

堆積岩類についての岩相名を、Peña (1970) および Peña & Reyes (1970) が地層名として、ブゴ層という地層名を用いた。本層については、MMAJ-JICA (1976, 1977) が本層をカラバリョ (Caraballo) 層群として岩相・層序および構造について詳細な報告をしており、この報告によれば、玄武岩～安山岩質火山岩類を主体とし堆積岩類を伴うもので南北性の一般走向を示しながら褶曲している地層であるとされている。また、MMAJ-JICA (1976, 1977) は本層の時代を貫入岩類との関係から暁新世(?)～始新世と報告している。一方、B. G. I. (1976) および Balce at el (1978) は、ブゴ層の時代を白亜紀-漸新世としている。

<模式地> Itogon 郡 Ambuklao 道路 Laboy 橋～Ambuklao ダムまでの道路

<層序関係> コロンブス層により不整合で覆われる。

<層厚> 不明

<分布> 本層は、Agno 河沿いに巾広く南北に広く分布するとともに、Laboy 川中流左岸側から北にかけて分布する。

<岩相・構造> 本層は、暗緑色～緑色の安山岩質ないし玄武岩質火山岩類が卓越し、灰色～淡緑色の厚い堆積岩類および緑色準片岩を伴う。本層の岩相として最も特徴的なことは著しく緑レン石化作用および珪化作用を全般的に扱って、著しく硬堅なことである。

安山岩質火山岩類は、凝灰角礫岩、火山礫凝灰岩、ハイアロクラスタイト、熔岩などからなり、玄武岩質安山岩の化学組成をもつ火山活動の産物である。玄武岩質火山岩類は、安山岩質火山岩類に比し量的には少ないが、凝灰角礫岩および熔岩からなる。熔岩の一部は枕状熔岩として、Itogon 町東方 5 km の Agno 河本流左岸に分布する。堆積岩類は珪質な砂岩・凝灰岩・礫岩・頁岩からなり、火山岩類同様全般的に緑レン石化作用を受けている。堆積岩類には層理が発達し、数 cm オーダーの有律互層を示す。礫岩は中礫以下のサイズの礫を含み、礫としてはチャートを含み、変成岩の礫は認められていない。本層中に認められる緑色準片岩は、Itogon - Dalupirip 道路南方の Agno 河沿いに南北帯状分布する。この準片岩は安山岩熔岩などと互層状に産し、源岩は火山屑岩類と判断される。

本層の構造は、有律互層の発達する堆積岩が広く分布し、東ないし西へ緩～急傾斜し、褶曲している。しかし、堆積岩類の分布は、貫入岩類や断層により連続を追跡するのが困難であり、本層内の層序関係は不明である。

#### 1-4-3 コロンブス層 (Columbus Formation, Co)

<研究小史> MMAJ-JICA (1976) により初めて記載された地層であり、大型有孔虫化石から漸新世と同定されている。

<模式地> Itogon Municipality 南東部 Columbus 沢上流

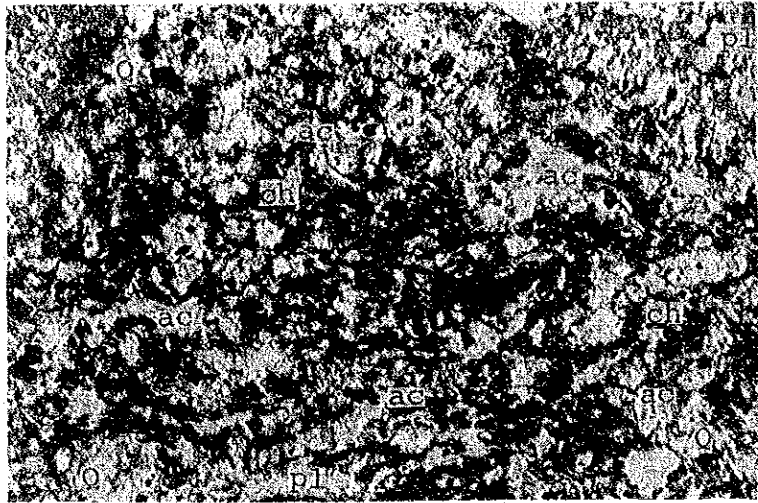


Fig. II-1-5 Microscopic photo of Dalupirip Schist (A-138)  
ac; actinolite, ch; chlorite, Q; quartz, pl; plagioclase

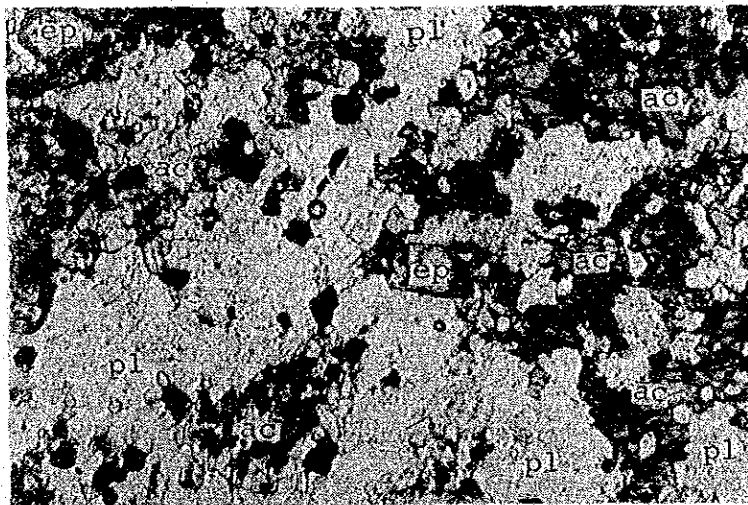


Fig. II-1-6 Microscopic photo of Altered andesite of Zigzag Formation (B-127)  
ac; actinolite, pl; plagioclase, epi; epidote



〈層序関係〉 本層は、ブゴ層を不整合で覆い、ジグザグ層により不整合関係で覆われる。

〈層 厚〉 200 m 土

〈分 布〉 本調査地域南東部の標高の高い所に点在する。

〈岩相・構造〉 本層は、基底礫岩から始まり、優白色～帯青白色を呈する塊状ないし角礫状石灰岩からなり、一部凝灰岩をはさむ。本層は一般走向おおむねN-Sを示し、緩やかな褶曲構造を示す。

本層最下部の礫岩には、ブゴ層由来の変質火山岩および変質堆積岩の礫を含み、下位のブゴ層を直接不整合関係で覆う。また、本層分布域の尾根などには、ジグザグ層が本層の構造を切っているのが観察され、本層はジグザグ層に不整合に覆われると判断される。

〈時 代〉 本層の塊状石灰岩から下記の大型有孔虫化石を産すると報告され、本層の時代は漸新世と同定されている(MMAJ & JICA, 1976)。

*Spiroclypeus leupoldi* van der Vlerk, *Nephrolepidina* sp.,

*Eulepidina monstrosa* Yabe, *Amphistegina radiata*,

#### 1-4-4 ジグザグ層(Zigzag Formation, Zi)

〈研究小史〉 Leith(1938)が、Bued川上流に分布する層理の発達する堆積岩類に対して、この地層名を名付け、時代を中期中新世とした。Peña(1969)とPeña & Reyes(1971)は、本層の時代を後期漸新世～中期中新世とし、Balce et al(1978)は、後期漸新世～前期中新世、Santos(1982)は漸新世で一部前期中新世にあたると思った。

〈模 式 地〉 Tuba MunicipalityのKennon道路Zigzag付近のBued川上流沿い(調査範囲外)。

〈層序関係〉 本層は、調査範囲外のBued川上流の模式地付近でクロンダイク層により不整合関係で覆われていると報告されている。本調査地域では、クロンダイク層中に本層由来の礫が観察されるのみで、上位のクロンダイク層との直接の関係は不明である。本層は、イトゴン石英閃緑岩体、アンタモック閃緑岩体、ピラク花崗閃緑岩体および斑岩銅鉍床を伴なり石英閃緑斑岩-石英閃緑岩複合岩体より貫かれる。

〈層 厚〉 1,400 m 土

〈分 布〉 本層は、本調査地域南西部のAcupan鉍山周辺および南東部のColumbus沢周辺の山頂付近に分布する。

〈岩相・構造〉 本層は、緑色～暗灰色をなす安山岩質火山岩類と緑色～淡緑色を呈する凝灰質堆積岩類から構成される。本層の特徴は、全体的にプロピライト化作用を強く被っていることであり、東北日本の新第三系下部火山岩類のいわゆる「グリーン・タフ」に酷似する。本層中の火山岩類中の有色鉍物は、ほとんどが変質鉍物により置換され、有色鉍物の形態もくず

れて肉眼的同定は困難である。本層の安山岩溶岩一貫入岩複合岩体は、特にAcupan 鉱山付近に見られ、従来 Schafer (1954) や BCI (1976) などにより、エメラルドクリーク安山岩 (Emerald creek andesite) と呼ばれてきたものである。本層の凝灰質堆積岩類の特徴は、数十cmオーダー～数mオーダーの層理が発達し、新鮮な部分では、暗緑色～緑色を呈し、風化した部分で茶色のいわゆる「チョコタフ」を呈することである。

本層の層理は一般走向N-Sを示し、緩やかな褶曲構造を示す。

(顕微鏡写真)

Sample No. B-127, Altered andesite, Location: Acupan 鉱山付近 (Fig. II-1-6)

<時代> 本層は、岩相および変質から Buguias 地区の新第三系下部のプキアス層に對比される。また、放射年代17Ma.を示すイトゴン石英閃緑岩により貫入され、コロンブス層を不整合関係で覆うことから、本層の時代は最上部漸新統～下部中新統と考える。

#### 1-4-5 クロンダイク層 (Klondyke Formation, Kl)

<研究小史> Leith (1938) が、Kennon 道路の Camp 1 から Camp 3 の間に分布する厚い火山砕屑岩や礫岩をクロンダイク累層という地層名を用いたのが最初である。その後、同じ地層を Corby et al (1951), Durkee and Pederson (1961), Balce et al (1979), Santos (1982) によりクロンダイク層と呼称されてきた。また Peña and Reyes (1971) によりクロンダイク礫岩と呼ばれた。本報告では Corby et al (1951) らにしたがいクロンダイク層を用いた。本層の時代については、Peña and Reyes (1971) 以前は、層位関係から中～上部中新世と考えられてきたが、Balce et al (1979) 以降、有孔虫・貝化石データなどから中部中新世と同定された。

<模式地> Tuba Municipality の Kennen 道路 Camp 1 から Camp 3 (調査範囲外)。

<層序関係> 本層は、調査範囲外にあたる Trinidad 西方でミラドル石灰岩 (Mirador Limestone) に不整合関係で覆われると報告されている (Peña, 1969)。本層は、Ambuklao 道路を Baguio 市と Itogon Municipality 境界から東へ約3km入った地点から北に延びる支道のカッピング沿いにおいて、低品位ポーフィリー銅一貫入岩を伴う石英閃緑斑岩を直接非整合関係で覆っているのが観察される。他の地区では下位層と断層関係をいし新期の貫入岩の貫入により下位層との直接の関係は不明である。また、本層中に大礫から細礫としてアグノソリス ( $21.74 \pm 0.93$  Ma) の岩片が含まれている。また、ピラク花崗閃緑岩 ( $5.20 \pm 0.33$  Ma) や、安山岩 ( $5.76 \pm 0.23$  Ma) ないし閃緑斑岩 (micro diorite) の中性火山一半深成岩複合岩体により貫かれている。

<層厚> 約3,000m

<分布> 本層は、本調査地域の西側に広く分布する。

<岩相・構造> 本層は、淡緑色～雑色を呈する安山岩質火山砕屑岩類と礫岩を主体とし、

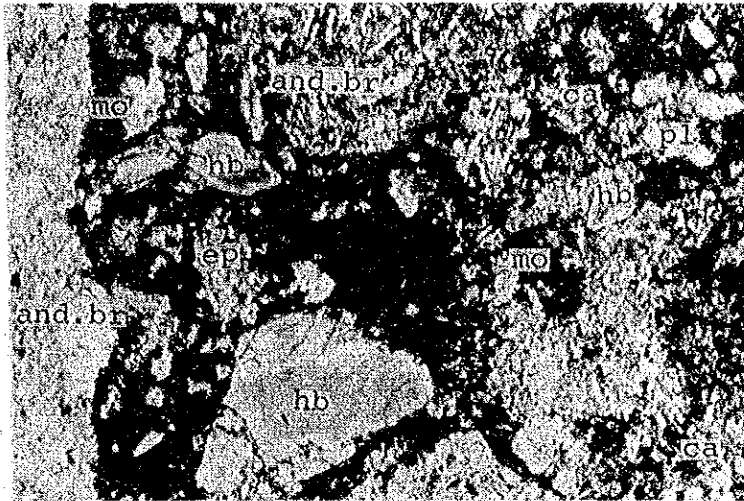


Fig. II-1-7 Microscopic photo of Andesitic tuff breccia of Klondyke Formation (B-6)  
and br; inclusion of andesite, hb; hornblende, pl; plagioclase, ep; epidote,  
mo; montmorillonite, ca; calcite



泥岩・砂岩、極まれに安山岩熔岩を伴う。本層の特徴は、厚い火山円礫岩や礫岩が発達すること、礫中に深成岩（石英閃緑岩ないしトータル岩）を含むことおよび中性ないし酸性の岩脈・岩株によりひんぱんに貫かれていることである。

本層は、地域的な岩相変化が見られ、Ambuklao道路の北側では細粒な堆積物がより発達し、その南側では粗粒な火山碎屑岩がより発達し、これらは交指状の関係にある。

本層の最下部層は、Ambuklao道路北側で観察される非整合部分において、下位層準の酸化銅を伴う石英閃緑斑岩の直上5.0 cmのゾーンに、石英閃緑斑岩の角ばった中礫を含む凝灰岩が南へ30°の傾斜を示して発達し、凝灰岩と泥岩の互層へと変化する。この上位に、礫岩・砂岩・凝灰岩・泥岩・火山礫凝灰岩の互層が約1,000 mの層厚で発達し、礫岩の互層中には褐炭の薄層、凝灰岩の薄互層中に植物化石（破片状）が認められる。一方、Ambuklao道路の南側では、下位層とは断層関係および新期の貫入岩により直接の関係は不明であるが、火山角礫岩、凝灰角礫岩や火山円礫岩を主体とし、火山礫凝灰岩、礫岩、凝灰岩、泥岩、砂岩などをはさむ。また、Antamok 鉱山の上流側に厚さ7 m程の輝石一角閃石安山岩質水冷破砕熔岩が観察され、そのさらに上流では淡青緑色の凝灰岩中に生痕化石とともに二枚貝の印象化石が発見された。

本層の層理は、走向がNW-SE~NE-SW、傾斜は10°~60°を示し、大局的には西側に開いた半盆状構造を示し、E-W~NE-SWの褶曲軸をもつ2 km~1.5 kmの波長をもつゆるい褶曲構造を示す。

（顕微鏡写真） Sample No. B-6, 普通閃石安山岩質凝灰角礫岩 (Fig. II-1-7)

<時代> 本層は、イトゴン石英閃緑岩（K-Ar年代； $21.74 \pm 0.93$  Ma.）やポーフイリーカッパー鉱床を不整合で覆い、角閃石安山岩ポーフイリ（K-Ar年代； $5.76 \pm 0.23$  Ma.）やピラク花崗閃緑岩（K-Ar； $5.20 \pm 0.33$  Ma.）に貫らぬかれること、およびBalce et al (1978) およびSantos (1982) の対比から中部中新統に対比されると考えられる。

#### 1-4-6 バラトックプラグ (Balatoc Plug)

<研究小史> B. C. I (Benguet Corporation Industry, 1970) やPeña (1974) が、Acupan 鉱山鉱床母岩を形成している石英安山岩質火山碎屑岩類について、この岩相名を用いた。特に、B. C. I (現在、B. C., Benguet Corporation と名称変更) は、Acupan 鉱山の坑内資料から、本岩相はダイアストリームの産状をなすことを報告している。

<模式地> Acupan 鉱山およびItogon橋上流付近。

<層序関係> 本岩相は、後述のピラク花崗閃緑岩体（K-Ar年代； $5.20 \pm 0.33$  Ma.）の礫を含み、Acupan 鉱山では石英安山岩（Fission track年代；1.0 Ma.）の貫入岩により



貫ぬかれている。

<層 厚> 700 m以上

<分 布> 本岩相は、円形状を呈する、直径1 km, 0.5 km, 0.25 kmの3つが、Acupan 鉱山から Itogon町の北方付近に分布する。

<岩相・構造> 本岩相は、淡緑色～灰白色を呈する石英安山岩質の凝灰角礫岩ないし火山礫凝灰岩となり、固結度もやや高い。角礫としては、黒雲母・角閃石花崗閃緑岩・角閃石安山岩ポーフイリー、角閃石石英閃緑岩、角閃石閃緑岩、角閃石、石炭および石英安山岩ポーフイリーなどが観察される。

Acupan 鉱山の坑内では、凝灰角礫岩の岩相が直径約1 kmの円形を呈するプラグの外側に、火山礫凝灰岩がプラグのより中心部に分布するように観察される。その坑内では、垂直的にも下部の径が上部の径より小さくなるというラッパ状を呈する。これらのことから、B. C. の地質技師が考えているように、一種の爆裂火口ないしカルデラと考えられ、日本の森地熱発電所の位置する濁川カルデラと同様な成因が考えられる。

また、Acupan 鉱山の位置するバラトックプラグ、Itogon温泉の位置するイトゴンプラグ、およびItogon町北方の小さなプラグの大小三つのプラグはNE-SWに配列し、クロンダイク層の半盆状構造南東縁の辺に平行している。

<時 代> バラトックプラグでは、変質作用などから岩相は新第三紀に属するように見えるが、Itogon町北方の小プラグ中の石英安山岩角礫のフィッシュントラック年代(0.82～0.84 Ma.)やバラトックプラグを貫く石英安山岩貫入岩のフィッシュントラック(1.0 Ma.)などの資料から第四紀更新世に対比されると考えられる。

#### 1-5 地質構造

本地域の地質構造は、Luzon島北部の島弧方向であるN-S方向に延びる地塊構造を基本とし、この基本構造にNE-SWおよびNW-SE方向の断裂が重なっている構造を示す(Fig. II-1-8)。

N-S方向の地塊構造は、中央隆起帯とその両側の沈降帯からなる。中央隆起帯は、ダルピリップ変成岩類、イトゴン石英閃緑岩々体、アンタモック閃緑岩々体およびブゴ層から構成される。中央隆起帯の東側沈降帯は、ブゴ層を主体とし尾根上に分布するコロンプス層とジグザグ層から構成される。中央隆起帯の西側沈降帯は、ジグザグ層、ピラク花崗閃緑岩々体、クロンダイク層により構成される。なお、中央隆起帯と東側沈降帯との境には、石英閃緑岩々脈とブゴ層とが数mオーダーでサンドウィッチ状態を繰り返すゾーン(漸移帯北部)、およびブゴ層の火山碎屑岩類起源の岩石が緑泥石片岩化した部分とブゴ層の非変成熔岩が互層状をなすゾーン(漸移帯南部)が見られる。

Table II-1-3 Isotopic Age Determination of Fission-Track Method and K-Ar Method

Fission Track Age datasheet

(1)

Sample NO. : A-208

Locality :

Purpose :

Rock Name (Formation) :

Separated Mineral : Zircon

Etching Condition : Zircon ; KOH-NaOH binary eutectic 200°C-48hr

Mica ; 48% HF ; 20°C-30min ;

Standard Glass ; 48% HF ; 20°C-15sec ;

U-238 Decay Constant (1/year) :  $6.85 \times 10^{-17}$

Formula calculated F.T. Age :  $T = 6.12 \times 10^{(-8)} \cdot P \cdot Ds/Di$

Thermal Neutron Flux :  $P = 0.830 \times 10^{15}$  ;  $N = 391$  ;  $D = 1.773 \times 10^{-5}$

NO	Spontaneous Track			Induced Track			Ratio of Density (Ds/Di)	F.T. Age (m.y.)
	Count	Cell	Density	Count	Cell	Density		
1	3	250	4.354E+04	296	250	4.296E+06	1.014E-02	0.51
2	9	220	1.484E+05	302	220	4.981E+06	2.980E-02	1.51
3	8	260	1.116E+05	350	260	4.884E+06	2.286E-02	1.16
4	3	200	5.443E+04	316	200	5.733E+06	9.494E-03	0.48
5	12	300	1.451E+05	422	300	5.104E+06	2.844E-02	1.44
6	7	300	8.466E+04	238	300	2.879E+06	2.941E-02	1.49
7	6	200	1.089E+05	258	200	4.681E+06	2.326E-02	1.18
8	11	300	1.330E+05	308	300	3.725E+06	3.571E-02	1.81
9	9	300	1.089E+05	362	300	4.378E+06	2.486E-02	1.26
10	13	240	1.965E+05	324	240	4.898E+06	4.012E-02	2.04
11	4	200	7.257E+04	208	200	3.774E+06	1.923E-02	0.98
12	2	300	2.419E+04	312	300	3.774E+06	6.410E-03	0.33
13	6	200	1.089E+05	248	200	4.499E+06	2.419E-02	1.23
14	2	200	3.628E+04	180	200	3.266E+06	1.111E-02	0.56
15	4	200	7.257E+04	216	200	3.919E+06	1.852E-02	0.94
16	5	300	6.047E+04	280	300	3.387E+06	1.786E-02	0.91
17	10	240	1.512E+05	324	240	4.898E+06	3.086E-02	1.57
18	5	220	8.246E+04	236	220	3.892E+06	2.119E-02	1.08
19	6	220	9.896E+04	194	220	3.200E+06	3.093E-02	1.57
20	4	200	7.257E+04	154	200	2.794E+06	2.597E-02	1.32
21	5	300	6.047E+04	200	300	2.419E+06	2.500E-02	1.27
22	4	200	7.257E+04	110	200	1.996E+06	3.636E-02	1.85
23	6	300	7.257E+04	122	300	1.476E+06	4.918E-02	2.50
24	4	200	7.257E+04	126	200	2.286E+06	3.175E-02	1.61
1*							( 1.28)	1.28
1A	148	5850	9.180E+04	6086	5850	3.775E+06	2.432E-02	1.24
1B	148	5850	9.180E+04	6086	5850	3.775E+06	2.432E-02	1.24

Age 1\* : Mean F.T. ages calculated from each grain age.

2 : F.T. ages calculated tracks and total observed areas.

A : Used only grains which spontaneous tracks were observed.

B : Used all grains.



Fission Track Age Datasheet (2)

Sample NO. : A-210 (2)  
 Locality :  
 Purpose :  
 Rock Name (Formation) :  
 Separated Mineral : Zircon ; KOH-NaOH binary eutectic 200°C-48hr  
 Etching Condition : Zircon : 48% HF ; 20°C-30min ;  
 Mica : 20°C-15sec ;  
 Standard Glass : 6.85x10<sup>-17</sup> ;  
 U-238 Decay Constant (1/year) : T=6.85x10<sup>9</sup>(-17)  
 Formula Calculated F.T. Age : T=6.85x10<sup>9</sup>(-8) P.DS/D1  
 Thermal Neutron Flux : P=0.845x10<sup>-15</sup> ; N=398 ; D=1.805x10<sup>-5</sup>

Sample NO. : A-210 (1)  
 Locality :  
 Purpose :  
 Rock Name (Formation) :  
 Separated Mineral : Zircon ; KOH-NaOH binary eutectic 200°C-48hr  
 Etching Condition : Zircon : 48% HF ; 20°C-30min ;  
 Mica : 20°C-15sec ;  
 Standard Glass : 6.85x10<sup>-17</sup> ;  
 U-238 Decay Constant (1/year) : T=6.85x10<sup>9</sup>(-17)  
 Formula Calculated F.T. Age : T=6.85x10<sup>9</sup>(-8) P.DS/D1  
 Thermal Neutron Flux : P=0.845x10<sup>-15</sup> ; N=398 ; D=1.805x10<sup>-5</sup>

NO	Spontaneous Track			Induced Track			Ratio of Density (DS/D1)	F.T. Age (m.y.)
	Count	Cell	Density	Count	Cell	Density		
1	6	300	7.257E+04	298	300	3.604E+06	2.013E-02	1.04
2	10	300	1.209E+05	372	300	4.499E+06	2.688E-02	1.39
3	DELETED							
4	4	400	3.628E+04	482	400	4.372E+06	8.299E-03	0.43
5	6	400	5.443E+04	346	400	3.139E+06	1.734E-02	0.90
6	3	300	3.628E+04	304	300	3.677E+06	9.868E-03	0.51
7	5	300	6.047E+04	334	300	4.040E+06	1.497E-02	0.77
8	4	300	4.838E+04	338	300	4.088E+06	1.183E-02	0.61
9	4	200	7.257E+04	268	200	4.862E+06	1.493E-02	0.77
10	4	240	6.047E+04	236	240	3.568E+06	1.695E-02	0.88
11	4	220	6.597E+04	218	220	3.595E+06	1.835E-02	0.95
12	3	200	5.443E+04	154	200	2.794E+06	1.948E-02	1.01
13	2	200	3.628E+04	174	200	3.157E+06	1.149E-02	0.59
14	3	300	3.628E+04	210	300	2.540E+06	1.429E-02	0.74
15	2	200	3.628E+04	208	200	3.774E+06	9.615E-03	0.50
16	2	200	3.628E+04	158	200	2.866E+06	1.266E-02	0.65
17	2	200	3.628E+04	194	200	3.520E+06	1.031E-02	0.53
18	8	300	9.676E+04	348	300	4.209E+06	2.299E-02	1.19
19	7	200	1.270E+05	164	200	2.975E+06	4.268E-02	2.21
20	5	400	4.536E+04	290	400	2.631E+06	1.724E-02	0.89
21	6	300	7.257E+04	282	300	3.411E+06	2.128E-02	1.10
22	2	200	3.628E+04	160	200	2.903E+06	1.250E-02	0.65
23	3	300	3.628E+04	276	300	3.338E+06	1.087E-02	0.56
24	1	200	1.814E+04	70	200	1.270E+06	1.429E-02	0.74
1*							( 0.85)	
1A	96	6160	5.655E+04	5884	6160	3.466E+06	1.632E-02	0.84
1B	96	6360	5.477E+04	6024	6360	3.437E+06	1.394E-02	0.82

NO	Spontaneous Track			Induced Track			Ratio of Density (DS/D1)	F.T. Age (m.y.)
	Count	Cell	Density	Count	Cell	Density		
1	6	300	7.257E+04	298	300	3.604E+06	2.013E-02	1.04
2	10	300	1.209E+05	372	300	4.499E+06	2.688E-02	1.39
3	0	200	0.000E+00	140	200	2.540E+06	0.000E+00	0.00
4	4	400	3.628E+04	482	400	4.372E+06	8.299E-03	0.43
5	6	400	5.443E+04	346	400	3.139E+06	1.734E-02	0.90
6	3	300	3.628E+04	304	300	3.677E+06	9.868E-03	0.51
7	5	300	6.047E+04	334	300	4.040E+06	1.497E-02	0.77
8	4	300	4.838E+04	338	300	4.088E+06	1.183E-02	0.61
9	4	200	7.257E+04	268	200	4.862E+06	1.493E-02	0.77
10	4	240	6.047E+04	236	240	3.568E+06	1.695E-02	0.88
11	4	220	6.597E+04	218	220	3.595E+06	1.835E-02	0.95
12	3	200	5.443E+04	154	200	2.794E+06	1.948E-02	1.01
13	2	200	3.628E+04	174	200	3.157E+06	1.149E-02	0.59
14	3	300	3.628E+04	210	300	2.540E+06	1.429E-02	0.74
15	2	200	3.628E+04	208	200	3.774E+06	9.615E-03	0.50
16	2	200	3.628E+04	158	200	2.866E+06	1.266E-02	0.65
17	2	200	3.628E+04	194	200	3.520E+06	1.031E-02	0.53
18	8	300	9.676E+04	348	300	4.209E+06	2.299E-02	1.19
19	7	200	1.270E+05	164	200	2.975E+06	4.268E-02	2.21
20	5	400	4.536E+04	290	400	2.631E+06	1.724E-02	0.89
21	6	300	7.257E+04	282	300	3.411E+06	2.128E-02	1.10
22	2	200	3.628E+04	160	200	2.903E+06	1.250E-02	0.65
23	3	300	3.628E+04	276	300	3.338E+06	1.087E-02	0.56
24	1	200	1.814E+04	70	200	1.270E+06	1.429E-02	0.74
1*							( 0.85)	
1A	96	6160	5.655E+04	5884	6160	3.466E+06	1.632E-02	0.84
1B	96	6360	5.477E+04	6024	6360	3.437E+06	1.394E-02	0.82

Age 1\* : Mean F.T. ages calculated from each grain age.  
 Age 2 : F.T. ages calculated tracks and total observed areas.  
 A : Used only grains which spontaneous tracks were observed.  
 B : Used all grains.

Age 1\* : Mean F.T. ages calculated from each grain age.  
 Age 2 : F.T. ages calculated tracks and total observed areas.  
 A : Used only grains which spontaneous tracks were observed.  
 B : Used all grains.



(3)

## Isotopic age determination of K-Ar method

Sample No.	Rock Name	Mineral	K(%)	$^{40}\text{Ar rad (sec/g)}$	$^{40}\text{Ar rad}/^{40}\text{Ar}(\%)$	Age (Ma)
A-202	Tonalite	hornblende	0.39	$3.3154 \times 10^{-7}$	45.83	$21.74 \pm 0.93$
A-206	Amphibole schist	actinolite	0.10	$3.0961 \times 10^{-8}$	6.22	$7.95 \pm 2.73$
B-157	Granodiorite	hornblende	2.29	$4.6327 \times 10^{-7}$	30.38	$5.20 \pm 0.33$
B-09	Hb andesite porphyry	hornblende	0.84	$1.8832 \times 10^{-7}$	50.73	$5.76 \pm 0.23$

$$\lambda_e = 0.581 \times 10^{-10} / Y, \quad 2\beta = 4.962 \times 10^{-10} / Y, \quad 40\text{K}/\text{K} = 0.01167 \text{ atm } \%$$







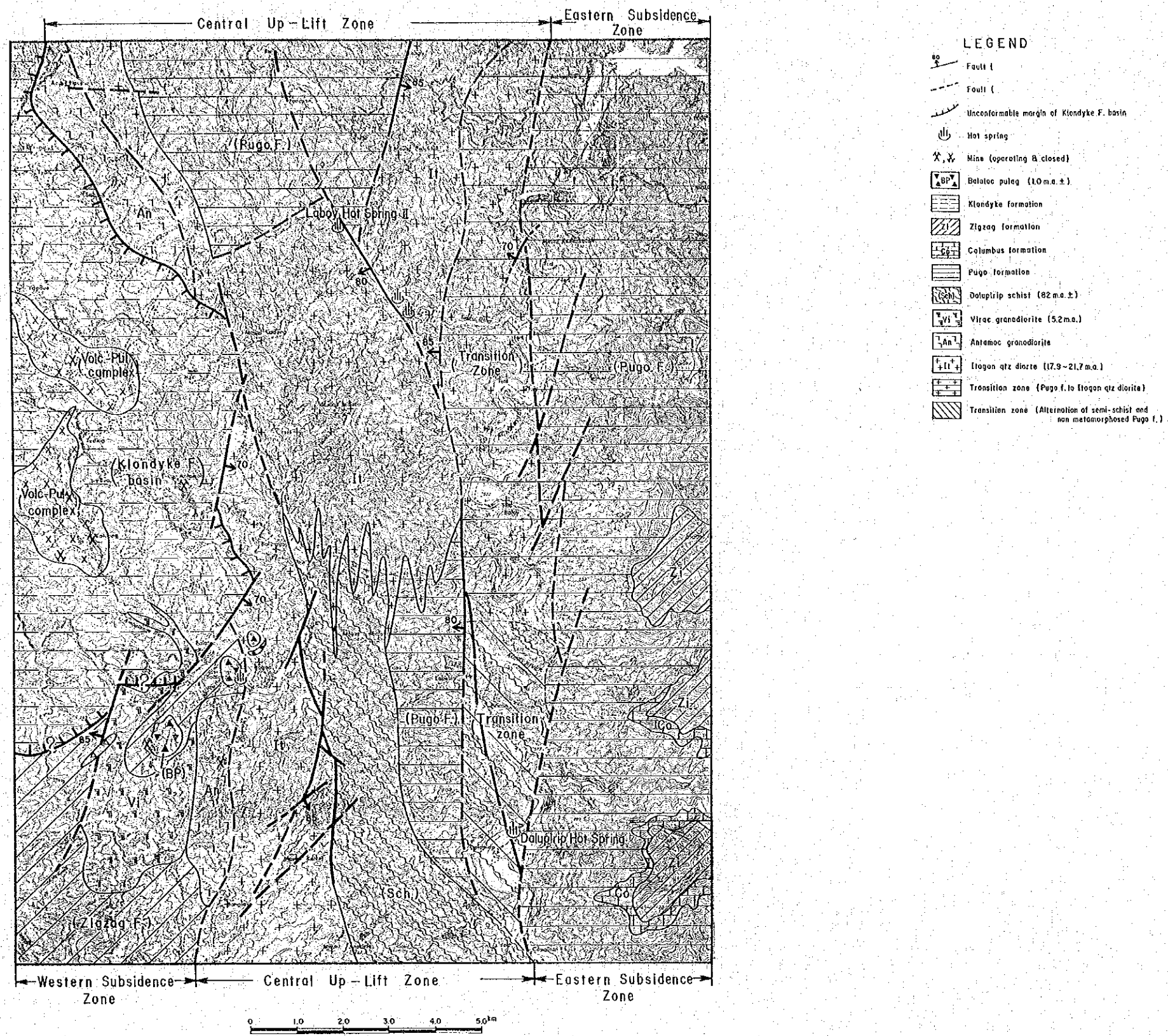


Fig. II-1-8 Tectonic Map



中央隆起帯は Aguno 川沿いに北上し、この延長状に Buguias 地区の西部隆起帯に連続すると衛星写真から判読される。また、この隆起帯を構成するダルピリップ変成岩類の片理は NW-S E という一般走向を示し、イトゴン石英閃緑岩のホリエーションは N-S ないし NNW-SSE の一般走向を示し、構造的に非調和のこれら 2 つの岩相とブゴ層とが中央隆起帯を形成している。

東側沈降帯は、ブゴ層を覆うコロンブス層とジグザグ層が尾根上に分布することで特徴づけられ、北側に隣接する Daklan 地区でも同様ないし、ジグザグ相当層がより広く分布する。Daklan 地区の北側に位置する Buguias 地区ではジグザグ層相当層がより広く分布し、ブゴ層相当層が露出しなくなる。本調査地域の東側沈降帯が、Buguias 地区の中央沈降帯に構造地質学的には相当する。

西側沈降帯は、ジグザグ層より新しい時代のクロンダイク層の西側へ開く半盆状構造により特徴付けられる。

断裂構造は、中央隆起帯付近に集中し、隆起帯南東部に NW-SW 系、その北東部で NE-SW 系、その北西部で NW-SE 系の断層群が発達する。

温泉湧出を規制する構造は、Laboy 川沿いに分布する温泉が NE-SW 系の断層沿いに分布し、この断層の南東延長上に Dalupirip の温泉が位置する。また、Acupan・Itogon の温泉湧出配列の南西延長上に Klondyke 温泉が位置する。

地熱活動が優勢な Acupan・Itogon 付近の地質構造は、径 1 km のバラトックプラグ、径 0.5 km のイトゴンプラグおよび 0.25 km の小プラグという第四紀石英安山岩質のプラグが NE-SW 方向に配列することを特徴とする。この配列はクロンダイク層の半盆状構造南縁の構造と平行し、ビラク花崗閃緑岩体のジグザグ層貫き残しによる湾入部に位置する。また、Acupan 鉱山および Itogon 鉱山の金鉱脈の一般走向と一致する。この構造の時代は、クロンダイク層が中部中新統、ビラク花崗閃緑岩が鮮新統、バラトックプラグが更新統という時代であり、現在の温泉湧出も規制していることから、少なくとも中部中新統～現在まで活動している構造と考察される。また、Acupan 鉱山および Itogon 鉱山の金鉱脈という高温熱水活動の産物が、ジグザグ層の安山岩、ビラク花崗閃緑岩体およびアンタモック閃緑岩体中に発達し、イトゴン石英閃緑岩体中には発達しないことから、イトゴン石英閃緑岩体には熱水循環に適する裂か系が発達していないと考察される。

## 1-6 火成活動

本調査地域の火成活動は、塩基性～酸性火山岩類と塩基性～酸性の貫入岩類からなる。また、火成活動史の概略は、後期白亜紀に変成し陽起石片岩や緑泥石片岩となった先第三系の玄武岩ないし安山岩質の海底火山活動、古第三系のブゴ層を構成する玄武岩質～安山岩質の海底火山

活動，最上部古第三系（上部漸新統）～下部新第三系（下部中新統）のジグザグ層を構成する安山岩質の海底火山活動，中期新第三紀（中期中新世）のイトゴン石英閃緑岩々体およびアンタモック閃緑岩々体，中期中新世の石英閃緑斑岩—石英閃緑岩複合岩体，中部中新統のクロンダイク層に少量見られる安山岩質の海底火山活動，後期新第三紀（鮮新世）のピラク花崗閃緑岩々体および安山岩ポーフイリ—閃緑斑岩複合岩体，更新統のパラトックブラグを構成する石英安山岩質火山砕屑岩類および石英安山岩々脈の活動という変遷を示す。

#### 1-6-1 貫入岩類

##### (1) イトゴン石英閃緑岩々体 (Itogon quartz diorite body; It)

本岩体は，優白色を呈し，一般に塊状，一部フォリエーションを示す中粒～粗粒完晶質岩である。アグノバンリスと呼ばれてきた (Peña, 1969 など) 貫入岩体の一部をなすものであり，Itogon 町南方から北へ延び Ambuklao 道路付近で東西の巾が広くなり，その北方では NE 方向と NW 方向に分岐するように分布する。

本岩体は，優白色を呈し，一般に塊状，一部フォリエーションを示す中粒完晶質岩である。本岩体は角閃石と黒雲母 (hb > bi) を有色鉱物とし，斜長石と石英 (pl > Q) を無色鉱物とする岩体であり，色指数 15% 前後の石英閃緑岩と色指数 5% 前後のトータル岩 (Qz diorite > Tonalite) とから構成される。本岩体の特徴として，銅の弱い鉱染を局部的に伴うことである。

トータル岩 (Fig. 11-1-9) は，Ambuklao 道路付近のイトゴン石英閃緑岩々体が巾広く分布する付近に広く分布し，今回実施した Ambuklao 道路沿いの試料 A-202 の K-Ar 放射年代では 21.74 Ma. という前期中新世の後期という年代値を示す。一方，石英閃緑岩はイトゴン石英閃緑岩々体の西側に帯状に分布し，Itogon 町付近で採取された試料 K-Ar 放射年代では，17.9 ± 0.9 Ma. (MMAJ & JICA, 1977) という中期中新世の初期の年代値を示した。

<顕微鏡写真> Sample No. A-174, biotite-hornblende tonalite (Fig. 11-1-9)

本石英閃緑岩々体はジグザグ層までを貫き，クロンダイク層により不整合で覆われる。本岩体は前期中新世の後期～中期中新世の前期にかけて，黒雲母—普通角閃石トータル岩に引き続き，黒雲母—普通角閃石石英閃緑岩が進入して形成された岩体である。また，この岩体の進入により中央隆起帯を形成したと考察される。

Itogon 鉱山付近でも，本岩体中には，高温地熱流体の裂か沿いの沈澱物である金鉱脈は発達せず，本岩体には熱水循環に適した裂か系は発達しないと考察される。

##### (2) アンタモック閃緑岩々体 (Antamok diorite body; Ac)

本閃緑岩々体は，Schafer (1954) により命名され，アグノバンリスの中で最初に進入

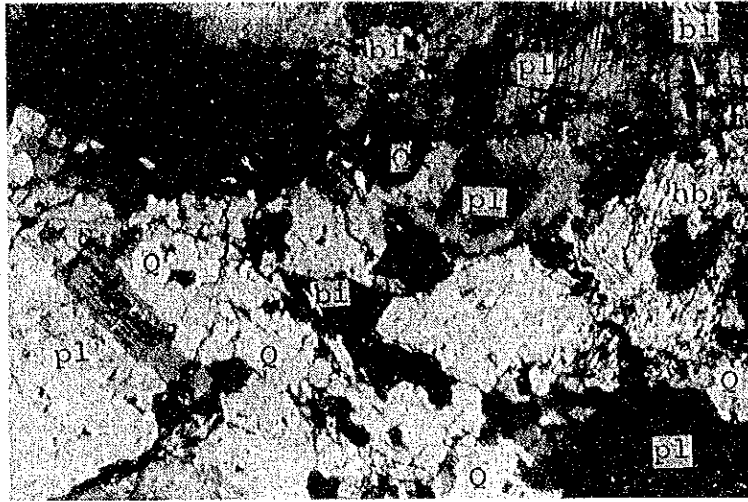


Fig. II-1-9 Microscopic photo of Itogon quartz diorite (A-174)  
Q; quartz, pl; plagioclase, hb; hornblende, bi; biotite

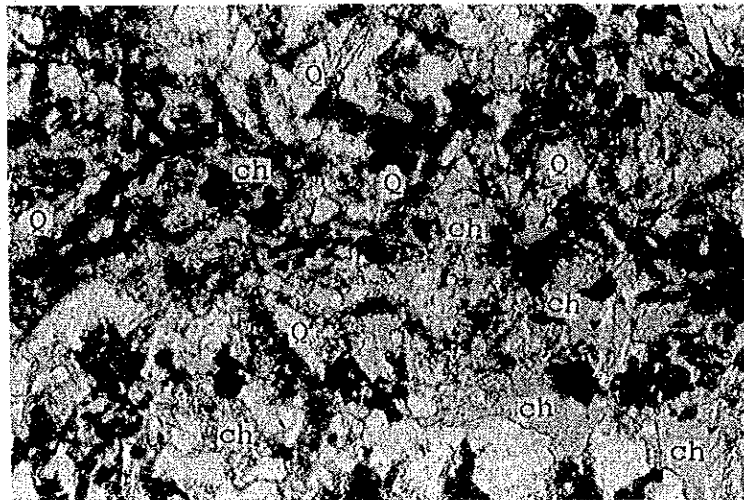


Fig. II-1-10 Microscopic photo of Antamok diorite (A-14)  
ch; chlorite, Q; quartz (secondary)



した岩体と考えられてきたもので、Itogon 鉱山付近と、Laboy川上流右岸地区にN-SないしNW-S Eに延びて分布する。

本岩体は、優黒色を呈し、塊状の粗粒～中粒完晶質岩であり、普通角閃石閃緑岩（黒雲母土、石英土）ないし普通角閃石斑レイ岩（黒雲母土、石英土）の岩質からなる。

本岩体は、ジグザグ層を貫きクロナダイク層に不整合で覆われる。なお、本岩体とイトゴン石英閃緑岩体との直接の関係は不明であるが、有色鉱物の組成および色指数がイトゴン石英閃緑岩の塩基性なものと大差ないことから、イトゴン石英閃緑岩と一連の深成岩と考えられている（MMAJ-JICA, 1977）。

しかし、本岩体中には、Itogon 鉱山の金鉱脈が発達し、高温地熱流体の循環に適する裂か系が存在している、ないし存在していたと考察され、イトゴン石英閃緑岩体との関係を今後見直す必要があると考えられる。

<顕微鏡写真> Sample No. A-14, Altered hornblende diorite (Fig. II-1-10)

#### (3) 石英閃緑斑岩—石英閃緑岩複合岩体

本複合岩体は、Acupan 鉱山の南西およびLaboy川上流に約2 kmの径をもつ岩株として2ヶ所に分布する。

本岩体は、優白色、細粒等粒状～斑状を示す完晶質岩であり、普通角閃石石英閃緑斑岩—普通角閃石石英閃緑岩複合岩体（黒雲母土）である。

本岩体は、絹雲母化作用を被わり斑岩銅鉱床を伴うことを特徴としている。この斑岩銅鉱床は金の鉱化作用を随伴し、パンナーにより採掘されている光景が見られる。

本岩体の貫入時期は、ジグザグ層およびアンタモック閃緑岩々体まで貫き、クロナダイク層に直接不整合で覆われることから、15 Ma.前後の中期中新世と考えられる。

<顕微鏡写真> Sample No. B-125, biotite-hornblende qtz diorite porphyry (Fig. II-1-11)

#### (4) ビラク花崗閃緑岩々体 (Virac granodiorite body; Vi)

本花崗閃緑岩々体は、アグノバソリスとしてイトゴン石英閃緑岩々体やアンタモック閃緑岩々体として一括されてきたもので、Acupan 鉱山周辺に一種の馬蹄形をなして分布する。

本岩体は、やや灰色がかった優白色を呈し、塊状で中粒等粒状完晶質岩であり、普通輝石・黒雲母・普通角閃石花崗閃緑岩からなる。この花崗閃緑岩の無色鉱物は斜長石、カリ長石（正長石）と少量の石英からなる。また、本岩体の特徴として、粗粒角閃石ないし粗粒角閃石斑レイ岩のゼノリスを数多く含むことである。

本岩体は、クロナダイク層を貫き、バラトックプラグには貫かれており、今回実施したK-Ar放射年代測定では5.2 Ma.という前期鮮新世の貫入年代を示した。

なお、本岩体は、Acupan 鉱山では金鉱脈の胚胎母岩をなし、高温地熱流体循環の通路である裂かがNE-S Eに発達していることが知られており、Acupan 鉱山内の温泉湧出の一部も本岩体中の金鉱脈に沿って分布する。

<顕微鏡写真> Sample No. B-39, hornblende granodiorite (Fig. II-1-12)

(5) 安山岩ポーフイリー - 閃緑斑岩複合岩体

(Andesite porphyry - Diorite porphyry Complex body)

本複合岩体は、角閃石安山岩ポーフイリーと角閃石斑岩とが複合岩体を形成するもので、Baco-Kelly mine および Baguio gold mine 付近に分布する。本岩体は上記金鉱床の胚胎母岩となり、金の鉱化作用に関係ないと考えられる。

(6) 石英安山岩々脈

本岩脈は、バラトックブラグを切って、バラトックブラグ中の西側斜面上に分布し、今回の調査により始めて発見された本調査地域内で最も新しい時代の火成岩である。

本岩脈は、灰色で緻密・塊状の普通角閃石石英安山岩である。本岩脈の根については、上記斜面下のAcupan 鉱山の坑道では未だ確認されていない。したがって、Acupan 鉱山の金鉱脈との関係は不明である。本岩脈について今回実施したフィッシュオントラック放射年代測定 (Sample No. A-208) では、本岩脈の貫入時期が  $1.28 \pm 0.17$  Ma. という結果を得た。この年代測定結果は、バラトックブラグ北東 3.5 km の小ブラグ中の石英安山岩質の礫の年代より 40 万年程若い年代を示すが、本岩脈が小ブラグと全く同質のバラトックブラグの火山砕屑岩類を切っていることから、本岩脈の年代は、ブラグ形成時とほぼ同時期で、バラトックブラグと一連の活動の産物で、約百万年前という前期更新世と考えるべきであると判断する。

本岩脈は、Acupan 鉱山という地熱徴候の活発な地点に位置し、本調査地域内で最も新しい時代 (前期更新世) の火成岩であることから、Acupan・Itogon 地区の地熱活動の起源と関係した火成岩であると考察される。

### 1-7 地熱徴候調査

本調査地域の地熱徴候は、Acupan 鉱山の坑内、Itogon 町近くの川原および Dalupirip に温泉湧出が知られ、この他地熱活動によるものか鉱化作用によるか原因は不明の変質帯が分布することが知られていた。

今回の地熱徴候調査により、Laboy 川沿いに 3 地点の温泉湧出個所を新たに発見した (Fig. II-1-13)。



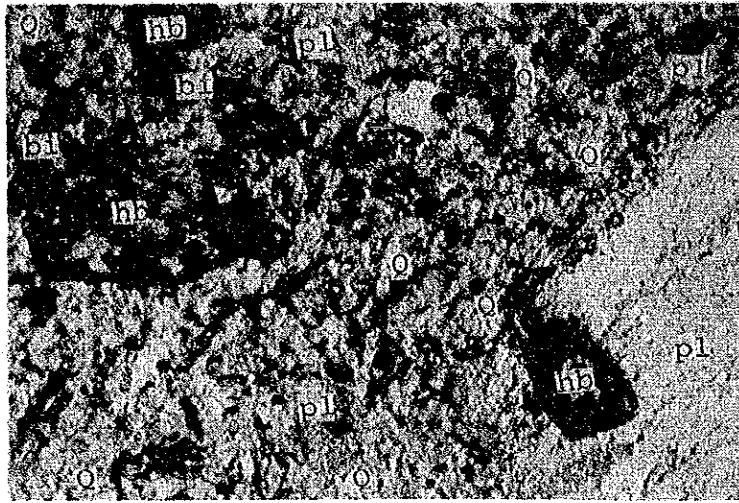


Fig. II-1-11 Microscopic photo of Quartz diorite porphyry (B-125)

Q; quartz, pl; plagioclase, hb; hornblende, bi; biotite

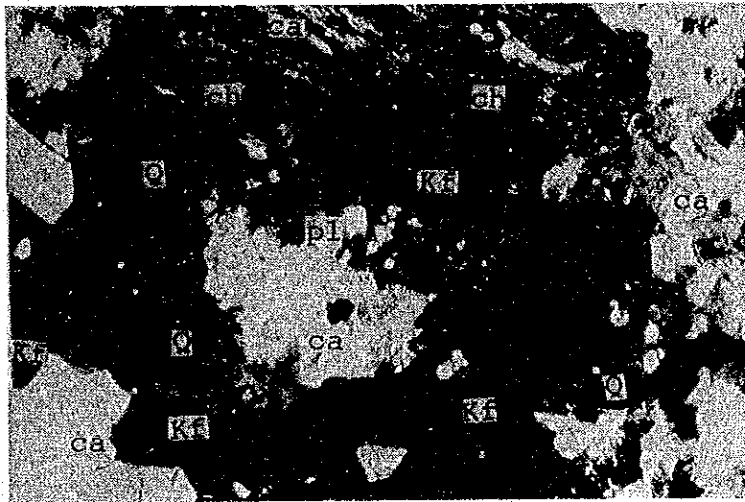


Fig. II-1-12 Microscopic photo of Virac granodiorite (B-39)

Q; quartz, pl; plagioclase, kf; k-feldspar, ch; chlorite, ca; calcite









### 1-7-1 温泉徴候

Acupan 鉱山の坑内から噴出ないし湧出する温泉は、バロックプラグ中およびその縁辺部からのものがプラグ外側のものに較べて、温度・湧出量ともに優性である。Acupan 坑内の湧出は、金鉱脈に沿った裂かから湧出し、特にプラグ外周破砕帯と鉱脈裂かとの交叉部で熱水の湧出が著しい。

Itogon 町近くの温泉は、バロックプラグ類似の小プラグ中の不規則・連続性のない小裂かから湧出しているのが観察されるが、乾期には湧出が見られないようで、地下水位と関係していると思われる。

Dalupirip の温泉は、崖錐性堆積物より湧出し、本当の湧出母岩は不明である。しかし、周辺の地質から判断すれば、プロ層の準片岩と非変成岩の互層をなす岩石中から湧出していると判断され、対岸 (Agno 河左岸) に見られる湧出は冷泉である。

Laboy 川沿いに見られる 3ヶ所の温泉は、イトゴン石英閃緑岩々体中の E-W 性  $10\sim 20^\circ$  S の小裂かと垂直的な節理との交叉部から湧出しているが、これらの温泉のすぐ横を 5~6 m 巾の破砕帯を伴う NW-SE 性の断層が通る。この断層の南方延長に Dalupirip の温泉も位置することから、Laboy 川および Dalupirip の温泉は NW-SE ないし NNW-SSE 性の断層に沿った温泉と考えられる。

### 1-7-2 変質帯 (Fig. II-1-12)

本調査地域で見られる変質は、緑色粘土化・白色粘土化・白色珪化変質が認められるが、広域埋没変成作用に伴う緑色変質作用がプロ層・シグザグ層およびクロングアイク層に認められる。

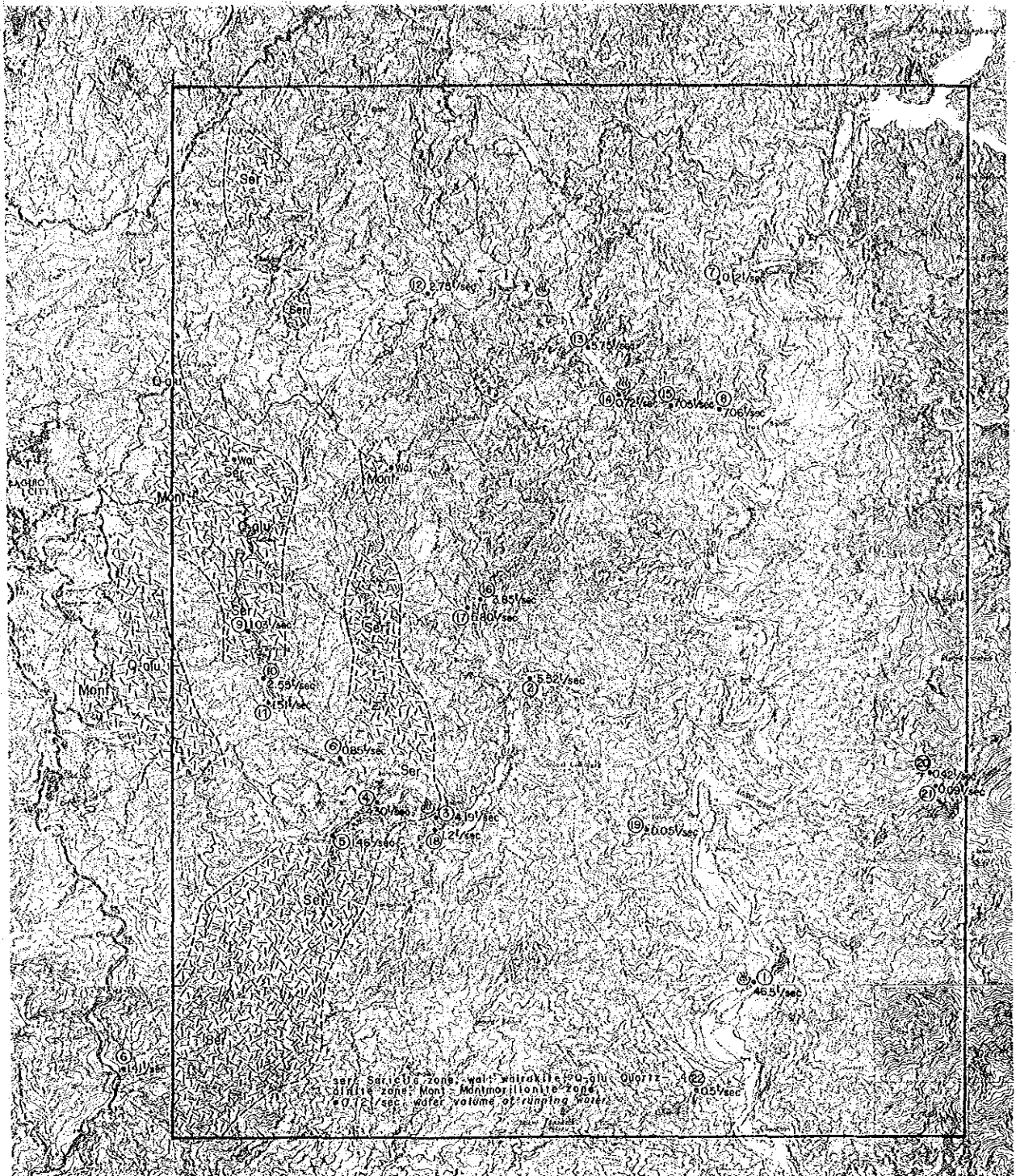
熱水変質作用に伴うと観察される変質帯は、調査地域東側の沈降帯中に見られる。これらの変質帯のうち、Laboy 川上流に見られる絹雲母を主体とする白色粘土化変質帯は斑岩銅鉱床と分布が一致し、この銅の鉱化作用にともなうものと考えられる。Baguio 市東部に見られる変質は、安山岩ポーフイリー—閃緑斑岩複合岩体を中心とする絹雲母・石英帯 (一部ワイラカイトを伴う) → 石英・アルナイト帯 (一部ゲーサイトを伴う) → モンモリロナイト帯と帯状分布する変質帯である。この変質帯には中心部に Baguio gold mine, Baco-Kelly mine という金鉱床および石英—アルナイト帯に低品位金鉱化作用を伴ない現在温泉徴候が認められないことから、過去の温泉型金銀鉱床に伴う変質帯であると考えられる。最後に、Acupan・Itogon 付近の変質帯は、絹雲母・石英・モンモリロナイトが大規模には帯状分布していない。この付近では、高温泉の湧出と同時に金の鉱化作用もあり、現在も続く温泉型金銀鉱化作用によるものと判断される。

#### 1-8 河川流量および河川水化学分析（水理調査）

今回の現地調査実施期間は雨期であり、連日雨天さらに数度にわたる台風来襲の中で、河川流量測定および化学分析用河川水採取が実施された。

河川流量調査は、Dalupirip温泉から流出する小沢の水を矩形ノッチで測定を実施したほか20地点でブライス式流速計により測定を合計21地点で実施した。この測定を実施した21地点中番号①～⑩までの河川水を化学分析した（Fig. II-1-12, Table II-1-7）。

しかしながら、今回は上述のように雨期および台風という条件の中で河川の増水・減水が著しい時期に流量を測定しているため、各地点の流量測定値および化学分析値は時間的変動を被っているため、解析するに至らなかった。



**Fig. II -1-13 Distribution of Alteration Zone and  
 Volume of Running Water**











Table II-1-6 Chemical Component of Running Water

Sample No.	Sampling site	pH	TDS	Acidity epm (pH4.8)	Alkalinity epm (pH8.3)	B	solv. Fe	Total Fe	Mn	As	Mg	Ca	Cl	SO <sub>4</sub>	SiO <sub>2</sub>	K	Na	HCO <sub>3</sub>
1	DALUPIRIP	6.76	125	1.04	0.16	0.1	0.06	0.46	0.04	0.000	5.69	33.3	6.57	20.6	10.0	1.4	17.5	63.
2	TWIN RIVER	6.78	600	1.40	0.20	0.3	0.11	1.31	0.22	0.018	12.25	121.8	11.29	144.1	14.5	4.8	23.0	85.74
3	ITOGON RIVER	6.61	770	1.06	0.20	0.5	0.15	1.98	0.34	0.017	15.80	139.7	15.81	184.4	17.5	5.6	30.5	64.92
4	BARATOC	6.66	470	0.78	0.20	0.4	0.15	1.99	0.16	0.012	20.91	103.4	13.35	135.4	17.0	4.6	23.5	47.78
5	ACUPAN	6.78	395	1.52	0.20	0.0	1.12	1.10	0.16	0.001	31.61	75.4	4.11	76.4	14.0	2.0	14.0	93.09
6	PUGO BRIDGE	6.76	205	1.32	0.20	0.0	0.03	0.36	0.02	0.000	18.48	56.9	3.49	54.3	7.0	2.4	13.0	80.84
7	AMBUKLAO #2	6.95	80	1.52	0.20	0.0	0.01	0.06	0.01	0.001	23.82	19.2	3.70	11.3	12.0	0.4	16.0	93.09
8	LABOY BRIDGE	6.96	175	1.64	0.24	0.0	0.02	0.32	0.02	0.000	27.71	48.1	2.46	35.2	8.0	0.8	19.0	100.44
9	BACO - KELLY 1	3.36	415	0.00	1.26	0.0	0.38	0.76	0.72	0.000	23.34	52.9	9.86	116.7	21.0	1.6	18.0	0.00
10	BACO - KELLY 2	6.60	195	0.36	0.20	0.0	0.21	1.11	0.02	0.000	29.87	33.7	4.11	6.	20.0	1.2	16.5	22.05
11	BACO - KELLY 3	4.38	335	0.00	0.46	0.0	0.43	2.30	0.55	0.000	21.39	49.7	4.11	97.3	25.0	1.8	21.0	0.00



## 第2章 地化学探查





## 第 2 章 地 化 学 探 査

### 2-1 地化学探査の目的と方法

今回の調査は第2年次に行なり地化学探査精査の予備的な概査であり、その目的は地化学探査の各手法の問題点の指摘および有効性の検討をすることであり、今回の調査結果を基にして当地域に於ける地下地熱貯留層の評価ないしその探鉱指針を検討するものではない。その目的に沿って、今回実施した調査項目は次のとおりである。

- イ. 1 m 深の地温測定 (50 点)
- ロ. 土壤ガス中の二酸化炭素ガス濃度測定 (50 点)
- ハ. 土壤ガス中のラドンガス濃度測定 (50 点)
- ニ. 土壤中の全水銀濃度の測定 (50 点)
- ホ. 変質・未変質岩中の全水銀濃度測定 (40 試料)
- ヘ. 温泉水の化学分析 (10 試料)
- ト. 温泉水の O/H 同位体分析 (12 試料)
- チ. 噴気ガスの分析 (4 試料)

### 2-2 1 m 深の地化学探査

調査地域内の主に道路沿い約 500 m 間隔の合計 50 測点について地温、二酸化炭素ガス、ラドンガスおよび土壤中の水銀濃度を測定した結果は次のとおりである。

#### 2-2-1 1 m 深の地温測定

ハンドオーガーで 1 m 深の孔を掘穿後 (Fig. II-2-1) タカラ・サーミスター (A500 型) で測定した。

その結果を Table II-2-1 に示す。

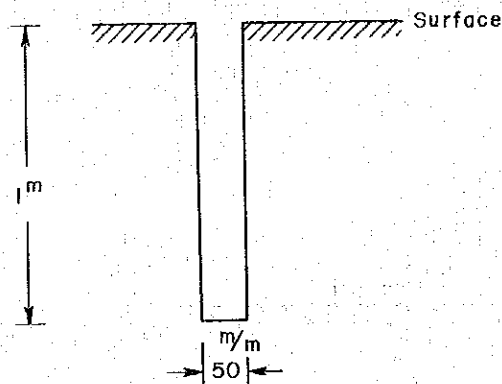


Fig. II-2-1 Profile of Hole for Temperature Measurement

調査期間が短いので経日補正は行っていない。

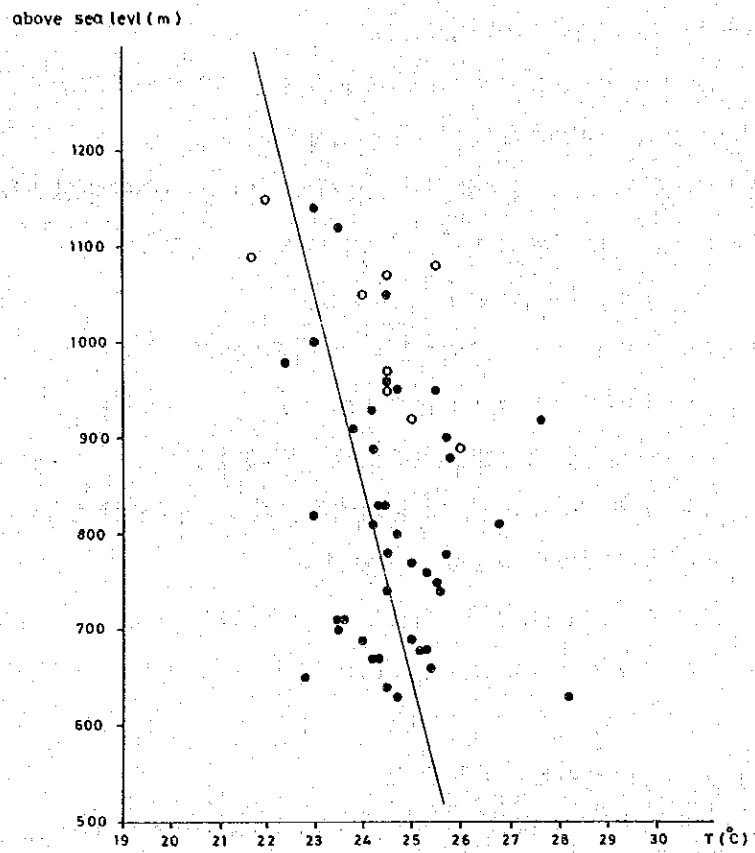


Fig. II-2-2 1m Depth Temperature-Sea Level Correlation

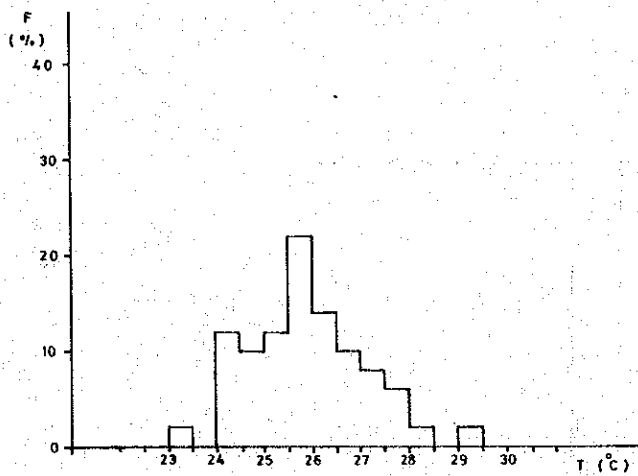


Fig. II-2-3 Frequency Diagram of 1m Depth  
Temperature Converted to 600m A.S.L.

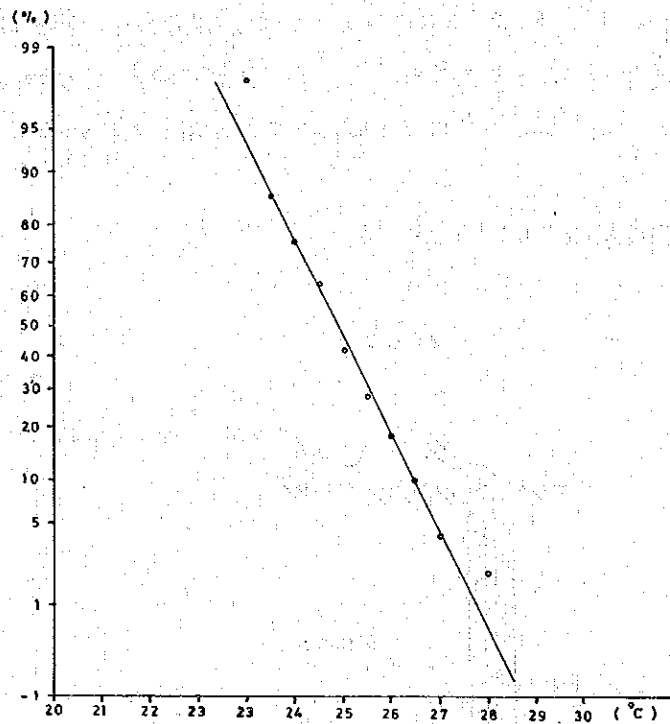


Fig. II-2-4 Probability Plot of 1m Depth Temperature Converted to 600m A.S.L.

測定点の海拔標高と測定された地温の関係を Fig. II-2-2 に示す。調査地域内での標高値の最高と最低はそれぞれ 1,150m, 630m であり、その間で明らかに負の相関関係が認められるが、その間の回帰線は測定数が少ないこと、また測定値間のばらつきが大きいことから必ずしも信頼性の高いものとは言い難く、取り敢えず図中に示すとおりと考えた。これは 500m の標高差で 2.5℃ の温度補正となるが、この値は日本の 6 月の高度補正が 500m で 2.3℃ であることと対比すると先ずは妥当な補正值ではないかと考えられる。この補正值を用い、600m レベルに変換した仮想地温についての温度頻度分布および確率分布を各々 Fig. II-2-3, Fig. II-2-4 に示す。海拔 600m に於ける平均地温 ( $\bar{x}$ ) は 25.8℃, 標準偏差値 (a) は 1.2℃ でそれはほぼ正規分布型である。 $\bar{x}$ ,  $\bar{x} \pm a$ ,  $\bar{x} \pm 2a$  で区分した時の地温分布図を Fig. II-2-5 に示す。Acupan 鉱山に  $\bar{x} + 2a$ ,  $\bar{x} + a$  の異常帯が認められる他、Virac およびその北方に小規模な  $\bar{x} + a$  以上の異常帯が認められるが、I togon 橋の温泉湧出地付近の道路沿いでは特に顕著な高地温異常は認められず、調査地域のほぼ平均地温を示す程度であった。上記した高地温域は調査地域の南西端に広がり、北東側の低地温域と相対する。

### 2-2-2 二酸化炭素ガス濃度測定

土壌ガスの採取装置は Fig. II-2-6 に示すとおりで、孔底地温の測定後設置、二口注射器で孔底に残留した空気を排出し、一昼夜放置した。翌日孔底に溜った土壌ガス中の二酸化炭素ガス濃度を測定するが、測定器は北川式のガス検知器で、使用した検知管は次の3タイプである。

S A 型	濃度範囲	0.1 ~ 2.6 %
S B 型	"	0.05 ~ 1.0 %
S H 型	"	1 ~ 20.0 %

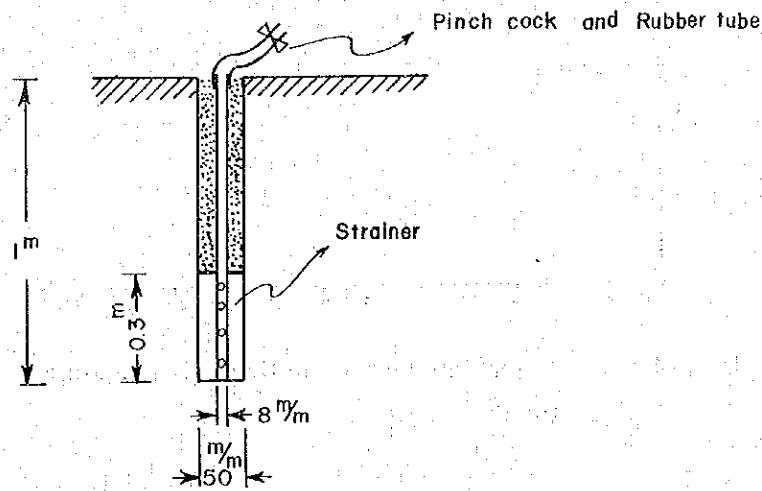


Fig. II-2-6 Collection of Soil Air

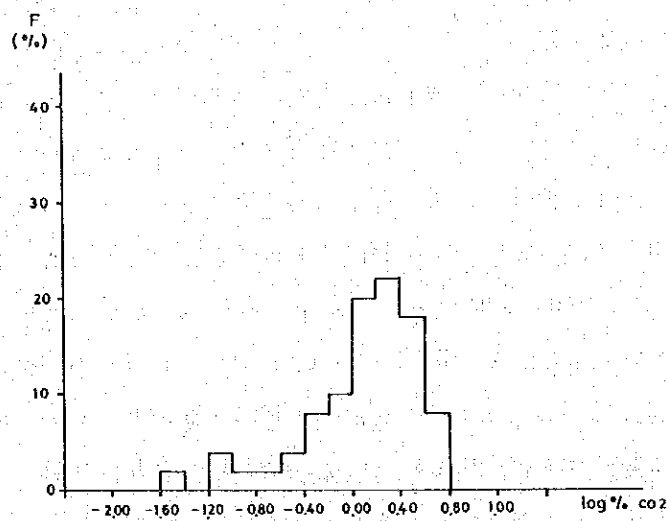


Fig. II-2-7 Frequency Diagram of CO<sub>2</sub> Gas Concentration

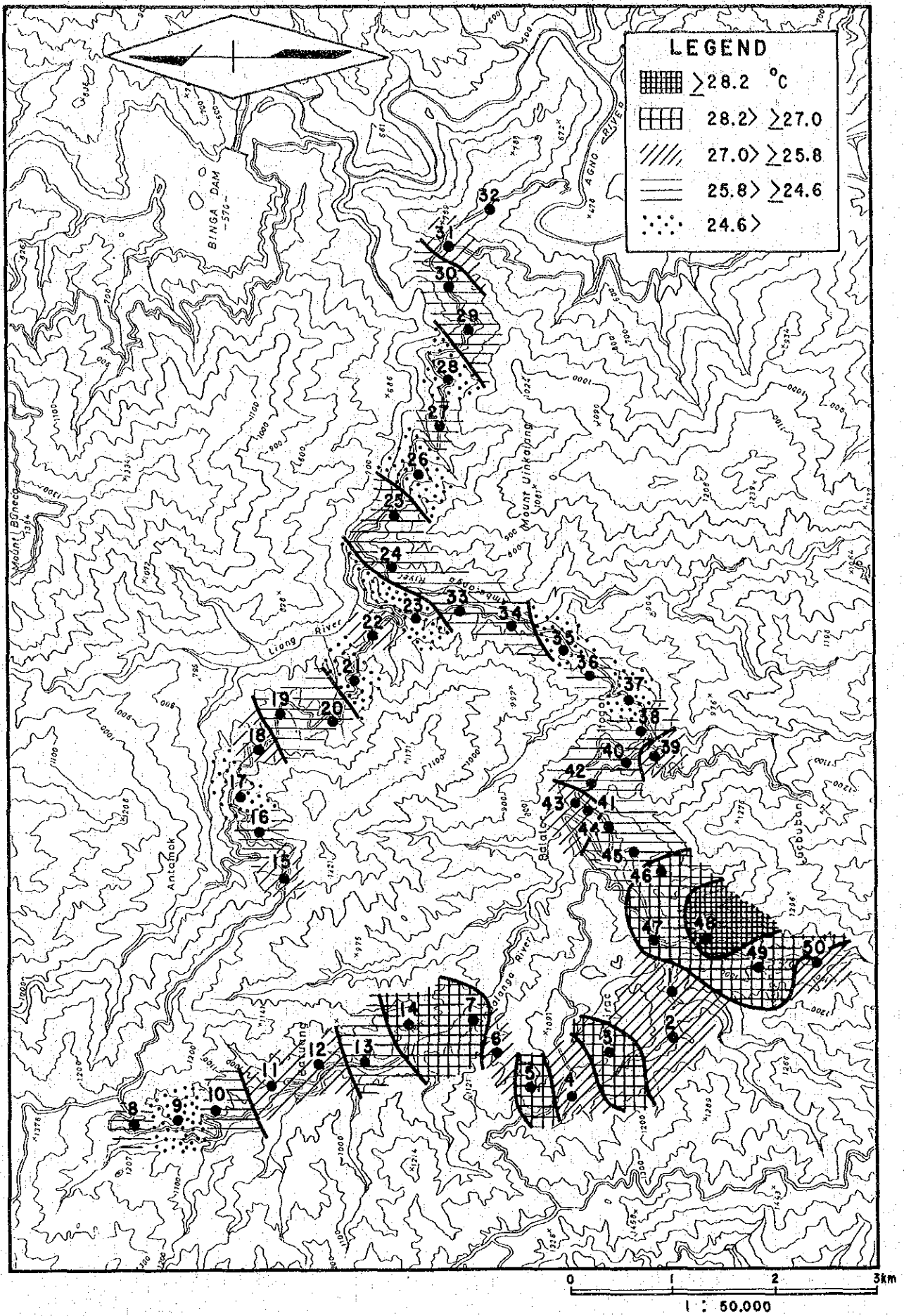


Fig. II-2-5

Distribution Map of 1m Depth Temperature Converted to 600m A.S.L.



Table II-2-1 Geochemical Data Sheet for 1m Depth Measurements

Point No.	Date Placing		CO <sub>2</sub> gas measurement		Track Etch Cup			Soil Colour	Geology	Elevation (m)	Results				
	Date	Time	Ambient (°C)	Date	Time	Date Rec.	Exp. Days				Cup No.	Hg (ppb)	CO <sub>2</sub> (%)	Rn (N/mm <sup>2</sup> ·30)	T (°C)
1	13, Sep.	9:45	28.0	14, Sep.	9:40	7, Oct.	24	57581	dark brown	bio-hb-qz diorite	920	320	0.09	12.2	25.0
2	"	10:50	32.0	"	10:20	"	"	57582	"	"	970	132	0.31	26.7	24.5
3	"	12:40	30.0	"	11:00	"	"	57583	"	lapilli tuff (Klondyke Fm.)	1080	4385	5.3	67.3	25.5
4	"	13:40	28.0	"	11:40	"	"	57584	brown	"	1070	67	1.6	26.0	24.5
5	14, Sep.	13:30	30.5	15, Sep.	8:45	"	23	57585	reddish brown	"	1050	44	1.8	22.6	25.0
6	"	14:35	28.5	"	9:20	"	"	57586	dark brown	"	950	44	4.0	71.0	24.5
7	"	15:30	29.5	"	10:15	"	"	57587	reddish brown	"	890	35	3.3	24.9	26.0
8	15, Sep.	7:50	20.5	16, Sep.	10:18	12, Oct.	27	57588	brown	volc-plutonic complex	1150	39	2.25	45.0	22.0
9	"	8:40	20.0	"	9:41	"	"	57589	dark brown	"	1090	35	1.58	25.7	21.7
10	"	9:45	21.7	"	9:23	"	"	57590	brown	"	1000	53	2.75	83.7	23.0
11	"	10:40	27.7	"	8:55	"	"	57591	reddish brown	"	960	76	3.5	82.7	24.5
12	"	11:25	31.7	"	8:35	"	"	57592	dark brown	"	930	44	1.95	264.0	24.2
13	"	12:50	28.5	"	8:05	"	"	57593	reddish brown	"	890	48	1.65	170.6	24.2
14	"	13:45	26.3	"	7:35	"	"	57594	reddish brown	lapilli tuff (Klondyke Fm) px. andesite por.	900	95	4.0	96.5	25.7
15	16, Sep.	7:15	24.3	17, Sep.	8:00	9, Oct.	23	57595	yellow orange	"	1120	25	0.72	21.1	23.5
16	"	7:50	21.0	"	8:55	"	"	57596	yellow orange	"	1140	30	1.05	12.0	23.0
17	"	8:35	22.4	"	8:30	"	"	57597	brown	hb-qz diorite	980	25	4.0	9.0	22.4
18	"	9:10	30.3	"	9:20	"	"	57598	light gray	"	950	9	1.7	6.0	24.7
19	"	10:05	30.3	"	9:40	"	"	57599	light brown	"	910	612	0.8	24.1	23.8
20	"	10:40	29.3	"	9:55	"	"	57600	brown	"	830	25	2.0	30.2	24.3
21	"	12:45	25.2	"	10:20	"	"	57601	"	"	820	98	1.85	24.1	23.0
22	"	13:25	30.0	"	10:40	"	"	57602	light brown	"	750	10	0.3	15.8	25.5
23	"	13:55	27.0	"	11:00	"	"	57603	yellow orange	"	710	83	1.38	55.1	23.6
24	"	14:30	29.7	"	7:10	"	"	57604	black	chlo-amphi schist (Pre-Tertiary)	640	44	0.68	6.7	24.5
25	17, Sep.	7:30	25.0	18, Sep.	7:30	"	22	57605	"	"	660	46	1.1	4.7	25.4





Point No.	Date Planting			CO <sub>2</sub> gas measurement		Track Etch Cup				Soil Colour	Geology	Elevation (m)	Results			
	Date	Time	Ambient (°C)	Date	Time	Date Rec.	Exp. Days	Cup No.	Remarks				Hg (ppb)	CO <sub>2</sub> (%)	Rn (N/mm <sup>2</sup> 30)	T (°C)
26	17, Sep.	8:15	22.0	18, Sep.	7:55	9, Oct.	22	57606	dirty	dark brown	chlo-amphi schist (Pre-Tertiary)	650	0.63	13.3	22.8	
27	"	9:10	23.8	"	8:20	"	"	57607	"	light brown	"	670	3.8	9.4	24.3	
28	"	9:50	25.7	"	8:40	"	"	57608	"	black	meta-volcanics (Pugo Fm.)	690	1.1	2.3	24.0	
29	"	10:40	27.7	"	9:00	"	"	57609	dirty	"	"	680	1.8	11.8	24.7	
30	"	11:50	29.7	"	9:20	"	"	57610	"	"	"	680	3.4	11.0	25.3	
31	"	13:15	28.5	"	9:45	"	"	57611	dirty	brown	hb-qtz diorite	740	1.38	22.0	25.6	
32	"	14:05	36.0	"	10:15	"	"	57612	"	black	meta-volcanics (Pugo Fm.)	630	0.13	19.7	28.2	
33	20, Sep.	7:45	22.5	21, Sep.	7:55	"	19	57613	ant. infested	yellow orange	hb-qtz diorite	680	1.18	13.6	25.2	
34	"	8:20	23.3	"	8:15	8, Oct.	18	57614	"	brown	"	670	4.55	50.1	24.2	
35	"	8:55	22.8	"	8:20	"	"	57615	dirty	"	"	700	0.75	23.1	23.5	
36	"	9:30	23.0	"	8:50	"	"	57616	"	dark brown	"	690	2.35	22.1	25.0	
37	"	10:05	24.0	"	9:05	"	"	57617	"	light brown	"	710	0.98	15.3	23.5	
38	"	10:45	24.8	"	9:22	"	"	57618	"	brown	"	740	0.54	6.7	24.5	
39	"	11:40	23.0	"	9:40	"	"	57619	"	light brown	andesitic volcanics (Zi,Em Fm.)	760	5.90	29.8	25.3	
40	"	13:00	25.2	"	10:05	"	"	57620	dirty	brown	daicite breccia pipe	780	1.90	14.4	24.5	
41	"	13:45	22.2	"	10:25	"	"	57621	disturbed	yellow orange	lpill tuft (Klondyke Fm.)	810	2.80	26.0	24.2	
42	"	15:25	21.5	"	10:45	"	"	57623	"	dark brown	"	780	4.2	21.1	25.7	
43	"	15:25	25.5	"	8:05	"	"	57622	"	reddish brown	"	770	1.6	19.2	25.0	
44	"	15:00	26.5	"	8:25	"	"	57624	dirty	black	"	800	2.5	50.1	24.7	
45	"	14:00	27.5	"	8:45	"	"	57625	"	yellow	"	830	0.45	22.1	24.4	
46	"	13:30	24.5	"	9:00	"	"	57626	"	light brown	andesitic volcanics (Zi,Em Fm.)	880	1.5	38.5	25.8	
47	"	11:30	29.0	"	9:30	"	"	57627	dirty	orange	bio-hb qtz diorite	810	0.49	34.7	26.8	
48	"	10:15	26.5	"	9:50	"	"	57628	"	brown yellow	andesitic volcanics (Zi,Em Fm.)	920	0.75	51.1	27.6	
49	"	9:15	28.0	"	10:20	"	"	57629	"	dark black	"	950	0.20	15.3	25.5	
50	"	8:20	24.5	"	10:55	"	"	57630	"	brown	"	1050	0.03	18.2	24.5	



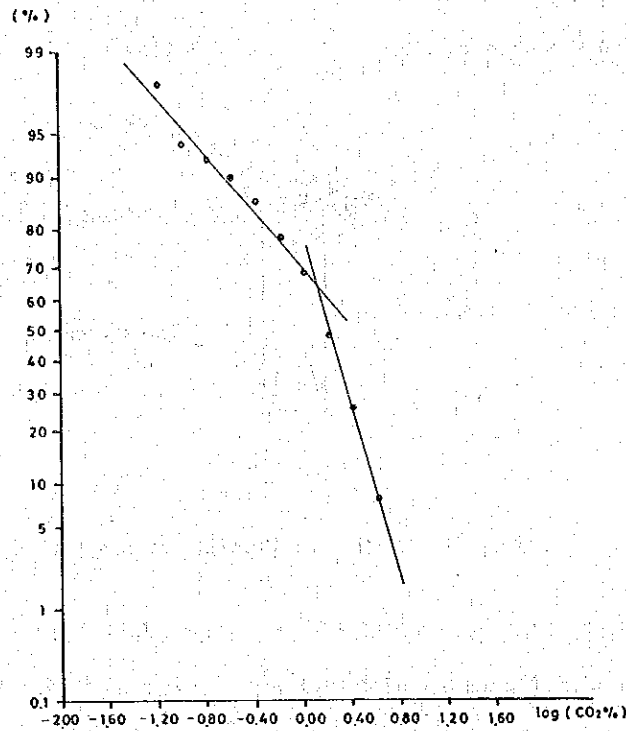


Fig. II-2-8 Probability Plot of CO<sub>2</sub> Gas Concentration

測定結果は Table II-2-1 に示すとおりで、測定値の対数変換したものについての頻度分布および確率分布をそれぞれ Fig. II-2-7, Fig. II-2-8 に示した。対数変換値の平均値( $\bar{x}$ )および標準偏差値( $a$ )はそれぞれ 0.10, 0.47 だが、平均値の 0.10 は確率分布 (Fig. II-2-8) から推定されるスレッシュホールド値と偶々ほぼ一致している。 $\bar{x}$ ,  $\bar{x} \pm a$ ,  $\bar{x} - 2a$  で区分した時の二酸化炭素ガス濃度の分布を Fig. II-2-9 に示した。Acupan 鉱山の西で極めて低く、Itogon 橋の温泉湧出地付近で高い濃度がみられる他、高濃度が処々に点々と分布しているが特に規則性が認められない。土壌の色との相関も認められず、土壌の層厚との関係もその厚さが全般的に極めて薄い為、両者の相関は特に認められない。

### 2-2-3 ラドンガス濃度測定

ハンドオーガーで60cm深を穿孔し、テラディック社製のエッチ・カップを埋設した (Fig. II-2-10)。

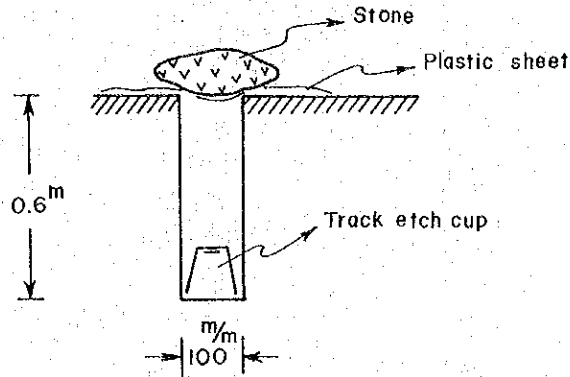


Fig. II-2-10 Planting of Track Etch Cup

約3週間放置後、回収されたカップはテラディック社へ郵送され、そこで試験処理された。計数値は  $1\text{mm}^2$  の面積内の埋設期間30日当りのトラック数として表示され、その結果を Table II-2-1に示す。トラック数の対数変換した値についての頻度分布 (Fig. II-2-11) にみられるとおり、その分布は正規型を示すが確率分布 (Fig. II-2-12) からはスレッシュホールド値として1.6、つまりトラック数で  $39.8\text{N/mm}^2$ 、30日が推定される。Fig. II-2-11の頻度分布から求められる平均値 ( $\bar{x}$ ) および標準偏差値 ( $a$ ) はそれぞれ1.37、0.38であり、これを用いて先と同様  $\bar{x}$ 、 $\bar{x} \pm a$ 、 $\bar{x} - 2a$  で区分した時のラドンガス濃度分布図は Fig. II-2-13のとおり求められる。

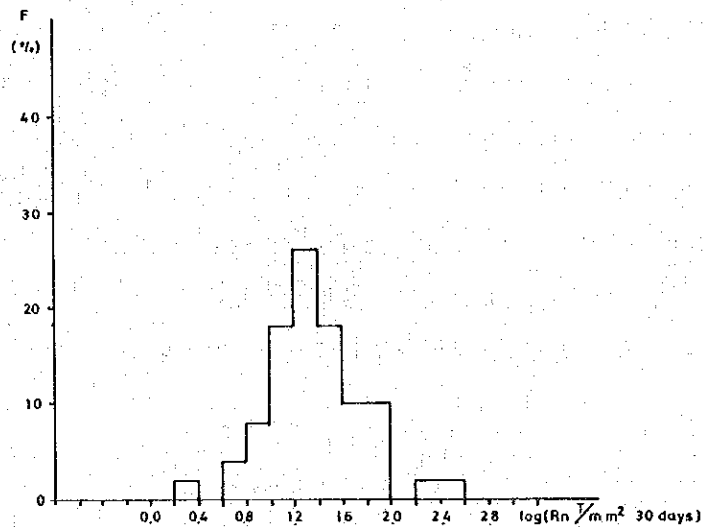


Fig. II-2-11 Frequency of Diagram of Rn Gas Concentration

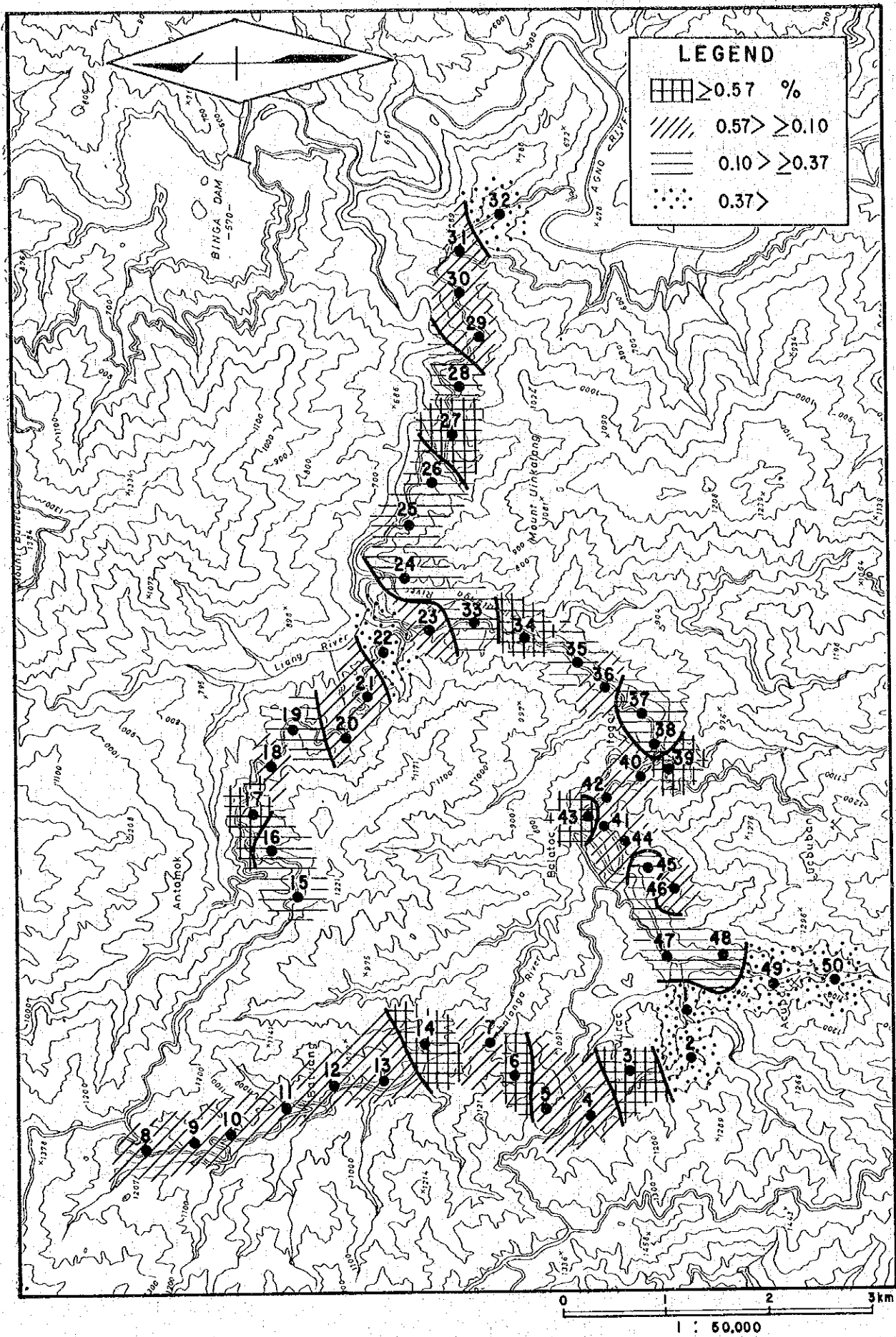


Fig. II-2-9

Distribution Map of CO<sub>2</sub> Gas Concentration



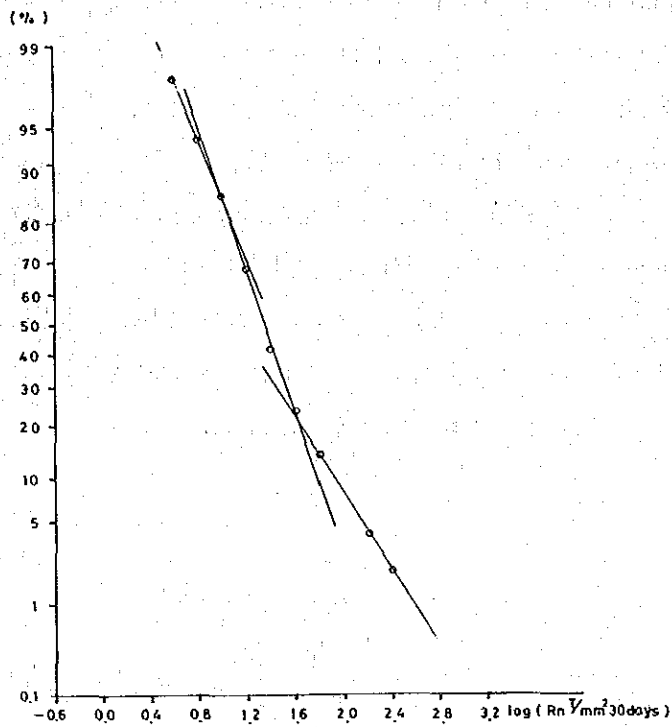


Fig. II-2-12 Probability Plot of Rn Gas Concentration

その分布をみると Itogon 橋温泉から Acupan 鉱山にかけて平均値以上の範囲が広く分布しているが、最も顕著なものは Batuang 付近における広範囲な高異常である。この高異常は地質的には安山岩ないし花崗閃緑岩質な斑岩の分布に対応するものであり、地下の地熱流体の賦存を示すと言うよりはむしろ地質の差を反映しているものと考えられる。また地域北東部には低異常帯が広く分布し、ここは主に地質的には中性ないし塩基性の岩石に対応している。

#### 2-2-4 水銀濃度測定

土壤試料は普通 A<sub>1</sub> 層から採取するが、調査地域内は土壤の発達が悪く、層厚が薄いため A<sub>0</sub> 層を除いた地表から 20~30 cm 以浅の土壤を採取した。分析法は無炎原子吸光法により、平沼 HG-1 型水銀濃度計を使用した。分析結果は Table II-2-1 に示すとおりで、最高値および最低値はそれぞれ 4,385 ppb, 9 ppb である。測定値の対数変換したものの頻度分布は Fig. II-2-14 のとおりで二つの正規型の母集団の存在が推定される。平均値 ( $\bar{x}$ ) および標準偏差 ( $a$ ) は各々、1.92, 0.65 である。確率分布は Fig. II-2-15 に示すとおり、ここでも二つの正規型の母集団が推定される。 $\bar{x}$ ,  $\bar{x} \pm a$ ,  $\bar{x} - 2a$  で区分した時の水銀濃度分布を Fig. II-2-16 に示す。 $\bar{x} + a$  (2.57) 以上で示される水銀の高濃度異常は Acupan 鉱山, I togon 橋温泉およびその周辺で高く、地域北東側で相対的に低濃度域が分布する。

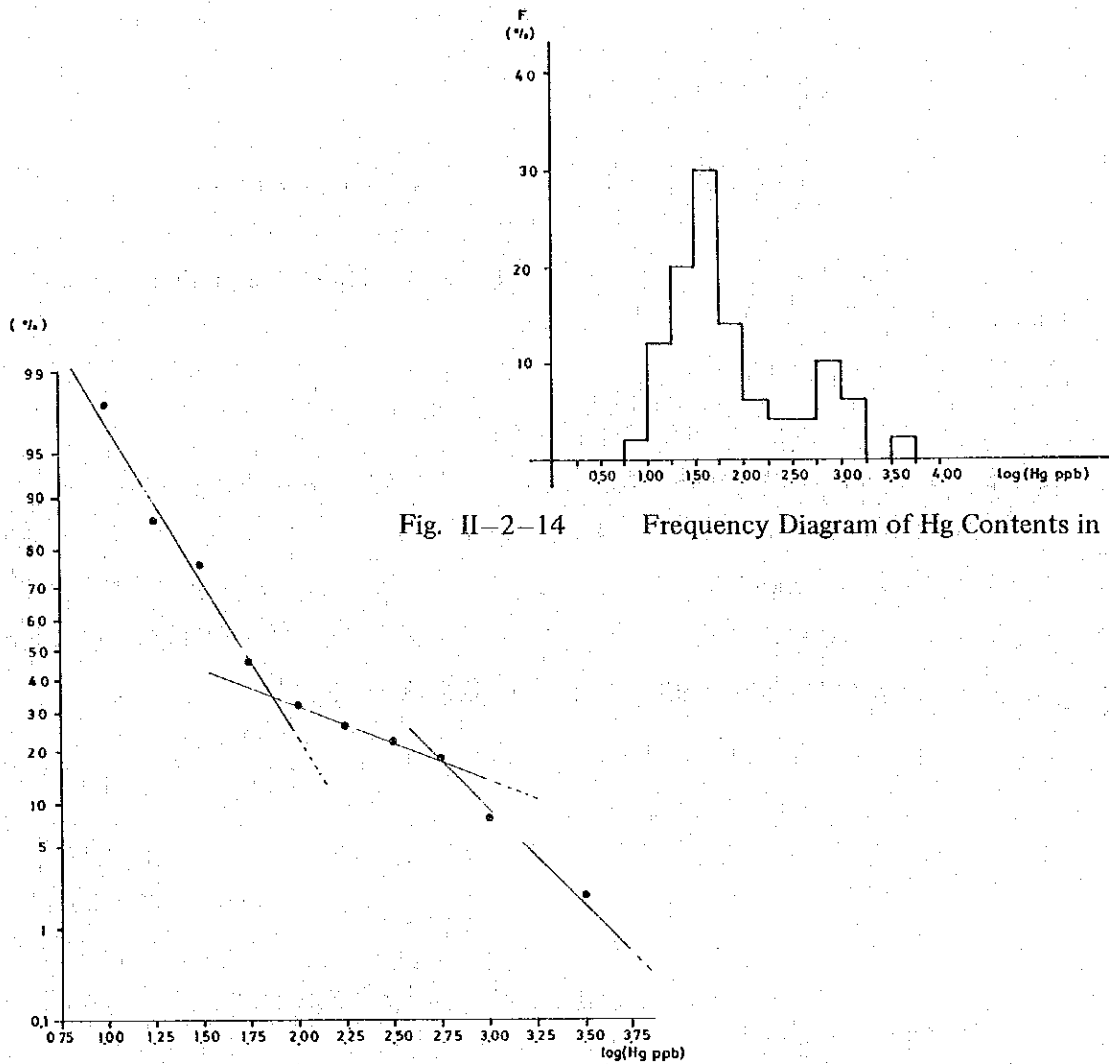


Fig. II-2-14 Frequency Diagram of Hg Contents in Soil

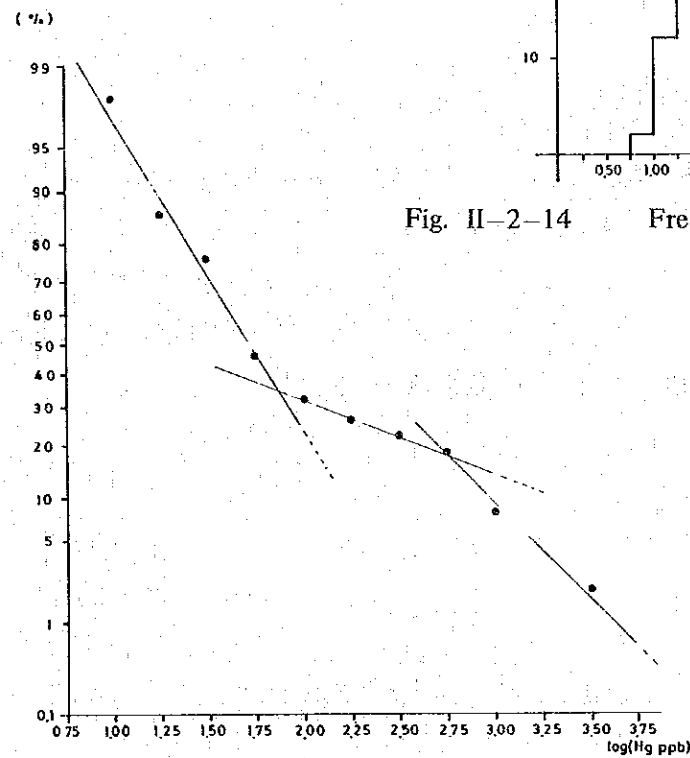


Fig. II-2-15 Probability Plot of Hg Contents in Soil



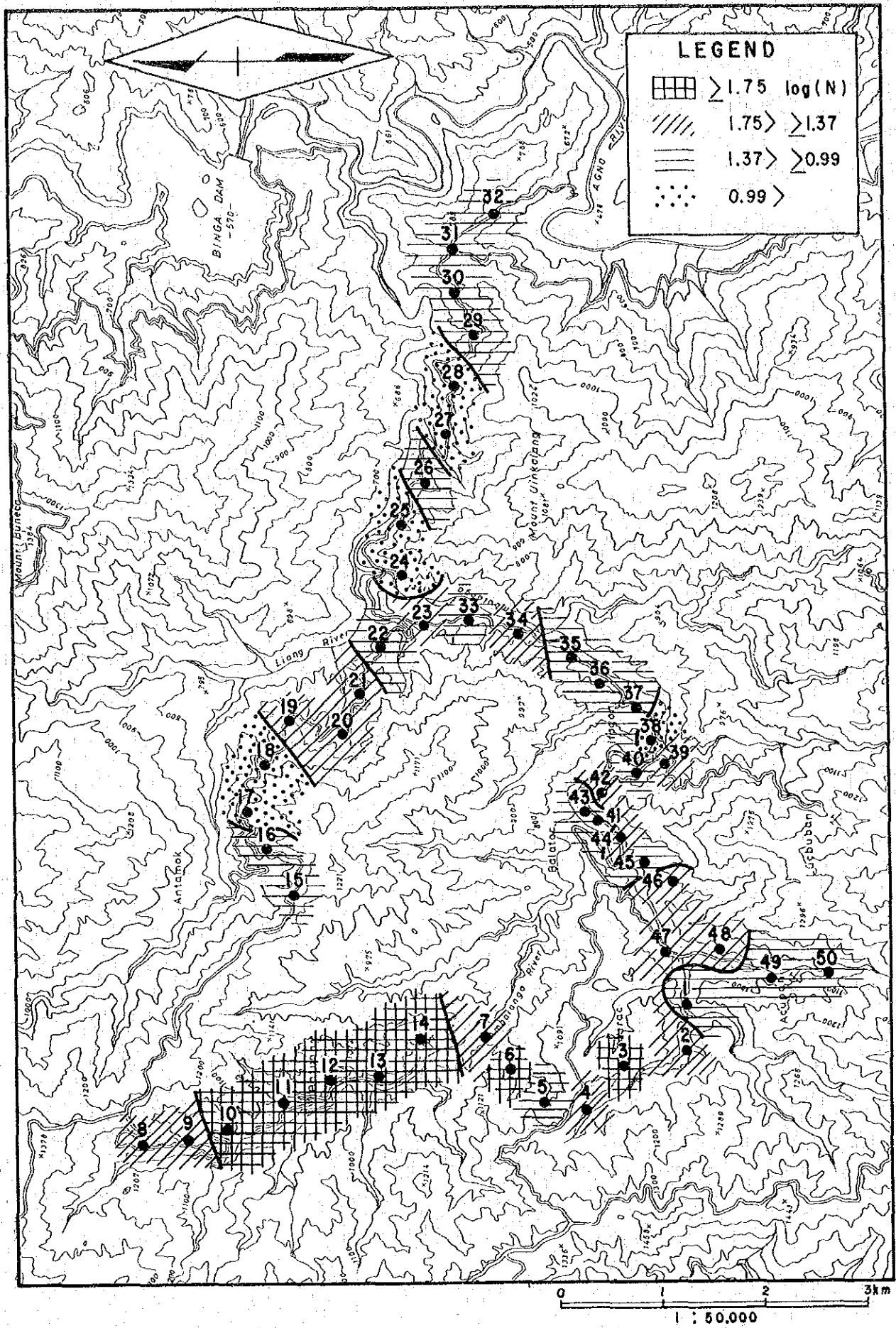


Fig. II-2-13

Distribution Map of Rn Gas Concentration



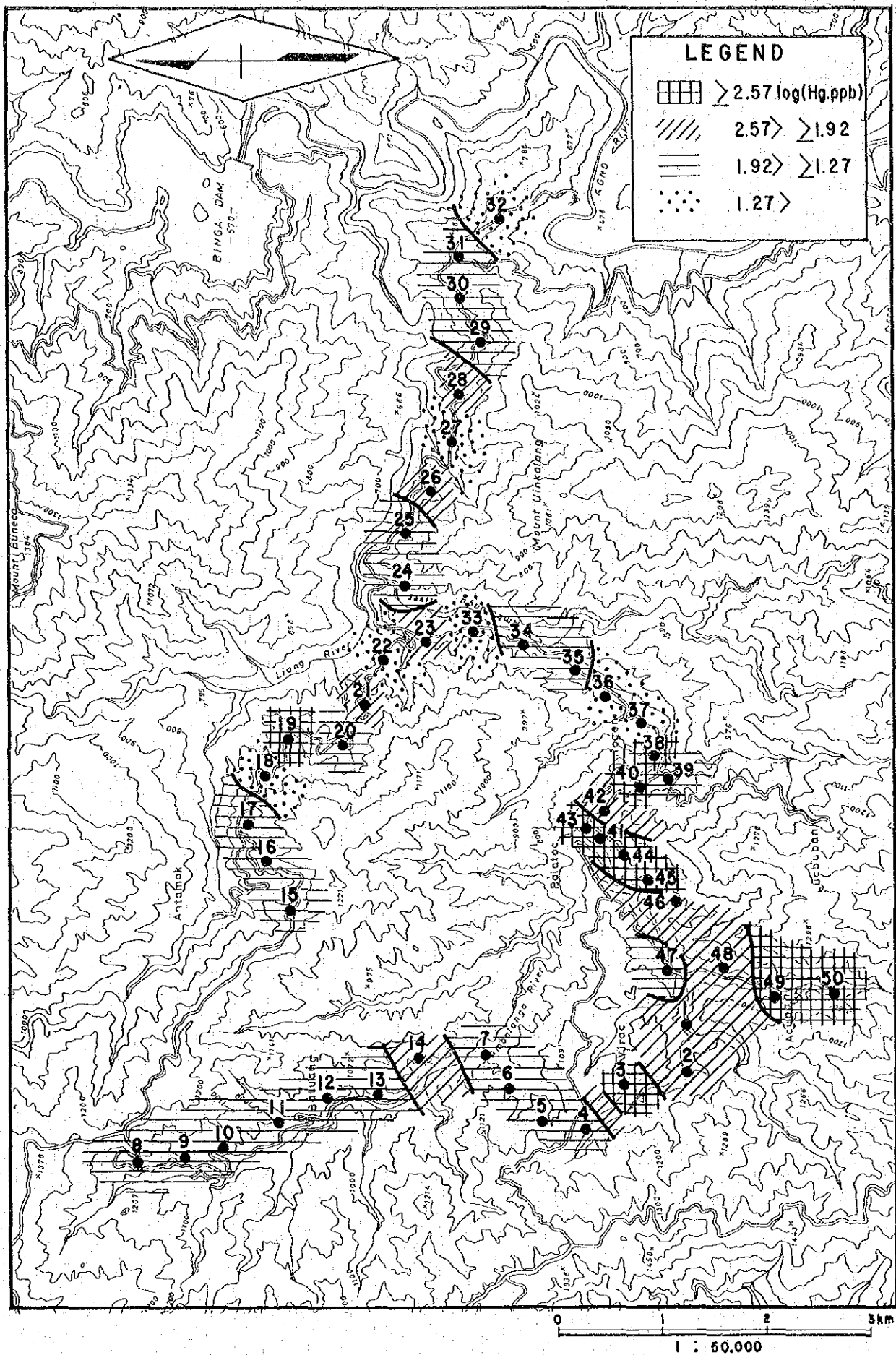


Fig. II-2-16

Distribution Map of Hg Contents in Soil



