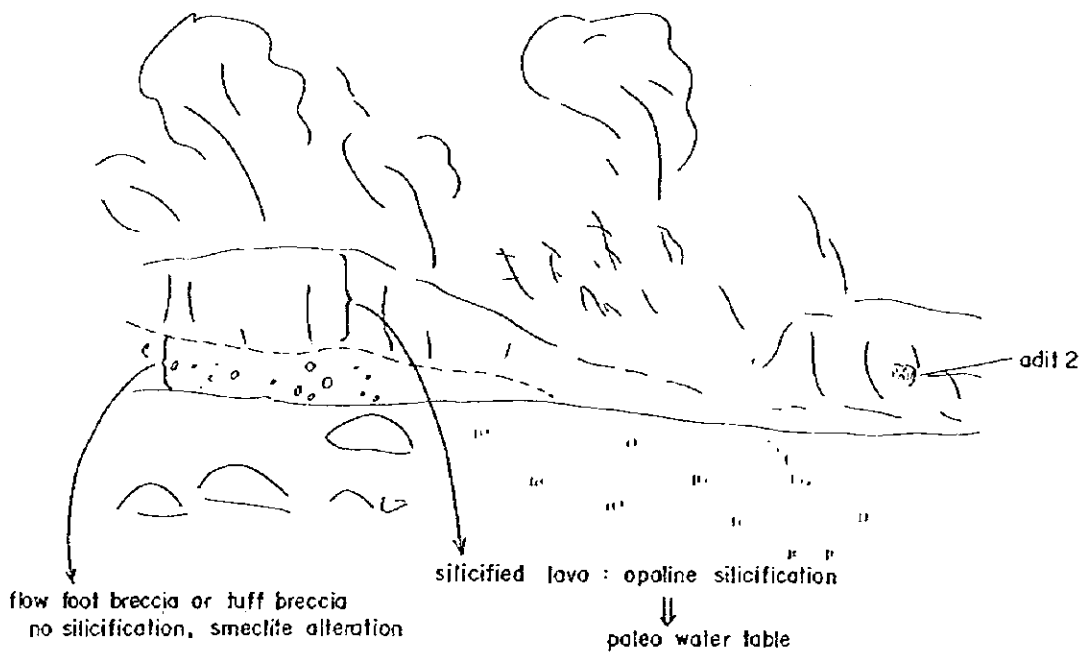


Fig.II-3-4 Occurrence of steam-heated alteration at Calpi in the Buyo River, Bacon - Manito Area

03

00

00

1



ている (TH10:Cr<5>Tr>Alu)。この関係は、adit 1, 2の露頭と同じであり、珪化帯が古地下水面に規制されて形成されたと考えられる。

Calpi から西に入った Kulapnet creek に、adit 5 および adit 6 がある。adit 5 の入り口には、幅 1cm 程度の脈状石英 (走向 N10° W, 傾斜 45° NE; TH11: Au<5ppb) がある。adit 6 は、全長約 40m であるが途中二股になっている (Fig.II-3-3)。旧坑内は、弱～強珪化変質しており、白色で粉状のシリカが脈状に存在する (TH13: Au<5ppb, 15: Qtz>> Rt> Alu, Ant)。粉状シリカ帯中に、強珪化部が脈状に発達するもの (TH14: Qtz>> Ant) があり、また、玉髄質の石英細脈 (幅 2mm) も観察される (TH18)。旧坑より上流側にも、スメクタイト変質帯が連続するが、標高 200m あたりでは、転石のほとんどは、未変質の安山岩からなる。これより上流には、標高約 200m の小丘がある。この小丘によって沢が分岐する。この丘は、珪化しており、このため残丘状に残ったと考えられる。この小丘から主沢の方向が N65° W 方向に屈曲する。

Patag creek には、adit 8 があり (Fig.II-3-3)、その手前下流側にシリカ・黄鉄鉱脈が観察される (Fig.II-3-5)。Patag creek の方向は、N65° W であり、この方向は、前述の主沢の方向と一致する (Fig.II-3-2)。シリカ・黄鉄鉱脈は、幅 1～2cm のものと幅約 10cm の二本があり、その方向は、N5° W で、78° 西に傾斜する。同脈は、珪化した角礫を包有し、熱水角礫化脈と考えられる。微細な黄鉄鉱が生じている。X 線回折では、石英－ミナミアイト－ゲーサイト (TH21)、石英－ミョウバン石－黄鉄鉱－ルチル－アナターズ (TH22) である。この熱水角礫化脈は、周囲がクリストパライト－カオリナイト変質であるのに対し、より高温の変質鉱物組み合わせを示す。上記小丘から南東方向に発達する主沢にも、同様の変質帯が観察される。

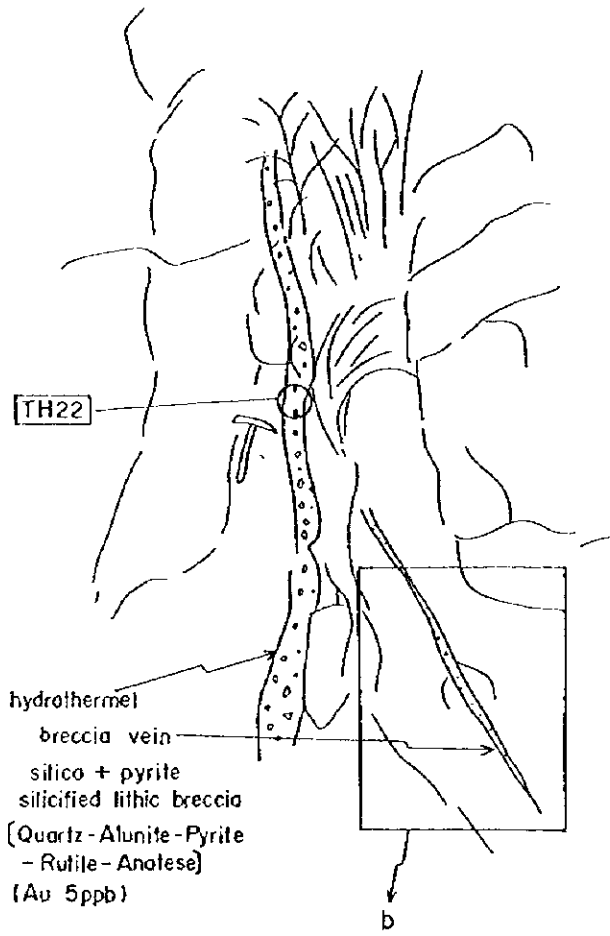
【鉱徴】上記の旧坑の脈や付近の熱水角礫化脈は全て Au<5ppb であり、金鉱化は認められなかった。石英－ミナミアイトからなる珪化熱水角礫脈には 1020ppm というリン (P) 異常値が検出された。

【評価】本地区で観察される変質帯は、オパール質～玉髄質の珪化とスメクタイト、カオリナイト変質であり、100° C 前後の低温の変質である。また、変質帯は水平的に広がるなど、古地下水面に規制された珪化帯の存在などから、本地区の変質は lateral flow のもとで形成された steam-heated 変質帯と考えられる。したがって、upflow 域は、より上流側に推定され、upflow 域では、その下部に浅熱水鉱床が発達している可能性がある。地表の珪化変質帯では、ほとんどのサンプルは、Au 5ppb 以下である。しかし、変質が steam-heated であることから、金属元素が濃集していないという理由で、鉱床賦存の可能性が無いと判断することはできない。steam-heated 酸性変質帯中に、石英－ミョウバン石からなる熱水角礫化脈が存在することは、部分的に深部からの流体が古地下水面のレベルまで上昇したと考えることができる。ミナミアイトを伴う珪化岩に高いリン異常が検出された理由の一つとして、考えられるのは、ミナミアイト中に、より深部・高温条件で生成したウッドハウゼ石がコアに残っている可能性がある。EPMA により確認する必要があるが、もしそう





a



{ } result of X-ray analysis  
 ( ) result of chemical analysis



b

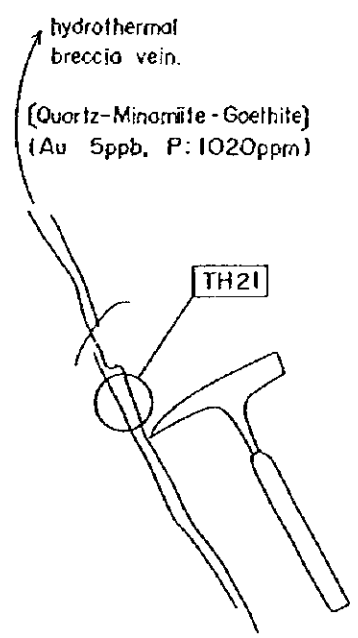


Fig. II-3-5 Occurrence of hydrothermal breccia veins at Calpi in the Buyo River, Bacon-Manito Area.

( )

( )

( )

だとすると、マグマ起源ガスが上昇していたことが示唆され、深部に high-sulfidation タイプの鉱化作用の存在も期待できる。

【鉱区】 PHILIPPINE NATIONAL OIL COMPANY (PNOC:但し Bacon-Manito 地熱開発地域の鉱区の西側は来年リリースされる予定)

## (2) Masulog 地区

【位置】 Sorsogon の北東方 13km、Putting Bato の南西方 1km、 $13^{\circ} 02' 30''$  N、 $123^{\circ} 54' 00''$  E 付近

【交通】 Legaspi から sorsogon に向かう国道を経て Tublizon の集落に達した後、北方へ向かう道路を利用すると車両で 1 時間で到達する。さらに沢を徒歩 40 分で現地に至る。

【地質】 PNOC 地質図の地質図によれば Pocdol volcanics の Young Cawayan Volcanics (Two Pyroxene Andesite to Hbl Two Pyroxene Andesite) および Tikolob Volcanics (Two Pyroxene Andesite) に相当し、E-W 方向の Bac-Man Fault Zone 中に位置する。NE-SW 方向の Masulog Fault の近傍～Masulog Fault と Dumadlangan Fault に挟まれた場所に位置する。

等比抵抗マップ (AB/2=500m) によれば南北方向の低比抵抗域中に位置している (Fig. II-3-2)。

【変質】 現地観察では弱～中珪化変質およびスメクタイト・カオリナイト粘土化変質を示し、部分的に黄鉄鉱化が著しく暗灰色をなしている。steam-heated alteration と考えられる。X線回折分析の結果、SM15 の変質岩試料からはカオリナイトおよびミョウバン石 (ミナミアイト) が、SM17 の変質岩試料からはクリストバライトおよびハロイサイトが検出され、中～低温の酸性変質を示している。

PNOC-EDC(1990)(AL/SR-01)では、地表においてはミョウバン石 + カオリナイト + シリカ + イオウが変質の主要な組み合わせである。

【鉱徴】 PNOC による調査結果は以下のとおりである。

Au: 岩石サンプルで最高 0.10ppm、沢砂サンプルで最高 0.05ppm 程度の値を示した。

Cu: 岩石サンプルで最高 800ppm の値を示し、高濃度異常部が抽出された。

なお、本調査の地化学分析結果では、SM17 の変質岩試料から Cu が 147ppm 検出され、地化学高濃度異常を示した。

【評価】 PNOC が実施した地化学探査結果では、Au はバックグラウンド値よりやや高いものの数値統計上の異常域としては抽出されなかった。

【鉱区】 PHILIPPINE NATIONAL OIL COMPANY (PNOC:但し Bacon-Manito 地熱開発地域の鉱区の西側は来年リリースされる予定)

### (3) Pili-Cumadcad地区

【位置・交通】 Bacon-Manito 地域南西部に位置し、Sorsogon 湾に流下する Pili 川の中流部に当たる。調査地区周辺では比較的深い谷が形成されているものの、本流から離れると古い地滑りによると思われる比較的起伏のなだらかな地形を示す部分もある。

調査地区内にある PNOC のフォレストリーステーションまでは国道から未舗装路を経て車両により到達することが可能である。

【地質】 複輝石安山岩溶岩が露頭で確認される。

【変質】 露頭条件が悪く変質した岩石を露頭で確認することはほとんど希であった。

Pili 川沿いに分布する複輝石安山岩溶岩はほぼ未変質であるが、ときとして珪化-酸性変質した源岩不明の岩石が転石として確認されることがある。変質岩の転石は Pili 川右岸の東斜面に多数認められるが、露頭で確認されるのは斜長石が白濁化した弱変質安山岩のみであった。

転石としてみいだされる変質岩のほとんどは細粒の黄鉄鉱が鉱染した珪化-酸性変質であり、希に多孔質珪化岩やオパール質珪化岩も認められる。

珪化変質を被った変質岩は既存調査により把握される地化学異常域にほぼ一致して分布するようである。珪化変質した岩石は石英あるいはクリストパライトスト、トリディマイトのほかにはしばしばミョウバン石を伴い、黄鉄鉱を伴うこともある。

【鉱微】 PNOC-EDC(1990、内部資料)により報告されている地化学異常は沢砂試料で最大 Au : 0.18ppm、岩石試料で 0.02ppm である。これら異常の確認された沢付近で前述の変質岩が転石として確認された。

変質岩の分析の結果、金は 5ppb 以下であるなど、特筆すべき結果は得られなかった。

【評価】 年代は未詳であるが複輝石安山岩を母岩とする熱水活動が推定される。変質岩の分布状況から判断して熱水活動は沢砂地化学探査の異常域を含む範囲内で生じたものと推定される。さらに変質鉱物組み合わせおよび産状から、熱水は steam-heated 酸性変質帯を形成したものと推定され、オパール質珪化岩の存在から現在地表にみられる変質帯は比較的浅部の変質帯であると考えられる。

変質岩の転石の分布状況から PNOC-EDC(1990、内部資料)で報告されている地化学異常は黄鉄鉱鉱染珪化-酸性変質作用に由来するものと考えられるが、採取した試料では金の濃集するものは認められなかった。

変質鉱物組み合わせからは低温酸性条件の熱水の関与が推定でき、変質帯の分布規模を併せて考察すると、本変質帯は限定された範囲での噴気活動による蒸気過熱型酸性変質帯の浅部が地表に露出したものと考えられる。したがって、浅熱水性金鉱化作用が期待される中性熱水の湧出域はより深部あるいは周辺部に求められる。本地域地表部での金鉱化作用を示す試料が得られなかったことは、このような熱水系の浅部では、金の沈殿が生じないことを反映するものと思われる。

地化学異常の分布が変質帯の分布をほぼ反映するものとする、北西方に分布する類似

の変質帯との連続性は低いと考えられる。むしろ小規模ながらも類似の熱水システムが北西トレンドで断続的に分布する可能性が高い。これらの変質帯の特徴と相互の空間的分布および形成時期の関係を、一つの熱水系の発達史の中で特に熱水の流動を規制する透水性、地質構造等を念頭に検討することで、少なくとも水平方向の有望地域の絞り込みが可能であろう。

【鉱区】調査地区には geothermal reservation が設定されており、所有者は PNOC である。

#### (4) Cawayan River 地区

【位置】 Bacon-Manito 地域北西部に位置し、Poliqui 湾に流下する Cawayan 川流域に当たる。Manito の南南西 7km、 $13^{\circ} 03' \sim 13^{\circ} 04' N$ 、 $123^{\circ} 50' 00'' \sim 51' 30'' E$  付近である。Cawayan 川の下流から中-上流部にかけては比較的広い谷地形を形成しているが、両岸には急峻な崖が発達する。

【交通】 Legaspi から Manito へ向かう道路を車両により 30 分で Cawayan River の入り口に到達し、そこから沢の中を徒歩 1 時間で現地には到達する。

【地質】未変質から弱変質部の露出が限定されており不明な点が多いが、本地区の地質は優黒色の複輝石安山岩溶岩および同質の火砕岩類、そして火山性泥流堆積物により構成される。PNOC の地質図によれば Pocdol volcanics 中の Malobago Volcanics (複輝石安山岩、含かんらん石複輝石安山岩)の分布域にあたる。Cawayan River の上流部は E-W 方向の Bac-Man Fault Zone 中にあたり、E-W 方向の Liboton Fault および ENE-WSW 方向の小規模断層の近傍にあたる。また、Calpi を中心とする低比抵抗域の西への張り出し部に相当する。

【変質】Cawayan 川中流部および中-上流部にかけて広い範囲で粘土化変質帯が確認される。また、下流域においても側斜面中腹部に粘土化変質帯と推定される崩壊崖などが観察できる。変質は微細な黄鉄鉱の鉱染により灰色～暗灰色を呈するスメクタイトを主体とする強～中粘土化変質が優勢であり、部分的に黄鉄鉱の鉱染が強く暗灰色をなす。希に黄鉄鉱が鉱染する珪化岩と密接に産する。Cawayan River の川底付近では強珪化し、リモナイトの染み込みにより赤色～赤褐色をなす部分があり、カオリナイトによる粘土化変質が生じている部分が認められる。このようなカオリナイトは、黄鉄鉱が酸化分化して生じた酸性水によって生じたと考えられる。これらの変質は標高 230m まで続いていると推察される。

X線回折分析の結果、本地域の変質岩からは、強珪化した部分は石英・ミョウバン石、粘土化した部分はクリストバライト・トリディマイト・カオリナイト・ミョウバン石が検出され、スメクタイトが検出されることもある。いずれも中～低温の酸性変質を示す。

X線回折により検出される酸性変質鉱物はカオリンおよびミョウバン石であるが、パイロフィライトを伴うこともある。また、シリカ鉱物は石英あるいはクリストバライト、トリディマイトである。中-上流部において観察されるスメクタイト粘土化変質帯中の珪化岩体は幅 2m の脈状を示す部分やより上部の珪化岩体からの垂れ下がり構造を示す部分がある。幅 2m の脈状珪化岩(KY26)は走向  $N80^{\circ} W$ 、傾斜  $80^{\circ} N$  である。また、黄鉄鉱に乏

しくミョウバン石を伴う塊状の中珪化安山岩溶岩露頭が中一下流部に認められ、この試料(SM21)は粉末 X 線回折の結果、石英と微量のミョウバン石およびルチルが検出された。中一上流部では上位の複輝石安山岩溶岩と下位の同質火山角礫岩で構成される露頭において、溶岩部ではほぼ未変質であるのに対し、火山角礫岩中ではスメクタイト粘土化変質が弱から中程度発達していることが観察された(Fig.11-3-6)。透水性の高い地層が選択的に変質していることを示すものである。

【鉍微】PNOCによる調査では、Auが下流の沢砂で最高0.05ppmが検出され、Cuは上～中流部の岩石サンプルで最高170ppmが検出されたが、数値統計上の異常値には満たない。その他の成分についても高濃度異常を示すものは認められなかった。

本調査による変質岩や珪化岩を化学分析に供した結果、脈状珪化岩でAu:25ppbの分析結果を得たほかは鉍微を把握することはできなかった。PNOC-EDC(1990、内部資料)ではAsの地化学異常(岩石で最高16ppm)が報告されているが、これに対応するような地化学異常は把握しなかった。

【評価】変質シリカ鉍物としてクリストバライトやトリディマイトが認められ、スメクタイトを伴うなどの変質鉍物の組み合わせから推定される熱水の性質は100℃前後の低温変質作用であり steam-heated の変質と考えられる。また、黄鉄鉍鉍染が顕著なため、一部は、これの酸化分解による酸性変質が重複されていると考えられる。一部の塊状珪化岩(たとえばSM21、SM23)はシリカ鉍物として石英が産し、ミョウバン石と共存するなど hypogene の強酸性環境下にあったことを示唆するような変質鉍物の組み合わせを示す。周辺の変質鉍物組み合わせを考慮すると、これは蒸気過熱型の酸性変質と推定される。変質鉍物が低温熱水の関与を示すこととあわせて、本地域は、熱水系の比較的浅部に相当すると考えられ、部分的には熱水の活動期の古地下水面付近が保存されていると思われる。したがって金鉍化作用はより深部に期待される。また、金地化学異常の検出といった直接的な金鉍化作用の示徴を、現在の地表付近でみいだすことは困難であると考えられる。

熱水の流動様式については、脈状の珪化岩が一部に観察されるものの大局的には火山岩の産状の違いによる透水性コントラストの支配をうけていることから、熱水系の周辺部に発達するような側方流が卓越していたことが推定される。しかしながら、金の沈殿があまり期待されないようなやや低温熱水から形成したと考えられる脈状珪化岩(KY26)の分析値が金25ppbを示すことは、金を濃集した熱水が高角のN80°W方向の断裂に規制されて循環した可能性を強く示すものとして特筆すべきである。

見かけ上の変質帯の広がりにはCawayan川に沿って数kmと広範囲であるが、垂直方向への連続性は悪くせいぜい100m程度と推定される。一方、本地区全体の粘土化変質帯の広がりが火山岩の産状に規制されていると、上位の未変質溶岩が地表に分布する南部では粘土化変質帯の地表での広がりはより限定されたものとなると予想され、周辺の変質帯との関連が追跡できなくなる可能性がある。

【鉍区】調査地区には geothermal reservation が設定されており、所有者はPNOCである。



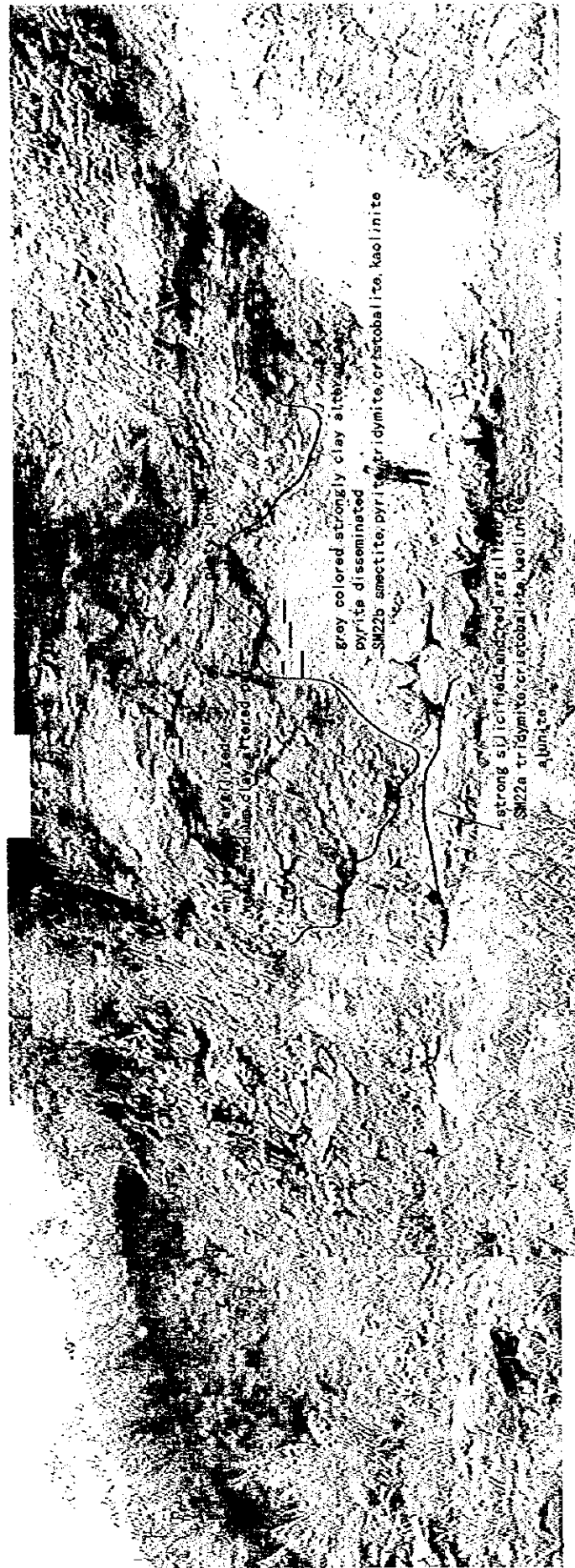


Fig.II-3-6 Outcrop of steam heated acid altered rock in the Cawayan River, Bacon-Manito Area

( )

( )

( )

|

(但し Bacon-Manito 地熱開発地域の鉱区の西側は来年リリースされる予定)

【Bacon-Manito 地域の評価】 本地域に分布する変質帯の大部分は、その産状および変質鉱物の組み合わせから、古地下水面付近に形成された低温の steam-heated 酸性変質帯と考えられる。このような低温酸性変質に混じって、石英-ミョウバン石あるいは石英-ミナミアイトからなる珪化岩や熱水角礫脈が分布する。これらは、より高温の酸性変質と考えられ、これらは、火山ガスの寄与が大きい流体によって形成されたと考えられる。また、これらに Au および Cu の異常値が認められるなど、火山ガスが直接地表近くに上昇し、凝結した可能性がある。このような環境では、high-sulfidation タイプの鉱化作用が深部で起こっている可能性もある。

分析値からは、Au は最高 25ppb であり、PNOC の調査では、100ppb や 180ppb の値が得られている。Au の濃度分布は偏在しており、低比抵抗を示す領域にほぼ一致している。Bacon-Manito 地域では西部の Cawayan River から Calpi にかけての低比抵抗部分が Au のポテンシャルが比較的高いと推測される。前述のとおり、本地域に分布する変質帯は steam-heated 酸性変質帯であることから、高い金属元素の濃集は起こらないと考えられる。しかし、Au が 25ppb 検出された試料は、脈状の珪化岩であることから、一部には割れ目沿いに深部からの流体が地表付近に上昇したことが推定され、深部において鉱化作用が存在する可能性を示唆するものと考えられる。Cu や Zn にも比較的高い分析値 (Cu:434ppm, 146ppm; Zn:112ppm) を示すものがある。また、P が 1,000ppm を超える高い値を持つものが多いことが特徴である。このような特徴からも、本地域の変質帯には部分的に火山ガスの注入があったと推定できる。

PNOC(1990)の内部資料では、IP の低比抵抗域の分布は、Manitohan 川に沿った南北に分布し、Bac-Man fault zone で東西方向になり、Bac-Man fault zone に沿って東に延びる (Fig.II-3-2)。また、温泉の分布は、IP 低比抵抗域の分布域内にあり、IP 低比抵抗域は熱水の通路を示していると推定される。このことから、次のような類推も可能かもしれない。すなわち、現在の熱水系の流通路は、IP 低比抵抗域であり、Cawayan クレーターあたりに Upflow 領域があり、そこから東および南に流れていると推定できる。この低比抵抗域とは連続しない、Calpi 沢を中心に認められる低比抵抗域は、現在より少し古い時代の熱水の通路を示しているのかもしれない。

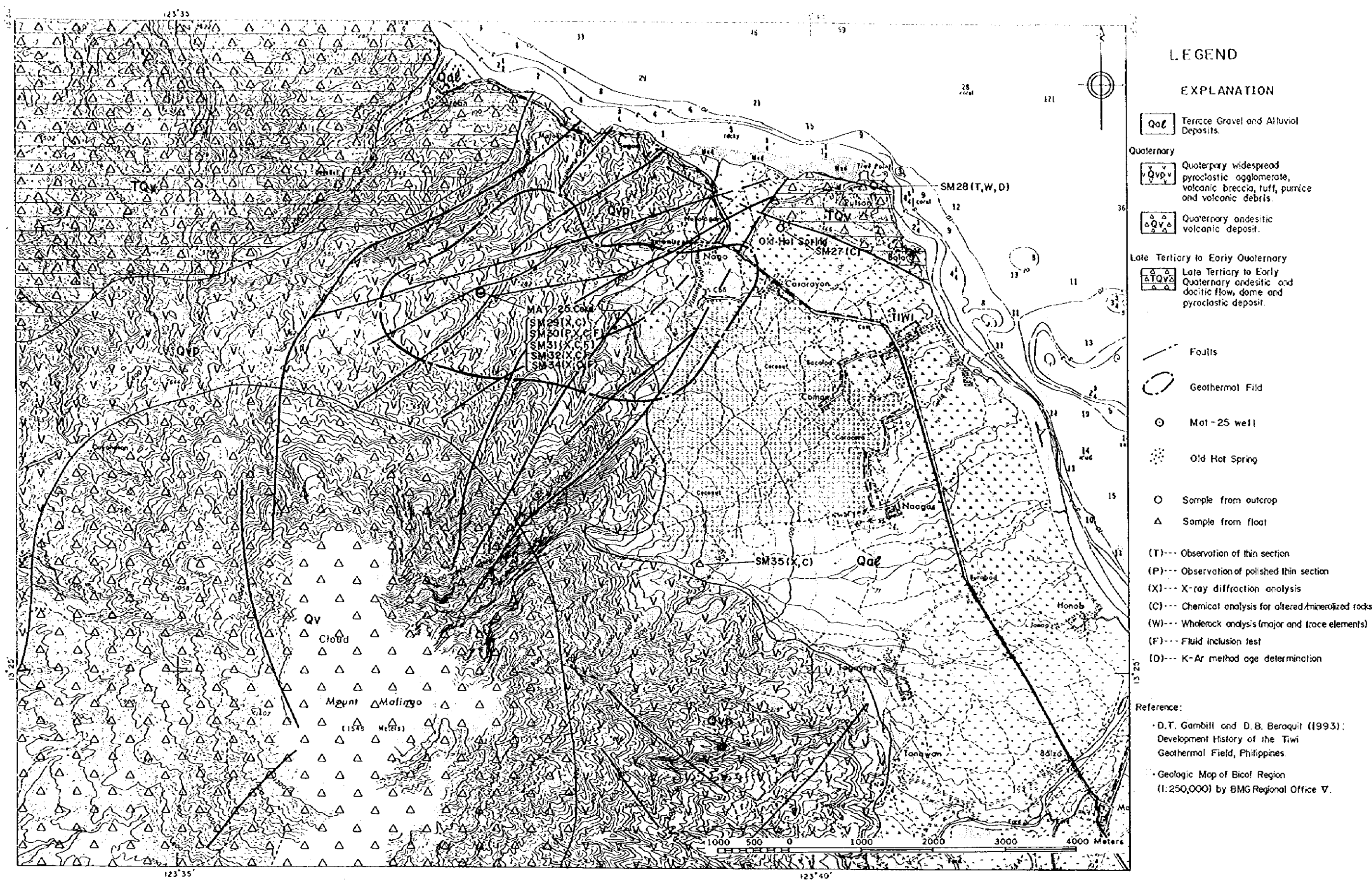
### 3-2-2 Tiwi-Mt. Malinao地域 (Fig.II-3-7)

【位置】 Albay 州 Tiwi 西方 2~5km、13° 27' ~13° 29' N、123° 38' ~123° 40' E 付近位置する。

【交通】 Legaspi から北に向かう国道を車両にて 50 分で Tiwi に到着する。

【地質】 Mt. Malinao の周辺・北方および東方では Mt. Malinao の安山岩溶岩および火砕岩





LEGEND

EXPLANATION

- Qol Terrace Gravel and Alluvial Deposits.
- Quaternary
  - Qv Quaternary widespread pyroclastic agglomerate, volcanic breccia, tuff, pumice and volcanic debris.
  - QvD Quaternary andesitic volcanic deposit.
- Late Tertiary to Early Quaternary
  - TQv Late Tertiary to Early Quaternary andesitic and dacitic flow, dome and pyroclastic deposit.
- Faults
- Geothermal Field
- Mt-25 well
- Old Hot Spring
- Sample from outcrop
- △ Sample from float
- (T)--- Observation of thin section
- (P)--- Observation of polished thin section
- (X)--- X-ray diffraction analysis
- (C)--- Chemical analysis for altered/mineralized rocks
- (W)--- Whole-rock analysis (major and trace elements)
- (F)--- Fluid inclusion test
- (D)--- K-Ar method age determination

Reference:

- D.T. Gambill and D.B. Beraquit (1993): Development History of the Tiwi Geothermal Field, Philippines.
- Geologic Map of Bicol Region (1:250,000) by BMG Regional Office V.

Fig.II-3-7 Geological map of the Tiwi-Mt. Malinao Area and sample locations

からなり、David T, et al.(1993 : AL-16)によれば、その年代は 0.5~0.06Ma である。また、北東部には広く Mt. Malinao からの扇状地堆積物が発達している。また、Mt. Malinao の北東 8km の海岸沿いには 3.2Ma の黒雲母-角閃石デイサイトその下部には中新世-鮮新世の Polangi Volcanics (Hoagland and Bodell,1991)の安山岩質溶岩~火砕岩が分布しており、これらの火山岩類が地熱貯留層を形成している。これらの火山岩類は主として角閃石-輝石安山岩および輝石安山岩からなる。地熱貯留層は東から西へと厚くなっており、基盤岩は火山体に近くなるにつれて深度を増す。

孔井地質によれば、基盤岩は約 600m の泥岩・石灰岩・安山岩質ワッケを挟んで石英-白雲母片岩へと移行しており、Nag Area では海拔約-1500m に分布するが、地熱開発地域の西部では海拔-2000m までは認められない。

Matalibong (Mat) area の地熱貯留層に掘削された Matalibong-25(Mat-25)井では最高温度が 270℃に達し、深度 1601m 以浅では安山岩質、玄武岩質の溶岩・火砕岩からなり、1601~2012m は海底火山活動による溶岩・火砕岩となり、2012~2439m では砂岩となっている。

Tiwi 地域の地質構造は、主たる地熱貯留層を形成している Kagumihan Fault、Tiwi Fault、Naglagbong Fault の NE-SW 系断層および NW-SE 系の Putsan-Bolo Fault が主なものであり、Kagumihan Fault はより蒸気圧の高い Matalibong (Mat) area とより蒸気圧の低い Nag Area を境している。また、地熱開発地域の東部においては Naglagbong Fault に沿って粘土化面が最も浅くなっており、この断層に沿って地熱熱水が上昇していることを示している。Tiwi Fault の東部にはシリカシンターが広く分布しており、シンターコーンを形成している (Fig.II-3-8)。以前はガイザーが存在していたが、地熱開発開始後は衰弱し消滅した。このシリカ・シンターの存在は地熱流体が高濃度のシリカを溶存していることを示している。

〔変質〕地熱貯留層内では岩石のほとんどがプロピライト化変質しており、緑泥石・石英・緑れん石で特徴づけられる。南西部と南部の一部の地域では浅部貯留層は高度粘土化変質を受けており、セリサイト、黄鉄鉱、パイロフィライト、ミョウバン石、硬石膏及びダイアスポアで特徴づけられる。また、貯留層の頂上部と側方部は粘土化変質しており、スメクタイトと方解石で特徴づけられる。一部は浅部蒸気加熱ゾーンとなっている。Matalibong-25(Mat-25)井の深度 6905ft のコアは方解石、緑れん石を含み、部分的に強く珪化しており、アデュラリア、黄銅鉱、閃亜鉛鉱及び方鉛鉱が認められた。

X線回折分析では Mt. Malinao からの変質岩転石試料(SM35)で石英、クリストパライト、トリディマイトおよびミョウバン石が検出され、浅所の酸性変質を示しているが、Mat-25 井では、深度 2986ft からのコアで石英、セリサイト-スメクタイト混合層鉱物、ワイラケ沸石及び方解石が、5093ft からのコアでは石英、緑泥石、セリサイト-スメクタイト混合層鉱物及び方解石が、5840ft からのコアでは石英、絹雲母及び硬石膏が、6905ft からのコアでは石英、アデュラリア、絹雲母、閃亜鉛鉱及び方鉛鉱が検出され、Mat-25 井深部における中性熱水による中~高温の Low-Sulfidation type の熱水変質を示している。また深度 1700m 前後で粘土鉱物がセリサイト-スメクタイト混合層鉱物からセリサイトへ変化して





Fig.II-3-8(a) View of the Tiwi geothermal electricity plant, looking from sinter terrace



Fig.II-3-8(b) Occurrence of sinter cone and sinter terrace in the Tiwi geothermal field



②

①

①

いると考えられる。

流体包有物均質化温度測定結果では、2986ft からのコアで 232~283°C (平均 270.3°C)、5840ft からのコアで 241~288°C (平均 262.0°C)、6905ft からのコアで 223~251°C (平均 237.4°C) とほぼ同程度の温度を示し、変質鉱物の構成と調和的な結果を示した。おそらく最高温度期の変質鉱物と温度低下後の鉱物が共存しているのであろう。塩濃度は 2986ft からのコアで 0.18~0.53Wt%、5840ft からのコアでは 0.35~1.23 Wt%、6905ft からのコアで 1.91~2.41 Wt% といずれも低い値を示し、天水の影響を強く受けていると考えられるが、深部になるほど値が大きくなり、深部熱水の影響が現れているものと考えられる。

【鉱徴】 Matalibong-25(Mat-25)井の深度 6905ft のコアでは肉眼で方鉛鉱・閃亜鉛鉱の結晶が認められた。また、Mat-25 井の深度 6905ft のコア分析値では Au が 85ppb、Pb が 674ppm、Zn が 722ppm を示し、Au、Pb 及び Zn の高濃度濃集が認められた。

【評価】 地熱貯留層の中心部である Mat-25 井の深度 6905ft のコアの分析結果から、Au、Pb 及び Zn の高濃度濃集が認められ、また、変質鉱物としてアデュラリアが認められたことから、low-sulfidation type の鉱化作用の存在が示唆される。しかしながら、この鉱化が地表下約 2300m に位置しており非常に深部であること、Mat-25 井で捕捉された鉱化がこの部分だけであること、高温の地熱熱水が現在活動していることから鉱床が現在形成されつつある段階であることが考えられる。しかしながら地表にシリカシンターが存在することは、浅部まで高濃度のシリカを含む高温の地熱熱水が上昇していることを示している。

【鉱区】 Philippine Geothermal, Inc.

### 3-2-3 Nagas - Pio Duran地域 (Fig.II-3-9, Fig.II-3-10)

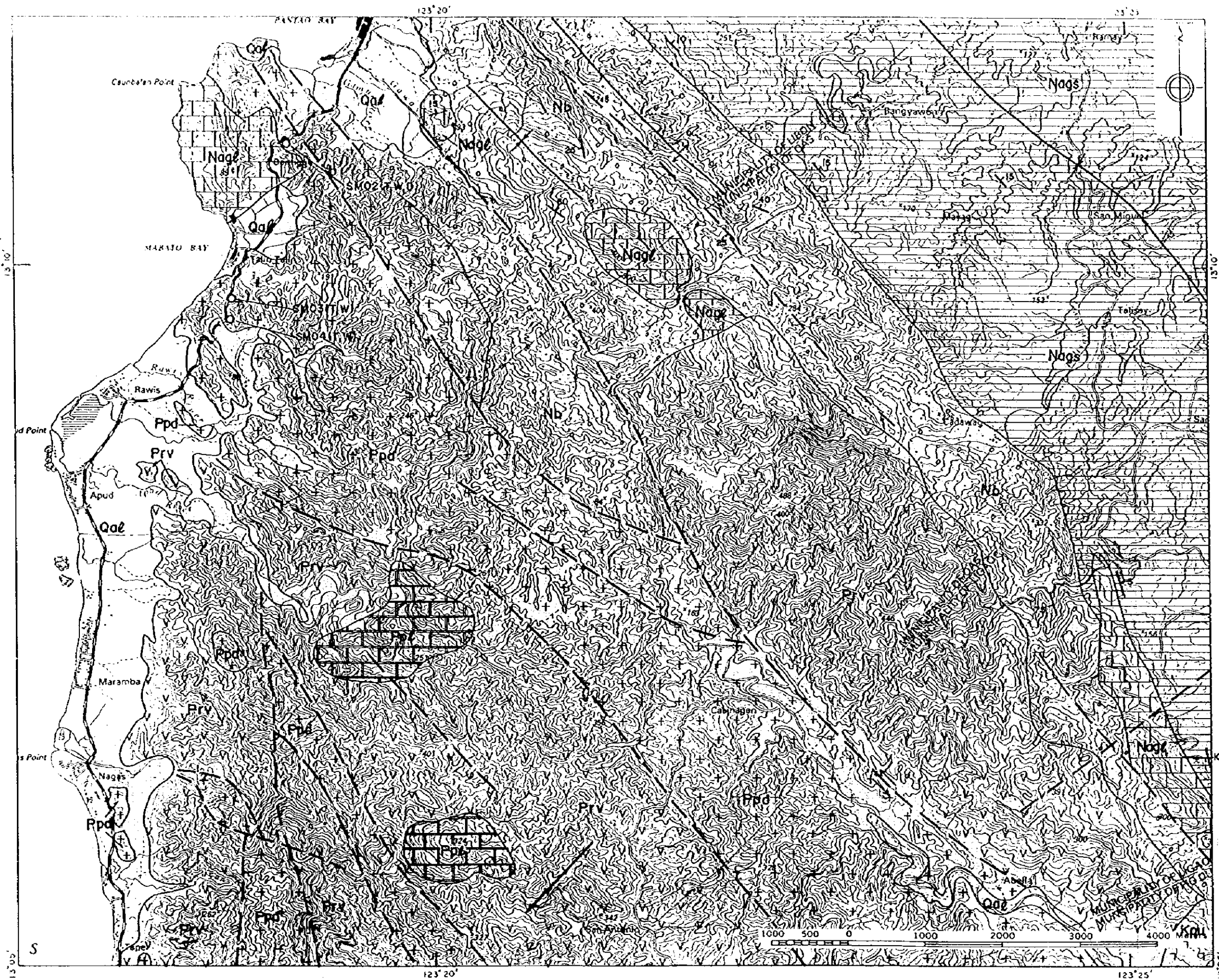
【選定理由】 本地域は、Panganiran 半島ほぼ全域に当たる。始新世の Pantao 石灰岩は、漸新世の Panganiran 閃緑岩の貫入の影響で熱変成(再結晶)していることが、de Guzman (1963) から推定でき、この閃緑岩と Pantao 石灰岩のコンタクトにスカルン型あるいはカーリン型鉱床が胚胎する可能性がある。あるいは閃緑岩と Ragay 火山岩類との間にもスカルンないしポーフィリー型鉱床の期待される。また、本地域に銅の鉱徴地が分布することが知られている(ピコール地域の鉱床・鉱徴地参照)。本調査では Panganiran 半島の西海岸側に当たる Pantao-Nagas-Cabarian ルートおよび同半島の南側にあたる Pio Duran-Kapulak ルートを調査した。

#### (1) Pantao-Nagas-Cabarianルート(Fig.II-3-9)

【位置】 Albay 州 Oas の南西方 30km、ピコール半島の西海岸沿い、13° 00' ~13° 10' N、123° 17' ~123° 21' E 付近に位置する。

【交通】 Legazpi から Oas まで国道を車両で 1 時間 10 分、Oas から Pantao まで車両で 50 分で調査ルート起点に達し、そこから終点の Cabarian まで車両で 1 時間で到達する。





**LEGEND**  
**EXPLANATION**

- Qal Terrace Gravel and Alluvial Deposit
- Late Miocene - Early Pliocene
- Talsay Formation
- Nags Pliocene Along Siltstone, Paulbo Sandstone, Malama Siltstone.
- NagL Late Miocene Talsay Limestone
- Miocene
- Nb Bicol Formation Conglomerate and Sandstone
- Oligocene
- Prv Rogoy Volcanics Andesite flows
- Eocene
- Tpu Pontao Limestone
- Unconformity
- Cretaceous
- Tpu Pangoniran Ultramafics (Ophiolite) Serpentinized Peridotite
- Upper Oligocene - Miocene Intrusive Rock
- Ppd Pangoniran Diorite Hornblende and Quartz Diorite
- Faults
- Syncline
- Anticline
- Strike and dip of bed
- Sample from outcrop
- △ Sample from float
- (T)--- Observation of thin section
- (W)--- Wholerock analysis (major and trace elements)
- (D)--- K-Ar method age determination

Reference:  
- Bureau of Mines and Geo-Sciences (1985):  
Geological Map of Pangoniran Quadrangle  
(Sheet 3659 II)

Fig.II-3-9 Geological map of the Nagas - Pio Duran Area (1) and sample locations



〔地質〕始新世の結晶質石灰岩からなる Pantao 石灰岩、漸新世前期の多斑晶安山岩からなる Ragay 火山岩類、礫岩、砂岩及び石灰質砂岩からなる中新世の Bicol 層とこれ貫く角閃石閃緑岩の Panganiran 閃緑岩からなる。これらを不整合に覆って中新世～鮮新世の石灰岩・シルト岩・砂岩からなる Talisay 層、鮮新世～更新世の石灰岩からなる Ligao 層が分布する。

リニアメントは Tapel 付近で ENE-WSW 系と NW-SE 系が、Catburawan 付近では N-S 系および E-W 系が卓越している。

〔変質〕Tapel 付近では粗粒安山岩からなる Ragay 火山岩類が緑泥石化・粘土化しており、海岸から 400～500m の場所に変玄武岩を母岩とする石膏鉱床が形成されている。主な石膏鉱床としては3つ存在しており、鉱床の方向としては N-S トレンドである。これらの石膏鉱床は一度石灰岩に覆われた際に、炭酸カルシウムに富んだ天水が、地下で割れ目に充填されている硫化物と混合して形成されたと考えられる。石膏鉱床は幅が約 1～2m で主として透明石膏で帯状の黄鉄鉱が密集したゾーンを含み、珪化を伴う部分も認められる。鉱床近傍の母岩は強粘土化しており、脆くなっている。

また、Catburawan～Cabarian では閃緑岩中に数 cm 規模の赤褐色をなす石英脈が認められる(Fig.II-3-11)。

流体包有物均質化温度では上記石英脈試料 (SM07) が 147～191℃ (平均 168.8℃) と低い値を示し、塩濃度も 0.35～0.71wt% と低い値を示し、天水の影響を強く受けていると考えられる。

〔鉱徴〕Catburawan 南東方の露頭で認められた石英脈において、肉眼で Cu の酸化鉱物が認められた。化学分析では Cu が 14500ppm(1.45%)、Zn が 1810ppm(0.18%) の高濃度異常を示した他、Au も 10ppb の値を示した。また、Tapel の石膏鉱石も Au が 55ppb と比較的高い値を示した。

〔鉱区〕MPSA および FTAA

〔評価〕本地域では火砕岩類への閃緑岩の貫入に伴う Au およびベースメタルの鉱化が認められる。硫化物に富む鉱液が鉱床母岩である火砕岩類中の亀裂を通ることにより、黄鉄鉱に富んだ亀裂充填物が形成されるが、火砕岩類の上に石灰岩が存在した場合には炭酸カルシウムに富んだ天水との反応により石膏鉱床が形成される。これらの亀裂充填物中には Au の鉱徴が認められる。一方、これより下位の閃緑岩中では、石英脈に伴いベースメタルの鉱化が認められる。

Pantao 石灰岩中にカーリン型の金鉱床が期待される他、Pantao 石灰岩を交代した Skarn 鉱床の存在が予想される。ただし、Pantao 石灰岩の分布域は小さいため鉱床賦存のポテンシャルは低いと考えられる。また閃緑岩および Ragay 火山岩類にかけてはポーフィリー型あるいは深成岩に伴う鉱脈型ベースメタル鉱化作用の可能性が考えられる。しかしながら、確認された変質および鉱徴の規模は小さい。





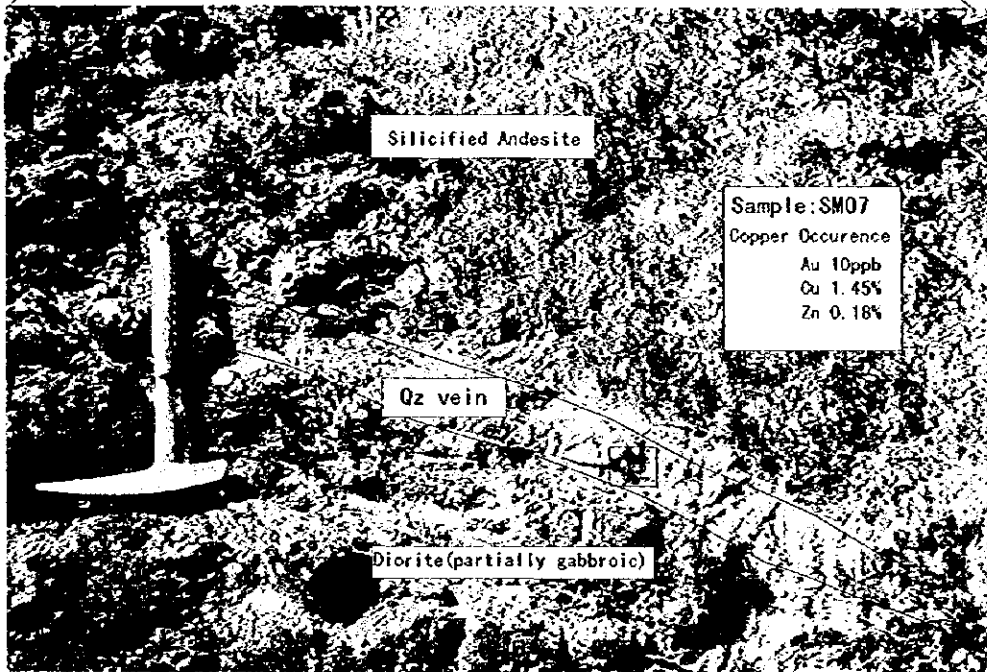
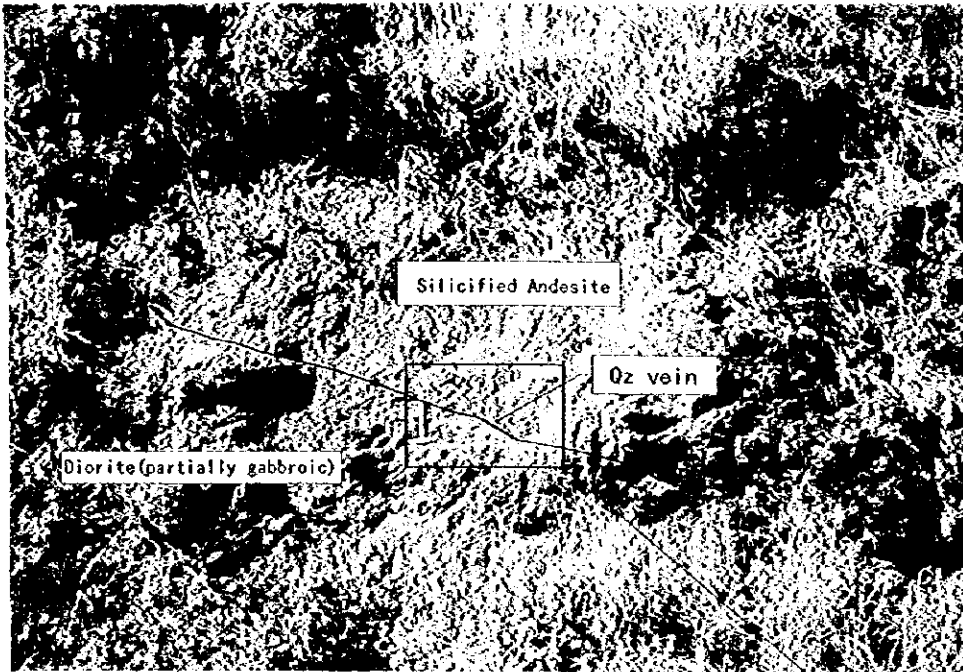


Fig. II-3-11 The copper occurrence in Nagas-Pio Duran Area  
(The outcrop at the south-eastern Catburawan)



①

②

③