

資源開発協力基礎調査報告書

総括報告書

平成5年3月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

118
66.1
MPN

フィリピン共和国パナイ地域

資源開発協力基礎調査報告書

総括報告書

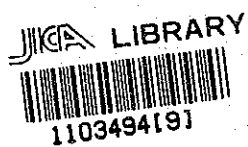
平成5年3月

国際協力事業団
金属鉱業事業団

鉱調資
CR(3)
93-016

フィリピン共和国パナイ地域
資源開発協力基礎調査報告書

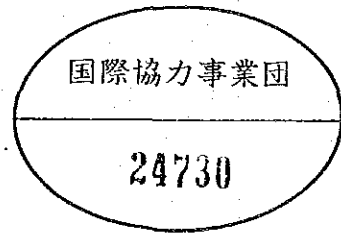
総括報告書



28730

平成5年3月

国際協力事業団
金属鉱業事業団



国際協力事業団

24730

は し が き

日本国政府は、フィリピン共和国政府の要請に応え、同国のパナイ島東部に位置するパナイ地域の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質調査等の鉱床探査に関する諸調査を実施することとし、その実施を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は、本調査の内容が地質及び鉱物資源の調査という専門分野に属することから、この調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。

本調査は、平成3年度から平成4年度までの2ケ年にわたって実施され、フィリピン共和国政府関係諸機関、特に鉱山・地球科学局の協力を得て予定どおりに完了した。

本報告書は2ケ年にわたって実施された調査の結果をとりまとめたものである。

おわりに、本調査の実施にあたってご協力をいただいたフィリピン共和国政府関係者ならびに外務省、通商産業省、在フィリピン日本国大使館の関係各位に衷心より感謝の意を表するものである。

平成5年3月

国際協力事業団
総裁 柳谷謙介

金属鉱業事業団
理事長 石川 丘

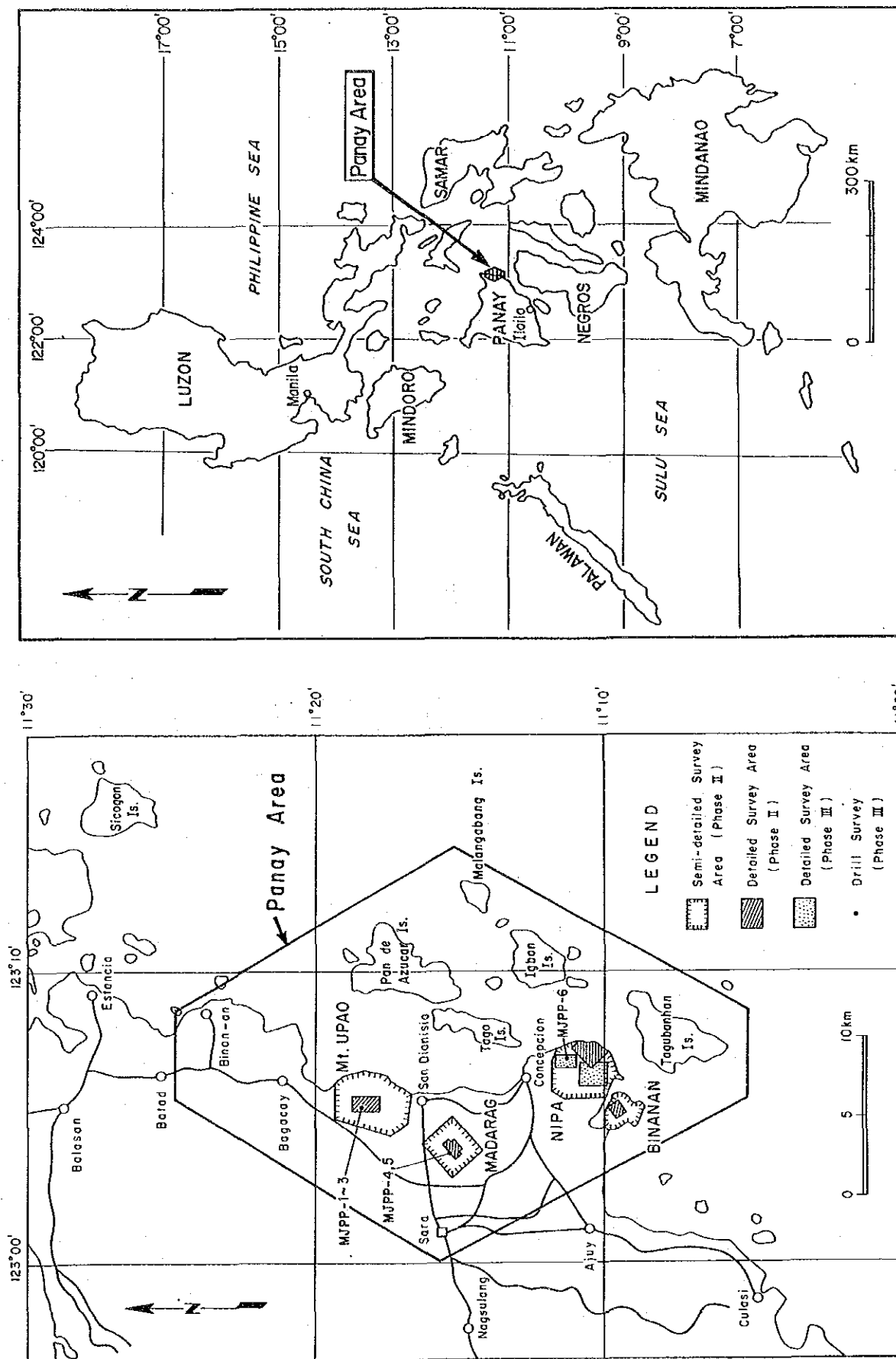


図 1 調査位置図

要 約

本調査は、昭和63年度資源開発協力基礎調査（基本図調査フィリピン共和国パナイーサラ地区）によって抽出された、Mt. Upao, Madarag, Nipa及びBinananの4地区において、2ヶ年にわたって、地質調査、地化学探査及びボーリング調査を行うことによって、新鉱床を発見することを目的とする。同時に、これらの諸調査を通じて鉱床探査に関する技術をフィリピン側に移転を図ることを目的とする。

地質調査及び地化学探査の準精査及び精査は、上記4地区において平成3年度に実施され、その結果抽出された地化学異常帯に対して、平成4年度にMt. Upao及びMadarag両地区でトレンチ調査とボーリング調査が、また、Nipa地区ではボーリング調査と地化学探査の追加精査が実施された。その結果は以下のように要約される。

- (1) 調査対象地区には、Sibala層として区分される第三紀の火山岩類を主体とした地層が広範囲に分布し、花崗岩質完晶質岩、石英斑岩、安山岩等の貫入を受けている。パナイ地区西方をNNE-SSEW方向に縦貫するGuimaras Beltには完晶質火成岩類が、また、パナイ島東端部を同方向に走るNegros Beltには、第四紀のBotlog火山岩類及びPan de Azucar火山岩類が分布する。
- (2) 層序的新知見としては、従来Odiongan火山岩類として区分されてきた、赤鉄鉱化を著しく受けた変質安山岩類からなる地層は、下位のSibala層との間に堆積の時間間隙を示す証拠が全く認められず、岩相的に漸移することから、黄鉄鉱化・粘土化・珪化を強く受けたSibala層の火山岩類の表成作用による酸化・溶脱相であるとみなされる。
- (3) Sibala層の火山岩類は全体にいわゆるプロピライト化変質を受けており、中性帯変質鉱物組合せが通常認められる。これに対して、従来Odiongan火山岩類として区分されてきた変質安山岩類には明礬石を含む酸性帯変質鉱物組合せが普通に認められ、ディッカイト、パイロフィライト、ダイアスポア等の高温相の酸性帯変質鉱物がしばしば断層や破碎帯中に生じ、裂隙系を通しての高温の熱水活動があったことを示している。なかでも、Madarag地区でのディッカイト、パイロフィライト、ダイアスポアの出現頻度は特に高い。
- (4) 地化学探査の結果、各地区でAuをはじめとした地化学異常帯が抽出され、なかでも、Mt. Upao地区ではコントラストの強い南北方向のAu地化学異常帯が抽出された。これらの地化学異常帯に対して行われたトレンチ及びボーリング調査の結果、各地区の鉱物資源ポテンシャルは次のように評価される。

・Mt. Upao地区： Au地化学異常に対応する金の濃集帯がトレンチ調査で確認されたが、その下部を探索した3孔のボーリング調査結果は悲観的なもので、若干の金の濃集を伴う熱水作用の存在が確認されたものの、鉱石品位に達する濃集帯は発見されなかった。

主成分分析の結果から、地表部での金の濃集には熱水変質帯の風化・溶脱による二次富化が寄与していると判断され、本地区の鉱物資源ポテンシャルは低いと結論される。

・Madarag地区： Au地化学異常に対応する金の濃集帯がトレンチ調査で確認された。その下部を探索した2孔のボーリングでは、鉱石品位に達する程ではないものの、広範な銅の鉱化を伴う熱水活動の存在が確認された。銅の鉱化は磁鉄鉱化・黄鉄鉱化に伴われた黄銅鉱を主とする。地質学的・鉱床学的にこの鉱化は興味深い、このような鉱化作用が鉱床を形成することは極めて稀であろうと判断される。

したがって、本地区の本地区の鉱物資源ポテンシャルは低いと結論される。

・Nipa地区： 地区北部のPuntales部落付近のゴッサン帯でのMo及びCuの地化学異常の下部を探索したボーリングは、この地区の地下に顕著な破碎帯が発達し、熱水変質帯が伴われていることを明らかにしたが、銅及びモリブデンの鉱化作用は発見されなかった。

一方、Nipa部落南方に金銀を含む卑金属鉱物を含む石英脈鉱床が存在するが、この鉱化帯の拡がりを示すような地化学異常は発見されず、また、鉱脈は、連続性に乏しく、膨縮が激しく、低品位である上に、海岸に近接しているため開発余地はほとんど残されされていない。

また、本地区南部のMt. Apiton付近の地化学探索精査の結果、尾根部に拡がるAu地化学異常帯の詳細が把握され、Mt. Upao及びMadarag両地区と同様の金の濃集が期待される。しかし、両地区での上記ボーリング調査結果から判断して、経済的に意義ある鉱床が発見される可能性は低いと結論せざるをえない。

これらのことから、Nipa地区の鉱物資源ポテンシャルは低いと結論せざるをえない。

・Binanan地区： 本地区では、Au及びAsが他の3地区より高い濃集を示すことが地化学探索の結果明らかにされ、Moの因子負荷率が著しく高い第一主成分の比較的まとまった異常が同島北東部で抽出された。

しかし、Auの地化学異常、AuとAs因子負荷率の高い第二主成分の異常、Cuの因子負荷率の高い第三主成分の異常は共に散点的であり、また、第一主成分の異常が比較的まとまって抽出されたものの、Moの値はMadarag及びNipa両地区に比べて低い。

これらのことから、これらの地化学異常が開発に結びつくような有望な鉱床を示徴している可能性は低いと判断される。

これらの一連の調査の結果、Mt. Upao, Madarag, Nipa及びBinananの各地区には、比較的新しい時代の熱水活動による熱水変質帯が分布し、熱水活動に伴われて、他の有用金属の濃集を伴う、金、銅及びモリブデンの濃集機構が存在したことが明らかになり、地化学異常としてこれらが示徴された。しかし、これらの有用金属の濃集を示徴する地化学異常に対して実施されたボーリング調査の結果では、鉱石品位に達する、経済的に意義ある鉱化帯は捕捉できず、本地区に対して今後更に高次の探索を継続して実施することを勇気づける成果は得られなかった。

ただし、これまでの調査結果からみて大規模鉱床に発展する可能性は低いものの、Madarag地区には、高温相酸性帯変質鉱物を広範に伴う、Cu及びAuのかなり高い濃集があり、これについてはその規模及び可能性の限界を見極めるための調査は今後行われるべきであろう。

目 次

はしがき
位置図
要 約

第1章 序 論	1
1-1 調査概要	1
1-1-1 調査の経緯及び目的	1
1-1-2 調査内容	1
1-1-3 調査団の編成	1
1-1-4 調査期間	1
1-2 調査地域の概要	4
1-2-1 位置・交通	4
1-2-2 地 形	4
1-2-3 気候・植生	5
1-2-4 既往調査	5
1-2-5 地質概要	6
1-2-6 パナイ島東部の既知鉱床	9
第2章 調査結果	12
2-1 パナイ地域の地質	12
2-1-1 地 質	12
(1) Sibala層	12
(2) Botlog火山岩類	13
(3) Pan de Azucar火山岩類	13
(4) 貫入岩類	13
2-1-2 地質構造	14
2-1-3 鉱化・変質作用と地化学異常	15
(1) 鉱化・変質作用	15
(2) 既往調査での地化学異常	15
2-2 Mt. Upao地区	17
2-2-1 地質・変質及び鉱化作用	17
(1) 地 質	17
(2) 変 質	17
(3) 鉱化作用	17

2-2-2	地化学探査	19
(1)	調査方法	19
(2)	統計値・データ処理	19
(3)	地化学異常の検討	19
2-2-3	トレンチ調査	23
(1)	トレンチの概要	23
(2)	トレンチでの地質	23
(3)	トレンチでの変質	23
(4)	分析結果	27
2-2-4	ボーリング調査	27
(1)	ボーリング概況	27
(2)	孔井地質	27
(3)	変質	30
(4)	分析結果	30
2-2-5	考察	40
2-3	Madarag地区	41
2-3-1	地質・変質及び鉱化作用	41
(1)	地質	41
(2)	変質	41
(3)	鉱化作用	41
2-3-2	地化学探査	41
(1)	調査方法	41
(2)	統計値・データ処理	41
(3)	地化学異常の検討	41
2-3-3	トレンチ調査	45
(1)	トレンチの概要	45
(2)	トレンチでの地質	45
(3)	トレンチでの変質	45
(4)	分析結果	45
2-3-4	ボーリング調査	50
(1)	ボーリング概況	50
(2)	孔井地質	50
(3)	変質	56
(4)	分析結果	56
2-3-5	考察	59
2-4	Nipa地区	60

2-4-1	地質・変質及び鉍化作用	60
(1)	地質	60
(2)	変質	60
(3)	鉍化作用	60
2-4-2	地化学探査	62
(1)	調査方法	62
(2)	Nipa地区(準精査及び精査)	62
(3)	Puntales精査地区	67
(4)	Apiton精査地区	67
2-4-3	ボーリング調査	75
(1)	ボーリング概況	75
(2)	孔井地質	75
(3)	変質	79
(4)	分析結果	79
2-4-4	考察	79
2-5	Binanan地区	80
2-5-1	地質・変質及び鉍化作用	80
(1)	地質	80
(2)	変質	80
(3)	鉍化作用	80
2-5-2	地化学探査	80
(1)	調査方法	80
(2)	統計値・データ処理・地化学異常	80
2-5-3	考察	82
第3章	結論及び提言	85
3-1	結論	85
3-2	提言	87

参考文献

付 図

別添図 パナイ地域地質図（精査及び準精査地区地質図を含む）

図1	調査位置図	
図2	調査フローシート	3
図3	フィリピン群島の火成岩・火山岩の分布概念図	7
図4	パナイ島地質図	8
図5	パナイ島東部鉱床分布図	10
図6	パナイーサラ地域の既知地化学異常分布図	16
図7	Mt. Upao地区化学異常分布図	21
図8	Mt. Upao地区トレンチスケッチ	25
図9	MJPP-1試錐柱状図（Mt. Upao地区）	31
図10	MJPP-2試錐柱状図（Mt. Upao地区）	33
図11	MJPP-3試錐柱状図（Mt. Upao地区）	35
図12	Mt. Upao地区試錐地質断面図	37
図13	Madarag地区地化学異常分布図	43
図14	Madarag地区トレンチスケッチ	47
図15	MJPP-4試錐柱状図（Madarag地区）	51
図16	MJPP-5試錐柱状図（Madarag地区）	53
図17	Madarag地区試錐地質断面図	55
図18	Nipa鉱床坑道スケッチ	61
図19	Nipa地区地化学異常分布図	65
図20	Puntales及びApiton地区地化学異常分布図	71
図21	MJPP-6試錐柱状図（Nipa地区）	73
図22	MJPP-6試錐地質断面図	77
図23	Binanan地区地化学異常分布図	83

付 表

表1	調査内容及び調査量	2
表2	調査従事者	4
表3	パナイ島層序対比表	6
表4	パナイ島東部の既知鉱床一覧表	11
表5	平成3年度X線回折試験結果一覧表	18
表6	Mt. Upao地区地化学探査統計諸元	20
表7	Mt. Upao地区地化学探査主成分分析統計諸元	20
表8	平成4年度X線回折試験結果一覧表	24
表9	Mt. Upao地区トレンチ分析結果一覧表	28
表10	Mt. Upao地区トレンチの主成分分析統計諸元	29
表11	Mt. Upao地区コアの主成分分析統計諸元	39
表12	Madarag地区地化学探査統計諸元	42
表13	Madarag地区地化学探査主成分分析統計諸元	42
表14	Madarag地区トレンチ分析結果一覧表	46
表15	Madarag地区トレンチの主成分分析統計諸元	49
表16	Madarag地区コアの主成分分析統計諸元	58
表17	Nipa地区地化学探査統計諸元	63
表18	Nipa地区地化学探査主成分分析統計諸元	63
表19	Puntales地区地化学探査統計諸元	68
表20	Puntales地区地化学探査主成分分析統計諸元	68
表21	Apiton地区地化学探査統計諸元	69
表22	Apiton地区地化学探査主成分分析統計諸元	69
表23	Puntales及びApiton地区地化学探査統計諸元	70
表24	Puntales及びApiton地区地化学探査主成分分析統計諸元	70
表25	Binanan地区地化学探査統計諸元	81
表26	Binanan地区地化学探査主成分分析統計諸元	81

第 I 章 序 論

1-1 調査概要

1-1-1 調査の経緯及び目的

本調査は、金属鉱業事業団及び国際協力事業団（日本側）と鉱山・地球科学局（フィリピン共和国側）との間で平成2年7月に調印された“IMPLEMENT ARRANGEMENT”に基づいて実施された「資源開発協力基礎調査（資源調査）フィリピン共和国パナイ地域」である。

この調査は、昭和63年度資源開発協力基礎調査（基本図調査）フィリピン共和国パナイーサラ地域の継続調査として実施されたものであるが、諸般の事情により平成2年度の調査は行われず、平成3年度から2ヶ年間にわたって調査が行われた。

本調査の目的は、上記基本図調査（MMAJ/JICA-MGB, 1989）によって抽出された4地区、すなわち、Mt. Upao地区、Madarag地区、Nipa地区及びBinanan地区の地化学異常に対して、地質調査・地化学探査及びボーリング調査を実施することによって、これらの地区において新鉱床を発見すると同時に、これらの探査を通じて鉱床探査に関する技術の移転を図ることにある。

上記4地区の位置及び年次別調査範囲を図1に示す。

1-1-2 調査内容

平成3年度には上記4地区に対して地質調査及び地化学探査の準精査及び精査が、平成4年度にはMt. Upao及びMadarag両地区でのトレンチ調査及びボーリング調査と、Nipa地区のボーリング調査及び地化学探査の追加精査が実施された。

これらの調査及びそれに付随する各種室内試験の内容及び数量を表1に、また、本調査のフローチャートを図2にそれぞれ示す。

1-1-3 調査団の編成

金属鉱業事業団（日本側）及び鉱山・地球科学局（フィリピン側）の双方が参加した調査計画団によって当該地域の年次調査計画が策定され、同じく双方が参加した調査団によって現地調査が遂行された。これらの調査に伴われる各種の分析・試験、及びその結果の解析と検討は日本で行われ、各年次報告書及び本総括報告書としてまとめられた。

これらの本調査に関連する各調査・解析業務に参画した人員は表2に示したとおりである。

1-1-4 調査期間

平成3年度の現地調査は平成3年11月17日から同年12月25日にかけて、その結果の解析及び報告書の作成は平成3年12月26日から平成4年2月28日にかけて行われた。

平成4年度の現地調査は平成4年8月18日から同年12月15日にかけて、その結果の解析及び報告書の作成は平成4年12月16日から平成5年2月19日にかけて行われた。また、平成4年度調査の報告書作成と平行して総括報告書が作成された。

表 1 調査内容及び数量

年次	地区	調査内容	調査数量
平成三年度	Mt. Upao	地化学探査(準精査)	面積; 15km ² 土壌(ridge-and-spur) ; 104 試料
		地化学探査(精査)	
	Madarag	地化学探査(準精査)	面積; 6km ² 土壌(ridge-and-spur) ; 67 試料
		地化学探査(精査)	
	Nipa	地化学探査(準精査)	面積; 12km ² 土壌(ridge-and-spur) ; 116 試料
		地化学探査(精査)	
	Binanan	地化学探査(準精査)	面積; 4km ² 土壌(ridge-and-spur) ; 40 試料
		地化学探査(精査)	
	室内試験	地化学試料分析	927 試料 (Au, Ag, As, Sb, Hg, Cu, Pb, Zn, Bi, Mo, Mn)
		鉱石分析	42 試料 (Au, Ag, Cu, Pb, Zn)
		全岩分析	21 試料 (SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , CaO, FeO, Fe ₂ O ₃ , K ₂ O, Na ₂ O, MgO, MnO, P ₂ O ₅ , TiO ₂ , LOI)
		岩石薄片鑑定	21 試料
鉱石研磨片鑑定		10 試料	
X線回折試験		51 試料	
流体包有物試験		5 試料	
岩石年代測定	2 試料 (K-Ar法)		
平成四年度	Mt. Upao	トレンチ調査	2 溝: UT-1; 212m, UT-2; 202m, 計 414m
		ボーリング調査	3 孔: (傾斜, -40度), 各 300m, 計 900m
	Madarag	トレンチ調査	2 溝: MT-1; 75m, MT-2; 132m, 計 207m
		ボーリング調査	2 孔: (傾斜, -40度), 各 300m, 計 600m
	Nipa	地化学探査精査	土壌(grid, 測線長 15.25km) ; 310 試料
		ボーリング調査	1 孔: (垂直), 300m
	室内試験	地化学試料分析	土壌; 310 (Au, Ag, As, Sb, Cu, Pb, Zn, Mo, Fe, Mn, Hg, Se)
		鉱石分析	437 試料 (トレンチ; 133 試料, 17; 284 試料, 地化探; 20 試料) Au, Ag, As, Sb, Cu, Pb, Zn, Mo
		岩石薄片鑑定	17 試料 (トレンチ; 0 試料, 17; 12 試料, 地化探; 5 試料)
		鉱石研磨片鑑定	13 試料 (トレンチ; 0 試料, 17; 12 試料, 地化探; 1 試料)
		X線回折試験	85 試料 (トレンチ; 24 試料, 17; 28 試料, 地化探; 33 試料)
	流体包有物試験	9 試料 (トレンチ; 0 試料, 17; 9 試料, 地化探; 0 試料)	

註; 化学分析はCHEMEX LBSで、K-Ar法年代測定は三菱マテリアル中央研究所で行われた。

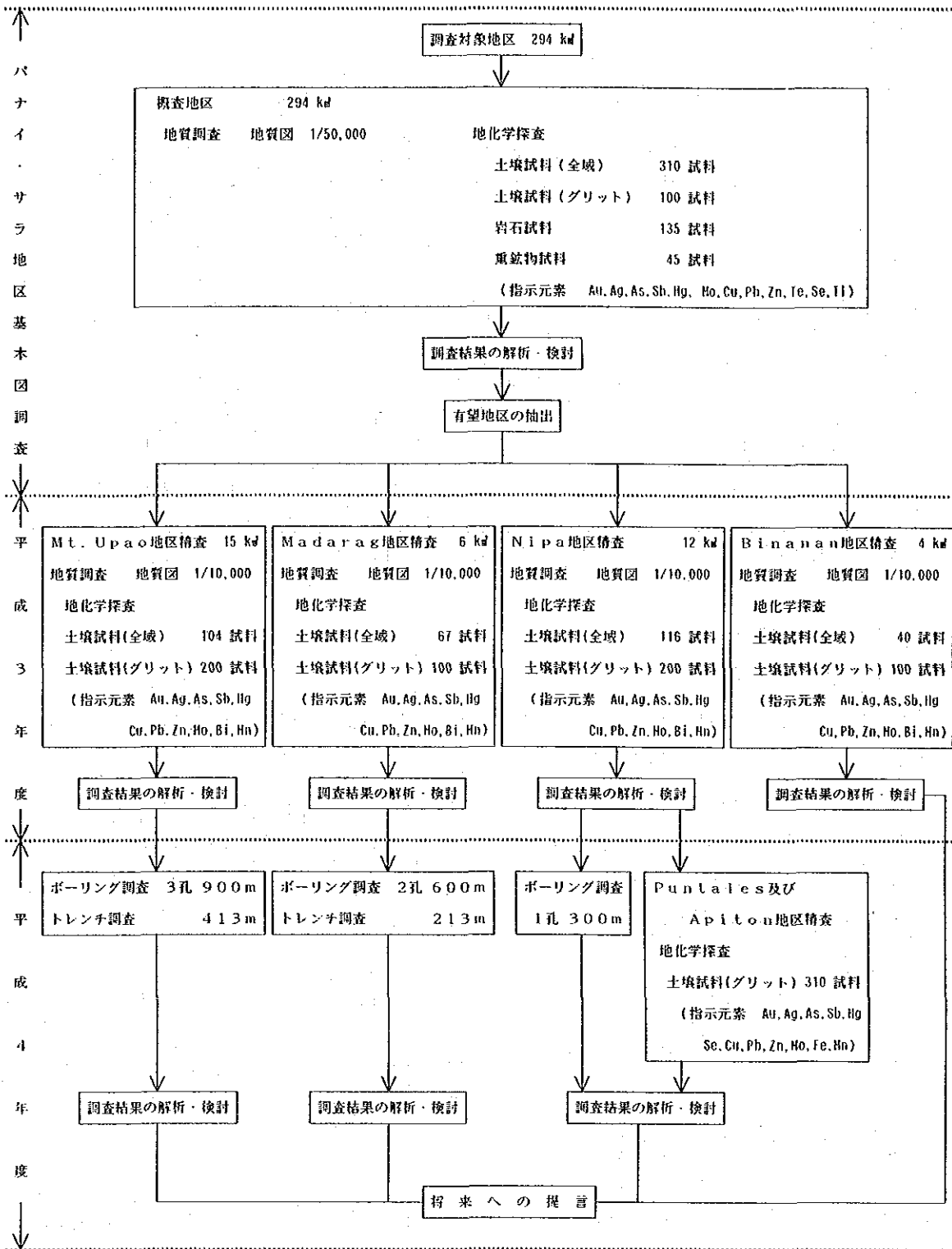


図2 地区調査フローシート

表 2 調査従事者

年次	作業内容	日 本 側	フィリピン側
平成 三 年 度	調査計画	升田健蔵 MMAJ	EDWIN G. DOMINGO MGB
	調査団	橋本浩治 団 長 SMC 久保田文雄 団 員 SMC 森田誠也 団 員 SMC	N. V. FERRER 団 長 MGB A. N. APOSTOL 団 員 MGB C. J. MANIPON 団 員 MGB E. MANTARING 団 員 MGB E. SANTOS 団 員 MGB A. BIEN 団 員 MGB R. VECINO 団 員 MGB M. DONES 団 員 MGB
平成 四 年 度	調査計画	升田健蔵 MMAJ 鈴木哲雄 MMAJ	ROMERO L. ALMEDA MGB
	調査団	橋本浩治 団 長 SMC 後藤寿幸 団 員 SMC	N. V. FERRER 団 長 MGB A. N. APOSTOL 団 員 MGB J. Verasques 団 員 MGB R. VECINO 団 員 MGB W. J. MAGO 団 員 MGB J. PADILLA 団 員 MGB D. LUCAS 団 員 MGB

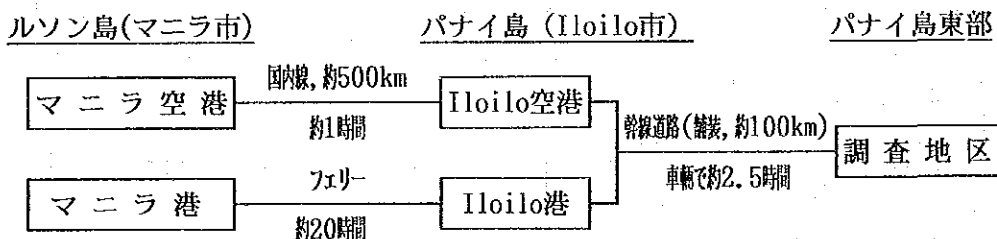
(MMAJ; 金属鉱業事業団, MGB; 鉱山地質局, SMC; 住鉱コンサルタント株式会社)

1-2 調査地域の概要

1-2-1 位置・交通

本調査地区は、図1に示したように、フィリピン共和国のほぼ中央部にあるパナイ島東部に位置する。

フィリピン共和国の首都マニラから本調査地区にいたる交通手段の概略は下図に示したとおりである。パナイ島の主要都市であるIloilo市から調査地区の最寄の町Saraまでは舗装道路が通じている。Saraから先は未舗装であるが、極く一部を除き車輛による交通の支障はない。通常の交通手段としては大型バスとジープを改造した乗り合いバスが利用できる。



本調査の対象4地区があるパナイ島東部では道路網が比較的良好に発達しており、Binanan地区を除く各調査地区への4輪駆動車でのアクセスは比較的容易である。しかし、離島であるBinanan地区へは定期船がないため、両舷にアウトリiggerを装着した"Banca"と称するボートをチャーターしなければならない。

1-2-2 地 形

パナイ島の地形は西部の山岳地帯と東部の平坦地に大きく2分され、その東方の沖合に東北

東-南南西方向に2列に並ぶ島々が分布する。

パナイ島西部の山岳地帯は南北に連なり、その標高は1,000~2,000mに達する。一方、東部では標高100m以下の平坦地が大部分を占め、標高200~600mのそれぞれ独立峰をなす山地が北部から南南西にかけて点在する。独立峰の主なもの、標高約300mのMt. Odiongan, Mt. Malpal, Mt. Buraay, 標高約400mのMt. Lantan, Mt. Apiton等で、最高峰はPan de Azucar島に聳える円錐状の孤峰で標高572mに達する。

本調査の対象となった4地区は、パナイ島の東端部に位置し、標高200m前後の丘陵性山地とその裾野の標高30m以下の平坦地からなり、平坦地は水田地帯となっている。

パナイ島東部の主要河川は、北部のOdiongan川、中央部のTabagay川、南西部のFaente Bonglas川等で、いずれも低地を蛇行して、前2河川は東方のVisayan海に、後者は南方のAjuy湾へ注ぐ。本調査対象地区はパナイ島東海岸に沿って分布するため、近くに大河川は存在しないが、Saraの西方からAjuy湾に注ぐPinantan川等は農業用水として利用されている。

また、Nipa地区とBinanan地区を分ける浅い海域では養殖漁業が盛んに行われている。

1-2-3 気候・植生

パナイ島は、西部太平洋の熱帯モンスーン気候帯に属し、一般に、6月から10月までが雨期、11月から翌年の5月までが乾期である。年間平均気温は約27℃で、11月から翌年の2月にかけてが最も涼しい時期である。

Iloilo市での月平均気温、月降水量を下表に示す。

Iloilo市の月平均気温(℃)及び月降水量(mm)

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
気温	25.6	26.0	27.0	28.2	28.6	27.6	27.2	27.1	27.2	27.2	26.9	26.2	27.0
降水量	53.0	25.5	35.2	55.8	121.7	245.3	309.0	344.8	245.9	274.8	175.0	110.9	166.4

(統計期間; 1951~1980)

パナイ島東部の植生は、丘陵性山地の低部~中部ではヤシ林や竹林を主とし、高地では灌木や草が繁茂している。平坦地では稲作を主とした農業が行われており、気候が温暖なため三毛作~四毛作が行われている。また、一部では砂糖きびも栽培されている。

1-2-4 既往調査

フィリピン群島の地質に関する調査は、Becker(1899)以来多くの人々によって行われた。これらの結果をまとめた縮尺1:1,000,000の地質図がフィリピン鉱山局によって編纂され、その後、1981年にそれまで公刊された資料及び同局内の未公表資料を取りまとめた"Geology and Mineral Resources of the Philippines, vol.1 Geology"が発行された。

一方、鉱床に関してはフィリピン鉱山局から1964年に縮尺1:2,500,000の最初の鉱床分布図が発行された。その後、Bryner(1969), Almogera(1977), Gervasio(1977), Motegi(1975)等の

調査が行われ、これらの結果をまとめた"Geology and Mineral Resources of the Philippines, vol.1 Mineral Resources"が同鉱山局から1986年に発行された。

パナイ島の地質及び鉱床に関しては、1987年に鉱物資源基本図調査が国際協力事業団、金属鉱業事業団及び鉱山・地球科学局によって行われ、地質及び鉱床が総合的に調査された。このほか、Hashimoto(1981)が古生物学的見地からフィリピン群島の地質層序を検討し、このなかでパナイ島の詳細な層序対比が行われている。

パナイ島東端部の地質及び鉱床について、Francisco(1949)、Capistrano(1953)、Estampigas(1968)、Abiog(1970)等の調査結果が公表されており、このほかに、フィリピン鉱山局を始めとして、民間企業による未公表のスポット的な調査が行われている。最近では、1989年に鉱物資源基本図調査が国際協力事業団、金属鉱業事業団及び鉱山・地球科学局によって行われ、その結果地化学異常として抽出された4地区が本調査の対象地区として選ばれた。

1-2-5 地質概要

図3にフィリピン群島の火成岩・火山岩の分布概念図を、図4にパナイ島の概略地質図を、また、別添図に本調査の精査及び準精査地区の地質図を含むパナイ地域の地質図を、表3にパナイ地域の層序対比表を示す。

表 3 パナイ島の層序対比表

GEOLOGICAL TIME		WESTAN PANAY	PANAY CENTRAL PLAIN (Iloilo Basin)	QUIMARAS IS.	EASTERN PANAY	SURVEY AREA	
QUATERNARY	HOLOCENE	ALLUVIUM	ALLUVIUM	ALLUVIUM	ALLUVIUM	ALLUVIUM	
	PLEISTOCENE	PANCIPIAN PYROCLASTIC FLOW SANTA CRUZ FORMATION	CABATUAN F. STA BARBARA SILT M. MARAQUE & M. BALICCLAY M.	QUIMARAS LIMESTONE	CABATUAN F. MARAQUE & M.	PAN DE ALICAL VOLCANICS	BOTELO VOLCANICS
		PLIOCENE	LATE APDO FORMATION	ULIAN FORMATION	QUIMARAS FORMATION	ULIAN FORMATION	QUIMARAS VOLCANICS
	EARLY PAMPLUPAN CONGLOMERATE		IOAI FORMATION		DIUOLE F. STO. THOMAS LA. MEMB. SUMMIT CLASTICS M. AGLALAPA LL. M.		
	MIOCENE	LATE MAMLACDO FORMATION MAKATO FORMATION	TAKAO QUIMBAL MUDSTONE M. NIP TURBUPOAN SILTSTONE M. NIP	BATUSO VOLCANICS	ASSINGO M. BATUSO VOLCANICS		
		MIDDLE LAGDO FORMATION MALIAU WACKLES	BARASAN S. MEMB. IUFALONUM SH. M.		PAROL SARZONAN MEMB.		
		EARLY IGAWA PYROCLASTICS	TANJIAN LA. M. LEPIDOCLEZHA MUGAYESINA				
	TERTIARY	OLIGOCENE	PANI'ANAN BASALT MT. BALOG VOLCANICS				
		Eocene	LUMBYAN FORMATION IUBAO SEDIMENTS				
		PALAEOCENE			SIBALA FORMATION QUIMARAS DIORITE 50 m. - 100 m.	SIBALA FORMATION PILAN MONTAGNITE SARA DIORITE	SIBALA FORMATION TAGUJAHIAN MEMB.
PRE-TERTIARY	DURUANGA METAMORPHICS	BASEMENT		MASONSON SCHIST			

Stratigraphic correlation is based on BMG (1982) and Hashimoto (1982)

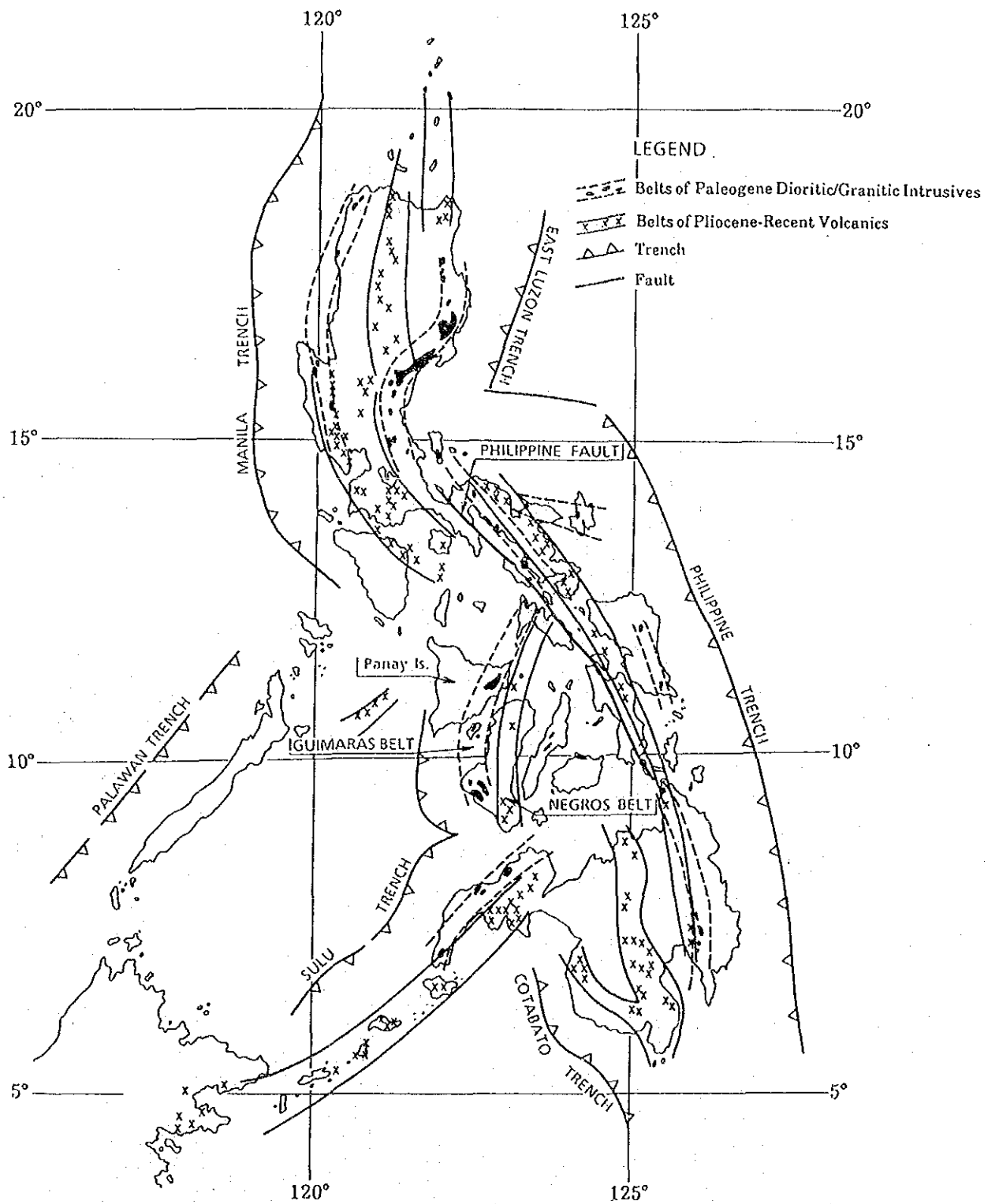
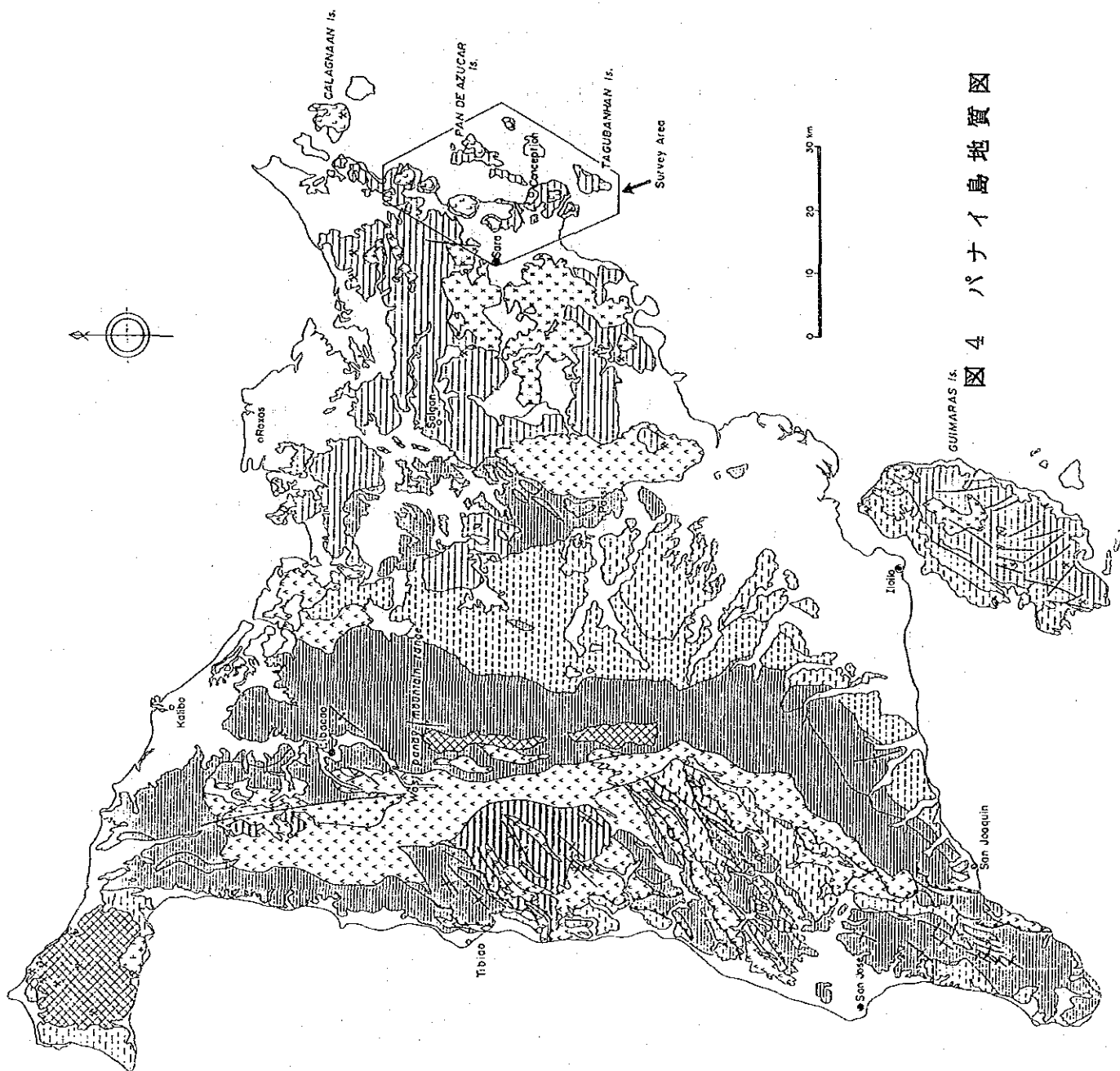


図 3 フィリピン群島の火成岩・火山岩の分布概念図



LEGEND

Islocene	Alluvial
Pliocene	Calatuna F., etc.
	Santa Cruz F., etc.
	Dacitic - Andesitic
	Volcanics
	Ulian F., Guimaras F.,
	Idi F., etc.
Miocene	Basaltic Volcanics
	Singit F., Toledo F.,
	Makina F., etc.
Oligocene	Basaltic Volcanics
Eocene	Luhutu F., etc.
Paleocene	Silaha F.
Pre-Tertiary	Sara Diorite, etc.

Normal fault	Normal fault
Thrust fault	Thrust fault
Anticline Axis	Anticline Axis
Syncline Axis	Syncline Axis
Mine Sites	Mine Sites

図 4 パナイ島地質図

図3に示すように、地質構造的にフィリピン群島は西太平洋のユーラシアプレートとフィリピンプレートの収斂帯に位置し、これらのプレートの沈み込みに関連した火成岩及び火山岩が分布する(BGM, 1982)。パナイ島付近ではSuluトレンチに沿って西方からマイクロプレートが沈み込んでおり、パナイ島東部には、この沈み込み帯にほぼ調和した方向を示す、古第三紀の火成岩が分布するGuimaras Beltが、その東側に更新世以降の火山が分布するNegros Beltが知られている(BGM, 1982)。これらは南北～北北東-南南西の方向性を示し、これらの火成活動や火山活動に伴われた非鉄金属の鉱化作用の存在が期待される。

図4に示すように、パナイ島の地質は西部山地・Iloilo盆地及び東部山地に3分される。西部山地は中新世中期以降に沈降帯から隆起帯に転じた地域で、南北系の波状褶曲で特徴づけられ、オフィオライトを伴うメランジェが発達し、逆断層を伴う複雑な地質構造を示し、中新世中期に花崗岩質岩の貫入を受けている。Iloilo盆地は漸新世～第四紀の南北方向の沈降帯で、1,000mを越す厚い海成層が堆積した地域である。本調査地域を含む東部山地は、古第三紀前期と考えられる火山岩類を主体としたSibala層が堆積した後に隆起帯となった地域で、古第三紀後の地層は局所的に分布するにすぎない。東部山地の一部は上述のGuimaras Beltに含まれ、Sara閃緑岩と呼ばれる巨大な底盤が貫入しており、また、Guimaras Beltの東側に沿って鮮新世～第四紀の火山列(Negros Belt)が走り、パナイ島の東に北北東-南南西方向に点在する島々が形成されている。

1-2-6 パナイ島東部の既知鉱床

表4にパナイ島東部の鉱床一覧表を、また、図5にパナイ島東部の鉱床分布図を示す。

金属鉱床としては、金鉱床(Maayon, Barotac Viejo)、銅鉱床(Loay, Pilar, San Antonio)、銅・金鉱床(Mt. Pari, Pilar)、銅・モリブデン鉱床(Barotac Viejo)、銅・鉛・亜鉛鉱床(Nueva Valencia)、マンガン鉱床(Anilao)等の鉱脈型鉱床が知られている。これらの鉱床は、Guimaras島からその北北東にかけてほぼ直線状に配列し、その方向はGuimaras Beltのそれとほぼ一致している。このことは、これらの鉱脈型金属鉱床をもたらした鉱化作用がGuimaras Beltの火成活動と密接に関連していることを示唆している。また、Guimaras島の北端部では更新世の珊瑚礁が石灰(Buenavista)として採掘されている。

一方、Guimaras Beltの東側のパナイ島東端部には、金・銅鉱床(Nipa)、鉄鉱床(Pan de Azucar)、粘土鉱床(Calagnaan島, San Dionisio)等の金属・非金属鉱床が知られているほか、Sara南東のAglahog集落北東約800m、San Dionisio北東約1.5km等にカオリン粘土の探鉱跡が認められる。Nipa鉱床は浅熱水性石英脈に金・銅・鉛・亜鉛の鉱化が伴われたもので、第三紀の火成活動に関連して生じた可能性がある。しかし、Pan de Azucar鉱床は湧泉から沈澱した褐鉄鉱床であり、San Dionisio鉱床を除く他の粘土鉱床は熱水変質帯中に生じたものであり、これらは、Negros Beltの新しい火山活動によって生じた熱水活動に関連する鉱床である可能性が高い。なお、San Dionisio鉱床は沖積層に挟まれたボールクレイを採掘した鉱床である。

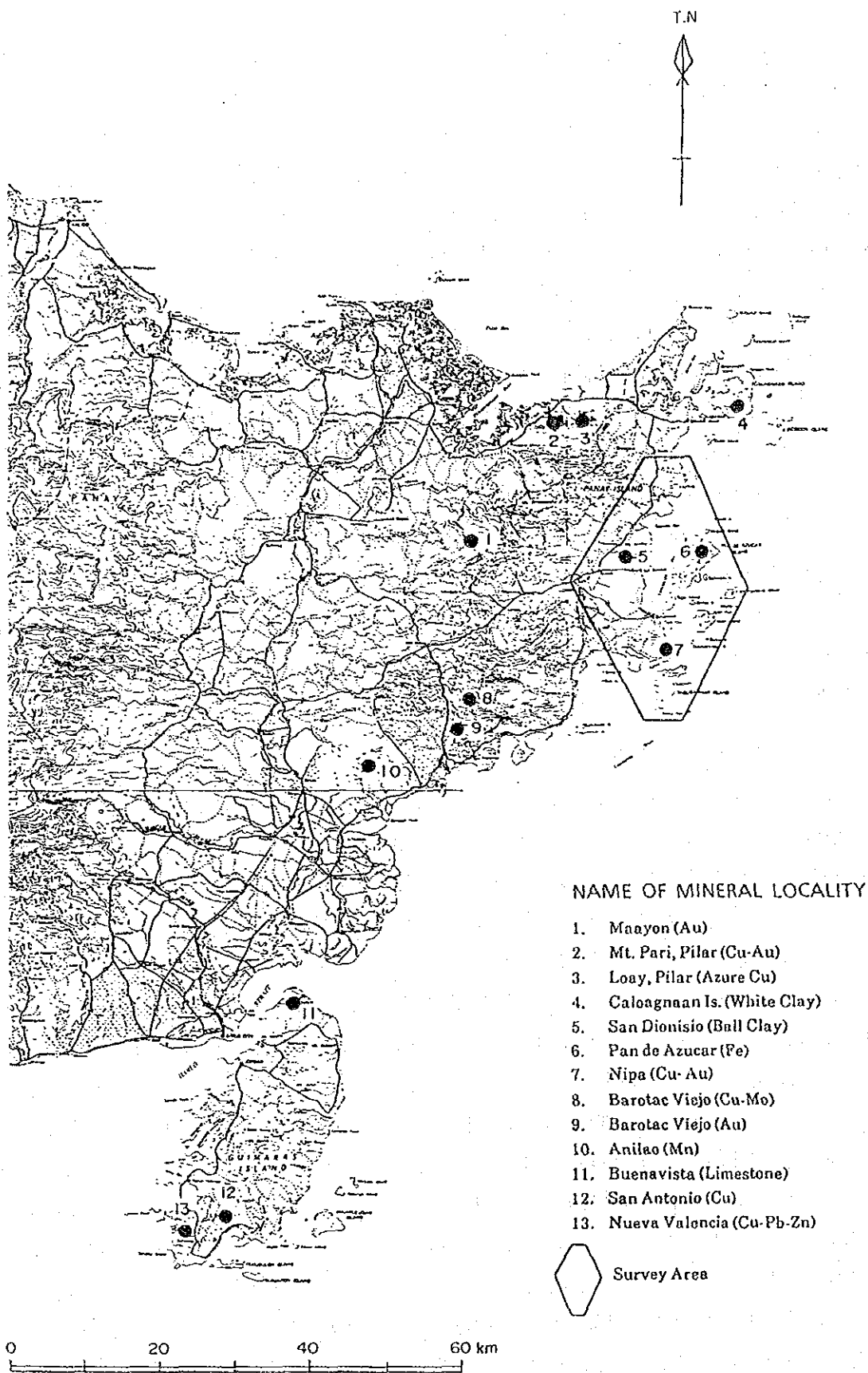


図 5 パナイ島東部鉱床分布図

表 4 パナイ島東部の既知鉱床一覽表

Number	Place	Location	Mineral	Type of mineralization	Outlines
1	Quinabonglan (Maayon)	7.5 km northwest of Lerneray	Gold	Vein	An area consists of diorite. A diamond drill hole, 120 meters deep, was implemented for an intensely silicified vein, 20 centimeters wide, by Atlas in 1976. A small amount of malachite was observed. Located in south-western region of gold-placer zone. Topographically undulated. Unlikely promising in ore quantity.
2	Pari (Mt. Pari, Pilar)	4 km south of Pilar	Copper-Gold	Vein	Four drives, 500 meters long totally, have been excavated by Ishihara Sangyo Co. Ltd. during World War II, a quartz-clay vein in andesite of Sibara Formation shows a strike of east-west ~ northeast-southwest trend, steeply dipping toward south-east. Associated with malachite, azurite, chalcopyrite, chalcocite and pyrite. Ore storage shows 13 to 47 percent copper.
3	Loay (Polo, Pilar)	8 km southeast of Pilar	Copper	Vein	Three drives, 3,000 meters long totally, have been excavated by Azur Mining Co. in around 1983. An ore vein in andesite, as same as to Pari ore body, shows a strike of northwest-southeast ~ northeast-southwest trend. Associated with malachite and azurite majorly, while, with chalcopyrite, chalcocite, sphalerite, bornite and pyrite minorly. Ore storage shows 30 percent copper.
4	Calagnan Is.	Southern part of Calagnan Island	White clay	Hydrothermal alteration	White clay zones around a volcanic neck, which is intensely silicified and pyrite-disseminated, are observed in andesite mass. High grade parts have been mined, however, are dormant currently. Clay ore bodies of this type show a zonal distribution in eastern horn of Panay Is.
5	San Dionisio	3 km northwest of San Dionisio	Ball clay	Sediment	A ball clay layer, originated from swamp soil, rich in organic matters, 1 to 1.2 meters thick and black, is observed less than 2.5 meters beneath the flat paddy fields circumscribing andesite mass with intense argillization.
6	Pan de Azucar	1 km south of Cem in northern part of Pan de Azucar Island	Iron	Spring deposit	Iron ore deposit is mainly of limonite crust and boulder coating, showing a colloidal texture likely of crustiform banding and botryoidal texture. Ore value is less economical.
7	Nipa	5 km southeast of Concepcion	Copper-Gold	Vein	Exploration works were made by Japanese during World War II, however, has been dormant since then. Six (6) old workings of quartz-clay veins in andesite of Sibara Formation are known. Ore veins show a strike of northeast-southwest ~ east-west trend, steeply dipping toward southeast or south. Associated with chalcopyrite, bornite, sphalerite, galena, pyrite and also with secondary chalcocite and covellite.
8	Der Pilar (Barelac Viejo)	9 km northeast of Viejo	Copper-Molybdenum	Vein	Mineralized zone at the contact of andesitic pyroclastics and quartz diorite. Mainly composed of pyrite with sparse malachite. Unlike to be promising for further exploration.
9	Santo Tomas (Barelac Viejo)	5 km northeast of Viejo	Copper-Gold	Vein	Pit investigation and auger drill were implemented by Atlas in 1981. Copper-mineralized and silicified zone at the contact of andesite and diorite. Further exploration program should be dependant on a gold content.
10	Anilao	5 km north of Anilao	Manganese	Vein	Several hundreds tons of oxide manganese ore were underground mined in 1940-1942 to be send to Japan. Lenticular ore bodies in andesitic rock. Further exploration program should be examined in connection with market price estimation of manganese.
11	Excelsa-Munez (Buena Vista)	Near Gatullo in northern end of Guimaras Island	Limestone	Sediment	Calined lime is currently produced, ten (10) to fifteen (15) tons per day, since 1983 with sufficient reserves of coral limestone layer of Pleistocene aged. Suggested an improvement of furnace facility and a development of consumers demands. Munez and other two to three factories are currently in operation.
12	San Antonio	5 km northeast of Salvacion in Guimaras Island	Copper	Vein	Hixbar mine implemented an exploration work by 500 meters long drive in around 1976, resulted in a production of several tons of copper ore. Occurs a chalcopyrite-quartz fine vein in basaltic andesite with less promising possibility.
13	Salvacion (Nueva Valencia)	2.5 km northwest of Salvacion in Guimaras Island	Copper-Lead-Zinc-Gold-Silver	Vein	Pyrite is observed in gossanous quartz vein in diorite. Copper, lead and zinc minerals are not discernible by unaided eye. It shows a strike of north-east ~ south west trend, steeply dipping toward south-east. A local sampling result of vein shows 0.90 percent of copper and six (6) grams of gold per ton. Further exploration program should be dependent on a gold and silver content.

第2章 調査結果

2-1 パナイ地域の地質

2-1-1 地質 (別添図参照)

パナイ島東端部と、その沖合にNNE-SSW方向に2列に並ぶ島々 (Pan de Azucar島-Tago島-Binanan島及びMalangabang島-Igbon島-Tagubanhan島) やその周辺の小島 (Magais島, Somb-rero島, Botlog島, Donao島等) の地質は、第三系のSibala層、第四系のBotlog火山岩類及びPan de Azucar火山岩類に区分され、第三系中に安山岩、石英斑岩及び完晶質岩 (Sara閃緑岩) が貫入している。また、パナイ島東端部の平坦地及び海岸部には完新世の地層が堆積している。なお、後述するように、本地域で鮮新世の火山岩類として従来区分されてきたOdiongan火山岩類は、本調査の結果、Sibala層の著しく変質を受けたものであると考えられるに至ったため、Sibala層として扱った。

これらの各層の分布を別添図 (縮尺1:50,000及び1:25,000) に示す。

(1) Sibala層 (第三系)

本層は、パナイ地域の最下位をなす地層で、全域にわたって広く分布し、主に火山岩類からなり、堆積岩類を伴っている。層厚は3,000m以上と推定される。

下位から、砂岩泥岩互層(Ssm1)、石英安山岩類(Sd1)、輝石安山岩類(Sa1)、角閃石安山岩類(Sa2)、石英安山岩溶岩(Sd2)、砂岩及び泥岩(Ssm2)、細粒安山岩溶岩(Sa3) 及び変質安山岩類(Ov)によって構成されている。

砂岩泥岩互層(Ssm1)は、Malangabang島、Donao島、Tagubanhan島等のパナイ地域の最も東側に分布する。Malangabang島では400m以上、Tagubanhan島では600m以上の層厚が推定される。灰色砂岩と暗灰色泥岩の互層からなり、級化層理や葉理の発達したタービダイトである。

石英安山岩溶岩(Sd1)は、Tagubanhan島の北部に分布し、150m内外の層厚を示す。数mmの石英斑晶を含む、灰色～灰緑色を呈する輝石デイサイト溶岩及び火砕岩からなり、溶岩には一部自破碎構造が認められる。

輝石安山岩類(Sa1)は、Sibala層中で最もよく発達し、パナイ地域全域に広い分布を示す。プロピライト化を受けた、緑灰色～暗緑灰色を呈する輝石安山岩溶岩及び火砕岩からなる。火砕岩としては、凝灰岩、火山礫凝灰岩、凝灰角礫岩、火山角礫岩等があり、火山礫凝灰岩及び凝灰角礫岩が卓越する。火砕岩類中に玄武岩質岩も伴われている。

角閃石安山岩類(Sa2)は、Cabagohan北方の地域北端部及びSan Dionisio南方の地域中央部にそれぞれ狭い分布を示す。灰色を呈する角閃石安山岩を特徴とし、Cabagohan北方では塊状の溶岩を主とし、San Dionisio南方では凝灰角礫岩を主とする火砕岩からなる。

石英安山岩溶岩(Sd2)は、Pan de Azucar島の北西部に分布し、500m内外の層厚を示す。緑灰色を呈する溶岩からなり、火砕岩は確認されていない。

砂岩及び泥岩(Ssm2)は、灰色～暗灰色泥岩及び緑灰色細粒～中粒凝灰質砂岩の互層からなり、

Sibala層を構成する火山岩類の各種の層準に挟まれている。San Dionisio南方, Pan de Azucar島, Pangi付近, Hacienda Conchita西部等に分布する。層厚200m以下のものが多い。

細粒安山岩溶岩(Sa3)は, Cudionganの西方山地に広い分布を示すほか, Agnaga付近, Cabagohan東北東の山頂付近等に小分布を示す。Cudiongan西方山地では暗灰色～帯緑暗灰色を呈する, 玄武岩質な外見を示す, 細粒緻密質な両輝石安山岩溶岩からなり, 最大400m前後の層厚を示す。Cabagohan東北東の山頂では暗灰色を呈し, Cudiongan西方山地に比べてやや粗粒である。

変質安山岩類(0v)は, 既に触れたように, 従来Odiongan火山岩類として区分されてきたものであるが, 後述の精査地域における地表調査及びボーリング調査の結果, Sibala層の強変質岩であると考えられるに至った。パナイ地域北部のOdiongan Ridgeからその南南西のMt. Upao, Mt. Buraay, Santol集落南山地, Mt. Apitonとその南のBinanan島等に分布する。いずれも標高100m前後以上の山稜部や山頂部付近にのみ分布する特異な産状を示す。珪化又は粘土化変質を著しく受けた, 白色, 褐色又は赤褐色を呈する変質安山岩からなる。一般に急峻な尾根部に強珪化帯が, 中腹部の緩傾斜部には粘土化帯や弱い珪化帯が分布する傾向がみられる。

なお, Nipa付近の石英閃緑岩近傍の安山岩からの試料で 25.7 ± 1.9 MaのK-Ar放射年代が得られた(MMAJ/JICA-MGB, 1992)。

(2) Botlog火山岩類 (第四系)

本火山岩類はパナイ島東沖合に2列に並ぶ島々の間に位置するBotlog島にのみ分布する。褐色を呈する多孔質な角閃石安山岩溶岩からなり, 比較的新鮮な長柱状角閃石を特徴的に含む。

本火山岩類についての年代測定は行われていないが, 新鮮な岩相を示し, 火山地形も明瞭に残されていることから第四系として扱った。

(3) Pan de Azucar火山岩類 (第四系)

本火山岩類は, パナイ島の東方沖合に2列に並ぶ島々の北端部に位置するPan de Azucar島, Sombrero島, Malangabang島及びパナイ本島東端部のMt. Malpalに分布し, これらは急峻な山腹斜面を伴った円錐状火山をなしている。灰色～灰白色を呈する黒雲母含有角閃石デイサイト溶岩及び火砕岩からなり, 火砕岩はPan de Azucar島の本火山岩類の下底にのみ分布する。

本火山岩類についての年代測定は行われていないが, 新鮮な岩相を示し, 火山地形も明瞭に残されていることから第四系として扱った。

(4) 貫入岩類

(4) - 1 Sara閃緑岩

Sara北方の山地にまとまった分布を示し, この岩体は更に西方に連なって底盤をなす(MMAJ/JICA-MGB, 1986)。このほかNipaの北方, Belen北北西の山頂部, Pan de Azucar島の南端部, Tagubunhan島等に小岩体として分布する。それぞれは次のような岩相を示す。

Sara北方山地では, 灰色を呈する中粒完晶質な, 斜長石, 角閃石, 黒雲母を主体とする閃緑岩からなる。

Nipa北部では、優白質な中粒完晶質な岩相を示し、斜長石 \geq 石英 $>$ 緑色有色鉱物で構成される石英閃緑岩からなる。30.1 \pm 1.9MaのK-Ar放射年代が得られている(MMAJ/JICA-MGB, 1992)。

Pan de Azucar島の南端部では、中粒完晶質な石英閃緑岩からなり、一部に黄鉄鉱の鉱染が認められる。また、Belen北北西の山頂部及びTagubunhan島では、緑灰色を呈する細粒完晶質な閃緑岩からなる。

Sara閃緑岩については、Nipa北部で30.1 \pm 1.9MaのK-Ar放射年代が得られている以外に年代測定値はないが、Guimaras島の閃緑岩から59MaのK-Ar放射年代値が得られている。両者の年代値の開きが大きいが、Nipa北部では鉱化作用(後述)が伴われていることからみて、これらの完晶質岩は古第三紀前期にGuimaras Beltに貫入したものと考えられる。

(4) - 2 石英斑岩

Belen北部山頂付近及びMadarag地区のSibala層中に岩株及び岩脈として貫入している。灰色～帯緑灰色を呈する斑状岩で、長柱状の角閃石及び石英斑晶を特徴的に含む。

その貫入時期は明らかでないが、Sara閃緑岩とほぼ同時期かこれにやや遅れて貫入したものと推定される。

(4) - 3 安山岩

パナイ地域の南部に多数の安山岩の小岩脈が分布する。暗緑色、灰緑色、黒灰色等を呈する細粒緻密質な輝石安山岩からなる。その大部分が幅1～3mの小規模なもので、Nipa北部では石英閃緑岩を切っており、Tagubanhan島やIgon島ではSibala層を貫き、50条をこえる岩脈が確認されている。

Nipa北部ではNNE-SSW～N-S、Tagubanhan島やIgon島ではNE-SW～ENE-WSWの走向で、急傾斜(70度内外)した岩脈が卓越する。

2-1-2 地質構造(別添図参照)

パナイ地域は、Sara断層、Norte断層、Apitong Pass断層等によって地塊化しているほか、NNW-SSE方向の軸を有する向背斜構造が認められる。

Sara断層は、Sara北東でSara閃緑岩とSibala層を画すNNE-WSW方向の断層で、Guimaras Beltの方向に平行する規模の大きな断層である。この断層の東側に沿って分布するSibala層は片状に変成している(MMAJ/JICA-MGB, 1986)。

Norte断層は、Concepcion北西約2km付近を通るENE-WSW方向の断層で、パナイ地域のSibala層を構造的に2分する。すなわち、この断層の北側のSara地塊でのSibala層は、NNW-SSEの走向を示し、傾斜は向背斜構造に支配されてNE又はSW方向に傾斜する。一方、この断層の南側のConcepcion地塊でのSibala層はWNW-ESEの走向で南傾斜の同斜構造を示す。

Apitong Pass断層は、Concepcion地塊と地域南部のTagubanhan島との間の海域に推定されるENE-WSW方向の断層である。この推定断層の南側に位置するTagubanhan島でのSibala層はNE-SW又はENE-WSWの走向で南に傾斜する同斜構造を示す。

2-1-3 鉍化・変質作用と地化学異常

(1) 鉍化・変質作用

パナイ地域にみられる主な変質は、Sibala層全体にみられるプロピライト化とその中にみられる熱水変質、及び、従来Odiongan火山岩類として区分されてきたSibala層の変質安山岩類中にみられる熱水変質である。

Sibala層は全体にプロピライト化変質を受けて緑灰色～暗緑色化している。

Sibala層中の熱水変質として粘土化や珪化が認められるが、その多くは規模が小さい。最も規模が大きいものはConcepcion南南東のNipa集落の南部に分布する石英脈を伴った珪化・粘土化変質帯で、800×400mの規模を有し、石英脈に銅、鉛、亜鉛、金、銀の鉍化作用が伴われている。また、この北方約500mの石英閃緑岩体の周辺部にも著しい珪化作用が認められる。粘土化帯では石英-カオリナイトの変質鉍物組合せが普通に生じており、一部に明礬石、モンモリロナイト、セリサイト、ハロイサイト、鋭錐石等が伴われている。珪化帯では石英-セリサイト/モンモリロナイト混合層鉍物-カオリナイトの変質鉍物組合せが最も多く出現する。

従来Odiongan火山岩類として区分されたSibala層の変質安山岩類は、赤鉄鉍化を受けて赤褐色を呈することで特徴づけられ、全体に強い珪化と粘土化変質を受けており、一部に黄鉄鉍化が認められる。珪化は一般に山頂付近に認められ、急崖を伴った地形をなしている。粘土化は山腹に主に認められ、白色粘土及び褐色粘土を伴う。変質鉍物としては、石英-カオリナイト-パイロフィライト、石英-ディッカイト、石英-明礬石-カオリナイト等の酸性帯変質鉍物組合せが普通にみられ、パイロフィライトやディッカイト等の高温相鉍物がしばしば生じている。

これらのほかに、石英細脈を伴った小規模な熱水変質帯が、Cabagahan北東のSibala層中（幅2cmの石英脈及び幅4mの珪化帯）、Belen北方の石英斑岩中（幅10cmの網状石英脈）、Pan de Azucar島南端部のSibala層中（白色石英細脈）等に観察されている。

パナイ地域の鉍化作用としては、既に述べたように、Nipaの金・銅鉍床、Pan de Azucarの鉄鉍床、Calagnaan島、San Dionisio等の粘土鉍床が知られている。Nipaの金・銅鉍床は第三紀の火成活動に伴われた熱水鉍床であり、一方、鉄鉍床や粘土鉍床はNegros Beltにおける新しい火山活動に関連して生じた熱水活動によるものと考えられる。

(2) 既往調査での地化学異常

パナイ地域全域の地化学探査概査が金属鉍業事業団、国際協力事業団及び鉍山・地球科学局によって1988年に行われ、図6に示すように、既知の熱水変質帯や鉍化帯に対応する地化学異常が抽出された（MMAJ/JICA-MGB, 1989）。この結果に基づいて、Mt. Upao, Madarag, Nipa及びBinananの4地区が本調査の精査対象として選ばれ、平成3年度以降、これらの各地区で地質調査・地化学探査の準精査と精査が、Binananを除く3地区でボーリング調査が実施された。

精査及び準精査地区における各調査結果は以下に述べるとおりである。

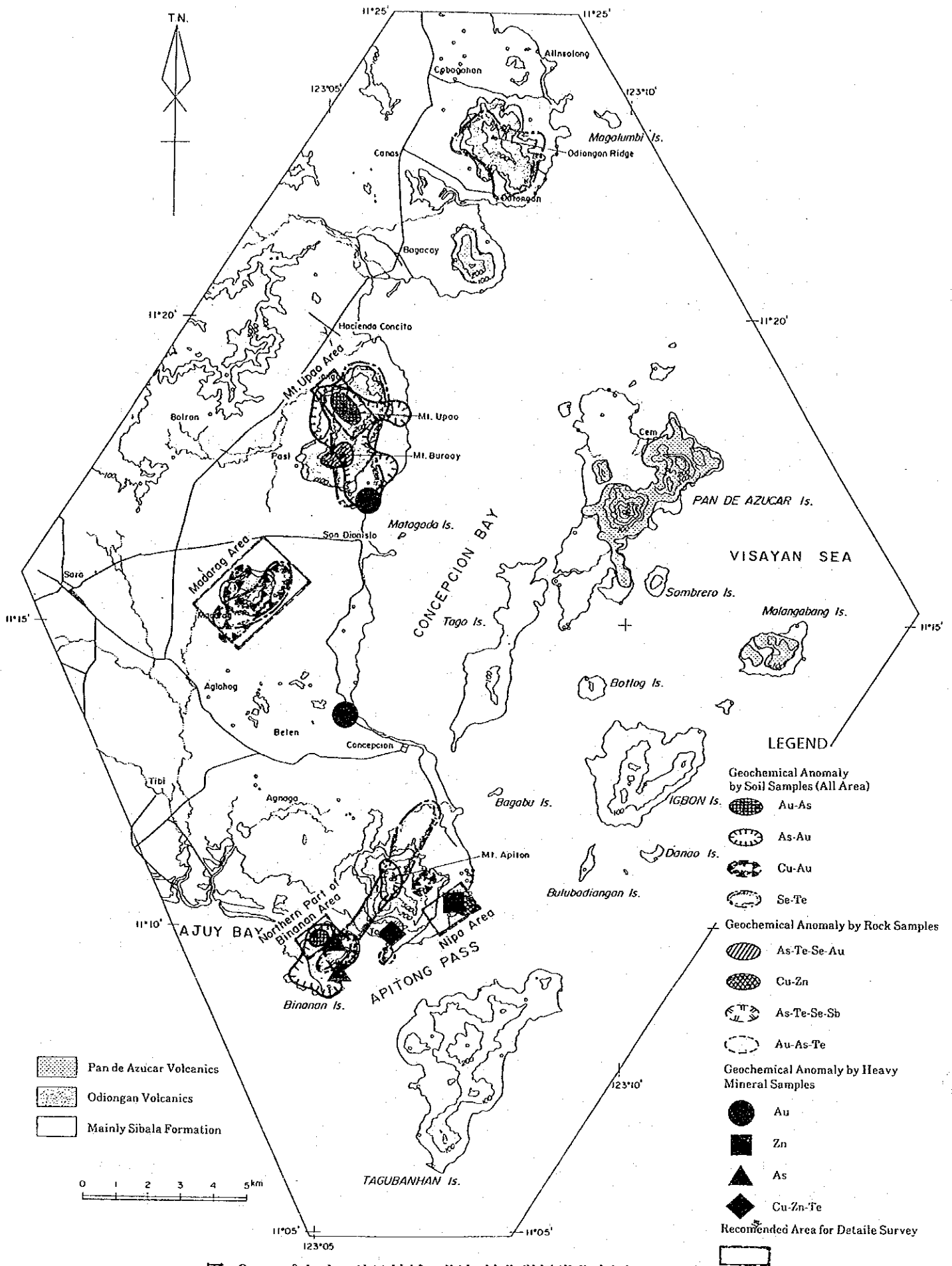


図 6 パナイーサラ地域の既知地化学異常分布図

2-2 Mt. Upao地区

2-2-1 地質・変質及び鉱化作用

(1) 地 質

別添図に示したように、Mt. Upao地区には、Sibala層として区分される火山岩類が広く分布する。主に安山岩溶岩及び同質凝灰角礫岩からなり、凝灰岩や泥岩を一部に挟む。また、Mt. Upao及びMt. Buraay付近の山頂部や山稜部には、Sibala層の変質安山岩類が分布しており、これらは従来Odiongan火山岩類として区分されたきたものである。

安山岩溶岩は、Mt. Upaoから地区北部のSan Nicolasにかけてよく発達し、凝灰角礫岩を挟む。この溶岩の上下には厚層の安山岩質凝灰角礫岩が発達し、しばしば溶岩を挟んでいる。安山岩溶岩は、細～粗粒の斑状組織を示す塊状の輝石安山岩からなる。一部の新鮮な溶岩は、 SiO_2 が50%以下の玄武岩質な組成を示すが、新鮮な岩石は稀で、黄鉄鉱鉱染を伴う白色変質を受けていることが多い。

山頂部・山稜部に発達する変質安山岩類は、赤鉄鉱や褐鉄鉱の鉱染を特徴的に受けた、赤紫色を呈する、珪化・粘土化した安山岩からなり、一部に珪化帯や、赤鉄鉱が生じた石英細脈を伴っている。とくに著しい珪化帯はNNE-SSW方向に伸長するような産状を示す。この変質安山岩類は、従来Odiongan火山岩類として区分されてきたが、Mt. Upao及びMadarag両地区のボーリング調査の結果、下位のSibala層との間に層序的な間隙を示す証拠が得られず、また、岩相的に従来Sibala層として区分されてきた岩相と漸移関係にあり、両者の間には変質作用の違いしか認められない。したがって、従来Odiongan火山岩類として区分されてきた変質安山岩類を本報告書ではSibala層の変質相として扱った。

本地区内で地層の走向傾斜を測ることのできる露頭はほとんどないが、岩相の分布状況からNNW-SSEの走向で、西に20～30度傾斜する単斜構造を有すると推定される。地区南端部に分布する泥岩はWNW-ESEの走向で、北西に10度の傾斜を示す。

(2) 変 質

表5に示すように、X線回折試験の結果では、従来からSibala層として区分されているところでは、石英-セリサイト又は石英-セリサイト/モンモリロナイト混合層鉱物の中性帯変質粘土鉱物がみられ、明礬石も伴われている。これに対して、Odiongan火山岩類として区分されてきた変質安山岩類中では、石英-デイッカイト、石英-カオリナイトの酸性帯粘土鉱物がみられ、明礬石がしばしば伴われている。しかし、本地区ではパイロフィライトやダイアスポア等はこれまで地表試料からは検出されていない。

また、火山岩類を主体とする地帯で当然検出されて然るべき斜長石が検出されないほどに強く変質している試料が多い。

(3) 鉱 化 作 用

本地区には、Au, As, Hg, Cu, Te, Se, Tl, Sbの地化学異常が検出されているが、これらの非鉄金属の稼行あるいは探鉱された形跡は認められない(MMAJ/JICA-MGB, 1989)。

2-2-2 地化学探査

(1) 調査方法

Mt. Upao地区では、土地化学探査精査（測線間隔；200m，測点間隔；50m，グリット，試料数；200個）及びその周辺での土地化学探査準精査（Ridge and Spur法，試料数；104個）が実施された。指示元素はAu, Ag, As, Bi, Cu, Hg, Mo, Pb, Sb, Zn, Mnの11成分で，鉱山・地球科学局でCu, Pb, Zn, Mnの，また，カナダのCHEMEX LABSでAu, Ag, As, Bi, Cu, Hg, Mo, Pb, Sb, Zn, Mnの分析が行われた。各指示元素の検出限界値は下記のとおりである。なお，指示元素の種類及び分析所は，地化学探査が実施された他の3地区でも全く同一である。

これらの指示元素について単一変量解析及び主成分分析による統計解析を行った。

指示元素の検出限界値

元素	分析法	分解法	下限値	上限値
Au	FA-NAA	Fuse 30g	1 ppb	10,000 ppb
Ag	ICP	HNO ₃ -Agua regia	0.02 ppm	200 ppm
As	ICP	HNO ₃ -Agua regia	0.2 ppm	5,000 ppm
Bi	ICP	HNO ₃ -Agua regia	0.2 ppm	5,000 ppm
Cu	ICP	HNO ₃ -Agua regia	0.2 ppm	5,000 ppm
Hg	ICP	HNO ₃ -Agua regia	0.1 ppm	5,000 ppm
Mo	ICP	HNO ₃ -Agua regia	0.2 ppm	5,000 ppm
Pb	ICP	HNO ₃ -Agua regia	0.5 ppm	5,000 ppm
Sb	ICP	HNO ₃ -Agua regia	0.2 ppm	1,000 ppm
Zn	ICP	HNO ₃ -Agua regia	1 ppm	5,000 ppm
Mn	ICP	Agua regia	0.2 ppm	

(2) 統計値・データ処理

単一変量解析による統計量を表6に，主成分分析結果を表7にそれぞれ示す。

準精査試料と精査試料の取り扱いについて本地区で検討した結果，精査試料とこれに準精査試料を加えた全試料との間に，平均値・標準偏差・相関係数・主成分分析の因子特性等の有意な差異が認められなかったため，本地区を含む各地区について全試料での統計解析を行った。なお，以下の他の地区でも同様であるが，これらの統計諸元の計算においては検出限界値以下の値は除いて計算した。

表6に示したように，Ag, Hg, Sbの検出限界値以上の値を示す試料はそれぞれ13, 86, 44試料と少ない。これに対してAuは83%に達する253試料が検出限界値以上の値を示した。

(3) 地化学異常の検討

地化学異常の分布を図7に示す。

単一変量解析の結果，最高値162ppbを含む30.9ppb以上 ($\geq M+2SD$) のAuの強い地化学異常帯がNNW-SSE方向に約800mにわたって検出され，これを囲む11ppb以上 ($\geq M+SD$) の弱いAu異常帯が約1,300mにわたって連続する。このAu異常帯は，後述の他の地区のAu異常帯に比べて，周囲の低いバックグラウンドから際立って高い値を示す，コントラストの強い異常帯である。しかし，Au以外の卑金属元素には有望な鉱化の存在を示唆するほどの濃集は認められない。

主成分分析の結果，第一主成分は，Mn, Znが正の寄与，As, Mo, Auが負の寄与の大きい主成

表 6 Mt. Upa o地区地化学探査統計諸元

標準統計量

COMP. NAME	UNIT	NUM. DATA	MAXIMUM	MINIMUM	MEAN (M)	STD. DEV. (SD)	M-2*SD	M-SD	M+SD	M+2*SD
AU	ppb	253	162	1	4.0	0.444	0.5	1.4	11.1	30.9
AG	ppm	13	0.05	0.05	0.050	0.000	0.050	0.050	0.050	0.050
AS	ppm	304	103.0	1.2	12.43	0.313	2.84	6.04	25.54	52.52
BI	ppm	285	2.2	0.2	0.40	0.283	0.11	0.21	0.77	1.48
CU	ppm	304	125.0	3.8	18.57	0.318	4.29	8.92	38.68	80.48
HC	ppm	86	0.7	0.1	0.15	0.215	0.06	0.09	0.25	0.40
MO	ppm	304	9.0	0.2	1.80	0.266	0.47	0.87	2.96	5.46
PB	ppm	304	22.5	1.5	4.70	0.194	1.93	3.01	7.34	11.47
SB	ppm	44	4.4	0.2	0.42	0.354	0.08	0.19	0.95	2.14
ZN	ppm	304	106	1	4.7	0.408	0.7	1.8	11.9	30.5
MN	ppm	297	3020	10	53.0	0.528	4.7	15.7	178.8	602.9

相関行列

	AU	AS	BI	CU	HC	MO	PB	SB	ZN	MN
AU	---	253	241	253	74	253	253	40	253	249
AS	0.371	---	285	304	86	304	304	44	304	297
BI	0.147	0.344	---	285	82	285	285	42	285	278
CU	-0.054	-0.051	-0.043	---	86	304	304	44	304	297
HC	0.204	0.374	0.051	0.137	---	86	86	19	86	85
MO	0.296	0.538	0.216	-0.068	0.226	---	304	44	304	297
PB	0.491	0.404	0.287	0.094	0.336	0.400	---	44	304	297
SB	0.254	0.650	-0.046	0.491	0.279	0.431	0.421	---	44	44
ZN	-0.115	-0.297	-0.130	0.614	0.083	-0.331	0.044	0.195	---	297
MN	-0.206	-0.440	-0.165	0.447	0.064	-0.433	-0.088	-0.175	0.789	---

表 7 Mt. Upa o地区地化学探査主成分分析統計諸元

PRIN COMP	EIGEN VALUE	CONTRIS CONTRIB	CUM CONTRIB		AU	AS	BI	CU	MO	PB	ZN	MN
P 1	3.025	0.378	0.378	EIGENVECTOR	-.296	-.423	-.244	.249	-.407	-.271	.408	.455
				FACTOR LOADING	-.515	-.735	-.424	.433	-.709	-.470	.709	.791
				CONTRIBUTION	.266	.541	.180	.187	.502	.221	.503	.625
P 2	1.837	0.230	0.608	EIGENVECTOR	.318	.225	.207	.488	.171	.494	.448	.305
				FACTOR LOADING	.431	.305	.281	.662	.232	.669	.607	.414
				CONTRIBUTION	.186	.093	.079	.438	.054	.448	.369	.171
P 3	0.879	0.110	0.718	EIGENVECTOR	-.520	.120	.823	.093	-.041	-.163	.007	.023
				FACTOR LOADING	-.488	.113	.772	.087	-.039	-.153	.007	.021
				CONTRIBUTION	.238	.013	.595	.008	.001	.023	.000	.000
P 4	0.778	0.097	0.815	EIGENVECTOR	.444	-.282	.390	-.475	-.518	.225	.005	.161
				FACTOR LOADING	.392	-.249	.344	-.419	-.457	.198	.004	.142
				CONTRIBUTION	.154	.062	.118	.176	.209	.039	.000	.020
P 5	0.511	0.064	0.879	EIGENVECTOR	.427	.398	.049	.374	-.446	-.525	-.048	-.200
				FACTOR LOADING	.305	.285	.035	.267	-.319	-.375	-.034	-.143
				CONTRIBUTION	.093	.081	.001	.072	.102	.141	.001	.020
P 6	0.410	0.051	0.930	EIGENVECTOR	-.291	.710	-.234	-.393	-.310	.163	.175	.221
				FACTOR LOADING	-.187	.454	-.150	-.251	-.199	.104	.112	.141
				CONTRIBUTION	.035	.206	.022	.063	.039	.011	.013	.020
P 7	0.386	0.048	0.978	EIGENVECTOR	-.275	-.098	-.102	.357	-.488	.548	-.214	-.440
				FACTOR LOADING	-.171	-.061	-.083	.222	-.303	.340	-.133	-.273
				CONTRIBUTION	.029	.004	.004	.049	.092	.116	.018	.075
P 8	0.174	0.022	1.000	EIGENVECTOR	-.010	-.073	.028	-.209	.028	-.063	.744	-.626
				FACTOR LOADING	-.004	-.030	.012	-.087	.012	-.026	.310	-.261
				CONTRIBUTION	.000	.001	.000	.008	.000	.001	.096	.068

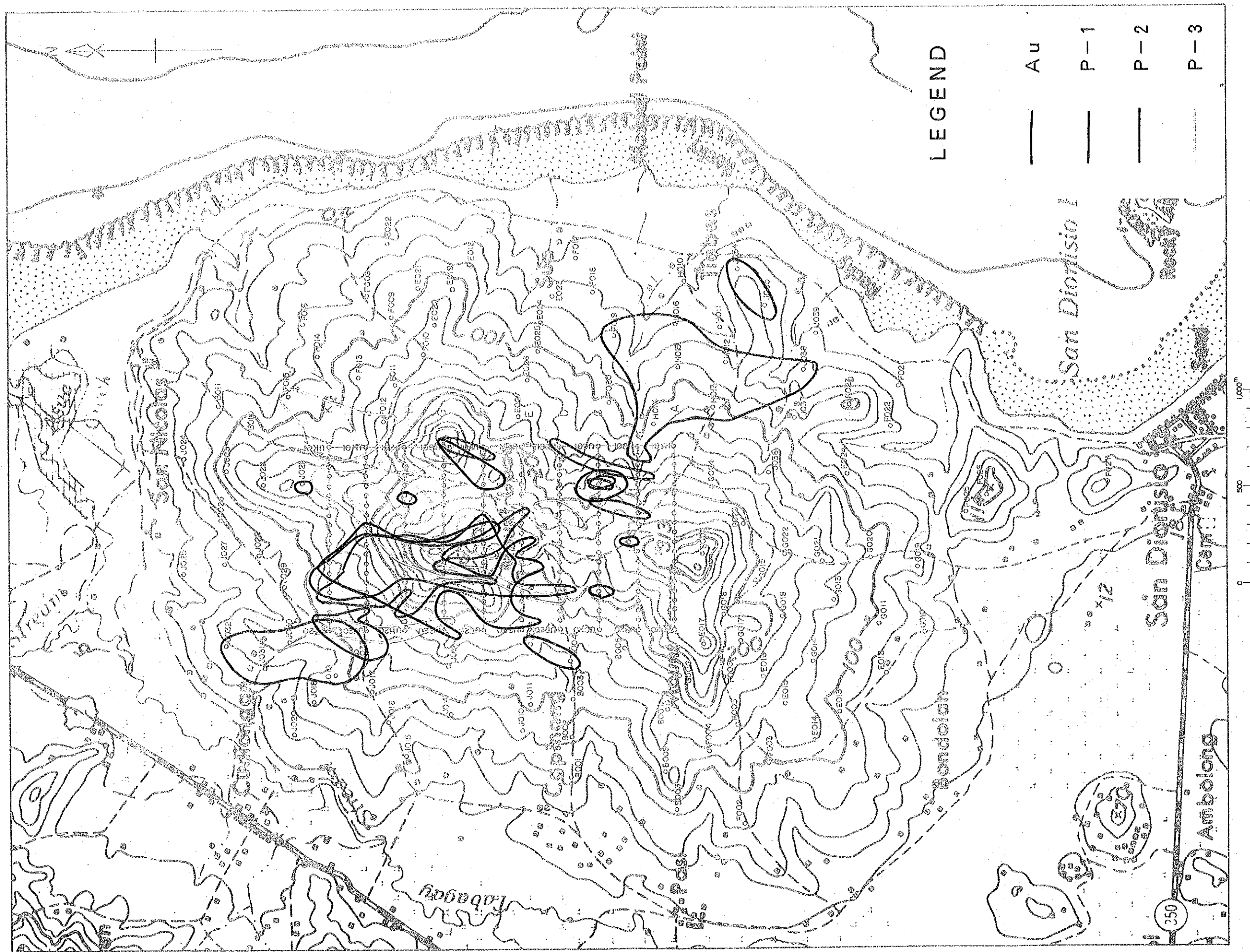


图 7 Mt. Upao地区化学异常分布图

分で、土壌の形成・発達程度を示すものと判断される。単一変量によるAu異常帯は第一主成分の負の異常とほぼ一致する。第二主成分は、Pb, Cu, Znの寄与の大きい主成分で、Auの寄与も認められる。卑金属類の濃集を指示する主成分である。第三主成分は、Biが最も寄与の大きい主成分で、Auも負の寄与をしている。第三主成分までの累積寄与率は71.8%に達し、第三主成分まででAuの分散の69.0%が説明される。

これらの結果から、Au異常には、As, Moを伴うが卑金属元素の濃集を伴わないものと、卑金属を随伴するものがあることが判明し、このAu異常については更に探査を継続する必要があることと、Au以外の卑金属元素の濃集している可能性は低いことが結論された。

2-2-3 トレンチ調査

(1) トレンチの概要

別添図及び図8に示すように、従来Odiongan火山岩類として区分されたSibala層の変質安山岩類中で、幅1m・深さ1mのトレンチを2溝開削した。トレンチの方向・開削長及び分析試料数は下記のとおりである。

トレンチの概要

トレンチ名	方向	開削長(m)	試料数	露岩長(m)
UT-1	90度	212	45	80
UT-2	180度	201	44	80

(2) トレンチでの地質

UT-1及びUT-2は山頂部に位置し、既に触れたように、Sibala層の変質安山岩類が分布する。変質安山岩類は原岩判定し難い程に著しく珪化・粘土化変質しており、赤鉄鉱が鉱染状・ブール状に特徴的に生じているほか、石英細脈にも伴われている。珪化は、通常暗褐色を呈する露岩表層部に球殻状にみられ、見掛け上強珪化を受けているように見えるが、岩石内部ではそれほど強い珪化はみられない。これらの岩石に含まれる斜長石斑晶は、著しい粘土化のために白濁し、内容物が消失してしまつて外形のみ留めているものもみられる。有色鉱物斑晶も粘土化・緑泥石化が著しい。粘土はカオリンを主とするが、風化によって生じたものも相当量含まれていると考えられる。

(3) トレンチでの変質

トレンチから採取した15試料のX線回折試験結果をMadarag, Nipa両地区のボーリング及び地表試料と共に表8に示す。

全試料共に当然検出されて然るべき斜長石が全く検出されない程に強く変質している。シリカ鉱物として多量の石英がほとんどの試料で検出され、赤鉄鉱を伴っている。粘土鉱物としてカオリナイトが4試料から、パイロフィライトが1試料からごく微量検出される。このほか明礬石あるいはNa-明礬石が多く試料から検出されている。これらの変質鉱物にみられるように、Mt. Upao地区の地表部の変質は酸性帯変質鉱物によって特徴づけられる。

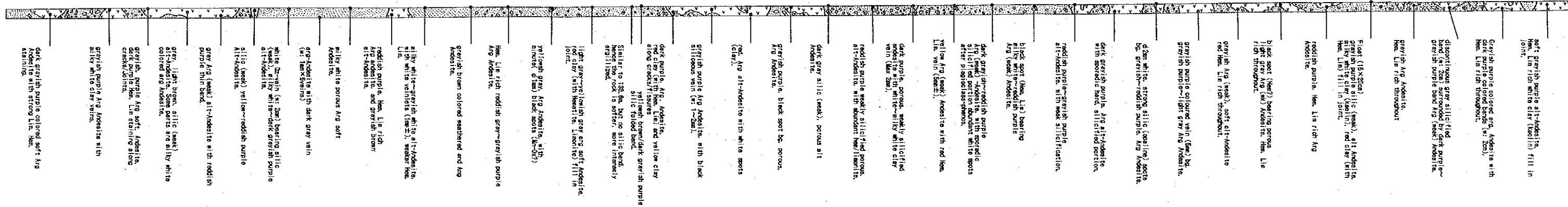
表 8 平成4年度X線回折試験結果一覽表

Region: Philippine Total: 85 Samples		Silicate Minerals														Iron Minerals		Sulfate Minerals		Others					REMARKS													
Abundant, ○ Moderate, ◦ Minor, ● Very minor		Clay Minerals				Zeolites				Silica				Others		Iron Minerals		Sulfate Minerals		Others																		
Minerals		Op	Sm	Ill	Chl	Na	Ca	Al	Si	Op	Sm	Ill	Chl	Op	Sm	Ill	Chl	Op	Sm	Op	Sm	Op	Sm	Ill		Chl	St	Ca	Al	Si	Op	Sm	Ill	Chl	St	Ca	Al	Si
Samples																																						
Geochemical Survey	Drill Core	Ser. No.	Sample Name																																			
		1	UD-1	-1.90a																																		
		2		-188.50a																																		
		3		-194.80a																																		
		4		-214.80a																																		
		5		-252.60a																																		
		6		-260.50a																																		
		7	UD-2	-61.60a																																		
		8		-183.65a																																		
		9		-229.60a																																		
		10		-245.92a																																		
		11		-273.10a																																		
		12		-293.50a																																		
		13	UD-3	-4.60a																																		
		14		-15.60a																																		
		15		-79.50a																																		
		16	MD-4	-126.30a																																		
		17		-267.80a																																		
		18	MD-5	-94.20a																																		
		19		-113.35a																																		
		20		-156.00a																																		
		21		-168.90a																																		
		22		-238.00a																																		
		23		-252.55a																																		
		24	ND-6	-9.80a																																		
		25		-85.30a																																		
		26		-44.80a																																		
		27		-114.75a																																		
		28		-242.55a																																		
		29	PB	-11NR																																		
		30		-11SR																																		
		31	PC	-05NR																																		
		32		-10SR																																		
		33	PD	-02SR																																		
		34	AH	-03SR																																		
		35	AC	-00R																																		
		36		-01NR																																		
		37		-02SR																																		
		38		-05SR																																		
		39	AD	-04NR																																		
		40		-05SR																																		
		41	AE	-01NR																																		
		42		-05NR																																		
		43		-10SR																																		
		44	AF	-05NR																																		
		45		-01NR																																		

Region: Philippine Total: 85 Samples		Silicate Minerals														Iron Minerals		Sulfate Minerals		Others					REMARKS													
Abundant, ○ Moderate, ◦ Minor, ● Very minor		Clay Minerals				Zeolites				Silica				Others		Iron Minerals		Sulfate Minerals		Others																		
Minerals		Op	Sm	Ill	Chl	Na	Ca	Al	Si	Op	Sm	Ill	Chl	Op	Sm	Ill	Chl	Op	Sm	Op	Sm	Op	Sm	Ill		Chl	St	Ca	Al	Si	Op	Sm	Ill	Chl	St	Ca	Al	Si
Samples																																						
Geochemical Survey	Drill Core	Ser. No.	Sample Name																																			
		46	AF	-02NR																																		
		47		-11SR																																		
		48		-19SR																																		
		49	AL	-01R																																		
		50		-09R																																		
		51	AA	-03NR																																		
		52		-03NR																																		
		53		-00R																																		
		54		-02SR																																		
		55		-05SR																																		
		56	AG	-05NR																																		
		57		-02NR																																		
		58		-01NR																																		
		59		-02SR																																		
		60		-08SR																																		
		61	UT-1	-0.0a																																		
		62		-36.0a																																		
		63		-55.0a																																		
		64		-95.0a																																		
		65		-120.0a																																		
		66		-150.0a																																		
		67		-183.9a																																		
		68		-212.0a																																		
		69		-1.0a																																		
		70	UT-2	-32.0a																																		
		71		-65.0a																																		
		72		-94.0a																																		
		73		-126.0a																																		
		74		-165.0a																																		
		75		-212.0a																																		
		76	MT-1	-21.0a																																		
		77		-38.0a																																		
		78		-73.0a																																		
79	MT-2	-7.0a																																				
80		-37.0a																																				
81		-65.0a																																				
82		-91.0a																																				
83		-115.5a																																				
84		-130.0a																																				
85	ODIONGAN																																					

Mount Upao UT-1 Trench

West



Mount Upao UT-2 Trench

East

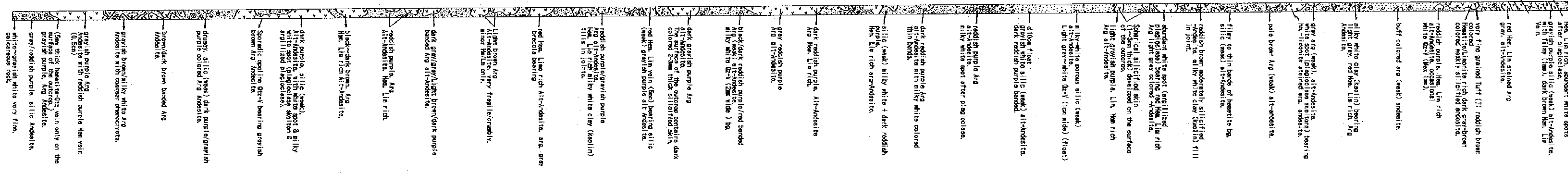
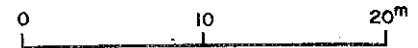
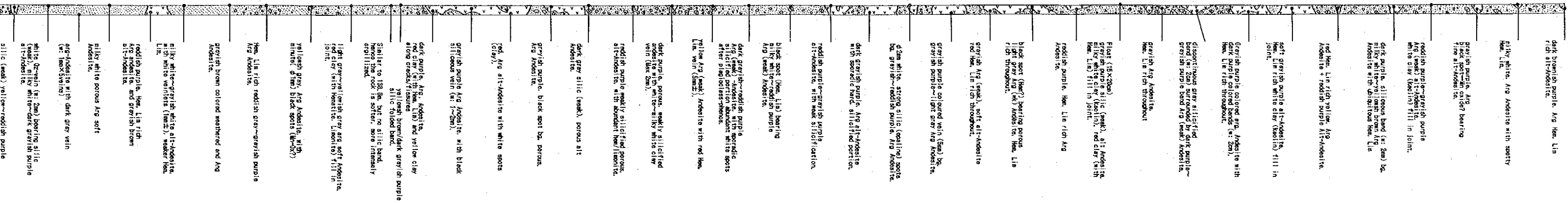


図8 Mt. Upao地区トレンチスケッチ



Mount Upao UT-1 Trench

East



Monut Upao UT-2 Trench

West

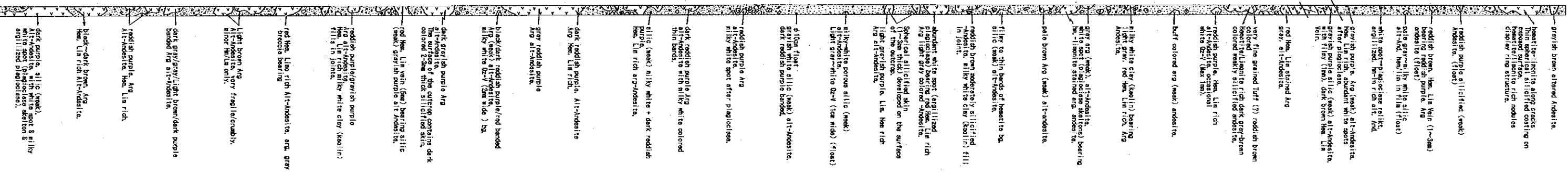
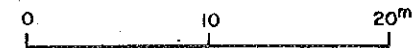


図8 Mt. Upao地区トレンチスケッチ



(4) 分析結果

トレンチ試料の分析結果を表9に示す。

局所的に異常に高いAuの濃集（最高値573ppb）がみられるほか、Cu（最高値250ppm）、As（最高値670ppm）の濃集がみられた。このうちAuの濃集部は、平成3年度に実施されたAu異常帯によく対応し、本地区にAuを伴った鉱化作用があったことを示唆している。しかし、Au・Cu共に鉱石としての品位まで濃集しているものは見出されなかった。

これらの分析試料について主成分分析を行った結果の統計諸元を表10に示す。なお、Agは全試料が、Mnは大部分の試料が検出限界以下の値を示したため、計算から除外した。

第一主成分は、全分散の29%を説明し、Fe、As、Sb、Cu、Se、Hg、Auが大きく寄与する主成分で、赤鉄鉱の濃集に代表される風化を受けた鉱化・変質を指示するものと判断される。ただし、Auについては第二主成分での寄与の方が大きい。第二主成分は、全分散の19%を説明し、Pb、Auの寄与が圧倒的に大きい主成分で、Pbを伴うAuの濃集・鉱化の存在を指示するものである。第三主成分は、Zn、Moの寄与の大きい主成分であるが、分析値から明らかなように、これら2成分には異常な濃集がみられず、実用的な意味は薄い。

2-2-4 ボーリング調査

(1) ボーリング概況

Mt. Upao地区のAu地化学異常帯の下部を探索する目的で、別添図に示したように、放射状に傾斜40度・深度300mのボーリングを3孔掘削した。その概要は次に示すとおりである。

ボーリングの概要

孔井名	掘削長(m)	方位	傾斜	試錐機	試料数
MJPP-1	300.10	45度	-40度	Tone TDC-2	44
MJPP-2	301.00	90度	-40度	Tone TDC-2	41
MJPP-3	300.15	135度	-40度	Longyear 34	49

(2) 孔井地質

図9～12に示すように、上記3孔には、Sibala層の変質安山岩類及び輝石安山岩類が出現する。

変質安山岩類はMJPP-1では深度126.5m、MJPP-2では深度109.5m、MJPP-3では深度197.0m以浅の、海拔100mよりも高い高度の所にそれぞれ出現する。これらは、トレンチと同様に、赤鉄鉱化の著しい赤紫色を呈する粘土化安山岩類からなるが、細粒の黄鉄鉱が鉱染した岩相が局所的に伴われ、MJPP-1及びMJPP-3では黄鉄鉱を含む青灰色安山岩が一部に挟まれている。

輝石安山岩類は、上記の変質安山岩類以深の深度に出現し、ほとんどが安山岩溶岩からなる。黄鉄鉱の鉱染を伴う珪化あるいは粘土化変質を受けており、青灰色～灰色を呈するが、しばしば角礫化部や破碎帯を伴っており、これらはしばしば赤鉄鉱化して赤褐色を呈し、変質安山岩類と全く同様の外見を示す。

表 9 Mt. Upao地区トレンチ分析結果一覽表

Trench UT-1

Sample No.	Description of Sample	Analytical results												
		Au	Ag	As	Sb	Cu	Pb	Zn	Mo	Fe %	Mn	Hg	Se	
UT-1.000n	brwn-pur(due to limonite-hematite)	7	<0.2	54	1.2	59	7	1	3	13.50	<5	20	16.0	
UT-1.005n	milky white colored arg rox	7	<0.2	20	1.2	12	21	1	4	2.30	<5	10	6.0	
UT-1.010n	grey-purple colored alt andesite	13	<0.2	14	0.8	52	15	2	5	10.50	<5	10	1.8	
UT-1.015n	red-purple colored alt andesite	12	<0.2	70	1.0	19	8	2	3	16.20	<5	50	12.0	
UT-1.019n	weakly silicif.band(2mm) bg.alt ad	26	<0.2	32	1.6	22	61	1	5	3.40	<5	20	5.6	
UT-1.025n	yellow colored due to limonite	8	<0.2	46	1.8	15	11	3	6	9.00	30	40	4.2	
UT-1.030n	grey-purple colored alt andesite	20	<0.2	12	1.2	36	36	1	4	3.70	<5	30	1.6	
UT-1.035n	dark purple band(2cm) bg.alt ad	99	<0.2	28	2.2	50	35	1	7	6.70	<5	40	1.4	
UT-1.041n	2mm silicif.band bg. alt andesite	233	<0.2	14	1.4	32	67	1	5	5.00	<5	30	2.0	
UT-1.045n	grey colored altered andesite	103	<0.2	14	1.0	8	70	<1	3	4.70	<5	30	2.8	
UT-1.050n	weakly silicif.alt andesite	199	<0.2	26	0.4	5	42	<1	2	2.90	<5	30	4.6	
UT-1.055n	red purplish colored alt andesite	17	<0.2	48	1.2	12	61	1	6	7.20	<5	40	12.0	
UT-1.059n	black spotted porous andesite	70	<0.2	36	1.2	32	6	3	6	14.30	<5	40	2.4	
UT-1.065n	grey colored altered andesite	76	<0.2	32	0.6	8	14	1	2	3.60	<5	10	3.6	
UT-1.070n	5mm wide hard band bg. alt andesite	13	<0.2	26	1.0	19	17	1	2	5.20	<5	10	3.0	
UT-1.075n	opaline spot(2mm across) bg.alt ad	33	<0.2	42	0.8	14	4	4	2	7.70	<5	30	5.4	
UT-1.080n	weakly silicified alt andesite	8	<0.2	32	0.4	7	3	1	2	8.40	<5	30	6.8	
UT-1.085n	weakly silicif.alt andesite	5	<0.2	26	0.6	6	9	2	2	7.60	<5	20	13.0	
UT-1.090n	black spots(hm-la) bg.alt andesite	7	<0.2	46	0.6	18	5	1	2	5.50	<5	20	6.6	
UT-1.095n	partially silicif. alt andesite	4	<0.2	38	0.4	8	10	2	3	7.00	<5	20	7.4	
UT-1.100n	hm-la vein(5mm) bg.alt andesite	4	<0.2	32	0.4	11	6	3	2	7.40	<5	10	4.2	
UT-1.105n	weakly silicif.porous wh v(2mm) bg	25	<0.2	50	2.2	86	40	2	4	12.50	<5	20	19.0	
UT-1.110n	weakly silicif porous alt andesite	4	<0.2	94	0.8	13	2	2	3	7.70	<5	20	12.8	
UT-1.115n	ditto	1	<0.2	14	0.4	11	3	1	2	6.50	<5	10	6.0	
UT-1.120n	black spots bg.porous alt andesite	3	<0.2	22	1.2	10	3	4	2	5.60	<5	10	12.0	
UT-1.125n	spotty wh clay bg.red alt andesite	4	<0.2	36	1.0	39	5	1	3	6.40	<5	20	0.4	
UT-1.130n	1-2mm wide bk v bg.alt andesite	5	<0.2	50	1.2	26	2	1	2	8.10	<5	10	7.8	
UT-1.135n	dark purple alt andesite	4	<0.2	36	1.0	20	8	1	3	6.20	<5	20	6.4	
UT-1.138.6m	yel-brwn/dk pur colored bands bg.	5	<0.2	50	1.8	31	6	1	2	7.50	<5	20	7.6	
UT-1.140n	ditto alt ad. with no silicif.	4	<0.2	70	1.0	32	4	2	2	6.60	<5	30	8.2	
UT-1.145n	light grey colored alt andesite	6	<0.2	146	2.2	25	8	2	20	6.00	<5	30	15.0	
UT-1.150n	bk spots(hm or?) & lsm pores bg.	5	<0.2	54	0.6	84	6	3	3	10.40	<5	20	10.2	
UT-1.155n	reddish grey colored alt andesite	2	<0.2	16	0.4	18	8	1	2	5.60	<5	20	8.0	
UT-1.160n	grey-brown colored alt andesite	13	<0.2	114	1.8	40	8	2	2	10.50	<5	30	14.0	
UT-1.165n	1mm wide qtz v bg. alt andesite	5	<0.2	24	1.0	12	71	2	39	2.50	10	20	1.4	
UT-1.170n	grey-brown alt andesite	13	0.3	10	1.0	64	4	4	4	14.00	<5	20	19.0	
UT-1.175n	milky wh porous alt andesite	5	<0.2	30	0.2	105	5	3	6	5.60	<5	20	1.2	
UT-1.179n	dk gry v(1cm-5mm) bg. alt andesite	2	<0.2	122	0.6	250	4	11	10	12.00	10	20	6.4	
UT-1.183n	2mm wh qtz v bg. wk silicif alt ad	2	<0.2	26	0.8	8	4	1	3	3.20	<5	20	7.8	
UT-1.187n	weakly silicif alt andesite	1	<0.2	70	0.6	76	12	6	22	10.30	<5	20	4.0	
UT-1.191n	thin hm-la bands bg. alt andesite	9	<0.2	2	0.8	5	20	<1	23	1.10	<5	20	<0.2	
UT-1.195n	wk silicif lt brown alt andesite	7	<0.2	2	0.2	3	4	2	<1	0.10	<5	20	<0.2	
UT-1.200n	gry-pur colored alt andesite	15	<0.2	2	0.6	5	23	<1	1	2.20	<5	20	7.8	
UT-1.205n	ditto	19	<0.2	34	0.6	8	3	1	2	4.70	<5	20	9.0	
UT-1.212n	dk.gry-pur colored alt andesite	3	<0.2	6	0.4	9	3	1	1	9.30	<5	20	19.0	

Au, Ag in ppb, Fe in %, other elements in ppm

Trench UT-2

Sample No.	Description of Sample	Analytical Results												
		Au	Ag	As	Sb	Cu	Pb	Zn	Mo	Fe %	Mn	Hg	Se	
UT-2.001n	grey-brownish alt. Andesite	25	<0.2	30	1.8	145	20	1	<1	7.20	<5	20	7.2	
UT-2.005n	strong hm-la in stringers	2	<0.2	98	0.8	21	4	<1	<1	5.00	<5	10	6.4	
UT-2.012n	wk silicif. nodule like hm	11	<0.2	24	0.2	85	9	1	1	11.50	<5	30	5.6	
UT-2.015n	hm-la vein bg. weak arg. rock	8	<0.2	12	0.4	176	15	1	2	11.50	<5	20	9.0	
UT-2.018n	wk silicif. hm-la in filar/vlts	2	<0.2	12	0.4	11	20	1	<1	1.30	<5	10	1.8	
UT-2.021n	arg. hm-la stained andesite	8	<0.2	36	1.4	15	35	<1	1	7.40	<5	20	12.0	
UT-2.025n	gry-purple arg. rock w. plg skelton	36	<0.2	48	1.2	20	32	2	2	4.30	<5	20	5.4	
UT-2.027n	wk sil-hm-la vlts(filary to lam)	<1	<0.2	4	0.4	14	13	2	<1	3.50	<5	10	6.2	
UT-2.032n	grey colored altered andesite	11	<0.2	4	0.8	5	25	<1	2	1.20	<5	10	0.8	
UT-2.036n	ditto, with local wk silicif.	35	<0.2	670	20.0	115	35	1	<1	8.50	<5	10	7.2	
UT-2.040n	wh qtz v(max. 1mm) bg. alt ad	30	<0.2	22	1.2	11	30	1	3	6.50	<5	20	6.0	
UT-2.045n	grey colored altered andesite	120	<0.2	118	2.8	10	62	1	2	4.80	<5	20	8.8	
UT-2.050n	kaoline rich altered andesite	7	<0.2	4	0.2	5	10	<1	2	1.10	<5	10	2.2	
UT-2.055n	grey colored altered andesite	12	<0.2	130	1.8	14	15	1	<1	6.50	<5	10	8.8	
UT-2.060n	light brown colored alt andesite	30	<0.2	24	0.2	92	30	<1	2	4.90	<5	20	7.8	
UT-2.065n	banded hm-la bg. weakly silicif. rox	4	<0.2	42	0.6	9	14	1	1	3.40	10	10	5.2	
UT-2.068.5n	weakly silicif alt andesite	4	<0.2	140	0.8	13	2	<1	<1	6.30	<5	10	9.6	
UT-2.073n	light grey colored alt andesite	23	<0.2	64	1.0	64	17	<1	2	4.50	<5	30	5.4	
UT-2.078n	ditto	2	<0.2	36	0.6	6	4	<1	1	2.70	<5	10	5.2	
UT-2.081.3n	1cm qtz vein bg. wk silicif rox	32	<0.2	100	6.0	8	3	<1	2	3.90	<5	20	5.2	
UT-2.088.3n	weakly altered andesite	11	<0.2	50	6.4	1	28	<1	1	0.30	<5	10	1.0	
UT-2.094n	red-purple colored alt andesite	66	<0.2	24	1.4	4	34	<1	<1	4.80	<5	30	7.4	
UT-2.100n	ditto	573	<0.2	130	5.2	29	73	1	3	10.00	<5	50	22.0	
UT-2.104n	weakly silicif alt andesite	302	<0.2	104	2.0	47	13	<1	3	6.50	<5	30	13.0	
UT-2.111.5n	red-purple colored alt andesite	33	<0.2	86	10.0	36	12	3	2	16.30	<5	30	13.6	
UT-2.116n	grey colored altered andesite	16	<0.2	4	0.8	18	37	<1	2	4.10	<5	20	5.6	
UT-2.120.5n	qtz v(2mm) bg. alt andesite	13	<0.2	224	7.4	71	3	2	4	12.50	<5	20	12.6	
UT-2.126n	grey-purple colored alt andesite	10	<0.2	38	1.8	17	11	1	4	8.00	<5	20	9.0	
UT-2.130.4n	hm-la vein(5mm) bg. silicif andesite	76	<0.2	14	0.8	36	4	<1	9	5.10	<5	10	5.2	
UT-2.136n	grey-purple colored alt andesite	4	<0.2	26	1.0	24	20	1	3	9.00	<5	10	8.4	
UT-2.143.5n	grey colored breccia bg. alt and.	2	<0.2	28	1.2	9	34	<1	2	5.20	<5	10	6.4	
UT-2.148n	light brown colored alt andesite	43	<0.2	4	0.2	197	2	1	2	3.80	<5	20	5.2	
UT-2.155.3n	dark grey banded hm-la bg. alt ad	20	<0.2	20	0.8	80	10	2	2	4.80	<5	20	5.4	
UT-2.160n	reddish purple colored alt andesite	11	<0.2	6	0.6	34	69	1	3	3.90	<5	20	4.8	
UT-2.165n	dark brown colored alt andesite													
UT-2.170n	weakly silicified alt andesite	15	<0.2	6	1.0	62	39	128	2	5.30	15	20	6.2	
UT-2.174.4n	opaline qtz vein bg. alt andesite	140	<0.2	134	11.5	196	18	3	1	11.40	<5	30	14.8	
UT-2.180.6n	weakly silicif. gry-pur colored ad	7	<0.2	10	1.2	37	7	3	2	7.60	<5	20	35.0	
UT-2.185.5n	dark brown colored alt andesite	10	<0.2	24	1.4	37	43	<1	2	5.90	<5	20	7.8	
UT-2.190n	milky white colored alt andesite	7	<0.2	8	1.2	15	22	1	2	3.40	<5	30	4.4	
UT-2.194n	5mm hm vein bg. gry-pur alt ad	4	<0.2	4	0.4	50	3	1	1	7.10	<5	20	8.0	
UT-2.197n	5mm hm-qtz vein bg. alt andesite	<1	<0.2	12	0.6	27	9	2	1	10.00	<5	10	6.4	
UT-2.200n	weakly silicif. alt andesite	2	<0.2	20	0.2	43	2	1	1	8.30	<5	20	10.8	
UT-2.201n	white compact carbonate rox	1	<0.2	<0.2	3	5	<1	1	1	1.30	<5	10	2.0	

Au, Ag in ppb, Fe in %, other elements in ppm

表 10 Mt. Upao地区トレンチ主成分分析統計諸元

標準統計量

COMP. NAME	UNIT	NUM. DATA	MAXIMUM	MINIMUM	MEAN (M)	STD. DEV. (SD)	X-2*SD	X-SD	X+SD	X+2*SD
Au	ppb	86	573	1	11.4	0.583	0.8	3.0	43.5	186.4
Ag	ppm	1	0.3	0.3	0.30	0.000	0.30	0.30	0.30	0.30
As	ppm	88	670	2	27.0	0.499	2.7	8.6	85.3	268.9
Fe	X	88	16.30	0.10	6.527	3.426	-0.325	3.101	9.953	13.380
Cu	ppm	88	250	1	21.5	0.467	2.5	7.3	63.0	184.7
Mn	ppm	5	30	10	13.5	0.186	5.7	8.9	20.7	31.8
Hg	ppb	88	50	10	18.8	0.193	7.7	12.0	29.3	45.7
Ko	ppm	79	39	1	2.6	0.330	0.6	1.2	5.6	12.0
Pb	ppm	88	73	2	11.9	0.439	1.6	4.3	32.7	89.9
Sb	ppm	86	20.0	0.2	0.97	0.387	0.16	0.40	2.37	5.78
Se	ppm	86	43.0	0.8	6.34	0.322	1.44	3.02	13.31	27.96
Zn	ppm	66	128	1	1.7	0.334	0.4	0.8	3.6	7.8

相関行列

	Au	As	Fe	Cu	Hg	Ko	Pb	Sb	Se	Zn
Au	---	86	86	86	86	78	86	84	84	64
As	0.153	---	88	88	88	75	88	86	86	66
Fe	0.064	0.457	---	86	88	78	88	86	86	66
Cu	0.149	0.269	0.595	---	88	79	88	86	86	66
Hg	0.450	0.142	0.325	0.247	---	78	88	86	86	66
Ko	0.041	0.127	0.060	0.190	0.228	---	79	77	78	61
Pb	0.526	-0.075	-0.222	-0.030	0.159	0.246	---	86	86	66
Sb	0.423	0.609	0.338	0.180	0.234	0.092	0.265	---	84	64
Se	0.030	0.365	0.491	0.246	0.235	-0.166	-0.246	0.233	---	65
Zn	-0.111	0.035	0.321	0.313	0.109	0.141	-0.089	-0.005	0.061	---

主成分分析結果

PRIN COMP	EIGEN VALUE	CONTRIB	CUM CONTRIB		Au	As	Fe	Cu	Hg	Ko	Pb	Sb	Se	Zn
P 1	2.915	0.292	0.292	EIGENVECTOR	.253	.404	.459	.380	.333	.133	.045	.333	.324	.167
				FACTOR LOADING	.432	.690	.763	.649	.568	.227	.077	.671	.553	.285
				CONTRIBUTION	.187	.477	.613	.421	.329	.052	.006	.450	.306	.081
P 2	1.952	0.195	0.487	EIGENVECTOR	.507	-.059	-.286	-.146	.205	.210	.602	.229	-.288	-.228
				FACTOR LOADING	.708	-.082	-.400	-.294	.287	.294	.842	.320	-.403	-.318
				CONTRIBUTION	.501	.007	.160	.042	.082	.086	.708	.102	.162	.101
P 3	1.355	0.136	0.622	EIGENVECTOR	-.115	-.291	.066	.322	.161	.524	.108	-.308	-.316	.536
				FACTOR LOADING	-.134	-.339	.077	.374	.188	.610	.126	-.359	-.368	.623
				CONTRIBUTION	.018	.115	.006	.140	.035	.372	.016	.129	.135	.389
P 4	0.990	0.099	0.721	EIGENVECTOR	-.328	.494	-.064	-.077	-.489	.463	.014	.337	-.269	-.021
				FACTOR LOADING	-.324	.492	-.064	-.076	-.487	.460	.014	.335	-.268	-.021
				CONTRIBUTION	.105	.242	.004	.006	.237	.212	.000	.112	.072	.000
P 5	0.770	0.077	0.798	EIGENVECTOR	-.178	.048	-.035	-.183	.464	-.540	-.267	-.215	.207	-.514
				FACTOR LOADING	-.156	.042	-.030	-.161	.467	-.474	-.234	-.189	.182	-.451
				CONTRIBUTION	.024	.002	.001	.026	.166	.225	.055	.036	.033	.203
P 6	0.640	0.064	0.862	EIGENVECTOR	-.078	.092	-.152	-.693	.300	.005	-.052	.187	.147	.577
				FACTOR LOADING	-.063	.073	-.121	-.554	.240	.004	-.042	.148	.117	.481
				CONTRIBUTION	.004	.005	.015	.307	.058	.000	.002	.022	.014	.213
P 7	0.502	0.050	0.912	EIGENVECTOR	-.157	-.173	-.081	-.001	-.317	.207	.512	-.100	.722	.042
				FACTOR LOADING	-.112	-.122	-.057	-.001	-.224	.146	.363	-.071	.512	.030
				CONTRIBUTION	.012	.015	.003	.000	.050	.021	.132	.005	.262	.001
P 8	0.335	0.034	0.946	EIGENVECTOR	.460	.435	-.524	.163	-.130	.079	-.237	-.387	.169	.183
				FACTOR LOADING	.266	.252	-.303	.095	-.075	.046	-.137	-.230	.098	.106
				CONTRIBUTION	.071	.063	.092	.009	.006	.002	.019	.053	.010	.011
P 9	0.272	0.027	0.973	EIGENVECTOR	.443	-.486	.089	-.107	-.332	.322	-.460	.328	.123	.023
				FACTOR LOADING	.231	-.253	.047	-.056	-.173	.168	-.240	.171	.064	.012
				CONTRIBUTION	.053	.064	.002	.003	.030	.028	.057	.029	.004	.000
P 10	0.269	0.027	1.000	EIGENVECTOR	.300	.196	.622	-.416	-.222	.069	.140	-.478	-.100	-.019
				FACTOR LOADING	.155	.101	.322	-.216	-.115	.036	.072	-.248	-.052	-.010
				CONTRIBUTION	.024	.010	.104	.047	.013	.001	.005	.061	.003	.000

MJPP-1では、破碎帯は86~100m間に発達して珪化安山岩と粘土化安山岩が交互に出現し、強珪化帯は154~160m間、198~209m間、218~221m間に発達し、前2者には網状石英脈が、後2者には緑簾石が生じている。緑簾石は珪化作用の最末期に主に生じたものであると推定される。また、250.65~289.4m間には黄鉄鉱が鉱染した断層粘土帯が発達する。295mより深部では最大幅8mmの硬石膏細脈が約10条/mの頻度で生じている。

MJPP-2では、52~87m間に7箇所の破碎帯が伴われるほか、206.6~233.7m間にも破碎帯が伴われており、これらの破碎帯は赤鉄鉱に汚染されて赤褐色を呈する。また、強珪化帯は、233.7~256.6m間に発達し、なかでも244.4~246.6m間では黄鉄鉱・緑簾石を伴う石英脈が生じている。

MJPP-3では197.0~272.75m間に珪化安山岩がみられ、珪化の著しい部分では幅5mm以下の石英細脈が網状に発達し、珪化安山岩は角礫状を呈する。また、272.75m以深から孔底にかけてMJPP-1の250.65~289.4m間の断層粘土帯に相当する粘土化帯が発達する。

(3) 変質

本地区のボーリングコア15試料のX線回折試験結果を他の試料の結果と共に表8に示す。

地表試料と同様に、Sibala層の変質安山岩類の下位におけるボーリング試料でも、斜長石が全く検出されない程に強い変質を受けており、全試料からシリカ鉱物として石英が多量に検出され、粘土鉱物としてカオリナイト、鉄鉱物として赤鉄鉱、硫酸塩鉱物として明礬石及びNa-明礬石等の酸性帯鉱物が多く試料で検出されている。パイロフィライト又はダイアスポア等の高温相酸性帯鉱物も一部の試料から検出されているが、これらはすべて破碎帯から採取された試料で、主に裂か糸を通して高温の酸性熱水活動があったことを示唆している。

一方、一部の試料でセリサイト、セリサイト/モンモリロナイト混合層鉱物、緑泥石等の中性帯粘土鉱物が検出されており、また、酸化が弱い約半数の試料では黄鉄鉱も検出される。

(4) 分析結果

各孔の分析結果を図9~11の試錐柱状図に併せて示した。

上述したように、Mt. Upao地区には黄鉄鉱化や珪化を受けた岩石が多く分布するが、MJPP-1及びMJPP-2では鉱石品位に達するものは皆無であり、MJPP-2で3.0~3.58m間で銀が1.0g/t含まれるほか、96m付近まで0.2~0.6g/tの銀が検出され、116m以深で銅が0.005~0.040%が検出される程度である。

MJPP-3でも鉱石品位に達する試料はないが、161.2~162.6m間の多孔質珪化赤鉄鉱化安山岩で金が0.20g/t検出された。また、黄鉄鉱化安山岩では最高0.047%の銅の鉱化が認められ、肉眼的に銅鉱物として黄銅鉱が観察されている。

各孔の分析結果を用いて、各元素間の相関及び挙動を明確にする目的で、Au, As, Fe, Cu, Hg, Mo, Sb, Se, Znによる主成分分析を行った。なお、Ag, Pb, Mnについても分析を行っているが、これらの大多数が検出限界値以下であるため、主成分分析には用いなかった。主成分分析の統計諸元を表11に示す。

第一主成分は、全分散の26%を含む、Se, Au, Asが正の寄与を、Cu, Mn, Znが負の寄与を示す主成分で、明らかにAuの富化と共にSe, Asが濃集したことを示す。トレンチ試料での主成分

MJPP-1 (1) Location Mt. Upao Altitude 245m Direction: 45° Angle -40° Depth: 150m

SCALE	GEOLOGIC COLUMN	DEPTH AND CORE ANGLE	DESCRIPTION	ALTERATION AND MINERALIZATION	POSITION OF EXAMINED CORE SAMPLES	ASSAY RESULTS								CORE RECOVERY	SCALE
						Sample No.	Depth (m)	Width (m)	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (g/t)	Pb (g/t)	Zn (g/t)		
0-5.35m	V	0.00-5.35m	reddish brown colored weakly argillified andesite with hematite and limonite dissemination and veinlets. 5.12-5.19m: light gray colored fine grained quartz in standing at 27 degrees to core axis.		X R D UD-1-001.00m										
5.35-8.08m	V	5.35-8.08m	reddish brown colored andesite with 20% pyrite dissemination. 6.05-16.48m: reddish brown colored argillified soft andesite which contains strongly silicified bleb. The boundary of the bleb are obscure and often gradational.		UD-1-1 3.70 1.40	0.001	0.02	0.008	0.001	0.001	0.001	0.001			
11.54-12.20m	V	11.54-12.20m	Hematite and limonite veinlets and/or dissemination are ubiquitous in the section composing 10% of total volume. 11.54-12.20m: strongly argillified clayey zone with abundant hematite and limonite.												
16.48-18.65m	V	16.48-18.65m	16.48-18.65m: grayish purple colored strongly argillified andesite. The cracks are dominated by hematite and limonite.		UD-1-2 21.80 0.85	0.001	0.02	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001			
18.65-23.37m	V	18.65-23.37m	18.65-23.37m: strongly argillified andesite that contains strongly silicified bleb with abundant hematite in vein/dissemination.												
23.37-26.48m	V	23.37-26.48m	23.37-26.48m: grayish purple colored strongly argillified andesite. The cracks exhibit slickenside structure.												
26.48-28.25m	V	26.48-28.25m	26.48-28.25m: weakly argillified porous andesite with hematite limonite dissemination. Abundant pores in the section reaches 10m across.												
28.25-34.60m	V	28.25-34.60m	28.25-34.60m: reddish brown colored strongly argillified andesite with 10% hematite. The rock in the section are badly fractured.												
34.60-45.70m	V	34.60-45.70m	34.60-45.70m: dark reddish brown colored porous andesite. The pores in the section are smaller, ranges from less than 1mm. Hematite in veinlets and dissemination and in cracks are ubiquitous.												
45.70-46.40m	V	45.70-46.40m	45.70-46.40m: alternating hematite rich bands that stand at 10 to 30 degrees to the core axis and silty white argillified andesite. The width of the band; 10-40cm. Hematite occupies about 20% of the total volume.		UD-1-3 45.70 0.70	0.01	0.02	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001			
46.40-60.45m	V	46.40-60.45m	46.40-60.45m: reddish brown colored porous weakly argillified andesite with 10-20% hematite in vein/dissemination. The size of the pores ranges from needle point to 2mm. The predominant clay mineral is kaolinite.		UD-1-4 60.45 1.05	0.001	0.02	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001			
60.45-85.75m	V	60.45-85.75m	60.45-85.75m: reddish brown colored andesite with 1-5mm coarse. Silty white colored argillified (kaolinitic) veinlets occur sporadically as patches and blocks. Hematite occurs as dissemination and in veinlets (0.5-3mm wide), total amount of hematite being around 10% by volume.												
85.75-100.50m	V	85.75-100.50m	85.75-100.50m: alternating silicified and argillified andesite, the section between 94.70 and 94.85m is greenish colored andesite with 10% pyrite. The following sections are badly fractured: 85.75-87.70m, 89.10-91.0m, 90.80-91.40m, 96.75-97.40m, 98.40-99.15m, and 100.20-100.50m.												
100.50-114.65m	V	100.50-114.65m	100.50-114.65m: reddish brown colored porous andesite with 1-5mm coarse. Silty white colored argillified (kaolinitic) veinlets occur sporadically as patches and blocks. Hematite occurs as dissemination and in veinlets (0.5-3mm wide), total amount of hematite being around 10% by volume.		UD-1-5 94.85 0.85	0.001	0.02	0.004	0.001	0.001	0.001	0.001			
114.65-115.17m	V	114.65-115.17m	114.65-115.17m: dark gray colored, moderately argillified andesite with 20% very fine grained pyrite dissemination. Discontinuous kaolinitic veinlets (5-20mm long) observed throughout the section.												
115.17-116.85m	V	115.17-116.85m	115.17-116.85m: reddish brown colored argillified andesite with 20% hematite dissemination.												
116.85-117.80m	V	116.85-117.80m	116.85-117.80m: dark gray colored strongly silicified porous andesite with 15% pyrite dissemination. White clay/kaolinitic filling 2-5mm wide cracks are ubiquitous.												
117.80-118.65m	V	117.80-118.65m	117.80-118.65m: weakly argillified hematite rich (20%) porous andesite.												
118.65-121.85m	V	118.65-121.85m	118.65-121.85m: strongly argillified porous andesite with abundant black pyrite quartz veinlets and white quartz veinlets. Pyrite content of this section is around 10%. 2mm wide kaolinitic clayey veinlets also observed in the section.		UD-1-6 118.65 0.75	0.001	0.02	0.007	0.001	0.001	0.001	0.001			
121.85-126.60m	V	121.85-126.60m	121.85-126.60m: reddish brown colored moderately argillified porous andesite with 20% hematite dissemination.		UD-1-7 120.45 1.15	0.001	0.02	0.004	0.001	0.001	0.001	0.001			
126.60-127.60m	V	126.60-127.60m	126.60-127.60m: dark gray colored strongly argillified porous andesite with 15-20% disseminated pyrite and/or in veinlets. Irregularly oriented fissures (1-3mm wide) filled with clay are observed. Following sections are fractured zones containing hematite (10-20%): 127.85m: standing at 21 degrees to core axis.												
127.60-129.00m	V	127.60-129.00m	129.00m: 40 deg to core axis												
129.00-131.05m	V	131.05m: 30 deg													
131.05-133.05m	V	133.05m: 32 deg													
133.05-134.65m	V	134.65m: 60 deg													
134.65-137.70m	V	137.70m: 10 deg													
137.70-145.80m	V	145.80m: 25 deg			UD-1-8 137.70 0.85	0.001	0.02	0.008	0.001	0.001	0.001	0.001			
145.80-146.35m	V	146.35-154.25m	146.35-154.25m: strongly argillified andesite. Lighter colored portion contains epidote replacing plagioclase together with pyrite. Darker colored portion contains 20% pyrite in matrix and dissemination. Epidote appear to be formed at the last stage of the alteration.		UD-1-9 146.35 1.13	0.001	0.02	0.013	0.001	0.001	0.001	0.001			

MJPP-1 (2) Location Mt. Upao Altitude 245m Direction: 45° Angle -40° Depth: 300m

SCALE	GEOLOGIC COLUMN	DEPTH AND CORE ANGLE	DESCRIPTION	ALTERATION AND MINERALIZATION	POSITION OF EXAMINED CORE SAMPLES	ASSAY RESULTS								CORE RECOVERY	SCALE
						Sample No.	Depth (m)	Width (m)	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (g/t)	Pb (g/t)	Zn (g/t)		
154.25-158.80m	V	154.25-158.80m	ditto, subrounded pyrite masses (15-10mm across) are surrounded by quartz aggregates.		UD-1-10 154.25 1.80	0.001	0.02	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001			
158.80-159.70m	V	158.80-159.70m	dark gray colored strongly silicified andesite with 20% pyrite dissemination. Epidote veins replacing plagioclase phenocrysts and filling discontinuous, latest stage veins cracks.		UD-1-11 158.80 1.80	0.001	0.02	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001			
159.70-162.80m	V	159.70-162.80m	dark gray strongly argillified andesite with 20% pyrite dissemination. 159.90-159.20m: Fine grained quartz network zone.		UD-1-12 159.70 1.70	0.001	0.02	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001			
162.80-165.10m	V	162.80-165.10m	162.80-165.10m: light yellowish brown colored, strongly argillified and fractured zone with poor recovery of core (22%).		UD-1-13 162.80 1.80	0.001	0.02	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001			
165.10-179.00m	V	165.10-179.00m	dark gray colored strongly silicified porous andesite with 20% pyrite. Epidote consisted of dissemination and 0.5-2mm wide veinlets. Most pyrite grains are extremely fine hence display black color. Epidote in 0.5mm wide irregular fissures and replacing plagioclase phenocrysts are ubiquitous. 1-5mm wide quartz veinlets occur every 20cm core length.		UD-1-14 165.10 1.80	0.001	0.02	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001			
179.00-183.50m	V	179.00-183.50m	dark gray colored weakly argillified andesite with fine grained pyrite which occupies 15% of the volume. White clay veinlets (5mm wide) most probably composed of kaolinite standing at 10 degrees to the core axis occurs at 182.10m.		UD-1-15 179.00 1.80	0.001	0.02	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001			
183.50-188.20m	V	183.50-188.20m	20% disseminated hematite bearing strongly argillified zone.												
188.20-195.50m	V	188.20-195.50m	gray colored weakly argillified andesite with 7% pyrite dissemination.												
195.50-197.70m	V	195.50-197.70m	195.50-197.70m: dark gray colored strongly argillified andesite with 15% pyrite in dissemination and in 0.5-2mm wide veinlets. Epidote occurs as spots of plagioclase and in microfissures that cut all other structures supporting the epidote was formed in the latest stage of the alteration. Hematite bearing fissures are seen in the following sections: at 185.10m 15cm wide fissure standing at 13 degrees to the core axis, and at 188.40m 10cm wide fissure where the fissure stands at 20 degrees to the core axis.		X R D UD-1 195.50m										
197.70-199.15m	V	197.70-199.15m	dark gray colored strongly argillified andesite with 20% disseminated pyrite.												
199.15-199.70m	V	199.15-199.70m	reddish brown to silty white colored andesite containing 15% hematite dissemination.												
199.70-207.35m	V	199.70-207.35m	dark gray colored strongly argillified andesite with 10 to 20% pyrite in dissemination and in 20mm long 0.5mm to 1mm wide undulating bands which stand perpendicular to the core axis. The white predominate in the section. Hematite bearing microfissures are also common in the section. Following sections contain quartz network zones: 198.65-199.85m and 201.0-202.20m, composed of 0.5-10mm wide veinlets. Hematite is seen at 199.86-200.15m, the central portion being badly fractured and brecciated.												
207.35-209.00m	V	207.35-209.00m	strongly argillified andesite with 15% pyrite dissemination. Network of quartz composed of 0.5mm to 5mm wide quartz veinlets ubiquitous in the section.												
209.00-209.15m	V	209.00-209.15m	reddish brown colored, moderately argillified andesite with 20% hematite dissemination.												
209.15-219.50m	V	209.15-219.50m	dark gray colored strongly argillified and brecciated andesite. White quartz network ubiquitous andesite with 0.5-3mm wide "black veins" that are consisted from very fine quartz and micro grains of pyrite. Epidote in microfissures apparently formed at the latest stage of the alteration are frequently observed.												
219.50-224.90m	V	219.50-224.90m	porous strongly argillified andesite with 20% pyrite in dissemination and in 0.5 to 3mm wide veinlets.												
224.90-228.25m	V	224.90-228.25m	strongly argillified andesite with 20% pyrite occurring in similar form as in the previous section. 228.05-228.50m: brecciated and strongly argillified quartz network bearing section.												
228.25-237.70m	V	228.25-237.70m	dark gray colored strongly argillified and brecciated andesite with 25% pyrite. White quartz network and discontinuous black veins composed of micro pyrite and quartz occur throughout the section. Epidote filling microfissures also seen in the section.												
237.70-242.55m	V	237.70-242.55m	dark gray colored strongly argillified porous andesite with 25% pyrite in dissemination and in 0.5-2mm wide veinlets.												
242.55-246.40m	V	242.55-246.40m	strongly argillified andesite with 25% pyrite. White quartz network and black veins occur in the section. Epidote occur as spots in quartz and replacing phenocrysts in andesite, and also filling irregular microfissures.												
246.40-247.70m	V	246.40-247.70m	dark gray colored strongly argillified porous andesite with 25% pyrite in dissemination and in 0.5-2mm wide veinlets.												
247.70-250.65m	V	247.70-250.65m	strongly argillified andesite with 25% pyrite. White quartz network and black veins occur in the section. Epidote occur as spots in quartz and replacing phenocrysts in andesite, and also filling irregular microfissures.												
250.65-252.40m	V	250.65-252.40m	dark gray colored strongly argillified porous andesite with 20% pyrite dissemination.												
252.40-259.70m	V	252.40-259.70m	gray colored strongly argillified andesite with 15% pyrite in dissemination and in 0.5-2mm wide veinlets. Brecciated structure as seen in the following sections: 232.90-233.70m. At 233.0m there is a 4mm wide vein composed of fine grained quartz and kaolinitic clay.												
259.70-267.20m	V	259.70-267.20m	strongly argillified andesite with 25% pyrite dissemination and in veinlets. Black vein cutting white fine grained quartz veinlets observed. At 266.35m, 4mm shaped aggregate of epidote observed.												
267.20-268.65m	V	267.20-268.65m	dark gray colored weakly argillified andesite with 15% pyrite dissemination.												
268.65-272.40m	V	268.65-272.40m	dark gray colored strongly argillified and fractured andesite with 10% pyrite dissemination. Core recovered are all irregular.												
272.40-274.90m	V	272.40-274.90m	chocolate colored clay accompanying 10mm diameter rounded breccia of andesite. No pyrite observed.												
274.90-287.20m	V	274.90-287.20m	light gray colored clay zone with 21 fine grained pyrite.												
287.20-287.80m	V	287.20-287.80m	dark gray colored clay zone with fine grained pyrite dissemination of 3-5.												
287.80-289.40m	V	287.80-289.40m	chocolate brown colored clay. 10-20mm diameter rounded breccia of andesite observed in the clay. The clay zone extensively contains 20% disseminated pyrite.												
289.40-300.10m	V	289.40-300.10m	dark gray colored weakly argillified fine grained andesite with 1% pyrite dissemination. 20% magnetite contained in the section as 1-2mm wide elliptical spots. 5mm wide anhydrite veinlet can be seen at 295.20m. There are 10-veinlets (0.5-1mm wide) per every one meter of core. There are abundant irregular cracks in the section hence the core tends to crumble very easily, brittle.												
300.10-300.10m	V	300.10m													

图 9 MJPP-1 試錐柱状图 (Mt. Upao 地区)

SCALE	GEOLOGIC COLUMN	DEPTH AND CORE ANGLE	DESCRIPTION	ALTERATION AND WEATHERIZATION	POSITION OF EXAMINED CORE SAMPLES	ASSAY RESULTS										CORE RECOVERY
						Sample No.	Depth (m)	Width (mm)	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (g/t)	Pb (g/t)	Zn (g/t)	Mo (g/t)	Other	
0-3.00m	V	0.00	0.00-3.00m: gray-brown moderately argillized andesite, accompanying irregularly shaped hematite-limonite veins (1-2cm wide).			UD-2-1	~3.00	0.50	0.01	0.0	0.005	0.001	0.001	0.001		
3.00-5.04m	V	3.00	3.00-5.04m: brown colored argillized andesite, fine grained buff. The rock contains fragments of 1-2cm diameter argillized brown colored altered andesite.			UD-2-2	~5.04	0.25	0.01	0.4	0.005	0.001	0.001	0.001		
5.04-7.20m	V	5.04	5.04-7.20m: reddish brown colored argillized andesite, the color due to ubiquitous hematite and limonite. Up to 11 pyrite in gray colored portion.			UD-2-3	~7.20	0.12	0.01	0.3	0.004	0.001	0.001	0.001		
7.20-12.30m	V	7.20	7.20-12.30m: reddish brown colored argillized andesite, the color due to ubiquitous hematite and limonite. Up to 11 pyrite in gray colored portion.			UD-2-4	~12.30	0.36	0.31	0.01	0.5	0.007	0.002	0.001	0.001	
12.30-15.30m	V	12.30	12.30-15.30m: intensely crushed core recovered. The rock is similar to the above.			UD-2-5	~15.30	0.45	0.50	0.01	0.2	0.004	0.002	0.001	0.001	
15.30-22.40m	V	15.30	15.30-22.40m: yellowish brown to red-purple colored argillized andesite. The color changes with the amount of hematite and limonite in the rock. White spots after plagioclase phenos are visible locally.			UD-2-6	~22.40	0.36	0.33	0.01	0.2	0.004	0.001	0.001	0.001	
22.40-28.58m	V	22.40	22.40-28.58m: reddish brown colored argillized andesite, silty white clay (kaolinite) along cracks.			UD-2-7	~28.58	0.36	0.33	0.01	0.2	0.004	0.001	0.001	0.001	
28.58-36.99m	V	28.58	28.58-36.99m: reddish brown colored argillized andesite, silty white clay (kaolinite) along cracks.			UD-2-8	~36.99	0.36	0.33	0.01	0.2	0.004	0.001	0.001	0.001	
36.99-40.85m	V	36.99	36.99-40.85m: light gray colored fine grained argillized andesite with 1-2mm wide white quartz veins.			UD-2-9	~40.85	0.36	0.33	0.01	0.2	0.004	0.001	0.001	0.001	
40.85-44.20m	V	40.85	40.85-44.20m: light gray colored fine grained argillized andesite with 1-2mm wide white quartz veins.			UD-2-10	~44.20	0.36	0.33	0.01	0.2	0.004	0.001	0.001	0.001	
44.20-49.10m	V	44.20	44.20-49.10m: light gray-brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-11	~49.10	0.36	0.33	0.01	0.2	0.004	0.001	0.001	0.001	
49.10-53.40m	V	49.10	49.10-53.40m: light gray-brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-12	~53.40	0.36	0.33	0.01	0.2	0.004	0.001	0.001	0.001	
53.40-57.60m	V	53.40	53.40-57.60m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-13	~57.60	0.36	0.33	0.01	0.2	0.004	0.001	0.001	0.001	
57.60-59.20m	V	57.60	57.60-59.20m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-14	~59.20	0.36	0.33	0.01	0.2	0.004	0.001	0.001	0.001	
59.20-60.63m	V	59.20	59.20-60.63m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-15	~60.63	0.36	0.33	0.01	0.2	0.004	0.001	0.001	0.001	
60.63-61.00m	V	60.63	60.63-61.00m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-16	~61.00	0.36	0.33	0.01	0.2	0.004	0.001	0.001	0.001	
61.00-68.15m	V	61.00	61.00-68.15m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-17	~68.15	0.36	0.33	0.01	0.2	0.004	0.001	0.001	0.001	
68.15-71.00m	V	68.15	68.15-71.00m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-18	~71.00	0.36	0.33	0.01	0.2	0.004	0.001	0.001	0.001	
71.00-73.90m	V	71.00	71.00-73.90m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-19	~73.90	0.36	0.33	0.01	0.2	0.004	0.001	0.001	0.001	
73.90-77.80m	V	73.90	73.90-77.80m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-20	~77.80	0.36	0.33	0.01	0.2	0.004	0.001	0.001	0.001	
77.80-81.12m	V	77.80	77.80-81.12m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-21	~81.12	0.36	0.33	0.01	0.2	0.004	0.001	0.001	0.001	
81.12-84.00m	V	81.12	81.12-84.00m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-22	~84.00	0.36	0.33	0.01	0.2	0.004	0.001	0.001	0.001	
84.00-88.10m	V	84.00	84.00-88.10m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-23	~88.10	0.36	0.33	0.01	0.2	0.004	0.001	0.001	0.001	
88.10-94.00m	V	88.10	88.10-94.00m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-24	~94.00	0.36	0.33	0.01	0.2	0.004	0.001	0.001	0.001	
94.00-100.95m	V	94.00	94.00-100.95m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-25	~100.95	0.36	0.33	0.01	0.2	0.004	0.001	0.001	0.001	
100.95-107.75m	V	100.95	100.95-107.75m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-26	~107.75	0.36	0.33	0.01	0.2	0.004	0.001	0.001	0.001	
107.75-117.80m	V	107.75	107.75-117.80m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-27	~117.80	0.36	0.33	0.01	0.2	0.004	0.001	0.001	0.001	
117.80-122.50m	V	117.80	117.80-122.50m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-28	~122.50	0.36	0.33	0.01	0.2	0.004	0.001	0.001	0.001	
122.50-127.50m	V	122.50	122.50-127.50m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-29	~127.50	0.36	0.33	0.01	0.2	0.004	0.001	0.001	0.001	
127.50-132.50m	V	127.50	127.50-132.50m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-30	~132.50	0.36	0.33	0.01	0.2	0.004	0.001	0.001	0.001	
132.50-137.50m	V	132.50	132.50-137.50m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-31	~137.50	0.36	0.33	0.01	0.2	0.004	0.001	0.001	0.001	
137.50-142.50m	V	137.50	137.50-142.50m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-32	~142.50	0.36	0.33	0.01	0.2	0.004	0.001	0.001	0.001	
142.50-147.60m	V	142.50	142.50-147.60m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-33	~147.60	0.36	0.33	0.01	0.2	0.004	0.001	0.001	0.001	

SCALE	GEOLOGIC COLUMN	DEPTH AND CORE ANGLE	DESCRIPTION	ALTERATION AND WEATHERIZATION	POSITION OF EXAMINED CORE SAMPLES	ASSAY RESULTS										CORE RECOVERY
						Sample No.	Depth (m)	Width (mm)	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (g/t)	Pb (g/t)	Zn (g/t)	Mo (g/t)	Other	
150-155.70m	V	150	147.60-152.70m: gray colored weakly argillized andesite with 31 pyrite. Hematite still visible in cracks.			UD-2-34	~155.70	0.50	0.01	0.0	0.005	0.001	0.001	0.001		
155.70-163.60m	V	155.70	152.70-154.20m: alternating occurrence of hematite rock and pyritic greenish gray rock. Some hematitic portions with off white color are strongly silicified.			UD-2-35	~163.60	0.25	0.01	0.2	0.005	0.001	0.001	0.001		
163.60-168.70m	V	163.60	163.60-168.70m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-36	~168.70	0.25	0.01	0.2	0.005	0.001	0.001	0.001		
168.70-172.00m	V	168.70	168.70-172.00m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-37	~172.00	0.25	0.01	0.2	0.005	0.001	0.001	0.001		
172.00-177.00m	V	172.00	172.00-177.00m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-38	~177.00	0.25	0.01	0.2	0.005	0.001	0.001	0.001		
177.00-182.00m	V	177.00	177.00-182.00m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-39	~182.00	0.25	0.01	0.2	0.005	0.001	0.001	0.001		
182.00-187.00m	V	182.00	182.00-187.00m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-40	~187.00	0.25	0.01	0.2	0.005	0.001	0.001	0.001		
187.00-192.00m	V	187.00	187.00-192.00m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-41	~192.00	0.25	0.01	0.2	0.005	0.001	0.001	0.001		
192.00-197.00m	V	192.00	192.00-197.00m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-42	~197.00	0.25	0.01	0.2	0.005	0.001	0.001	0.001		
197.00-202.00m	V	197.00	197.00-202.00m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-43	~202.00	0.25	0.01	0.2	0.005	0.001	0.001	0.001		
202.00-207.00m	V	202.00	202.00-207.00m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-44	~207.00	0.25	0.01	0.2	0.005	0.001	0.001	0.001		
207.00-212.00m	V	207.00	207.00-212.00m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-45	~212.00	0.25	0.01	0.2	0.005	0.001	0.001	0.001		
212.00-217.00m	V	212.00	212.00-217.00m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-46	~217.00	0.25	0.01	0.2	0.005	0.001	0.001	0.001		
217.00-222.00m	V	217.00	217.00-222.00m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-47	~222.00	0.25	0.01	0.2	0.005	0.001	0.001	0.001		
222.00-227.00m	V	222.00	222.00-227.00m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-48	~227.00	0.25	0.01	0.2	0.005	0.001	0.001	0.001		
227.00-232.00m	V	227.00	227.00-232.00m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-49	~232.00	0.25	0.01	0.2	0.005	0.001	0.001	0.001		
232.00-237.00m	V	232.00	232.00-237.00m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-50	~237.00	0.25	0.01	0.2	0.005	0.001	0.001	0.001		
237.00-242.00m	V	237.00	237.00-242.00m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-51	~242.00	0.25	0.01	0.2	0.005	0.001	0.001	0.001		
242.00-247.00m	V	242.00	242.00-247.00m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-52	~247.00	0.25	0.01	0.2	0.005	0.001	0.001	0.001		
247.00-252.00m	V	247.00	247.00-252.00m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-53	~252.00	0.25	0.01	0.2	0.005	0.001	0.001	0.001		
252.00-257.00m	V	252.00	252.00-257.00m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-54	~257.00	0.25	0.01	0.2	0.005	0.001	0.001	0.001		
257.00-262.00m	V	257.00	257.00-262.00m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-55	~262.00	0.25	0.01	0.2	0.005	0.001	0.001	0.001		
262.00-267.00m	V	262.00	262.00-267.00m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-56	~267.00	0.25	0.01	0.2	0.005	0.001	0.001	0.001		
267.00-272.00m	V	267.00	267.00-272.00m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-57	~272.00	0.25	0.01	0.2	0.005	0.001	0.001	0.001		
272.00-277.00m	V	272.00	272.00-277.00m: reddish brown colored argillized andesite, locally there are strongly argillized breccia like portions.			UD-2-58	~277.00	0.25	0.01	0.2	0.005	0.001	0.001	0.0		

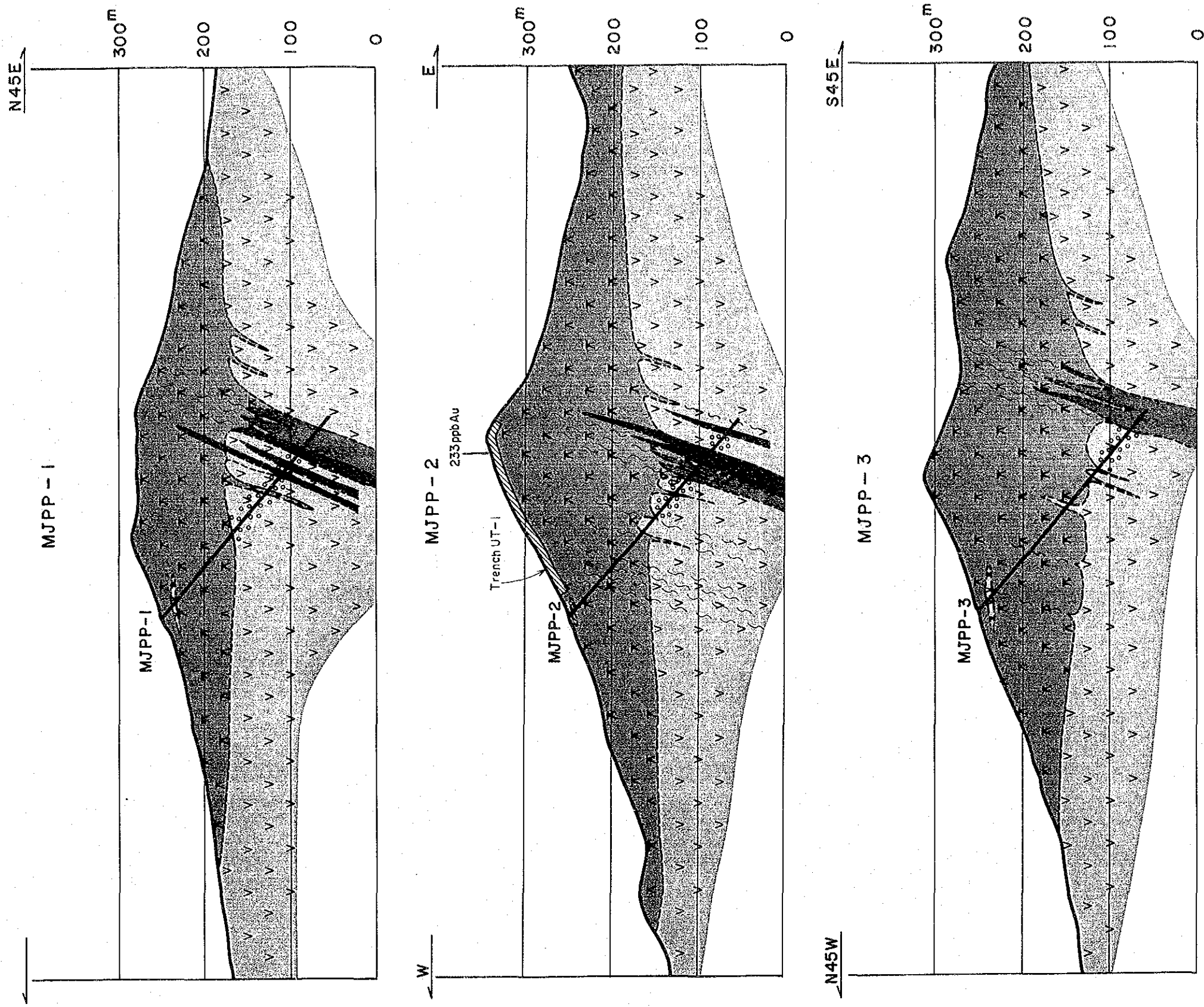


图12 Mt. Upao地区试验地质剖面图

表 11 Mt. Upa o地区コアの主成分分析統計諸元

標準統計量

COMP. NAME	UNIT	NUM. DATA	MAXIMUM	MINIMUM	MEAN (M)	STD. DEV. (SD)	M-2*SD	M-SD	M+SD	M+2*SD
AU	ppb	115	318	1	3.1	0.450 *	0.4	1.1	8.8	24.8
AG	ppb	14	1.0	0.2	0.28	0.223 *	0.10	0.17	0.47	0.78
AS	ppm	134	204	1	8.3	0.514 *	0.9	2.9	30.5	99.5
FE	X	135	10.60	1.00	3.963	1.664	0.635	2.299	5.626	7.290
CU	ppm	135	465	4	72.5	0.456 *	6.9	25.4	207.1	591.5
MN	ppm	123	1500	5	12.7	0.320 *	2.9	6.1	26.5	55.4
HG	ppb	135	600	10	56.9	0.474 *	6.4	19.1	169.5	505.0
MO	ppb	102	39	1	1.5	0.314 *	0.4	0.7	3.2	6.5
PB	ppm	37	20	1	3.5	0.350 *	0.7	1.6	7.9	17.7
SB	ppm	73	5.20	0.20	0.312	0.327 *	0.069	0.147	0.662	1.407
SE	ppm	134	43.00	0.60	3.723	0.349 *	0.748	1.669	8.307	18.534
ZN	ppm	124	950	1	3.6	0.513 *	0.3	1.1	11.8	38.4

相関行列

	AU	AS	FE	CU	MN	HG	MO	SE	ZN
AU	---	114	115	115	106	115	86	114	106
AS	0.420	---	134	134	122	134	102	133	123
FE	0.187	0.237	---	135	123	135	102	134	124
CU	-0.187	-0.175	0.086	---	123	135	102	134	124
MN	-0.285	-0.110	0.194	0.137	---	123	90	122	113
HG	0.000	-0.196	-0.029	-0.343	-0.281	---	102	134	124
MO	-0.036	0.013	0.040	-0.289	0.117	-0.160	---	101	93
SE	0.424	0.355	0.500	-0.374	-0.222	0.086	0.091	---	123
ZN	-0.034	0.072	0.148	-0.375	0.431	-0.217	0.108	-0.234	---

主成分分析結果

PRIN COMP.	EIGEN VALUE	CONTRIB	CUM CONTRIB		AU	AS	FE	CU	MN	HG	MO	SE	ZN
P 1	2.341	0.260	0.260	EIGENVECTOR	.446	.387	.236	-.314	-.305	-.025	.071	.536	-.265
				FACTOR LOADING	.682	.593	.361	-.572	-.466	-.038	.109	.820	-.405
				CONTRIBUTION	.465	.351	.130	-.327	-.217	.001	.012	.672	.164
P 2	1.617	0.202	0.462	EIGENVECTOR	.054	.260	.375	-.016	.506	-.438	.261	.077	.514
				FACTOR LOADING	.073	.351	.506	-.025	.685	-.590	.352	.103	.693
				CONTRIBUTION	.005	.123	.256	.001	.469	-.348	.124	.011	.481
P 3	1.464	0.163	0.625	EIGENVECTOR	.201	.124	.410	.586	-.017	.436	-.419	.145	.217
				FACTOR LOADING	.243	.150	.495	.709	-.020	.527	-.506	.176	.262
				CONTRIBUTION	.059	.022	.245	.502	.000	.278	-.256	.031	.069
P 4	1.023	0.114	0.738	EIGENVECTOR	.343	.439	-.425	.056	-.168	-.362	-.443	-.341	.187
				FACTOR LOADING	.347	.444	-.430	.051	-.170	-.366	-.448	-.345	.190
				CONTRIBUTION	.120	.197	.185	.003	.029	.134	.201	.119	.036
P 5	0.800	0.089	0.827	EIGENVECTOR	.309	.104	-.277	.193	-.252	.347	.682	-.124	.340
				FACTOR LOADING	.276	.093	-.248	.173	-.225	.310	.610	-.111	.304
				CONTRIBUTION	.076	.009	.061	.030	.051	.096	.372	.012	.093
P 6	0.547	0.061	0.888	EIGENVECTOR	-.652	.689	.044	.155	-.165	.066	.134	-.048	-.148
				FACTOR LOADING	-.483	.510	.033	.115	-.122	.050	.099	-.036	-.109
				CONTRIBUTION	.233	.260	.001	.013	.015	.002	.010	.001	.012
P 7	0.446	0.050	0.938	EIGENVECTOR	-.049	-.268	.375	.294	-.634	-.516	.130	-.119	.017
				FACTOR LOADING	-.033	-.179	.250	.196	-.423	-.344	.087	-.079	.011
				CONTRIBUTION	.001	.032	.063	.038	.179	.119	.008	.006	.000
P 8	0.345	0.038	0.976	EIGENVECTOR	.342	.126	.237	.220	.304	-.028	.208	-.489	-.622
				FACTOR LOADING	.201	.074	.139	.129	.178	-.017	.122	-.267	-.365
				CONTRIBUTION	.040	.005	.019	.017	.032	.000	.015	.082	.133
P 9	0.217	0.024	1.000	EIGENVECTOR	-.024	.037	.424	-.564	-.189	.309	.110	-.546	.242
				FACTOR LOADING	-.011	.017	.197	-.263	-.088	.144	-.051	-.254	.113
				CONTRIBUTION	.000	.000	.033	.069	.008	.021	.003	.065	.013

分析結果と比較してみると、トレンチ試料ではAuと共にZnの富化が伴われ、両成分の平均値はボーリング試料のそれに比べて約3倍高い値を示す。このことは、本来Auの鉱化にSe及びAsが伴われていたものが、地表部での両成分の風化・溶脱によって、結果的にAuとZnが濃集するに至ったことを示している。第二主成分ではMn, Zn, Feが正の寄与、Hgが負の寄与を示し、酸化部におけるMn, Zn, Feの濃集があることを示すものと考えられる。第三主成分ではCu, Hg, Feの寄与が大きく、この地区に弱い銅の濃集があったことを示す主成分であると考えられる。

2-2-5 考 察

本地区にはSibala層の溶岩を主体とした安山岩質火山岩類が分布し、山頂部～山稜部付近にはこれらに変質して生じた、赤鉄鉱化・褐鉄鉱化の著しい変質安山岩類が分布する。この変質安山岩類は、従来Odiongan火山岩類として区分されてきたが、今回のボーリングを含む精査の結果、Sibala層の火山岩類に漸移的に移化し、黄鉄鉱化・粘土化・珪化を強く受けたSibala層の火山岩類の表成作用を受けた、酸化・溶脱帯であることが明らかになった。

赤鉄鉱化の著しい変質安山岩類は、ボーリングの結果きのこ状の形態を示すものと推定され、その産状から剪断帯や割れ目等を通路として風化による酸化作用が下部に及んだことによって生じたものと判断される。その下底深度は北側のMJPP-1から中央のMJPP-2を経て南側のMJPP-3にかけて深くなる傾向を示す。この赤鉄鉱化変質安山岩類中には、シリカ鉱物として石英、粘土鉱物としてカオリナイトを伴う酸性帯変質鉱物が生じ、明礬石も多くの試料で検出されている。

赤鉄鉱化変質安山岩類の下位のSibala層の安山岩質火山岩類は、黄鉄鉱化を伴った珪化や粘土化作用を全体に受けており、とくに強い珪化や粘土化変質は断層系に規制され、一部に石英細脈や強珪化帯等が生じている。ここでは、シリカ鉱物として石英、粘土鉱物としてセリサイトあるいはセリサイト/モンモリロナイト混合層鉱物、モンモリロナイト等が生じた中性帯変質鉱物が検出され、ときには明礬石も伴われている。

このように、Mt. Upao地区には熱水変質作用による変質帯が分布しており、珪化帯や石英細脈がみられ、また、ごく微量ではあるが局所的に黄銅鉱も観察されている。しかし、トレンチ及びボーリング調査の結果、土地化学探査によるAu異常に対応するAuの異常濃集帯や、Cuの異常濃集帯が局所的に認められたものの、鉱石品位に達する、経済的に意味ある鉱化帯には達着しなかった。なお、主成分分析の結果、Auの初生的な濃集にはSe及びAsが伴われていたと考えられるが、風化・溶脱の過程でAuはPbとの結びつきが増大し、Pbもまた風化溶脱の過程で地表部で富化していることが明らかになった。

これらの結果から、Mt. Upao地区では、今後更に積極的に探査活動を続けることを意味づける調査結果が得られなかったと結論される。

2-3 Madarag地区

2-3-1 地質・変質及び鉱化作用

(1) 地 質

別添図に示したように、前述のMt. Upao地区の南南西約3 kmに位置する本地区でも、Mt. Upao地区と同様の地質が観察され、全域にSibala層の安山岩質火山岩類が分布するほか、地区南部にはデイサイト岩脈が貫入している。

Sibala層の火山岩類は、本地区の東方及び西方に分布する泥岩層の構造から、NNW-SSW方向の軸を有する向斜構造をなしていることが明らかにされている(MMAJ/JICA, 1989)。

本地区の山頂部にも、Mt. Upao地区と同様に、従来Odiongan火山岩類として区分されてきた著しく変質した安山岩類が分布しており、強珪化帯はNNE-SSWないしE-W方向に伸長した分布を示す。

(2) 変 質

表5に示したように、地表試料のX線回折試験の結果では、すべての試料が斜長石が検出されない程に強く変質しており、従来からSibala層として区分されてきたところでは石英-セリサイト、石英-セリサイト/モンモリロナイト混合層鉱物の中性帯の変質鉱物組合せがみられる。一方、Odiongan火山岩類として区分されてきた変質安山岩類中では明礬石を伴った、石英-ダイアスポア、石英-ダイアスポア-パイロフィライト、石英-パイロフィライトの高温相の酸性帯変質鉱物組合せが多くみられ、高温の熱水活動があったことを示唆している。

(3) 鉱 化 作 用

本地区には、Au, As, Hg, Cu, Zn, Te, Seの地化学異常が検出されているが、これらの非鉄金属について稼行あるいは探鉱された形跡は認められない(MMAJ/JICA-MGB, 1989)。

2-3-2 地 化 学 探 査

(1) 調 査 方 法

Madarag地区では、土地化学探査精査(測線間隔; 200m, 測点間隔; 50m, グリッド, 試料数; 100個)及びその周辺での土地化学探査準精査(Ridge-and-Spur法, 試料数; 67個)が実施され、Mt. Upao地区と同様に、Au, Ag, As, Bi, Cu, Hg, Mo, Pb, Sb, Zn, Mnの11成分を指示元素とした単一変量解析及び主成分分析が行われた。

(2) 統計値・データ処理

単一変量解析による統計量を表12に、主成分分析結果を表13にそれぞれ示す。

本地区では、Agの72%の試料が検出限界以上の値を示すが、Sbの大半は検出限界値以下であり、Mt. Upao地区に比べて、Au, Ag, Bi, Cu, Zn, Moの平均値が約2倍、Pbは約3倍の値を示す一方で、Asは0.4倍、Sbは0.7倍の低い値を示す。

(3) 地化学異常の検討

地化学異常の分布を図13に示す。

単一変量解析の結果、76ppbを最高値とするAu地化学異常が検出され、52ppb (M+2SD) 以上の

表 12 Madarag 地区地化学探查統計諸元

標準統計量

COMP. NAME	UNIT	NUM. DATA	MAXIMUM	MINIMUM	MEAN (M)	STD. DEV. (SD)	M-2*SD	M-SD	M+SD	M+2*SD
AU	ppb	164	76	1	9.7	0.363	1.8	4.2	22.4	51.8
AG	ppm	120	0.55	0.05	0.091	0.298	0.023	0.046	0.180	0.358
AS	ppm	167	80.2	0.2	5.34	0.463	0.63	1.84	15.50	44.99
BI	ppm	162	13.2	0.2	0.47	0.314	0.11	0.23	0.97	1.99
CU	ppm	167	353.0	3.0	35.15	0.381	6.08	14.62	84.49	203.09
HG	ppm	55	0.4	0.1	0.14	0.208	0.05	0.09	0.23	0.37
MO	ppm	166	52.8	0.2	2.83	0.574	0.20	0.76	10.62	39.84
PB	ppm	167	361.0	2.5	13.84	0.364	2.59	5.99	31.98	73.87
SB	ppm	45	0.8	0.2	0.30	0.200	0.12	0.19	0.47	0.75
ZN	ppm	167	272	1	8.8	0.596	0.8	2.2	34.8	137.4
MN	ppm	160	2960	10	73.1	0.677	3.2	15.4	347.1	1649.5

相關行列

	AU	AG	AS	BI	CU	HG	MO	PB	SB	ZN	MN
AU	---	120	164	159	184	55	163	164	45	164	157
AG	0.366	---	120	117	120	42	120	120	37	120	113
AS	0.431	0.044	---	162	167	55	166	167	45	167	160
BI	0.333	0.221	0.351	---	162	54	161	162	44	162	155
CU	-0.169	-0.039	-0.223	0.008	---	55	166	167	45	167	160
HG	0.223	-0.229	0.056	0.165	0.041	---	55	55	21	55	54
MO	0.477	-0.044	0.463	0.272	-0.171	0.203	---	166	45	166	159
PB	0.485	0.578	0.156	0.285	-0.070	0.184	0.137	---	45	167	160
SB	0.384	0.234	0.059	0.132	0.092	0.083	0.014	0.389	---	45	43
ZN	-0.239	0.112	-0.255	-0.090	0.614	-0.057	-0.501	0.040	0.120	---	160
MN	-0.265	0.075	-0.289	-0.047	0.567	-0.093	-0.565	-0.007	0.140	0.869	---

表 13 Madarag 地区主成分分析統計諸元

PRIN COMP	EIGEN VALUE	CONTRIB	CUM CONTRIB		AU	AG	AS	BI	CU	MO	PB	ZN	MN
P 1	3.248	0.361	0.361	EIGENVECTOR	-.363	-.095	-.342	-.215	.329	-.415	-.183	.431	.443
				FACTOR LOADING	-.654	-.172	-.616	-.388	.593	-.748	-.330	.777	.798
				CONTRIBUTION	.428	.029	.380	.150	.352	.559	.109	.604	.636
P 2	2.091	0.232	0.593	EIGENVECTOR	.337	.560	.109	.325	.231	-.032	.507	.334	.309
				FACTOR LOADING	.488	.723	.158	.470	.334	-.046	.733	.483	.447
				CONTRIBUTION	.238	.523	.025	.221	.112	.002	.537	.234	.200
P 3	1.142	0.127	0.720	EIGENVECTOR	.043	-.447	.419	.378	.461	.353	-.306	.162	.150
				FACTOR LOADING	.046	-.478	.448	.404	.492	.377	-.327	.173	.161
				CONTRIBUTION	.002	.228	-.201	.163	.242	.142	.107	.030	.026
P 4	0.702	0.078	0.798	EIGENVECTOR	-.345	.037	.202	.660	-.424	-.440	-.135	-.049	.097
				FACTOR LOADING	-.289	.031	.189	.553	-.355	-.369	-.113	-.041	.081
				CONTRIBUTION	.083	.001	.029	.306	.126	.136	.013	.002	.007
P 5	0.626	0.070	0.868	EIGENVECTOR	.151	-.052	.699	-.492	-.315	-.206	-.037	.240	.205
				FACTOR LOADING	.119	-.041	.553	-.389	-.250	-.163	-.030	.190	.163
				CONTRIBUTION	.014	.002	.306	.152	.062	.027	.001	.036	.026
P 6	0.408	0.045	0.913	EIGENVECTOR	-.224	.720	.222	-.091	.258	.086	-.519	-.070	-.160
				FACTOR LOADING	-.143	.459	.142	-.058	.165	.055	-.332	-.045	-.102
				CONTRIBUTION	.020	.211	.020	.003	.027	.003	.110	.002	.010
P 7	0.387	0.043	0.956	EIGENVECTOR	.730	-.028	-.268	.105	-.133	-.205	-.551	-.013	.140
				FACTOR LOADING	.454	.017	-.167	.065	-.083	-.127	-.343	-.008	.087
				CONTRIBUTION	.206	.000	.028	.004	.007	.016	.118	.000	.008
P 8	0.277	0.031	0.987	EIGENVECTOR	.161	-.125	.205	-.021	.508	-.640	.143	-.349	-.325
				FACTOR LOADING	.085	-.066	.108	-.011	.268	-.337	.075	-.184	-.171
				CONTRIBUTION	.007	.004	.012	.000	.072	.114	.006	.034	.029
P 9	0.120	0.013	1.000	EIGENVECTOR	.048	-.046	-.045	.087	-.064	-.085	-.046	.699	.695
				FACTOR LOADING	.017	-.016	-.015	.030	-.022	-.030	-.016	.242	.240
				CONTRIBUTION	.000	.000	.000	.001	.000	.001	.000	.058	.058

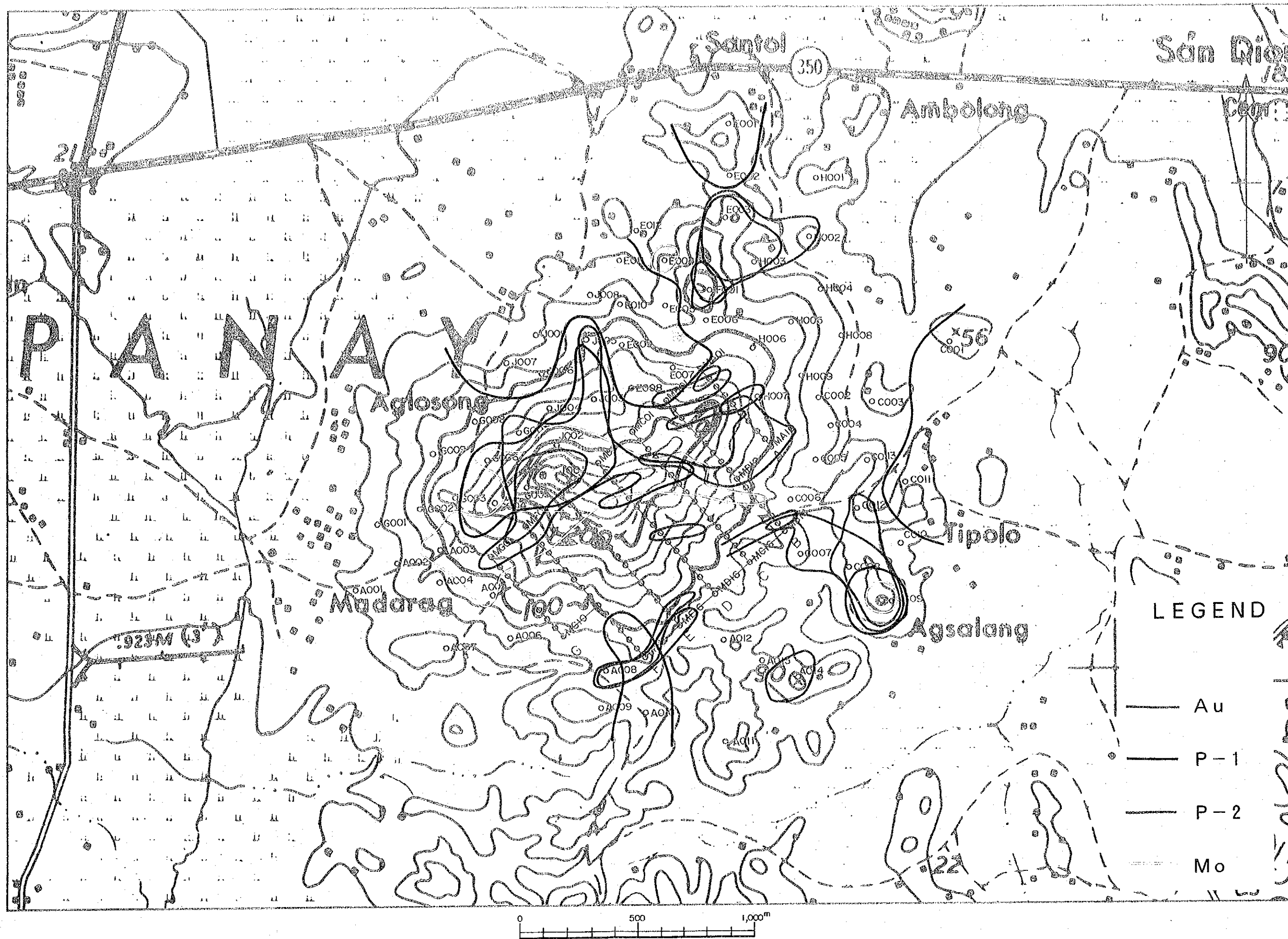


图 13 Madarag地区地化学异常分布图

