

Fig. II-1-2 Depth Contours of Upper Surface of Subducting Crustal Units

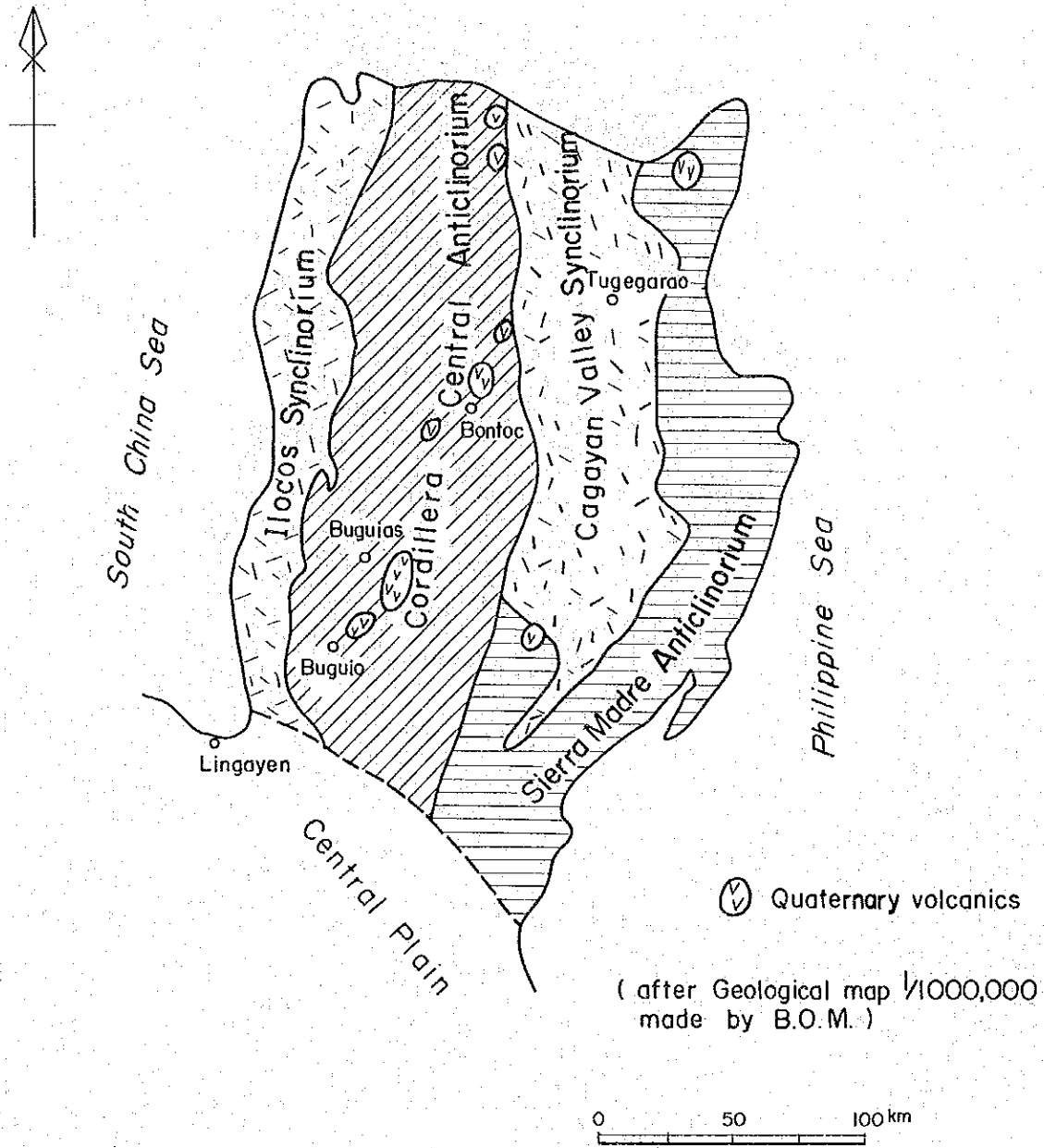


Fig. II-1-3 Tectonic Map of the Northern Luzon

第 1 章 地 質 調 査

1-1 地質調査の目的と方法

ブギアス地区 (330 km^2) の地質調査により、地熱流体の対流系を規制する地質構造の解析いわゆる「地熱貯溜層」の推定、熱水対流系の熱源の推定および広域的な地熱系の全体像を把握し、地温測定調査井 (heat gradient hole) の位置決定など第二年度以降の探査指針の基礎資料を得ることを目的とした。

このため、ランドサットイメージ・空中写真から断裂系の解析や第四紀火山体の分布などの地質単元判読および地熱変質帯の抽出に務めた。はじめに、空中写真解析結果を基礎資料として、地質概査を実施し、広域的な地質層序・地質構造等を明らかにした (A 段階調査)。この結果に基づき、地熱流体賦存有望地域 (80 km^2) について地質中精査 (B 段階調査) を実施した。(Fig. II-1-1, Table II-1-1)。

これら野外調査を通じて採取した 300 以上以上の岩石試料のうち、200 以上の岩石試料を日本に持ち帰り、室内解析の基礎資料として薄片による顕微鏡観察・X線粉末回折・放射年代測定 (C^{14} ・Fission Track)・岩石の化学分析・有孔虫化石の同定などの室内試験を実施した (Table II-1-2)。

1-2 地質概要

ルソン島は、東側をフィリピン海・西側を南シナ海にはさまれる島弧を形成している。また、ルソン島北部はフィリピン海溝の北の延長部であるケソン海溝とマニラ海溝とにはさまれ、深発地震を伴ない、第四紀火山が分布する島弧である (Fig. II-1-2)。

ルソン島北部の島弧の地質構造は、基本的には南北に配列する複背斜と複向斜にわかれ、これらは東側から西側へシエラマドレ (Sierra Madre Mountains) 複背斜・カガヤン (Cagayan valley) 複向斜・コルデイラセントラル複背斜・イロコス (Ilocos) 複向斜と並び、この南はセントラル平原 (Central Plain) によって境されている。尚、調査地域のブギアス地区はコルデイラセントラル複背斜南部に位置している (Fig. II-1-3)。

ルソン島北部の第四紀火山の分布は、コルデイラセントラル・シエラマドレ両複背斜中に見られ、コルデイラセントラル中の既知地熱徴候としてはイトゴン・アクパン (Itogon-Acupan) 地区、ダクラン地区、ブギアス地区、マイニット (Mainit) 地区などが知られている。

コルデイラセントラルの地質は、白亜紀後期に変成を受けた角閃片岩などの結晶片岩や白亜紀後期のトータル岩などの深成岩類、下部古第三系の塩基性火山岩類を主体とし堆積岩を伴う地層、最上部古第三系から下部中新統の塩基性～酸性の火山岩類を主とし、石灰岩などの

堆積岩類を一部分なり地層，中新世中期の石英閃緑岩・花崗閃緑岩などの小底盤を形成する深成岩類，上部中新統の中性～酸性の火山岩類，鮮新世の石灰岩・第四紀酸性火山岩類からなる（MMAJ，1977）。

ブギアス地区の地質は，最上部古第三系から下部中新統に属する塩基性火山岩類を主体とするブギアス層（新命名），上部中新統の中性～酸性火山岩類からなるロオー層（Lo-o）（新命名），第四系の酸性火山岩類からなるボドー（Bodo）層（新命名）という3つの地層と貫入岩類から構成される。ブギアス地区の地質構造は，断層構造と褶曲構造が組み合わさって複雑な地質構造を呈し，構造方向として南北方向が卓越し，これに東-西・北西-南東の方向が重っている。

1-3 衛星写真・空中写真解析

衛星写真解析は，Landsat 衛星によって得られた多波長帯走査計（Multi Spectral Scanner）の70%映像フィルム（E-30371-01407-7）の4・5・7バンドを用いて，白黒画像（100万分の1，50万分の1，25万分の1），擬カラー画像（false color imagery），エッジ強調画像（Edge Enhanced Imagery）を作製し，地質構造单元，リアメント，第四紀火山の分布について解析を行った。

また，空中写真判読については，調査範囲周辺地区を含め500km²の地域の2万分の1の空中写真を用いて，層序概要・地質構造の概要，特に第四紀火山の分布とその周辺地域の環状構造の有無について解析を行った。

1-3-1 衛星写真解析

衛星写真解析では，地質单元は以下に述べるI・I'・II・II'・IIIの5つに分かれ，リアメントはN-S性，NNW-SSE（～NW-SE）性，NE-SW性，E-W性，NEE-SWW性，環状構造などが認められる（Fig.II-1-4）

a 地質单元について

地質单元Iは，海岸沿いやカガヤン溪谷沿いの低地に分布し，地形的には起伏の少ない平らな平野を形成する。この地質单元には，リアメントの発達認められず，赤外線波長の電磁波を吸収する水分に富むもので，この单元は正常堆積物ないし堆積物からなる第四系の地層であると推定される。

地質单元I'は，コルディレラ・セントラルの山岳地帯に点在し，森林に覆われている。肌理が滑らかで，周辺の急峻な地形の中で比較的ゆるやかな丘陵状の地形を示す。また，ゆるやかな凸形の溶岩円頂丘が見られ，これらは，第四系の火山岩類からなると推定される。尚，溶岩円頂丘は，北からボントック（Bontoc）の北，ブギアス・セントラル（Buguias Central）の東，ダクランの北側に見られ，分布面積はブギアス・セント

ラルのものが一番大きい。

地質单元Ⅱは、コルディレラ・セントラル両翼に発達し、森林により覆われ、肌理が滑らかである。河川の発達がよい。水系は全体的には平行状で、平行四辺形状のパターンを示し、抵抗性が大きくてケスタ状の地形が南北に延びるように発達して、地層の構造が判読でき、褶曲もみられる。このように、この地質单元は層理の発達する堆積岩類から構成されると推定され、コルディレラ・セントラルの上昇に伴ない、その両翼に堆積したモラッセ性堆積物を主体とする新第三系の堆積岩類からなると推論される。

地質单元Ⅱ'は、地質单元Ⅲの中に分布する内陸盆地を形成する。肌理は滑らかで、森林および耕作地により覆われる。水系密度は低く、抵抗性も小さい。この地質单元は、地質单元Ⅱの末期から地質单元Ⅰにかけた時代の内陸の陥没盆地の粗粒堆積物からなると推定される。

地質单元Ⅲは、コルディレラ・セントラルに分布し、コルディレラ・セントラルの核をなしている。肌理は比較的粗く、抵抗性も大きい。起伏量は大きく深いV字谷が発達し、水系密度が高く、水系も平行パターンから亜樹枝状のパターンを示す。部分的に層理が見られたりするが、複雑な地質構造帯であると推定される。

b リニアメントについて

リニアメントは地質单元Ⅰではほとんど認められず、地質单元Ⅲでよく発達する。方向としては、N-S・NNW-SSE；E-W，NE-SW・および環状のものが見られる。

N-S性のリニアメントは、コルディレラ・セントラル内とその両翼の地層の走向として発達する。コルディレラ・セントラル内のN-S性のリニアメントはコルディレラ・セントラル東部によく発達し、他のリニアメントと切りつ切れつ関係にあるが、他のリニアメントとの関係をさらに詳しく見れば、N-S性のリニアメントはより古くから新しい時代まで、活動したリニアメントと判断される。尚、このN-S性のリニアメントの代表的なものは、ブギアス・セントラル東方20 km程のところに見られるもので、延長は100 km以上に達する大規模なものもあり、ルソン島北部の島弧方向と一致している。

NNW-SSE性のリニアメントはコルディレラ・セントラル西部に発達し、N-S性のリニアメントと同じような時代に活動したと推定される。

E-W性からNEE-SWW性のリニアメントは、コルディレラ・セントラルを横断するように分布し、延長も50 km以上に達するものも見られる。これらE-WからNEE-SWW性のリニアメントは、コルディレラ・セントラルの複背斜の胴切り断層系の可能性がある。

NW-SEやNE-SW系のリニアメントは、コルディレラ・セントラル縁部に見られ、延長は短いものである。

環状のリニアメントは、北からポントックの北方十数キロメートルのところにNE-SW 10 km程の長径をもつもの、ブギアス・セントラルの南の直径5 km程の小さなもの、ダクラン周辺の同心円状の環状のものなどが見られる。

1-3-2 空中写真解析について

空中写真解析は、地表踏査範囲およびその周辺地区500 km²について行った。

空中写真解析結果は地質踏査の中でチェックされ、まとめられた。

空中写真解析では、明瞭な断層が3本識別され、それらはボドー付近を通る走向NW-SEの断層、カバヤン東方の南北性の断層およびルサブ山周辺の環状の断層である。

空中写真によると、第四紀火山岩類の溶岩円頂丘は、ルサブ山を中心にして南北に配列し、その東側には認められず、第四紀火山岩類の活動の中心はルサブ山を中心とした南北の溶岩円頂丘付近と推定される。第四紀火山岩類以外の地質単元は、識別が困難であり、部分的に南北性の褶曲構造が見られるが、複雑なリニアメントなどでその連続を迫り事が出来ない。

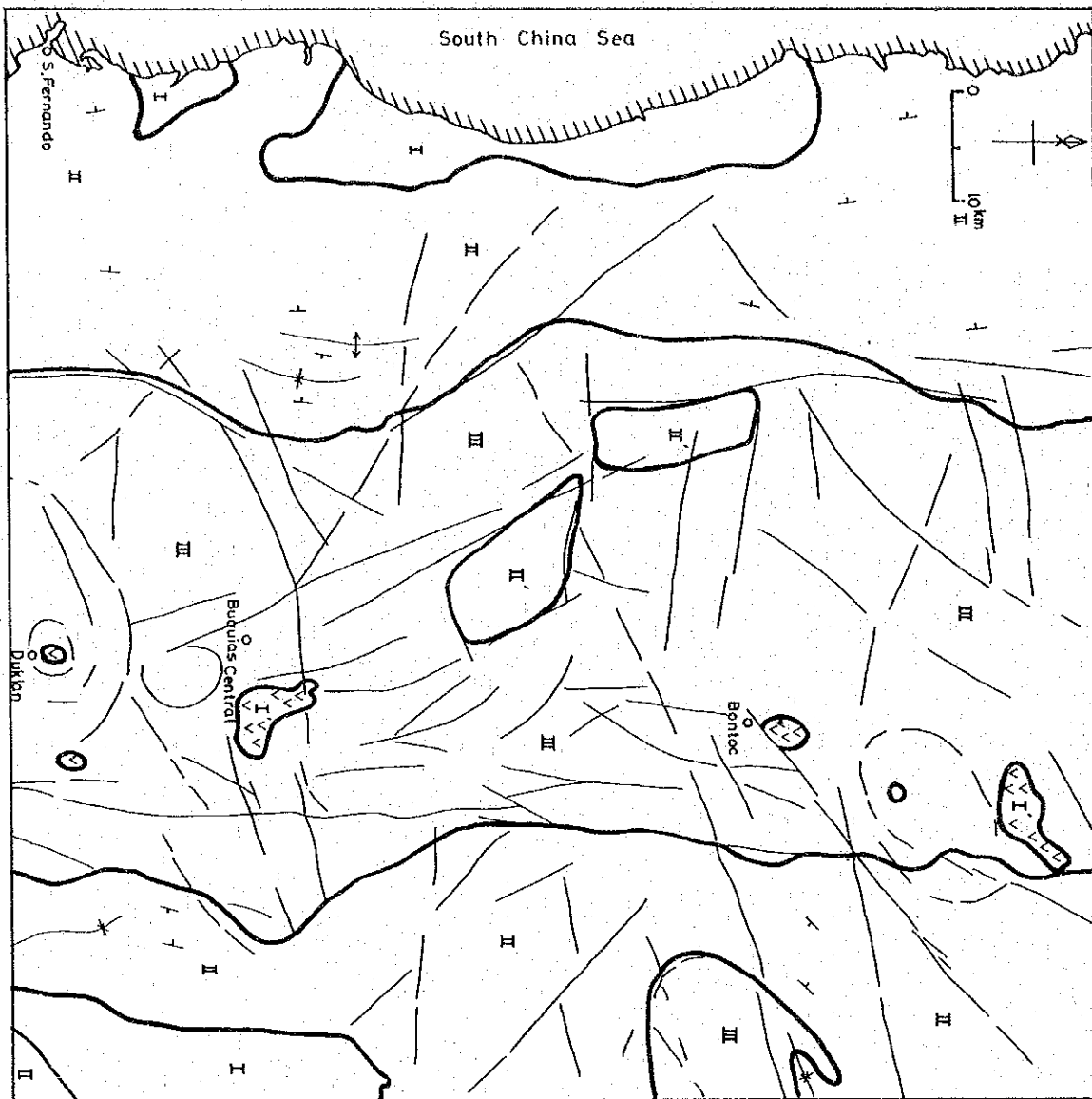
1-4 地質各論

調査地域の地質は、漸新統～下部中新統、上部中新統および第四系の地層の3つの地層から構成される。従来本地域の地質に関しては、調査データが少く、地層命名や地層区分が不十分なために、今回の調査で下部よりそれぞれブギアス層 (Buguias formation)、ロオー層 (Loo formation) およびボドー層 (Bodo formation) と新しく命名した。(Table II-1-3 Fig. II-1-5, II-1-6) 以下これらの地層についてのべる。

1-4-1 ブギアス層 (Buguias formation)

本層は、調査地区全域に広く分布し、玄武岩質～安山岩質火山碎屑岩類、同溶岩および凝灰岩～泥岩の堆積岩互層を主体として構成される。玄武岩～安山岩溶岩には、枕状溶岩は下部と中部との2層準に発達する。また、これらの溶岩および火山碎屑岩類は、輝石やかんらん石を斑晶とするかんらん石玄武岩～輝石安山岩からなる。火山碎屑岩類は、玄武岩質～安山岩質凝灰角礫岩、ハイアロクラスタイト、火山礫凝灰岩でありしばしば基質が石灰質からなる部分が発達する。また局部的に石英安山岩質～流紋岩質溶岩がみられる。堆積岩互層中には礫岩が狭在し基盤岩起源と推定される変質緑色岩の礫が含まれることがある。また、本層の堆積岩互層中や火山碎屑岩中にしばしば生痕化石がみられたり、本層中に数枚の浅海性の石灰岩が狭まれることから、浅海成の環境で堆積したものと考察される。層厚は最大3500 mに達するものと推定される。本層中の凝灰岩から浮遊性有孔虫および底棲有孔虫が産するが、示準化石を欠き時代を決定するには不十分であるが、有孔虫化石と貫入岩のフィッシュトラック年代 (28.6 m. y.) とから漸新世後期～中新世前期と推定される。(Table II-1-4, II-1-5)

本層は、南のダクラン地区の漸新統～中新統の火山碎屑岩や堆積岩の岩相と酷似しておりこれら



Legend

- | | | | |
|------------|----------------------------|--|-------------|
| I, II, III | ; Geological unit | | ; fold axis |
| | ; Geological unit boundary | | ; bedding |
| | ; Lineament | | |

Fig. II-1-4 Interpretation Map of Landsat Image

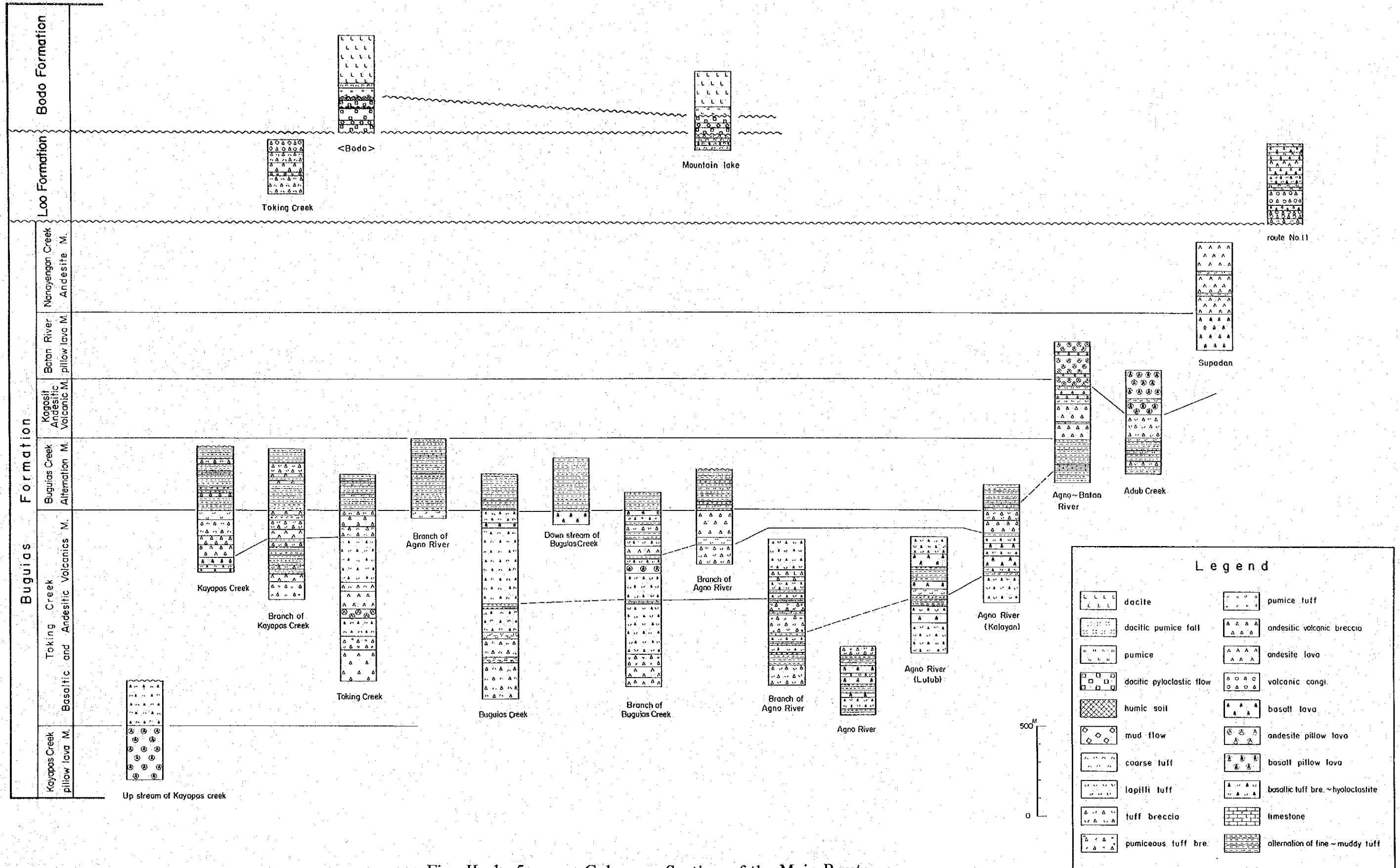


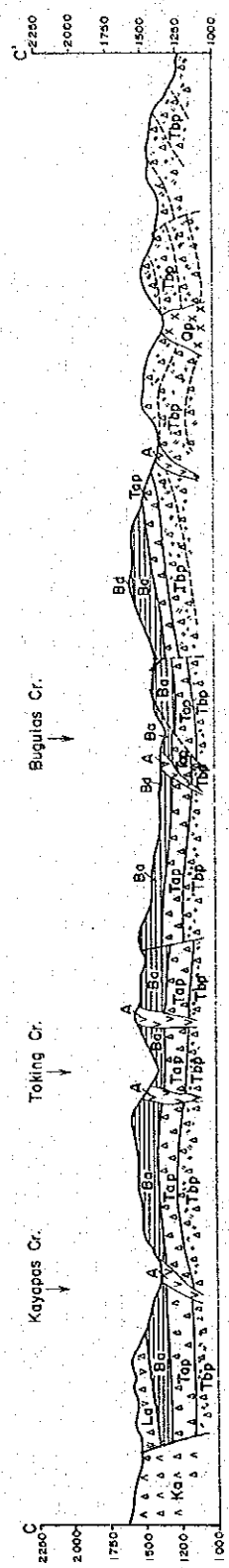
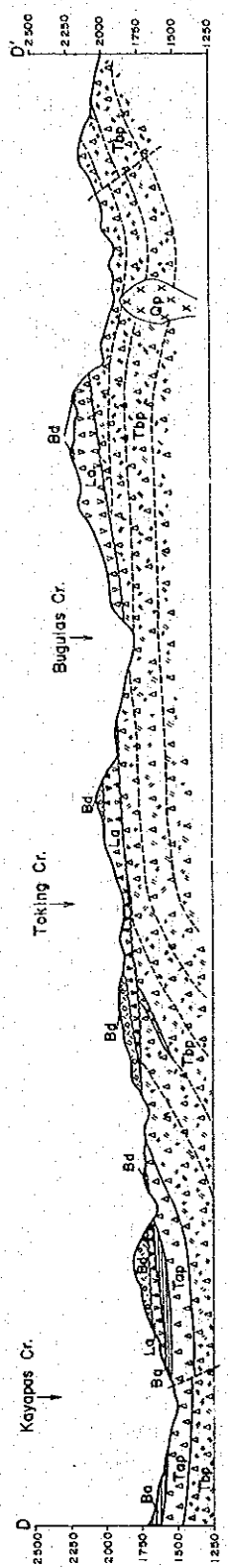
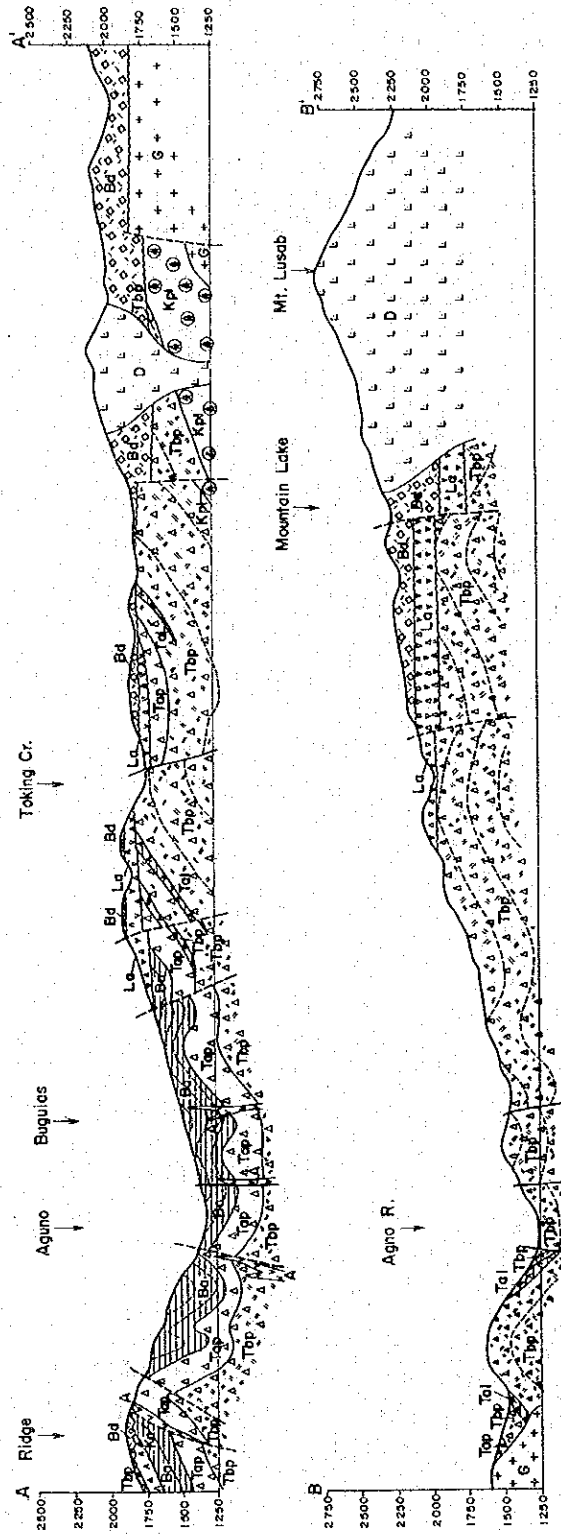
Fig. II-1-5

Columnar Section of the Main Route

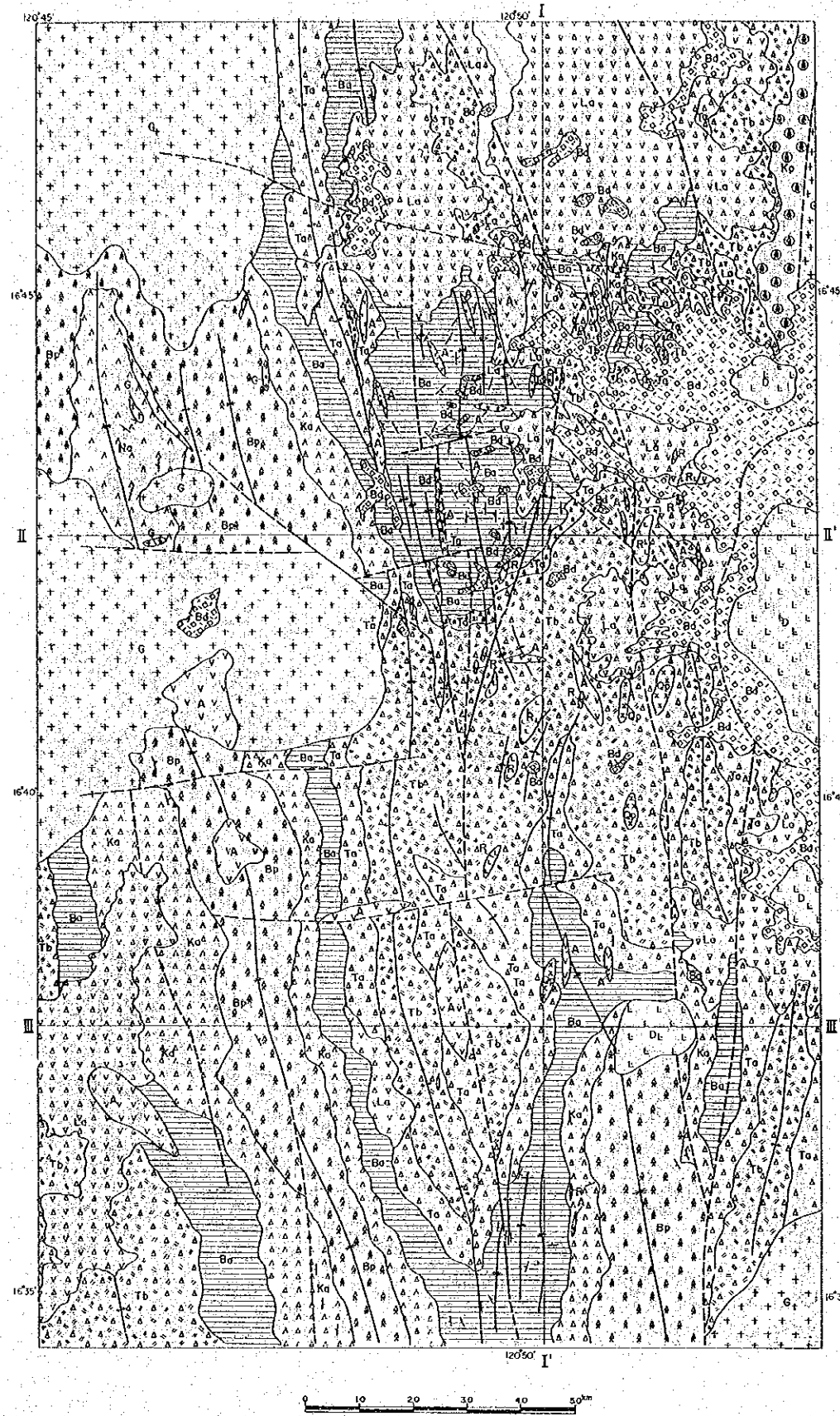


- ### Legend
- (Quaternary)
 Bodo F. dacitic pyroclastics (pumice tuff, pyroclastic flow)
- (Tertiary)
 (Upper Miocene) Loo F. hb andesite ~hb dacite lava, pyroclastics
- (Lower Miocene)
 Baguio F.
 Batan River pillow lava M. basaltic pillow lava, pyroclastics
 Kagosit An. volcanic M. px andesitic hyoclastic tuff, pyroclastics
 Baguio CR. alternation M. alternation of fine tuff ~ tuff breccia
 Taking CR. Ba-An volcanic M. andesitic pyroclastics
 basaltic pillow lava
 limestone
 andesitic lava
 basaltic pyroclastic
 Kayapas CR. pillow lava M. basaltic pillow lava
- (Intrusive rocks)
 bi-hb dacite
 rhyolite ~ dacite
 andesite ~ hb andesite porphyry
 diorite ~ granodiorite porphyry
 diorite Qtz-diorite granodiorite
 strike and dip
 fault
 anticline
 syncline

Fig. II-1-6 Geological Map of Semidetailed Survey

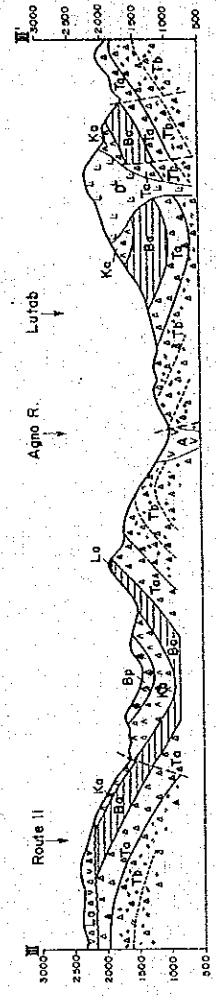
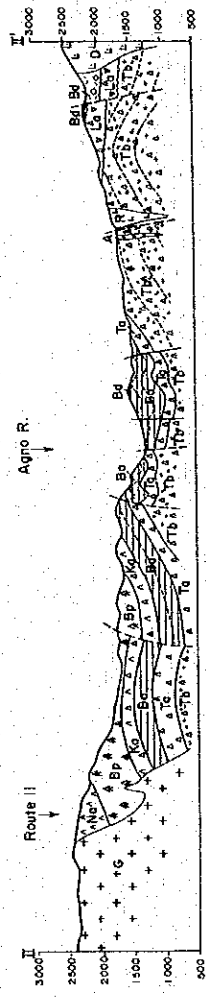
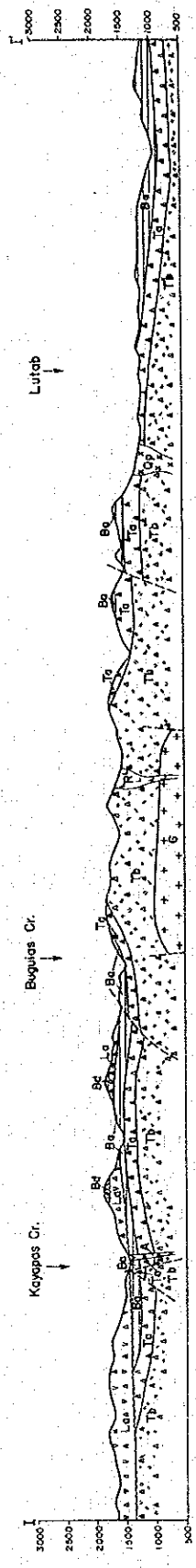


Geological Profiles of Fig. II-1-6



- Legend**
- (Quaternary)**
- Bodo F. dacitic pyroclastics (pumice tuff, pyroclastic flow)
- (Tertiary)**
- Lao F. hb-andesite - dacite lava, pyroclastics
- (Miocene)**
- Nahayangan CR. An. M. px-andesite lava, pyroclastics
 - Bulan River pillow lava M. basaltic pillow lava, pyroclastics
 - Kagosit. An. volcanic M. px-andesitic hyaloclastic tuff, pyroclastics
 - Bugulus CR. ol. M. alternation of fine tuff ~ tuff breccia
 - Taking CR. andesitic pyroclastics
 - Ba-An volcanic M. basaltic pyroclastic
 - Kayapas CR. pillow lava M. basaltic pillow lava
- (Intrusive rocks)**
- bi-hb dacite
 - rhyolite ~ dacite
 - andesite ~ hb andesite porphyry
 - diorite ~ granodiorite porphyry
 - diorite Qtz-diorite granodiorite
 - strike and dip
 - fault
 - anticline
 - syncline

Fig. II-1-7 Geological Map of Reconnaissance Survey



Geological Profiles of Fig. II-1-7

に対比される。また、岩相的にバギオ周辺のジグザグ層 (Zigzag formation) に対比されるものとする。

本層は、岩相的に6つの部層に区分され、下位より、カヤパス沢枕状溶岩部層 (Kayapas creek pillow lava member) トッキン沢安山岩玄武岩火山岩部層 (Toking creek basaltic and andesitic volcanics member), ブギアス沢堆積岩互層部層 (Buguias creek alternation member), カゴシット安山岩火山岩部層 (Kagosit andesitic volcanics member), バタン川枕状溶岩部層 (Batan river pillow lava member), ナナエンガン沢安山岩部層 (Nanayengan creek andesite member) を命名した。以下これらの部層についてのべる。

1-4-1 部層

① カヤパス沢枕状溶岩層 (Kayapas creek pillow lava member)

模式地：ブギアス北方カヤパス沢上流

分布：カヤパス沢上流域

層厚：300m+

岩相：本部層は玄武岩質枕状溶岩からなる。模式地のカヤパス沢 (Kayapas creek) 上流では、長径20cm-1mの枕状構造が発達している。(Fig. II-1-8) ピロープレッチャー間はしばしば方解石・緑泥石・緑廉石で充填され、斑晶が2-3%の輝石・かんらん石玄武岩である。枕状溶岩の層理は走向N20°E, 傾斜20°Nを示す。下限は、花崗閃緑岩と断層で境され、また分布が本地域だけに限られるため、下限および水平的岩相の変化については明らかでない。

層位関係：調査地域で本部層より下位の地層は露出せず、下位層との関係は不明である。

② トッキン沢玄武岩質・安山岩質火山岩類部層 (Toking creek basaltic and andesitic volcanics member)

模式地：ブギアス地区東部のトッキン沢 (Toking creek) 上流。

分布：ブギアス東部のトッキン沢およびブギアス沢上流から、ルタブ (Lutab), カバヤン (Kabayan) 地区のアグノ川 (Agno river) 流域にかけて広域に分布する。

層厚：1,200m±

岩相：本部層は安山岩および玄武岩溶岩、枕状溶岩および粗粒火山砕屑岩類を主体として、同質細粒火山砕屑岩および石灰岩などを伴っている。模式地のトッキン沢では、玄武岩質火山砕屑岩類、枕状溶岩およびハイアロクラスタイト (Fig. II-1-9a), 安山岩質溶岩、同質凝灰角礫岩および溶岩が発達し、下部はロオー層の火山円礫岩と断層で接している。これらの玄武岩質火山砕屑岩やハイアロクラスタイトは、10cm-20cm

の紫色を呈する玄武岩質角礫，2cm—10cmの白色で流理構造をもつ石英安山岩，および石灰岩の異質角礫からなる。角礫状溶岩は，5—50cmに角礫化した玄武岩間を方解石や緑泥石で充填膠結され，全体的に杏仁構造が発達する。枕状溶岩は安山岩質と玄武岩質なものからなり，安山岩質なものは，枕状構造の発達が不良である。これらは，紫～暗紫色を呈し，かんらん石や輝石を斑晶とする普通輝石かんらん石玄武岩～普通輝石安山岩である。玄武岩質なものは30cm—1mの枕状構造が良好で，方解石などでうめられた杏仁構造が発達する。ブギアス沢では，玄武岩質凝灰角礫岩～ハイアロクラスタイトを主体とし，ルタブヤカバヤン地区のアグノ川本流，および，その枝沢では，本部層の比較的下部がみられ，安山岩～玄武岩質火山砕屑岩，細粒凝灰岩互層，石灰岩（Fig. II—1—10），および流紋岩溶岩や酸性火山岩質凝灰岩が発達する。ブギアス沢南方の無名の沢では，方解石で膠結された玄武岩質ハイアロクラスタイト中に少くとも3枚の石灰岩および細粒凝灰岩互層がみられる。これらの石灰岩は，細粒凝灰岩互層中に50cm—1mのレンズをなして狭まれたり，無層理塊状で玄武岩質角礫を含んでいるものがあり，いずれも化石には乏しいものである。細粒凝灰岩互層は級化が良好で，紫～淡緑色を呈し，50cm—1mの単層からなる。またこれらの互層中に流紋岩溶岩，軽石凝灰岩が狭まれる。流紋岩溶岩は，節理の発達した塊状なものから角礫状溶岩，異質礫を含む凝灰角礫岩へと岩相変化し，軽石凝灰岩は，流紋岩質同質礫と石灰岩の異質礫からなり，軽石はやや偏平化し緑泥石化をうけ淡緑色を呈する。

以上のように，本部層は北部と南部とで岩相の変化をしめす。すなわち，全体には玄武岩質～安山岩質凝灰角礫岩とハイアロクラスタイトを主体として，南部では玄武岩質溶岩と，これらに狭まれて粗～細粒火山砕屑岩互層がよく発達し，また，中央部では酸性火山岩の活動がみとめられる。本部層中では，石灰岩が北部から中央部で少くとも3枚認められる（Fig. II—1—10）

本部層の構造は，北部と南部ではほぼ走向N—Sを示して本地域の第一級のN—S方向に軸を有する背斜構造を形成し，中央部では走向N—SからE—W方向に転じて，E—W方向の隆起構造を形成する。

層位関係：下位のキャバス沢枕状溶岩部層とは整合関係である。

記載：普通輝石かんらん石玄武岩（Sample No. N—55）（Fig. II—1—9b）

斑晶：斜長石・かんらん石・普通輝石・不透明鉱物。斜長石は大きさ0.3～1.0%，ときに3%におよび，曹長石，モンモリロン石によりほとんどが虫蝕状に置換されている。かんらん石は大きさ0.5～2.0%，イデングス石に全部または周縁部およびへき開に沿っておきかえられており，無色でフォルステライト成分に富む。普通輝石は大きさ0.3～0.6%で不透明鉱物は大きさ0.1～0.3%である。

石 基：ほぼ完全に變質し、モンモリロン石化および炭酸塩鈹物化している。方沸石や炭酸塩鈹物よりなる杏仁状組織を示す。また本玄武岩が角礫岩化しその間を小型有孔虫を多量に含む炭酸塩鈹物がうめるハイアロクラスタイトの産状を示す。

③ ブギアス沢堆積岩互層部層 (Buguias creek alternation member)

模式地：ブギアス南部ブギアス沢下流。

分 布：ブギアス地区アグノ川流域からカヤバス沢流域にかけ、また、カバヤン地区のアグノ川流域からバタン川東の山麓に沿って帯状に分布する。

層 厚：350 m ±

岩 相：本部層は細粒凝灰岩、泥質凝灰岩及び泥岩の互層 (Fig. II - 1 - 11 a) を主体として、安山岩質凝灰角礫岩～火山礫凝灰岩及び石灰岩などから構成される。模式地のブギアス沢では、厚さ10～50 cmの単層からなり級化構造の良く発達した中粒～細粒凝灰岩互層がリズムカルに発達する。これらは灰白色～淡緑色、及び紫色を呈し珪化をうけ硬質である。変形が著しく、ほぼ南北方向の軸をもつ波長200～500 mの褶曲構造を形成する。ブギアス地区では、粗～細粒凝灰岩互層中に安山岩質火砕岩の狭みがしばしばみられ、互層も比較的珪化が弱い。カヤバス沢やその枝沢での本部層は、凝灰角礫岩～火山礫凝灰岩と粗粒～細粒凝灰岩互層からなる。これらの単層は50 cm～1 mの層厚をもち、安山岩質角礫を径1～20 cmの垂角礫～垂円礫の流紋岩、泥岩及び石灰岩の異質角礫を多量に含む。本部層の比較的下部に軽石凝灰岩と石灰岩が狭在する。軽石凝灰岩は径1～5 cmの偏平化し緑泥石化をうけ淡緑色を呈する軽石からなり、基質は石灰質である。石灰岩は径0.5～1 cmの軽石を含み塊状無層理で、化石に乏しい。アグノ川本流及びトッキン沢下流では、安山岩質凝灰角礫岩～火山礫凝灰岩及び石灰岩が互層中に狭まれる。互層中には、サンドパイプ状の生痕化石が数多く認められ、浅海性の堆積物である。またスランブ構造が発達しスランブ褶曲がみとめられる (Fig. II - 1 - 12 a)。安山岩質凝灰角礫岩～火山礫凝灰岩は淡緑色を呈し、級化は良好で軽石のパッチを含む軽石質火岩である。石灰岩は、灰白色塊状で具化石の被片や大型有孔虫がしばしば観察される。この周辺での本部層は波長200～500 m程度の南北に軸を有する波曲構造を形成する。カバヤン地区のアグノ川本流及びその支流のアダト沢 (Adud creek) の下流では、本部層の安山岩～玄武岩質凝灰岩互層は単層が50 cm～1 mの厚さを示し、級化は良好である。凝灰角礫岩は安山岩～玄武岩質の角礫～垂角礫状を示し、異質礫として泥岩や石灰岩を多量に含む。基質に石灰質部がみられる。礫岩はこれらの互層中に狭まれ、石灰岩の垂角礫～垂円礫及び基盤岩起源と考えられる強変質をうけた緑色岩の礫を多量に含む。基質は砂～シルト質で、厚さは数10 cmから数m程度である。

本部層の岩相は北部のプギアス地区と南部のカバヤン地区とで若干の相違がみられる。北部では、細粒火砕岩互層でその単層も比較的薄く、珪質な部がみられるが、南部では、互層は粗粒火砕岩質で単層も比較的厚く、礫岩や凝灰角礫岩～火山礫凝灰岩の狭みも多くなる。また基盤起源と思われる緑色岩の礫が多量に認められる。

本部層の構造は、一般にほぼ走向N-S方向を示し、緩～急傾斜で一部逆転し、本地域のN-S方向に軸を有する短波長の小褶曲構造や波曲構造を複雑に形成する。とくに主断層であるN-S系の断層の周辺では、著しく変形し無数の短波長の小褶曲を形成する。

本部層の泥質岩および石灰岩から有孔虫が産出する (Table II-1-4)。しかし時代を決定するには至らないが、中新世下部と推察される。

層位関係：下部のトッキン沢玄武岩安山岩部層とは整合関係にある。

記 載：異質火山礫凝灰岩 (Sample No N-135) (Fig. II-1-11b)

変質杏仁状玄武岩、変質安山岩、石灰岩などの礫からなる火山碎屑岩である。一般に変質がすすみ、モンモリロン石、緑泥石、炭酸塩鉱物などの二次鉱物が多量に生成している。

石灰質泥岩 (Sample No 128) (Fig. II-1-12b) 小型有孔虫を多数含み石灰質な泥岩である。

④ カゴシット安山岩質火山岩部層 (Kagosit andesitic volcanics Member)

模式地：カバヤン地区南部アダト沢カゴシット地区

分 布：カバヤン南部カゴシットからバタン川流域で南北に背斜構造の両翼を形成し帯状に分布し、さらにポリボ尾根 (Pulibo ridge) の山麓からルンガウ (Lungaw) にかけて南北に帯状に分布する。

層 厚：350 m ±

岩 相：本部層は安山岩質凝灰角礫岩～ハイアロクラスタイトを主体として、角礫状溶岩、軽石質凝灰岩などから構成される。模式地のアダト沢カゴシット地区ではプギアス沢堆積岩互層部層の上位に暗緑色塊状無層理な輝石安山岩質凝灰角礫岩が発達する。角礫は径5～20 cmでほとんど同質礫からなり、一部ハイアロクラスタイト状を示す (Fig. II-1-13a)。比較的上位に軽石質火山礫凝灰岩が狭まれ、軽石は扁平化し、径は2～5 cm程度で、緑泥石化をうけ淡緑色を呈する。火山礫は石灰岩の異質礫を含む。アグノ川本流のボロック (Boloc) では、安山岩質ハイアロクラスタイト、凝灰角礫岩や粗粒火砕岩がみられる。ハイアロクラスタイトは、暗緑色を呈し無層理塊状で、一部方解石でうめられた杏仁構造をもつ。溶岩の産状を示すものもあり、ガラス質で暗緑色を呈する輝石安山岩である。

層位関係：下位のプギアス沢堆積岩互層部層と整合関係である。

記 載：普通輝石安山岩 (Sample No N-95) (Fig. II-1-13b)

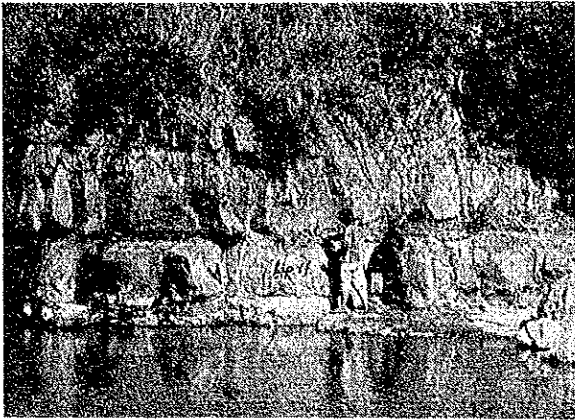


Fig. II-1-11a Photograph
 (alternation of lapilli tuff and mudstone,
 Buguias cr. alternative member, Buguias
 formation, at Buguias)
 Sample no. N-135

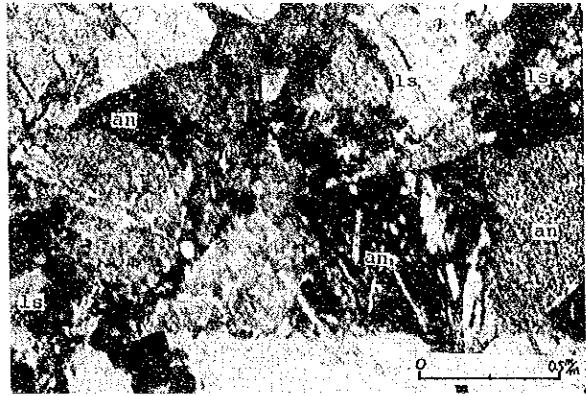


Fig. II-1-11b Microscopic Photograph
 of Sample no. N-135,
 accidental lapilli tuff composed of
 andesite and calcareous lapilli

an ; andesite
 ls ; limestone
 (open nicol)

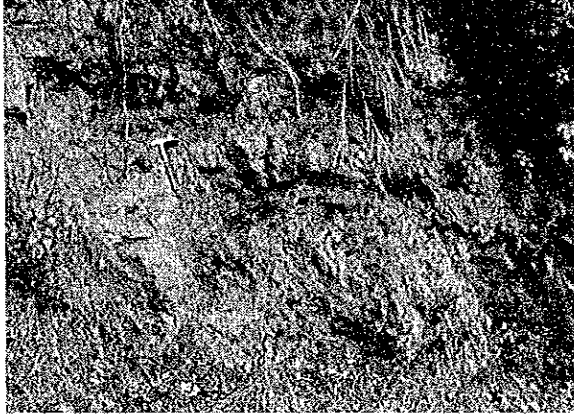


Fig. II-1-12a Photograph
 (slump structure of mudstone
 in Buguias cr. alternative member
 at Buguias)

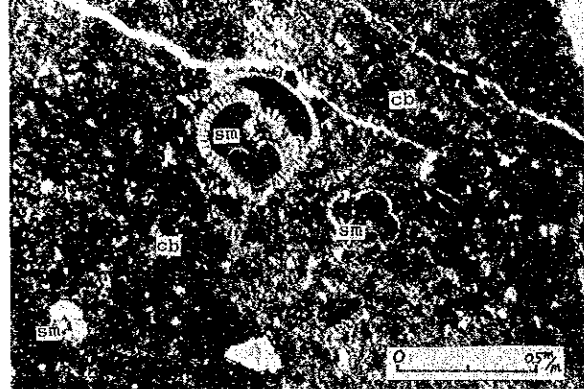


Fig. II-1-12b Microscopic Photograph of
 Sample no. N-128,
 calcareous mudstone (small foraminifera
 bearing), Buguias cr. alternative member,
 Buguias formation

sm ; small foraminifera
 cb ; carbonate material and
 muddy material
 (cross nicol)

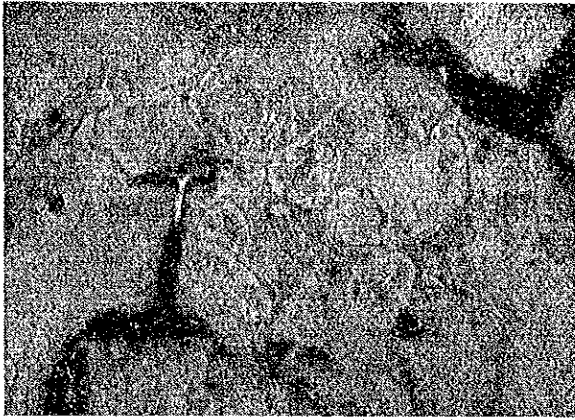


Fig. II-1-8 Photograph
 (basaltic pillow lava, Kayapas cr.
 pillow lava member Buguias formation,
 at Kayapas Creek)

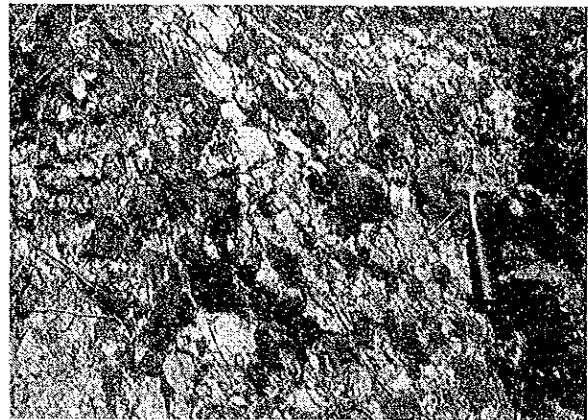


Fig. II-1-9a Photograph
 (basaltic hyaloclastite cemented with
 calcareous material, Toking cr. basaltic
 and andesitic volcanics member,
 Buguias formation at Toking Creek)
 (Sample no. N-55)

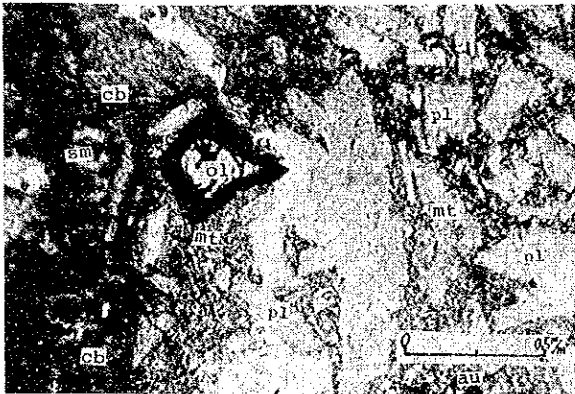


Fig. II-1-9b Microscopic Photograph of
 Sample no. N-55.
 augite-olivine basalt and carbonate material

- pl ; plagioclase
- ol ; olivine
- au ; augite
- mt ; montmorillonite
- cb ; carbonate material
- sm ; smaller foraminifera

(open nicol)



Fig. II-1-10 Photograph
 (alternative lime stone Toking cr.
 basaltic and andesitic volcanics member,
 Buguias formation, at a southern small
 creek of Buguias cr.)

Table II-1-4 Smaller Foraminifera

No. 1	M-22	No foraminifera		
No. 2	M-60	"		
No. 3	M-101	"		
No. 4	N-38	"		
No. 5	N-48	"		
No. 6	N-84	"		
No. 7	N-94	Nonion sp. 4 Gyroidina sp. 5 Cal. Foram. gen. and sp. indet 10	} 10	1 Benthonic Foram are observed without Planktonic Foram. The stage is not sure but it would be regarded as Middle Miocene.
No. 8	N-98a	Globigerinodes sp. 4 Globigerine sp. 3 Pla. Foram. gen. and sp. indet 10	} 10	2 These sediment is considered to be deposited in a open sea so that only Planktonic Foram is observed in them. The stage is not sure but it would be regarded as Lower Miocene.
No. 9	N-98B	Cla. Foram. gen. and sp. indet 5	} 5	
No. 10	N-116	No. Foraminifera		
No. 11	N-129	Globigerinoides sp. 25 Globigerine sp. 10 Pla. Foram. gen. and sp. indet 8	} 8	Same as 2
No. 12	N-176	No Foraminifera		
No. 13	N-177	"		

斑 晶：斜長石・普通輝石

斜長石は大きさ1.0～4.0%虫食い状構造を示し、曹長石、炭酸塩鉱物、モンモリロン石に一部置換されている。

石 基：非顕晶質であり、一部炭酸塩鉱物の細脈がみられる。

⑤ バタン川枕状溶岩部層 (Batán river pillow lava Member)

模式地：アグノ川支流バタン川の上流。

分 布：カバヤン南部のアダト沢中流域、さらに、バタン川からムンゲオト山 (Mount Mungeoto) にかけて、ほぼ南北の背斜構造の翼を形成し帯状に分布し、また、ナボリコン沢 (Nabolicon creek) からシネップシップ (Sinepsip) にかけて向斜構造の翼部を形成しほぼ南北に分布する。

層 厚：300m±

岩 相：本部層はおもに玄武岩質枕状溶岩からなり、一部玄武岩質凝灰岩、安山岩質枕状溶岩及び同質火山砕屑岩などから構成される。模式地のバタン川上流では、玄武岩質枕状溶岩 (Fig. II-1-14a) 及び火山砕屑岩からなり、一部安山岩質な部分もある。枕状溶岩は、長径20cm～1m、暗緑色～暗紫色を呈し、pillow間は緑泥石、緑廉石の二次鉱物で充填され斑晶に輝石をもつ輝石玄武岩である。火砕岩は凝灰角礫岩～細粒凝灰岩で、級化が良好であり細粒部は平行葉理の発達した互層からなる。異質礫がしばしば含まれる。カバヤン南部のアグノ川本流やアダト沢での本部層は玄武岩質枕状溶岩及び同質凝灰角礫岩からなる。枕状溶岩は径1～5%で方解石で充填された杏仁構造が発達した玄武岩からなり、枕状構造は長径30cm～1.5mを示しその間は方解石、緑泥石、緑廉石で充填されている。

本部層の枕状溶岩と最下位のカヤバス沢枕状溶岩とは岩相的、産状に大差は認められない。

層位関係：下位のカゴソット安山岩火山岩部層と整合関係である。

記 載：かんらん石玄武岩 (Sample No. N-96) (Fig. II-1-14b)

斑晶：斜長石・かんらん石

斜長石は、大きさ0.4～0.7%虫食い状構造を示しモンモリロン石、曹長石に置換されている。かんらん石は大きさ1.0～2.0%緑廉石に一部置換されている。

石基：ガラス・斜長石・変質有色鉱物

モンモリロン石、パーミキュライト、沸石 (方沸石、濁沸石) からなる杏仁組織を示す。

⑥ ナナエンガン安山岩部層 (Nanayengan creek andesite member)

模式地：調査地域の西部ナツブリング (Natubleng) 北方のナナエンガン沢

分 布：ナツブリング北方スパダン (Supadan) 地域に向斜構造の底を形成して分布する。

層 厚：400 m 土

岩 相：本部層は安山岩質溶岩，角礫状溶岩とこれらに狹在する軽石質凝灰岩 (Fig. II-1-15) から構成される。模式地のナナエンガン沢やスパダン地区では，安山岩溶岩は，輝石を斑晶とし，柱状節理の発達した輝石安山岩である。狹在する軽石凝灰岩は，軽石はモンモリロナイト化し緑色を呈する。

層位関係：下位のバタン川枕状溶岩部層とは整合関係にある。

1-4-2 ロオ層 (Loo Formation)

模式地：ブギアス北方ロオ地区

層 厚：最大で800 m

岩 相：本層は主として安山岩～石英安山岩溶岩，及びこれらの火山碎屑岩などから構成される。模式地のロオ地区アグノ川本流及びその支沢では，安山岩質火山円礫岩，凝灰角礫岩及び同質火山碎屑岩が発達する。火山円礫岩は緑色～紫褐色を呈し，安山岩の同質礫を主体に角礫～亜角礫の流紋岩，玄武岩，花崗閃緑岩の異質礫を含み，基質には角閃石の斑晶を多量に含む (Fig. II-1-16a)。火山碎屑岩は，褐色～青緑色を呈し，角閃石安山岩の火山礫を含み，発泡性の良い軽石からなる軽石質火山礫凝灰岩である (Fig. II-1-17)。サヤガン (Sayagan) 南部の国道11号線での本層は，角閃石安山岩質の角礫状溶岩，火山円礫岩，凝灰角礫岩及び，火山礫凝灰岩の級化構造の良好な互層が発達する。これらの礫は角閃石安山岩の同質礫のほか石英閃緑岩や変質緑色岩の異質礫からなる。基質は角閃石の斑晶を多量に含み，軽石やスコリアからなる。ブギアス沢南方のルサブ山 (Mount Lusab) を源とする無名の沢の上流では，淡緑色級化安山岩質凝灰岩の上位に不整合で角閃石石英安山岩質火山円礫岩がくる。この火山円礫岩中には異質礫は，認められず，亜角礫～亜円礫状の角閃石石英安山岩からなる。

本層はブギアス層と比較して，角閃石安山岩を主体としていること，固結度が比較的不良で角礫がしばしば基質からとび出して露呈していることなど岩相的，産状的に認別は容易である。

層位関係：下位のブギアス層を傾斜不整合でおおう。

記 載：紫蘇輝石普通輝石普通角閃石安山岩 (Sample No M-46) (Fig. II-1-16b)

斑晶；斜長石・角閃石・普通輝石・紫蘇輝石

斜長石は大きさ0.6～2%，大きな斑晶は累帯構造を示し，一部虫食い状モンモリロン石により置換されている。角閃石は緑普通色角閃石で大きさ0.7～4.0%大きいものの回りには微細な有色鉱物からなる反応緑をもち，一部炭酸塩，モンモリロン石により置換されている。

石基；ガラス，斜長石，単斜輝石，斜方輝石，不透明鉱物，これらの鉱物がインターサータル組織を示し，ガラスの一部がモンモリロン石により置換されているが全般的には新鮮で

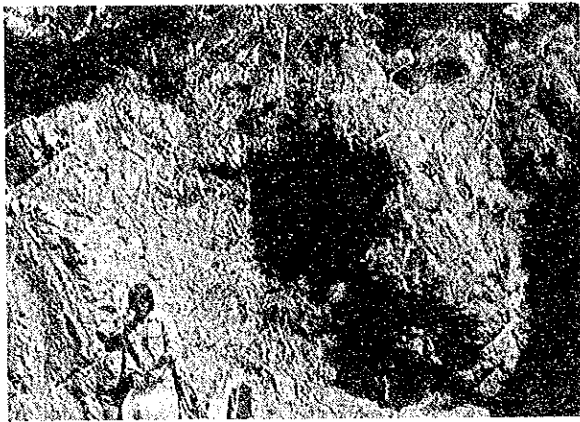


Fig. II-1-13a Photograph
 (hyaloclastite of glassy andesite,
 Kagosit andesitic volcanic member,
 Buguias formation at Agno river)
 Sample no. N-95

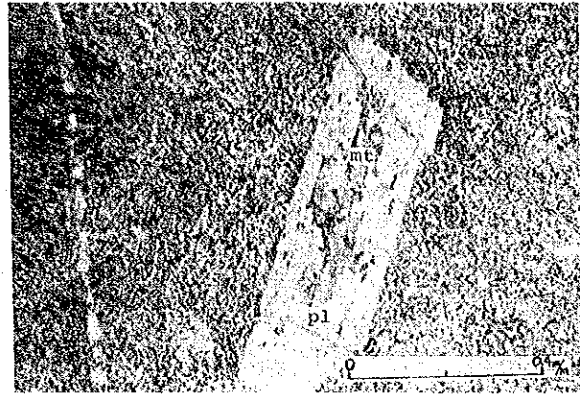


Fig. II-1-13b Microscopic Photograph of
 Sample no. N-95,
 augite andesite
 porphyritic texture
 groundmass ; cryptocrystalline

pl ; plagioclase
 mt ; montmorillonite
 (open nicol)

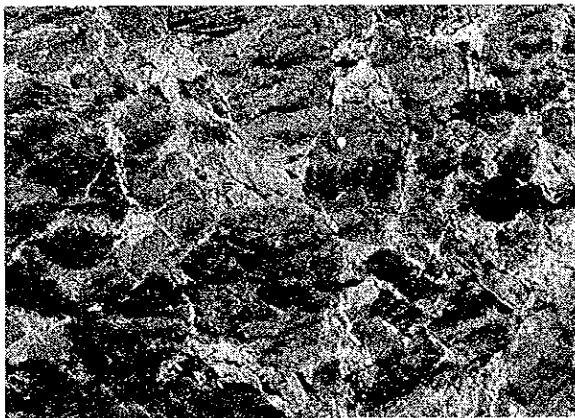


Fig. II-1-14a Photograph
 (basaltic pillow lava, Batan river
 pillow lava member, Buguias
 formation at Agno river)
 Sample no. N-96

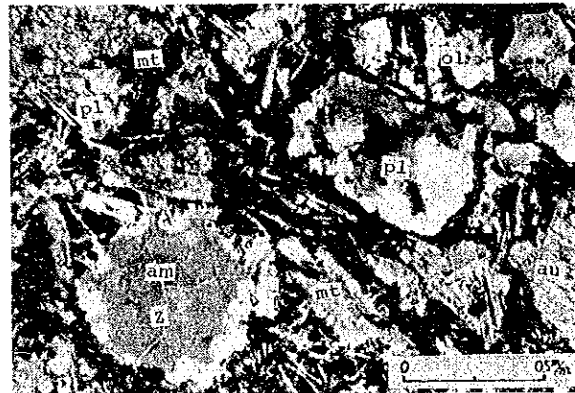


Fig. II-1-14b Microscopic Photograph of
 Sample no. N-96
 olivine augite basalt
 amygdaloidal texture

pl ; plagioclase
 ol ; olivine
 au ; augite
 mt ; montmorillonite
 z ; zeolite
 am ; amygdal
 (cross nicol)

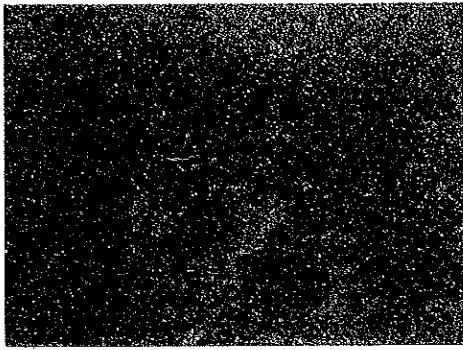


Fig. II-1-15 Photograph
(brecciated andesitic lava and pumice
tuff, Nanayengan cr. andesitic
volcanic member, Buguias formation
at Route 11)

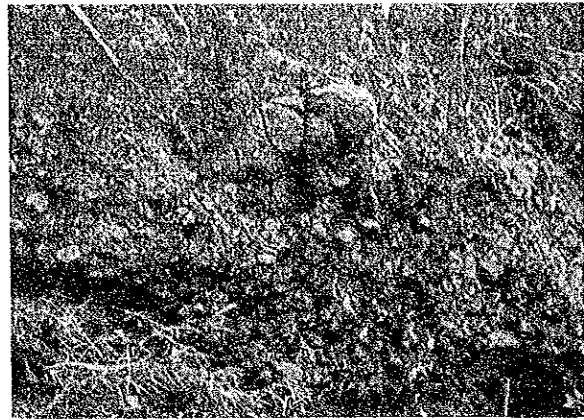


Fig. II-1-16a Photograph
(volcanic conglomerate of Loo
formation at Dalimona)



Fig. II-1-16b Microscopic Photograph of
Sample no. M-46,
augite-hypersthene-hornblende andesite
intersertal texture

pl ; plagioclase
hb ; green hornblende
hy ; hypersthene
au ; augite
mt ; montmorillonite

(cross nicol)

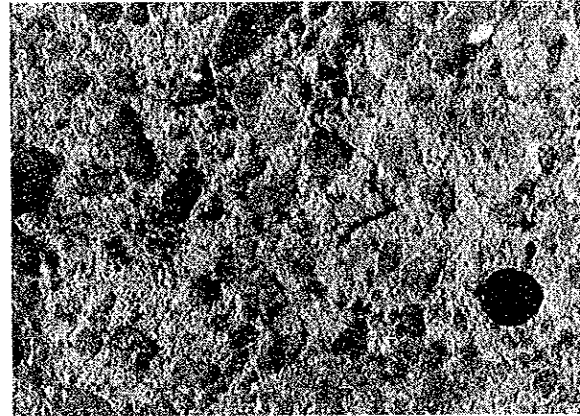


Fig. II-1-17 Photograph
(scoria and pumice bearing lapilli
tuff, Loo formation at Loo)

ある。

1-4-3 ボドー層 (Bodo formation)

模式地：ブギアス北東のボドー地区

分布：ボドー地区および調査地域東部の第四紀ドーム状火山とその周囲の平坦な地形を形成して広く分布しマウンテンレイク (Mountain Lake) パナトアン山 (Mount Panatoan) の山麓の平坦部を形成し分布する。またブギアス地区で地形的低位に小規模に散点状にみられる。

層厚：ボドー地区で最大層厚を示し、最大400mを推定する。

岩相：本層は上部と下部から構成される。下部層は角閃石石英安山岩～安山岩質火砕流、火山泥流堆積物、アロフェン化石英安山岩質降下軽石、腐植質アロフェン土 (Fig. II-1-18) からなり、上部は、黒雲母、角閃石石英安山岩質降下軽石、湖成堆積物 (Fig. II-1-19) および石英安山岩質溶岩円頂丘 (Fig. II-1-20a) からなる。これら上部と下部は、腐植質アロフェン土で境されダイアステムの存在を示している。

模式地のボドー地区では、タンガワン (Tangawan) からボドーそしてイフガオに至る道路に本層の下部が発達する。角閃石を多量に含んだ発泡性の良い軽石からなり、灰白色を呈し、級化構造を示す。この降下軽石中に少くとも2枚の腐植土を挟んでいる。さらにこの腐植土の上位の降下軽石は、黒雲母、角閃石および石英粒を多量に含む径1～5cmの発泡性の良い軽石からなり、軽石は級化構造を示す (Fig. II-1-19) 。またタンクワンでは厚さ10m±の軽石質湖成堆積物が発達する。灰白色を呈し、黒雲母、角閃石、石英粒を多量に含む発泡性の良い軽石と細粒～泥質火山灰互層からなり、軽石は逆級化構造を示す。石英安山岩質火山泥流は、角閃石石英安山岩の礫のほか、杏仁状玄武岩および流紋岩の礫が含まれ、基質は石英安山岩質軽石からなる。しばしばこの火山泥流中に炭化木片や温泉変質をうけ白色を呈する流紋岩がとりこまれる。

ダクラン地区の第四紀の地層は、石英安山岩質火岩、火山泥流堆積物からなり、角閃石安山岩～石英安山岩がドームを形成し、本層と岩相的、産状的に酷似する。

層位関係：下位のロオー層とは不整合関係である。本層中の有機質土のC¹⁴年代は18,820±670B.P.を示し、また溶岩円頂丘のフィッシュトラック年代 (Table II-1-5) は0.04m.y.を示している。

記載：黒雲母普通角閃石石英安山岩 (Sample No N-64) (Fig. II-1-20b)

斑晶；斜長石・石英・角閃石・黒雲母

斜長石は大きさ0.5～2.0%、ときに4.0%に達しオリゴクレス～アンデシン組成を持ち、累帯構造を示す。石英は大きさ0.5～1.5%、ときに3.5%に達し、結晶の大きなものはひび割れている。

石基；ガラス質で石英，斜長石，黒雲母，角閃石が点在する。

1-5 地質構造

本地域の地質構造は，コルディラセントラル複背斜の中央部に位置し，褶曲構造と断層構造との組合せからなるが，基本的には，地塁構造と地溝構造が南北および東西に重複する地塊構造により特徴づけられる。

また，本地域の構造方向は，N-S性でルソン島北部の島弧方向と一致する方向が卓越し，これにE-W性・NW-SE性のものが付随している（Fig. II-1-21）。

本地域の地質構造では，中新世から洪積世にかけて地塊運動により，褶曲および断層作用が行われ，南北と東西の上昇地塊の交差部に第四紀火山活動の中心が見られる。

1-5-1 褶曲構造

本地域の褶曲は，南北性（厳密にはNNW-SSE）を示し，軸長数十kmで波長約5km前後という長波長のものと，軸長数km以下波長数10m～1km以下という短波長のものの2種類見られ，ロー層により不整合関係で覆われる。

長波長の褶曲；非対称褶曲で断面から判断すれば，箱形褶曲の形態を示す。この褶曲の振幅は0.8km程で，冠線が波打っている。この褶曲は東から西へ，マウンテンレーク背斜，ブギアセントラル向斜，プリボ尾根（Pulibo Ridge）背斜，バターン（Batan）向斜が見られ，その他全ての断層系により切られている。特に，ブギアセントラル向斜軸のデプレッションでは，ブギアスクリーク堆積岩互層部層の層厚が厚くなり，この褶曲構造が，ブギアス層堆積時から発生していたと考察される。

短波長の褶曲；ブギアス沢堆積岩部層中，およびトッキン沢安山岩玄武岩火山岩部層中の堆積岩類中にみられ（Fig. II-1-22），翼間角もジェントルなものからタイトなものまで存在する。この短波長の褶曲のうちタイトなものは，ブギアセントラル向斜の翼部に発達する傾向を示す。このように短波長の褶曲は，大きく褶曲する火山岩層の間にはさまれ，インコンピートンシーな堆積岩類が小褶曲している一種の寄生褶曲と考えられる。さらに，この褶曲構造のメカニズムについては以下のように考察される。すなわち箱型褶曲形成がブギアスクリーク堆積岩互層部層堆積時から行われ，ブギアセントラル向斜に厚く堆積岩類が堆積した。その後も箱型褶曲運動が引きつがれたため舟型向斜翼部に二次的な横圧力が発生して，インコンピートンシーな堆積岩類に短波長のタイトな褶曲が形成される。一方，堆積岩類の上下層を構成するコンピートンシーな火山岩類が波長の長い箱型褶曲を形成したと考えられる。

1-5-2 断層構造

本調査地域の断層は，N-S性のものが卓越し，これにE-W性・NW-SE性のものおよび環状のものが伴う。また，これらの断層は，高角逆断層系のものと正断層系のものに区分さ

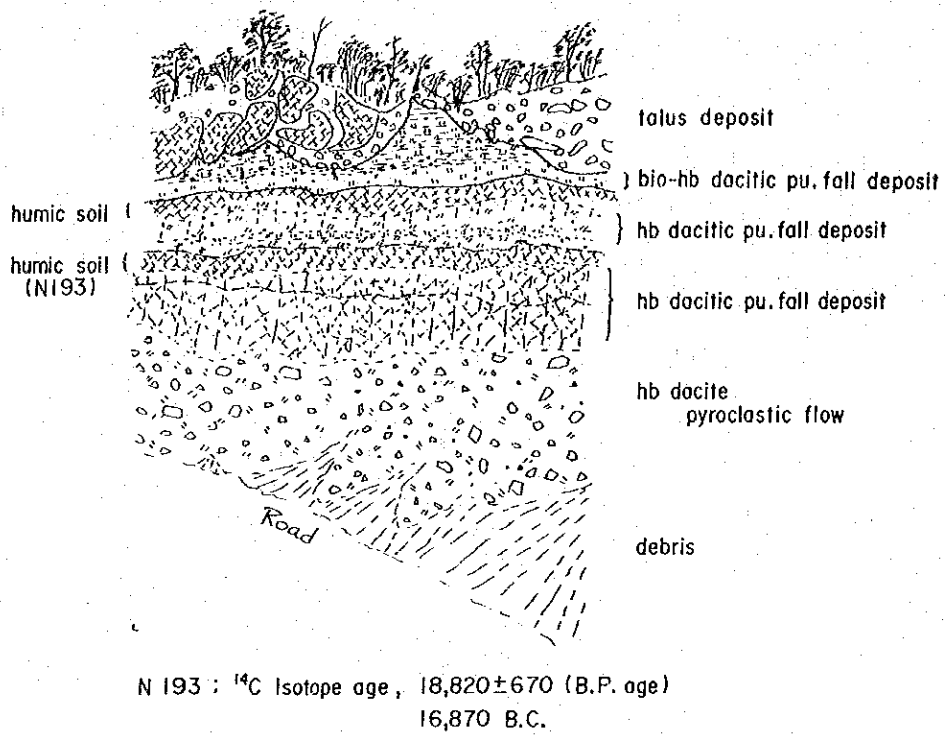


Fig. II-1-18 Sketch for a Outcrop of Bodo Formation

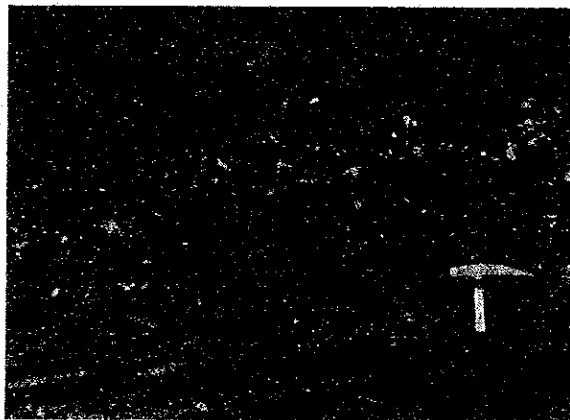


Fig. II-1-19 Photograph
(lake deposit, Bodo formation,
pumice representing a reverse grading,
beside of Mountain lake)

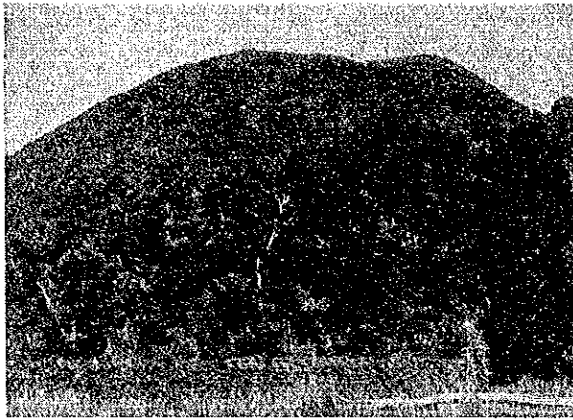


Fig. II-1-20a Photograph
(dacite lava dome of Budo formation,
from Mountain lake)

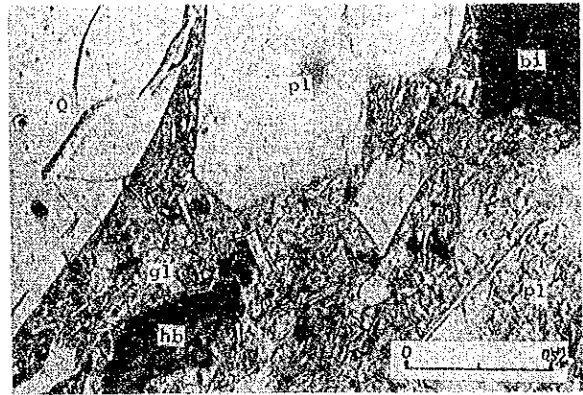


Fig. II-1-20b Microscopic Photograph of
Sample no. N-112,
augite bearing hornblende biotite dacite

pl ; plagioclase
Q ; quartz
bi ; biotite
hb ; hornblende
(open nicol)

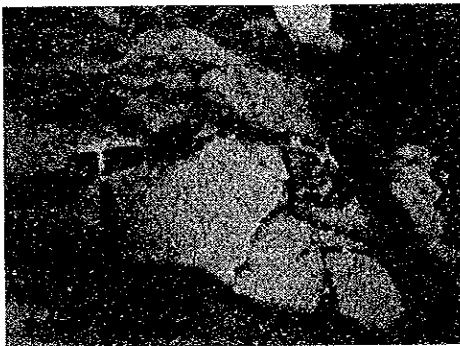


Fig. II-1-23a Photograph
(fine grain biotite-hornblende qtz
diorite intruded in Buguias formation
at Sinepsip)

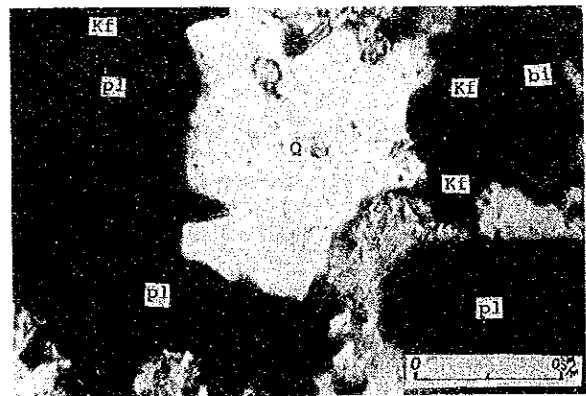


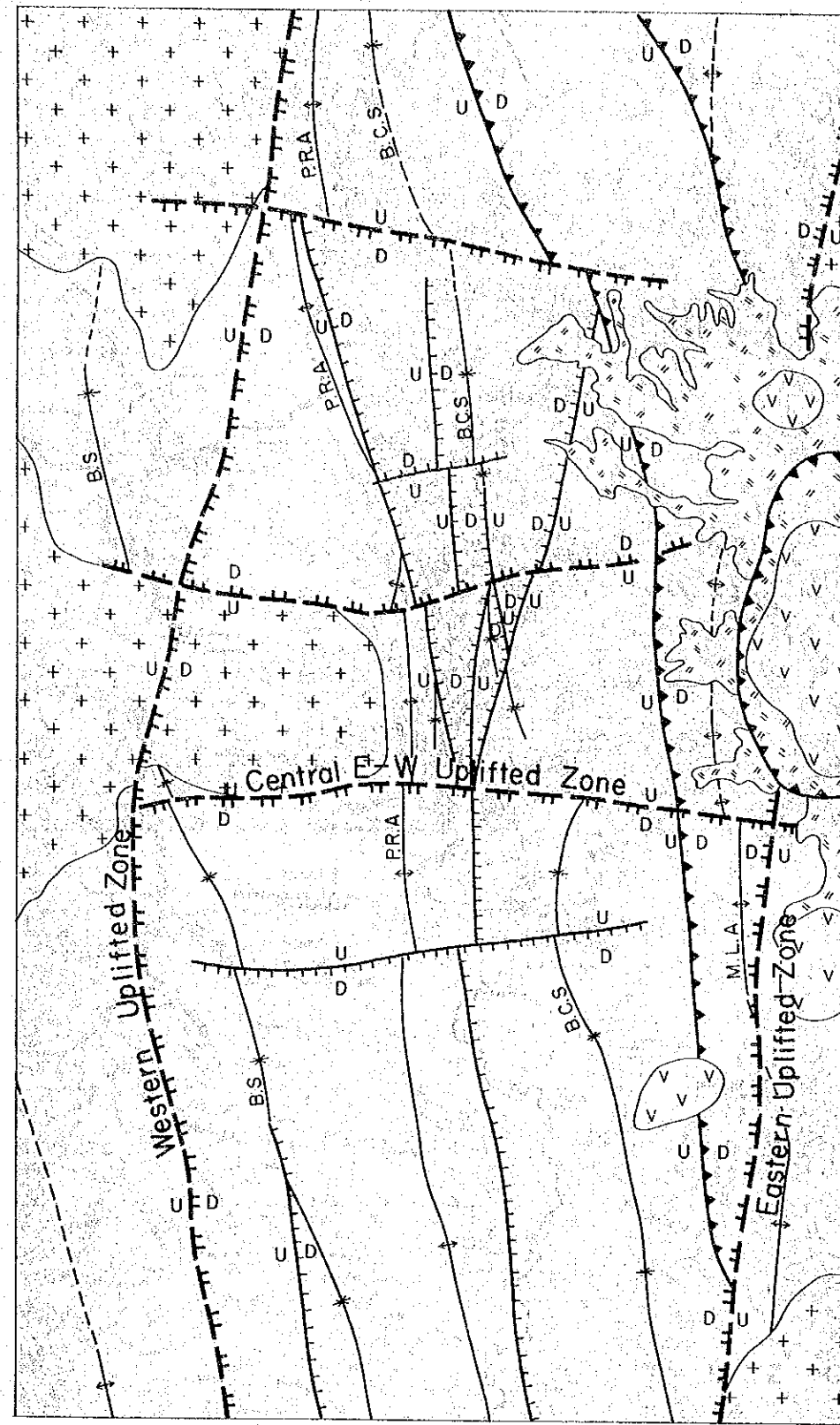
Fig. II-1-23b Microscopic Photograph of
Sample no. M-67,
biotite granodiorite

pl ; plagioclase
Q ; quartz
kg ; potassium feldspar
bi ; biotite
(cross nicol)

Table II-1-5 Result of Fission Track Age

Sample No. N-112	Grain	Track of spontaneous nuclear fission		Track of inductive nuclear fission		ρ_s / ρ_i	Age T ($\times 10^6$ y)			
		Ns / lattic **	ρ_s (cm^{-2})	2 Ni / lattic	ρ_i (cm^{-2})					
	1	52 / 50	3.76×10^6	147 / 50	1.07×10^7	3.51×10^{-1}	25.6			
	2	61 / 50	4.43×10^6	138 / 50	1.00×10^7	4.43×10^{-1}	32.3			
	3	/	too many	/			-			
	4	/	do	/			-			
	5	/		/			-			
	6	/	too many	/			-			
	7	88 / 100	3.19×10^6	340 / 100	1.23×10^7	2.59×10^{-1}	18.9			
	8	56 / 50	4.07×10^6	96 / 50	6.90×10^6	5.90×10^{-1}	43.0			
	9	123 / 200	2.23×10^6	420 / 200	7.60×10^6	2.93×10^{-1}	21.3			
	10	25 / 25	3.63×10^6	60 / 25	8.71×10^6	4.17×10^{-1}	30.4			
	11	/		/						
Total	A						1 28.6			
	B						2 <table border="1"><tr><td>A</td><td></td></tr><tr><td>B</td><td></td></tr></table>	A		B
A										
B										

Sample No. N-125	Grain	Track of spontaneous nuclear fission		Track of inductive nuclear fission		ρ_s / ρ_i	Age T ($\times 10^6$ y)			
		Nx / Lattic **	ρ_s (cm^{-2})	2 Ni / lattic	ρ_i (cm^{-2})					
	1	1 / 700	0.52×10^4	1030 / Ns	5.34×10^6	0.97×10^{-3}	0.07			
	2	0 / 800	-	970 /	4.40×10^6	-	-			
	3	0 / 350	-	482 /	5.00×10^6	-	-			
	4	0 / 450	-	494 / 300	5.97×10^6	-	-			
	5	2 / 400	1.81×10^4	334 / 400	3.03×10^6	5.99×10^{-3}	0.44			
	6	0 / 400	-	390 / 400	3.54×10^6	-	-			
	7	3 / 400	2.72×10^4	500 / 400	4.54×10^6	5.99×10^{-3}	0.44			
	8	0 / 250	-	250 / 400	2.27×10^6	-	-			
	9	0 / 600	-	802 / 400	7.27×10^6	-	-			
	10	0 / 450	-	440 / 400	3.99×10^6	-	-			
	11	0 / 450	-	572 / 300	6.92×10^6	-	-			
	12	0 / 400	-	412 / 300	4.98×10^6	-	-			
	13	0 / 425	-	788 / 400	7.15×10^6	-	-			
	14	0 / 150	-	250 / 200	4.54×10^6	-	-			
	15	0 / 425	-	524 / 400	4.75×10^6	-	-			
	16	0 / 250	-	402 / Ns	5.83×10^6	-	-			
	17	0 / 200	-	240 /	4.35×10^6	-	-			
	18	0 / 175	-	300 / 200	5.44×10^6	-	-			
	19	0 / 200	-	338 / Ns	6.13×10^6	-	-			
	20	0 / 100	-	150 /	5.44×10^6	-	-			
	21	0 / 100	-	178 /	6.46×10^6	-	-			
	22	0 / 150	-	200 /	4.84×10^6	-	-			
Total	A						1			
	B	6 / 7825	2.78×10^3	10046/7350	7.96×10^6	5.60×10^{-4}	2 <table border="1"><tr><td>A</td><td></td></tr><tr><td>B</td><td>0.04</td></tr></table>	A		B
A										
B	0.04									



Legend

- Quaternary dacite lava dome
- Bodo formation (Quaternary)
- Pluton (Middle Miocene)
- Reverse fault
- Normal fault
- Deep fracture (Reverse fault)
- Anticline
- Syncline
- D-U Down, Up (sense of fault)
- M.L.A Mountain Lake anticline
- BCA Buguias Central syncline
- PRA Pullibo Ridge anticline
- B.S Batan syncline



Fig. II-1-21 Tectonic Map

れ、これらの断層の組み合わせにより地塊化された構造を形成している。

本調査地域の地塊化された構造は、深成岩のプルトンの分布に示されるように、東縁のN-S性の隆起帯の配列による地塊構造が基本である。

○ N-S性の断層；高角逆断層系のものからなり、長波長の褶曲軸を切り、多くの場合E-W性の断層系およびNNW-SSE性の断層系により切られている。また、この系統の断層は、ロー層までを切っている。

この断層系は、ブギアセントラルの南方に集中し、ブギアセントラル向斜の形態とよく対応し、ブギアセントラル向斜の形成とこの断層系が何らかの成因的關係をもつことを示すと考えられる。調査地域の東縁と西部に見られるこの系統の断層は、深成岩体の隆起部の縁に沿っている。この系統の断層で傾斜移動量がわかり、ブギアセントラル東方のもので、その移動量は250mに達する。

○ E-W性の断層；高角逆断層系のものからなり、中央隆起帯を境し、この隆起帯のステップ状構造として、この系統の断層が見られる。

○ NW-SE性の断層；この系統の断層は、調査地域東部に見られる正断層系の東傾斜の断層である。この断層系はロー層までを切り、E-W性の断層と切ったり切られたりの関係にある。この断層系により、ロー層を厚くしている。

○ 環状の断層；マウンテンレイク周辺に見られ、第四紀溶岩円頂丘をなすルサブ山(Mt. Lusab)を囲こむように走り、この断層沿いの凹地周辺に軽石の水成堆積物が見られる。この環状の断層は、ルサブ山に見られる溶岩円頂丘群の上昇・噴出に伴い周辺部が円錐状に陥没したため形成されたと考えられる。

1-5-3 構造発達史

本地域の基盤岩類は、ダクラン地区の地質(PNOC 1979)や鉍物資源基礎調査(MMAJ, 1977)から、Kpgと呼ばれる暁新統～始新統の塩基性火山岩類からなる優地向斜の堆積物で、シェラマドレ造山運動(MMAJ, 1977)を受けたものであると推定される。また、この造山運動は、白亜紀後期の変成、造山運動を受けた地域に起った一種の複造山帯を形成し、南北性の方向をもつ複向斜・複背斜地区を分割する運動であった。

複背斜地区であるコルディレラセントラル地区では漸新世には侵蝕の場となっていたが、ブギアス地域では漸新世末紀に南北性の断裂が発生し、侵蝕の場から海侵の場に転化して枕状溶岩の噴出が行われ、厚い枕状溶岩が形成された(ブギアス層カヤバス沢枕状溶岩部層)。

この枕状溶岩の噴出にひき続き、安山岩質・玄武岩質の火山砕屑岩類を主体とする活動が行われ、安山岩質・玄武岩質のハイアロクラスタイトの活動と小型有孔虫を含む石灰質の物質が大量に形成された。この活動は浅海成の環境で行われ、流紋岩溶岩の活動も部分的に見られ、この時の火山活動はポリモーダルな火山活動であった(ブギアス層トッキン沢玄武岩質・安山

岩質火山岩類部層)。

ポリモーダルな火山活動に引き続いて、堆積岩類を主体とする堆積が行われた。この堆積は、現在見られる向斜軸を中心にして、南北性のブロック運動による堆積盆の沈降とその埋め立てというプロセスで行われた。また、本調査地域では、南部で南方から基盤岩類の礫が供給され、この時には南方が隆起の場であった(ブギアス層ブギアス沢堆積互層部層)。

さらに、ガラス質安山岩のハイアロクラスタイトを中心とする火山岩類、玄武岩質枕状溶岩、ハイアロクラスタイト、安山岩質火山岩類が堆積し、ブギアス層が中新世前期に形成された。

ブギアス層堆積後、中新世中期になり、本調査地域の東西両側に南北に配列する石英閃緑岩～花崗閃緑岩の進入が行われ、隆起していった。この南北性の深成岩の進入は、また、調査地域中央部に東西性のふくらみを持ち、本地域の南北・東西の地塊状構造をほぼ完成させたと思われる。深成岩の規模を見ると、本調査地域西側の深成作用が東側のそれより大規模である。

深成岩の進入・隆起後、中新世後期に陸成の安山岩質または石英安山岩質の火山岩類が、東西性の隆起部で境されるように本調査地域の北東部と南西部に分布が分れて堆積した。

第四紀に入り、東部隆起帯と中央の東西性隆起帯との交差部付近から酸性火山岩類の噴出が行われ(ボドー層)、交差部付近の南北性隆起帯の縁に沿って南北に配列した。

1-6 火成活動

本調査地域の第三系、第四系は火山岩を主体とし、また多くの火成岩の貫入を受けている。

ブギアス層の最下部々層であるキャバス沢枕状溶岩部層は、普通輝石・かんらん石玄武岩からなる玄武岩質枕状溶岩が大部分である。キャバス部層の上に整合で重なるトッキン沢玄武岩質・安山岩質部層は、火山碎屑岩と溶岩を主体とし、枕状溶岩、ハイアロクラスタイトが発達する。これらの安山岩質・玄武岩質の火山岩類は、普通輝石安山岩ないし普通輝石玄武岩である。これら塩基性火山岩とともに、流紋岩質溶岩が局部的に見られ、バイモーダルな火山活動が行われた。この後、火山活動が沈静化した時の堆積物がブギアス沢堆積互層部層である。しばらく火山活動の静かな時期が続いた後、普通輝石安山岩の噴出が行なわれ、また、普通輝石・かんらん石玄武岩・枕状溶岩の活動さらに輝石安山岩の活動という噴出岩の活動と、時代は確定できないが、ブギアス層を一部貫くが、同層とほぼ同時期と推定される変質輝石安山岩岩脈の活動がみられ、NW-SE方向が卓越している。

中新世中期には、黒雲母石英閃緑岩(角閃石土)(Fig II-1-23a, Fig II-1-23b)を主体とし、一部黒雲母花崗閃緑岩を伴うプルトンの進入が南北に長軸をもつように行なわれ、ブギアス地域では、調査範囲の東縁および西縁にみられる。また、ナツブリン付近のそれは、東側に東西性の張り出しをもっている。このプルトンの進入は、本地域の南北・東西の格子状地塊構造の基本を形成した。



Fig. II-1-24a Photograph
(hornblende andesite dyke
intruded in Loo formation in
Kayapas creek)
Sample no. M-37

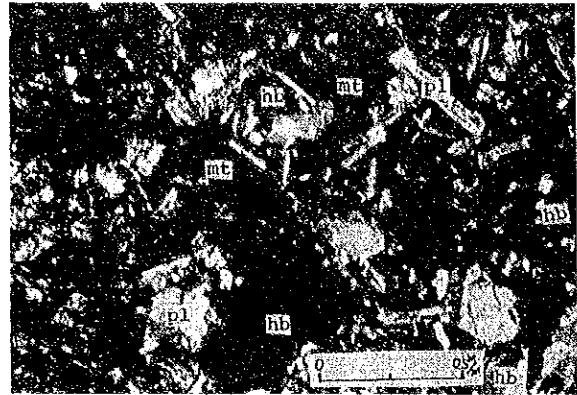


Fig. II-1-24b Microscopic Photograph of
Sample no. M-37,
hornblende andesite porphyry

pl ; plagioclase
hb ; hornblende
mt ; montmorillonite
(cross nicol)



Fig. II-1-25a Photograph
(rhyolite dyke with platy joint,
intruding in Loo formation in Toking
creek)
Sample no. N-71

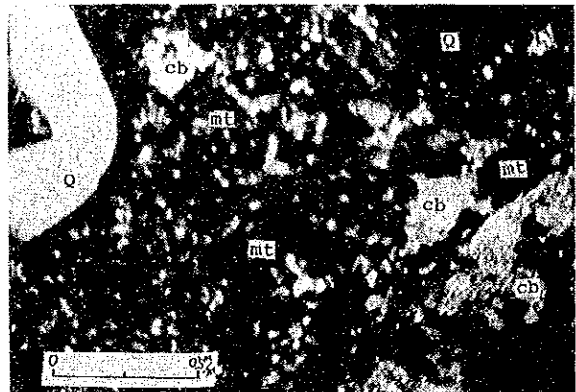


Fig. II-1-25b Microscopic Photograph of
Sample no. N-71

Q ; quartz
cb ; carbonate mineral
mt ; montmorillonite
(cross nicol)

中新世後期には、格子状地塊構造に規制され、本調査地域北東部および南西部に、普通輝石、紫蘇輝石・角閃石安山岩 (Fig. II-1-24a, Fig. II-1-24b) および、普通輝石・紫蘇輝石・角閃石石英安山岩で特徴づけられる陸上火山噴出活動が行なわれた (ロオ層の火山活動)、これらの貫入岩の方向は一般に南北、および、東西を示している。

中新世最末期には、石英閃緑岩質斑岩や閃緑岩質斑岩石英安山岩質斑岩の複合岩体 (Fig. II-1-25a, Fig. II-1-25b) の活動が行なわれ、これも南北、および東西の貫入方向を示している。

次に洪積せ後期に入り、東部の南北隆起帯と中央部の東西隆起帯との交差部付近から酸性火山岩類の噴出が行なわれた。この火山活動は、角閃石安山岩 (黒雲母土) の角礫状火砕流堆積物から、黒雲母角閃石石英安山岩質降下軽石堆積物、さらに、黒雲母石英安山岩 (普通輝石土) 質降下軽石堆積物と溶岩円頂丘 (推定最小容量 7 km^3) という時代とともに酸性化する火山噴出活動が行なわれた。

1-7 地熱変質

本調査地域の変質作用は、広域埋没変成作用、鉍化変質作用および地熱変質作用の3つの変質作用による変質が見られる。このうち広域埋没変成作用は、プギアス層の全てとロオ層の一部に緑色粘土化変質として認められる (Fig. II-1-26, II-1-27)。鉍化変質作用は、調査範囲北西の深成岩類、中央部、火山-深成岩類および流紋岩ポーフイリーに伴う黄鉄鉍化、珪化作用の変質作用がみられる (Fig. II-1-28) 地熱変質作用は本調査地域内では、小範囲に限定されて分布することが確認された。

広域埋没変成作用と地熱変質作用の緑色粘土化作用とでは、一般に前者の分布が広範囲でより一様であるのに対し、後者の分布がより局所的で不均一な変質を特徴とすることが多いことを基準とし、前者と後者を分類した。

1-7-1 変質帯

本調査地域の地熱変質帯は、トッキン沢上流に沢沿いに 100 m にわたって見られるものが唯一であるが、調査範囲外ではあるが、ポドワン峠の東約 4 km 付近イフガオ側に変質帯が発見された。

○トッキン沢上流の地熱変質帯

変質は、南北性の延びを有し、沢沿いに 100 m 程に渡って白色粘土化、珪化帯が認められ、変質が全般におよび全岩の組織が不鮮明な強変質のものから、わずかに変質部分があるという程度の弱変質なものまで著しく変化する。原岩は流紋岩である。なお、変質帯の規模については沢沿いのみの調査で面的には不明である。

強粘土化、珪化部のX線粉末回折では、二次鉍物として明ばん石、 α -クリストバライト、

トリディマイトが多量に生成し、明ばん石-珪酸塩鉱物の組合せが認められる (Fig. II-1-29c)

現在、この付近では温泉は認められない。また本変質帯の岩相と酷似する礫を多量に含む第四紀の泥流堆積物がトッキン沢入口右岸の標高 1,500 m 付近の斜面にへばりついている。この泥流の基質は、白色粘土、不完全炭化木片や変質流紋岩質片、ブギアス層の石質片などからなり、角礫として上述の変質した角礫およびブギアス層の非地熱変質の角礫を含んでいる。この変質した礫 (Sample No N-150, N-151) のX線粉末回折では、二次鉱物として明ばん石-カオリン-珪酸塩が固定された。これらの変質鉱物組合せからこの変質は酸性 100 °C 以下の条件で生成したと考えられ、噴気帯の「化石」と考えられる (Fig. II-1-29a)。この泥流堆積物は、地熱変質帯からの泥流堆積物で、未炭化木片などを含むことからボドー層の黒雲母降下軽石堆積以降のものと判断される。またボドー層の中、下位層には、いわゆる地熱変質に起因する温泉性泥流堆積物は認められない。

○イフガオ側の変質帯

この変質帯は、ボドー層中に見られ、白色珪化、粘土化帯である (Fig. II-1-30a) 変質帯は、大きさ 200 m × 50 m 以上あるということだけで、その方向についても不明であり、今後の調査を待ちたい。

この変質帯は、PH 7.6, 96 °C の沸とう泉および噴気を伴い、地形的にはルサブ山から東へ急傾斜する斜面が緩斜面へと変化する地形的変曲点に位置し、ボドー層中の石英安山岩質火砕流堆積物中に形成され、噴気孔付近には自然硫黄の晶出が観察される。

本変質帯の白色珪化した部分のX線回折では、二次鉱物として α -石英・トリディマイト・ α -クリストバライトが生成している。(Fig. II-1-30b, II-1-30c) α -クリストバライトのX線回折ピークは非常に鋭く、結晶度が高く、そしてクリストバライトは、ほぼ 100 °C 以内で α -石英に転移すると考えられている。(金原, 1979) トリディマイトは、ASTMカードの1-0378および3-0227の低温型トリディマイトに似たX線回折パターンを示している。 α -石英はX線回折ピークが鋭くなく、やや結晶度が低いと考えられる。

このように、 α -石英・トリディマイト・ α -クリストバライトが共生する関係は、100 °C 前後の地温の中で変質したと考えられる (Fig. II-1-31)

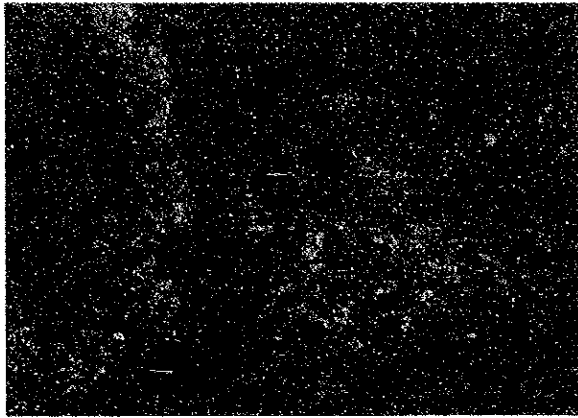


Fig. II-1-29a Photograph
(alunitic alteration zone in
Toking creek)
Sample no. N-63

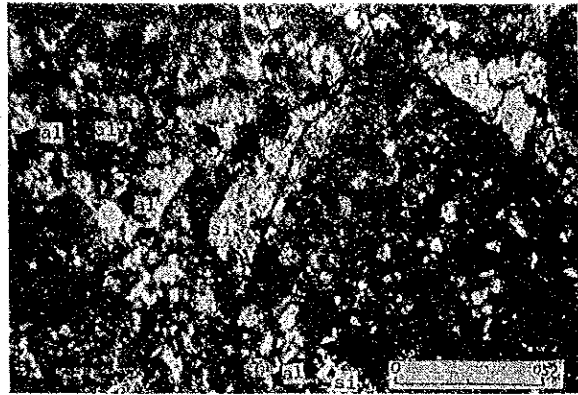


Fig. II-1-29b Microscopic Photograph of
Sample no. N-63

si ; silica mineral
al ; alunitic
(cross nicol)

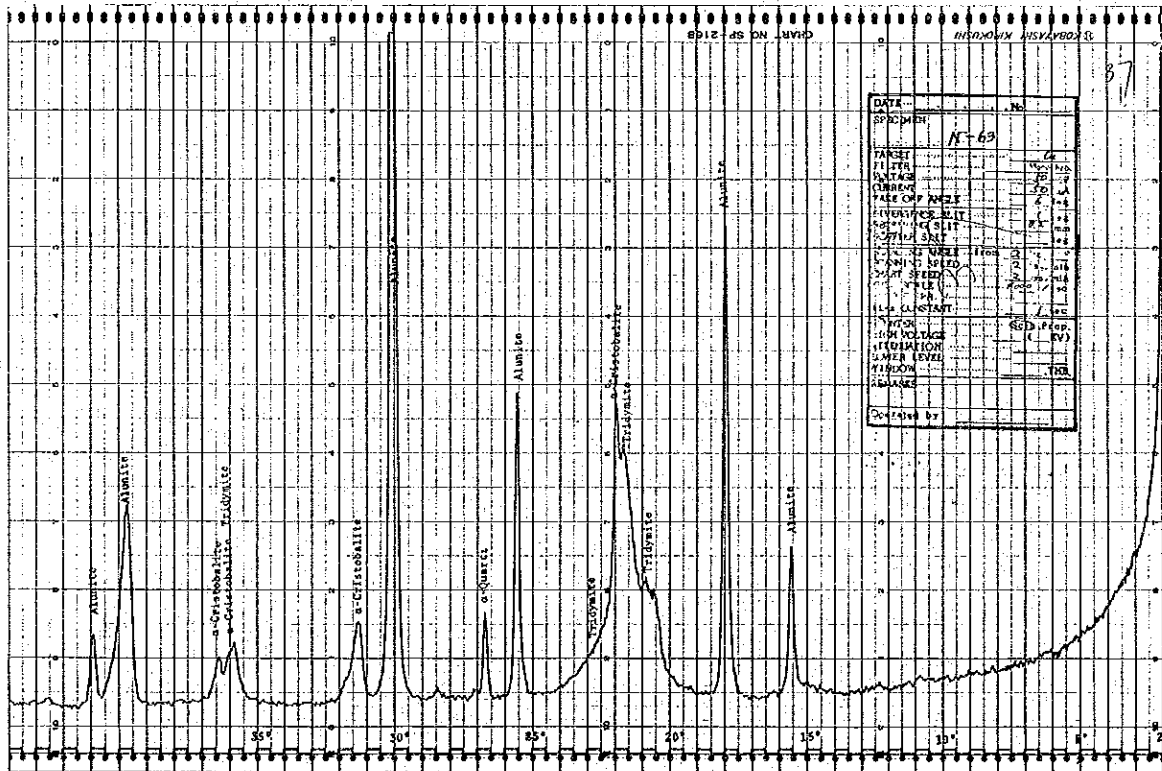


Fig. II-1-29c X-ray Diffraction Chart of Sample No. N-63



Fig. II-1-30a Photograph of fume alteration zone with hot springs of 96°C in Ifugao side Sample no. P-1

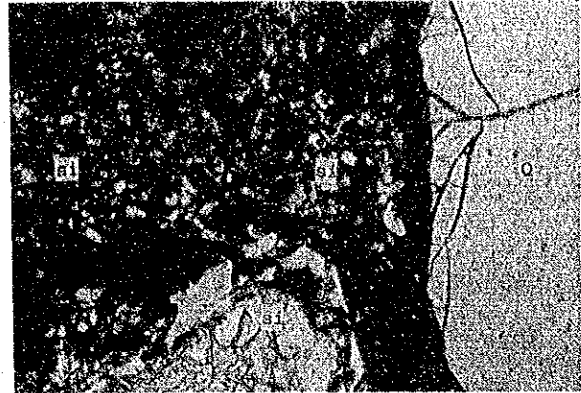


Fig. II-1-30b Microscopic Photograph of Sample no. P-1, altered dacite of Bodo formation

Q ; quartz
 si ; silica mineral replacing all minerals except quartz.

(open nicol)

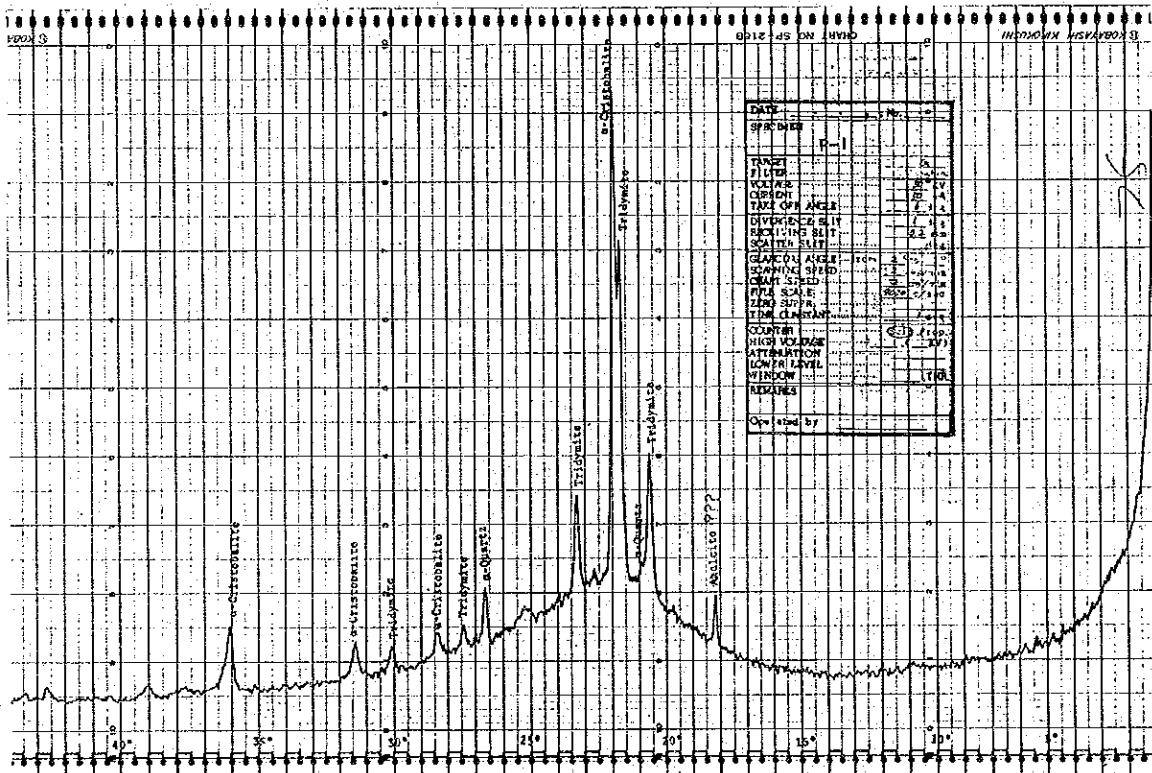


Fig. II-1-30c X-ray Diffraction Chart of Sample No. P-1

第 2 章

地 化 学 探 查

