

範囲に露出している。

代表的なこの種の砂岩 (BR0012) は、比較的丸みを帯びたカリ長石と石英粒およびセリサイトからなっており、後背地が花崗岩質岩石であったことを示している (Table A-2)。

石灰岩はその岩相によって二種類に大別される。すなわち、それらは、成層した暗灰色ないし暗褐色泥質石灰岩で通称“黒色石灰岩”と呼ばれているものと塊状で淡灰色、純粋石灰岩で通称“灰色石灰岩”と呼ばれているものからなっている。

黒色石灰岩はパウ石灰岩層の下部を構成している。そして、西部のジャゴイ花崗閃緑岩岩体の周縁部に分布するパウ石灰岩の大半を占めている。そこでは、局部的に基底礫岩を伴ない下位の花崗閃緑岩上に直接している。一方、パウ町周辺の石灰岩地域では、その南部およびタイ・バリット断層の南西側に沿って小範囲に露出している。シディポ山 (G. Sidipoh) の南西麓にあるサブラン (Saburan) 鉱山の近くから採取されたこの黒色石灰岩 (BR0001) は、碎屑組織を示し、層状の緑泥石、丸みを帯びた方解石粒、微細な石墨粒、石英および他形の不透明鉱物からなっており、シニアワン川最上流から採取された試料 (BR0071) は、径 0.3 ないし 0.5 mm の比較的角ばった石英粒からなり、方解石によって充填されている (Table A-2)。

他方、灰色石灰岩はパウ石灰岩層の大半を占めており、多量の化石、特に有孔虫を含んでいる。これらの化石は、すでに Wolfenden (1965) などに詳細に記載されているが、ここではその確認の意味で、12 試料について化石鑑定を行った。その結果、5 試料からジュラ紀後期 (Kimmeridgian) を指示する有孔虫化石 *Pseudocyclamina lituus* (Yokoyama) が検出された (Table A-5)。

パウ石灰岩層は、多数の断層によって切られており、層厚の推定は必ずしも容易ではないが、パウ町周辺の石灰岩台地で約 500 m、西部のジャゴイ花崗閃緑岩体周辺では 300 m 以下と推定される。

2-3-3 ペダワン層

ペダワン層は、上述したパウ石灰岩層の分布の主に南・北両側に広く分布している。

本層は主として頁岩、泥岩、シルト岩および砂岩の互層からなり、その上部は、凝灰岩、凝灰質砂岩、凝灰質泥岩および泥質石灰岩、まれに礫岩からなっている。

パウ町南部の石灰岩台地周辺、北側のスケバン・オーバー地域、テバン周辺の互層は、一般にシルト岩と砂岩が優勢で、やや軟質であり、しばしば炭化植物破片を伴なう。一方、スタアト川の南側からブンゴ山脈に至る地域およびベディ川上流の互層は、一般に頁岩とシルト岩が優勢で、やや硬質である。

本地域南西端のベディ川最上流部には、本層の最上部を構成する凝灰岩～凝灰角礫岩の厚層がみられ、その厚層の最下部には厚さ 2～3 m の泥質石灰岩薄層を 2 枚伴っている。本地域北東端のウンダン山地東端に見られる石灰質泥岩および凝灰質砂岩も同じ層準と推定される。

ペダワン層は大部分パウ石灰岩層上に整合にのっているけれども、一部に指交関係を示すところもある。実際には両岩層の分布はむしろ不整合を暗示しているように見える。両岩層の間の岩石物性の著しい差を考慮すると、後の構造運動によって、両岩層の境界面がすべり面となり、見かけ上、不整合的分布を示しているのではなかろうか。

ペダワン層の時代は、主として化石から、ジュラ紀後期ないし白亜期後期と言われている。今回も12試料を花粉分析に、3試料を小型有孔虫鑑定に供したが、時代決定に有効な化石は得られなかった (Table A-4, Table A-5)。

2-3-4 カヤン砂岩層

プロジェクト地域のカヤン砂岩層は、地域の南縁ブゴン山脈および北縁ウンダン山地の高所に分布しており、石英質砂岩および少量の礫岩からなる。

石英質砂岩は、白色中～粗粒で淘汰良好の砂岩であり、クロスラミナは普通に見られる。

礫岩は主として珪質岩の円磨された細ないし中礫からなり、マトリックスは石英砂を主とする。

このカヤン砂岩層は上述のペダワン層の上に傾斜不整合関係でのっており、その時代は白亜期後期から第三紀と推定されている。

2-3-5 新期火山岩類

新期火山岩類は、後述する第三紀貫入岩類の噴出相に対して新たに命名されたものである。

本岩類は極めて局部的で、主としてダアン川 (S. Daan) 地域のベガ山 (G. Bega) とパウ丘に見られる。

本岩類は主に石英安山岩質火山礫凝灰岩からなり、ベガ山では火山泥流堆積物を伴う。火山礫凝灰岩は一般に淡黄色ないし淡灰色を呈し、径数mmから10cmの凝灰岩や砂岩の角礫を含んでいる。代表的な火山礫凝灰岩 (JR0025) を鏡下で観察すると、岩層として凝灰岩と砂岩、結晶片として石英とセリサイト化・方解石化した斜長石を含み、基地の部分は、モザイク状の石英からなっていることがわかる。

2-4 貫入岩類

貫入岩類は、パウ石灰岩層に不整合関係で覆われているジャゴイ花崗閃緑岩と、カヤン砂岩層をも貫いている第三紀貫入岩類とからなっている。

2-4-1 ジャゴイ花崗閃緑岩

ジャゴイ花崗閃緑岩は地域西部のセリキン川の両岸の2つの山地を構成している。ジャゴイ花崗閃緑岩という名称は、北側の山地にあるジャゴイ山にちなんで先の著者たちによって名付けられたものである。

一般に本岩は、中粒ないし粗粒優白色完晶質岩であり、主として斜長石 (オリゴクレス) 、

石英およびカリ長石からなり、少量の角閃石、黒雲母および不透明鉱物を含んでいる (Table A-3)。変質は強くはないが、緑泥石とセリサイトが変質鉱物として普通に認められる。

ジャゴイ花崗閃緑岩はパウ石灰岩層とは不整合関係にあるが、セリアン火山岩類との関係は、両者が直接していないため、明らかでない。

2-4-2 第三紀貫入岩類

第三紀貫入岩類は主として石英斑岩・石英安山岩の岩株および岩脈からなり、少量の閃緑斑岩岩株と安山岩岩脈を伴う。

これら第三紀貫入岩岩株は、後述するパウ背斜の軸に斜交するNNE方向のゾーンに沿って直線的に配列している。

上述した各岩種を肉眼的に識別するのは必ずしも容易ではないが、鏡下では次のような特徴が認められる (Table A-3)。

- (i) 石英斑岩は斑状組織を呈し、主として斜長石と石英、少量のカリ長石と黒雲母の斑晶からなり、基地の部分は石英、斜長石およびカリ長石からなる。
- (ii) 石英安山岩は本質的には石英斑岩と同様の鉱物組織からなるが、斑状・ガラス基流晶質組織を示す。主要な斑晶は石英斑岩と同様であるが、基地の部分は主としてガラスと斜長石の微細なラスからなる。
- (iii) 閃緑斑岩は、石英がほとんど認められないことを除くと、石英斑岩と類似している。
- (iv) 安山岩は斑状・ピロタキンチック組織を示し、その斑晶は主として斜長石、つづいて単斜輝石、斜方輝石、普通角閃石からなり、まれに少量のカリ長石および黒雲母を含み、基地の部分は斑晶とほぼ同様の組成を示す。

安山岩以外の岩種の鉱物組成やそれらの化学組成は、これらが同じマグマに由来するものであることを示している。

石英斑岩岩株は主として石灰岩台地地域を貫いており、ふつう緑泥石化、セリサイト化および緑レン石化を含む強い熱水変質を受けている。

他方、石英安山岩岩株は、主としてテバン地域に見られ、これらの大部分も強い熱水変質を受けている。岩株のうちのあるものは、地表下比較的浅所あるいは地表で固結したものと思われる。

石灰岩台地地域で断層裂かきを充填する石英斑岩や石英安山岩岩脈は、明らかに岩株から派生したものである。

2-5 火成岩の化学組成と絶対年代

2-5-1 火成岩の化学組成

第三紀貫入岩類18試料、ジャゴイ花崗閃緑岩1試料、セリアン火山岩類1試料の計20試

料の火成岩類が全岩分析に供された。その分析結果およびノルム鉱物組成は、Table II-1に示されている。

各試料のノルム石英・斜長石・正長石は、IUGS分科会(1974)によって提案された深成岩の分類のための三角ダイアグラム上にプロットされた。その結果、セリアン火山岩類の安山岩はトーナライトの領域に、サブラン鉱山跡付近で採取された岩脈は石英質花崗岩質岩の領域に、その他のものはすべて花崗閃緑岩の領域にプロットされた(Fig. II-5)。

第三紀貫入岩類が石灰岩中に貫入して多少なりとも同化が生じたならば、貫入岩類のCaO含有量は増大すると予想される。ここでは、各試料のCaO含有量とその分化指数とをグラフ上にプロットして、同化の程度を調べてみた(Fig. II-6)。その結果、石灰岩中の貫入岩類から採取した試料のうち少なくとも2試料(AR0045およびBR0074)は、平均的なCaO含有量よりも高い値を示している。このことは貫入時に石灰岩の同化がおこった可能性を示唆しているものと考えられる。

2-5-2 火成岩の絶対年代

火成岩類のうち4試料、すなわち石英斑岩岩株から2試料、安山岩岩脈から1試料、花崗閃緑岩から1試料がK-Ar法による絶対年代測定に供された。その結果はTable II-2に示されている。

ジュアラ山の石英斑岩岩株(AR0027)は 1.08 ± 0.7 m.y.、そしてバウ町の北西方約4 kmのオラット山(G. Orat)の石英斑岩岩株(JR0039)は 1.12 ± 0.8 m.y.の年代が得られた。これらの時代は、鮮新世($2 \sim 12 \pm 2$ m.y.)と中新世($12 \pm 2 \sim 26$ m.y.)の境界付近に相当する。

セリキン部落の西北西約1.5 kmのブアン川(S. Buan)から得られたジャゴイ花崗閃緑岩(JR0040)は 89.8 ± 3.6 m.y. (白亜紀後期に相当)を示した。この花崗閃緑岩は、化石によってジュラ紀後期に位置づけられているバウ石灰岩層によって、不整合関係で覆われているので、その年代はジュラ紀後期以前でなくてはならない。正確な年代を得るには、さらにいくつかの試料の測定が必要である。

2-6 変成作用と変質作用

2-6-1 変成作用

プロジェクト地域には、広域の変成作用は認められないが、第三紀貫入岩の岩株および岩脈は、局部的に、石灰岩、頁岩、砂岩に対し変成を与えている。貫入岩類との接触部付近の石灰岩は著しく結晶化し、大理石に変わっている。その大理石は貫入岩岩株の西麓によく発達している。このことは、岩株が西側に向かって深部にもっと広がっており、東側では急激に落ち込んでいるということを暗示しているように見える。貫入岩類の近くの頁岩・砂岩は局部的にホルン

Table II-1 Chemical Compositions and Norms of Igneous Rocks

(Chemical Composition)

	AR0029	SR0058	JR0040	AR0076	AR0027	AR0099	SR0046	AR0066	AR0046	SR0011	JR0017	AR0016	SR0079	JR0039	AR0055	BR0074	AR0024	AR0047	AR0045	AR0039
SiO ₂	69.43	69.43	71.73	68.7	65.39	66.43	68.16	64.82	69.76	67.84	67.69	66.33	67.96	67.58	65.89	60.04	64.74	65.85	63.6	53.79
TiO ₂	0.39	0.39	0.24	0.33	0.39	0.29	0.39	0.42	0.36	0.35	0.33	0.32	0.35	0.36	0.39	0.48	0.37	0.43	0.29	0.62
Al ₂ O ₃	15.75	16.16	13.56	16.34	15.26	14.99	16.31	15.53	13.43	16.03	16.07	15.09	15.64	15.51	14.9	14.66	15.18	15.69	14.58	17.23
Fe ₂ O ₃	1.31	2.43	0.84	1.39	0.56	2.27	1.11	0.64	0.96	0.2	0.64	0.08	1.47	1.35	0.56	0.52	0.64	0.2	1	0.71
FeO	2.16	1.15	3.09	1.8	2.73	1.01	2.48	2.59	2.84	3.74	3.2	4.28	1.72	2.41	3.49	3.88	3.27	4.96	3.31	7.51
MnO	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.06	0.09	0.06	0.06	0.02	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.12	0.14
MgO	1.41	0.1	0.99	1.05	1.34	1.05	1.25	1.41	1.35	1.28	1.39	1.48	1.05	1.48	1.36	1.58	1.58	1.4	1.59	8.03
CaO	0.52	2.92	2.63	2.63	3.5	3.17	2.27	3.55	3.63	3.28	3.45	3.65	4.57	4.12	3.74	6.31	4.06	3.95	7.49	0.93
Na ₂ O	3.69	4.13	3.54	4.07	3.64	0.74	4.07	3.68	3.54	4.15	4.03	3.44	3.81	3.89	3.57	3.46	3.76	4.3	3.77	3.77
K ₂ O	1.87	1.65	2.37	1.78	1.99	2.97	1.56	1.91	2.31	2.02	1.44	1.26	1.35	1.47	1.84	1.92	1.21	1.54	2.53	0.58
P ₂ O ₅	0.11	0.14	0.06	0.13	0.13	0.33	0.16	0.13	0.13	0.13	0.11	0.12	0.11	0.14	0.13	0.15	0.12	0.15	0.13	0.11
S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
CO ₂	—	—	—	—	2.51	2.64	—	2.52	—	—	—	1.74	—	—	—	5.37	—	—	—	—
H ₂ O ⁺	2.5	0.74	0.51	0.95	1.63	2.7	1.09	1.93	0.45	0.67	0.98	1.59	1.01	0.58	2.28	0.96	2.84	0.44	0.78	5.14
H ₂ O ⁻	0.48	0.34	0.24	0.66	0.64	0.84	0.22	0.13	0.36	0.08	0.28	0.42	0.3	0.86	1.16	0.36	1.46	0.28	0.24	0.52
Total	99.67	99.39	99.86	99.89	99.77	99.48	99.11	99.29	99.21	99.86	99.67	99.86	99.41	99.82	99.38	99.76	99.3	99.27	99.43	99.08

(Normative Minerals)

	AR0029	SR0058	JR0040	AR0076	AR0027	AR0099	SR0046	AR0066	AR0046	AR001	AR0017	AR0016	SR0079	JR0039	AR0055	BR0074	AR0024	AR0047	AR0045	AR0039
Q	36.8	32.8	33	30.6	31.9	49.2	30.8	31.4	29.8	24.5	27.3	32.8	29	27.4	25.9	27.5	25.2	21	16.2	10.3
C	7	2.6	0.5	3.2	6.4	10.6	4.2	6.6	—	1.4	1.9	5.4	—	0.4	0.5	6.9	0.6	0.1	—	9
or	11.1	9.8	14	10.5	11.8	17.6	9.2	11.3	13.7	11.9	8.5	7.4	8	8.7	10.9	11.3	7.2	9.1	15	3.4
ab	31.2	34.9	30	34.4	30.8	6.3	34.4	31.1	30	35.1	34.1	29.1	32.2	32.9	30.2	29.3	31.8	36.4	31.9	31.9
an	1.9	13.6	12.7	12.2	2	—	10.2	2.2	13.9	15.4	164	7.2	21.6	19.5	17.7	—	19.4	18.6	15.4	3.9
ne	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ac	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ns	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ks	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
wo	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
wodi	—	—	—	—	—	—	—	—	1.3	—	—	—	0.2	—	—	—	—	—	—	8.7
endi	—	—	—	—	—	—	—	—	0.6	—	—	—	0.1	—	—	—	—	—	—	3.9
fsdi	—	—	—	—	—	—	—	—	0.7	—	—	—	0.1	—	—	—	—	—	—	4.9
enhy	3.5	0.2	2.5	2.6	3.3	2.6	3.1	3.5	2.7	3.2	3.5	3.7	2.5	3.7	3.4	3.9	3.9	3.5	0.1	20
fshy	2.3	—	4.7	1.7	4	—	3.1	3.6	3.2	6.3	4.9	7.4	1.4	2.8	5.4	6	5	8.4	0.1	12.4
fool	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
faol	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
mt	1.9	2.8	1.2	2	0.8	2.6	1.6	0.9	1.4	0.3	0.9	0.1	2.1	2	0.8	0.8	0.9	0.3	1.4	1
hm	—	0.5	—	—	—	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
il	0.7	0.7	0.5	0.6	0.7	0.6	0.7	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.9	0.7	0.8	0.6	1.2
tn	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
pf	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ru	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ap	0.3	0.3	0.1	0.3	0.3	0.8	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
cc	—	—	—	—	5.4	5.1	—	5.5	—	—	—	3.8	—	—	—	11.3	—	—	—	—
pr	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Total	96.7	98.2	99.2	98.1	97.4	95.9	97.7	97.2	98.3	99.1	98.4	97.8	98.2	98.4	95.8	98.2	95	98.5	98.5	93.4
D.I.	81.7	78.9	77.6	76.9	76.4	76.2	76.1	75.9	74.7	72.1	71	70.8	70.4	70.1	69.9	69.3	67.5	67.5	64	48.8

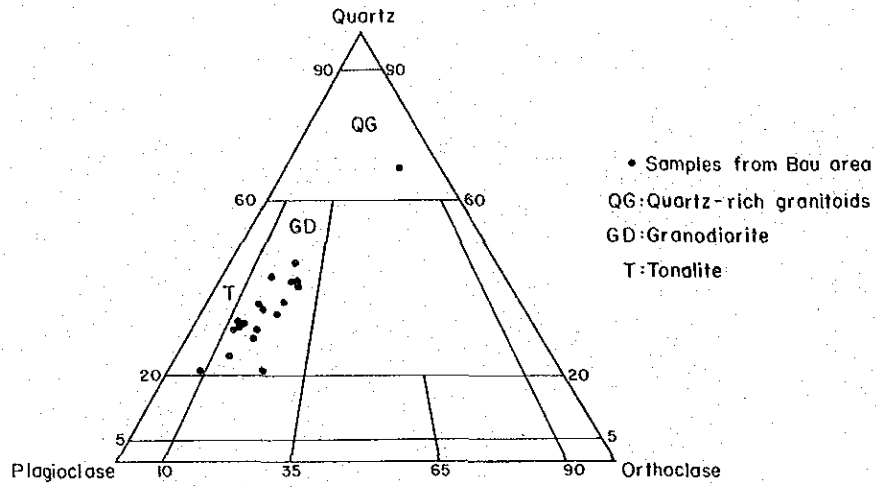
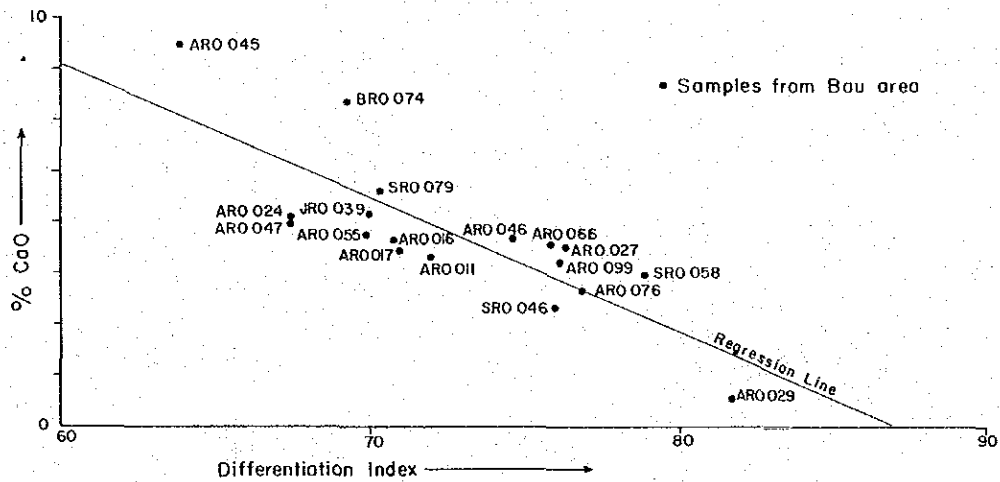


Fig. II - 5 Normative Q-Kf-Pl Diagram of Igneous Rocks



SP 2569 / 2 / 83

Fig. II - 6 Plot of CaO Content vs Differentiation Indices of Tertiary Intrusives

Table II - 2 Result of K-Ar Age Determination

Sample No.	AR0027	AR0055	JR0039	JR0040					
Coordinates									
X	91620	91387	91420	89865					
Y	5387	5241	5925	4700					
Rock Name	Quartz porphyry	Two pyroxene andesite	Quartz porphyry	Granodiorite					
Unit Name	Younger Intrusive	Younger Intrusive	Younger Intrusive	Older Intrusive					
Material	Whole Rock	Whole Rock	Whole Rock	Whole Rock					
Analysis	K %	1.60	1.60	1.53	1.54	1.22	1.26	2.20	2.20
	$^{40}\text{Ar}_{\text{rad}}\%$	32.3	39.3	-	-	36.0	30.7	78.2	82.5
	$^{40}\text{Ar}_{\text{rad}}$, SCC/g x 10^{-5}	0.066	0.069	-	-	0.053	0.055	0.772	0.803
Isotope Age (m.y.)	10.8 ± 0.7		-		11.2 ± 0.8		89.3 ± 3.6		

Determination by Teledyne Isotopes, New Jersey, U.S.

フェルシ化しており、黄鉄鉱化・珪化の認められるものもある。

2-6-2 変質作用

カンヤン砂岩層を除いて、貫入岩の近くの大部分の岩石は熱水変質を受けている。セリアン火山岩類は強い緑泥石化、緑レン石化および局所的な黄鉄鉱化を受けており、場所により炭酸塩化も認められる。弱い局所的な珪化は貫入岩類や鉍床の近くのパウ石灰岩層中で認められるが、変質はふつう非常に弱い。ベダワン層もまた主に貫入岩体の近くで、珪化、炭酸塩化、セリサイト化、まれに緑泥石化、黄鉄鉱化のような熱水変質を局所的に受けている。まれに方解石や石英細脈が変質帯中に存在する。ジャゴイ花崗閃緑岩岩体中には、弱い広範囲に珪化、セリサイト化、緑泥石化が見られる。大部分の第三紀貫入岩類は広範囲に著しい熱水変質を受けており、その変質は珪化、セリサイト化および緑泥石化が普通であり、局所的な黄鉄鉱化・粘土化も認められる。テバンの噴出相を併なり二つの岩株は、主として珪化、セリサイト化および黄鉄鉱化からなる著しい熱水変質を受けている。

鉍床地域における変質については、第3章で詳述されている。

2-6-3 岩石試料の化学分析結果

母岩に対する鉍化作用の影響を調べるために、ラッキーヒルA鉍床と石英斑岩からなるジュアラ山岩株の間にある地域から採取された20試料が、Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Sb, As, Hg, Mo, W, FeおよびMnの12元素について分析された。

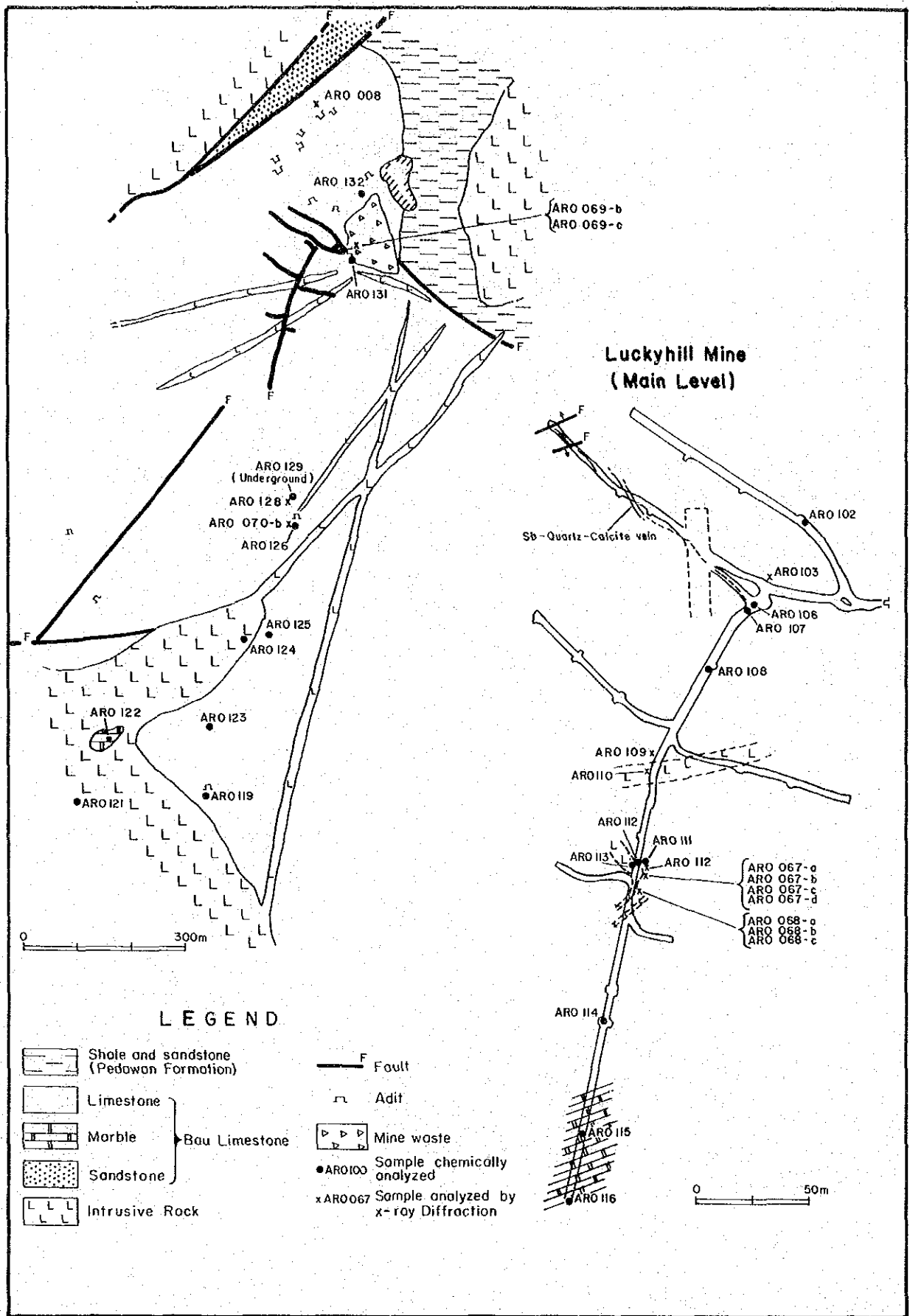
試料採取位置及び分析結果はFig. II-7とTable II-3に示されている。試料採取地域には、主として輝安鉍、ヒ素鉍物、石英および方解石からなるラッキーヒルAおよびB鉍床と不毛石英・方解石脈の見られるシリウング山(G. Siriung)鉍床が含まれている。次に、各元素の分布について述べる。

(i) 金および銀

大部分の試料のAu含有は検出限界以下であり、岩石タイプの間で明瞭な差異は認められない。鉍石(AR0106)および貫入岩(AR0112)の2試料のみ、低値を示している。石英斑岩岩脈と大理石との接触部付近から得られた、部分的にスカルン化した試料AR0112は、0.6 ppmのAu含有を示した。鉍石試料(AR0106)はAu 0.5 ppmおよびAg 7.1 ppmを示した。

(ii) 銅、鉛および亜鉛

鉍石から1試料、貫入岩から3試料の計4試料のCu含有は20ないし40 ppmの範囲にあるが、そのほかの試料は極端に低い。各岩石タイプ間において、Pb含有量は明瞭な差異を示している。輝安鉍-石英-方解石の鉍石試料は高Pb含有を示すが、その他の試料は、貫入岩さえも、その含有は低い。概してZn含有はCuやPbより高いが、岩石タイプとは無関係に変化している。ジュアラ山の岩株から採取した試料は、他の試料に比較して、Cuおよび



SP 2566/2/83

Fig. II-7 Locality of Rock Samples Analysed

Table II —3 Analytical Results of Rock Samples

Ser No.	Sample No.	Coordination X Y	Rock Name	Au ppm	Ag ppm	Cu ppm	Pb ppm	Zn ppm	Sb ppm	As ppm	Hg ppb	Mo ppm	W ppm	Fe %	Mn ppm
01	AR0102	91651 5501	Limestone	tr.	tr.	tr.	12	21	6	18.8	125	tr.	tr.	0.21	43
02	AR0107	91648 5497	Limestone (near vein)	tr.	tr.	tr.	12	22	4	6.2	96	tr.	tr.	0.11	103
03	AR0108	91647 5494	Limestone	tr.	tr.	tr.	12	24	tr.	5.3	74	tr.	tr.	0.10	54
04	AR0114	91642 5479	Limestone	tr.	tr.	tr.	5	30	1	5.0	79	tr.	tr.	0.05	34
05	AR0119	91618 5397	Limestone (near vein)	0.1	0.7	tr.	15	20	5	67.0	74	tr.	tr.	0.14	75
06	AR0123	91615 5404	Limestone	tr.	tr.	tr.	5	27	tr.	4.2	51	tr.	tr.	0.05	55
07	AR0125	91635 5425	Limestone	tr.	tr.	tr.	12	18	tr.	0.2	7	tr.	tr.	0.02	8
08	AR0126	91636 5444	Limestone	tr.	tr.	tr.	18	18	tr.	2.9	8	tr.	tr.	0.03	45
09	AR0132	91649 5517	Limestone	tr.	tr.	tr.	12	23	tr.	0.5	96	tr.	tr.	0.04	45
10	AR0111	91644 5485	Marble (near intrusive)	tr.	1.1	tr.	8	23	tr.	1.8	23	tr.	tr.	0.03	69
11	AR0115	91641 5473	Marble	tr.	tr.	tr.	5	38	tr.	4.5	19	tr.	tr.	0.09	111
12	AR0116	91640 5470	Marble (with veinlets)	0.1	tr.	2	15	20	280	31.5	7	tr.	tr.	0.05	122
13	AR0122	91600 5408	Marble	tr.	tr.	2	15	47	tr.	3.8	7	tr.	tr.	0.10	49
14	AR0129	91636 5444	Marble (near vein)	tr.	tr.	tr.	18	18	13	13.3	9	tr.	tr.	0.02	126
15	AR0131	91647 5495	Marble	tr.	tr.	tr.	20	57	tr.	5.3	31	tr.	tr.	0.12	81
16	AR0112	91644 5485	Quartz porphyry	0.6	tr.	40	12	41	9	53.4	9	tr.	tr.	8.50	1020
17	AR0113	91644 5485	Quartz porphyry	tr.	tr.	25	12	34	14	3.8	9	tr.	tr.	0.25	340
18	AR0121	91588 5402	Quartz porphyry	tr.	tr.	20	15	99	3	5.4	14	tr.	tr.	1.90	320
19	AR0124	91622 5417	Quartz porphyry (weathered)	tr.	tr.	2	10	21	4	26.0	12	tr.	tr.	0.68	19
20	AR0106	91648 5497	Sb-Qtz-Cal vein	0.5	7.1	25	160	69	1780	335.0	125	tr.	tr.	1.14	8060

Zn 共に明らかに高含有を示しており、両者間の相関が認められる。

(iii) アンチモン

アンチモンは、試料AR0016を除いて、鉛と類似した挙動を示す。鉍石ではないにもかかわらず、岩脈および大理石を含む石灰岩のいくつかはかなり高いSb含有を示している。このことは、Sb鉍床周辺には、Sbのハローが存在することを暗示している。

(iv) ヒ素

鉍石の1試料、石灰岩・大理石の2試料、貫入岩の2試料に高いAs含有が認められている。石灰岩・大理石の2試料はまた高Sb含有を示しており、貫入岩の2試料もCuおよびZnの高含有を示している。このことから元素共生としてSb-AsとCu-Zn-Asの2グループが存在すると推定される。

(v) 水銀

50 ppb以上の比較的高いHg含有は、石灰岩の7試料および鉍石の1試料に認められる。他の試料、特に貫入岩や貫入岩の近くにある大理石は、それに比べて低含有を示している。このHgの挙動は、Hgが鉍化作用に伴って生成したというよりも、むしろ本来ある程度存在していたHgが貫入岩近くの高温地帯から、消失してしまったものと考えられる。

(vi) モリブデンおよびタングステン

これらの元素については、すべての試料の分析値が検出限界以下であった。

(vii) 鉄およびマンガン

Feは貫入岩類および鉍石の試料においてのみ高含有で、他の試料は明瞭に低含有を示している。貫入岩類は本来石灰岩よりも高含有であるため、鉍化作用との関係を議論するのはむずかしい。マンガンもまた貫入岩類および鉍石試料において高含有を示している。

上述した岩石試料中の金属元素の挙動から、金属元素の明瞭な2グループの共生、すなわちCu-Zn-MnおよびSb-As-Mnが推定される。この共生は、後述する地化学データの因子分析結果から得られたCu-Pb-Ag-ZnおよびSb-W-Au-Asの元素共生と矛盾しない。

前者の共生元素は、一般に貫入岩類において高く、後者は石灰岩および大理石中に高い値を示す。また、前者の共生は石英斑岩岩株中およびその近くのトンガ山やジュアラ山の南部にある鉍床の鉍物共生と似ており、後者の共生はラッキーヒル鉍床の鉍物共生と一致する。

鉍床周辺の岩石中において、その鉍床と同じ元素の共生を示す金属元素の濃集は、鉍床母岩中に金属元素が分散することのみならず、鉍化作用が試料採取地域内の貫入岩に明瞭に関係していることを示している。

もし、この考えが受け入れられるならば、岩石試料による地化探は、土壌が欠壊していたり採掘や他の汚染が心配されるような調査地域での探鉍には非常に有効となるであろう。

2-6-4 X線解析結果

X線解析は、輝安鈇一方解石脈の脈石や変質した岩脈および石灰岩の変質鈇物を同定するために実施された。

X線回折に供されたすべての試料はラッキーヒル鈇山付近から採取されたものである。

試料採取位置および解析結果はFig. II-7とTable II-4に示されている。

石英斑岩の岩脈と大理石化した石灰岩の境界付近で採取された10個の試料のうち、岩脈より採取された6試料では、石英、長石、方解石、絹雲母および緑泥石が同定された。残り4個の大理石試料は、石英、方解石のみで、これ以外の鈇物は同定されなかった。さらに、大理石との境界部の岩脈より採取した3試料で黄鉄鈇が検出されている。珪灰石、ざくろ石、緑レン石やこれ以外の変質鈇物、スカルン鈇物などは、1試料(AR0068)の薄片観察で、ざくろ石および緑レン石が見つかったのを除けば、認められない。

この解析結果から、石灰岩は再結晶化を受けているが、岩脈の貫入に伴う変質は非常に弱く、単に珪化、絹雲母化、緑泥石化などの変質を受けたにすぎないと考えられ、このことはまた、岩脈が比較的低温で貫入したことを示している。

一方、ラッキーヒル鈇床およびクリアン山鈇床より採取された6個の試料では、石英、方解石、珪灰石およびサラパウワイトが検出されたが、グロッシュラー、緑レン石などはどの試料からも検出されなかった。しかしながら、鈇床中にはこれらの鈇物が存在し、このことは、変質とスカルン化が局所的であったことを示している。

2-7 地質構造

2-7-1 層理面の測定値による地質構造の解析 (Bedding Fabric Analysis)

杉山(1981)によって提唱されたこの解析方法は、層理面の測定値をステレオ投影することによって、地質構造のみならず地質構造発達史をも解析する統計的手法である。ステレオ投影の結果得られたダイアグラムは、“Bedding Fabric Diagram”と呼ばれ、その解析法は、“Bedding Fabric Analysis”と呼ばれている。

ここでは、プロジェクト地域全域の地質構造を解析する一つの手段として、この方法が試られた。

Bedding Fabric Diagram の作成方法

Bedding Fabric Diagramを作成するためには、点の集中度の良いウルフ・ネットの方がシュミット・ネットよりも便利である。ここでは、杉山(前出)によって考案されたステレオ投影データからコンターを描く簡便法が採用された。次にその手順を記述する。

- (i) 層理面測定値をウルフ・ネット上にプロットする (Fig. II-8上図)。
- (ii) 円周を 5° あるいは 10° ごとに分割し、N-SおよびE-W方向に平行な直線を描く (Fig. II-8下図)。

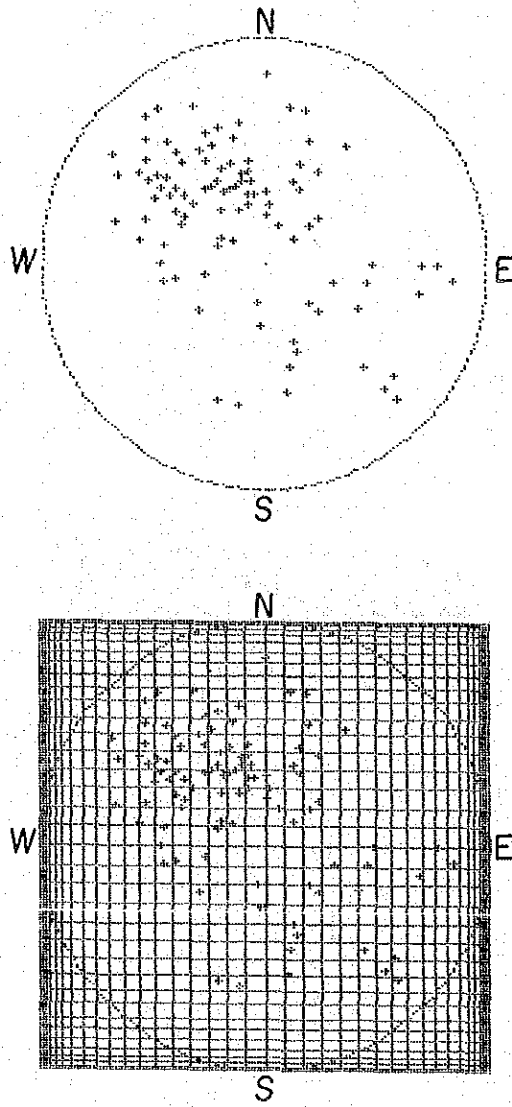
Table II — 4 Results of X-ray Diffractive Analysis

Ser No.	Sample No.	Coordinates X Y	Rock Name	Macroscopic Feature	Detected Mineral											
					Q	F	Cc	S	Chl	Wo	Py	As	Sb			
01	AR067a	91651 5501	Marble	near contact	1	7	5									
02	AR067b	91651 5501	Marble	very near contact	1		5									
03	AR067c	91651 5501	Quartz porphyry	just contact of dyke	4	7	3	4	6	2						
04	AR067d	91651 5501	Quartz porphyry	very near contact	4	9	3	6	7							
05	AR068a	91651 5501	Marble	very near contact	1		5									
06	AR068b	91651 5501	Quartz porphyry	just contact of dyke	4	4	3	5	7	2						
07	AR068c	91651 5501	Quartz porphyry	just contact of dyke	4	7	4	6	7	1						
08	AR0109	91644 5490	Limestone	light gray, re-crystalline	1		5									
09	AR0110	91644 5490	Quartz porphyry	pale green, altered	4	9	3	6	7							
10	AR0112	91644 5485	Quartz porphyry	chilled margin of dyke	4	8	3	4	8							
11	AR0008	91637 5519	Gangue	calcite with dark-grey min.	5		5									
12	AR069b	91655 5497	Gangue	epidote-wollastonite-quartz	4		2		13							
13	AR069c	91655 5497	Gangue	calcite-sarabauite-wollastonite	3		4		11							7
14	AR070b	91637 5444	Gangue	wollastonite-skam min.	2		3		11							
15	AR0103	91649 5499	Gangue	calcite-quartz-black min.	5		5									
16	AR0128	91636 5444	Gangue	calcite-wollastonite-skam min.	4		4		8							

Abbreviations:

Q : Quartz F : Feldspar Cc: Calcite S : Sericite Chl: Chlorite
 Wo: Wollastonite Py: Pyrite As: Arsenopyrite Sb: Sarabauite

Remark: Numeral shows number of peaks in X-ray Chart



The upper diagram is stereographic projection of bedding attitudes on the lower hemisphere. The lower diagram shows a 5 grid net use for point counting.

Fig. II -8 Example of Stereographic Projection

(iii) 各区画の中に入る点数を数え、さらに相接する4区画の合計点数をグリッドの交点に記入する。

(iv) 得られた4区画の合計点数によってコンターを描く。

Bedding Fabric Diagramの解釈

地質および地質構造に基づいて、プロジェクト地域は6つの領域、すなわちパウ、シニアワン、セロバック、デバン、セリキン、およびスケバンの各領域に分割された (Fig. II-9)。

各領域のベダワン層について、Bedding Fabric Diagramが作成され、パウ石灰岩層が優勢に分布しているパウ地域では、そのパウ石灰岩層についてもBedding Fabric Diagramが作成された (Fig. II-10およびII-11)。また参考までに、地層走向のローズ・ダイヤグラムも作成された (Fig. II-12)。

これらのダイヤグラムから解釈された各領域の褶曲・断層は、Table II-5に示されている。次に、各領域ごとに推定された地質構造について記述する。

[パウ]

10°グリッドのダイヤグラム (Fig. II-10左)によると、この地域のパウ石灰岩層はドーム構造を呈しているように見える。しかしながら、同じデータで作成された5°グリッドのダイヤグラム (Fig. II-10右)によると、そのドーム構造は、実は3系統の緩傾斜の層理面と断層からなっていることがわかる。

ベダワン層のダイヤグラム (Fig. II-11左上)によると、この地域のベダワン層はパウ石灰岩層よりも急傾斜で、かつ褶曲し、断層によって切られている。すなわち、NE方向、NNWないしNW方向およびE方向に軸をもつ褶曲が推定される。NE方向に軸をもつ褶曲 (P1)はその冠部が走向断層によって切られ、かつヒンジしているように見える。NNWないしNW方向の褶曲 (P2, P3, P4, P5)は、本来同一方向の開いた褶曲であったものが、NE方向の断層によって切られてヒンジした結果、ブランチの異なる各褶曲に分解したものと推定される。断層は少なくともNEとNWないしNNW方向の2系統がある。

[シニアワン]

この地域のベダワン層は走向NEであり、褶曲し、断層によって切られている。褶曲はNE方向 (P1, P2)とNW方向 (P3, P4, P5)の2系統がある。これらの褶曲はいずれもNE方向の断層によって切られ、ヒンジしている。

[セロバック]

この地域のベダワン層は、NEおよびENE走向で、30°ないし50°で南に傾斜する層理面が卓越している。優勢な褶曲はNE方向 (P3, P4)のものとSE方向 (P2)のものがある。そのほかN-S方向の褶曲 (P1)も認められている。これら3系統の褶曲はNE方向とNW方向の断層によって切られ、かつヒンジしている。

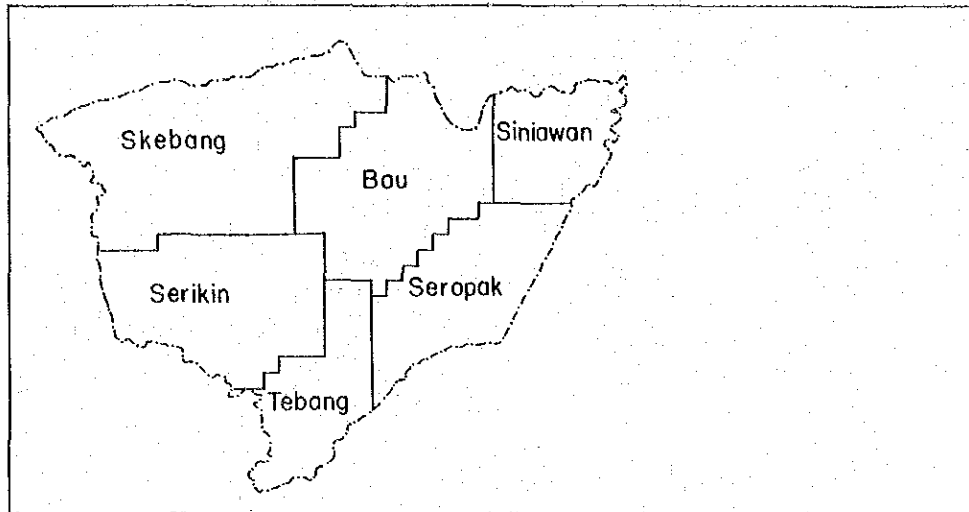
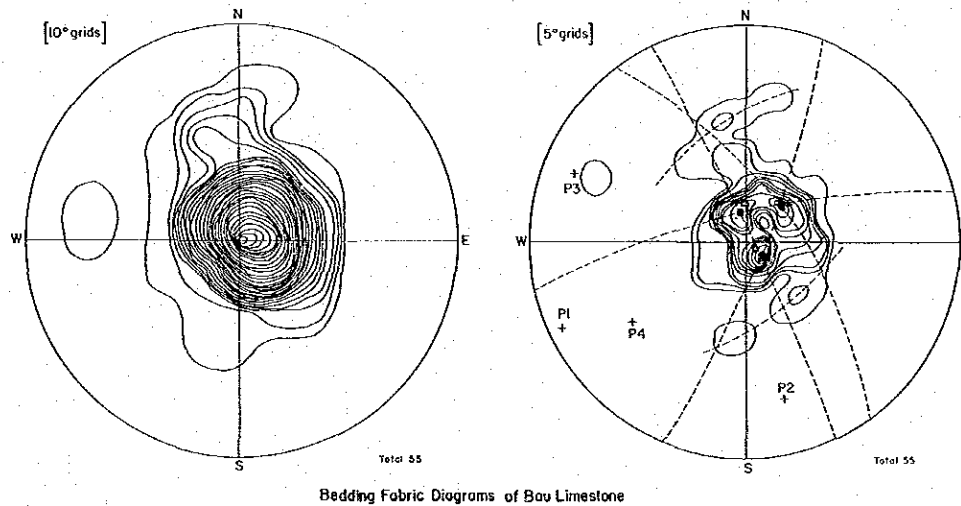


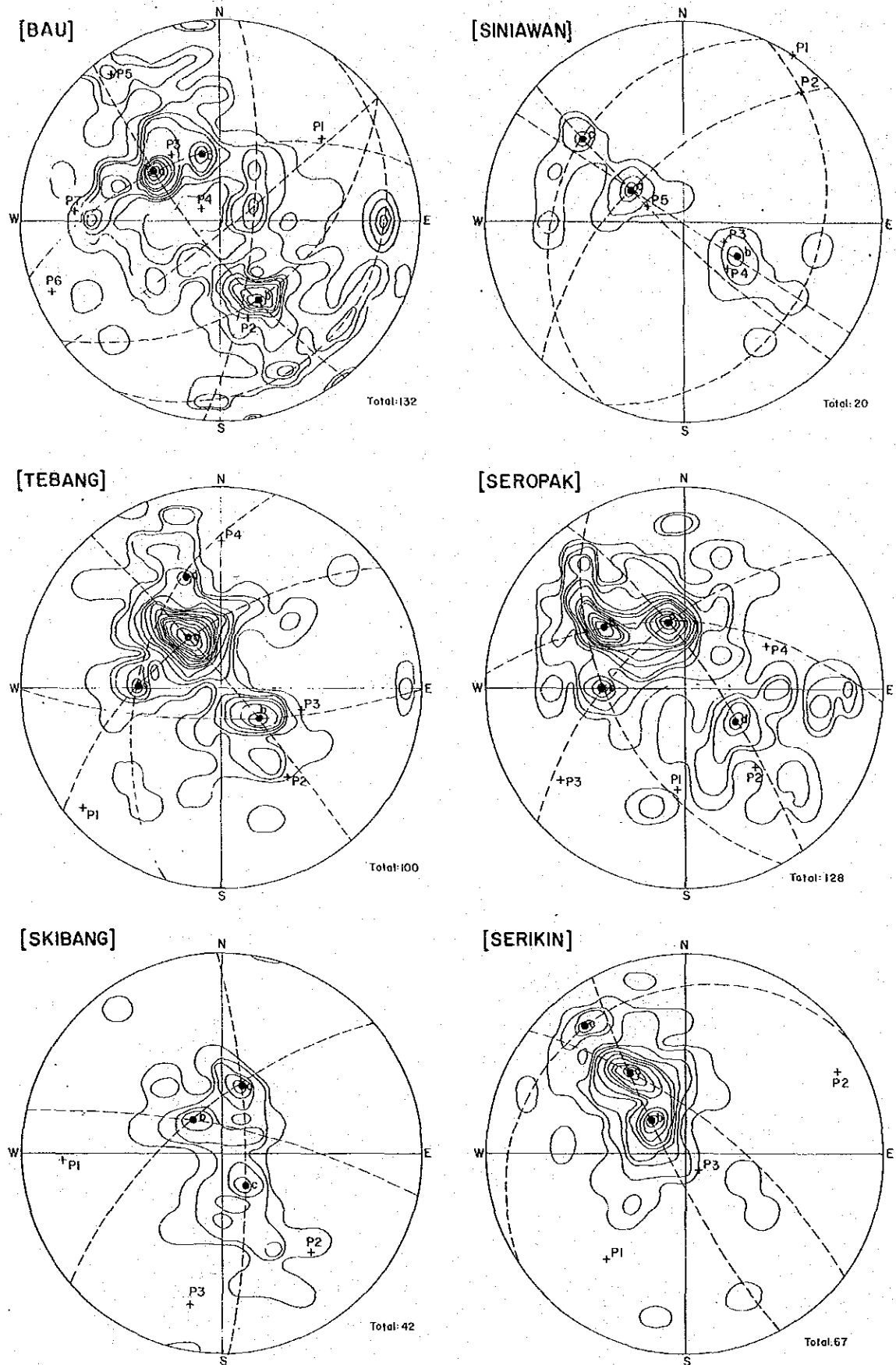
Fig. II — 9 Location Map of Domains



SP2549/1/83

Bedding Fabric Diagrams of Bau Limestone

Fig. II — 10 Bedding Fabring Fabric Diagrams of Bau Limestone



SP 2543/12/02

Fig. II - 11 Bedding Fabric Diagrams of Pedawan Formation

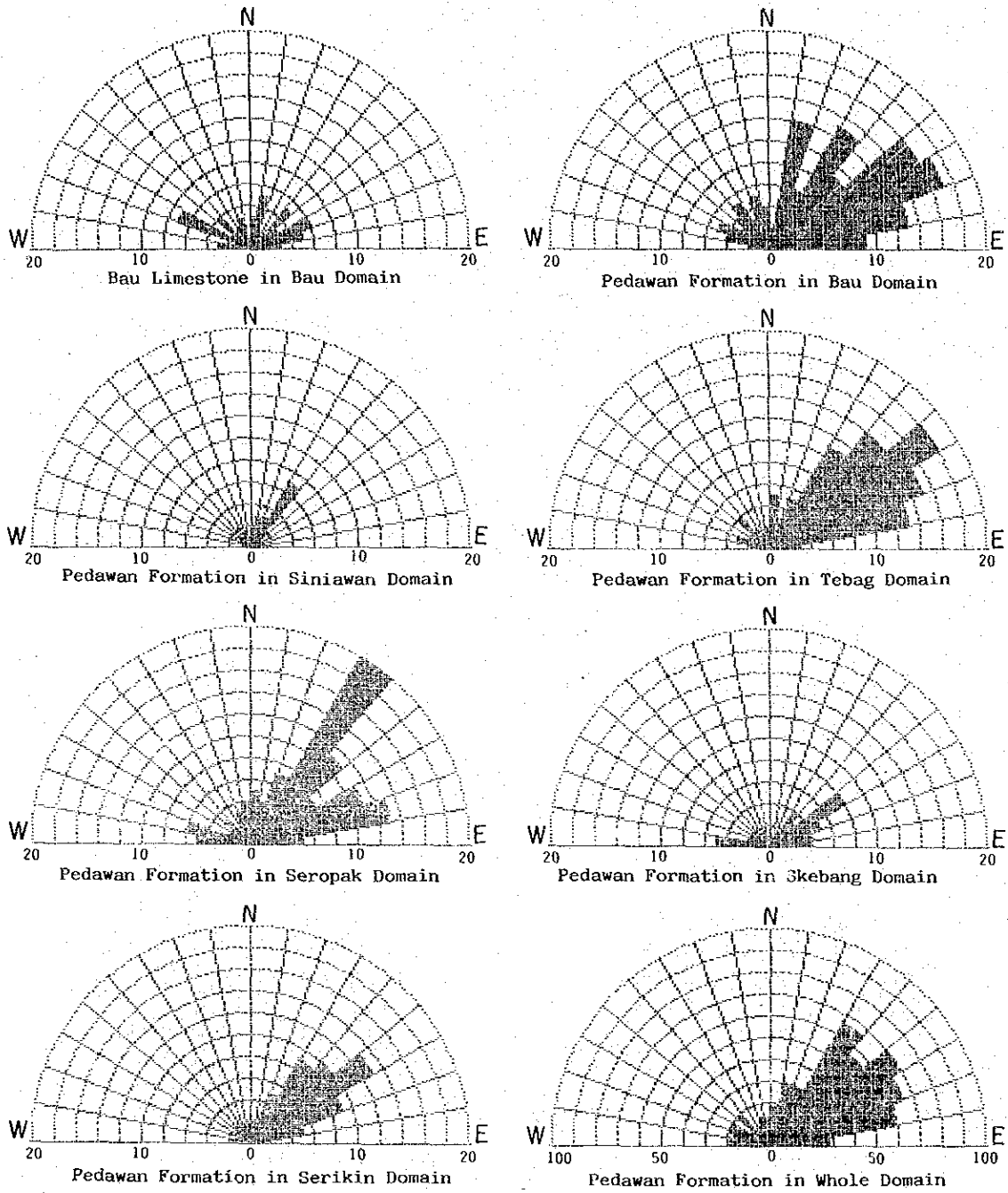


Fig. II -12 Bedding Strike Frequencies in the Bau Limestone and Pedawan Formation

Table II -5 Result of Bedding Fabric Analysis

Domain	Formation	No. of points	Major Concentration	Great Circle		Remarks
				Pole	Faulted/Fold	
BAU	Bau Limestone	55	a: N41E, 10NW b: N78E, 16SE c: N46W, 26SW	P1: S64W, 4SW P2: S14E, 15SE P3: N68W, 10NW P4: S53W, 25SW	Faulted Faulted/Fold Faulted/Fold Fold	connecting a to b connecting b to c connecting a to c elongation of c
	Pedawan	132	a: N36E, 34SE b: N66E, 48NW c: N76E, 37SE	P1: N52E, 25NE P2: S16E, 36SE P3: N38W, 46NW P4: N59W, 88NW P5: N37W, 5NW P6: S66W, 5SW P7: N86W, 19NW	Faulted Faulted/Fold Fold Fold Fold Faulted Fold	connecting a to b connecting a to c elongation of bb elongation of contour elongation of contour connecting b to c elongation of contour
SINIAWAN	Pedawan	20	a: N33E, 34SE b: N33E, 34NW c: N39E, 66SE	P1: N34E, Horizon P2: N42E, 7NE P3: S66E, 66SE P4: S44E, 55SE P5: N66W, 68NW	Faulted Faulted Fold Fold Faulted/Fold	connecting a to b connecting a to c elongation of c elongation of a arrangement of contour
TEBANG	Pedawan	100	a: N58E, 27SE b: N40E, 26NW c: N-S, 45E d: N72E, 60SE	P1: S50W, 5SW P2: S43E, 33SE P3: S74E, 45SE P4: N, 17N	Faulted/Fold Faulted/Fold Faulted Fold	elongation of a, connecting a to b elongation of a, connecting a to b connecting c to d elongation of b
SEROPAK	Pedawan	128	a: N76E, 38SE b: N37E, 53SE c: N-S, 45E d: N32E, 34NW	P1: S4W, 35SW P2: S43E, 35SE P3: S54W, 15SW P4: N62E, 40NE	Faulted/Fold Faulted Faulted Faulted/Fold	connecting a to b, elongation of contour connecting a to c connecting a to d connecting a to others, elongation of contour
SKEBANG	Pedawan	42	a: N76W, 38SW b: N48E, 24SE c: N59E, 22NW	P1: S88W, 12SW P2: S50E, 24SE P3: S12W, 15SW	Faulted/Fold Faulted Fold	connecting a to c, elongation of contour connecting a to b elongation of b
SERIKIN	Pedawan	67	a: N56E, 50SE b: N44E, 26SE c: N52E, 78SE	P1: N62E, 8NE P2: S37W, 22SW P3: S36E, 78SE	Fold Faulted Fold	elongation of a connecting a to b elongation of c

〔テバン〕

この地域のベダワン層もまたNE走向で 20° ないし 30° 南傾斜の層理面が卓越している。褶曲はセロバック地域の褶曲に類似しており、NEおよびNW方向で、南にブランチしている(P1, P2)。

〔セリキン〕

この地域のベダワン層はNE走向で 25° ないし 80° 南傾斜の層理面が卓越している。NE方向の褶曲(P1, P2)およびNW方向の褶曲(P3)が認められている。NE方向の褶曲は走向断層によって切られてヒンジしており、NW方向の褶曲は、SE方向に急傾斜でブランチしている。

〔スケバン〕

この地域のベダワン層はE-W走向で、北傾斜と南傾斜の両方がある。E方向の褶曲(P1)が優勢なように見えるが、データ数が少なく、その分布も偏在しているので、この褶曲がスケバン地域全域の構造を必ずしも代表しているとは言えない。

このBedding Fabric Analysisの結果得られたプロジェクト地域の構造的特徴は、次のようにまとめられる。

- (i) バウ石灰岩層は、その上位のベダワン層よりも緩傾斜である。
- (ii) この地域に広く分布するベダワン層中には、褶曲・断層の発達が著しい。
- (iii) ベダワン層の褶曲は、NE方向とNW方向の二系統の褶曲によって特徴づけられる。
- (iv) 既知鉱床の大半が分布しているバウ地域は、NE方向の背斜とNW方向の背斜が重複してできあがったカルミネーションの部分に相当すると考えられる。

2-7-2 断層

プロジェクト地域特に石灰岩台地地域は多くの断層が発達している。

これらの断層は、その方向、見かけの転移方向、その規模などにより、WNW~W系、NE~E系、NNE系及びNW~N系の4系統に分類される。

次に各系統の断層について順に記述する。

(i) WNW~W系

この系統の断層はジャゴイ花崗閃緑岩岩体の北縁を境にしており、インドネシア国境からジャゴイ部落まで追跡される。この系統の断層はNW系の断層に切られている。

(ii) NE~E系

この系統の断層はベダワン層中に主として発達する走向断層である。地質図上では少ないけれども、それはベダワン層の露出が多くないためで、実際には、もっと多く発達しているものと思われる。テバン地域では、これらの断層に沿って第三紀貫入岩類が貫入したように見える。スタアト川の支流のマアン川(S.Maan)上流には 30° および 35° の南傾斜の2本の

逆断層が認められ、ベダワン川支流のセカム川 (S. Sekam) でも 35° ないし 40° で南傾斜の逆断層が認められる。そのほかにもおそらく逆断層と推定される北に急傾斜する平行断層が、ウンダン山 (G. Undan) の麓に見られる。このように、この系統の多くは逆断層の可能性があり、同方向の褶曲運動の結果生じたように見える。

(iii) NNE系

この系統の断層は、パウ町周辺の石灰岩台地に限られて発達し、いわゆるパウ背斜に斜交する数本の平行断層からなっている。この系統の断層の一つであるタイバリット断層沿いには、タイバリット、サブラン、タイトンのような既知鉱床採掘跡が分布している。このNNE系断層は岩脈の貫入よりもむしろ鉱液の通路として重要な役割を遂げたように見える。このことは、これらの断層(割目)の幅が酸性マグマよりもむしろ鉱液の通路として適していたということを示しているかもしれない。

(iv) NW~N系

一般に急傾斜であることの系統断層は、他のどんな系統の断層にも切られていないので、最も新しい断層と考えられる。この系統の断層の両側の地層はほとんど転移を示していないこと、および石灰岩分布域では第三紀貫入岩類により充填されているものが多いことなどから、この系統の断層は、本来開放裂かであったものと思われる。

2-7-3 褶曲

プロジェクト地域は大規模な、いわゆる“パウ背斜”とベダワン層中に卓越する多数の小規模褶曲で特徴づけられる。

ENE方向のパウ背斜はこの地域の各岩層の分布に大きく影響を与えている。主にパウ石灰岩層とジュラ紀後期以前の岩石からなる背斜の冠部は、背斜軸に沿う2地域、すなわちジャゴイ花崗閃緑岩地域と石灰岩台地地域に分れている。このことは先に述べた Bedding Fabric Analysis の結果を確認するものである。すなわち主にパウ背斜によって代表されるNE~ENE方向の褶曲に加えて、NW方向の褶曲も存在することを暗示している。しかしながら、褶曲はパウ石灰岩層中では必ずしも明瞭ではないが、このことは、褶曲よりもむしろ断層を生じやすい石灰岩の岩石物性を反映しているものと思われる。

他方、ベダワン層中にはパウ背斜にほぼ平行なNEないしENE方向の軸をもつ多くの小規模な褶曲が発達している。これらの褶曲は、パウ背斜と同じ応力場で、下位のパウ石灰岩層上をスリップしながら形成された合同褶曲と考えられる。しかしながら、両者の関係は未だ野外では確認されていない。

2-7-4 第三紀貫入岩類の方向

パウ・シニアワン地域に点在する第三紀貫入岩岩株の形状は、テバン地域のそれと平面上で明瞭に異なっている。北部のジュアラ山、ロビー山、ベカジャン山 (G. Bekajang)、セラ

ブ山 (G. Serambu) を構成する岩株は、ほぼ円形を示しているけれども、南部のタアン山 (G. Ta-an), ウンギアン山 (G. Ngian), ドゥヤン山 (G. Duyan), テバン山, バドゥド山, アピ山, プアン・ビディ山およびオラット山を構成する岩株は、長楕円形を示している。この相違は、前者はNWとNNE方向の断層の交差部に貫入し、後者はENE方向の断層沿いに貫入した結果と推定される。南部にある岩株の伸長方向はまたベダワン層の一般走向に一致している (Fig. II-13)。

第三紀貫入岩岩株の広域的なNNE配列方向は、石灰岩中のNNE方向の断層以外のどんな構造線とも関係していない。Bedding Fabric Analysisの結果とランドサット・イメージのいずれもNNE配列方向に一致するどんな構造線も示していない。したがって、この方向は、花崗閃緑岩とセリアン火山岩類からなる両基盤の境界あるいはそれら基盤中の大規模な裂か帯のような深部構造によってコントロールされたものと推定される。

すでに述べたように、第三紀貫入岩岩脈の方向は、明らかに断層方向に支配されている。

2-7-5 応力場

プロジェクト地域の大部分の構造は白亜紀後期に形成されたものと考えられる (Fig. II-3)。

この時期の応力場を復元するには、次のような重要な事実が役に立つ。

- (i) ENE方向のバウ背斜の存在。
- (ii) バウ背斜にはほぼ平行な多数の小規模褶曲がベダワン層中に存在すること。
- (iii) NE~E系の断層の大部分が逆断層の可能性をもっていること。
- (iv) NE~E系の断層の少なくとも一部は、その方向の褶曲運動の結果として生じたように見えること。
- (v) NW~N系の断層は本来開放裂かであったものと推定されること。

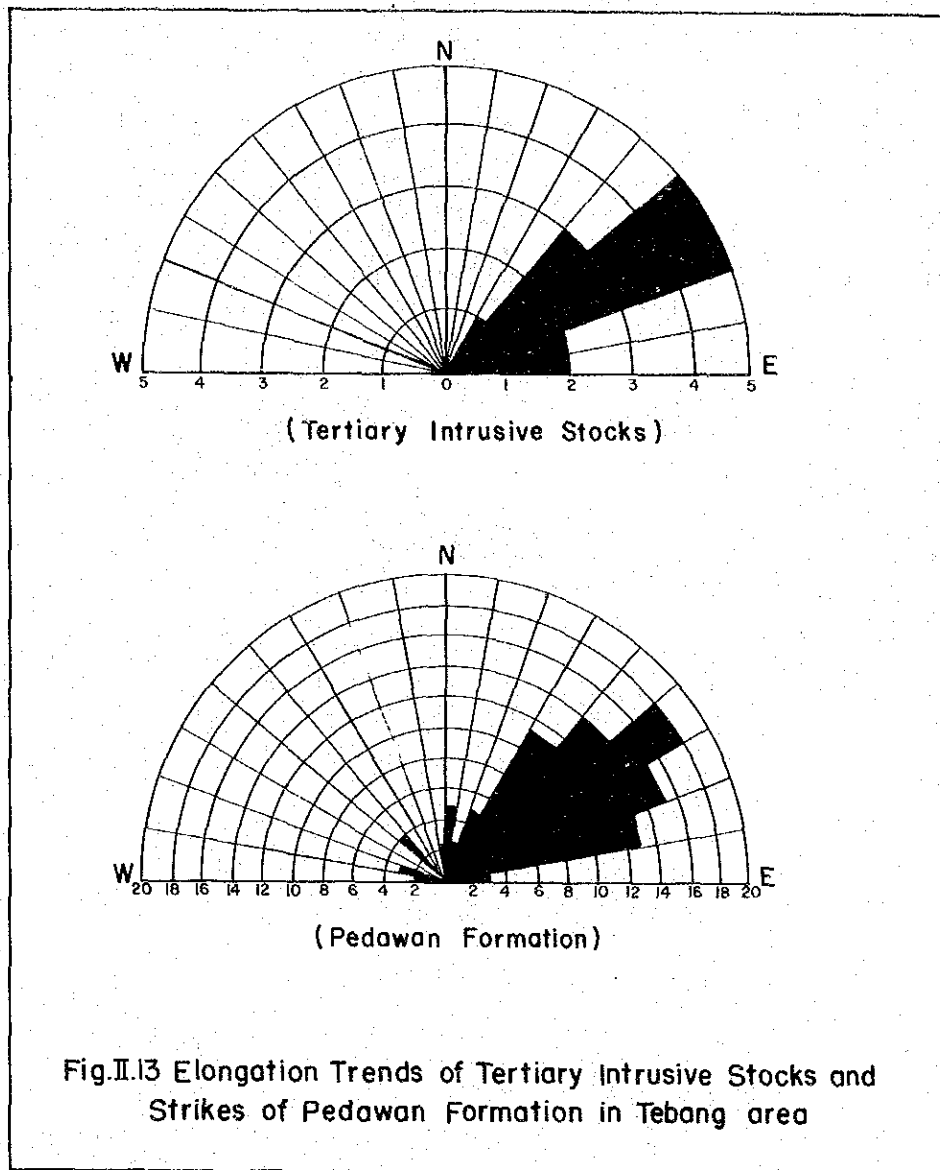
このような点を考慮すると、白亜紀後期のプロジェクト地域は、NW-SE方向に主応力軸をもつ圧縮応力場にあったと推定される。

この方向の圧縮応力は、ENE方向のバウ背斜とベダワン層中の多数の小規模合同褶曲を形成し、これらの褶曲運動の結果として、NE~E系断層およびNW~N系開放裂かが生じたものと考えられる。

2-7-6 結論

前述の議論から、プロジェクト地域の主要な構造は次のようにまとめられている。

- (i) ENE方向のバウ背斜は、この地域の各岩層の分布を大きく支配しており、NNW-SSE方向に主応力軸をもつ圧縮応力によって形成されたものである。
- (ii) 多数のNEないしENE方向の小規模合同褶曲がベダワン層中に存在するが、これらもバウ背斜と同じ応力場において形成されたものと考えられる。
- (iii) NW方向の褶曲の存在も推定されるが、この方向の褶曲はおそらくバウ背斜形成以前に生



SP2565/2/83

Fig. II —13 Elongation Trends of Tertiary Intrusive Stocks and Strikes of the Pedawan Formation in the Tebang Area

じたものと考えられる。

- (iv) 多数の鉱床を胚胎するパウ町南の石灰岩分布域は、パウ背斜とNW方向の褶曲（背斜）のカルミネーションの部分に相当すると推定される。
- (v) 断層は、WNW～W系、NE～E系、NNE系およびNW～N系の4系統に分類される。
- (vi) 第三紀貫入岩岩株の個々の形状や伸長方向は、これらの断層の方向に強く支配されている。すなわち、パウ・シニアワン地域の岩株はNWとNNE方向の断層の交差部に貫入したため、ほぼ円形に近い形状を示し、南部のテバン地域の岩株はENE方向の断層に沿って貫入したため、その方向に伸長した長楕円形を呈している。
- (vii) 第三紀貫入岩岩株の広域的なNNE方向の配列は、深部構造を反映したのと考えられる。
- (viii) パウ町南部の石灰岩台地地域のNNE系断層は、鉱液の通路として重要な役割を遂し、NW～N系断層は、むしろ第三紀貫入岩岩脈の貫入に貢献したと考えられる。

2-8 地 史

プロジェクト地域で最古の岩石はジャゴイ花崗閃緑岩と考えられている。したがって、この地域の地史はジャゴイ花崗閃緑岩パソリスの貫入によって始まる。その時期は三疊紀後期以前と推定されているが、正確には不明である。

三疊紀後期、準平原化していたプロジェクト地域および付近一帯は、本地域に隣接するベンリセンヤクアップ地域から除々に沈降を始め、海進が始まった。堆積の進行に伴って、東方のセリアンヤベンリセン地域で活発な火山活動が始まり、続いて付近一帯に及んだ。

その後の隆起・侵食の後、ジュラ紀後期には、再び沈降を始め、本地域および周辺地域の局所的な小堆積盆に碎屑物質の堆積が始まった。この時期には、本地域西部のジャゴイ花崗閃緑岩分布域はまだ水面上にあった。引き続き沈降によって、堆積盆は拡大し、海進をもたらした。そしてジャゴイ花崗閃緑岩分布域のような島しょ周辺にはサンゴ礁が発達し、さらにその周辺には広範囲に炭酸塩が沈澱を続け、結果的に厚い石灰岩（パウ石灰岩層）が生成した。石灰岩の生成は、堆積盆がさらに沈降を続けることによって終り、白亜紀初期には、引き続き碎屑物質の流入が始まり、この砂泥からなる碎屑物質の堆積は、火山活動が始まる白亜紀後期まで続いた。

白亜紀後期の火山活動は、この地域のNW方向の褶曲運動を伴い、本地域は除々に隆起していった。

おそらく白亜紀の終り頃には、この地域はNW-S E方向の強い圧縮を受けた結果、多くの褶曲・断層が生じた。大規模なパウ背斜、ベダワン層の多数の小規模褶曲およびこの地域の大部分の断層はこの時期に生成したものである。

パウ背斜に相対する向斜が同時に本地域の南・北両側に生じ、それらは陸生のキャン砂岩層

の堆積盆となった。

その後、第三紀中新世までには、現在の地形の骨組みは出来上がっていた。中新世の末期に岩株・岩脈の貫入および小規模な火山活動が起り、それに伴って鉱床が生成した。その後侵食が続き、現在の地形が出来上がった。

第 3 章 鉍 床

3-1 概 説

第一年次の地質・地化学調査および既存資料の収集・コンパイルにより、調査地域内には多数の鉍床および旧採掘跡が存在することが明らかにされた。これらの鉍床は新第三紀中新世の火成活動に成因的關係をもつ浅熱水性鉍脈型鉍床で、主要鉍物の組み合わせから金・アンチモン鉍床、銅・鉛・亜鉛鉍床、水銀鉍床に区分される。

金・アンチモン鉍床はパウ周辺からクロコン付近にかけて分布するパウ石灰岩層分布域に集中しており、かつ石灰岩中でも、中新世貫入岩類の直線的配列線およびその西側のNNE系大規模断層周辺に密集し、全体としてNE-SW方向に約10km、NW-SE方向に約2.5kmの帯状の分布を示している。貫入岩配列線の東側では、現在までのところベカジャン(Bt. Bekajang)湖周辺、ジャンブサン北部などに幾つかの鉍床が知られているにすぎない。また、平地状石灰岩区域では石灰岩と上位のベダワン層の頁岩・砂岩との境界部付近に鉍床が多産する傾向が認められるが、ベダワン層中には鉍床は稀れである。このような鉍床の分布状態は鉍床が構造的・岩質的規制のもとに形成されたことを示している。

銅・鉛・亜鉛鉍床は金・アンチモン鉍床の帯状分布域のほぼ中央部に位置する岩株状貫入岩体の内部および岩体周辺の石灰岩中に胚胎しており、鉍床の累帯配列という観点からみれば、これらの鉍床がパウ鉍床区における鉍化作用の中心となっていることが想定される。

水銀鉍床は、金・アンチモン鉍床および銅・鉛・亜鉛鉍床とは異なり、ベダワン層の頁岩・砂岩中の破碎帯に形成されたもので、鉍床付近には石灰岩は分布しない。しかしながら、鉍床の近辺には中新世の貫入岩体が露出しており、貫入活動に關係した鉍床である。

各鉍床の特性は次章に詳述する。

3-2 鉍床記載

本年度の調査では幾つかの鉍床について詳細な観察が行われ、規模・性状が明らかにされた。本章ではそれらの鉍床について記載し、観察不可能な鉍床については、Wilford(1955)、Wolfenden(1965)、Pimm(1967)等の既存資料をもとにTable A-6、A-7に要約した。また、鉍床位置図はFig. II-14に、鉍石試料の分析結果はTable II-6にそれぞれに示した。

3-2-1 準精査区域の鉍床

1. ラッキーヒル(Lucky Hill) A 鉍床

パウ町の南方1.2kmに位置する本鉍床は、1960年代にクウェイ・ファ(Kwei Fah)会社によって稼行され、同社はSb 40%のアンチモン精鉍130トンを生じた。その後鉍業権はラ

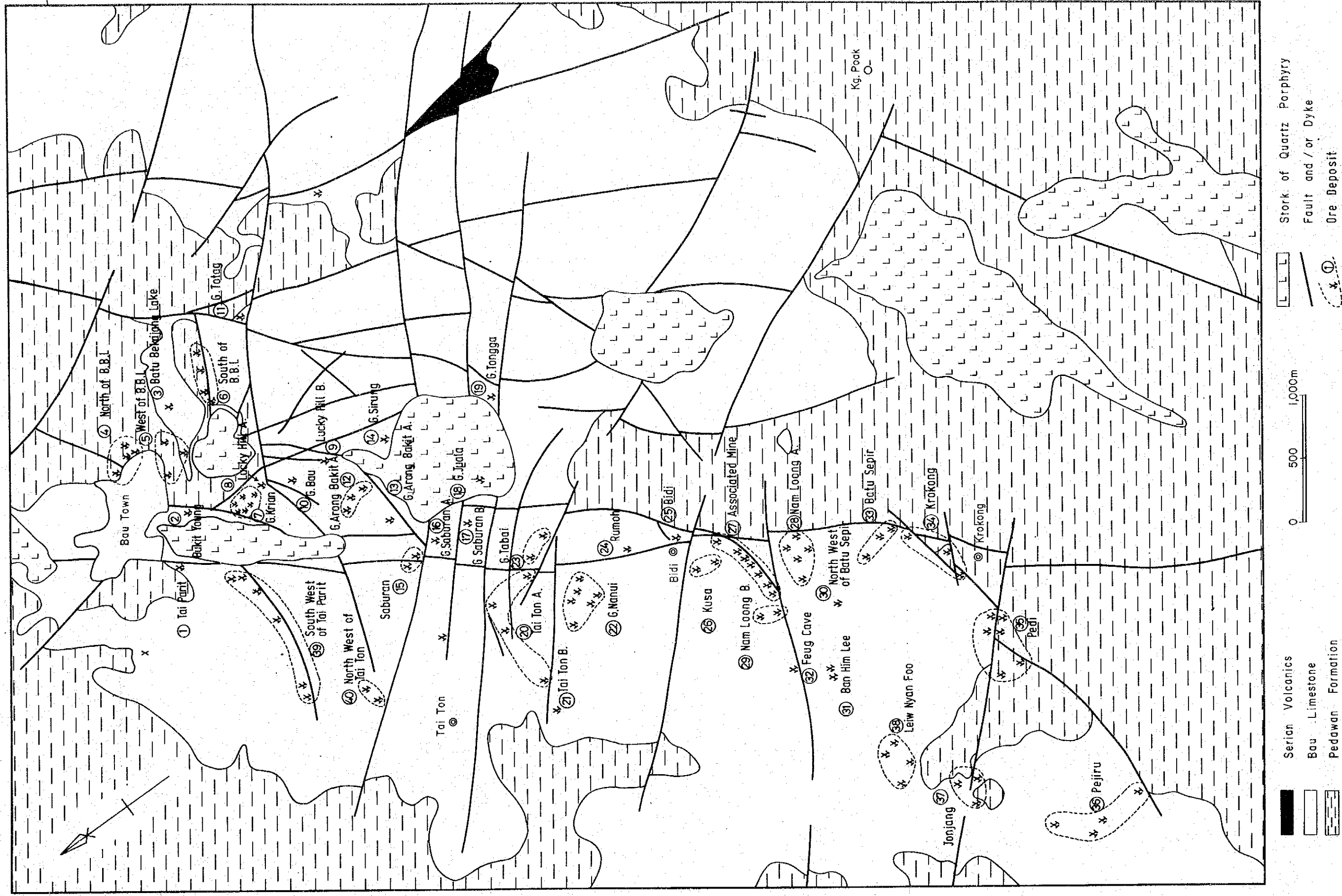


Fig. II-14 Location Map of Ore Deposits in Semi-Detailed Survey Area, Bau

Table II - 6 Results of Chemical Analysis of Ore Samples

Ser. No.	Sample No.	Coordinates		Sample Locality	Macroscopic Feature	Au g/t	Ag g/t	Cu %	Pb %	Zn %	Sb %	As %	Hg ppm	
		X	Y											
Semi-detailed Area	001	AR0007	91637	5519	G. Krian	zb-ga-calcite vein	2.3	52.3	0.02	0.20	3.54	0.14	NA	NA
	002	AR0008	91637	5519		py-sb-calcite vein	24.0	17.2	tr.	0.16	0.07	0.11	NA	NA
	003	AR0021	91143	5322	Kg. Boring	brecciated, with sb-py-calcite veinlets	2.1	8.1	0.02	0.14	0.05	0.23	NA	NA
	004	AR032a	91590	5310		galena and sphalerite rich ore	7.0	268.0	1.54	5.39	4.25	0.46	NA	NA
	005	AR032c	91590	5310	G. Tongga	pyrite-arsenic rich ore	3.3	129.0	0.64	2.62	1.20	0.26	14.28	NA
	006	AR032d	91590	5310		py-zb-calcite ore	20.0	84.3	0.24	4.05	7.90	tr.	NA	NA
	007	AR0043	91572	5110	(boulder at G. Rophi)	vein quartz with py-sb	1.3	9.8	0.02	0.45	0.60	0.52	NA	NA
	008	AR0049	91390	5250		channel sample	tr.	tr.	tr.	0.01	tr.	tr.	NA	NA
	009	AR0050	91390	5250		channel sample	0.7	tr.	tr.	0.01	tr.	0.02	NA	NA
	010	AR0051	91390	5250		channel sample	tr.	tr.	tr.	0.02	tr.	0.03	NA	NA
	011	AR0052	91390	5250		channel sample	tr.	tr.	tr.	0.02	tr.	tr.	NA	NA
	012	AR0053	91400	5265		stocked ore (crushed)	9.0	18.0	tr.	0.01	0.03	1.69	11.15	19.3
	013	AR054d	91400	5265		stibnite and realgar rich ore	20.0	237.0	0.18	0.03	0.01	13.10	17.89	NA
	014	AR054e	91400	5265		stibnite and arsenic ore	24.0	272.0	0.08	0.01	0.02	2.10	7.48	NA
	015	AR054f	91400	5265		realgar rich calcite vein	74.4	211.0	tr.	0.04	0.01	0.53	46.44	NA
	016	AR054g	91400	5265		banded black mineral and calcite ore	0.2	26.1	0.01	0.01	tr.	1.26	1.38	14.2
	017	AR054h	91400	5265		brecciated, black limestone with calcite	6.0	14.7	tr.	0.02	0.01	1.22	NA	NA
	018	AR058a	91322	5221		light brown-coloured clay ore	0.2	tr.	tr.	0.01	0.01	tr.	NA	NA
	019	AR058b	91322	5221		vein calcite in clay ore	4.2	16.2	tr.	0.03	0.01	0.17	NA	NA
	020	AR059c	91328	5233	Nam Loong	clay ore	65.2	43.8	tr.	tr.	0.01	5.71	NA	NA
	021	AR059d	91328	5233		clay ore	2.4	tr.	0.01	0.01	0.04	tr.	NA	NA
	022	AR061a	91397	5225	Associated Mine	sb-quartz ore	69.6	29.1	tr.	0.01	0.03	1.36	1.91	NA
	023	AR061b	91397	5225		sb-arsenic ore	20.4	89.8	tr.	1.09	0.10	1.78	NA	NA
	024	AR062a	91435	5291		clay ore	6.0	124.0	0.03	0.25	0.06	0.01	NA	NA
	025	AR063b	91435	5291	Rumoh	black banded vein calcite	5.5	tr.	tr.	0.01	0.02	0.14	NA	NA
	026	AR065a	91651	5501		channel sample	6.0	35.2	0.01	tr.	0.04	53.92	NA	NA
	027	AR065c	91651	5501	Lucky Hill (A)	channel sample	14.1	150.0	tr.	tr.	0.01	36.02	2.03	NA
	028	AR069a	91655	5497		fine-grained sb-epidote ore	7.6	21.7	0.01	0.03	0.01	4.61	1.70	NA
	029	AR069d	91655	5497		sarabaute and stibnite ore	3.6	8.1	tr.	tr.	0.01	11.90	2.81	NA
	030	AR070a	91637	5444	Lucky Hill (B)	massive stibnite ore	15.3	148.0	0.02	tr.	0.05	15.38	1.65	NA
	031	AR070b	91637	5444		sb-wollastonite-calcite ore	5.1	17.6	tr.	tr.	0.02	14.02	NA	NA
	032	AR083a	91410	5415		sb-realgar-calcite vein	17.5	tr.	tr.	tr.	0.01	0.07	10.32	NA
	033	AR083b	91410	5415	Tai Ton (A)	black mineral-calcite vein	14.9	tr.	tr.	0.05	tr.	0.14	NA	NA
	034	AR0084	91410	5415		stibnite rich, arsenic ore	8.2	1.6	tr.	tr.	0.01	1.01	NA	NA
	035	AR0086	91361	5409		black calcite vein	1.1	tr.	tr.	tr.	0.01	tr.	NA	NA
	036	AR0087	91361	5409		brown clay ore	5.7	7.0	0.03	0.02	0.10	0.04	NA	NA
	037	AR0089	91361	5409		clay ore	13.8	19.0	0.03	0.67	0.11	0.20	NA	NA
	038	AR0090	91361	5409	Tai Ton (B)	channel sample	8.4	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	NA	NA
	039	AR0091	91361	5409		channel sample	1.4	tr.	tr.	0.01	tr.	tr.	NA	NA
	040	AR0092	91361	5409		channel sample	1.1	tr.	tr.	0.01	tr.	tr.	NA	NA
	041	AR0093	91361	5409		channel sample	1.8	tr.	tr.	0.01	tr.	0.01	NA	NA
	042	AR0094	91523	5447		channel sample	9.7	tr.	tr.	0.01	tr.	tr.	NA	NA
	043	AR0098	91526	5428	Saburan	py-asp in black vein calcite	77.6	8.1	tr.	0.02	tr.	tr.	1.53	17.3
	044	AR0100	91527	5427		py-asp in black limestone	5.9	tr.	tr.	0.02	tr.	0.04	1.04	48.0
	045	AR0101	91527	5427		red-coloured ore	1.6	tr.	tr.	0.05	0.01	0.04	NA	NA
	046	AR0103	91649	5499	Lucky Hill (A)	sb-py-calcite vein	4.2	27.5	tr.	0.26	0.06	0.36	0.37	NA
	047	BR0003	91727	5492	South of Bt. Bekajang Lake	py-sb-asp-calcite vein	33.2	85.0	0.03	0.65	0.90	0.33	3.98	NA
048	BR0007	91266	5213	Ban Him Lee	fibrous stibnite in brecciated ls.	8.9	3.3	tr.	0.01	0.01	0.04	5.43	NA	
049	BR0008	91031	5119	Pejiru	py-calcite-quartz vein	3.2	3.2	tr.	0.04	tr.	0.12	NA	NA	
050	BR0009	91034	5111		quartz, calcite and pyrite ore	7.6	tr.	tr.	0.01	0.02	0.04	NA	NA	
051	BR0017	91483	5326	G. Tabai	black calcite ore	1.1	tr.	tr.	0.03	0.03	0.01	NA	NA	
052	BR0020	91485	5337		py-calcite-quartz vein	11.7	37.6	0.03	0.72	0.84	0.07	NA	NA	
053	AR0075	91780	5765	G. Sirrenggok	py rich ore in sandstone	0.2	6.5	0.02	0.02	1.90	tr.	NA	NA	
054	AR0078	92015	5680	boulder (near Jambusan)	py rich ore in conglomerate	0.2	tr.	tr.	tr.	tr.	tr.	NA	NA	
055	JR0011	91700	4427	Tegora	gray, muddy rock with cinnabar	tr.	tr.	0.01	tr.	tr.	0.06	0.78	23100	
056	SR0061	91090	4265	Gadin	py-realgar in brecciated zone	0.2	tr.	tr.	tr.	0.01	0.51	1.62	NA	
057	SR0075	92775	5665	SW of Bt. Skunyt (boulder)	sb-patch in gangue	0.4	1.6	tr.	tr.	tr.	8.49	NA	NA	

Abbreviations :

sb : stibnite, py : pyrite, zb : zineblende, ga : galena, aspy : arsenopyrite

ッキーヒル社に移り、同社は約5,000トンのアンチモン精鉱(Sb品位60~68%)を産し、1982年閉山した。

鉍山付近の地質はパウ石灰岩層に属する塊状石灰岩とこれを貫く石英斑岩の小岩脈よりなり、石灰岩は岩脈付近では大理石化している。また、同鉍山の本坑地並の坑口付近では、石灰岩は断層によりベダワン層と接している。小岩脈は坑口付近のほか、本坑地並にある南向立入坑道にみられる。なお、この立入坑道の南端部には貫入岩はみられないが、広い範囲にわたって石灰岩の大理石化が認められる。

鉍床は、Fig. 11-15に示す通り、石灰岩中に限って形成した含金アンチモン鉍床で、幾つかの単位鉍体が集合して全体として走向延長約150m、傾斜延長約110mの規模となっている。鉍床の形状は裂か充填鉍脈型であるが、部分的にレンズ状交代部分も認められる。

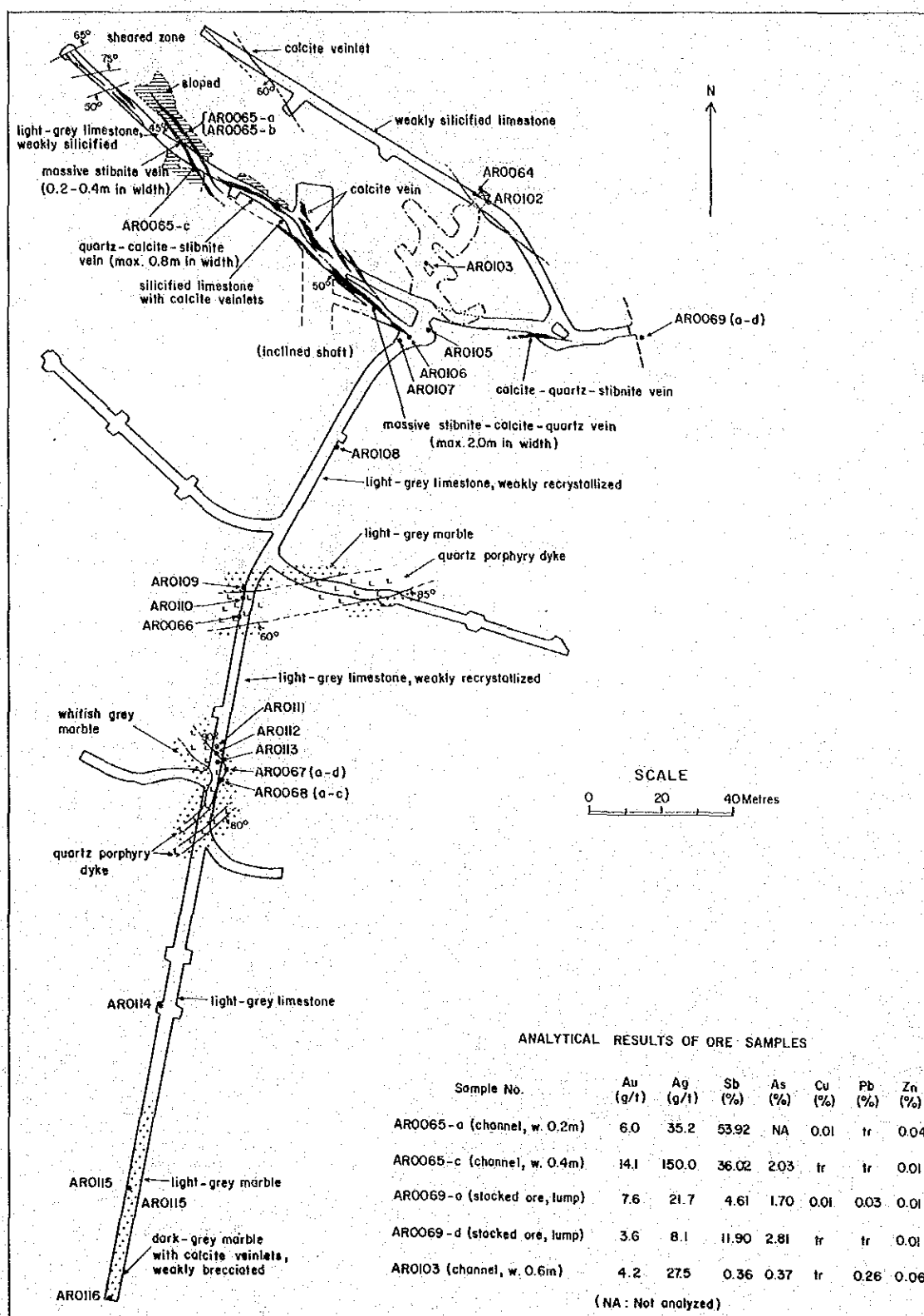
鉍脈型鉍体はNWないしWNWの走向を示し、 45° ~ 60° の南傾斜している。鉍体の規模は走向延長数10メートル、脈幅は50cm以内が普通である。脈は石英、方解石を主とし、これに輝安鉍と細粒の黄鉄鉍、硫砒鉄鉍を伴い、少量の金を含有する。良好部では粗粒の輝安鉍を多量に産し、この部分では脈石は非常に少ない。本坑地並で採取した3個のチャンネル・サンプル(AR0065-a, AR0065-c, AR0103)の分析結果はSb 0.3~5.4%, Au 27~150 g/tを示した。

交代型鉍床は走向方向に伸長したレンズ状で、単位鉍体の規模は延長20m程度、幅2~3mである。鉍石鉍物は脈型と同じであるが、脈石として珩灰石、グロッシュラー、ベスブ石、緑レン石、サラパウ石などを伴うことを特徴とする。この種の鉍石2試料(AR0069-a, AR0069-d)の分析結果はSb 4.61~11.90%, Au 3.6~7.6 g/t, As 1.70~2.81%を示した。

塊状輝安鉍鉍石1試料(AR0065-b)と輝安鉍-石灰珩酸塩鉍物鉍3試料(AR0069-a, AR0069-d-1, AR0069-d-2)の検鏡結果では、AR0065-bはその大部分を粗大な輝安鉍結晶で占められ、集片双晶による葉理組織や粒状組織がみられる。粗粒結晶の間隙あるいは脈石との境界付近には自形の菱形、クサビ形、短柱状の硫砒鉄鉍の細粒結晶(長さ0.03~0.1mm, 径0.02~0.04mm)を含む。AR0069-a試料では脈石の間隙を埋める不規則形状の輝安鉍と赤色の内部反射を示すサラパウ石、3粒の細粒金粒(エレクトラム)が認められた。AR0069-d-1および同d-2試料では細粒から粗粒までの輝安鉍結晶よりなり、一部の輝安鉍は縞状~コロフォーム構造をなし、これに毛鉍の細粒針状~毛状結晶を伴う。脈石中にはこれらのほかに白色の同定困難な鉍物の微小結晶が少量含まれる。

本鉍床にみられる鉍化規制としては、鉍床の形成がNWないしWNW系の裂かに限定されるという著しい構造規制があげられる。

母岩の変質は一般に微弱で、鉍床のごく近辺において珩化作用が認められる程度であるが、



SP2554/2/83

Fig. II-15 Geology of Lucky Hill Mine A

鉍床周辺では微細な方解石脈が多数形成されている。

2. ラッキーヒル (Lucky Hill) B 鉍床

この鉍床は A 鉍床の 500 m 南方に位置し、斜坑と若干の水平坑道により開坑されているが、第一坑道以下は水没している。

鉍床は暗灰色泥質大理石を交代したと考えられる走向 N20°~30°W、傾斜 35°E のレンズ状交代鉍床で、ラッキーヒル A 鉍床に比較すると規模は小さい。鉍床はラッキーヒル A 鉍床によく類似しているが、珪灰石など石灰珪酸塩鉍物を多量に伴う。

鉍化規制としては、鉍床が塊状純粋石灰岩中に挟在する泥質石灰岩のみを選択的に交代するという岩質規制が顕著である。淡灰色純粋石灰岩中には鉍床はみられない。

斜坑坑口付近に残されている貯鉍から採取した試料 (AR0070-a および b) の分析結果は次の通りである。

	Au (g/t)	Ag (g/t)	Sb (%)	As (%)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
AR0070-a 輝安鉍良鉍石	15.3	148.0	15.38	1.65	0.02	tr.	0.05
AR0070-b 輝安鉍-方解石- 珪灰石鉍石	5.1	17.6	14.02	N.A	tr.	tr.	0.02

(N.A : 分析せず)

試料 AR0070-a から 2 個、同 AR0070-b から 1 個の研磨片を作成し顕微鏡観察を行った結果では、いずれの試料も細粒~粗粒の針状~長柱状輝安鉍よりなり、細粒結晶は脈石中に鉍染状あるいは脈石の微細な割れ目を埋める不規則形を示すことが多い。粗粒結晶の一部は圧力を受けたために生じたと思われる葉理を示す。AR0070-a のうちの 1 試料には微粒状の黄鉄鉍が少量認められたが、他の鉍石鉍物は研磨片中には存在しない。

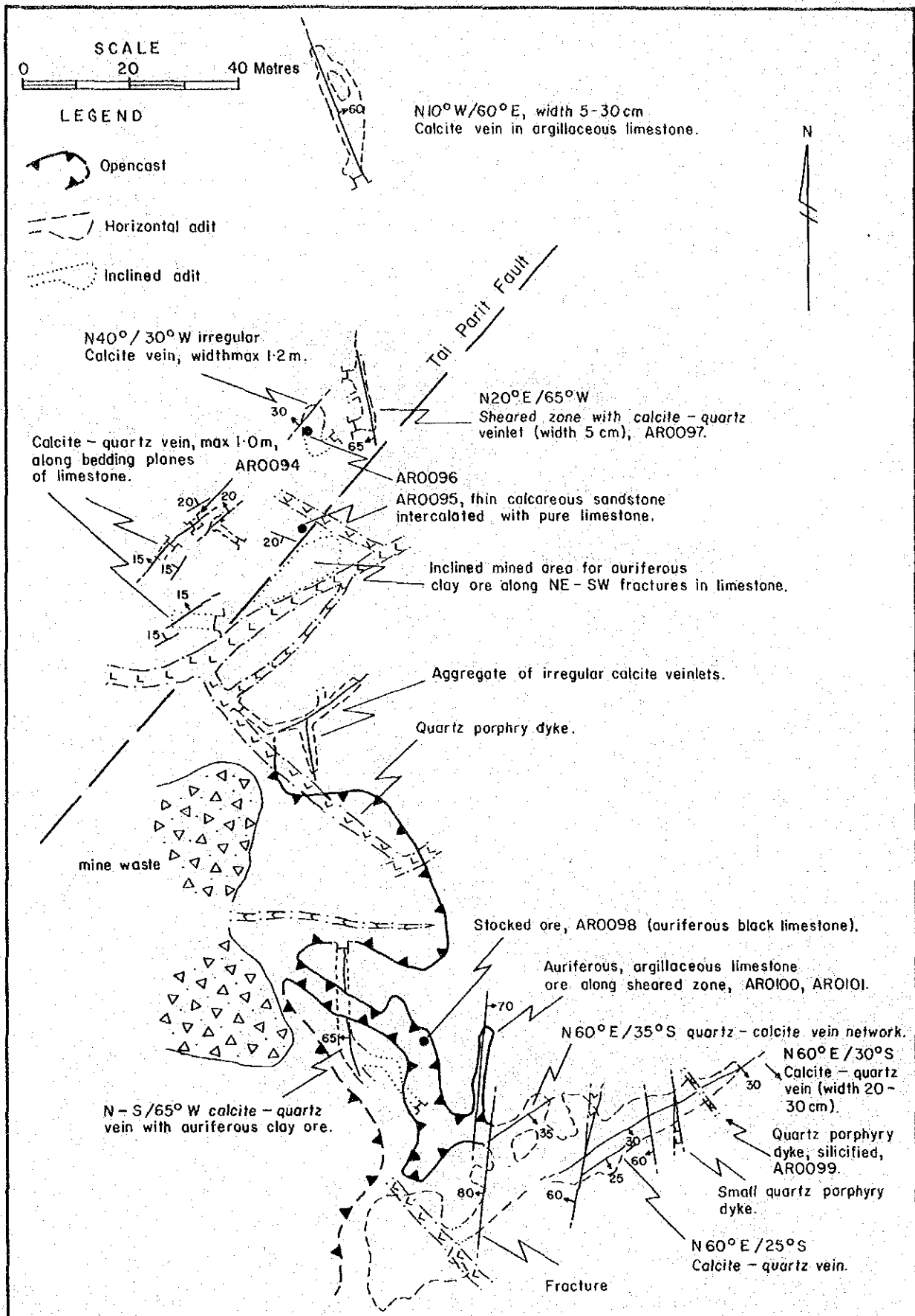
母岩の変質は明瞭ではないが、泥質大理石は鉍床周辺で珪化作用を受けているとみられる。

3. サブラン (Saburan) 鉍床

本鉍床はパウ町の南西約 2 km、サブラン山の北部斜面に位置している。開発の初期には風化による残留性の含金粘土鉍が採掘されたが、1947 年以降にはサブラン鉍山会社 (Saburan Gold Mining Comp.) によって初生鉍石の採掘も実施され、1970 年代に操業は中止された。

鉍床は、Fig. II-16 に示す通り、タイバリット断層周辺およびその南東部に分布する多数の鉍体よりなる。鉍床付近は暗灰色泥質石灰岩と淡灰色純粋石灰岩よりなり、部分的に石灰質砂岩の薄層がみられる。火成岩は断層付近と南東部の鉍床近辺にみられる石英斑岩岩脈で、いずれも珪化・絹雲母化作用が著しい。

鉍化範囲は NS 方向約 250 m、EW 方向約 150 m で、この範囲のなかに多くの小鉍脈、一部は交代型レンズ鉍体分布する。鉍体の規模は走向延長 50 m 以内、脈幅 3 m 以下であるが、



SP 2560/2/83

Fig. II - 16 Geology of Saburan Mine

深部への連続性は明らかでない。走向は一般にN10°Eで急傾斜を示すが、石灰岩の層理面に沿うものはN40°~60°Eで、断層の北部では15°~20°N、南東部ではN60°E・35°Sの走向傾斜を示している。

鉍床は石英、方解石を主とし、これに砒素鉍物、黄鉄鉍および金を伴うが、輝安鉍は他の鉍床に比較して少ない。砒素鉍物は自然砒素、硫砒鉄鉍、雄黄、鶏冠石などで、断層南東部の鉍床に多い。

上記初生鉍石鉍物のほか、南東部の鉍床では泥質石灰岩および方解石脈の風化によると考えられる残留性含金粘土鉍が地表に近い部分に分布しており、分析の結果では高い金品位が得られた。採取した石英・方解石脈のチャンネル・サンプル(AR0094)と南東部の坑口付近の3試料の分析結果は次の通りで、泥質石灰岩鉍石は著しく高い金の含有を示している。

	Au	Ag	Sb	As	Hg	Cu	Pb	Zn
	(g/t)	(g/t)	(%)	(%)	(ppm)	(%)	(%)	(%)
AR0094 方解石・石英脈	9.7	tr.	tr.	NA	NA	tr.	0.01	tr.
AR0098 含金泥質石灰岩	77.6	8.1	tr.	1.53	17.3	tr.	0.02	tr.
AR0100 方解石・粘土鉍	5.9	tr.	0.04	1.04	48.0	tr.	0.02	tr.
AR0101 桃色方解石鉍	1.6	tr.	0.04	NA	NA	tr.	0.05	0.01

(NA:分析せず)

上記分析試料のうち、金品位の高いAR0098について検鏡観察を行った。研磨片は鉍石鉍物の少ない低品位鉍で、少量の硫砒鉄鉍、黄鉄鉍、白鉄鉍および輝安鉍が散点する。硫砒鉄鉍は長さ0.02~0.5mm、幅0.02~0.04mm程度の自形結晶集合脈として母岩中にあり、その周辺に黄鉄鉍、白鉄鉍よりなる微細脈が存在する。輝安鉍は細粒結晶として鉍染状に少量認められる。金品位は77.6g/tと高いが、作成した研磨片中には金粒は認められなかった。

本鉍床を構成する多数の鉍体は明瞭な構造規制と岩質規制のもとに形成されている。すなわち、脈状鉍体はN10°W~N10°EおよびN50°~60°E方向の裂か・小割目に限って鉍床が生成し、N40°Eのタイパリット断層帯中およびN10°~20°Eの断層・割目には顕著な鉍化作用は認められない。また、石灰岩の層理面に沿った緩傾斜の鉍体がみられるが、この場合暗灰色泥質石灰岩のみが鉍化を受けており、この現象はラッキーヒルB鉍床と全く同様で、明らかな岩質規制である。

母岩の変質は一般に弱い、軽微な珪化・粘土化作用と、局所的な絹雲母化作用が鉍体近辺に認められる。

1949年から1964年までの間に、本鉍床から14,000トンの粗鉍を産し、109kgの金を回収したことが記録されている。これは粗鉍品位が少なくとも平均8g/t以上であることを示している。また、過去の鉍石分析結果によれば石英・方解石塊鉍でAu9~50g/t、砒素に

富む鉱石で最高 Au 48 g/t の品位がそれぞれ報告されており、本年度の AR0094 の分析結果もこれらに類似している。

4. トンガ山 (G.Tongga) 鉱床

ラッキーヒル B 鉱床の南約 1.5 km に多数の黄銅鉱、方鉛鉱、閃亜鉛鉱を含むレンズ状鉱床が存在する。

本鉱床は 1962 年にマレーシャ・マイナーズ会社 (Malaysian Miners Limited) によって探鉱されたが現在休山中であり、観察は困難である。しかし、N50°E 方向の鍾押 25 m と坑口に残存する少量の貯鉱は現在でも観察することが可能である。

従来 of 調査資料によれば、本鉱床は大理石中の割目を充填した石英-方解石脈で、方鉛鉱、閃亜鉛鉱、黄銅鉱、黄鉄鉱、硫砒鉄鉱等を伴う。

マレーシア地質調査所サラワク支所によって採取された 1 塊鉱サンプルの分析品位は、Au 3.1 g/t, Ag 136.8 g/t, Cu 0.26%, Pb 1.04%, Zn 3.2%, Sb 0.07%, As 1.96%, Fe 42.2% であったと報告されている。

第一年次の調査では、3 種類の塊状鉱石試料を坑口貯鉱から採取して分析および顕微鏡観察を実施した。

分析結果は次の通りである。

	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Sb (%)	As (%)
AR0032-a 鉛・亜鉛良鉱	7.0	268.0	1.54	5.39	4.25	0.46	NA
AR0032-c 黄鉄鉱・硫砒 鉄鉱良鉱	3.3	129.0	0.64	2.62	1.20	0.26	14.28
AR0032-d 鉛・亜鉛・方 解石鉱	20.0	84.3	0.24	4.05	7.90	tr.	NA

(NA : 分析せず)

2 試料の研磨片 (AR0032-a および AR0032-c) について検鏡した結果、AR0032-a は硫砒鉄鉱、方鉛鉱、黄鉄鉱の大型結晶と閃亜鉛鉱、黄銅鉱の細粒結晶から構成されている。

硫砒鉄鉱は大型の斜方晶系自形結晶で単独に産するが、稀に集合体としても分布する。大部分の結晶は明瞭な累帯構造を示している。

方鉛鉱は一般に粗粒結晶で、最大 2 mm に達し、黄鉄鉱、硫砒鉄鉱等に伴って産するが、稀に斑銅鉱や閃亜鉛鉱に伴うことがある。

方鉛鉱結晶の周縁部は微細粒の褐鉄鉱とみられる不明瞭な 2 次鉱物で交代されている。

黄鉄鉱中には黄銅鉱を包有し直径 0.3 ~ 0.8 mm の閃亜鉛鉱が少量点在する。この試料は銀品位が高いが、鏡下では銀鉱物は認められなかった。

AR0032-cはほとんどAR0032-aと同様の構成鉱物であるが、斑銅鉱をより多く含む。

5. タイトン (Tai Ton) A 鉱床

タイトン部落の南南西約1kmに位置するタイトンA鉱床は800m×500mの範囲内に分布する4箇所の露天採掘跡よりなり、これらはいずれも現在水没している。

本鉱床の操業はタイトン金鉱山 (Tai Ton Gold Mining Syndicate) により1931年～1954年の間に実施された。現在は鉱床露頭はみられず、少量の貯鉱が旧作業場付近に残っているのみである。

これらの残鉱から本鉱床は輝安鉱と多くの砒素鉱物を伴う石英-方解石脈であることが判断される。

この残鉱から採取された試料のうち3試料 (AR0083-a, AR0083-b, AR0084) が分析に供され、2試料 (AR0083-a, AR0084) は顕微鏡観察に供された。

分析結果は次の通りである。

	Au (g/t)	Ag (g/t)	Sb (%)	As (%)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
AR0083-a 含砒素石英・ 方解石脈	17.5	tr.	0.07	10.32	tr.	tr.	0.01
AR0083-b 自然砒素・ 方解石鉱石	14.9	tr.	0.14	NA	tr.	0.05	tr.
AR0084 含輝安鉱方解 石鉱石	8.2	1.6	1.01	NA	tr.	tr.	0.01

(NA: 分析せず)

鏡下では、AR0083-aは自然砒素と少量の輝安鉱、黄鉄鉱、白鉄鉱、黄銅鉱等が石英、方解石に伴って産する。石英中には主として自然砒素の球顆が多数認められ、またごく微細な黄鉄鉱、黄銅鉱、硫砒鉄鉱、などが石英や方解石中に鉱染状に産する。

AR0084は最大2mmに達する輝安鉱の大型結晶と細粒の自然砒素の球顆からなる。

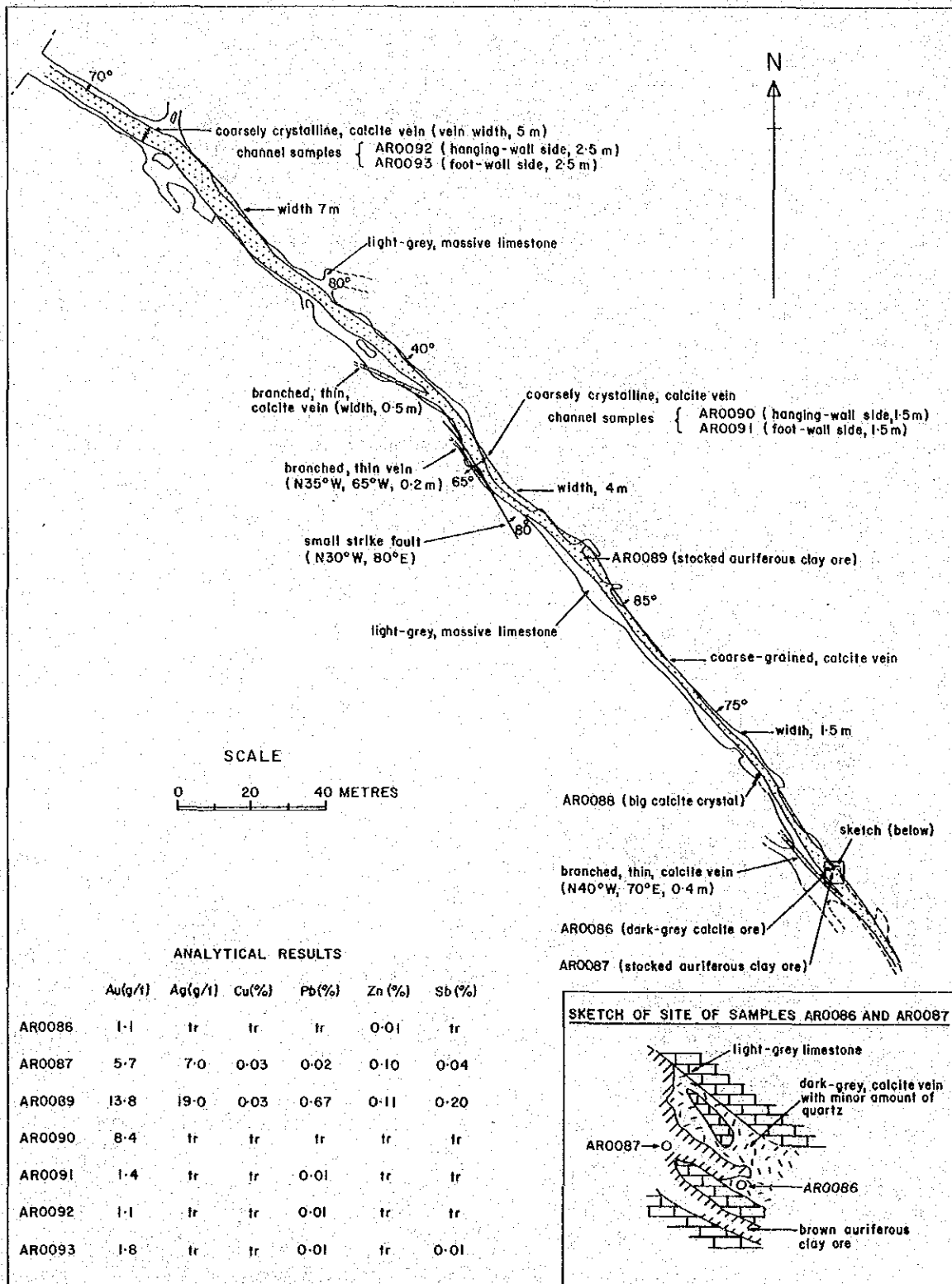
6. タイトン (Tai Ton) B 鉱床

本鉱床はタイトン部落南方800mのパラト・コロング山の北麓に位置し、タイトンA鉱床と同じ時期に、同一会社によって稼行された。

塊状石灰岩中の脈状鉱床で、走向N45°W、傾斜40~80°NEの割目に沿って約350mの坑道探鉱が実施されている (Fig. 11-17)。

脈中には粗粒の方解石結晶が発達し、わずかに細粒の含金石英脈が方解石結晶の間を充填している。

鏡下では、稀に硫化鉱物や砒素鉱物が認められる、即ち輝安鉱、黄鉄鉱や自然砒素の酸化物



SP 2553/2/83

Fig. II - 17 Geology of Tai Ton B Ore Deposit

と見られる黒色鉍物等が石英の多い部分に認められる。

この鉍脈はタイトンA鉍床同様にパラト・コロング山およびジャブル山の山麓を通るNW-SW系断層に明らかに支配されて形成されたもので、断層方向に平行である。

母岩の石灰岩は、稀に鉍脈周辺部で珪化作用を受け、多数の方解石細脈が平行に発達することがある。

1960年に出鉍された金鉍石の品位は平均Au 7g/tであったが、今回のチャンネル・サンプル(AR0090~AR0093)の平均品位はAu 3g/tと低く、合金粘土鉍ではAu 5.7g/t及び13.8g/tであった。

現在合金粘土鉍は少量産出されているのみであるが、この中の金は石英-方解石脈から二次的に濃集したものと考えられている。

7. ルモ(Rumoh)鉍床

本鉍床は、ビディ部落の北西300mに位置し、石灰岩中に胚胎する多数の鉍体から成っている。1949年から1970年代にかけてルモ・ゴールド・マイニング社(Rumoh Gold Mining Comp.)によって稼行され、同社が実施した探鉍坑道および多くの採掘跡がNNE-SSW方向に250m、WNW-ESE方向に80mの範囲内に多数分布している。

鉍床はN20°E方向のタイパリット断層のごく近傍の石灰岩中に形成されたN40°E方向とN5°E方向の割目およびそれらの交差部に発達する脈状またはレンズ状の石英-方解石脈である。

鉍床の産状から、上記断層は鉍脈裂かの形成と鉍脈の通路としての重要な役割を演じたことが推定されるが、この概念はサブラン鉍床の産状の一部をも説明するものと考えられる。

旧探鉍坑道は急傾斜で深く、現在では詳細な調査をすることは困難であるが、残鉍から判断すると、本鉍床はタイトンB鉍床に良く似た鉍床と考えられる。

黒色鉍物を伴った合金粘土鉍(AR0062-a)と縞状石英-方解石鉍(AR0063-b)の分析結果は次の通りである。

	Au (g/t)	Ag (g/t)	Sb (%)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
AR0062-a	6.0	124.0	0.01	0.03	0.25	0.06
AR0063-b	5.5	tr.	0.14	tr.	0.01	0.02

鏡下では、AR0063-bは石英中に0.01~0.1mm長で、0.002mm幅の針状又は柱状の不明鉍物が束状や放射状に集合しているのが観察される。

これらの鉍物は黄鉄鉍や白鉄鉍の二次鉍物と考えられるが、マンガンの二次鉍物としての二酸化マンガン鉍も観察される。

8. クサ (Kusa) 鉍床

本鉍床はビディ部落に位置し、1970年代にクサ・マイニング社 (Kusa Mining Sdn. Bhd.) により稼行されたが、多量の砒素の産出のため休止され、現在採掘跡は水没し、一部に低品位の金およびアンチモンと自然砒素を含む石英-方解石脈の露頭が観察される。

鉍床は典型的な鉍脈型鉍床で、NS~N10°Wの鉍脈とN50°~60°Wの鉍脈の2組が卓越し、一部にNW-SE方向の脈が平地状の淡灰色純粋石灰岩中に発達する。

鉍床は一般に不連続であるが、Fig. 11-18に示すものはNNE-SSW方向に約300mとWNW-ESE方向に約130m追跡出来る。

それぞれの鉍脈は淡灰色、塊状の石灰岩中の割目に形成されたもので、多量の方解石と石英から成り、輝安鉍や砒素鉍物を包有する。砒素鉍物中の金の含有は高い。

鉍化帯中心部の鉍脈露頭は主に暗灰色~淡灰色~桃灰色の粗粒な結晶質方解石と少量の石英から成り、稀に砒素鉍物や輝安鉍が点在するのが観察される。

本鉍床のチャンネル・サンプル4個 (AR0049~AR0052) の分析結果は金属成分の含有は認められず、貯鉍からのサンプル3個 (AR0054-d~AR0054-f) は硫化鉍物および砒素鉍物を多く包有し、分析値はAu 2.0~7.44 g/t, Ag 21.1~272.0 g/t, Sb 0.52~13.10%, As 7.48~46.44%である。

金含有の高いサンプル4個と細粒の輝安鉍、砒素鉍物と脈石からなるサンプル3個を検鏡した結果、最初の4個には多量の自然砒素の細粒~粗粒結晶が単独または集合状に分布する。少量の輝安鉍の大型自形結晶が砒素鉍物や稀に脈石中に点在する。

自然砒素は、しばしば累帯構造、同心円構造および縞状構造を示す。

上記4個のサンプルの中、2個はサラバウ石を伴う。このサラバウ石は、暗灰色の粗い表面の粒状結晶で、ルビー色の内部反射が特徴的である。一方AR0054-f-1およびf-2の研磨片では金粒が見られた。

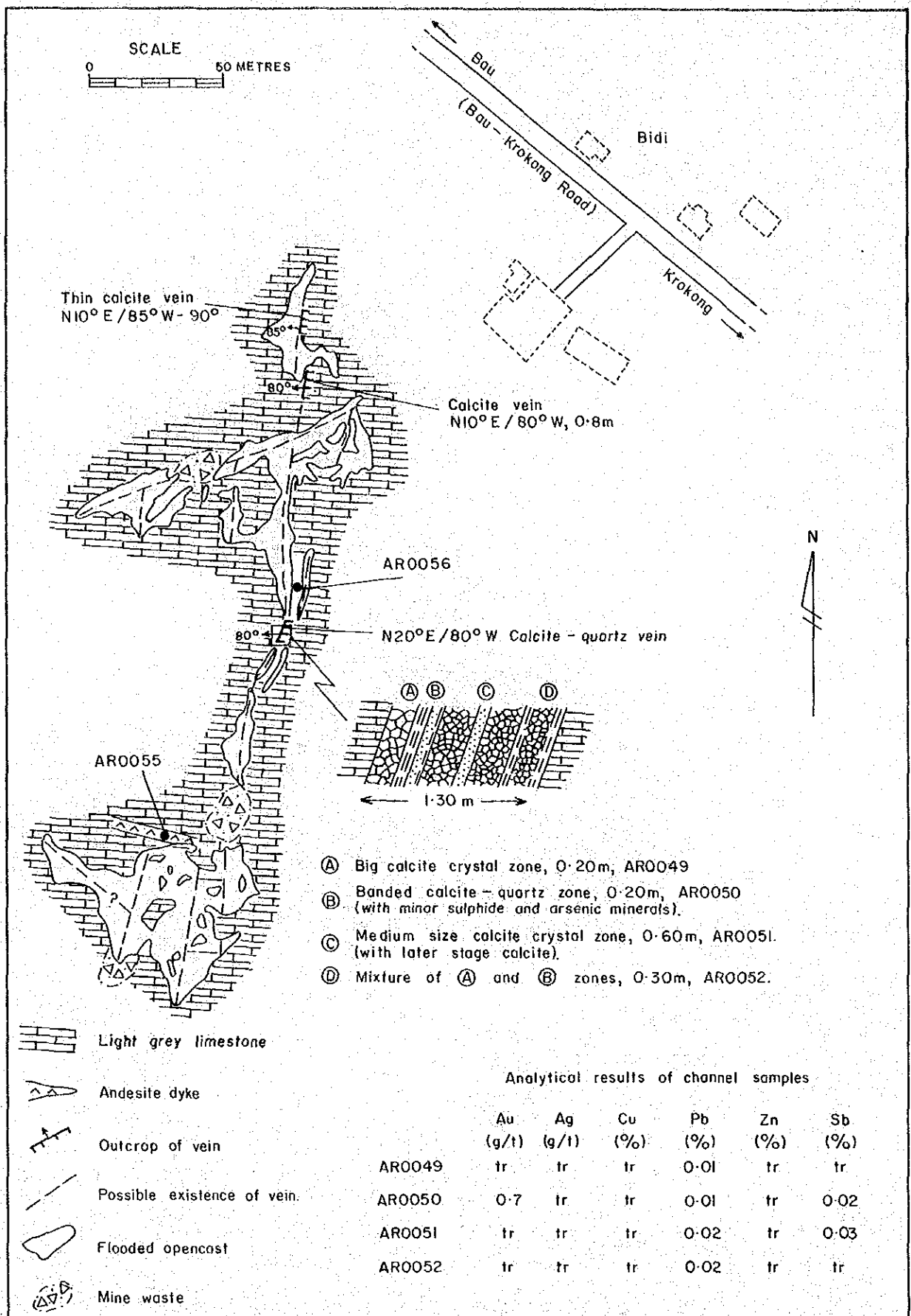
金粒は淡乳色から淡黄色を示し、エレクトラムと見られる鉍物が塊状の自然砒素中に粒状、角礫状でしばしば不規則円磨礫状を示し、その粒径は最大でも7ミクロンである。この様に金は鉍脈の中で砒素鉍物の濃集部と関係していると考えられる。

銀鉍物については、銀品位が高くとも観察することが出来なかったが、その一部はエレクトラムに含まれているのかも知れない。今後更に詳しい顕微鏡観察によって銀鉍物の成因を解明する必要がある。

他の3個のサンプルは中粒~粗粒の輝安鉍と自然砒素が石英-方解石中に分布する。

極細粒の黄鉍鉄、硫砒鉄鉍および少量のサラバウ石が自然砒素の近傍の脈石中に点在する。

AR0054-h-1では中粒の不明な鉍物が1ヶ観察されるが、反射能、多色性、異方性共に輝安鉍より弱い。



SP 2561/2/83

Fig. II - 18 Geology of Kusa Mine

9. ナムロン (Nam Loong) B 鉍床

ビディの南南西約 1.5 km に位置し、1900 年代中期に稼行が開始された。鉍床は Fig. 11-19 に示す通り、平地状石灰岩の割目に形成された石英-方解石脈の風化帯に沿って坑道探鉍が展開されており、割目中に残留している粘土鉍が主要な鉍石として採掘されてきた。粘土鉍中にはわずかに風化した初生の石英-方解石脈の鉍塊が含まれており、鉍床が初生的には含金石英方解石脈であることを示している。

1966 年に坑口北部でマレーシア地質調査所サラワク支所が実施したボーリングの結果、地表下 6.6 ~ 12 m で含金石英脈を捕捉している。

鉍山周辺の地質はパウ石灰岩層から成り、急崖や石灰岩台地を形成している。

パウ石灰岩層は塊状であるが、断層やジョイントが発達し、これに形成された石英-方解石脈が風化した結果、空洞が形成されている。Fig. 11-19 は、石英-方解石脈を稼行した一例で、脈幅 1 ~ 3 m、傾斜方向に 7 m の深さで走向方向に 100 m 追跡される。

鉍液は、石灰岩中の割目に沿って上昇し晶出して石英-方解石脈を形成し、その一部は割目に沿った母岩の石灰岩を交代して形成されたものと考えられる。

金は少量の輝安鉍に伴って石英-方解石脈に産する。

今回の調査では、方解石脈からのサンプル 1 個と粘土鉍のサンプル 3 個を採取して分析に供した。分析結果は下記の通りである。

	Au (g/t)	Ag (g/t)	Sb (%)	As (%)	Hg (ppm)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)
AR0058-a 褐色粘土鉍	0.2	tr.	tr.	NA	NA	tr.	0.01	0.01
AR0058-b 粘土中の方解石塊	4.2	16.2	0.17	NA	NA	tr.	0.03	0.01
AR0059-a 粘土鉍	65.2	43.8	5.71	NA	NA	tr.	tr.	0.01
AR0059-b 粘土鉍	2.4	tr.	tr.	NA	NA	0.01	0.01	0.04

(NA : 分析せず)

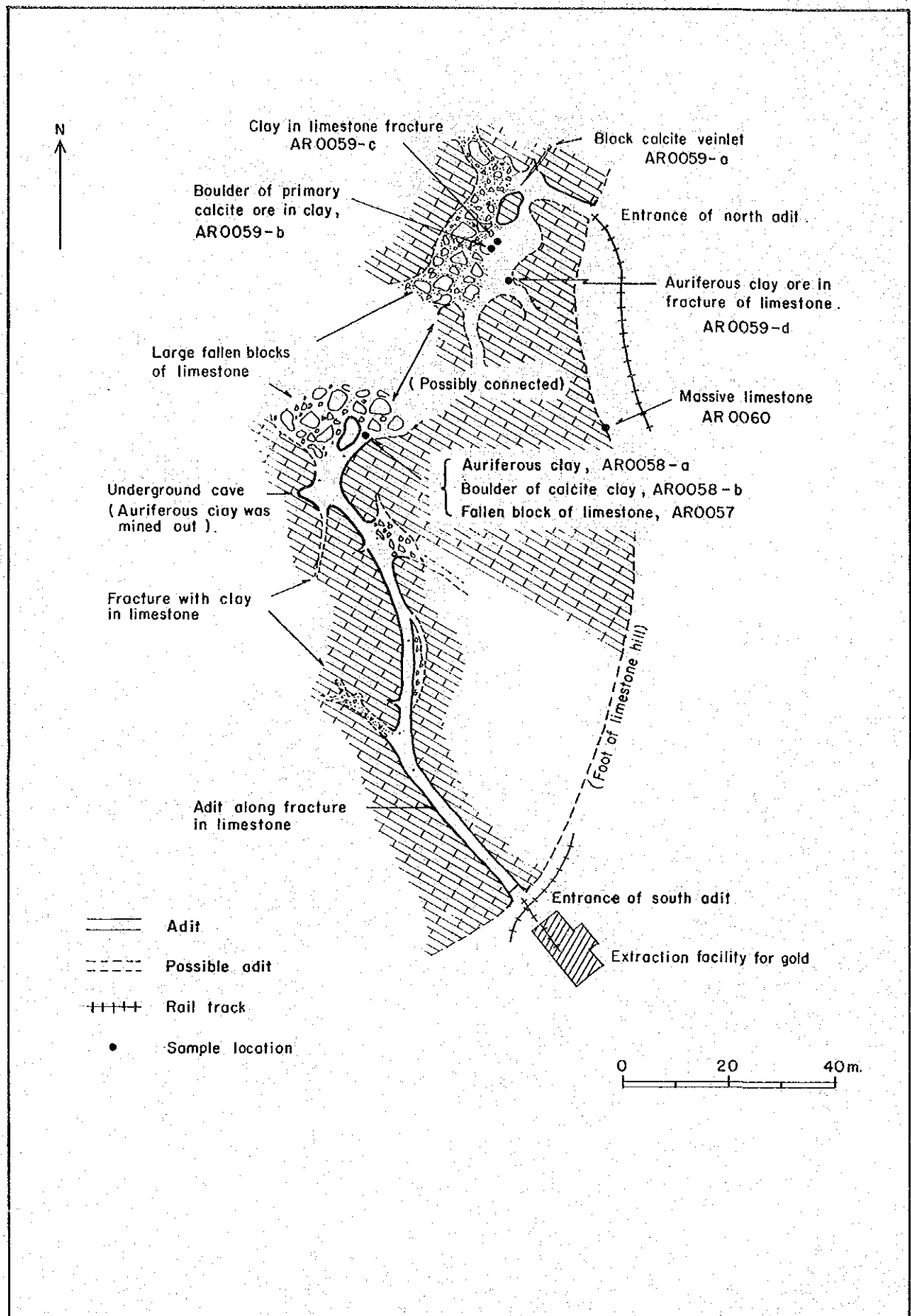
この地域の構造を支配するのは多断層やジョイントであり、鉍化作用はこれらの割目を充填して起こったと考えられる。

1.0. その他の鉍床

準精査地域に分布する鉍床・鉍徴のうち、調査、化学分析、検鏡など部分的な調査が行われたものについて記述する。

(i) バトゥ・ベカジャン・レイク (Batu Bekajang Lake) 鉍床

バトゥ・ベカジャン・レイクの南部から南西部にかけて、パウ石灰岩層およびベタワン層の境界をなす断層沿いに 4 つの水没した採掘跡が分布する。この鉍床は、強度の風化を受けた含金石英・方解石脈とされている。第一年次の調査では、2 番目の採掘跡の南西部で幅 2



SP 2558/2/83

Fig. II-19 Geology of Nam Loong Mine B

cmの含輝安鈳・石英・方解石細脈を暗灰色石灰岩中で確認した。この分析結果は、Au 33.2 g/t, Ag 85.0 g/t, Sb 0.33%, As 3.98%であった。この鈳床の産状、性質はクサ鈳床に類似すると考えられる。

(ii) クリアン(Krian)鈳床

鈳床は、NNEおよびNW方向を主とする11条のレンズ状石英・方解石脈より構成される。これらの鈳脈は、過去に坑道による探鈳が実施されているほか、良好部は採掘もされている。本調査では、このうち含金粘土脈および不毛方解石・石英脈のみられる3箇所の採掘跡を調査した。調査では、方鉛鈳・閃亜鉛鈳を伴う鈳石試料(AR0007)と輝安鈳の認められる鈳石試料(AR0008)を採取し、化学分析および研磨片の観察を行った。化学分析の結果は、Au 2.3~24.0 g/t, Ag 17.2~52.3 g/tでありAR0007はZn 35.4%であった。

AR0007の研磨片観察結果では、閃亜鉛鈳、黄鉄鈳と少量の方鉛鈳、黄銅鈳およびプーランジェライトと思われる硫酸鈳物が同定された。閃亜鉛鈳は、石英および方解石中で単独もしくは大きな結晶の集合として産する。黄鉄鈳の結晶は大きく、また黄銅鈳は微細な結晶で取り込まれている。方鉛鈳は、閃亜鉛鈳の割れ目もしくは、劈開に沿って不規則な形状を示し、プーランジェライトと同定された灰白色細粒で平板状の結晶形を示す硫酸鈳物を伴う。輝安鈳および砒素鈳物は見られない。

AR0008は、鈳石鈳物に乏しく、少量の輝安鈳および黄鉄鈳の結晶が脈石中に見られるのみである。輝安鈳の結晶の一部は、閃亜鉛鈳の細粒結晶を伴いユーテクチック組織が見られる。硫酸鉄鈳、黄鉄鈳および白鉄鈳が脈石鈳物中に微細結晶として散在する。

本鈳床の鈳物組み合わせとしては、前述のように閃亜鉛鈳-黄鉄鈳-方鉛鈳及び輝安鈳-硫酸鉄鈳-黄鉄鈳の2つがある。このうち、後の方が金に富む。

(iii) タバイ山(G.Tabai)鈳床

タバイ山の北東およびタイトン山の南東の山腹に分布する石灰岩中のNNE系の節理に沿って、いくつかの採掘跡およびレンズ状の石英・方解石脈の露頭が分布する。鈳脈露頭では、輝安鈳、黄鉄鈳と少量の閃亜鉛鈳が認められる。脈幅20cmおよび40cmの鈳脈より方解石に富む鈳石試料(BR0017)および黄鉄鈳を伴う石英-方解石試料を採取し化学分析に供した。BR0020の分析結果は、Au 11.7 g/t, Ag 37.6 g/t, Pb 0.72%, Zn 0.84%である。本調査の結果、鈳脈の鈳物組み合わせはクリアン鈳床の一部のものに類似することが明らかとなった。

(iv) アンソエイティッド・マイン(Associated Mine)鈳床

ビディの南方約500mには、石灰岩中の断層に沿うENEないしEW方向に約700m追跡できる10箇所以上の水没した小規模な露天採掘跡がみられる。これらの採掘跡およびその周辺では、鈳床露頭はみられないが、鈳石の転石がその北東端で確認されている。この鈳

石は、方解石・石英脈で輝安鉱および砒素鉱物が認められる。分析に供した2個の試料（AR0061-a, AR0061-b）の分析結果を、以下に示す。

	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Sb (%)	As (%)
AR0061-a 含輝安鉱石英脈	69.6	29.1	0.01	0.03	0.01	1.36	1.91
AR0061-b 輝安鉱・砒素鉱石	20.4	89.8	tr.	1.09	0.10	1.78	NA

(NA:分析せず)

この両試料については、鏡下での観察を行った。AR0061-aでは、縞状の輝安鉱および自然砒素が認められる。

AR0061-bは、主に球顆状自然砒素より構成される。砒素の結晶間は、微量の黄鉄鉱、硫砒鉄鉱およびプーランジェライトを随伴する石英により充填されている。プーランジェライトは、繊維状の集合もしくは、不規則な他形結晶を示す石英のすき間に晶出している。また、この石英中には細粒の黄鉄鉱および硫砒鉄鉱が認められる。

鏡下の観察では、両試料とも金および銀鉱物は同定できなかった。この鉱物組み合わせと分析結果は、クサ(Kusa)鉱床のものに良く一致する。

(V) ロピ山(G.Ropih) 鉱化帯

ロピ山鉱化帯は、トンガ山銅・鉛・亜鉛鉱床の南の約1.3km南に位置し、強珪化を受けた石英斑岩の岩株より構成される。この岩株中には、石英細脈の網状脈が随所に見られ、またしばしば黄鉄鉱および輝水鉛鉱の鉱染帯が認められる。ロピ山の北側の山腹では、かつて小規模金鉱山が稼行されたとの報告があるが、詳細は明らかでない。

黄鉄鉱、輝安鉱を伴う晶洞質石英脈の巨礫がロピ山の南東の山ろくより南流する河川中で数多く見つかっている。また同時にこの河川では、塊状硫化鉄より成る転石も確認されている。黄鉄鉱及び輝安鉱を伴う晶洞質石英脈の塊鉄(転石)を分析した結果を次に示す。

	Au (g/t)	Ag (g/t)	Cu (%)	Pb (%)	Zn (%)	Sb (%)
AR0043	1.3	9.8	0.02	0.45	0.60	0.52

検鏡結果では、石英中の細粒黄鉄鉱と硫砒鉄鉱が確認された。

この結果のみでは有望とは言えないが、野外調査結果と黄鉄鉱・石英脈の巨礫や塊状硫化鉄の転石が見られることなどより、トンガ山鉱床に類似した銅・鉛・亜鉛鉱化作用あるいは鉄染状の銅の鉱化作用が存在する可能性は十分予想される。

3-2-2 概査地域の鉱床

(1) テゴラ(Tegora) 鉱床

テゴラ水銀鉱床は、バウ町の南1.1kmに位置する。この鉱床は、ボルネオ社(Borneo Company)により1868年より1909年までの間稼行され、さらに1942~1945年までは、日本人による操業がなされている。採掘は、珪化した黒色頁岩および砂岩中に胚胎する初生鉱床および残留鉱床の両者を対象として実施され、1868年より1899年までの間に生産された水銀の量は、36.3kgである。この地区に分布する岩石は、ペダワン層の砂岩および頁岩で、その走向はNEで傾斜は80~90°の南落しである。また、この地区には酸性貫入岩の岩脈が認められる。

鉱床は、黒色頁岩および砂岩に胚胎するが、その形態は、煙突状のポケットをなし、北東方向で急傾斜をなす裂かに規制されている。またこの鉱体の落しの方向は、N30°E~N60°Eを示す。主要鉱石鉱物は、辰砂で黄鉄鉱と少量の鶏冠石を随伴する。辰砂は主として珪化した砂岩の割れ目および頁岩の角礫の表面を覆って産出する。

第1年次の調査では、鉱石試料1個を採取した。採取した鉱石に対しては、化学分析と顕微鏡観察を行った。分析結果は次の通りである。

	Hg	Au	Ag	Sb	As	Cu	Pb	Zn
	(%)	(g/t)	(g/t)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
JR0011 含辰砂頁岩	2.31	tr.	tr.	0.06	0.78	0.01	tr.	tr.

JR0011の研磨片の観察結果では、黄鉄鉱の自形結晶および石英粒の間隙を埋めた不規則他形の辰砂が認められる。試料は、弱い酸化を受け黄鉄鉱の一部は褐鉄鉱に変わっている。

この地区の鉱化作用は、NE方向に延びる頁岩および砂岩の角礫化帯に明らかに関係付けられる。鉱石はこの角礫化帯の裂かを充填したものである。

(2) ガディン(Gading) 鉱床

ガディン水銀鉱床は、バウ町の南約1.4kmに位置する。この鉱床は、過去にテゴラ鉱床とともに稼行されており鉱石はテゴラで製錬されている。1900年代の初めまでに大部分の鉱床は終掘している。1942年~1945年の間再度日本人によって水銀の採掘が行われている。

本地区の地質はテゴラと似ており、分布する主要な岩石は頁岩および砂岩である。また、この地区でも石英斑岩の岩株の貫入が見られる。

鉱床は、NE走向で南落し70°の破碎帯中に胚胎し、その走向方向への広がり約50mである。低品位の砂鉱床がガディン鉱山の南のヌス川(S.Nusu)、マオング川(S.Ma-ong)およびバロム川(S.Balom)沿いに見られる、主要鉱石鉱物は辰砂であり鶏冠石および黄鉄鉱を随伴する。主要脈石鉱物は石英である。

第一年次の調査では、鉱石試料1箇を採取し、化学分析および顕微鏡による観察を行った。この分析結果を以下に示す。

	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Sb	As
	(g/t)	(g/t)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
SR0061 黄鉄鉱・辰砂鉱	0.2	tr.	tr.	tr.	0.01	0.51	1.62

顕微鏡による観察結果では、SR0061の試料は、主として黄鉄鉱および辰砂より構成され、紅安鉱および自然砒素を伴う。黄鉄鉱は自形結晶であるが、コロホーム組織、フランボイダル組織、長柱状組織を示す黄鉄鉱も認められる。辰砂は脈石鉱物の結晶の間隙を埋めた他形結晶として認められる。紅安鉱および自然砒素は一般に辰砂に伴われて産出する。

この地区の鉱化作用は断層および節理などによる構造規制を受けている。

(3) その他の鉱徴

パウ町の北西約1kmのシレンゴク山(G.Sirengok)の南ろくで、黄鉄鉱の鉱染を伴う砂岩の露出が1箇所を確認された。この露出は砂岩の薄層を挟む層理の発達したベダワン層の頁岩よりなるが、頁岩中に厚さ約20~30cmの1枚の砂岩薄層が挟在され、この砂岩にのみ細粒~粗粒の黄鉄鉱の鉱染が認められる。分析結果は

	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Sb
	(g/t)	(g/t)	(%)	(%)	(%)	(%)
AR0075	0.2	6.5	0.02	0.02	1.90	tr.

で、いずれの成分も低品位であるが、この試料には一般に高温での生成を示すマッキナワイトが認められる。マッキナワイトは閃亜鉛鉱中に点在する黄銅鉱中に包有され、マッキナワイトの存在は、金・アンチモンの鉱化作用とは別の鉱化作用によりこの黄鉄鉱の鉱染が生成したことを示唆している。

3-2-3 鉱石の顕微鏡観察

第一年次の調査では、29個の試料に対し顕微鏡による観察を行った。この結果をTable II-7に示す。検鏡の結果得られた主要鉱物の組み合わせからすると、調査地域の鉱化作用を次のような3つのグループに区分することができる。(1)金-輝安鉱-自然砒素グループ、(2)方鉛鉱-閃亜鉛鉱-黄銅鉱-黄鉄鉱-硫砒鉄鉱グループ、(3)辰砂-黄鉄鉱-輝安鉱(紅安鉱)グループ。この鉱化作用の区分は野外調査結果とも一致する。

3-3 鉱床の一般的特徴と鉱床の成因的考察

調査地域内に分布する鉱床の一般的な特徴は次のようにまとめられる。

1. 鉱床はパウ石灰岩層、ベダワン層および一部の新第三紀貫入岩類に限られ、地域内の層序の基盤をなすセリアン火山岩類、ジャゴイ花崗閃緑岩体および新期火山岩類中には顕著な鉱化作用は知られていない。また広域的な鉱床の分布としては、バク~パウ~クロコン周辺に

Table II-7 Results of Polished Section Examination

Area	Sample No.	Sample Locality	Py	Mc	Cp	Ga	Sph	Asp	As	Sb	Sarab	Gold	Cinn	Bourn	Boula	James	Mack	Kerm	2nd min.	Remarks
Semi-detailed Area	AR0007	G. Krian	+++	-	+	+	+++	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	
	8		+	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		32-a	++++	+	+	+++	-	+++	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	Lm, Cc, Cy, Bo
		32-c	++++	+	+	++	+	++++	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	
		43	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		54-d	-	-	-	-	-	+	-	-	+	++	-	-	-	-	-	-	-	
		54-e	+	+	-	-	-	-	+++	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	
		54-f-1	-	-	-	-	-	-	+++	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	
		54-f-2	+	+	-	-	-	-	++++	++	++	-	+	-	-	-	-	-	-	
		54-g	+	-	-	-	-	-	+	++	++	-	-	-	-	-	-	-	-	
		54-h-1	+	-	-	-	-	-	+	++	++	+	-	-	-	-	-	-	-	
		54-h-2	-	-	-	-	-	-	-	++	++	-	-	-	-	-	-	-	-	
		61-a	+	-	-	-	-	-	-	++++	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	
		61-b	++	+	-	-	-	-	+	++++	-	-	-	-	-	++	-	-	-	Mn-oxide, Lm
		63-b	++	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		65-b	+	-	-	-	-	-	++	-	++++	-	-	-	-	-	-	-	-	
		69-a	-	-	-	-	-	-	-	-	++++	++	+	-	-	-	-	-	-	Unknown min
		69-d-1	-	-	-	-	-	-	-	-	++++	+	-	-	-	-	-	-	-	Unknown min
		69-d-2	-	-	-	-	-	-	-	-	++	+	-	-	-	-	-	-	-	
		70-a-1	+	-	-	-	-	-	-	-	++++	-	-	-	-	-	-	-	-	
	70-a-2	-	-	-	-	-	-	-	-	++++	-	-	-	-	-	-	-	-		
	70-b	-	-	-	-	-	-	-	-	++++	-	-	-	-	-	-	-	-		
	83-a	+	-	+	-	-	-	+	++++	+	-	-	-	-	-	-	-	-		
	84	-	-	-	-	-	-	-	++++	++	-	-	-	-	-	-	-	-		
	98	Saburan	++	++	-	-	-	++	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-		
Reconnaissance Area	AR-0075	G. Sirrenggok	++++	-	+	-	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	++	Lm
	JR-0011	Tegara	+++	-	-	-	+++	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	
	SR-0061	Cading	++++	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	++	-	
	75	G. Serambu (boulder)	-	-	-	-	-	-	-	+++	-	-	-	-	-	-	-	-	+	

Py : pyrite, Asp : arsenopyrite, Bourn : bournonite, 2nd. min.: secondary mineral, ++++ : abundant
 Mc : marcasite, As : arsenic, Boula : boulangierite, Lm : ilmenite, +++ : common
 Cp : chalcopyrite, Sb : stibite, James : jamesonite, Cc : chalcocite, ++ : some
 Ga : galena, Sarab : sarsbaute, Mack : mackinawite, Cy : covellite, + : little-rare
 Sph : sphalerite, Cinn : cinnabar, Kerm : kermesite, Bo : bornite, - : none

集中して分布し、一部は地域南部の貫入岩卓越区域に存在していて、ジャゴイ岩体およびその北部ならびにポアック～セロバック周辺には鉱床は分布していない。

2. 大部分の鉱床はジャゴイ花崗閃緑岩体～セリアン火山岩類を結ぶENE系のバウ背斜と、新第三紀の岩株状貫入岩体が示すNNW系配列線との交差部の石灰岩中に特に鉱床が密集して形成されている。
3. 鉱床はいずれも浅熱水性の裂か充填脈型鉱床であり、一部の鉱床では裂かあるいは微小割目が密に形成された場所および泥質石灰岩を交代した鉱体が認められる。本年度の調査で、一部の変質貫入岩中において鉱染～網状型を思わせる鉱徴が発見されたが、経済的に採掘し得るような接触交代鉱床は認められていない。
4. 鉱床は主要稼行対象鉱種、鉱物の組み合わせによって、金・アンチモン鉱床、銅・鉛・亜鉛鉱床および水銀鉱床に大別され、それぞれの主要構成鉱物は次の通りである。

(1) 金・アンチモン鉱床

金、輝安鉱、自然砒素、黄鉄鉱および硫砒鉄鉱を主とし、これに少量の閃亜鉛鉱、方鉛鉱、黄銅鉱、白鉄鉱および硫塩鉱物を伴う。脈石鉱物は石英、方解石が最も一般的で、一部の鉱床には石灰珪酸塩鉱物を伴っている。鉱床によっては高い銀品位を示すものがあるが銀鉱物の存在は未確認である。

(2) 銅・鉛・亜鉛鉱床

主要鉱石鉱物は黄銅鉱、方鉛鉱、閃亜鉛鉱、黄鉄鉱および硫砒鉄鉱で、少量の金、輝安鉱、硫塩鉱物、まれに輝水鉛鉱を伴う。脈石鉱物は石英および方解石で、石灰珪酸塩鉱物は認められない。

(3) 水銀鉱床

辰砂、自然砒素、硫砒鉄鉱、時に自然水銀を産し、方解石、重晶石、螢石、滑石などを脈石とする。

5. 金・アンチモン鉱床は石灰岩中の断層、裂か、節理などに形成されており、鉱体の一般走向はNNW～NWおよびWNW～NWである。これらの方向は石灰岩中に発達する断層および断層を埋める岩脈の方向に調和的で、基本的には断層運動によって生じた割目が鉱床胚胎の主要な場となっている。銅・鉛・亜鉛鉱床は石灰岩を貫く岩株状貫入岩体の内部およびその近接部の石灰岩中に形成され、広域的な分布からみると、この種の鉱床は金・アンチモン鉱化区域のほぼ中央を占めている。水銀鉱床は小規模な岩株状岩体近くのベタワン層頁岩・砂岩中の破碎帯を形成の場としており、付近には石灰岩は分布していない。
6. 鉱床の規模は、2,000,000トン以上の粗鉱（含金量約15トン）を記録したタイバリット鉱床、あるいは単一脈の延長が350mを超えるタイトンB鉱床のような大規模な鉱床が存在するが、全般的には小規模で、走向延長数10メートル、脈幅数メートル程度である。

傾斜延長はラッキーヒルA 鉱床が110 m開坑されているが、一般的には数10 m程度と考えられる。平地状石灰岩中に分布する鉱床の深度は、タイバレット鉱床が60 mまで採掘されたことが知られている以外データはない。

7. 鉱化作用に伴う母岩の変質としては、金・アンチモン鉱床の場合は一般に弱く、鉱床のごく周辺において珪化作用、一部の鉱床において局所的な絹雲母化作用がそれぞれ認められるに過ぎない。しかしながら、銅・鉛・亜鉛鉱床および鉱徴においては、母岩となる貫入岩は著しい珪化・絹雲母化・粘土化作用と黄鉄鉱化作用を受けている。水銀鉱床では珪化・黄鉄鉱化・粘土化作用が一般的であるが、強度の変質ではない。
8. 鉱化作用の母岩への影響および岩相の差による金属元素の変化を知るため鉱床周辺の岩石中の金属元素を分析した結果、鉱化作用の主体をなすSb, As, Cu, Zn が鉱床近辺の石灰岩・大理石よりも鉱床からやや離れた貫入岩中に相対的に濃集していることが明らかにされた。このような結果は、一般に母岩の変質がそれほど強くないことを考慮すれば、貫入岩体自体がSbその他の金属元素をより多く含んでいたことを示すものと考えられる。

以上のような鉱床の特徴から、鉱床の成因を考察すれば、鉱床の大部分が貫入岩体の周辺に集中すること、貫入岩体は多くの場合明瞭な熱水変質を受け、特に鉱床・鉱徴を伴う岩体では変質が著しいこと、貫入岩が本質的にSb, As, Cu, Znを他の岩相よりも多く含むこと、などから、鉱化作用は新第三紀貫入岩に成因的關係を有するものと考えられる。

3-4 旧鉱山の廃石・尾鉱の予備調査

バウ鉱床区における鉱業活動は19世紀の初めより開始され、採掘された鉱石から金を抽出するための処理場がバウとビディに設置されていた。鉱石の採掘に伴う廃石、金の抽出に伴う尾鉱は採掘跡へ投棄されたほか、バウ、ビディ周辺の平地に放置され、現在それらの一部がバウ町周辺、サブラン鉱山、タイトン鉱山、ビディ周辺、クロコン周辺などにみられる (Fig. II-20)。

これらの廃石・尾鉱は金の供給源として再利用することが以前から考えられ、1950年代にはサブラン、タイトン、ビディおよびクロコンの尾鉱の分析が実施され、次の品位が報告されている。

地 域	Au 平均品位
サブラン	5.43 (g/t)
タイトン	0.31
ビディ	0.93
クロコン	0.78

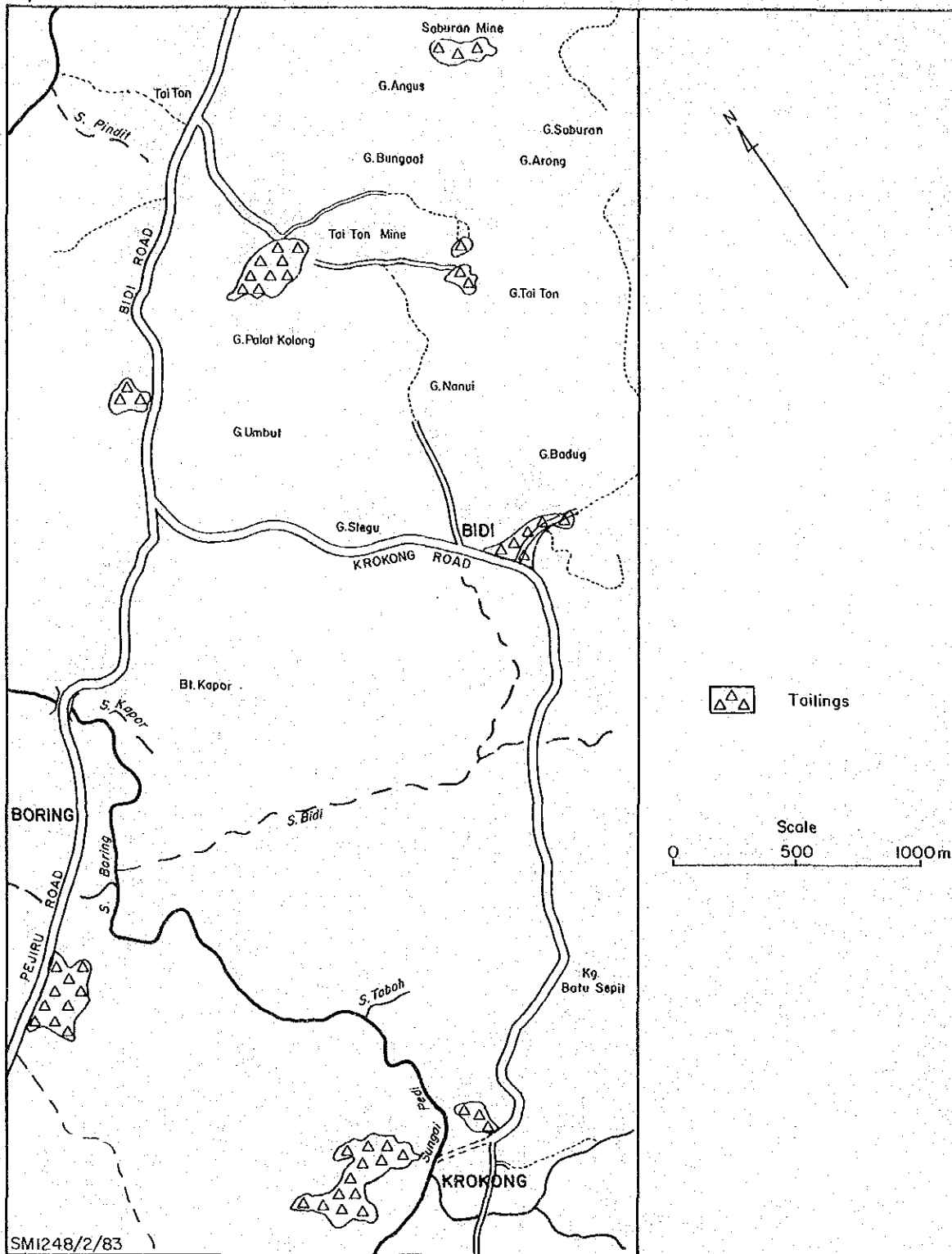


Fig. II - 20 Location Map of Mine Tailing Dumps Along Bau-Krokong and Bau-Pejuru Roads

これらのうち、その量約1,000,000トンと推定されているビディの尾鉱はマレーシア鉱山局によって再検討され、4本のバンカー試錐による試料の採取と分析が実施された。結果は次の通りである。

試錐孔・深度	Au 平均品位
Na 1 0 - 5.18 m	1.86 (g/t)
Na 2 0 - 7.92 m	1.24
Na 3 0 - 17.37 m	2.02
Na 4 0 - 1.2 m	1.55

本年度の調査ではパウ町の南にある旧パウ空港滑走路付近とタイバリット鉱山跡南西部の尾鉱について品位の検討を実施した (Fig. II-21)。結果は次の通りである。

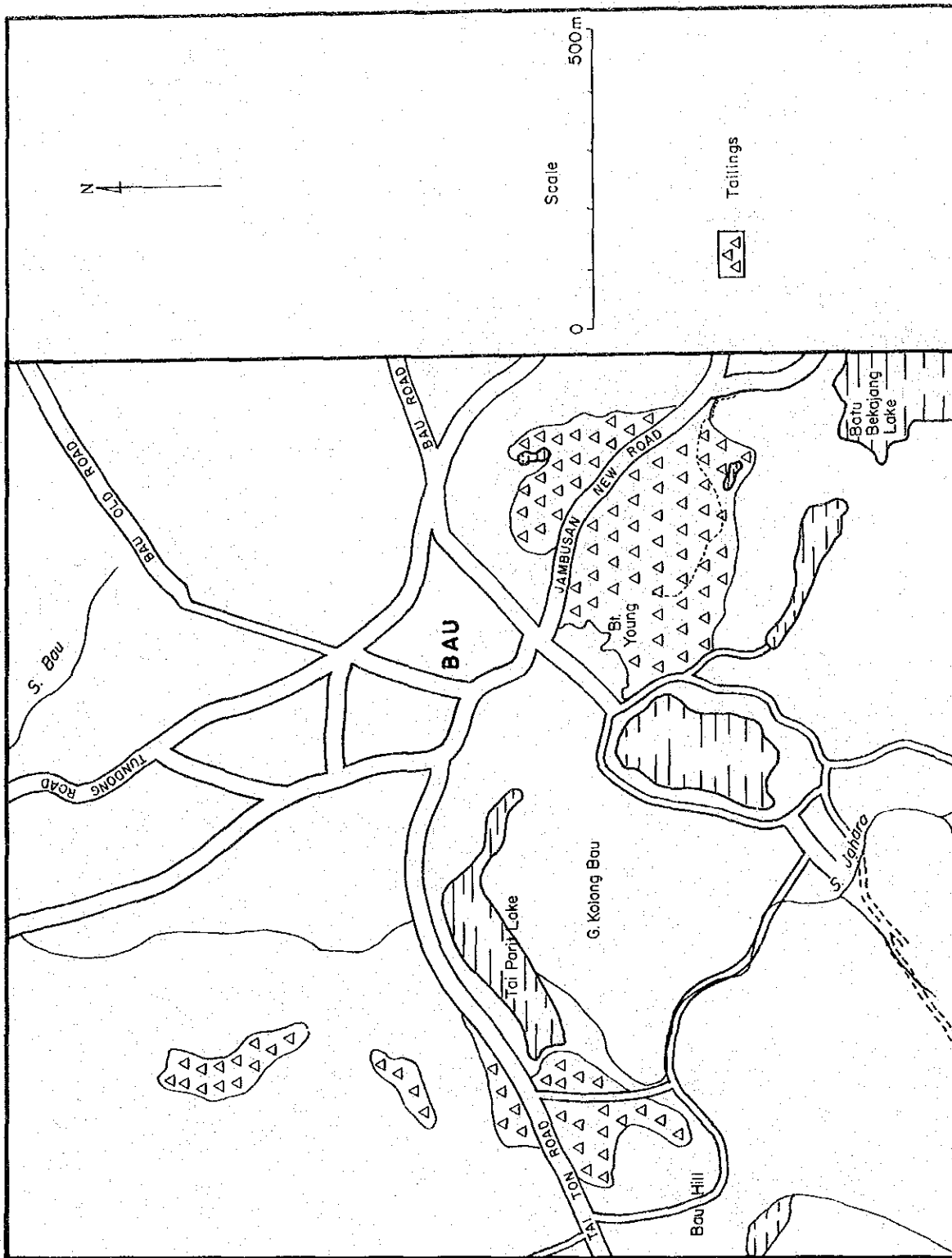
1. 旧パウ空港滑走路周辺 (Fig. II-22, II-23)

5.0 m間かくのグリッドによって23本のオーガードリルホールを開さくし、試料採取を行った。尾鉱の厚さは0.2 mから4.0 mまで変化があったが、平均では3~3.5 m程度である。得られた試料はマレーシア地質調査所サラワク支所で金・銀の分析が行われ、計算の結果261,160トン、Au 2.01 g/t (尾鉱比重1.6) が得られた。

2. タイバリット鉱山跡南西部 (Fig. II-24, II-25)

旧パウ空港周辺と同様の間かくで15本のオーガードリルホールを開さくした。この区域の尾鉱には廃石の混入が多く、オーガーによる試料の採取は困難を極めた。得られた試料の分析結果は低品位で、平均値はAu 0.7 g/tであり、再利用の価値はない。

以上に述べた過去および今年度の調査結果から、パウ鉱床区の尾鉱は2,000,000トンを下らない量と見積もられ、その品位はAu 1.24~2.02 g/tと推定される。



SP2570/2/83

Fig. II -21 Location Map of Mine Tailing Dumps, Bau Town

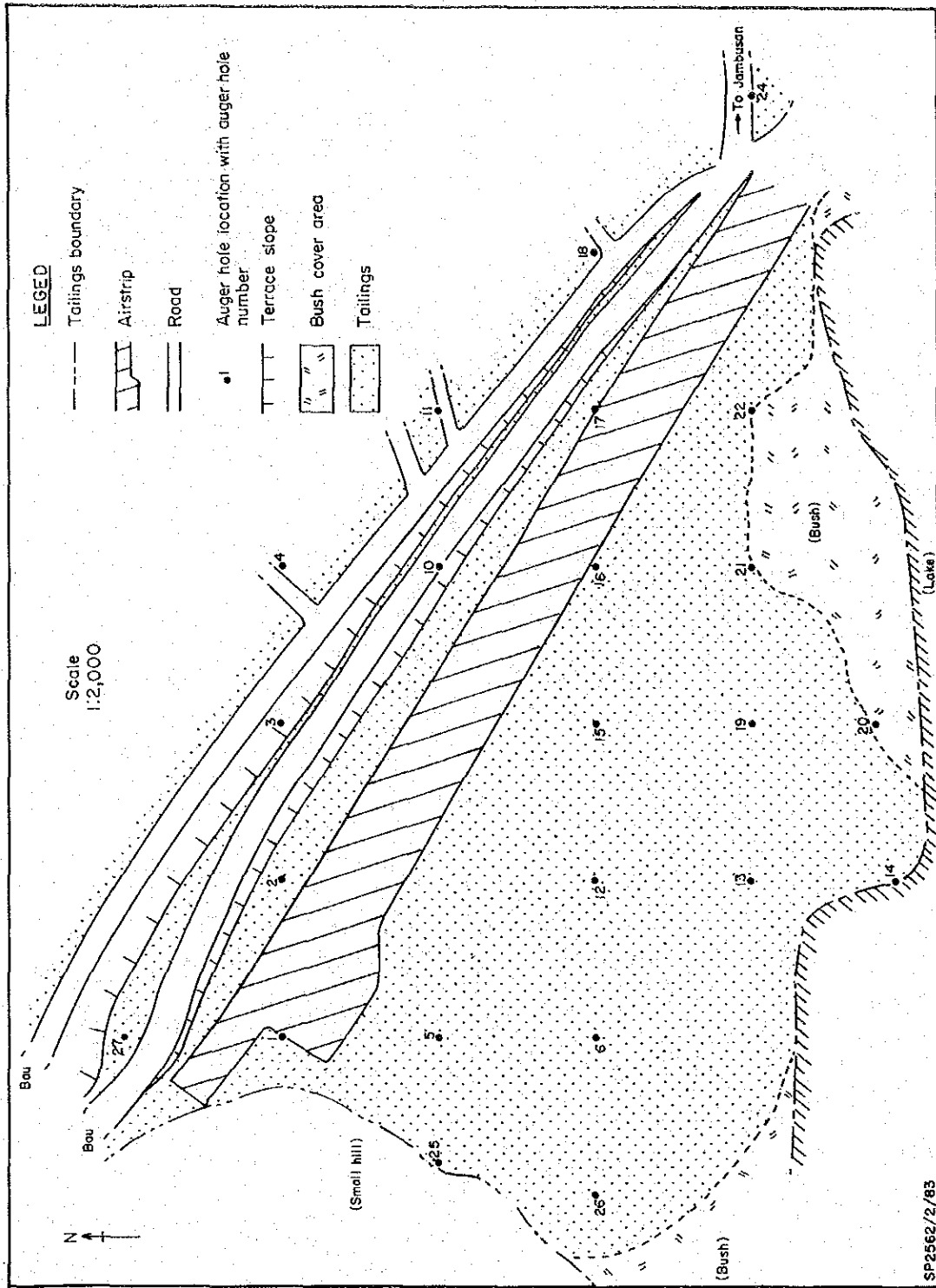


Fig. II -22 Distribution of Mine Tailings, Old Bau Airstrip

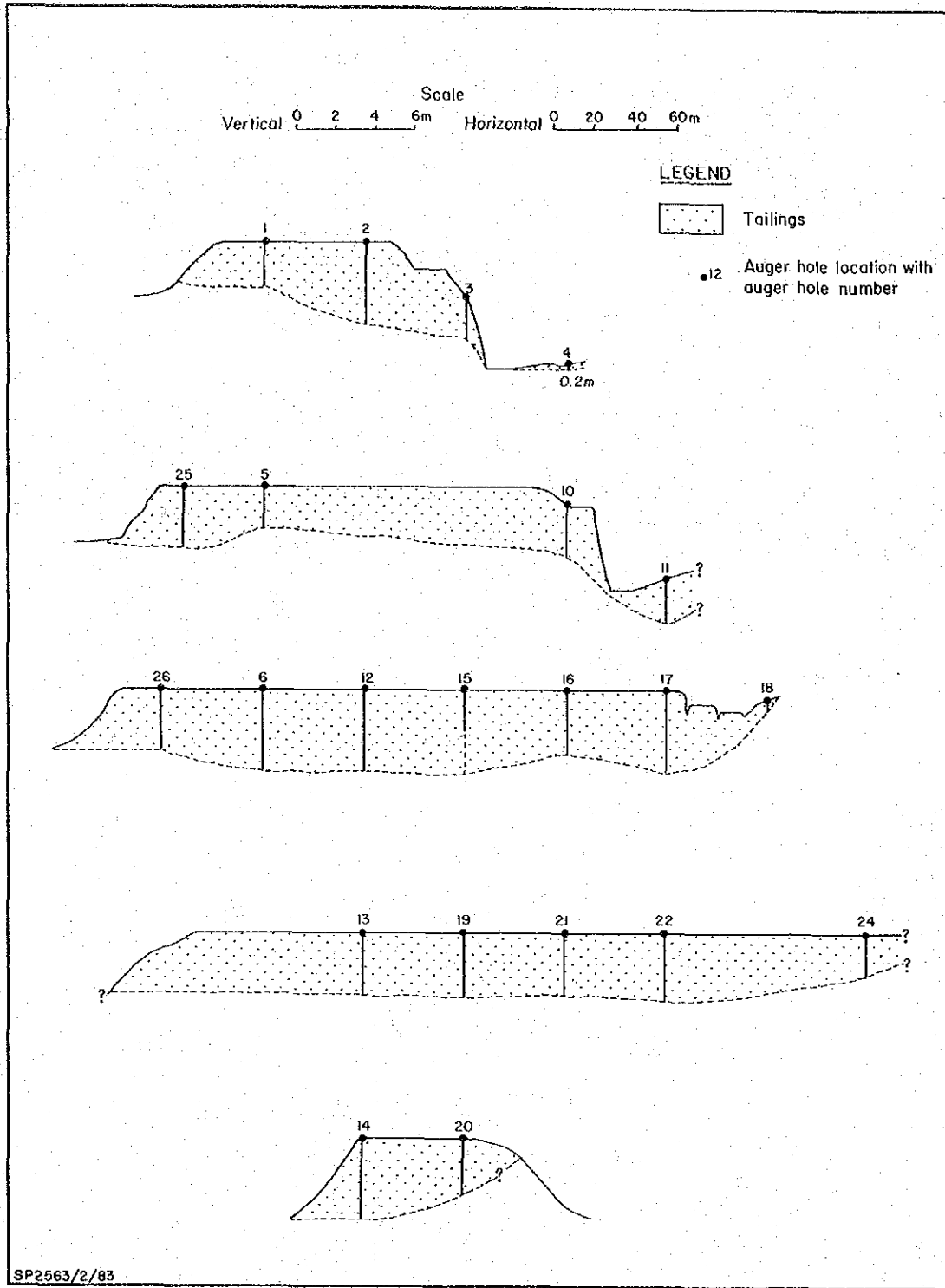
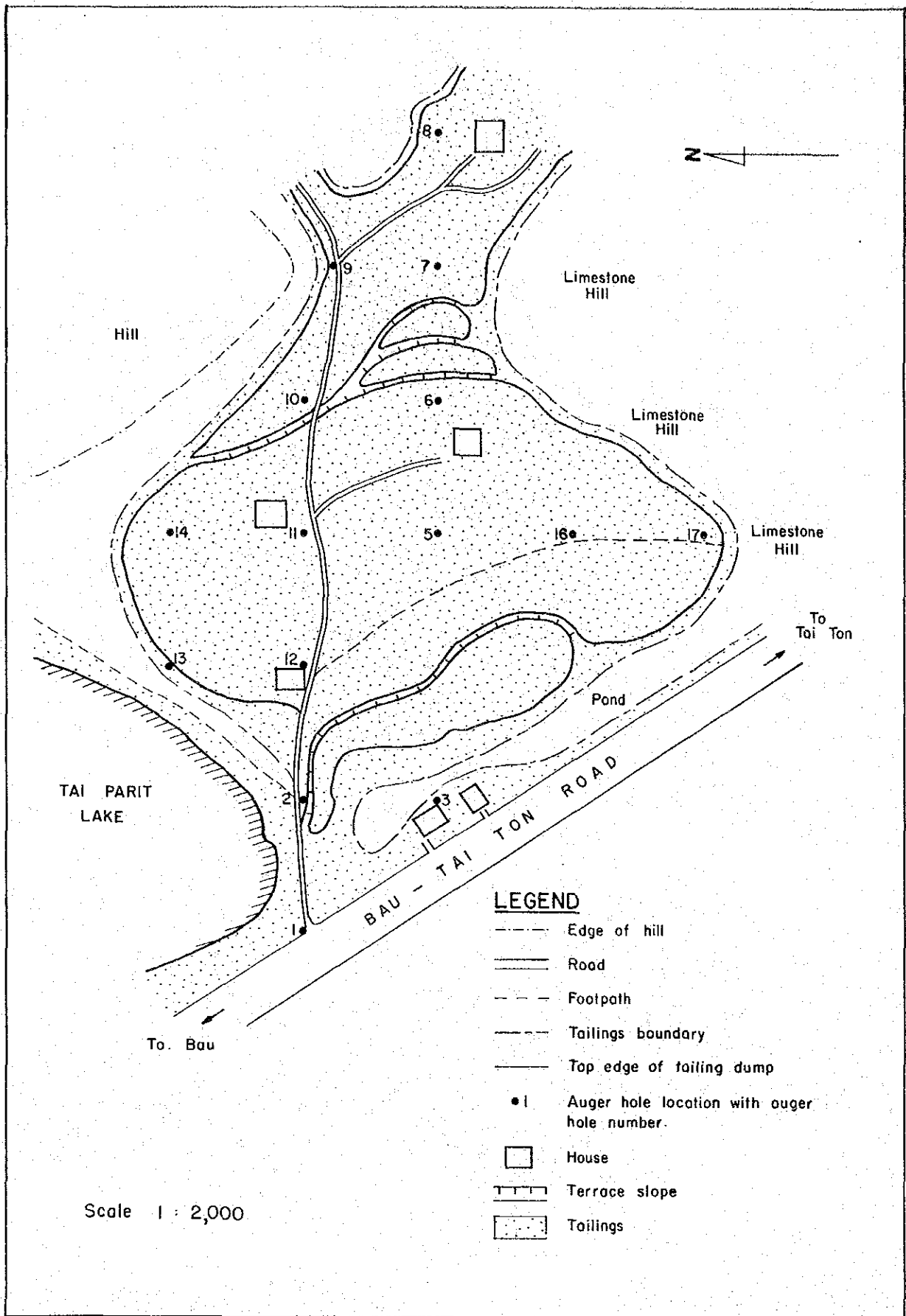
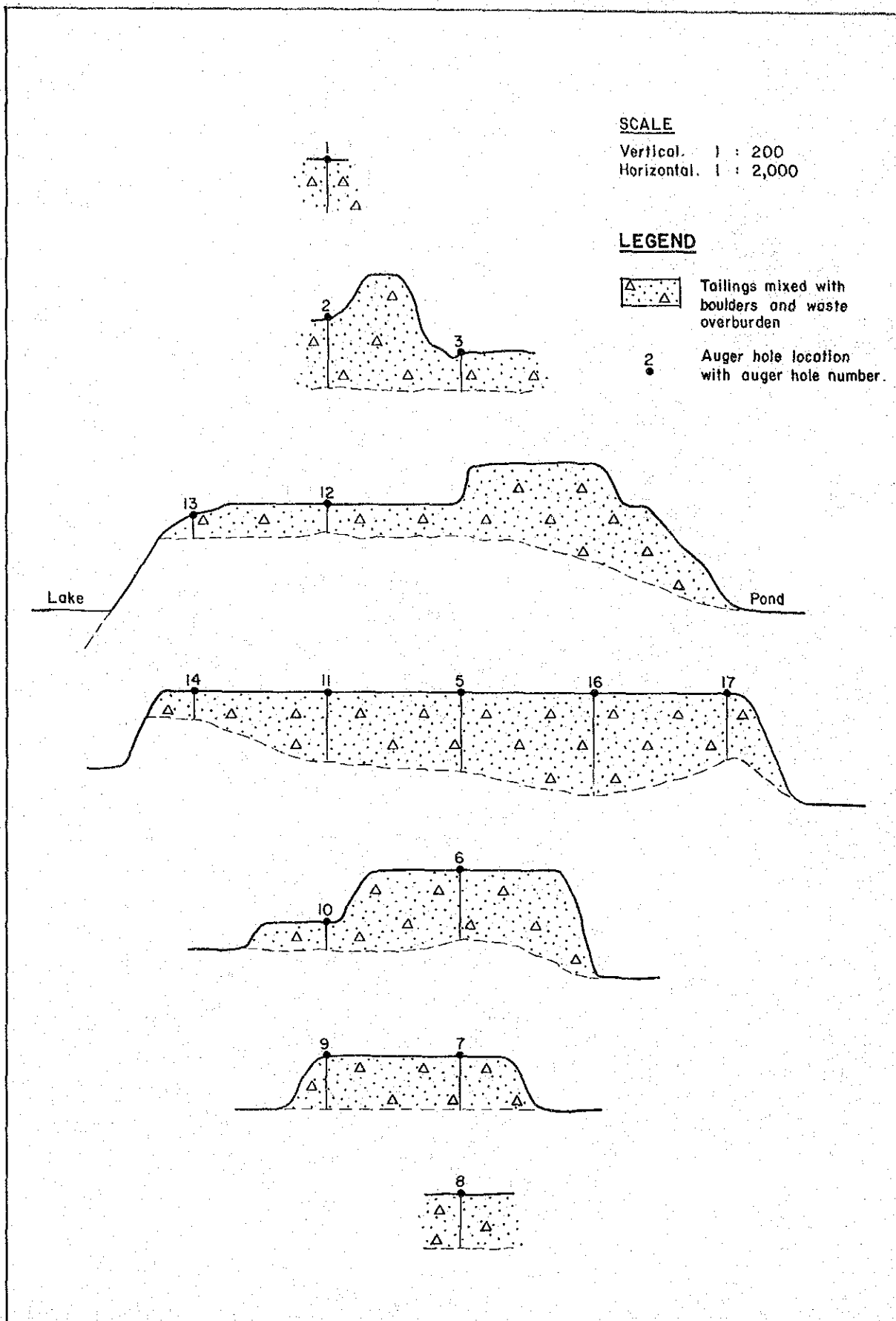


Fig. II—23 Section of Mine Tailing Dump, Old Bau Airstrip



SP 2564/2/83

Fig. II-24 Distribution of Mine Tailings, Southwest End of Tai Parit Lake



SP2568 /2 /83

Fig. II -25 Sections of the Tailing Dump, Southwest End of Tai Parit Lake

第Ⅲ部 地 化 学 探 查

國家會計師 考試

第 1 章 総 説

今年度は、地化学概査として、調査地域全域の川砂およびパン・コンセントレートによる地化学探査が実施された。

地化探試料の採取は、昭和57年8月初旬に開始され、同年10月に終了した。調査地域全域(540 km²)から採取された試料は、本調査に先立ちマレーシア地質調査所サラワク支所によって採取されていた試料と合わせて、川砂663試料、パン・コンセントレート454試料である。

川砂試料は、Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Sb, As, Hg, Mo, W, Fe, Mn, Ba およびUの14成分について分析された。そして、結果の解析においては、単一変量解析の一手法である“確立グラフを使った地化学データ中のスレッショルド値抽出”(Sinclair, 1974)法、および多変量解析として、クラスター分析法と因子分析法が採用された。

一方、パン・コンセントレート試料は、鏡下で金粒がカウントされ、その個数を水系図上に図示し、川砂試料中のAuの分析値と合わせて考察された。

このようにして抽出された地化学異常地域は、今後の探査に十分役立つものと考えられる。

第2章 川砂による地化学探査

川砂による地化学探査は、試料採取、分析および解析の三つのプロセスに大別される。以下に、これらのプロセスを説明する。

多くの探鉱実績のあるバウ地域、特にバウ町周辺では、原始的な採掘法で至るところ掘り返されており、これらによる試料の汚染は避けられない。したがって、地化学データの解析に際しては、試料採取地点付近の採掘跡の影響などを十分考慮することが必要である。

2-1 試料採取

合計663個の川砂試料は、1km² 当たり1.2試料の割合となる。

バウ町周辺の石灰岩地域の水系は、フィールドでは認められるにもかかわらず、縮尺1:50,000の地形図に表示されていないものが多いため、試料採取地点の水系オーダーは不明であるが、大部分の試料は第1ないし第2オーダーの水系から採取された。

各試料採取地点では、水中でふるい分けられた80メッシュ・アンダーの川砂試料を採取し、同時に試料番号、採取地点の座標、岩石タイプ、植生および予想される汚染源などの重要な情報が、コード型式で記録された。

2-2 分析方法

採取された川砂試料は、分析所で自然乾燥された。乾燥した試料のうち、約15gは、マレイシア地質調査所サラワク支所でAu, Ag, Cu, Pb, Zn, Mo, Sb, As, Hg, Fe, およびMnの分析に供され、約5gがBa, WおよびUを分析するためにカナダに送られた。

Mo, W, Sb, およびAsは比色計を使って、Uは蛍光分析によって、Au, Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Mn, Baは原子吸光分光分析計を使って、Hgはジェローム金膜水銀検出計 (Jerome Gold Film Mercury Detector) モデル301を使ってそれぞれ分析された。

分析方法および検出限界の詳細については巻末にまとめた(A-1およびA-2)。

2-3 データの処理

2-3-1 単一変量解析

633試料14成分の分析結果は巻末にまとめられている通りである (Table A-8)。

各々の成分について全体をながめてみると、明らかに高い異常値というものがある。これらは、バックグラウンドの異常値を抽出する目的で作成されるヒストグラムからあらかじめ除外された。

級数は、一般にデータ数の平方根を目安に決められるが、分析データのうちの50%以上が

最低の級に入ってしまう場合、さらに級数を増す必要がある。

このようにして、決められた級数を基にしてできあがったヒストグラムは、成分ごとに Map III-1 ~ Map III-4 の左下に表示されている。さらに、これらのヒストグラムから、分析データの高い値から累積された逆累積頻度が計算され、対数正規確率紙上にプロットされた。そして、プロットされた各々の点の出来るだけ近くを通るような直線または折線が引かれた。その際、特に確率 50% 付近の点はデータ母集団のうちの多数を代表しているので、描かれた線がこの点から離れないようにした。このようにして作成された逆累積頻度分布図は、Map III-1 ~ Map III-4 の右下に表示されている。

これらの図を見ると、たいていの成分の頻度分布は、二本の直線からなる折線で表示されており、データ母集団が二つの母集団からなることを示している。このような場合、Sinclair (1974) による分割方法がバックグラウンド母集団から異常母集団を分けるのに適用された。スレッショルド値推定の基準となる統計値は、バックグラウンド母集団の直線から得られる。Au, Mo および Sb のように検出限界以下のデータがデータ総数の 50% を越えるような場合にも、検出限界以下のデータはそれ以上のデータから推定された分布傾向を基にして、同じように処理された。

このようにして得られた各成分の統計値は、Table III-1 に示されている。Au については検出限界以下のデータが 80% 以上であるため、統計値 $\bar{x} + s$ (\bar{x} : 平均値, s : 標準偏差) および平均値は推定できず、表示されていない。

各々の成分についての解析結果は、縮尺 1:100,000 の水系図上に表示されている (Map III-1 ~ Map III-4)。一般にスレッショルド値としてバックグラウンド母集団の統計値 $\bar{x} + 2s$ が使われる。それに従うと、 $\bar{x} + 2s$ 以上の分析データが異常値であり、 $\bar{x} + 3s$ 以上はさらに高い異常値、 $\bar{x} + 2s$ 以下 $\bar{x} + s$ までは補助的異常値ということになる。

2-3-2 多変量解析

多変量地化学データの解析法には種々あるが、ここでは、これらの方法のうち、クラスター分析法と因子分析法とが試みられた。

クラスター分析

クラスター分析は、各変量あるいは各サンプルを似かよいの強い順に群 (クラスター) としてまとめてゆく数量分類法の一手法であり、種々ある多変量解析法に先立ち、予備的に実施されることが多い。

クラスター分析には、そのグループの構成方法によっていろいろな方法が提案されているが、ここでは分析された 14 元素をさまざまなレベルでグループ化する目的で、凝集型階層的クラスター分析と呼ばれる方法が用いられた。

クラスター分析の実行は、すべてパーソナルコンピュータ (NEC PC-8800) で行

Table III-1 Statistical Parameters of Metal Contents in Stream Sediments

Element	Statistical Parameters			
	\bar{X}	$\bar{X} + S$	$\bar{X} + 2S$	$\bar{X} + 3S$
Au	—	—	0.04 ppm*	4.4 ppm
Sb	0.06 ppm*	0.39 ppm*	2.6 ppm	19.0 ppm
As	5.7 ppm	15 ppm	40 ppm	105 ppm
Ag	0.37 ppm	0.68 ppm	1.2 ppm	2.3 ppm
Cu	9.3 ppm	16 ppm	28 ppm	48 ppm
Pb	9.5 ppm	18 ppm	35 ppm	66 ppm
Zn	38 ppm	75 ppm	142 ppm	280 ppm
Mo	0.38 ppm	0.8 ppm	1.75 ppm	3.75 ppm
W	0.8 ppm	2 ppm	4 ppm	9 ppm
Fe	1.8 %	3.5 %	6.6 %	13 %
Mn	100 ppm	260 ppm	500 ppm	1000 ppm
U	0.6 ppm	1.1 ppm	1.8 ppm	3.1 ppm
Ba	100 ppm	200 ppm	340 ppm	600 ppm
Hg	38 ppb	87 ppb	210 ppb	500 ppb

Statistical parameters are derived from cumulative probability plots
 \bar{X} = mean, S = standard deviation
 * value extrapolated below analytical detection limit

い、プログラムは多変量解析プログラム集(渡 正堯・岸 学, 1980)のクラスター分析プログラムを一部手直ししたものが用いられた。その概要はフローチャート(Fig. III-1)に示されている。

因子分析

因子分析は、分析された川砂試料の14元素の間の相互関係を説明するために試みられた。この因子分析法は多数の変量から少数の仮設的変量(因子)を設定し、さらに、各試料が、これらの因子をどの程度保有しているかを因子スコアによって表示する手法である。地化学データの場合、これらの因子のいくつかは、ある種の鉱化作用を示すと予想され、したがって、その因子スコアによって各試料の鉱化作用の程度が説明されうると考えられる。

計算はクラスター分析同様にコンピュータによって処理された。バリマックス回転の因子数の決定には、クラスター分析の結果のグループ化が参考にされた。

Fig. III-2は、因子分析の計算過程を示すフローチャートである。

2-4 各元素の分布

分析された14元素の分布は、縮尺1:100,000水系図上に表示されている。

パウ町周辺では過去の探鉱・採掘の影響による川砂試料の汚染が、この地域で得られた異常値を評価する上で重要な問題となる。大部分の値は、このような活動がない場合に比べてかなり引き上げられているということは確かである。しかしながら、この場合でも抽出された異常値はその地域における既知鉱化作用を正に示している。一方、このような活動が比較的少ない地域での異常を評価する場合には、汚染地域で得られた異常値よりも、汚染地域外の異常値に重要性を置くべきである。

2-4-1 金(Au)

川砂試料中の金の分布は、Map III-1(1)に表示されている。0.1ppm以上のすべての検出値は、推定されたスレッシュホールド値0.04ppm($\bar{x} + 2s$)以上であり、その数は、試料総数の10%を示している。

大部分の異常値は当初予想された通り、これまでかなり探鉱・採掘されてきたパウ町周辺の石灰岩分布域に集中している。この範囲には $\bar{x} + 3s$ 以上の異常値が9点もあり、その値は、5.7~61.2ppmの範囲にある。その異常値のうち4点は、明らかに既知旧坑に関係するが、これ以外の5点のうち2点は、15.1ppmと17.9ppmの値を示しており、ロピア山(G. Ropia)の第三紀貫入岩の南に位置している。

昔から採掘されてきた地域の南には、異常値はほとんどなく、しかも散在している。 $\bar{x} + 2s$ (0.1ppm)以上の3つの異常値は、ドゥヨ部落(Kg. Douyh)の北方ジャゴイ山の南斜面を流れる3つの相接する沢に認められる。ボガック部落(Kg. Bogag)やアアップ川部落(Kg. S. Aup)