

インドネシア共和国 カリマンタン地区

鉱物資源開発基礎調査報告書

第一年次

LANDSAT データ解析

第二年次

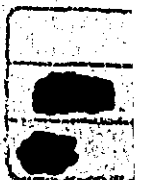
空中写真撮影

空中磁気探査

昭和52年1月

国際協力事業団

金属鉱業事業団



210T
K5-12M
L21-12.

99P

インドネシア共和国カリマンタン地区
鉱物資源開発基礎調査報告書

第 1 年 次

LANDSAT — データ解析

第 2 年 次

空 中 写 真 撮 影

空 中 磁 気 探 査

昭和 52 年 1 月

JICA LIBRARY



1055338[6]

国 際 協 力 事 業 団
金 属 鉱 業 事 業 団

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 3. 22	108
登録No.01197	66.1
	MIT

は し が き

日本政府はインドネシア共和国政府の要請に応え、同国中央カリマンタン地区の鉱物資源賦存の可能性を確認するため、地質等の調査を実施することとし、この調査を国際協力事業団に委託した。国際協力事業団は、同調査の内容が地質および鉱物資源の調査という専門的な分野に属することから、調査の実施を金属鉱業事業団に委託することとした。

同調査は3カ年にわたって行われるものである。現在まで、日鉱探開株式会社平山晴彦氏を団長として、昭和50年12月9日から昭和50年12月29日まで、および、昭和51年4月12日から昭和51年11月5日までの2回にわたって合計12名の調査団を派遣した。第1回目の調査はLANDSATデータの解析のため、第2回目の調査は空中写真撮影および空中磁気探査を目的として実施された。

本報告書はLANDSATデータの解析結果および、空中写真撮影と空中磁気探査のうち、これまでに実施された範囲の結果をとりまとめたもので、第3年次の調査結果と併せて最終報告書の一部となるものである。

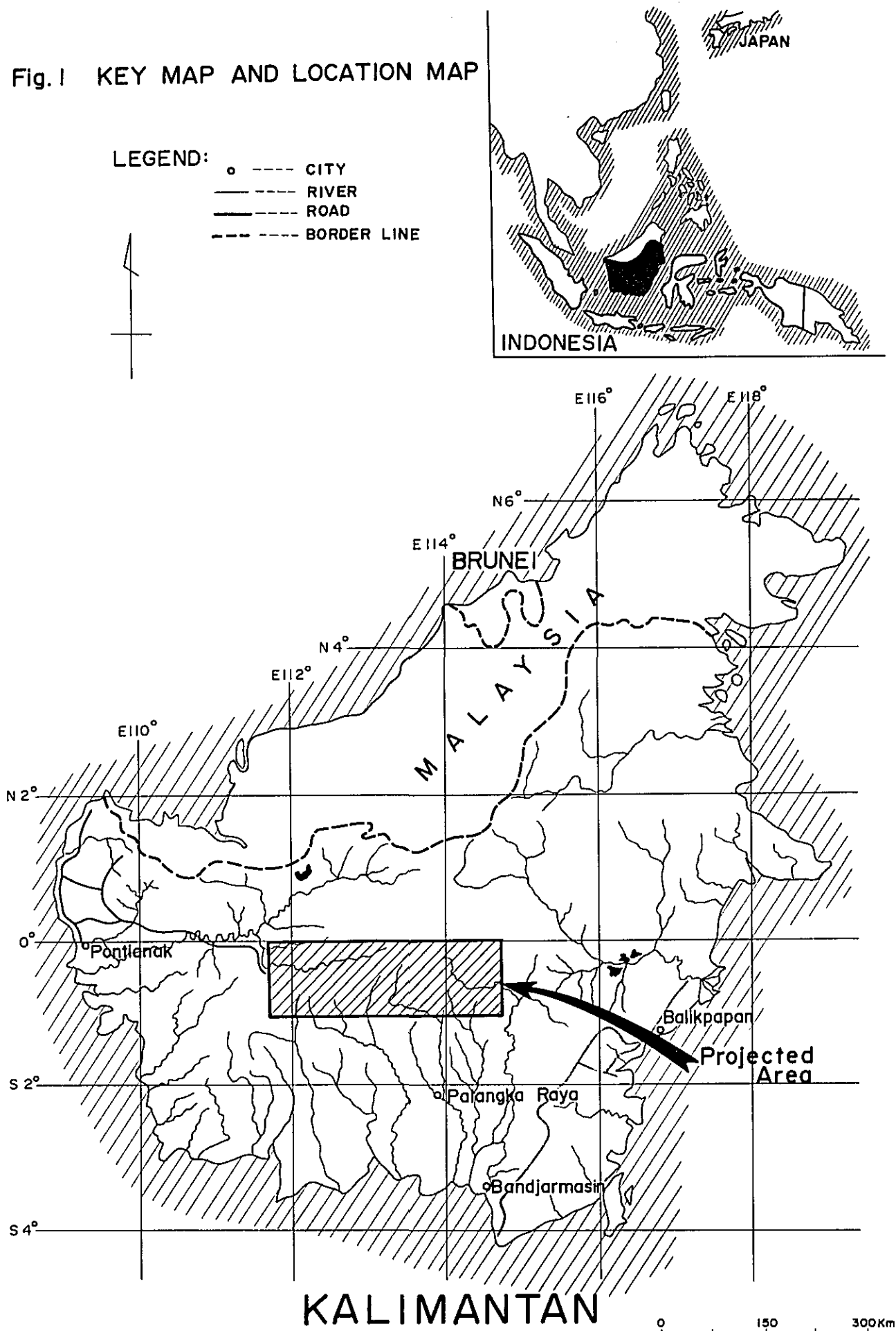
おわりに、同調査の実施にあたって御協力をいただいたインドネシア政府関係機関ならびに通商産業省、外務省、金属鉱業事業団および関係各社の各位に衷心より感謝の意を表する次第である。

昭和52年1月

国際協力事業団

総裁 法 眼 晋 作

Fig.1 KEY MAP AND LOCATION MAP



第 1 年 次

LANDSAT — データ解析

目 次

はしがき	
位置図	
目 次	
要 約	1

総 論

第1章 序 論	2
1-1 調 査 目 的	2
1-2 調 査 概 要	2
第2章 総 合 検 討	5
2-1 南西部～北東部地区	5
2-2 北西部地区	6
2-3 南東部地区	6
2-4 LANDSAT-データ解析の適用性	7
2-5 結論および将来への展望	8

各 論

第I部 LANDSAT-イメージパターン情報解析

第1章 総 説	10
第2章 地 質	11
2-1 概 説	11
2-2 地 質 単 元	12
2-3 地 質 構 造	15

第Ⅱ部 LANDSAT—データ スペクトル情報解析

第1章 総 説	17
第2章 解 析	18
2-1 補色合成法	18
2-2 加色合成法	18
2-3 色彩強調分離法	19
2-4 濃度断面表示法	21
2-5 エッジ強調法	22
2-6 三次元表示法	23
2-7 プリントアウト法	25
第3章 総合解析	27
3-1 地理一般	27
3-2 地 質	27
3-3 応用地質	28

LIST OF ILLUSTRATIONS

Figure 1	Key Map and Location Map
2	Index Map of LANDSAT-IMAGES
3	Tectonic Map of Central and Southeast Kalimantan
4	Modified Geological Column
5-1 ~ 6	Resegraph of Lineament
6-1 ~ 2	LANDSAT-IMAGES
7	Additive Color Composite Images
8	Enhanced and Extracted Images
9	Density Profiles
10	Photo-mosaic of Edge Enhanced Images
11	Photo-mosaic of 3 Dimensional Images
12-1 ~ 2	Digital Map
Table 1	Characteristic Chart of LANDSAT-IMAGE, Kalimantan
2	Lineament Patterns on the Geological Units
3	List of Spectral Data Analysis
4	Interpretation Chart of Additive Color Composition
5	Interpretation Chart of Enhanced and Extracted Composition

LIST OF APPENDICES

PL I	Index Map of LANDSAT-IMAGES (1:1, 000, 000)
II	Geological Interpretation Map of LANDSAT-IMAGE (1:250, 000)
III	Correlation Map of Density Profile with Geological Units (1:1, 000, 000)
IV-1 ~ 6	Digital Map (approx. 1:70, 000)

LIST OF ATTACHED DATA

- | | | |
|----|--|------------------------|
| 1) | Black and White Images | 1/250, 000 |
| | | Band |
| | | 4 5 6 7 |
| | E - 1356 - 02185 | * * * * |
| | E - 1355 - 02131 | * * * * |
| | E - 1355 - 02133 | * * * * |
| | E - 1444 - 02054 | * - * * |
| | E - 1246 - 02082 | * * * * |
| | E - 1138 - 02080 | * * * * |
| | E - 1138 - 02082 | * - * * |
| | E - 1444 - 02061 | * - * * |
| | E - 1372 - 02074 | * * * - |
| | E - 1137 - 02022 | * * * * |
| | E - 1443 - 02003 | * * * * |
| | E - 1101 - 02023 | * * * * |
| | | |
| 2) | False Color Composite Images | 1/250, 000 |
| | E - 1356 - 02185 E - 1138 - 02080 E - 1137 - 02022 | |
| | E - 1355 - 02131 E - 1444 - 02061 E - 1443 - 02003 | |
| | E - 1355 - 02133 | |
| | | |
| 3) | Extracted Images on Lithological Units | 1/500, 000 |
| | | |
| 4) | Geological Interpretation Overlay on LANDSAT-image | 1/250, 000 |
| | | |
| 5) | Photo-Mosaic of LANDSAT-imagery (Channel 7) | 1/1, 000, 000 |
| | | |
| 6) | Photo-Mosaic of LANDSAT-imagery(Channel 7) | 1/500, 000 |
| | | |
| 7) | 3 Dimensional Display from LANDSAT-imageries (Channel 7) | 1/500, 000 |
| | | |
| 8) | LANDSAT-images of Additive Color Composition and
Enhanced and Extracted Composition | |

要 約

本調査にあたっては、今後本地域において実施されるであろう各種調査の基礎資料を作成することを目的として、LANDSAT-データのパターン情報解析およびスペクトル情報解析を実施した。

パターン情報より主として地質、地質構造を解析し、本地域の地質を16の地質単元に分けた。さらにこれらを既存の地質図幅と対比することにより、本地域を構成している諸岩類の分布状況をより明確にした。地質構造は地域南西部から北東部にかけての基盤岩類隆起帯と、その西方および東方の両ゾーンに規制されており、西方のゾーンにはWNW-ESE系、東方のゾーンにはNNE-SSW系の褶曲が発達していると認められた。

スペクトル情報より主として鉱徴の抽出を行い、既存資料で漂砂鉱床の存在が示されている地域には沖・洪積堆積物を、鉱脈の賦存が示されている地域には2種類のアノマリーを認めた。また本地域にはボーフィリ-銅型鉱床の賦存が期待されるが、これについては酸性深成岩体の解析を行い、多くの花崗岩質岩体の発達を認めた。

これら鉱徴と得られた結果との詳細な検討は、本地域の地質・鉱床の資料が極めて乏しいため、現時点ではしばしば困難であり、今後の資料の蓄積が待たれる。

総論

第 1 章 序 論

1-1 調査目的

本調査の目的は、LANDSAT-データを解析し、調査地域全般に亘る地形・森林状況・地質・地質構造の把握ならびに鉱化帯・変質帯の可能性があるアノマリーの抽出等を行い、今後本地域において実施される各種調査の基礎資料を作成することにある。

1-2 調査概要

1-2-1 調査地域

調査地域はインドネシア共和国カリマンタン中央部にあり、南緯 $0^{\circ}\sim 1^{\circ}$ 、東経 $111^{\circ}45'\sim 114^{\circ}45'$ の緯線、経線で囲まれた面積 $36,300\text{ Km}^2$ の範囲である。

1-2-2 調査期間

昭和50年12月1日から

昭和51年2月20日まで

1-2-3 解析方法

本解析にあたって使用したLANDSAT-イメージは次の15シーン（調査地12シーン、調査地域外3シーン）である。

	画像番号	主点の緯度・経度	
西部 地区	E-1356-02185	N00-05/E110-42	
	E-1355-02131	N00-04/E112-08	
	E-1355-02133	S01-23/E111-49	
	E-1444-02054	N00-01/E113-42	
	E-1246-02082	S00-08/E113-35	
	東 部	E-1138-02080	S00-08/E113-39
		E-1138-02082	S01-34/E113-19
	地 区	E-1444-02061	S01-26/E113-22
		E-1372-02074	S01-20/E113-17
		E-1137-02022	S00-07/E115-05
	地域 近傍 マムート 鉱山付近	E-1443-02003	S01-32/E114-47
		E-1101-02023	S01-29/E114-47
E-1051-02240		N01-24/E109-47	
E-1051-02242		S00-03/E109-26	
E-1173-02001		N05-43/E116-34	

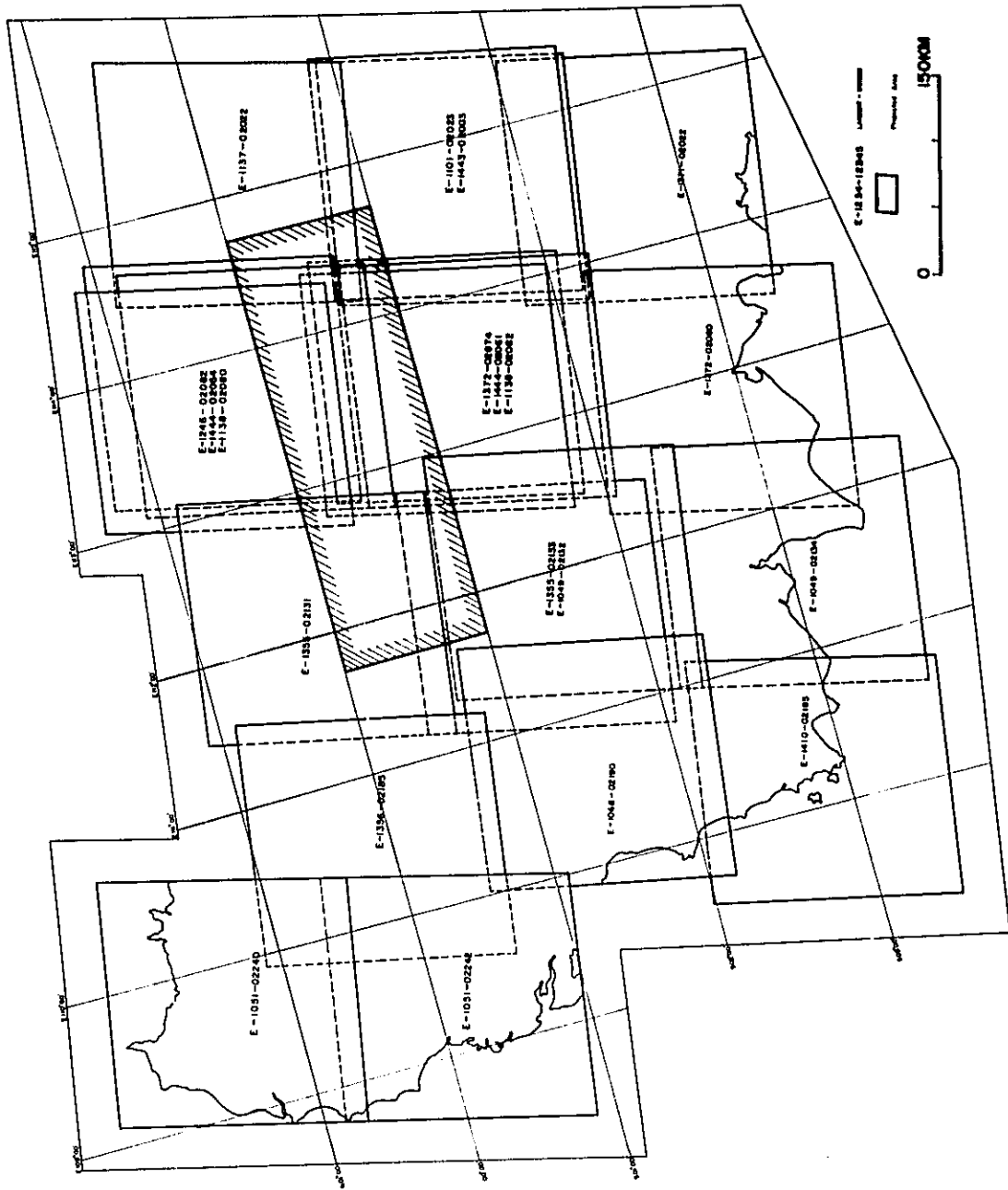


Fig. 2 INDEX MAP OF LANDSAT - IMAGES

(1) 地理解析

主として、加色合成映像、エッジ強調映像および三次元表示映像等により、地形区分、森林密度、草地、裸地、集落、交通網（道路・水路）等の分類を行う。

(2) 地質・地質構造の判読

主として各バンドの白黒画像および擬似カラー合成画像の計5種の印画によりパターン情報を直接判読する。判読に当っては写真地質学上の河川流路の型、頻度、水系の形態、密度、長さ、抵抗度（起伏量、侵食度）、谷断面、山稜形態、断裂系（密度、方向、長さ、強度）等の地形的特徴ならびに色調、肌合等の解析要素から岩相分布を把握する。また同時に層理及び片理等の走向、傾斜ならびに線状構造を判読し、地質構造解析を行う。

(3) アノマリー（鉱化帯・変質帯）の抽出

主として、加色合成法、色彩強調分離法およびプリントアウト法により解析する。

1) 加色合成解析

各バンドのネガフィルムおよびポジフィルムに対し、アディティブカラービューワ等を使用し、光の3原色の組合せを行い、既知鉱徴地（調査地域外も含む）およびそのハローが最も識別し易い組合せを選出する。この組合せでカラー合成映像を作成し、類似のアノマリーを示す地域の抽出を行う。

2) 色彩強調分離解析

各バンドのネガおよびポジフィルムと光の3原色の組合せをマルチカラーデータシステム等により行い、既知鉱徴地の色彩パターンならびに植生の違いおよびその活性度にあらわされる色彩と類似の色彩のパターンを有する地域を抽出する。

3) プリントアウト法

前述の種々の解析によって鉱徴の存在が期待される地域において、COT (Computer Compatible Tape) から、より一層精度の高い客観的データをプリントアウトし、それを解析する。

(4) 総合解析

前述の各方法により得られたそれぞれの映像を総合し、アノマリーとして得られた地形的異常 (Topographic Anomaly)、色調的異常 (Tonal Anomaly)、肌合的異常 (Hazy Anomaly)、植生の異常 (Geobotanical Anomaly) 等の相互関係ならびにこれらと地質および地質構造との関連性および規則性を解析する。

なお、前述の各段階の判読、解析に当っては、地域周辺の地質等文献資料ならびにインドネシア地質調査所 (G S I) にて既に実施した予察調査結果等参考となる資料を十分に活用する。

(5) 図面の完成

各画像の解析結果をコンパイルし総合解析図を作成する。

(6) その他

調査に使用する LANDSAT-データの選択に当っては、可能な限り調査範囲全域の地表状況が判読可能となるよう雲の少ない部分の組合せを配慮し、また、7バンドを用いて全域を俯瞰出来るモザイク写真を作成する。

1-2-4 調査員氏名

先遣隊

総括・渉外	水野恒明	金属鉱業事業団
"	蝦田佑一	国際協力事業団
"	戸田稔一	金属鉱業事業団

実施隊

総括・渉外	平山晴彦	日鉱探開株式会社
データ解析	谷藤吉郎	"
"	藤岡洋介	"
"	嶽山輝夫	"
機器操作	本間一郎	"
"	野村拳一	"
"	鎌田治朗	"
カウンターパート	Adjat Sudradjat	インドネシア 地質調査所 (G S I)
"	Turus Soejitno	"
"	Saeún Hardjoprawiro	"

第 2 章 総 合 検 討

本調査地域は地質・地質構造から南西部～北東部地区，北西部地区および南東部地区の3地区に大別される。

2-1 南西部～北東部地区

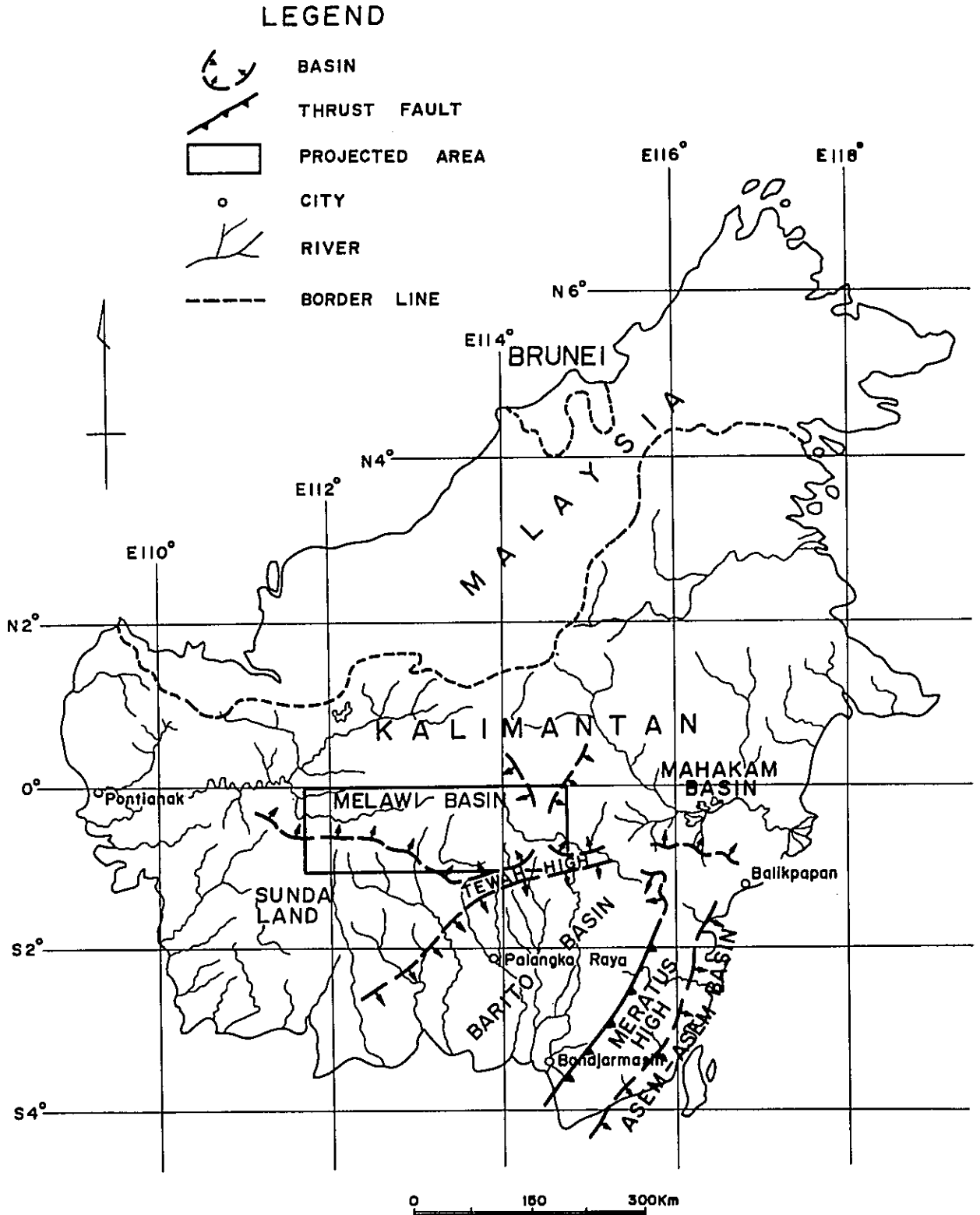
本地区には主として单元MおよびD(変成岩類)，单元N(安山岩類)および单元G(花崗岩類)が分布している。これらと既存の地質図とを比較すると，変成岩類は石炭系～三疊系，安山岩類は白亜系に，花崗岩類は上部白亜系に夫々対比される。さらにFig. 3中央～南東カリマンタン構造区分図によれば，本地区はスンダランド(SUNDA LAND)～テワハイ(TEWAH HIGH)地域の北部に位置しており，後述する西方のメラビ(MELAWI)ベースンと東方のマハカム(MAHAKAM)ベースンとの境界である隆起帯にあたる。

既存の資料によれば，本地区の鉍化作用として花崗岩類中にAu, Ag, Cu, Pb, Mo等の鉍脈が報告されている。

今回の解析，特にパターン解析および色彩強調分離法等によれば，花崗岩類は色調，肌合および侵食度の異なるいくつかの比較的大規模な岩体よりなる。また，それらの裂罅系はいずれもNNW-SSE系を主としており，鉍脈の走向もこの方向に規制されているものと推定される。また，プリントアウト法により既知鉍脈賦存域を解析した結果，PL-IV-3, -5に示す2種類のアノマリーが得られた。その1つは花崗岩質岩体周辺～縁辺でNNW-SSE系の線状構造が極めて明瞭に発達するものである。すなわち火成岩体の活動，裂罅の発達等から鉍脈賦存の場に適している地域と推定される。他の1つは植生の差が殆んどなく，かつ同一岩体中で色調の比較的暗い箇所と比較的明るい箇所とが帯状又は雁行状に配列しているものである。これは裂罅に沿う珪化および粘土化等の影響による含水量の差が方向性を示していると推定される。

調査地域内に鉍化作用は認められていないが，本地区にその賦存が期待されるものにポーフイリ銅型鉍床がある。これは，調査地域南方におけるGSIによる地質調査で花崗岩類中に黄銅鉍，黄鉄鉍等の鉍染状鉍が認められていることおよびJ. C. Liddy(1974)が指摘したフィリピンより南下するポーフイリ銅型の鉍床系列の1つは，カリマンタン島北部マレーシア側のマムート鉍床を経てカリマンタン西部に連続するという事よりも推定される。これらのことを考慮して本地区において，ポーフイリ銅型鉍化作用に関連すると考えられる酸性深成岩体の抽出を行った。この結果多くの花崗岩質岩体の発達が認められたが，地区内に対比できる本型の鉍徴が知られていないため，どの種の岩体が鉍化作用に関連するのか不明であ

Fig. 3 TECTONIC MAP OF CENTRAL AND SOUTHEAST KALIMANTAN



る。

2-2 北西部地区

本地区には主として单元T(凝灰岩類), 单元H(砂岩・頁岩等互層), 单元FおよびS(砂岩等), 单元B(玄武岩類)およびこれらを貫く单元A(安山岩岩脈)等が分布している。これらを既存の地質図と比較すると, 凝灰岩類および砂岩・頁岩等互層は始新統~中新統に, 砂岩等, 玄武岩類および安山岩岩脈は鮮新統~更新統に対比される。さらに構造区分図によれば, 本地区はメラビ ベーメン南東縁辺部にあたる。

上記の始新統~中新統は前述の基盤岩類を不整合に覆い, かつWNW-ESE系の褶曲に支配されて分布している。鮮新統~更新統の砂岩はほぼ水平に分布しており下位の単元の構造とは不調和である。

既存の資料によれば, 本地区内にはAu, ダイヤモンド等の漂砂鉱床が報告されている。今回の解析では, 沖・洪積堆積物の分布は知り得たが, それ以上の漂砂鉱床に関する情報は得られなかった。

その他, 調査地域の地質および地質構造より, 本地区にその賦存の可能性が期待される主な鉱化作用には, 安山岩岩脈に伴う鉱脈, 堆積性ウラン鉱床および浅熱水性同生鉱床等が考えられる。

安山岩岩脈に伴う鉱脈は, 調査地域南方におけるGSIの地質調査で認められている。この点を考慮し, 本地区で安山岩岩脈の発達する地域に対しプリントアウト法による解析を行った。この結果, 安山岩岩脈の形状およびその分布は明瞭となったが, 鉱脈賦存状況に関する具体的資料がないため詳細の検討は不可能である。

堆積性ウラン鉱床については, S. Hayashi(1970), S. Katayama(1974)等の指摘したベーメン基盤の花崗岩類を第三系ないし第四系が直接覆っている場合に鉱床が胚胎している例と類似の地質, 地質構造条件が本地区にみられることより推定される。

浅熱水性同生鉱床については, The Society of Mining Geologists of Japan(1974)により黒鉱々床は第三紀のベーメン縁辺部の火成活動の激しいところに胚胎している傾向にあると報告されているが, 本地区は上記の条件を具備しているとみなされる。

2-3 南東部地区

本地区には主として单元E(火山碎屑岩類), 单元H'(砂岩・頁岩等互層)および单元CおよびS(砂岩等)が分布している。これと既存の地質図と比較すると, 火山碎屑岩類および砂岩・頁岩等互層は始新統~中新統に, 砂岩は鮮新統~更新統に対比される。さらに構造区分図によれば, 本地区はマハカム ベーメン南西縁辺部にあたる。

始新統～中新統は前述の基盤岩類を不整合に覆い、かつENE-W SW系の褶曲に支配されてマハカム ベーソン内に分布している。鮮新統～更新統の砂岩は北西部地区のそれと同様に始新統～中新統の構造とは不調和に、ほぼ水平に分布している。

本地区における既存資料は極めて乏しく、鉱徴に関するデータは得られないが、地区全体の地質・地質構造よりみると、ベーソン縁辺部に位置しており、火山砕屑岩類が卓越している点から北西部地区同様黒鉱々床型の浅熱水性鉱床賦存の可能性も期待される。しかし、LANDSAT-データ解析において、本地区は雲量が多いため不明な箇所が多々残されている。

2-4 LANDSAT-データ解析の適用性

2-4-1 パターン情報解析

LANDSAT-イメージの雲量が少く、かつ画質の良い場合は、未知の地域における地形図の代用ならびに地質、地質構造解析に有効である。とくに、LANDSAT-データの大観性から大構造の把握に最も適していると云える。ただし、時代に関するデータはそれぞれの地質単元の上下関係のみであり、地質年代については経験的に先第三系、第三系および第四系程度の区別が限界である。しかしながら、ある程度の資料があれば解析はスムーズとなり、結果も具体的となり得る。

したがって、この解析法は全くの処女地に対してあるいはそれぞれ独立した個々の調査はなされているが、それらの対比に問題がある等広域的調査の欠けている地域に対して適用性がある。

2-4-2 スペクトル情報解析

(1) アナログ処理

この処理の目的には二通りある。その1つはパターン情報解析を助けるための客観的データを得ることであり、他の1つは鉱徴等のアノマリーを得ることである。

前者の場合は、パターン情報解析と並行して又は、その解析による問題点に対して補助的に実施して有効であり、本方法のみにより地質単元を区別し得られる結果はフィルムの濃度区分図であり、地質的なものとは云えない。

後者の場合は、使用するシーン内に比較、検討のできる既知鉱徴が存在し、その鉱徴の詳細が報告されていることが必要である。もし既知鉱徴なしに行うならば、得られたアノマリー(写真示徴)の検討、解析は困難である。

この解析法は、その目的に応じて、パターン情報解析と並行して行う時点あるいは、あるシーン内のある箇所の地質調査等は終了し、鉱徴の把握がなされている時点で適用性がある。

(2) デジタル処理

この処理を行う前には少くとも何らかの方法により対象とする事項、例えば鉱床賦存有望地域

が選出されていることが必要である。また同時に鈹徴に対するデータが詳細で、かつ多い程スムーズに精度の高い解析を行い得る。

何らかの方法とは、この場合はパターン情報解析とスペクトル情報解析アナログ処理との両者の組合せを指すが、さらにこれに加えて予察航空写真解析が加わればさらに精度が高くなる。また既存資料の検討、現地概査、航空写真地質調査等の組合せも有効と考える。

いずれにせよこの方法はデータの極めて乏しい時点ではその効果を充分に發揮出来ず、ある程度データの蓄積された時点で有効である。

2-4-3 LANDSAT-データ中の雲量

解析にあたって雲が障害となる場合は、1つの地域をカバーするためには幾つかのシーンが必要となる。経験的には雲量が30%程度までは幾つかの番号(ID No)のシーンを組合せることによりある程度解析可能となるが、この雲の分布状態が解析精度に大きな影響を与える。

例えば、雲が数箇所のみかたまっている場合、その箇所は他の番号のものによって補完可能であり、例えば補えないきれない場合でも雲のない地域からは十分なデータが得られる。これに対し小さな雲が平均して全体に散乱している場合は、例え幾つかの番号のものを組合せ、雲の重複する箇所がなくなったとしても解析は不可能である。

2-5 結論および将来への展望

2-5-1 結論

本地域の地質は16単元より成っており、下位より石炭系～三疊系の変成岩類、白亜系の安山岩類、始新統～中新統の凝灰岩類、堆積岩類、鮮新統～更新統の堆積岩類、玄武岩類、現世堆積物および白亜系の花崗岩類、更新統の安山岩等の貫入岩類により構成されている。

地質構造は地域南西部～北東部の基盤岩類隆起帯と、その西方のメラビ ベーゼンおよび東方のマハカム ベーゼンに規制されている。メラビ ベーゼンではWNW-ESE系、マハカム ベーゼンではNNE-SSW系の褶曲が発達している。

線状構造は、変成岩類にはNNW-SSE系、NNE-SSW系およびENE-WSW系の3方向が発達するが、その他の単元にはNNW-SSE系が卓越している。なお、このNNE-SSE系のもは古期から新期に向うにしたがいN-S方向からNW-SE方向へと漸次方向を転じている。

鈹化作用は、本地域内では漂砂型および鈹脈型のもが知られている。漂砂型のもはいずれの解析方法でも抽出し得ないが、図幅で鈹床の存在が示されている付近には沖・洪積堆積物が認められた。鈹脈型のもは鈹脈そのものは抽出し得ないが、図幅で鈹脈の賦存が示されている付近には線状構造のアノマリーおよび色調のアノマリーが認められた。

本調査地域内で鉱徴のデータは得られていないが、地質および地質構造よりその賦存の可能性が期待される主な鉱床は、ポーフイリ カッパー型鉱床、堆積性ウラン鉱床および黒鉱々床型浅熱水性同生鉱床等が考えられる。

ポーフイリ カッパー型のものについては調査地域外のポーフイリ カッパー鉱床等をも含めて解析した。この結果、鉱徴そのものは抽出し得ないが、花崗岩質岩体の分布はかなり把握し得た。

2-5-2 将来への展望

今後引き続いて次の調査を実施することが望ましい。

- ① 航空写真撮影
- ② 航空写真地質調査
- ③ 空中磁気探査

さらにその後の調査については、以上の調査を実施した後、検討されることが望ましいと考える。

前記の調査方法を選出した理由は次のとおりである。

i) 地質・地質構造に関しては、調査地域中央部から東部にかけて雲量が多い等 LANDSAT - データの情報量が少いため不明な個所が多々残されている。したがって、今後、予察写真地質調査等を現地調査に先立って実施することが望ましい。

ii) 鉱徴に関しては、対比できる具体的資料が乏しいため、漂砂鉱床と沖・洪積堆積物の分布、鉱脈鉱床とアノマリーおよびポーフイリ カッパー鉱床と花崗岩質岩体の関係等の具体的検討が現時点ではしばしば困難であり、今後、資料の蓄積に伴う検討、特にデジタル解析の実施および航空写真地質調査によるチェック等がなされることが望ましい。

iii) 本調査地域内に賦存の可能性が期待される堆積性ウラン鉱床および黒鉱型浅熱水性同生鉱床に関しては、比較・検討する資料がないため現時点では抽出・解析が不可能である。したがって今後、空中磁気探査等によりベースン構造、その基盤の形態ならびに火成岩体の発達状況等を把握することが望ましい。

各 論

第 I 部 LANDSAT-イメージ パターン情報解析

第 1 章 総 説

この解析に使用した LANDSAT-イメージは、Fig. 2 に示したとおり 7 地区における 12 シーンである。雲量ならびに画質より、西部のものは良好、東部のものはやや不良といえる。

判読にあたっては、上述の各シーンについて 4, 5, 6, 7 バンドの縮尺 1/25 万白黒印画および 5, 7 バンドの縮尺 1/50 万ならびに 1/100 万白黒印画を用い、LANDSAT-イメージのみから写真地質学的手法によって地質情報を抽出した。

縮尺 1/50 万および 1/100 万の映像を併用したのは、縮尺 1/25 万印画では走査線が可成り目立ち画質が低下していること、および大構造ならびに線状構造系の連続性の把握にあたっては映像が大きすぎるためである。また 5, 7 バンドの映像のみを使用したのは、5 バンドのものが植生に関し最大の情報量をもっており、7 バンドのものが地質、地形ならびに含水量に関し最大の情報量をもっているためである。

判読ならびに解析の手順は次のとおりである。

- ① 夫々のシーンについて縮尺 1/25 万の 7 バンド白黒印画を主体とし、前述の各印画を併用しながら主として水系ならびに地質に関するパターン情報を赤色ダーマト鉛筆にて直接記入した。
地質に関する情報とは主として「地質単元の識別とその相互関係」、「地質構造（層理・片理等の走向・傾斜，褶曲，線状構造系）」、「地形的異常およびその他の異常（例えば変質帯などによるトーンの異常）」等である。
- ② 雲量が多いため 1 地区に対し 2～3 シーン必要な場合は、最も雲量が少なくかつ画質のよいシーンの 7 バンド白黒印画を主体とし、そのシーンの雲で覆われている部分については他のシーンを利用した。
- ③ 前述の判読により識別し得た各地質単元の写真地質学的特徴を判読結果一覧表にまとめ、かつ夫々の岩相を解析した。
- ④ 以上の結果をオーバーレイに移写し、検討用の青焼図面を作成した。一方、カウンターパートも同様の判読を実施した。これら両者の判読結果の検討ならびに既存の地質資料との対比を行い、両者で最終的に 1 つの解析図および報告書を作成した。特に解析図の作成においては、雲量の少ない西部については日本側の解析結果を、雲量の多い東部については、既存データの豊富なカウンターパート側の解析結果を主体としてコンパイルした。

第 2 章 地 質

2-1 概 説

調査対象地域の地質に関する公表資料は、インドネシア地質調査所発刊の1/50万の地質図幅のみである。

この図幅には東部および南部にかなりの未調査地域が残されているが、既調査範囲内では南部は主として石炭系～三畳系、およびそれらに進入した酸性～中性の深成岩類より成り、北部は鮮新統～更新統、南東部は始新統～中新統より成るとされている。また対象地域北方では石炭系～三畳系および白亜系が分布している。尚以上の各層の構成岩相は記載されていない。

地質構造は南部については資料がないため不明であるが、北部の鮮新統～更新統は東西系の褶曲に規制されているとみなされる。

G S I の資料によると、カリマンタンの地質は、Fig. 3 に示す通り西部のメラビ ベーズン、南部のバリトー (BARITO) ベーズンおよび東部のマハカム ベーズンに堆積した第三系～第四系ならびにこれらベーズンの基盤である石炭系～三畳系および白亜系より成っている。

メラビ ベーズンからは未だ石油の発見をみていないが、バリトー ベーズンおよび、マハカム ベーズン中には大油田が知られている。

調査対象地域はスンダランド隆起帯およびテーク隆起帯北縁部からメラビ ベーズンおよび、マハカム ベーズンの縁辺部にかけてである。

本解析によるこの地域の地質は Table 1 に示す16の地質单元より成り、前記の図幅と対比すると Fig. 4 のように、单元M (主として変成岩類) および单元D (主として堆積岩源変成岩類) が石炭系～三畳系に、单元N (主として安山岩類) が白亜系に、单元H (主として頁岩と砂岩の互層)、单元ℓ (主として石灰岩)、单元T (主として凝灰岩類) および单元E (主として火山碎屑岩類) が始新統～中新統に、单元B (玄武岩類)、单元S (主として粗粒砂岩)、单元F (主として砂岩) および单元C (主として細粒砂岩) が鮮新統～更新統に、单元Q (河川堆積物) および单元L (ラテライト) が沖積統に、および单元A (安山岩)、单元I (貫入岩類) および单元G (花崗岩類) が酸性～中性岩類に相当するものとみなされる。

地質構造は、地域北東部から南西部にかけて分布する单元M, D, N およびGの基盤岩類を境とし、西部と東部とでは著しく異なっている。基盤岩類分布域ではNNW-SSE, NNE-SSW, ENE-WSW系の線状構造が発達している。西部では主として单元T, H, F およびSが基盤岩類を不整合に覆い、かつWNW-ESE系の褶曲構造に規制されて、東部では主として单元E, H およびCが基盤岩類を不整合に覆い、かつNNE-SSW系の褶曲構造に規制され

Fig. 4 MODIFIED GEOLOGICAL COLUMN

Age	Column	Descriptions
Alluvium		Alluvial Deposits Laterites
Plistocene		Basalts
		Andesites Coarse-Sandstones
Pliocene		Sandstones Fine-Sandstones
Miocene		Alternation of Shales and Sandstones
		Limestones
Paleocene		Tuffs Pyroclastic rocks
		Intrusive rocks
Cretaceous		Andesites
Triassic		Metamorphic rocks Metasediments
Carboniferous		Granites

- Notes :
1. Lineament patterns of Units M and D are different from Units N to B.
 2. Folding structures are observed in Units E, T, H and l.
 3. Bedding planes of Units C, F, S and B are nearly flat.

Table 1. CHARACTERISTICS CHART OF LANDSAT-IMAGE, KALIMANTAN (7 BAND)

UNIT	PHOTOGRAPHICAL C.			TOPOGRAPHICAL CHARACTERISTICS										PROBABLE LITHOLOGY
	TONE	TEXTURE	PATTERN	DRAINAGE		RESISTIVITY, SECTION		LINEARMENT, BEDDING			COMMENT	KINDS		
				DENSITY	PARAMETER	ROCK	VALLEY	RIDGE	DIRECTION	INTENSITY				
Q	light	hazy	meander	rare	permanent	very weak	flat	-	-	-	-	swamp, oxbow rich, poor vegetation.	Quaternary Sediments	
L	gray	fine	meander	rare	permanent	very weak	flat	-	-	-	-	well vegetation	Laterites	
B	gray	coarse	dendritic	medium	very short	strong	∨	mainly 1	medium	joint	joint	ditto	Basalts (Lava + Tuff)	
S	very dark	fine	-	-	-	strong	∨	rare	strong	bedding	bedding	dipping is nearly flat. F \ S \ B	Coarse Sandstones	
F	dark	fine	-	-	-	medium	∨	rare	strong	bedding	bedding	dipping is very gentle H \ F \ S	Sandstones	
C	dark	fine	dendritic	medium	short	medium	∨	rare	weak	bedding	bedding	ditto H \ C	Fine Sandstones	
H(H')	light	coarse	-	-	-	medium	semi cuesta	rare	very strong	bedding	bedding	foldings are observed.	Alternation of Shales & Sandstones	
ℓ	light	fine	-	-	-	very strong	-	rare	very strong	bedding	bedding	2 horizons T \ ℓ / H / E	Limestones	
E	light	fine	-	-	-	medium	∨	rare	strong	bedding joint	bedding joint		Pyroclastics	
T(T')	light ~ dark	hazy	-	-	-	weak ~ strong	partially flat (T')	medium	weak	joint	joint	characteristics are variable	Tuffs	
N	light	coarse	dendritic	medium	very short	medium	∨	mainly 1	medium	joint	joint	resistivity is different in place by place	Andesites (Lava + Tuff)	
D	gray	coarse	semi-dendritic	dense	short	medium	∨	many	medium	joint	joint	overlain by S & C	Metasediments	
M	gray ~ dark	fine	dendritic	medium	short ~ medium	strong	∪	many	strong	joint	joint	intruded by units G	Metamorphic rocks	
A	very light	coarse	-	-	-	very strong	-	rare	weak	joint	joint	intruded in units S & G	Andesites intrusive	
I	dark	coarse	-	-	-	strong	-	rare	weak	joint	joint	intruded in units II & G	Intrusive rocks	
G(G')	gray	rugged	rectangular	medium	medium ~ long	strong	∨	many	strong	joint	joint	characteristics are variable	Granites	

て発達している。

鈣化帯または変質帯と想定されるアノマリーはこの解析では抽出されなかった。

2-2 地質単元

2-2-1 単元 M

この単元は主として地域南西部より西方にかけて分布する。

特徴は肌合が細粒で、抵抗度が大きく、NNE-S SW系、NNW-S SE系およびENE-WSW系の線状構造が認められることである。

他の単元との関係は、単元Gに貫かれ、単元Tに不整合に覆われている。

本単元は、片岩類、チャート～珪岩および堆積岩源変成岩類と判定される。

2-2-2 単元 D

この単元は主として地域北東部に分布する。

特徴は、肌合が粗で、延長の短かいものが密な亜樹枝状水系を呈し、NNE-S SW系、NNW-S SE系およびENE-WSW系の線状構造が認められることである。

他の単元との関係は、単元CおよびSによって不整合に覆われている。

この単元は主として堆積岩源の変成岩類と判定される。

2-2-3 単元 N

この単元は主として地域南西部に分布する。

特徴は肌合が粗粒で、非常に短かい延長の樹枝状水系をなし、谷、山稜形態が丸味を帯びており、主としてNNW-S SE方向の線状構造が認められることである。

他の単元との関係は、単元Gに貫かれ、単元T、C、およびBにより不整合に覆われている。

この単元は主として安山岩熔岩および同質凝灰岩類と判定される。

2-2-4 単元 T (T')

この単元は主として地域北西部に広範囲に分布する。

特徴は、色調、抵抗度とも変化に富み、肌合がぼけており、線状構造の発達する箇所とそうでない箇所とが混在することである。

単元T'は、単元Tに比し抵抗度が若干高く、線状構造の発達に富む部分であるが両者の境界は漸移である。

他の単元との関係は、単元M、NおよびGを不整合に覆い、単元Hに整合に覆われ、かつ単元FおよびSによって不整合に覆われ、また単元AおよびIに貫かれている。また、単元Bとの境界はしばしば不明瞭であるが、単元Tが下位にあるとみなされる。

本単元は凝灰岩類およびシルト岩、マール等の抵抗度の低い正規堆積岩類を主とし、しばしば

熔岩を伴っていると判定される。

特に单元 T' は主として熔岩と判定される。

2-2-5 单元 E

この单元は地域南東部より東方にかけて比較的広く分布する。

特徴は、色調が比較的变化に富むが一般に明るく、肌合が細粒で、抵抗度はそれ程低くないが、ほぼ均等に開析が進んでおり、明瞭な層理を有し、褶曲が認められることである。

他の单元との関係は、单元 H' により整合に覆われている。

この单元は成層凝灰岩類を主とする火山碎屑岩類と判定される。

2-2-6 单元 H (H')

この单元は、ほぼ地域全域にわたり比較的広く分布している。

特徴は、色調が明るく、肌合が粗粒で、局部的ではあるがしばしば準ケスタ地形を呈し、明瞭な層理ならびに褶曲が観察されることである。

他の单元との関係は、单元 T および E を整合に覆い、单元 ℓ と互層をなし、单元 S, F, C および B により不整合に覆われている。

この单元は頁岩と砂岩の互層を主とする正規堆積岩類と判定される。

2-2-7 单元 ℓ

この单元は、地域南東方に分布している。

特徴は、色調が明るく、肌合が細粒で、抵抗度が極めて高く、非常に明瞭な層理が認められることである。

他の单元との関係は、单元 H と互層をなしている。

この单元は石灰岩を主とするものと判定される。

2-2-8 单元 C

この单元は中央部から東部にかけての広い範囲に亘って数ヶ所に小規模な分布が認められる。

特徴は、色調が暗く、肌合が細粒で、樹枝状水系を呈し、不明瞭ながらしばしば層理が認められることである。

他の单元との関係は、单元 S および B により不整合に覆われ、单元 D, N, T, H および G を不整合に覆っている。

この单元は細粒砂岩を主とする正規堆積岩類と判定される。

2-2-9 单元 F

この单元は地域北西部から北方にかけて分布している。

特徴は、色調が暗く、肌合が細粒で、明瞭な層理が観察されることである。

他の单元との関係は、单元 H を不整合に覆い、单元 S および B により不整合に覆われており、

单元Aに貫かれている。

この单元は砂岩を主とする正規堆積岩類と判定される。

2-2-10 单元 S

この单元は地域北部から北方にかけて比較的広範囲に分布している。

特徴は、色調が極めて暗く、肌合が細粒で、抵抗度が高く、極めて明瞭な層理が観察されることである。

他の单元との関係は、单元D, N, T, E, H, C, FおよびGを不整合に覆い、单元Bによって不整合に覆われており、单元Aに貫かれている。

この单元は粗粒砂岩および礫岩を主とする粗粒の正規堆積岩類と判定される。

2-2-11 单元 B

この单元は地域北西部から北方にかけて分布する。

特徴は肌合が粗粒で、樹枝状水系を呈し、その延長は非常に短く、また抵抗度は高く、NNW-SSSE方向の線状構造が発達していることである。

他の单元との関係は、单元N, T, H, C, F, SおよびGを不整合に覆い、单元Aに貫かれている。

この单元は主として玄武岩類と判定される。

2-2-12 单元 L

この单元は地域南東方および東方に分布する。

特徴は肌合が細粒で、地形は平坦であり、植生が密で、蛇行水系が発達していることである。

この单元は主としてラテライト等の土壌と判定される。

2-2-13 单元 Q

この单元は地域一帯の大河川に沿って分布している。

特徴は色調が明るく、地形は平坦であり、蛇行水系、三ヶ月湖、湿地帯が発達していることである。

この单元は主として河川堆積物と判定される。

2-2-14 单元 G (G')

この单元は地域南西部から西方にかけて広範囲に分布する。

特徴は、肌合が粗雑で、直方状水系を呈し、抵抗度が強く、主としてNNW-SSSE方向の明瞭な線状構造が発達していることである。单元G'は单元Gに比し、若干抵抗度が低く、開析が進んでいるが、両者の境界は不明瞭である。

他の单元との関係は、单元MおよびNを貫き、单元T (T'), BおよびSにより不整合に覆われており、单元IおよびAによって貫かれている。

この単元は花崗岩類を主とする酸性～中性の深成岩類と判定される。

2-2-15 単元 I

この単元は地域南西部と北東部にのみ局部的に分布する。

特徴は、色調が暗く、肌合が粗で抵抗度が強く、山稜形態が険しいことである。

他の単元との関係は、単元 T および G を貫いている。

この単元は貫入岩類と判定されるが、岩質は不明である。

2-2-16 単元 A

この単元は地域西部の各所に局部的に分布する。

特徴は、色調が非常に明るく、肌合が粗で抵抗度が極めて高く、急峻な山稜形態を呈することである。

他の単元との関係は、単元 N, T, H, C, F, S, B および G を貫いている。

この単元は安山岩類を主とする酸性～中性の貫入岩類と判定される。

2-3 地質構造

2-3-1 一般構造

本地域は地質構造より、南西部から北東部にかけての単元 M, D, N および G 分布域の隆起帯、北西部の主として単元 T および H 分布域のメラビ ベーゼン縁辺部、および南東部の主として単元 E および H' 分布域のマハカム ベーゼン縁辺部の3地域に大別される。

隆起帯は、変成岩類、安山岩類およびそれらに進入した花崗岩類より成っている。これらの基盤岩類には主として NNW-SSW 系の線状構造が発達している。

メラビ ベーゼン縁辺部は主として粗粒の正規堆積岩類より成り、凝灰岩類を伴っている。これらは WNW-ESE 系の褶曲構造に支配されて分布している。

マハカム ベーゼン縁辺部は主として成層凝灰岩類および粗粒の正規堆積岩類より成る。これらは NNE-SSW 系の褶曲構造に支配されて分布している。

単元 S, B, L および Q は前述の構造とは不調和に分布している。

2-3-2 褶曲構造

本地域の北西部から北西方にかけておよび南東部から南東方にかけて褶曲構造が発達している。

地域北西方のものは、単元 H の鍵層追跡により明瞭に判読される。これは西方で尖滅し、東方に潜む WNW-ESE 系の複向斜構造である。この構造は主として単元 T および H を規制しているが、単元 S および B により不整合に覆われており、その東方延長は不明である。

地域南東方のものは、単元 H' および ℓ の鍵層追跡により判読される。これはカルミネーションを伴う NNE-SSW 系の複背斜構造である。この構造は主として単元 E, H' および ℓ を規制

している。

これら両褶曲構造は、ほぼ直交する方向にあるが、両構造の中間部には单元M、DおよびG等の基盤岩類が分布しており、かつこれら構造を不整合に覆う单元SおよびLがほぼ水平に発達している為、両構造の関係は不明である。

2-3-3 断 層

本地域内には、全体の地質構造を規制するような大規模断層は判読されない。小規模なものは地域各所に認められるが、それらには顕著な方向性は認められない。

ただし、後述する線状構造にはNNW-SSW系のものが卓越しており、この中には延長が数十Kmに亘って連続するものが相当数認められる。これらは可成り明瞭な直線状の線形を呈しており、断層の可能性もある。

2-3-4 線状構造系

本地域の線状構造はTable 2およびFig. 5-1~6に示すとおりであり、本数と延長との比率とはほぼ一致している。その方向性は全体的には、 $N 40^{\circ}W \sim N 30^{\circ}E$ の間に50%以上が集中している。この区間を单元毎にみると、单元Mでは $N 0^{\circ} \sim 30^{\circ}W$ 間に30%以上が、单元Dでは $N 10^{\circ}W \sim N 10^{\circ}E$ 間に約20%が、单元Nでは $N 10^{\circ}E \sim N 40^{\circ}W$ 間に70%以上が、单元Gでは、 $N 10^{\circ}E \sim N 30^{\circ}W$ 間に約70%が、单元Tでは $N 10^{\circ}E \sim N 30^{\circ}W$ 間に50%以上が、单元Bでは $N 10^{\circ}E \sim N 40^{\circ}W$ 間に約70%が集中している。

この集中度よりみると、单元MおよびDが著しく低いが、これはFig. 5-1, -2に示すようにNNE-SSW系およびENE-WSW系の線状構造系が存在するためである。この方向性を有する单元は他に認められない。

他の单元、即ち单元N、G、TおよびBはFig. 5-3~6に示すようにNNW-SSW系の同じ方向性を有している。

以上、線状構造系の発達は次のように解析される。

- ① 先ず、单元MおよびDにNNE-SSW系およびENE-WSW系の線状構造が発達した。
- ② 次に、单元N、G、TおよびBの活動に亘る時期には、NNW-SSW系の線状構造が発達した。

なおこれは、 $N 10^{\circ}W \sim S 10^{\circ}E$ から $N 30^{\circ}W \sim S 30^{\circ}E$ へと、即ち、N-S系からNW-SE系へと漸次方向を転じている。

Table 2. LINEAMENT PATTERNS ON THE GEOLOGICAL UNITS

Directions	Unit M			Unit D			Unit N			Unit G (G')			Unit T (T')			Unit B		
	Number pcs %	Length Km %	Number pcs %	Length Km %	Number pcs %	Length Km %	Number pcs %	Length Km %	Number pcs %	Length Km %	Number pcs %	Length Km %	Number pcs %	Length Km %	Number pcs %	Length Km %		
																	Number pcs	Length Km
N 0° - 10°W	63 13	116.8 12	3 6	11.0 10	68 17	114.5 18	762 13	1,447.8 13	133 14	216.5 13	133 14	216.5 13	61 11	96.0 11				
N10° - 20°W	51 10	90.3 10	0 0	0 0	71 17	106.0 17	894 16	1,635.8 15	157 16	273.5 16	157 16	273.5 16	83 15	125.0 15				
N20° - 30°W	50 10	96.8 10	1 2	4.5 4	60 15	84.8 13	932 16	1,639.8 15	132 13	232.5 14	132 13	232.5 14	95 17	150.8 18				
N30° - 40°W	26 5	49.3 5	0 0	0 0	42 10	75.5 12	751 13	1,448.3 13	94 10	162.0 9	94 10	162.0 9	89 16	121.3 14				
N40° - 50°W	23 5	43.0 5	0 0	0 0	21 5	32.3 5	380 7	754.0 7	48 5	86.3 5	48 5	86.3 5	32 6	51.0 6				
N50° - 60°W	25 5	43.3 5	0 0	0 0	8 2	15.3 2	217 4	399.8 4	22 2	40.8 2	22 2	40.8 2	14 3	23.8 3				
N60° - 70°W	25 5	47.8 5	0 0	0 0	6 1	8.8 1	106 2	202.0 2	5 1	6.3 0	5 1	6.3 0	7 1	8.8 1				
N70° - 80°W	16 3	31.3 3	0 0	0 0	1 0	1.8 0	51 1	112.3 1	3 0	4.5 0	3 0	4.5 0	6 1	9.3 1				
N80° - 90°W	18 4	32.5 3	0 0	0 0	1 0	0.8 0	41 1	86.8 1	6 1	9.3 1	6 1	9.3 1	12 2	19.3 2				
N90° - 80°E	24 5	44.8 5	0 0	0 0	1 0	0.8 0	27 1	59.3 1	6 1	9.8 1	6 1	9.8 1	1 0	2.0 0				
N80° - 70°E	12 2	17.8 2	4 8	10.0 9	1 0	2.0 0	42 1	92.8 1	10 1	20.0 1	10 1	20.0 1	0 0	0 0				
N70° - 60°E	12 2	23.8 3	4 8	7.0 7	1 0	3.8 1	39 1	74.8 1	19 2	34.5 2	19 2	34.5 2	2 0	3.0 0				
N60° - 50°E	14 3	33.0 4	3 6	5.0 5	2 0	2.3 0	41 1	111.0 1	29 3	53.8 3	29 3	53.8 3	3 1	0.8 0				
N50° - 40°E	11 2	17.8 2	6 13	11.5 11	4 1	10.8 2	61 1	158.5 1	44 4	79.8 5	44 4	79.8 5	6 1	9.5 1				
N40° - 30°E	16 3	35.8 4	6 13	14.8 14	9 2	13.0 2	116 2	235.3 2	44 4	85.0 5	44 4	85.0 5	14 3	30.3 4				
N30° - 20°E	43 9	90.0 10	14 29	26.5 25	21 5	36.5 6	244 4	572.0 5	61 6	114.3 7	61 6	114.3 7	34 6	50.0 6				
N20° - 10°E	40 8	69.0 7	2 4	3.8 4	34 8	50.0 8	405 7	886.3 8	53 5	106.3 6	53 5	106.3 6	38 7	54.5 6				
N10° - 0°E	32 6	59.0 6	5 10	12.0 11	55 14	82.5 13	636 11	1,266.8 11	119 12	174.5 10	119 12	174.5 10	62 11	88.8 11				
Total	501	941.5	48	106.0	406	641.0	5,746	11,182.8	985	1,709.3	985	1,709.3	559	843.8				

Notes : 1 Lineaments of Unit D are observed partly due to much cloud cover and poor quality of images.

2 Lineaments of Unit T are observed mainly in the Western part of the area due to much cloud cover and poor quality of images in the Eastern part.

FIG. 5-1. ROSEGRAPH OF LINEAMENT ON UNIT M

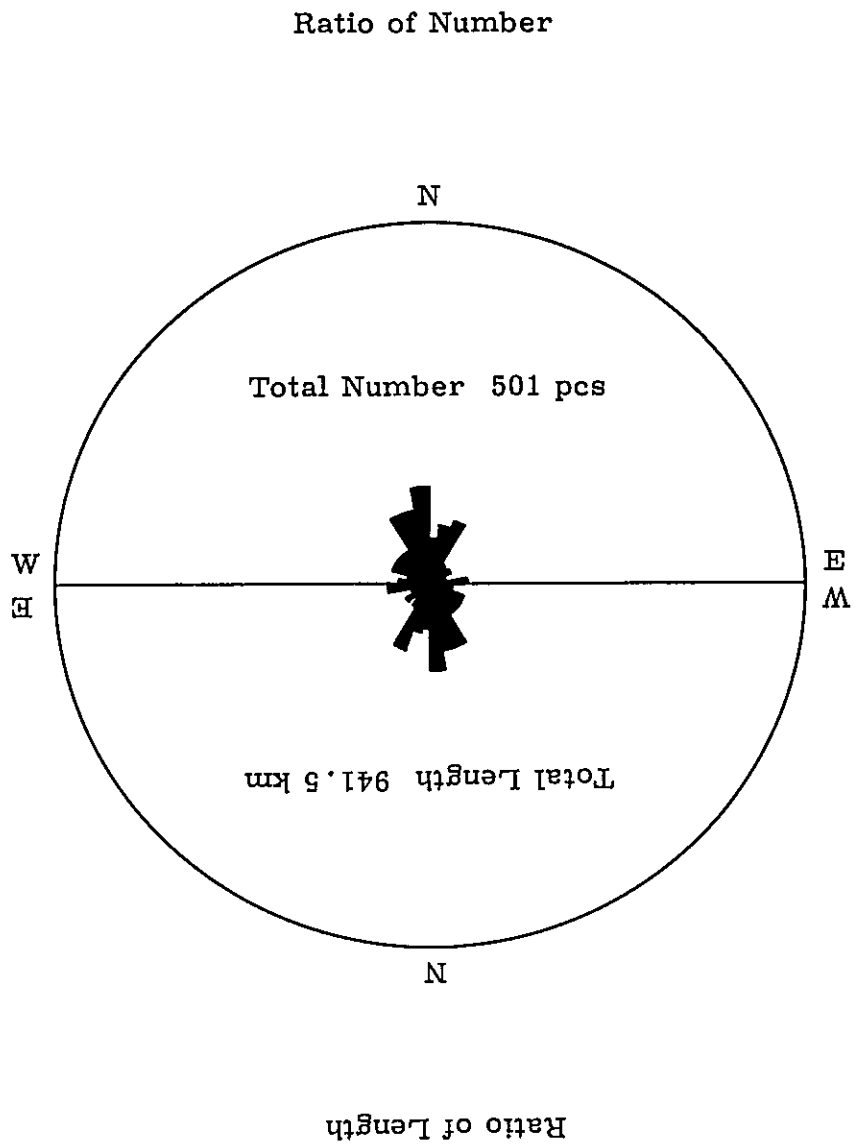


FIG. 5-2. ROSEGRAPH OF LINEAMENT ON UNIT D

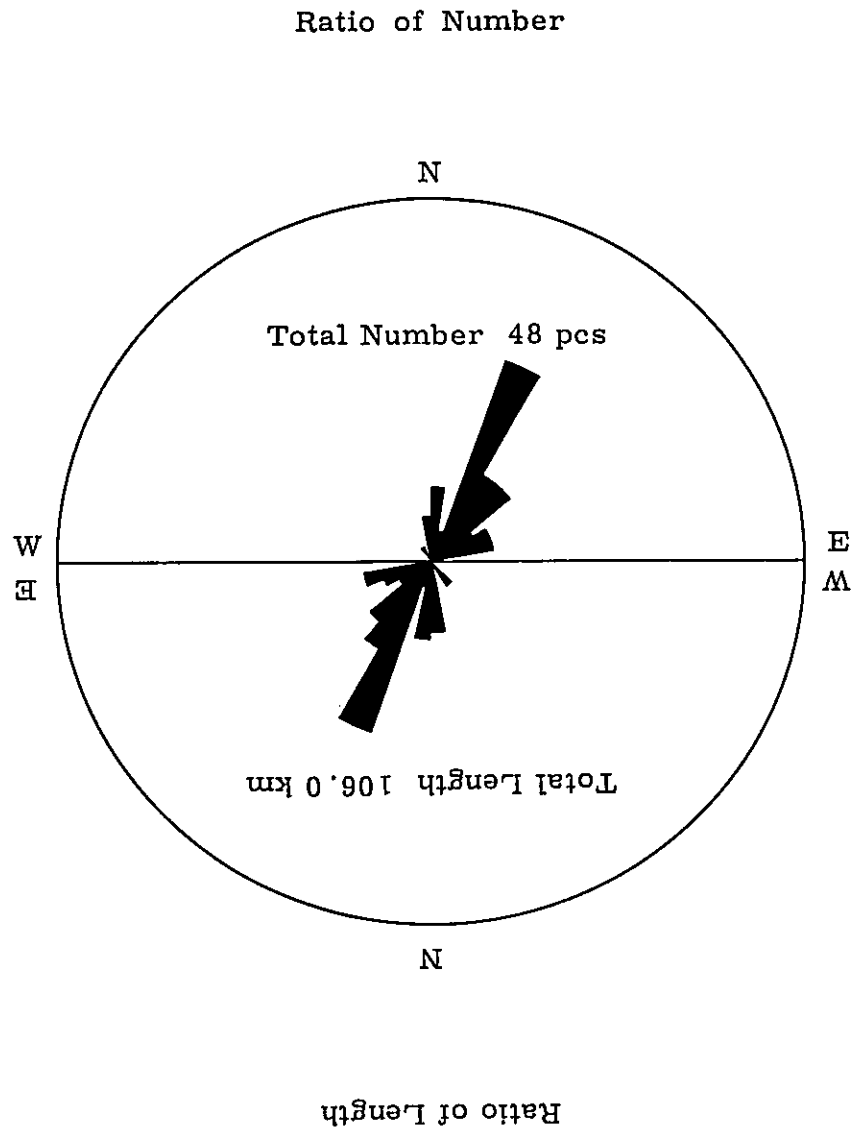


FIG. 5-3. ROSEGRAPH OF LINEAMENT ON UNIT N

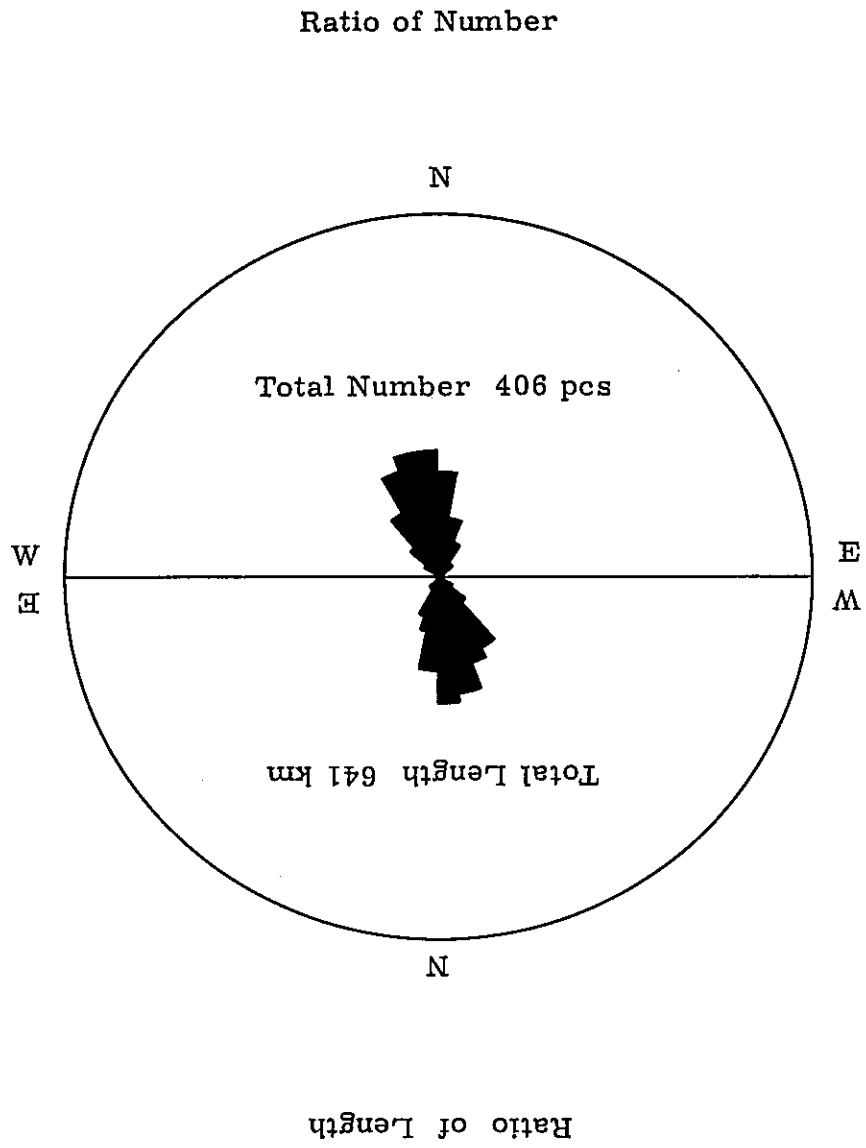


FIG. 5-4. ROSEGRAPH OF LINEAMENT ON UNIT G (G')

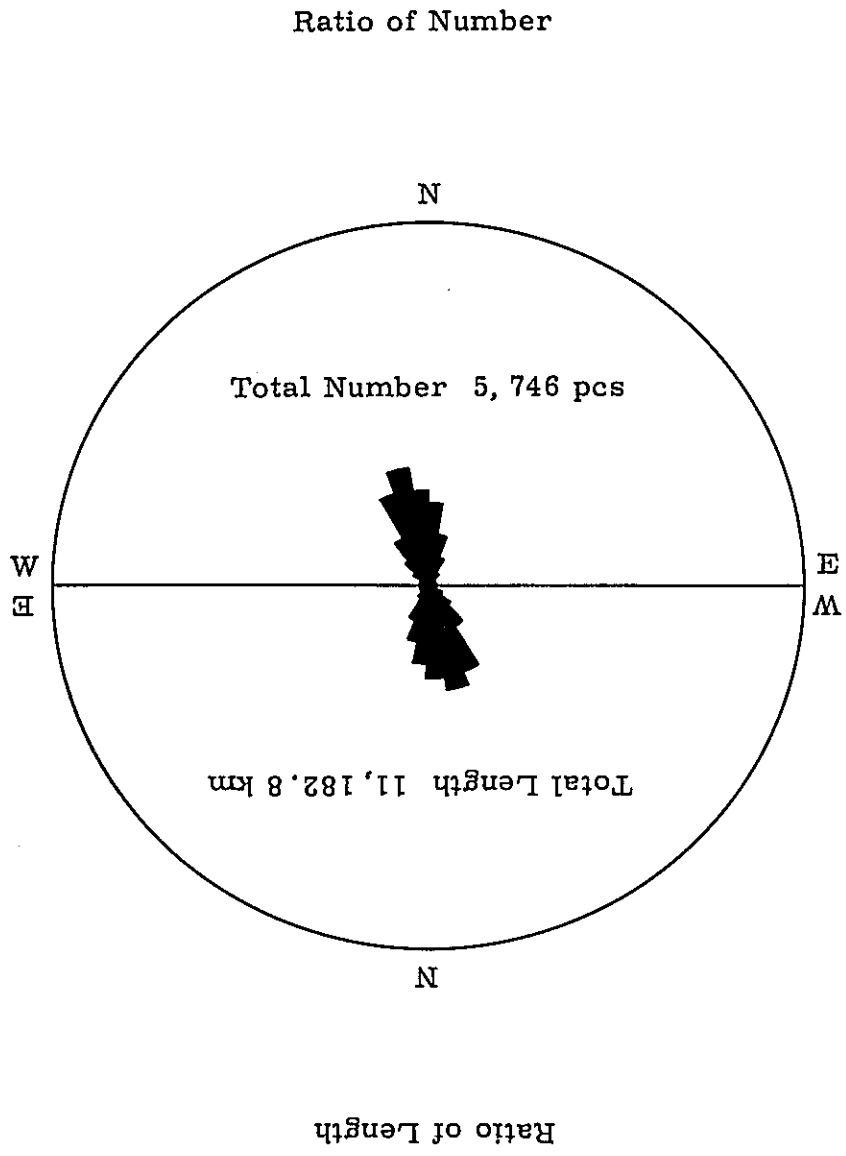


FIG. 5-5 ROSEGRAPH OF LINEAMENT ON UNIT T('T')

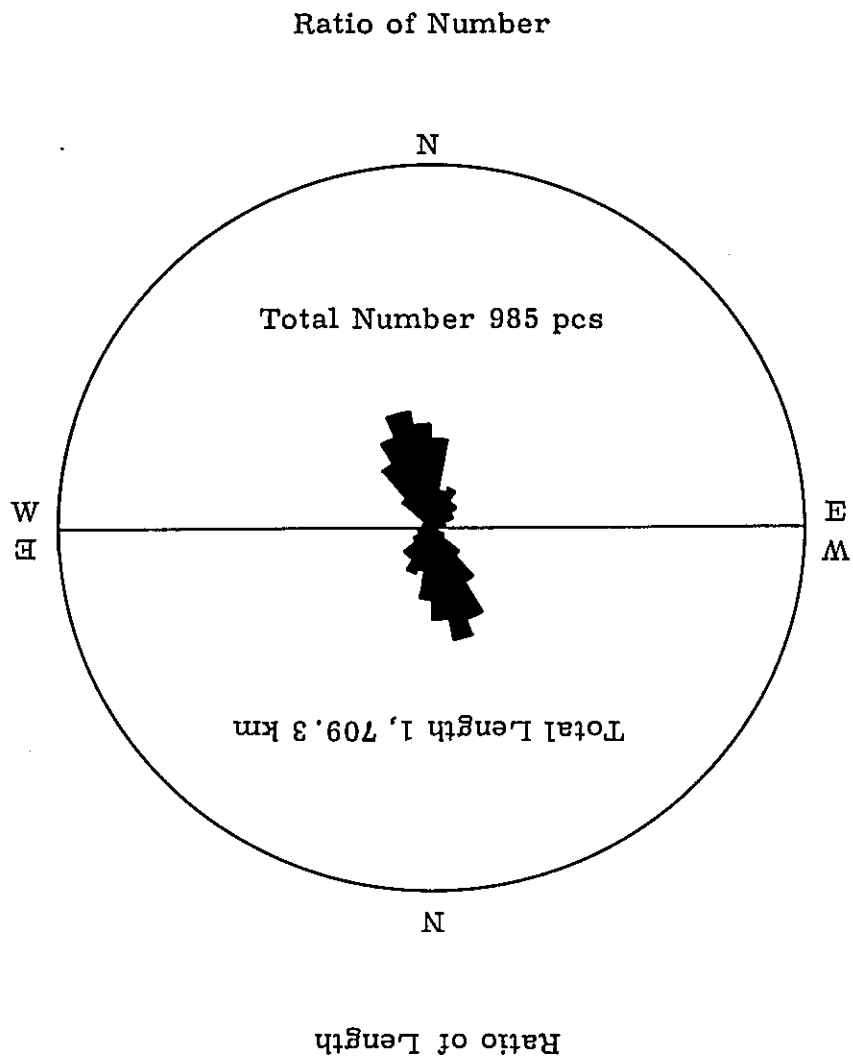
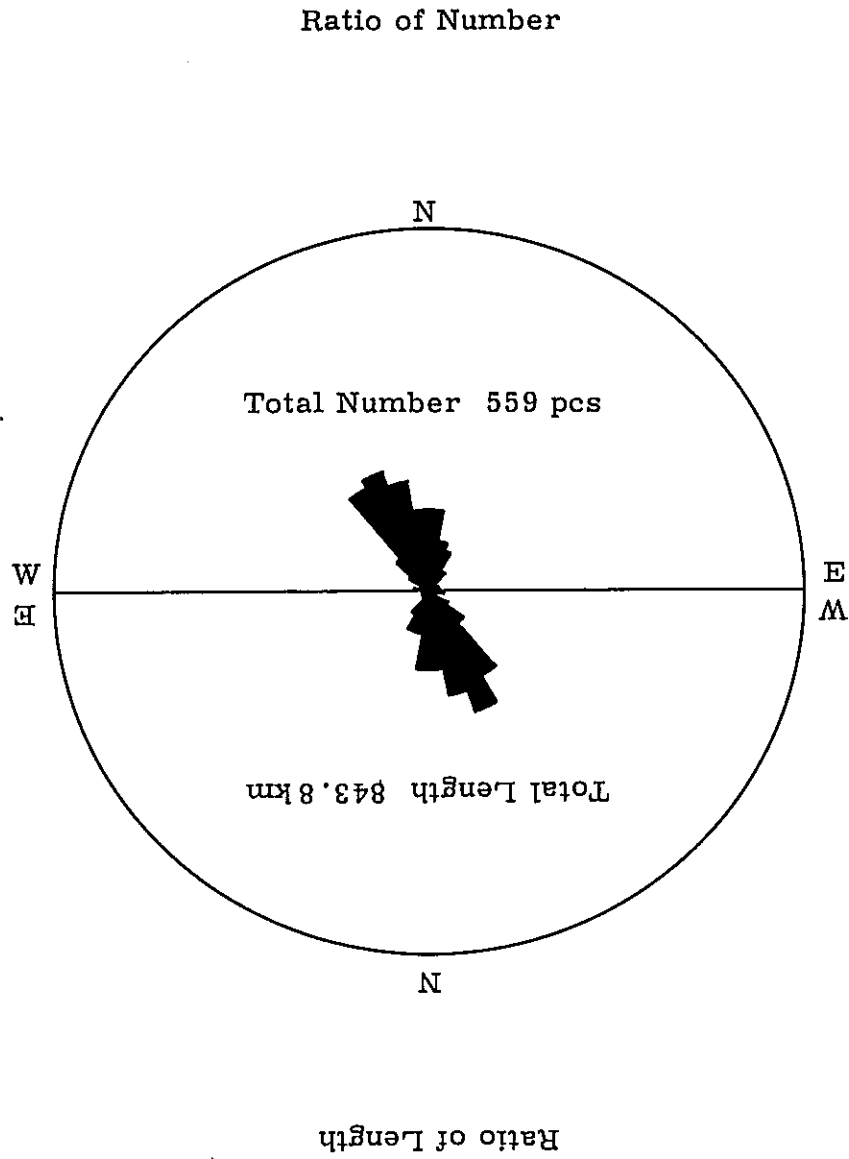


FIG. 5-6. ROSEGRAPH OF LINEAMENT ON UNIT B



第Ⅱ部 LANDSAT—データ スペクトル情報解析

第 1 章 総 説

スペクトル情報とは対象物の各波長のスペクトル応答特性の相違に関するものである。スペクトル情報解析はデータを記録した COT (Computer Compatible Tape) を利用するデジタル処理と、フィルムベースに変換された画像を利用するアナログ処理に分けられる。さらにアナログ処理は写真的処理、電子画像処理とに分けることができる。尚、ここでいう電子画像処理には、その過程にデジタル変換を含んでいるが、すべてフィルム又は印画のもっているアナログ量を処理していることから、本報告ではアナログ処理に一括した。

アナログ処理は地表物体の LANDSAT-データ各バンド(4~7バンド, 4バンド; 0.5~0.6 μm , 5バンド; 0.6~0.7 μm , 6バンド; 0.7~0.8 μm , 7バンド; 0.8~1.1 μm) におけるスペクトル反射強度のアナログ量の差を利用し対象物を抽出する方法である。

デジタル処理は走査機器によるサンプリングポイントの一点、一点を記号の画像データとして処理する方法で、アナログ処理と異なり、非線型な関数をあてはめたり多次元画像空間での高度な処理も可能である。

この解析では、地形区分、地質単元、地質構造の識別、鉱徴の抽出を目的として Table 3 の方法を実施した。

Table 3. LIST OF SPECTRAL DATA ANALYSIS

Analytical Methods		Object			
		Geomorphology	Geological Units	Geological Structure	Ore Showings
Analogic Process	Photographic Process	False Color Composition	○	○	
		Additive Color Composition	○	○	
Electronic Process		Color Enhancement & Extraction	○		○
		Density Measurement			○
		Edge Enhancement	○		○
Digital Process		Three Dementional Display	○	○	
		Print Out Method		○	○

第 2 章 解 析

2-1 補色合成法

この方法は一般に云われている、フォルスカラー合成画像作成法である。本解析では、4バンド-黄(青)、5バンド-シアン(赤)、7バンド-マゼンタ(緑)の発色(フィルター)組合せ、すなわち、ナチュラルタイプカラー合成画像を作成した。これらはパターン情報解析に際しての参考資料として、調査地域をカバーする7シーンについて白黒印画に合わせ1/25万のスケールとした。本報告書では、その一部を小スケール(1/200万)でFig. 6-2, Pl. 5に示した。

本合成画像においては森林の活性度、およびその密度の度合が、緑色の濃淡差として表示されている。すなわち、密林は濃緑色で、伐開地はその新旧に応じ黄色~黄緑色で示される。その他河川、沼沢地、湖等の水圏は黒色、半湿地は、茶色、集落、道路等の人口構築物は白色で、それぞれ他より区別される。なお、本解析に際しては、一部の地域に対して、4バンド-黄(青)、5バンド-マゼンタ(緑)、7バンド-シアン(赤)の発色(フィルター)組合せを用いた赤外映像タイプのフォルスカラー合成画像も作成し解析の参考とした、その一例を、Fig. 6-2, Pl. 6に示した。

2-2 加色合成法

(1) 使用機器

本解析に使用した機器はMultiband Viewer Model 6000 (I²S社製)である。

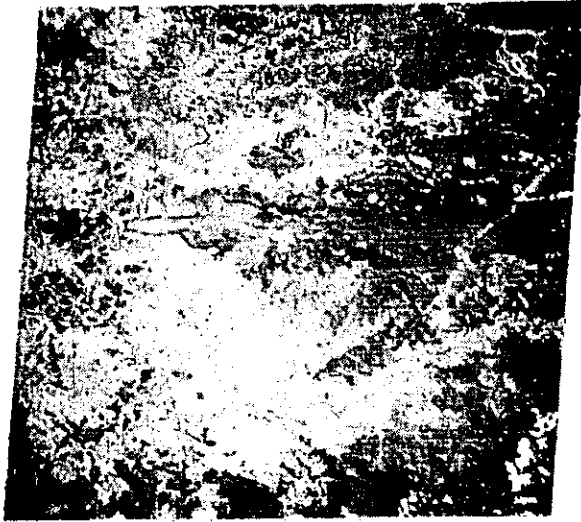
本機器は次の様な機能および仕様をもっている。

機 能

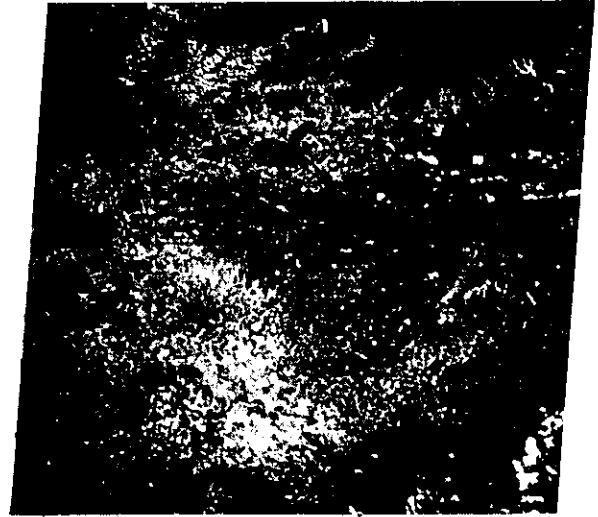
- 各波長ごと(今回の解析ではLANDSAT-イメージの4~7バンド)のフィルムに光の3原色フィルターをかけ、最大4枚の組合わせからカラー合成像を作ること。
- 各チャンネルのレンズ位置、フィルターおよび各レンズの光量をそれぞれ独立して選択できること。

仕 様

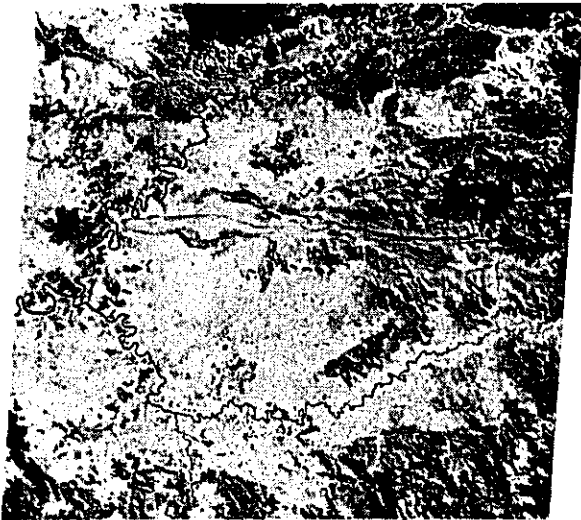
レジストレーション	X・Y各軸±0.19 in.
スクリーン	9 in. × 9 in.
レ ン ズ	150 mm (4本) f 5.6
電 源	110 V, 50 Hz ~ 60 Hz, 25 Amps



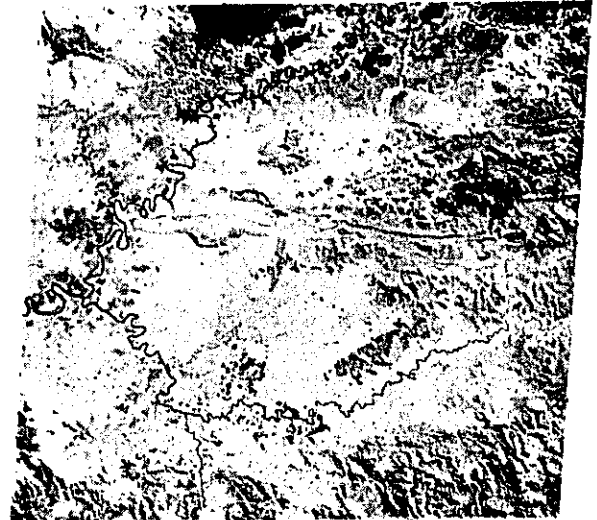
Pl. 1



Pl. 2



Pl. 3



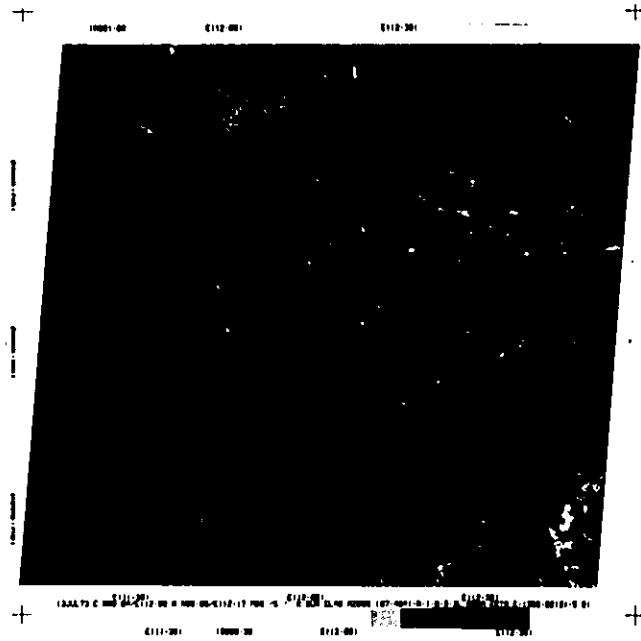
Pl. 4

Fig. 6 LANDSAT-IMAGES

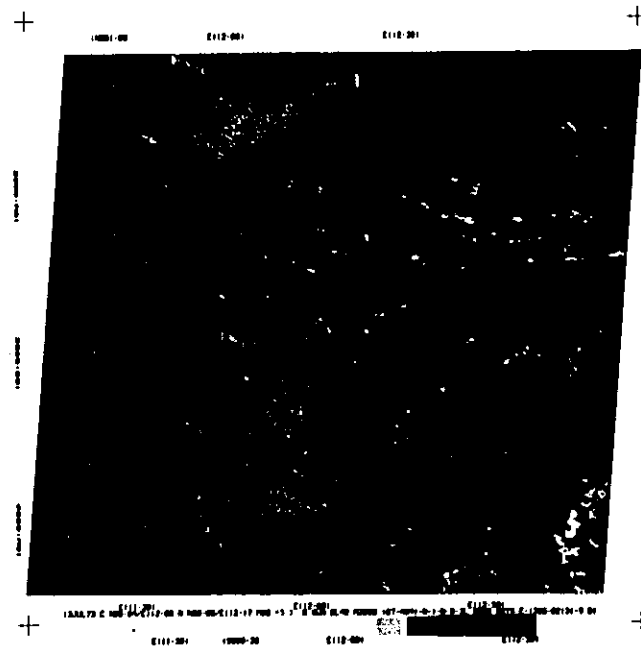
Fig. 6-1 B/W IMAGES (E-1355-02131)

Pl. 1, 4 Band (0.5 - 0.6 μm), Pl. 2, 5 Band (0.6 - 0.7 μm)

Pl. 3, 6 Band (0.7 - 0.8 μm), Pl. 4, 7 Band (0.8 - 1.1 μm)



Pl. 5



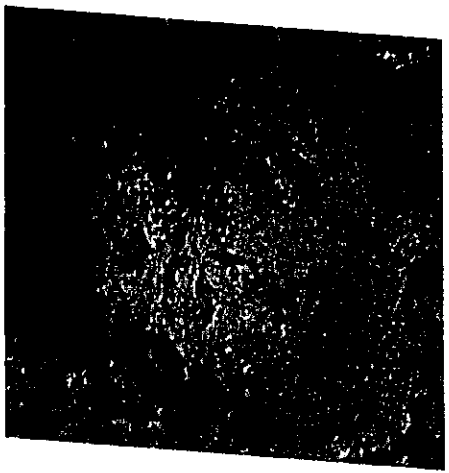
Pl. 6

Fig. 6 LANDSAT-IMAGES

Fig. 6-2 FALSE COLOR COMPOSITE IMAGES

Pl. 5, 4 Band - Yellow, 5 Band - Cyanine, 7 Band - Magenta

Pl. 6, 4 Band - Yellow, 5 Band - Magenta, 7 Band - Cyanine



Band - Film
(4~7)
(P: Positive)
(N: Negative)

Filter
(R: Red, G: Green)
(B: Blue, X: None)

Light Strength
(0~9)

Pl. 1

4 N R 6 The acidic bodies exposed in the southern part are shown in white.
5 N X 4 The river system and the swamps are emphasized in pale blue as negative film is used.
6 N G 9
7 N B 9 (see Table 4, No.10)

Pl. 2

7 P G 9 The timbered areas are shown in dark green over yellowish background with strong contrast, and the boundaries of the rock units are clear.
7 N X 9 (see Table 4, No.13)

Pl. 3

5 N R 9 Information of bands 5 and 6 is added to 7
6 N G 4 band negative and positive films. This combination is most suited for distinguishing the general geologic units of the total area. Water is bluish purple and the lithological difference of the normal sedimentary formations could be made easily.
7 N B 9
7 P X 5 (see Table 4, No. 14)

Fig. 7 ADDITIVE COLOR COMPOSITE IMAGES (E-1355-02131)

TABLE 4. INTERPRETATION CHART OF ADDITIVE COLOR COMPOSITION

I.D. Number	Band (Channel)	Film		Filter	Color Strength	Results
		Negative or Positive				
1.	E-1356	4	P	B	5	With this combination, the timbered open areas along the river which flows through the central part of the image are shown in light reddish brown, and other forests in dark reddish brown. The image is generally not clear because of the effect of bands 4 and 5.
	-02185	5	P	G	7	
		6	P	R	7	
		7	P	G	9	
2.	do.	4	P	B	9	In this combination with the filters of bands 5 and 6 exchanged from that of No. 1, the image is somewhat greenish and the difference of vegetation of the timbered open areas are distinguished.
		5	P	R	9	
		6	P	G	9	
		7	P	G	9	
3.	do.	5	P	B	9	In this combination with band 4 removed, the image is generally clearer with the effect of bands 6 and 7. Lake sediments in the center are identified. The linear structure of the acidic bodies in the south is clearer.
		6	P	G	7	
		7	P	R	9	
4.	do.	5	P	B	9	The image is generally reddish brown, but parts with bodies of water such as rivers are shown in bluish tone.
		7	P	R	9	
5.	do.	7	N	X	7	With this combination of negative and positive films of band 7, the drainage system is best shown. Peaks consisting of sandstone in the northwest and acidic bodies in the southeast are shown in white, and these bodies are distinguished from other geological units.
		7	P	G	9	
6.	do.	7	N	B	9	With this combination with different filters from No. 5, drainage and valleys which are shown in white in the negative film is shown in pale blue.
		7	P	R	6	
7.	do.	5	N	R	6	In this combination, the effect of band 7 is very strong, and the image has an orange tone. The green objects are clouds.
		7	P	G	8	
8.	do.	4	N	R	8	With this combination using only negative films, the timbered open areas are dark, and the forest light, the acidic bodies in the southeast are also shown in lighter tone.
		5	N	X	7	
		6	N	G	9	
		7	N	B	9	
9.	do.	5	N	B	8	This combination is best suited for the classification of general topography and geologic units. The sandstone in the northwest and the acidic bodies in the southeast are identified by the lighter tone, and the vegetation of the timbered open areas can be classified and the drainage is also clearly shown.
		6	N	B	9	
		7	N	X	9	
10.	E-1355 -02131	4	N	R	6	The acidic bodies in the south are shown in white. Only negative films are used and thus the drainage and swamps are enhanced and shown in pale blue.
		5	N	X	4	
		6	N	G	9	
		7	N	B	9	
11.	do.	7	R	R	9	This combination clarifies the general geologic units of the project area. The acidic rocks in the south is white with characteristic linear structures, and the anticlinal structure in the center consisting of sandstone has limbs with continuous bedding, and these can be distinguished from other units.
		7	N	X	9	
12.	do.	5	N	X	9	With this combination, the alluvial formations distributed along the meandering river are shown in tone lighter than the surroundings. Since red filter is used over band 7, the clouds are seen in red.
		7	P	R	9	
13.	do.	7	P	G	9	This combination is made by using green filter instead of red in No. 12. The timbered open areas are shown in dark green over yellowish background with strong contrast, and the boundaries of the rock units are clearer than in No. 12.
		7	N	X	9	

I. D. Number	Band (Channel)	Film			Color Strength	Results
		Negative or Positive	Filter			
14.	E-1355	5	N	R	9	This combination is obtained by adding the information of bands 5 and 6 to the negative and positive films, and it is best suited for general classification of the geologic units of the project area. The water zone is shown in bluish purple and the lithology of the sedimentary units can be distinguished easily.
	-02131	6	N	G	4	
		7	N	B	9	
		7	P	X	5	
15.	E-1355	5	P	R	9	This combination is very good for extracting acidic bodies. They are displayed in the lightest tone and together with their characteristic linear structures, they can be clearly distinguished from other rock units. The open timbered areas are dark in this image and only those clouds which are colorless in band 5 positive film are shown in red.
	-02133	7	N	X	9	
16.	do.	7	P	X	9	This combination is also good for extracting acidic bodies. Acidic rocks come out in darkest green, other rocks in paler but dark green, and the timbered open areas and alluvial sediments are shown in yellowish brown.
		7	N	G	9	
17.	do.	7	P	X	9	The linear structure of the acidic bodies in the central part of the image is clearly shown by this combination, but only information similar to No. 16 can be obtained by this combination.
		7	N	R	9	
18.	do.	7	P	X	9	This is the same combination as No. 17, but the 7N film has been turned anti-clockwise in order to enhance the edges. The linear structures of the acidic bodies in the central part is emphasized.
		7	N	R	9	
19.	do.	4	N	R	9	The acidic bodies are shown in white. But the color in the southern and northern part is unstable due to photographic processing, and the margins of the rock bodies are not clear.
		5	N	X	3	
		6	N	G	9	
		7	N	B	9	
20.	do.	5	N	R	5	This combination was made by subtracting band 4 from No. 19. The shape of the rock bodies is better distinguished than No. 19. This fact shows that the noise level is high in band 4.
		6	N	G	9	
		7	N	B	9	
21.	do.	5	N	B	9	This combination is also good for extracting acidic bodies. Blue filter was inserted in bands 5 and 7, resulting in generally pale blue tone except for the acidic rocks. The distribution of open timbered zones and rivers can be clarified by this combination.
		6	N	B	9	
		7	N	X	9	
22.	E-1138 -02080	4	P	B	7	This combination produces images closest to the natural tone. But since the films of bands 4 and 5 are generally dark, the tone of the image as a whole is dark greenish and is not suited for geologic classification.
		5	P	R	9	
		7	P	G	9	
23.	do.	4	P	B	8	This combination produces the so-called infrared type false color composites, but the image is not suited for geological work by the same reason as No. 22.
		5	P	G	3	
		7	P	R	9	
24.	do.	7	N	R	6	Under this combination, all objects are displayed in orange with the exception of the clouds which are colorless in the band 7 positive film. The sandstones in the central part is shown in darker tone.
		7	P	G	8	
25.	do.	7	N	X	6	With this combination with the filter of the negative film removed from No. 24, the outline of the central sandstone and the drainage are shown in lighter tone, resulting in clearer information than No. 24.
		7	P	G	8	
26.	do.	7	N	B	9	With this combination, the clouds are displayed in red and the outlines of the formations which have lighter tones in the negative films are shown in intense blue together with the shadow of the clouds. Information generally obtained from this combination is less than from other combinations.
		7	P	R	9	
27.	do.	5	N	R	9	Under this combination, the clouds are displayed in green and the other objects in reddish hue. This is not suited for geological classification as the band 5 film has monotonous tone.
		7	P	G	9	

I.D. Number	Band (Channel)	Film			Color Strength	Results
		Negative or Positive	Filter			
28.	E-1138	4	N	R	8	This combination using negative film for all bands is the best combination of this scene for topographic and geological classification. The outline of the sandstones in the central and the northern parts are displayed in white and are clearer than those of other rock units.
	- 02080	5	N	X	6	
		6	N	G	7	
		7	N	B	8	
29.	do.	5	N	B	9	Band 4 has been removed and the filter conditions have been changed from No. 28. The clouds are dark brown and other objects are light blue. The geological classification is even clearer than No. 28. This is because of the haziness of band 4.
		6	N	B	9	
		7	N	X	6	
30.	E-1444	7	N	X	8	In this scene, band 5 is lacking in the original film and the image quality of band 4 is very bad. Thus positive and negative films of band 7 were combined. The cloud is green and other objects are yellow, but as the atmosphere is hazy, the geologic units are difficult to distinguish in this image.
	- 02061	7	P	G	7	
31.	E-1137 - 02022	4	P	B	9	This combination positive films of all bands shows the clouds in white and other objects in dark brown. The bedding of the sandstone in the central and western part is distinguished, but the tone is generally monotonous.
		5	P	G	7	
		6	P	R	9	
		7	P	G	9	
32.	do.	4	P	B	9	This combination produces image with color close to natural light. But the tone is generally dark greenish and monotonous, and thus is not suited for geological classification. This is due to the dark and monotonous tone of the films of bands 4 and 5.
		5	P	R	7	
		6	P	G	9	
		7	P	G	9	
33.	do.	5	P	B	9	The tone produced from this combination is similar to No. 31. It is generally lighter because of the removal of band 4, and the bedding of the sandstone in central and the west is clearly indentified.
		6	P	G	6	
		7	P	R	9	
34.	do.	5	P	B	9	This combination with band 6 removed from No. 33 produces reddish tone in general, and the geological information available from the image is similar to those from No. 33. This indicates that bands 6 and 7 contain approximately the same information.
		7	P	R	9	
35.	do.	7	N	X	8	With this combination, thick clouds are displayed in green and other objects in yellow to brown. The image has lighter tone because of the use of negative films and the bedding of the sandstone is clear.
		7	P	G	9	
36.	do.	7	N	B	9	The filter conditions have been changed from No. 35. The thick clouds are shown in reddish brown and other objects in bluish color. The geological information available is inferior to that of No. 35.
		7	P	R	8	
37.	do.	5	N	R	6	The clouds are displayed in green and the ground in reddish color, but the color is generally monotonous and it is not suited for geological identification.
		5	P	G	7	
38.	do.	5	N	R	5	The band 5 positive of No. 37 has been changed to band 7. The tone is generally lighter than No. 37, and the bedding of the sandstone in the center and west is clearly observed.
		7	P	G	9	
39.	do.	4	N	R	9	This combination of negative films for all bands is the best for discriminating topographic and geologic units. The bedding of the sandstone is clearly identified and the alluvial deposits along the river is distinguished from other units by the brown color.
		5	N	X	5	
		6	N	G	9	
		7	N	B	9	
40.	do.	5	N	B	9	This combination provides good geological information similar to that of No. 39. Since the filter of band 7 is removed, to ground is shown in lighter whitish color.
		6	N	B	9	
		7	N	X	9	

I.D. Number	Band (Channel)	Film		Filter	Color Strength	Results
		Negative or Positive				
41.	E-1443	4	P	B	4	With this combination, the effect of bands 4 and 5 is strong even with weak lighting through this band. Thus the general tone is monotonous and ground information is unavailable because of the thin overall cloud cover in this scene.
	-02003	5	P	G	6	
		6	P	R	8	
		7	P	G	7	
42.	do.	4	P	B	6	Color close to natural is obtained by this combination, the timbered areas along the river is shown in lighter color than the forests. Other objects are not very clear as in the case of No. 41.
		5	P	R	5	
		6	P	G	9	
		7	P	G	9	
43.	do.	5	P	B	9	This combination produces the so-called infrared false color. As the water is displayed in dark blue, the oxbow lakes along the river and swamps are clearly distinguished from the land which is red.
		6	P	G	5	
		7	P	R	9	
44.	do.	5	P	B	9	This combination produces images with slightly reddish tint compared to that of No. 43, and the available information is the same as No. 43. This shows that the information of bands 6 and 7 are almost the same in this scene.
		7	P	R	9	
45.	do.	7	N	X	9	This combination using negative and positive films of band 7 is least affected by cloud cover. The color is generally pale greyish green and the drainage is well identified. The bedding of the sandstone in the east is clearly identified.
		7	P	G	9	
46.	do.	7	N	B	9	Blue filter is inserted in the negative film of band 7 of the combination No. 45. The tone is generally red and the rivers and lakes are shown in blue. Available information is the same as No. 45.
		7	P	R	9	
47.	do.	5	N	R	7	Under this combination the cloud is shown in green and other objects in orange. Rivers, lakes, and swamps are displayed in intense red, but geological information available is not beyond that of Nos. 45 and 46.
		7	P	G	9	
48.	do.	4	N	R	6	This combination was the best for identifying topographic and geologic units in other scenes. But for this scene, it is very poor with the exception of identifying drainage patterns. This is caused by the cloud cover over the scene and the haziness of the films of bands 4 and 5.
		5	N	X	6	
		6	N	G	9	
		7	N	B	9	
49.	do.	5	N	B	9	With this combination, the alluvial deposits in the north are shown in darker shade and are distinguished from other units. Other information is poor with the same reason as No. 48.
		6	N	B	5	
		7	N	X	6	
50.	E-1173 -02001	4	N	R	6	The acidic bodies which are displayed in darker colors in general color composites have enhanced lighter tone with this combination, and these bodies can be clearly distinguished from other rocks including those scattered around Mt. Kinabalu.
		5	N	X	3	
		6	N	G	9	
		7	N	B	9	
51.	do.	5	P	B	9	Positive films are used for all bands in this combination and the color is close to that of infrared false color composites. The acidic rocks are shown in reddish brown with redder tint than other units, and the structure near Mt. Kinabalu and Mamut mine is clear.
		6	P	G	9	
		7	P	R	9	
52.	do.	4	P	B	5	Color close to nature is obtained by this combination, and alluvial sediments which are white in the films of bands 4 and 5 are displayed in pale purple. The lineations cutting Mt. Kinabalu in NE-SW direction is clearly observed.
		5	P	G	9	
		6	P	R	5	
		7	P	G	9	

I. D. Number	Band (Channel)	Film		Filter	Color Strength	Results
		Negative or Positive				
53.	E-1173 - 02001	4	N	B	5	With this combination using negative films for all bands, the clouds and the alluvial sediments are shown in green and other objects in yellow - pale brown. The Tertiary sedimentary formations with clear bedding distributed along the coast are displayed in stronger brown than other units due to the effect of vegetation.
		5	N	R	5	
		6	N	G	8	
		7	N	G	9	
54.	do.	4	P	B	9	Color closest to the natural color is obtained by this combination for the project area with ACV. The acidic rocks with difference in vegetation are displayed in darker tone and the alluvium and open area near the Mamut mine is shown in lighter color.
		5	P	R	9	
		6	P	G	9	
		7	P	R	4	
55.	do.	7	N	X	9	Negative and positive films of band 7 are used. The darker tone of the films are weakened in this combination, and one side of the valleys is shown in green, thus the pattern of the lithologic units is very clear.
		7	P	G	9	
56.	do.	5	P	R	9	With this combination the parts which are displayed in dark tones in general color composites are shown in white. Therefore the acidic bodies are shown in lighter tone shown.
		7	N	X	9	
57.	do. (enlarged)	5	P	X	9	The effect of band 5 is strong in this combination and the roads, alluvium, open areas are identified clearly. The Tertiary sedimentary formations in the west show characteristic pattern with many white dots. The green tone is stronger to the north of this image, but this is believed to be due to the quality of the original film.
		7	P	G	9	
58.	do.	4	P	B	9	Color close to the natural color is obtained by this combination. It is seen that the vegetation of Mt. Kinabalu becomes darker green as the elevation increases. The roads and alluvium which are clearly seen in bands 4 and 5 are also identified clearly in this combination.
		5	P	X	8	
		6	P	G	9	
		7	P	G	9	
59.	do.	5	P	B	9	This combination produces color close to infrared false color. The acidic bodies of Mt. Kinabalu and the ultramafic bodies in the north are shown in tones darker than the surroundings. The lineation cutting the Mamut mine in N-S direction and that running in N-S direction to the northeast of the mine are observed clearly.
		6	P	G	7	
		7	P	R	9	

Color of the filters :

B : blue, G : green, R : red, X : colorless.

Color strength :

from 0 to 9 (max.)

寸 法 30 in. W × 24 in. L × 44 in. H
重 量 約 45 Kg

(2) 手 順

調査地域および周辺地域をカバーする LANDSAT-イメージの各バンドに対し、ネガおよびポジフィルムを準備し、各シーン8枚のフィルムから適当な4枚の組合せを選び、これらを機器にセットしてスクリーン上に投影された映像を観察しながら目的にかなう組合せ、およびそれぞれのチャンネルのフィルター、光量条件を選出し写真化する。さらに精度の高い解析を必要とする地域に対しては、拡大フィルムを作成し、同一手法にて解析を行う。

(3) 結 果

各シーンに対して実施したそれぞれの組合せの成果は、Table 4の通りである。またこれら合成画像の一部を Fig. 7, Pl. 1~3 に示した。各シーンにおけるフィルム濃度等に大きな差違が認められるため、各シーン毎にそれぞれ目的にかなう組合せを選択しなければならなかったが、全体的には、地理、地質単元の識別には、5, 6, 7バンドのネガフィルムの組合せ、地質構造、特に線状構造の識別には、7バンドのネガ・ポジフィルムの組合せが有効であった。

2-3 色彩強調分離法

(1) 使用機器

本解析に使用した機器は Multi-color Data System Model 4200C (NAC製) である。

このシステムは、波長別に記録されたフィルムをさらに電気信号に変換してカラーディスプレイに表示し、これに電子回路的処理演算と人間の判断力とを加えて、必要とする情報を抽出するための規準を見出すことを目的とするものである。

本機器は次の様な機能および仕様をもっている。

機 能

○ カラー合成

任意の三波長のフィルターに三原色を与えて、カラーブラウン管上にディスプレイする。なお波長相互間の影像の加減乗除の演算を経た結果のディスプレイもできる。

○ スペクトル パターン自動抽出

任意の1点をディスプレイ上で指定し、その点のスペクトルパターンを自動判別し数字で表示する。

○ クラシフィケーション

任意の1点をディスプレイ上で指定したとき、その点のスペクトルパターン値(点又は幅)

と同じ値を持つ物標の分布を、自動的にディスプレイ上に表示する。

○ 面積測定

前項(3)でクラシファイされた物標の分布の占める面積が、別に与えられる(方形又は任意形)総面積に対する比率(%)を自動表示する。

○ 較正測定

内蔵グレースケールより、三原色別に較正測定できる。

○ オプション機能

パターン エキストラクション コントロール ユニットによる任意領域の抽出。

エッジ エンハンサーによる輪郭の強調。

デンシティ コントロール ユニットによるグレースケールレベル値と分布の計測。

デジタル プリンターによる計測値のプリントアウト。

主な仕様

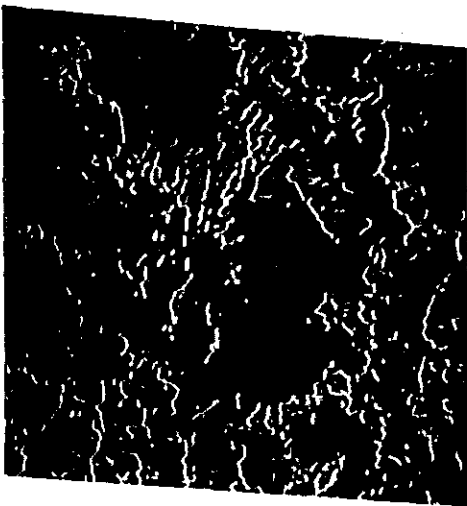
カメラ方式	TVカメラ方式(3プランピコン)
レジストレーション方式	機械, 電子方式
濃度判別段階	3原色各64段階
クラシフィケーション方式	全自動判別式
クラシフィケーション出力	カラーCRT(Cathod Ray Tube)上に5種類モードで表示及び3原色グレースケールレベルのプリントアウト(オプション)
面積測定表示方式	カラーCRT上に数値%表示及びプリントアウト(オプション)

(2) 手順

加色合成法の際に準備された各シーンのネガおよびポジフィルムから各々適当な3枚を選び、ブラウン管上の映像を観察しながら目的とする地形、地質単位の識別に最適なフィルムの組合せ、フィルターおよび光量条件で像を固定し、対象単元にクロスヘアを合わせ、濃度表示に用いるチャンネル濃度段階の幅をそれぞれ選び、この点と同じ濃度を示す地域を色別しやすい色で表示する。

(3) 結果

各シーンに対して実施したそれぞれの組合せの成果はTable 5の通りである。また、これらの画像の一部をFig. 8, Pl. 1~3に示した。この解析では、各バンドにおいて、指定した濃度幅にふくまれる地域の抽出を行なった。したがって、本地域においても、比較的単調な濃度で、しかも周囲と比較的明瞭な濃度差をもつ河川、湖沼等の水域、人工構築物、伐開地等は容



Film Combination
 4 ~ 7 Band
 (P : Positive Film
 N : Negative Film
 NR : Reserved Negative Film)

Filter
 (R : Red
 G : Green
 B : Blue)

Extraction Spectral Pattern
 (0 ~ 63)

Extraction Color
 (Br : Brown
 R : Red
 O : Orange)

Pl. 1

6N R 54-58
 7N G 54-54 Br
 7NR+7P B 12-43

The shale which is distributed in a continuous elongated shape on the limb of the syncline in the central part and zones of similar intensity are extracted. The continuation of this unit to the east is confirmed. (see Table 5, No. 17)

Pl. 2

7P+7NR R 34-39 O

Parts of sandstone and limestone are extracted from the other sedimentary rocks. But the granitic body located in southern-east is also extracted. (see Table 5, No. 16)

Pl. 3

7NR+7P R
 7P+5N G
 7P B 52-55 R

The open zones are clearly distinguished from other types of vegetation. (see Table 5, No. 7)

Fig. 8 ENHANCED AND EXTRACTED IMAGES (E-1355-02131)

TABLE 5. INTERPRETATION CHART OF ENHANCED AND EXTRACTED COMPOSITION

I. D. Number	Film Combination	Filter	Extraction Spectral Pattern	Extraction Color	Results
1. E-1356 - 02185	6N 7N 7P	R G B	53~55	G	This combination is used for clarifying the outline of the open timbered areas.
2. do.	6N 7NR+7P 7NR+7P	R G B	-	-	This is used for topographic classification.
3. do.	6N 7N 7P	R G B	48~48	W	The cross hair was set on the granitic rocks with linear structures and distributed in the south. And zones of similar intensity were extracted. With a very narrow intensity range, it was possible to observe the continuation of these bodies in the direction of the lineation. Zones of similar intensity were observed in the swamps along rivers in other areas.
4. do	6N 7N 7P	R G B	45~48 58~59	W	This is the same combination as No. 3. Extraction was done with a wider intensity range. The granitic bodies in the south were extracted over wider areas, but with wider intensity range the Quaternary formations are included and it will be difficult to extract granitic rocks only.
5. do.	6N 7N 7P	R G B	42~43 56~56	B	The cross hair was set on the limestone distributed in a small area in the northeast. Zones of similar intensity on negative films of bands 6 and 7 were extracted. The distribution of the limestone of this area identified by this method was the same as that obtained by pattern analysis. By this method the sandstone in the north-central part came out with the same intensity.
6. do.	7NR+7P 7NR+7P	R -	33~44	B	The cross hair was set on the same limestone as No. 5. Zones of similar intensity on "band 7 negative reversible + band 7 positive" combination with intensity range slightly larger than No. 5 were extracted. The distribution of the limestone in this area was clarified by this method. In other areas sandstone and some tuffs were extracted in the same intensity.
7. E-1355 - 02131	7NR+7P 7P +5N 7P	R G B	52~55	R	This combination was used with the purpose of clarifying the outline of the open timbered areas. Zones with intensities similar to that of positive film of band 7 were extracted. Most of the open areas were extracted by this method as in the case of No. 1.
8. do.	7NR+7P 7N 7NR+7P	G R B	-	-	Topographic classification was done by this combination. There are many bodies of water in this area and they were shown in red and other objects were identified with the same tone difference as in the case of No. 2.
9. do.	7N 6N 7P	R G B	52~52	W	The cross hair was set on the granitic bodies distributed in the southeast, and zones with similar intensity on negative film on band 6 were extracted. In other areas, however, the parts extracted by this combination were all of other geologic units and thus this is not applicable to other areas.
10. do.	6N 7N 7P	R G B	36~39	R	The cross hair was set on coarse sandstone distributed in the east, and zones of similar intensity on negative film on band 6 were extracted. These zones agreed well with the results of the pattern analysis in this area. But in other areas most of the extracted zones consisted of other rock units.
11. do.	6N 7N 7P	R G B	53~55 48~51 49~53	O	The cross hair was set on the sandstone distributed around the coarse-grained material mentioned above, and zones with similar intensities on negative film on band 6, negative film on band 7, and positive film on band 7 were extracted. These zones agreed well with the results of the pattern analysis in this area, but in other areas coarse-grained sandstone and tuff were also extracted by this combination.
12. do.	6N 7N 7P	R G B	53~55 48~51	B	The cross hair was set on the same sandstone as above, and the combination with positive film of band 7 removed from No. 11 was used. The zones extracted by this combination were approximately the same as in the case of No. 11.

I.D. Number	Film Combination	Filter	Extraction Spectral Pattern	Extraction Color	Results
13. E-1355 - 02131	7P+7NR	R	37 ~ 39	B	The cross hair was again set on the sandstone. Extraction was done on "7 positive + 7 negative reversible". The results was unstable compared to the above two combinations and the information obtained was not more than those available by the above two.
14. do.	6N 7P	R -	56 ~ 58	Pr	The cross hair was set on the basalt distributed in the eastern part of the image. Extraction was done by negative film on band 5. The results agreed well with those of the pattern analysis. Small basalt bodies were also extracted, but some of the sandstone and granites were also picked up.
15. do.	7P+7NR	B	52 ~ 52	B	The cross hair was set on the andesite dykes in the central part of the image. "7 positive + 7 negative reversible" was used. Extraction was done with a very narrow intensity range. The dykes were shown as small dots and they agreed well with those of the pattern analysis.
16. do.	7P+7NR	R	34 ~ 39	O	The cross hair was set on the sandstone and limestone distributed in a narrow area in the northwestern part of the image. "7 positive + 7 negative reversible" was used. Some of the sandstone and tuff were extracted in other area by this combination. The information obtained by this combination did not exceed those by pattern analysis.
17. do.	6N 7N 7NR+7P	R G B	54 ~ 58 54 ~ 54 12 ~ 43	Br	The cross hair was set on the shale which is continuous along the limb of the syncline in the central part of this image and is used as a key bed. Negative films of bands 6 and 7, and "7 positive + 7 negative reversible" were used. Extraction confirmed the continuation of this shale bed to the east.
18. E-1355 - 02133	5N 7N 7P	R G B	53 ~ 55	R	The cross hair was set on one of the opened timbered zones which are distributed along the rivers. The extraction by positive band 7 distinguished these zones by the difference in vegetation.
19. do.	7NR+7P 7N 7NR+7P	G R B	-	-	This combination was arrived at after a series of trial and error study for topographical classification of this area. The opened timbered areas are shown in white, the flat plain in pale red, and the mountains in red. The intensity difference of this combination is greater than others.
20. do.	7N 6N 7P	R G B	51 ~ 63	W	The cross hair was set on the granitic body at the central part of the image. The extraction was done by negative film of band 6. The distribution of this body and those of similar lithology distributed in the north were extracted.
21. do.	7N 6N 7P	R G B	54 ~ 54 46 ~ 46	B	The cross hair was set on the oval granitic body at the western part of the image and negative films of bands 6 and 7 were used. The bodies distributed widely in the east as well as this body has similar patterns to the granite of No. 20, but the density of the vegetation is somewhat different and they are shown in different intensity.
22. E-1138 - 02080	5N 7N 7P	R B G	26 ~ 39	R	The cross hair was set on the sandstone in the northern part of the image. Negative film of band 5 was used. The metamorphic rocks in the vicinity of the sandstone were extracted together with the sandstone.
23. do.	5N 7PR+7N 7N	R G B	25 ~ 38 12 ~ 12	W	Extraction was done with the input film of negative of band 5 and "7 positive reversible + 7 negative" with the same objective as No. 22. The conditions were narrowed and the metamorphic rocks of No. 22 were eliminated.
24. E-1444 - 02061	6P 7P 7NR+7P	R G B	14 ~ 16 14 ~ 14	P	Cross hair was set on the laterite in the southern part of the image. Extraction was done with band 6 positive and "7 negative reversible + 7 positive" input film. Laterite was easily extracted by its dark and monotonous intensity in spite of the wide cloud cover.
25. E-1137 - 02022	5N 7P 7N	R G B	15 ~ 29	W	The cross hair was set on the shale-sandstone alternation in the west. Extraction was done with 7 negative input film. It was not possible to extract the objective formation because of the overall dark and monotonous tone of the image.

I. D. Number	Film Combination	Filter	Extraction Spectral Pattern	Extraction Color	Results
26. E-1137 - 02022	5N 7P 7NR+7P	R G B	25 ~ 40	P	Extraction was done with "7 negative reversible + 7 positive" input film. The extracted area was much smaller than No. 25, but the shade of the clouds were also extracted.
27. E-1443 - 02003	5N 7P 7N	R G B	22 ~ 35	W	This combination was used with the purpose of extracting limestone and sandstone which are widely distributed in this area. Results were unsatisfactory because of the wide cloud cover of this image.
28. do.	5N 7P 7NR+7P	R G B	19 ~ 37 17 ~ 17	P	This was attempted with the same purpose as No. 27, but the results were disappointing because of the same reason.
29. E-1173 - 02001	5P 7N 7P	R B G	24 ~ 32	R	Acidic rocks associated with the mineralization of the Mamut mine in the northern part of the area were extracted. The ultramafic rocks to the north of the mine, coast line, and the shade of the clouds were also extracted by this combination.
30. do.	7NR+7P 7N 7NR+7P	G R B	22 ~ 23	W	This combination was used with the same objective as No. 29. The ultramafic bodies were not extracted by this method.
31. E-1173 - 02001 (enlarged)	6P+7P 6P+7P 7P	B R G	18 ~ 30 17 ~ 32	R	Extraction similar to Nos. 29 and 30 was done with an enlarged film for the vicinity of the Mamut mine. With this degree of enlargement, the effect of the topography is large and it was difficult to extract all the acidic bodies under the same condition.

N : negative film, P : positive film, NR : negative films reversed by this equipment,
PR : positive films reversed by this equipment.

Extraction Color : Br : brown, B : blue, G : green, R : red, W : white, Pr : purple,
P : pink

易に抽出された。地質に関しては、比較的高い抵抗度を持ち、鍵層を作る砂岩及び石灰岩、線状構造の発達した花崗岩類、色調が明るく、抵抗度の大きい安山岩等の貫入岩体等がこれに相当する。

2-4 濃度断面表示法

(1) 使用機器

本解析には、色彩強調分離法に使用した、Multi-color Data System Model 4200 Cのオプション機能であるデンシティー コントロール ユニットを用いた。

本ユニットの特徴は映像画面上の各点の濃度値を映像と対応させながら読出し、デジタル表示し、且つ垂直ライン上の濃度をグラフィック(測定波形)表示することにある。

(2) 手順

調査地域および周辺地域をカバーするLANDSAT-イメージのうち、雲の多いものを除いた10シーンに対し、各バンドのポジフィルムを準備する。これらの各フィルムから本ユニットのブラウン管上に投影された映像および各シーンの印画を観察しながら、パターン情報解析結果より判読された各地質単元を切る断面線を指定し、その線上の濃度断面波形曲線を検討し、これを写真化する。

(3) 結果

この方法によって得られた画像の一例、およびこれら画像よりコンパイルされた濃度波形曲線はFig. 9およびPL-Ⅲの通りである。

この方法により、パターン情報解析によって判読された各地質単元には、以下の様な濃度特性のあることが判明した。

単元Q： 4, 5バンドでは、他の地質単元との差はないが、6, 7バンドでは暗い。また含水量の多少によって、凹凸のはげしいピークを示す。

単元L： やや暗い単調な曲線を示す。

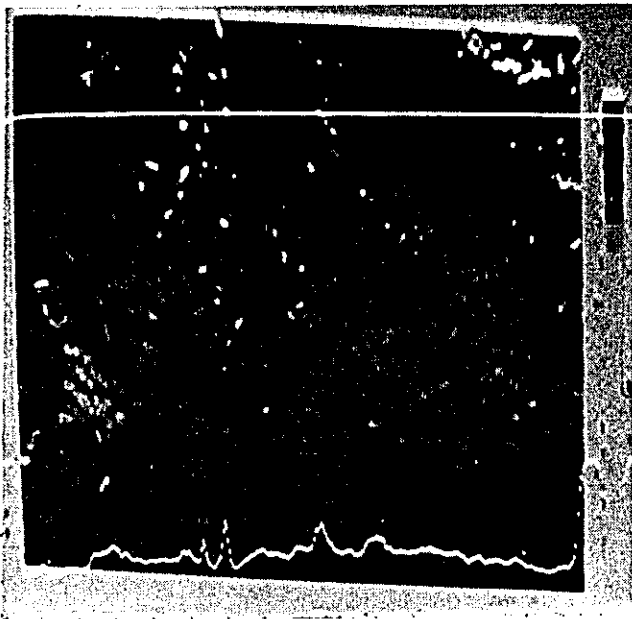
単元B： 各バンドでこまかい凹凸をもつピークを示す。

単元S： 一般に暗い。各バンドで凹凸の大きい曲線を示す。

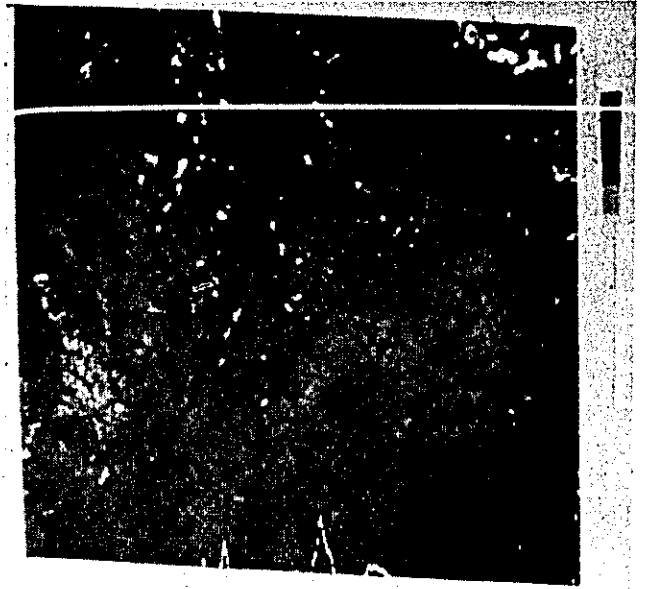
単元F： やや暗い凹凸のはげしい曲線を示す。単元Hと近接して分布し、本方法によってその境界を区分することは難しい。

単元H： 本岩体の縁は暗い。全体としては、著しい凹凸をもった曲線、東部で広く分布するところでは、単調な曲線を示す。

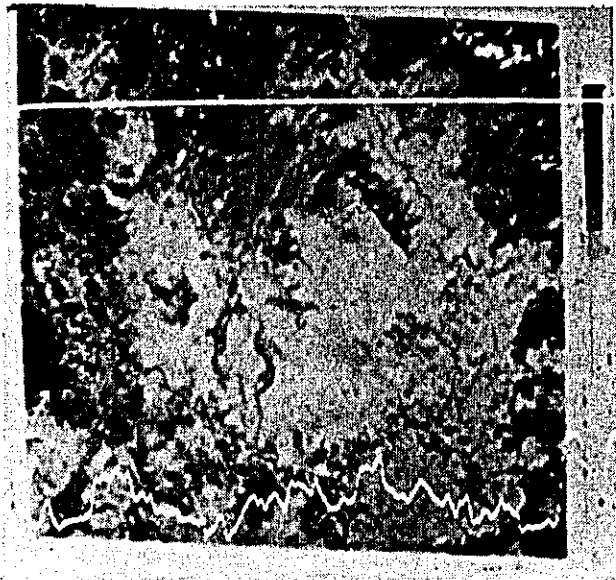
単元ℓ： 4, 5バンドでは他の地質単元との差はないが、6, 7バンドで暗い。7バンドでは細かい凹凸をもった曲線を示すが、4, 5バンドでは単調である。



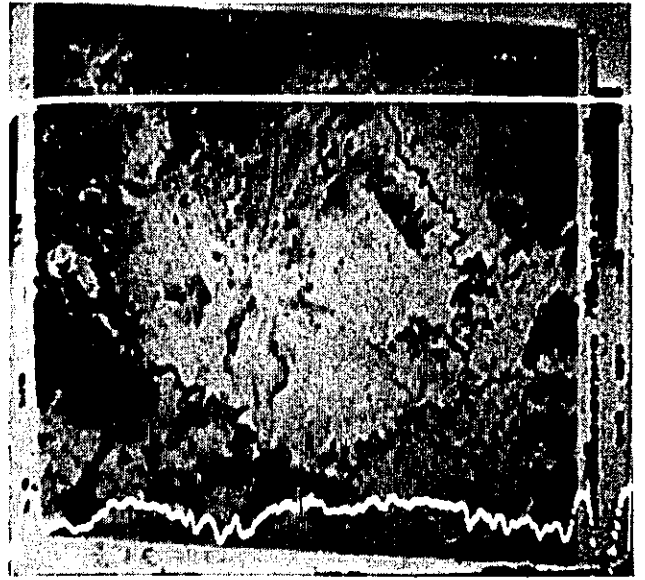
Pl. 1



Pl. 2



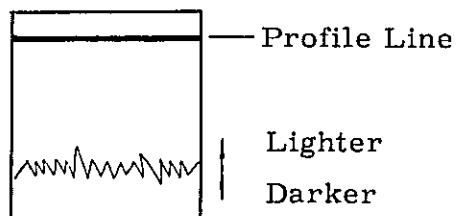
Pl. 3



Pl. 4

Fig. 9 DENSITY PROFILE (E-1355-02131)

- Pl. 1, 4 Band
- Pl. 2, 5 Band
- Pl. 3, 6 Band
- Pl. 4, 7 Band



单元E： 6，7バンドではやや明るい，4，5バンドでは周辺の单元Hと同じ濃度を示し識別は難しい。

单元T： 一般に明るい。6，7バンドでは細かい凹凸をもった曲線を示すが，4，5バンドで単調である。

单元N： 各バンドで単調な曲線を示す。一部地域では，6，7バンドで細かい凹凸をもった曲線を示すが，これは人工的伐開の影響である。

单元D： 一般には，各バンドで単調な，一部地域では，細かい凹凸をもった曲線を示す。

单元M： やや暗い。各バンドで単調な曲線を示す。分布がせまいため，本方法によって他岩体と識別することは難しい。

单元A： 突出した，ピークを示す。

单元G： 伐開地では他岩類に比して明るい，その他の地域では一般に暗い。4バンドを除く各バンドで細かい凹凸をもった曲線を示す。

2-5 エッジ強調法

(1) 使用機器

本解析には，色彩強調分離法に使用した，Multi-color Data System 4200 Cのオプション機能であるパターン エキストラクション コントロール ユニットの用いた。本ユニットの特徴は単一フィルムからの情報を時間をずらして，2重にブラウン管上に表示することにより，映像の輪郭を強調し，単調でコントラストの少ないフィルム画像の隠れた情報を引き出すことにある。

(2) 手順

調査地域および周辺地域をカバーするLANDSAT-イメージのうち，最も良く地質单元の特徴を反映している6または7バンド ポジフィルムを準備する。これらのフィルムから本ユニットのブラウン管上に投影された映像および各シーンの印面を観察しながら，それぞれのシーンにおいて最も線状構造の強調される方向および時間差を指定し，この画像を写真化する。

(3) 結果

本方法によって得られた，画像のモザイクをFig. 10に示した。本方法によって，線状構造の発達した酸性岩体，鍵層として発達している砂岩，および抵抗度の極めて高い安山岩岩脈はより凹凸の強調された像となって表示され，他岩体からより明瞭に識別される。

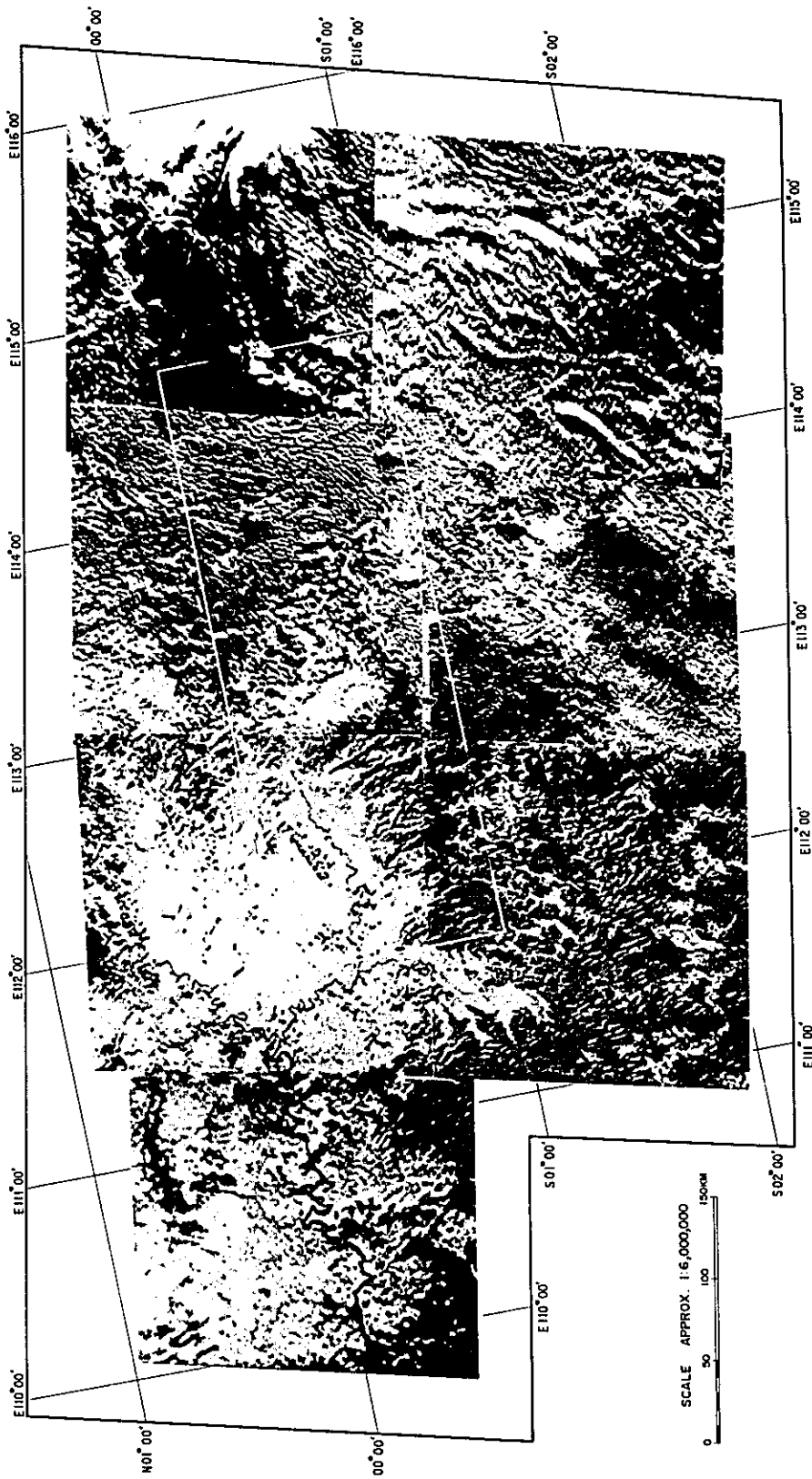


Fig.10 PHOTO - MOSAIC OF EDGE ENHANCED IMAGES

2-6 三次元表示法

(1) 使用機器

本解析に使用したのは、Photo Digitizing System Model 200〔PDS社(USA)+NAC製〕である。

本機器は次の様な機能および仕様をもっている。

機 能

本装置の機能は映像(アナログ量)をデジタル化することであり、パターン認識の手法はすべてコンピューターのソフトウェアで制御されるため、非常に汎用性のある使用が可能である。今回はこの内、地理・地形区分を行うためには、三次元表示法を用いた。

主な仕様

分 光 感 度	S-20 (S-1 及び S-11 使用も可-オプション)
偏 向 解 像 力	12ビット標準(0.025%±1/2ビット)
濃 度 分 解 能	8ビット標準
偏 向 直 線 性	0.5%標準
フォトカソ-ト均-性	20%標準
システム安定度	0.05%(8時間)
有効偏向面積	12.5mm×12.5mm
インCREMENT速度	50,000ステップ/秒標準
レンズマウント	ニコンF標準
入 力 電 源	100VAC, 50Hz 又は 60Hz
温 度 範 囲	15°C ~ 35°C

スキャンコンバージョンメモリの仕様

解 像 力	2100TVライン最大
メモリー容量	750,000ビット以上
ズ - ミ ン グ	.1X~10Xズームオンオフ及びX, Y位置をジョイスティックで可変
映 像 消 去	33m/sec
高速ライト時間	30µsec/ライン
長時間メモリー	25分
グレースケール	7レベル
映像出力信号	標準TV映像信号(EIA仕様)

制 御 部

データ処理装置

4 Kコアメモリー標準

I/Oインターフェース

TTYコントロール, 33ASR, TTY

(2) 方 法

三次元表示は次の様な方法による。

映像のもつX, Yの座標値及びグレースケールの値を, モニター画面に3次元の長さの情報に変換して次長する。

画面全体を一定のサンプリング間隔で走査し, 得られたグレースケールとX, Y座標点から, ディスプレイ座標点を算出する。X軸方向のライン走査ごとに, データのサンプリングとディスプレイがくり返される。

標準として, X方向256点, Y方向128点のサンプリングポイント数, 及びディスプレイ角度 $\alpha = \tan^{-1}(3/2)$ が設定されている。

また, ディスプレイされた映像の重なりを取り除くために, 1ライン分のY座標に対する比較レジスターが作られている。算出された, 座標値がすでに書きこまれた点に含まれる時には, 書きこまれないように判定条件が与えられている。

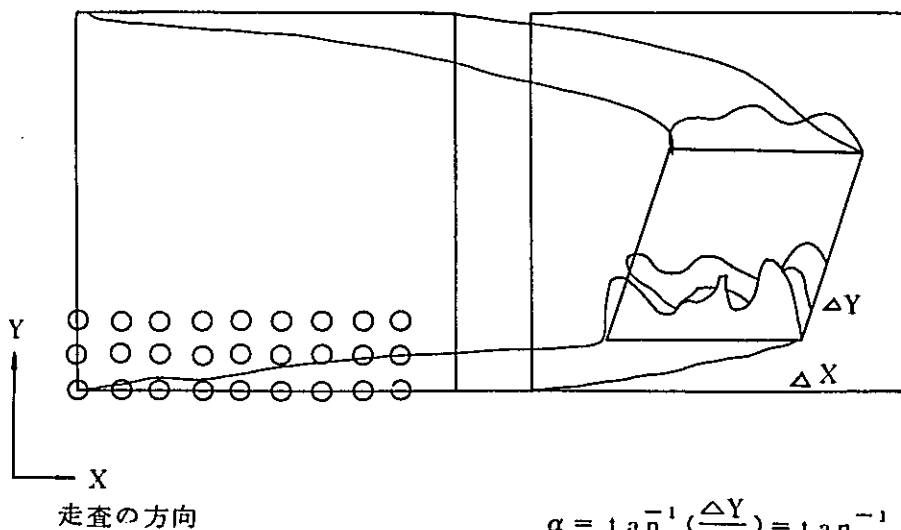
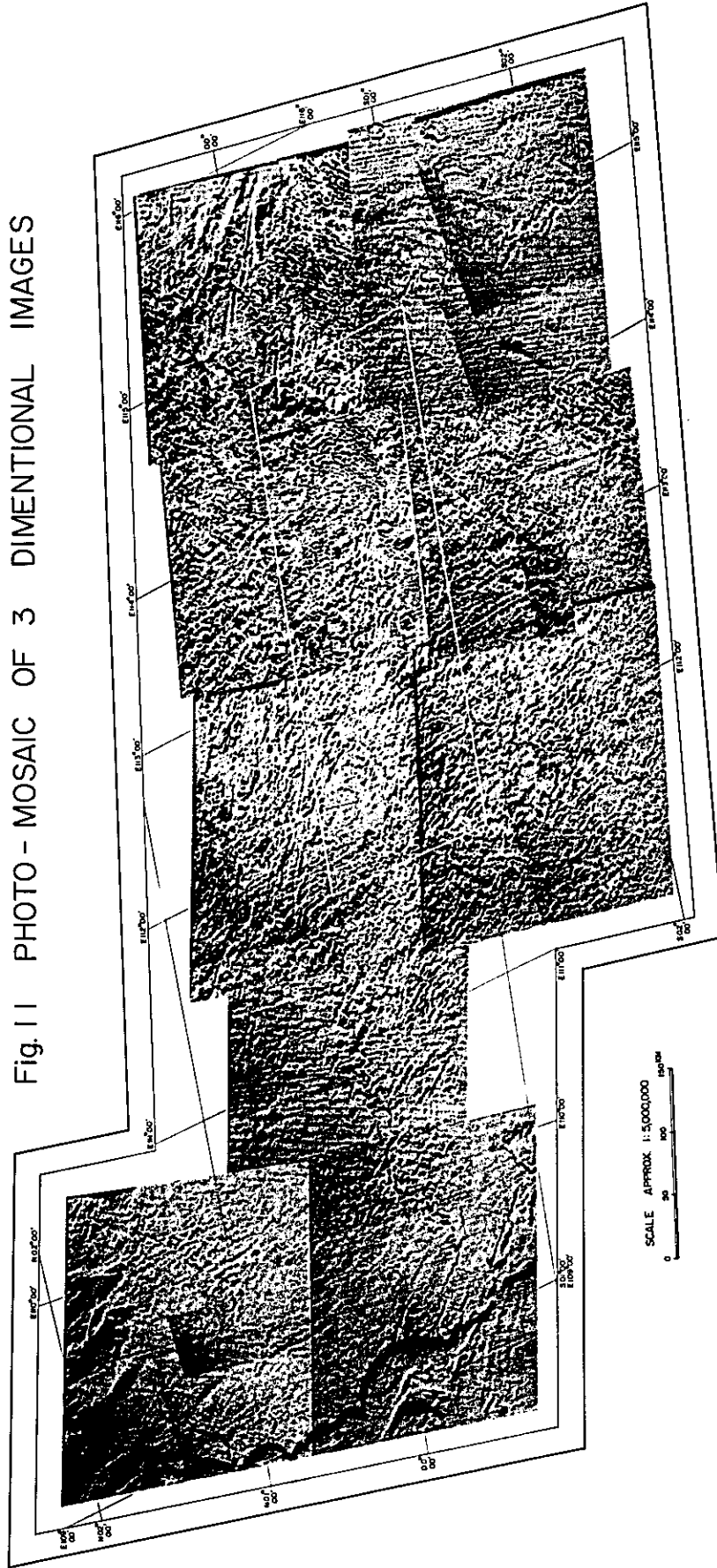


Fig. 11 PHOTO - MOSAIC OF 3 DIMENSIONAL IMAGES



(3) 手 順

調査地域，周辺地域，および地理的位置を明らかにするために，西方の海岸地域をカバーする LANDSAT - イメージに対し，それぞれの 7 バンド ポジフィルムを準備する。これらフィルムから，本機器のブラウン管上に投影された映像および印画を観察しながら，目的とする地理，地形区分に適する組合せを指定し，それらの映像を写真化する。

この時の条件は次の通りである。

- ① フィルム上の濃度で白色に近いものほど浮かび上らせ，反対に黒色に近いものほど沈める。
- ② 画像精度を高めるため，X方向に 1,024 点，Y方向に 512 点をサンプリングする。

(4) 結 果

この方法によって得られた画像のモザイクを Fig. 11 に示した。

本画像上では，フィルム上で黒色を呈している海，河川，沼地，及び暗灰色を呈する一部の山地は沈んで，反対に明灰色を呈している伏開地，沖積地，及び白色の雲は浮び上って見られる。さらに線状構造（水系等）は，フィルム上で白黒の濃淡の細かい縞状を呈するため，本写真上では，非常に凹凸の激しいパターンを示し，各岩層ごとの地形差，特にその輪郭が明瞭となっている。

2-7 プリントアウト法

本方法は LANDSAT - データを記録した CCT (Computer Compatible Tape) から指定された地域のデータを画素 (Pixel) ごとに直接記録紙にプリントアウトし，写真処理後のフィルムおよび印画では判然としないより詳細な情報を解析することを目的としている。

LANDSAT - 1 には対物面走査方式のマルチ スペクトル スキャナー (MSS) が積み込まれ，検知器の瞬間視野（地上で 79m 四方にあたる）における，それぞれの波長域（4 バンド 0.5 ~ 0.6 μm ，5 バンド 0.6 ~ 0.7 μm ，6 バンド 0.7 ~ 0.8 μm ，7 バンド 0.8 ~ 1.1 μm ）の反射エネルギー強度がワイドバンドテープにビデオ信号として記録される。さらにこれらはデジタル信号に変換され，地上受信局に電送される。地上受信局では，これらを HDDT (High Density Digital Tape) にデジタル信号として記録し，用途に応じフィルムおよび CCT に変換している。

CCT において，各シーンは軌道方向 2,150 × 走査方向 3,240 個の画素よりなり，したがって 1 つの画素は地上で約 80m × 60m にあたる。また反射エネルギー強度は 0 ~ 255（この解析では実質的には 0 ~ 127）段階に分けて記録されている。

今回は植生の影響の最も大きい 5 バンドおよび地質を最も反映している 7 バンドに対して解析を行なった。

(1) 手 順

手順としては、予備段階としてそれぞれの地域を構成する全面素から、ヒストグラムを作成し濃度分布を把握する。さらにそれぞれの濃度段階（時には、ある幅の濃度段階を一括して）に対して、適当な記号を指定し、その記号で記録紙にプリントアウトする。

(2) 結 果

パターン情報解析等から抽出された地域は3地区である（これらをA、B、C地区と称する）。このうちA、B地区はテープ番号（ID番号）E-1355-02131に、CはE-1355-02133中にあり、さらにB、Cは重複し連続した地域である。それぞれの地域に対して作成したヒストグラムでは、バンド別に濃度分布に差があるが、5バンドでは濃度段階8～17、7バンドでは濃度段階6～30の間に90%以上の画素が集中していることが判明した。したがって5バンドでは各濃度単位別に、7バンドでは2つの濃度単位ごとに、それぞれの記号を指定しプリントアウトした。各地域ごとにヒストグラムおよびプリントアウトをコンパイルした結果はPLIV-1～6に示した。さらにA、B、C地区に対し、濃度段階別に着色した結果の一部をFig 12-1、2に示した。

これよりみると、5バンドのものからは殆んど地質に関する情報が得られないが、7バンドのものでは、パターン情報解析結果と対比すると変成岩類は主として濃度段階16～18に、花崗岩類は18～22に、凝灰岩類は18～20に、安山岩脈は26以上に、また伐開地は24以上に示されており、さらに、変成岩類は直線状および環状の明瞭な線状構造が観察される等変化に富むパターンを示し、花崗岩類はほぼ均等なパターンを呈する等の特徴が認められ、地質単元区分が可能である。

今回の解析では、鉱脈等の正確な位置が不明なため比較、検討が困難であることより、アノマリーとして前述の各岩体の特徴から著しく異なるパターンならびに色調を呈する2箇所を抽出した。その1つは、変成岩類と花崗岩類との境界付近で、濃度段階18-22の部分と14-18の部分とが明瞭な線状構造を呈する地域である。他の1つは花崗岩類中で濃度段階24-26の部分と10-14の部分とが帯状ないし雁行状に配列する地域である。



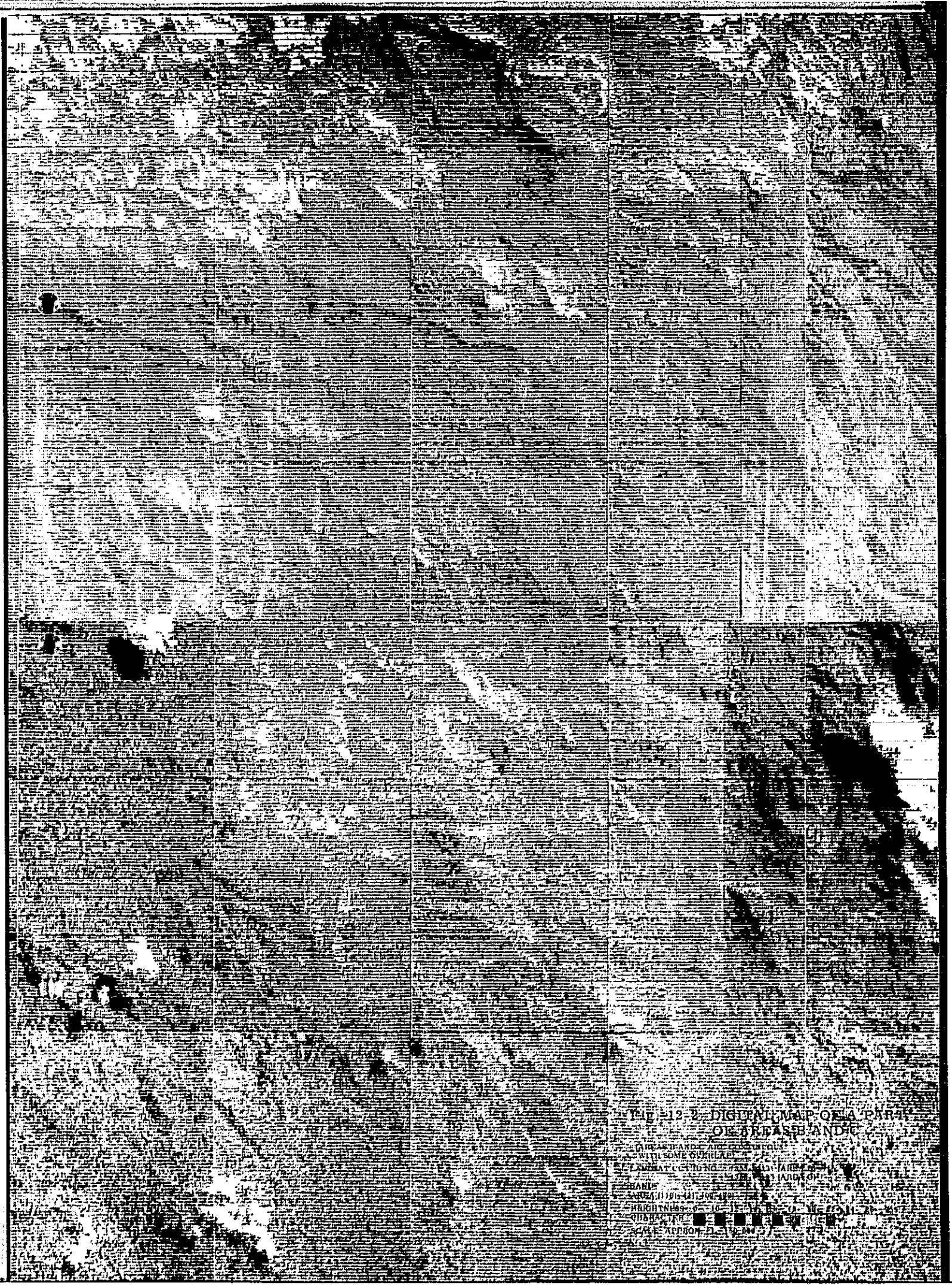


FIG. 12-3 DIGITAL MAP OF A PART
OF A BASE AND C
OF A HANDLE AND C
WITH SOME GURLE
LAMBAT COUNDRY
HANDS
BRIGHTNESS OF C
CHARACTER
SCALE APPROX. 1:10000

第 3 章 総 合 解 析

3-1 地理一般

補色合成画像，加色合成映像および色彩強調分離映像より主として河川，集落，植生および交通網を，エッジ強調映像および三次元表示映像より主として山稜形態を次のように解析した。

- ① 本地域の地形は，大きく蛇行した河川に沿って沖積層の発達する低地（東部，西部）と 1,000～2,000 m（既存地形図による）程度の山稜の連なる山地（南東方，中央部，北西方）に区分される。さらに低地には貫入岩の突出がしばしば認められる。
- ② 集落はまとまったものではなく，まれに河川沿いに原住民の小部落が認められる程度である。
- ③ 植生は，河川沿いに木材採取のための伐開地が認められる他は一面の密林に覆われている。
- ④ 交通は東部，西部の河川沿いに若干の道路が認められるが，一般に河川が利用されているとみなされる。

3-2 地 質

地質単元の識別および地質構造判読に対しては第 I 部のパターン情報解析がもっとも基本的かつ本質的なものであるが，その解析の補助として客観的データを得るためにスペクトル情報解析を実施した。それらの結果については前章で既に述べたので，ここでは主としてパターン情報解析との関連性について記す。

3-2-1 地質単元

単元 M，D および N については，スペクトル情報解析ではパターン情報解析以上のデータは得られない。これは単元 M の識別が肌合，抵抗度および線状構造より，単元 D が肌合，水系および線状構造より，単元 N は肌合，水系，抵抗度および線状構造よりなされており，色調は他の単元と類似していることに起因している。

単元 G はスペクトル情報解析によっても明瞭に識別される。加色合成法では Table 4 の No 10，11，15，16，17，18，20 および 21 の組合せにより，その分布状況がパターン情報に比しより一層明瞭である。さらにそれらのうち No 11，17 および 18 の組合せでは線状構造もより一層明瞭に認められる。色彩強調分離法では Table 5 の No 4，9，20 および 21 等の組合せにより 2 種類以上の異なった濃度を有する岩体の分布が認められる。濃度断面表示法では PL-III の Line 1，2，3，8，9 および 10 等でみられるように線状構造のパターンに影響されて小さな凹凸に富んだ波形が認められる。このパターンは，本単元が伐開地に分布する場合も同様であり，相対的濃度差にかかわらず明瞭に識別される。

単元TおよびEについてはパターン情報解析による以上のデータは得られない。これはこれら両単元が色調の変化に富むことに起因している。

単元HおよびJにはパターン情報から明瞭に追跡できる鍵層が発達している。この鍵層の追跡は加色合成法、色彩強調分離法および濃度断面表示法等のいずれの方法でも容易に行える。

単元F、C、SおよびBについてはパターン情報解析による以上のデータは得られない。これらは互に類似の色調を有しており、スペクトル情報のみからはそれぞれの単元のみを別々に抽出できない。

単元Aはスペクトル情報解析のいずれの方法によってもパターン情報解析による以上により一層明瞭に識別される。この色調が極めて明るいことおよび突出部を形成し地形的に特長があることに起因している。

3-2-2 地質構造

褶曲構造についてはパターン情報以上のものが得られないが、地域北西部ではエッジ強調法および三次元表示法により鍵層の追跡が比較的容易な場合もある。

線状構造についてはエッジ強調法および三次元表示法および加色合成法の回転を加えた処理等により、線形の強度が強いもの程さらに明瞭となり線状構造系の主方向が極めて容易に識別され、かつ各々の線形の連続性が比較的追跡し易い傾向となる。

3-3 応用地質

本地域における既知鉱床、鉱化帯に関する文献は非常に少く、かつ報告されている場合もそれらの鉱床タイプ、規模ならびに正確な位置については不明であることが多い。一般には、南西部の花崗岩質岩体中に胚胎するものと河川沿いの沖・洪積層中の漂砂鉱床に区分されている。前者にはAuを記載したものが多く、さらにAg、Cu、Pb、Mo等様々である。後者にはAu、ダイヤモンド等が知られている。

これらの鉱徴に関しては、パターン情報解析からはほとんど情報を得られなかったが、スペクトル情報解析により後述するとおりのある程度の情報が得られた。

前者の鉱脈型鉱床は、加色合成法、色彩強調分離法等のアナログ処理では抽出し得なかった。しかし、図幅で鉱脈の存在が示されている地域には、明瞭な線状構造が認められた。鉱脈賦存域が抽出されなかったのは、他の地域との濃度差が認められなかったためである。すなわち、本型の鉱床が周囲に及ぼしている影響が極めて小規模なためと推定される。したがって、既知鉱脈賦存域に対して、アナログ処理に比してはるかに精度の高いプリントアウト法を実施した。この結果PL-IV-3-5に示す2種類のアノマリーが認められた。その1つは前述のアナログ処理で認められたのと同様な線状構造の明瞭に発達するものであり、他の1つは色調の暗い部分と明

るい部分とが帯状又は雁行状に発達するものである。

後者の漂砂鉍床はいずれの解析法でも抽出し得なかった。しかし、図幅で鉍床の存在が示されている地域には沖・洪積堆積物が観察された。これは、漂砂型鉍床が植生等に対し殆んど影響を与えていないためと推定される。

本地域内に鉍徴は認められていないが、地質、地質構造からポーフイリカッパー型鉍床の賦存が期待される。フィリピンから本地域にいたるポーフイリカッパー型鉍床系列上に位置している本地域に最も近い鉍床はカリマンタン島北部のマレーシア国サバ州で現在開発中のマムート鉍床である。したがってこの型の鉍徴を抽出するため標準サンプルとしてマムート鉍床を含むLANDSAT-データを選択した。

マムート鉍床は本島最高峰であるキナバル山(4,101m)の東山麓に位置する。地域一帯の地質は第三系の砂岩、泥岩等の正規堆積岩を主とし、キナバル山およびその周辺にのみそれらを一貫して貫く酸性深成岩体および超塩基性岩類が発達している。マムート鉍床はこの第三系の酸性深成岩体と密接な関係にあると報告されている。

この酸性深成岩体は加色合成法および色彩強調分離法等により比較的容易に抽出される。したがって本地域においても本型鉍床抽出のため同様の方法を実施した。しかし、マムート鉍床を含むシーンと本地域をカバーするシーンのネガおよびポジフィルムの濃度が著しく異なるため同じ組合せでは鉍徴の抽出は不可能であった。従って本地域ではTable 5のNa 3, 4, 9, 20, 21等の組合せで酸性深成岩体の解析を行った。この結果、少なくとも2種類以上の花崗岩類が存在し、これらはかなり大規模な岩体として数多く発達することが認められた。

REFERENCE

- 1) Direktorat Geologi Indonesia (1969) : Peta Geologi, Kalimantan Tenggara, Sekala 1 : 500,000
- 2) Direktorat Geologi (1970) : Peta Geologi, Kalimantan Barat dan Barat - Daja, Sekala 1 : 500,000
- 3) Direktorat Geologi (1973) : Projek Survey Pertambangan, Kalimantan Tengah 1972 - 1973, No. Projek 1.2.2.1.1
- 4) Hayashi, Shoichi (1970) : Uranium Occurrences in Small Basin in Japan, IAEA, Uranium Exploration Geology, 233 - 242
- 5) Katili, J.A. (1973) : Plate Tectonics and the Search for Mineral Deposits in Western Indonesia, CCOP Newsletter, 1 (1), 14 - 17
- 6) Katayama, N., Kubo, K., and Hirono, S. (1974) : Genesises of Uranium Deposits of the Tono Mine, Japan, IAEA, Formation of Uranium Ore Deposits, 437 - 451
- 7) Liddy, J.C. (1971) : Mineralization of the Malay - Papua Arc, Australian Mining, No. V, Dec.
- 8) Nakamura T. (et al.) (1970) : Exploration and Prospecting in Mamut Mine, Sabah, Malaysia
- 9) Van Bemmelen R.W. (1949) : The Geology of Indonesia
- 10) The Society of Mining Geologists of Japan (1974) : Geology of Kuroko Deposits, Mining Geology Special Issue, No. 6, - 435.

第 2 年 次

空 中 写 真 撮 影
空 中 磁 气 探 查

目 次

要 約	1
第1章 序 論	
1-1 調 査 目 的	2
1-2 調 査 概 要	2
1-2-1 調 査 地 域	2
1-2-2 調 査 期 間	2
1-2-3 調 査 者	3
1-2-4 調 査 地 の 地 理	4
第2章 空 中 写 真 撮 影	
2-1 撮 影 区 域	5
2-2 撮 影 方 法	5
2-2-1 飛 行 計 画	5
2-2-2 飛 行 基 地	5
2-2-3 使 用 機 器	6
2-3 フィルム処理および焼付け	6
2-4 成 果 に つ い て	7
第3章 空 中 磁 気 探 査	
3-1 調 査 区 域	8
3-2 調 査 方 法	8
3-2-1 飛 行 計 画	8
3-2-2 飛 行 基 地	8
3-2-3 測 定 機 器	8
3-3 調 査 飛 行 お よ び デ ー タ 処 理	11
3-4 成 果 に つ い て	12

LIST OF ILLUSTRATIONS

- Fig. 13 Monthly rainfall in and around project area (mean value from 1963 to 1974)
- Fig. 14 Airport in Kalimantan
- Fig. 15 Aircraft and camera for aerial photography
- Fig. 16 Aircraft and equipment for airborne magnetic survey

LIST OF TABLES

- Table 6 List of photographs
- Table 7 List of effective flight lines

LIST OF APPENDICES

- PL. V Aerial photography flight index (scale 1 : 250,000)
- PL. VI Airborne magnetic survey flight path map (scale 1 : 250,000)
- PL. VII Airborne magnetic survey total intensity map
(scale 1 : 250,000)

要 約

- 1) 本年度実施された調査は空中写真撮影および空中磁気探査であり、カリマンタンの乾期に相当する6月から10月にかけて、調査飛行が実施された。
- 2) 空中写真撮影は全調査地域(約3,630.0 km²)の71%をカバーした。
- 3) 空中磁気探査は有効測線長3,606 kmが実施され、これは全域の約25%に相当する。

第 1 章 序 論

1-1 調査目的

昭和49年度に日本国とインドネシア共和国との間で鉱物資源開発協力基礎調査として、カリマンタン (Kalimantan) 地域において総合地質調査が開始された。初年度には Landsat データ解析が実施され、地形、森林状況、地質、地質構造の解明がなされた。

本年度は第二段階として空中写真撮影および空中磁気探査を実施した。空中写真撮影の目的は空中磁気探査、空中写真地質調査および地上地質調査等に供する航空写真を作成することであり、空中磁気探査の目的は地質構造、火成岩の分布および金属鉱床賦存の可能性等を解明することにある。

1-2 調査概要

1-2-1 調査地域

空中写真撮影および空中磁気探査の行われた地域は Fig. 1 に示すようにカリマンタン中央部に位置し、南緯 $0^{\circ}00' \sim 1^{\circ}00'$ 、東経 $111^{\circ}45' \sim 114^{\circ}45'$ の緯線、経線で囲まれた面積約 $36,300 \text{ km}^2$ の範囲内である。

1-2-2 調査期間

調査の主なタイムスケジュールは次の通りである。

空 中 写 真 撮 影

昭和51年	4月20日～	6月 1日	動員・準備
	6月 2日～	9月17日	空中写真撮影
	9月18日～	10月30日	写真焼付
	10月31日～	11月 5日	整理・撤収
	11月 6日～	昭和52年	
		1月31日	報告書作成

空 中 磁 気 探 査

昭和51年	4月30日～	5月11日	動員・準備
	5月12日		航空機事故発生—試験飛行後、 降着装置 (Landing gear) の不調により着陸に失敗し、機 体を破損。

5月13日～	8月6日	代替航空機準備
8月7日～	10月23日	空中磁気探査
10月24日～	11月5日	整理・撤収
11月6日～	昭和52年	
	1月31日	報告書作成

1-2-3 調査者

総括・調整

宮 副 信 隆	金属鉱業事業団
金 子 正 春	"
河 口 敏 夫	"
秦 野 裕	国際協力事業団

調査団

		日本側調査団	インドネシア側調査団
団長	総括・渉外	平 山 晴 彦 (日鉱探開株式会社)	Adjat Sudrajdat (Geological Survey of Indonesia)
団員	空中写真撮影	梅 沢 淳 一 (アジア航測株式会社)	Turus Soejitno (")
	"	小 野 茂 (")	Saéun Hardjoprawiro (")
	"	田 中 公 一 (")	Ungka P L Batu (")
	"	八 木 絃 輝 (")	運 航 作 業 員 (P. T. EXSA International Co., Ltd.)
	"	武 川 延 通 (")	(P.T. Indonesian Aviation Corporation)
	空中磁気探査	野 村 拳 一 (日鉱探開株式会社)	Soetijoso Djojomihardjo (Geological Survey of Indonesia)
	"	吉 沢 正 夫 (")	Marzuki Sani (")

空中磁気探査	藤川 保	Kastidjo Mardjo
	(日鉱探開株式会社)	(Geological Survey of Indonesia)
”	高橋 郁夫	運航作業員
	(”)	(Perusahaan Umum Survai Udara)

今回の調査では、インドネシア政府の方針および要請に基づいて、同国の航測会社と共同して行業を行った。作業に当たった会社は空中写真撮影については P. T. EXSA International Co., Ltd. および P. T. Indonesian Aviation Corporation, また空中磁気探査については Perusahaan Umum Sarvai Udara である。

1-2-4 調査地の地理

本地域の大半は標高 100 m ~ 500 m の平野部を含む比較的低位より成り、山岳部は南西部より中央北部に連なり、標高は最高 2,278 m (Raja 山) である。本地域の大部分はジャングルとなっている。

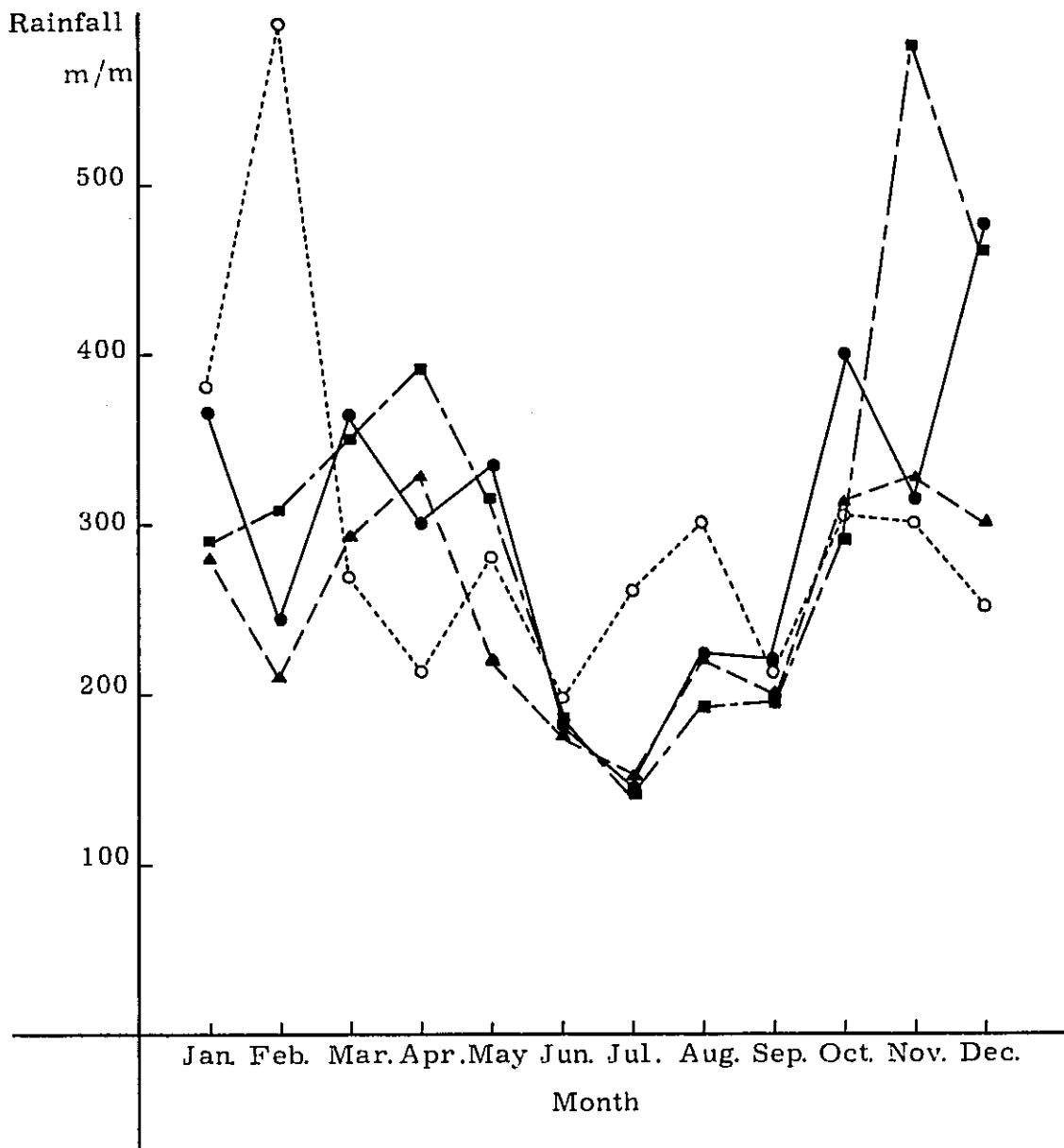
水系は、地域東部より南西部にかけては南北方向が支配的であり、東部よりバリト (Barito) 河、カプアス (Kapuas) 川、カハヤン (Kahayan) 川およびメンダワイ (Mendawai) 川等の水系から成っている。北西部には西流するメラウイ (Melawi) 川がありその支流は主として南北方向に発達している。

集落は大きなものは見られず、河川沿いに小規模な部落が散在するに過ぎない。

交通は東部および西部の河川沿いに若干の道路が認められるに過ぎず、当地域は全体としてほとんど未開発の状況にあり、河川が主な交通手段として利用されている。

気候は当地域がほぼ赤道直下にあり、かつ標高も一部を除いて低いため高温多湿である。当地域とほぼ同緯度上の海岸の都市バリクパパン (Balikpapan) およびポンティアナック (Pontianak) における平均気温は年間を通じて 26° ~ 28°C、湿度は 75 ~ 80% である。

一般に乾期は 6 月 ~ 9 月、雨期は 10 月 ~ 5 月であり、Fig. 13 に示すように雨量は場所によって異なるが全体的に見ると月間降雨量は乾期が 200 ~ 300 mm、雨期は 300 ~ 400 mm であり、年間降雨量は 3,000 ~ 4,000 mm に達し、降雨量の非常に多い地域といえる。



Index map

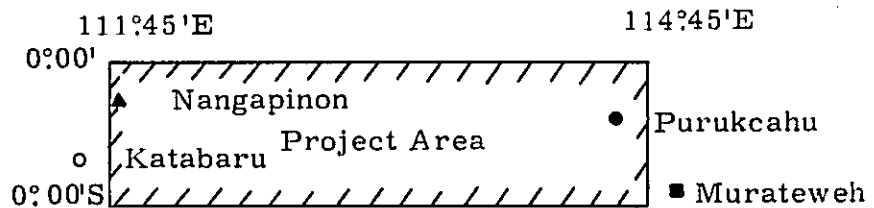


Fig. 13 Monthly rainfall in and around project area (mean value from 1963 to 1974)

第 2 章 空中写真撮影

2-1 撮影区域

本年度計画立案された空中写真撮影対象地域は Fig. 1 に示す地域である。このうち地域南西部，北東部および中央より東部にかけての一部地域においては常時雲に覆われ，撮影の機会が最後まで得られず，作業は難行したが，最終的には全域の 71% に相当する区域の撮影に成功した。

2-2 撮影方法

2-2-1 飛行計画

飛行方向：撮影に当っては下記の理由により南北方向とした。

- 1) 空中磁気探査の測定飛行方向が南北であるため，これに合わせ，航跡確認等を容易にすること。
- 2) 地域大半の河川系が南北系であることから，地質調査時に写真を扱い易いこと。
- 3) 東西方向では撮影コース長が長大となりすぎ，飛行誤差が大となること。
- 4) 当地域の天候条件から，撮影コース長の短いことが重複撮影を回避させるなど，能率の向上につながること。
- 5) 南北方向がチェックポイントを取り易いこと。

しかしながら，本地域は天候条件が悪いため一部では雲の少ない箇所が東西方向に伸びて拡がる日が多く，南北方向では，フィルムの 4~5 コマのみ連続撮影が可能であり，この状況では地形図の不備もあり標定出来ないことから，一部の特定地域については東西方向の撮影飛行を余儀なくされた。

撮影高度：当初は撮影高度を 4,200 m とし，縮尺 5 万分の 1 の写真撮影を計画したが，作業に着手した結果，この高度より下部，即ち，最も低い所で 300 m 付近，次に 1500 m 付近，および 3,600 ~ 4,000 m に雲が発達することが多く，或る程度連続して撮影することが極めて困難なことが判明した。従って，撮影高度を約 3,600 m に下げ，品質と能率の向上を計った。この結果写真縮尺は約 4 万分の 1 となった。なお，撮影飛行速度は約 240 km/h とした。

2-2-2 飛行基地

撮影地域内には Fig. 14 に示すように発着陸可能な空港はない。カリマンタン東部のバリクパバンおよび，同南部のバンジャルマシン (Banjarmasin) の両空港は十分な長さの滑走路を有し，給油施設も完備しているが，地域中央部まで片道約 350 km の遠距離にあり，往復にかなりの飛行時間を費やす。このことは，撮影地域の天候状況が離陸前には全

Name	Location	Size (m)	Surface
Balikpapan	1.15 S 116.50 E	1,800	Asphalt
Banjarmasin	3.22 S 114.33 E	1,775	Asphalt
Batu Licin	3.00 S 116.00 E	900 x 12	Asphalt
Muratewe	0.57 S 114.54 E	600 x 20	Grass
Palangka Raya	2.16 S 113.56 E	1,500 x 30	Asphalt
Pangkalan Bun	2.45 S 111.40 E	1,800 x 45	Grass
Pontianak	0.05 S 109.16 E	1,600	Asphalt
Sampit	2.31 S 112.59 E	500 x 12	Grass
Sintang	0.04 N 111.29 E	557 x 30	Grass
Tanjung Warukin	2.13 S 115.26 E	1,300 x 30	Asphalt

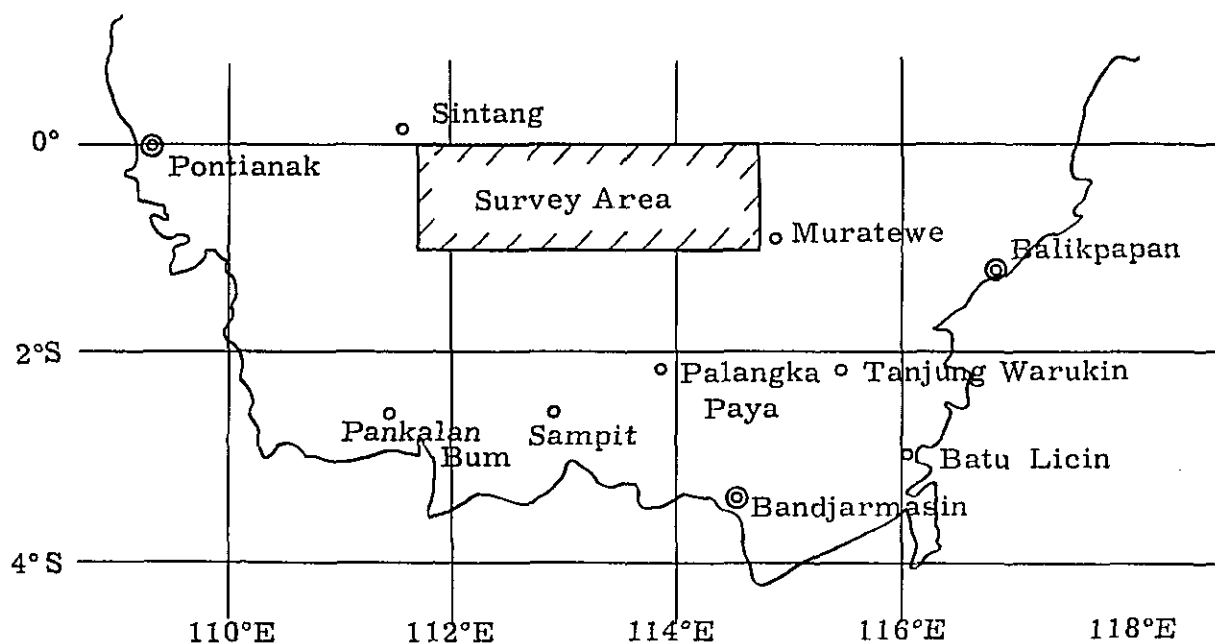


Fig. 14 Airport in Kalimantan

く不明なため、毎日実施する偵察飛行に大きな問題となる。一方、常時給油は不可能ながらパラランカラヤ市 (Palangka Raya) には小型の航空機 (民間航空会社運航) が常時飛来する空港があり、ここから調査地までの距離は約 150 ~ 200 km である。さらに燃料の輸送も河川を利用して比較的容易に出来ることから、飛行基地としてパラランカラヤのパナルン (Panarung) 空港を使用した。この空港はアスファルトの簡易舗装がなされた長さ 1,500 m、巾 30 m の滑走路があり、かつ無線標識 (Beacon) を備えているので、多少天候が悪化しても発着陸は可能である。

燃料はジャカルタ (Jakarta) でドラム缶詰とし、バンジェルマシンまでは小型貨物船、バンジェルマシン ~ パランカラヤ間はバージにより搬入した。撮影作業開始当初は燃料の購入許可手続および運搬に予想外の時間を要し、パナルン空港での給油が不可能であったため、バンジェルマシンにて一時的に給油した。

2-2-3 使用機器

今回の撮影に使用した機器は次の通りである。

a) 航空写真撮影カメラ (Fig. 15)

Wild 社製	RC-9
超広角レンズ	Super Aviogon
焦点距離	88 mm

b) フィルム

Kodak 社製	TRI-X
----------	-------

c) 航空機 (Fig. 15)

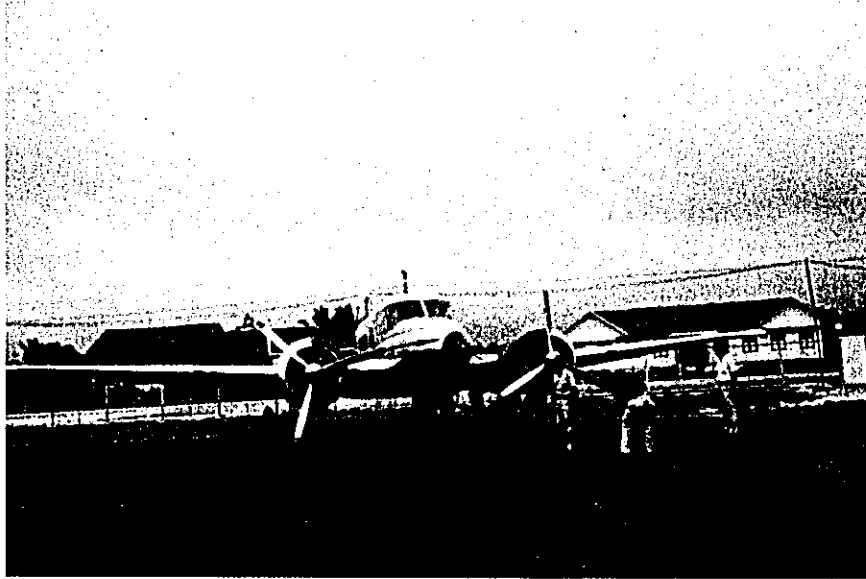
Beach Aircraft 社製	Beach H-18 S
登録番号	PK-BIB, -BIC, -BIE, -BIF

上記同型の 4 機を、定期点検・修理等のスケジュールに合わせてローテーションを組み使用した。本機は写真撮影用に改造されており航続飛行時間約 6 時間、巡航速度 350 km/h の性能を有している。

2-3 フィルム処理および焼付け

フィルムの現像・乾燥処理および標定焼きはパラランカラヤ市内に作業所を設け撮影後即日実施した。この写真を使用してサイドラップ、オーバーラップ、雲量および傾斜角等についてチェックを行い、これに基づいて翌日の飛行計画を立案した。

現像液等必要な薬品類は Kodak 社の指定薬品を使用し、フィルム乾燥においてはフィルムに歪みを生じないように配慮しながら、自然乾燥を行った。標定焼きは、印画紙にクイックコピーペー



Beach H-18S



Camera RC-9

Fig. 15 Aircraft and camera for aerial photography

Table 6 List of Photographs

N-S Direction

Run No.	Film count	Registr. No.	Sheet No.
R-1 A	4585-4591	1 - 7	7
R-1 B	0701-0709	9 - 1	9
R-1 C	0509-0514	6 - 1	6
R-2 A	4574-4582	10 - 1	10
R-2 B	0541-0547	1 - 7	7
R-3 A	4563-4569	1 - 7	7
R-3 B	0581-0604	24 - 1	24
R-4 A	3336-3342	7 - 1	7
R-4 B	0612-0626	1 - 15	15
R-5 A	3348-3355	1 - 8	8
R-5 B	0629-0638	10 - 1	10
R-6 A	3390-3399	10 - 1	10
R-6 B	3378-3384	1 - 7	7
R-6 C	3360-3366	7 - 1	7
R-6 D	4223-4229	1 - 7	7
R-7 A	4041-4054	14 - 1	14
R-7 B	4230-4235	6 - 1	6
R-8	3412-3419	8 - 1	8
R-9	3420-3422	1 - 3	3
R-10 A	3433-3437	5 - 1	5
B	4058-4062	1 - 5	5
C	4143-4151	1 - 9	9

Run No.	Film count	Regist. No.	Sheet No.
R-11	3722-3723	1 - 2	2
R-12	3702-3705	4 - 1	4
R-13	3698-3701	1 - 4	4
R-14 A	1821-1826	6 - 1	6
B	3669-3676	8 - 1	8
C	1809-1815	7 - 1	7
D	3677-3682	6 - 1	6
Gap	4180-4184	1 - 5	5
R-15 A	2303-2326	1 - 24	24
B	2217-2237	1 - 21	21
C	3630-3633	4 - 1	4
R-16 A	2272-2299	28 - 1	28
B	2238-2250	13 - 1	13
R-27 A	2125-2133	9 - 1	9
R-28 A	1982-1991	1 - 10	10
B	2105-2115	1 - 11	11
R-29 A	1964-1969	6 - 1	6
B	2092-2100	9 - 1	9
R-30 A	2070-2080	1 - 11	11
B	1534-1541	1 - 8	8
R-31 A	2059-2066	8 - 1	8
R-32 A	2045-2054	1 - 10	16
B	1526-1532	7 - 1	7
R-33 A	1955-1963	9 - 1	9
R-34 A	1937-1948	1 - 12	12

Run No.	Film count	Regist No.	Sheet No.
R-35 A	1909-1933	25 - 1	25
R-36 A	1882-1901	1 - 20	20
R-37 A	1410-1413	4 - 1	4
B	1849-1859	5 - 15	11
R-38 A	1415-1419	1 - 5	5
B	0655-0675	1 - 21	21
C	1653-1661	9 - 1	9
R-39 A	3581-3587	1 - 7	7
B	1437-1446	1 - 10	10
C	1662-1671	1 - 10	10
R-40 A	3568-3576	9 - 1	9
B	1448-1454	7 - 1	7
C	3741-3755	1 - 15	15
R-41 A	3551-3558	1 - 8	8
B	1459-1463	1 - 5	5
C	3562-3566	1 - 5	5
D	3773-3783	11 - 1	11
E	1606-1612	7 - 1	7
R-42 A	2401-2411	11 - 1	11
B	1490-1500	11 - 1	11
C	3784-3805	1 - 22	22
R-43 A	3523-3534	1 - 12	12
B	1478-1489	1 - 12	12
C	4471-4485	1 - 15	15
R-44 A	0117-0133	17 - 1	17
B	3809-3826	18 - 1	18
C	1632-1637	6 - 1	6
D	4402-4415	1 - 14	14

Run No.	Film count	Regist No.	Sheet No.
R-45 A	0075-0091	17 - 1	17
B	3827-3832	1 - 6	6
Gap	2381-2399	1 - 19	19
R-46 A	0097-0113	1 - 17	17
R-47 A	0024-0044	21 - 1	21
R-48 A	3513-3520	8 - 1	8
B	1094-1106	1 - 13	13
R-49 A	2375-2378	1 - 4	4
B	1076-1091	16 - 1	16
C	1187-1200	1 - 14	14
R-50 A	1220-1230	11 - 1	11
B	1065-1073	1 - 9	9
C	1207-1215	9 - 1	9
Gap	2366-2371	6 - 1	6
R-51 A	1233-1240	1 - 8	8
B	1011-1019	9 - 1	9
R-52 A	0797-0814	1 - 18	18
B	0820-0826	7 - 1	7
R-53 A	0727-0746	1 - 20	20
R-54 A	0775-0796	22 - 1	22
R-55 A	0719-0726	8 - 1	8
B	0512-0524	13 - 1	13
R-56 A	0446-0449	1 - 4	4
B	0999-1006	1 - 8	8
C	0456-0467	1 - 12	12

Run No.	Film count	Regist No.	Sheet No.
R-57 A	0985-0994	10 - 1	10
B	0545-0555	1 - 11	11
C	4512-4521	10 - 1	10
R-58 A	0939-0957	19 - 1	19
R-59 A	0958-0976	1 - 19	19
R-60 A	0828-0838	11 - 1	11
B	2018-2022	5 - 1	5
C	0988-1008	11 - 1	11
Gap	1051-1052	1 - 2	2
R-61 A	1076-1092	17 - 1	17
R-62 A	0850-0857	8 - 1	8
B	1099-1108	1 - 10	10
Gap	0980-0984	1 - 5	5
R-63 A	0842-0849	1 - 8	8
B	1110-1119	10 - 1	10
R-64 A	0870-0879	10 - 1	10
B	0842-0850	9 - 1	9
C	1172-1183	1 - 7	7
R-65 A	0968-0977	10 - 1	10
B	0878-0883	6 - 1	6
R-66 A	0959-0967	1 - 9	9
B	0866-0873	1 - 8	8
C	1124-1134	1 - 11	11
R-67 A	0945-0955	11 - 1	11
B	0900-0906	1 - 7	7
C	1136-1144	9 - 1	9

Run No.	Film count	Regist No.	Sheet No.
R-68 A	0919-0931	13 - 1	13
R-69 A	0934-0943	1 - 10	10
B	0347-0354	8 - 1	8
R-70 A	0326-0341	1 - 16	16
R-71 A	0304-0322	19 - 1	19
R-72 A	0266-0283	1 - 18	18
R-73 A	0247-0263	17 - 1	17
Total			1,413

E-W Direction

Run No.	Film count	Regist No.	Sheet No.
EW 1	2534-2558	25 - 1	25
EW 2 A	2352-2365	1 - 14	14
B	2570-2586	1 - 17	17
EW 3	2587-2605	19 - 1	19
EW 4 A	2337-2351	15 - 1	15
B	2606-2626	1 - 21	21
EW 5 A	2627-2659	33 - 1	33
B	2329-2333	1 - 5	5
EW 6 A	2660-2691	32 - 1	32
B	2952-2965	14 - 1	14
EW 7 A	2692-2725	34 - 1	34
B	2973-2988	1 - 16	16
EW 8 A	2750-2781	32 - 1	32
B	2989-3003	15 - 1	15
EW 9	3259-3297	39 - 1	39
EW 10	3219-3258	1 - 40	40
Gap	4306-4317	1 - 12	12
EW 11	3180-3215	36 - 1	36
EW 12	3148-3179	1 - 32	32
EW 13	3135-3147	13 - 1	13
EW 14 A	3124-3134	1 - 11	11
B	1345-1360	1 - 16	16
EW 15	1361-1377	17 - 1	17

Run No.	Film count	Regist No.	Sheet No.
EW 16	4102-4121	20 - 1	20
EW 17	4070-4101	1 - 32	32
EW 18	4353-4366	14 - 1	14
Total			574

第 3 章 空中磁気探査

3-1 調査区域

空中磁気探査は Fig. 1 に示す範囲に於いてその北西部および中央部について実施され、有効測線延長 3,606 km, 全域の約 25% を完了した。

3-2 調査方法

3-2-1 飛行計画

空中磁気探査の主な仕様は次の通りである。

飛行高度 : 海拔 2,000 m (海拔 1,800 m 以上の山岳地を除く)

飛行方向 : トラバースライン 南北方向
 タイライン 東西方向

測線間隔 : トラバースライン 3 km
 タイライン 40 km

3-2-2 飛行基地

飛行基地として使用した空港はバランカラヤ市パナルン空港である。航空機の 50 時間および 100 時間定期点検はそれぞれパナルン空港およびバンジエルマシムン空港で実施した。

3-2-3 測定機器

調査に使用された航空機、測定機器および航法システムは、次のとおりである。

- a) 空中磁気探査用航空機
- b) 空中磁気探査用磁力計
- c) 地上定点観測用磁力計
- d) 高精度デジタル時計
- e) 電波高度計
- f) 気圧高度計
- g) 35 mm 航跡標定カメラ
- h) 2 チャンネルアナログ記録計
- i) ドップラレーダ航法装置

これらの装置は高精度デジタル水晶時計からの信号で同期がとられ、データ処理における各

データの照会が容易にできるよう考慮されている。

以下に上記測定機器の仕様および測定原理を記載する。

a) 空中磁気探査用航空機 (Fig. 16)

今回の調査に使用した航空機は Cessna Aircraft 社製 Cessna 402B 登録番号 PK-VCE である。

この航空機は、双発のエンジンを備えている。通常は 10 人乗りであるが本機は塔乗員 4 名の空中探査用に改造されており、航続飛行時間は約 6 時間、巡航速度 350 km/h の性能を有している。また空中磁気探査用に約 2 m の tail stinger が装備されている (Fig. 16)。

なお、当初はドップラレーダおよび電波高度計を装備した Cessna 402B 登録番号 PK-VCD の使用が計画されていた。しかしジャカルタにおける試験飛行の時の降着装置の不調から生じた着陸時の事故により機体を破損した。本機の修理および引取りに長期間を要したため、代替機として同型機である上述登録番号 PK-VCE を使用した。本代替機にはドップラレーダおよび電波高度計は装備されていない為、それぞれ 35 mm 航跡標定カメラおよび気圧高度計により位置および高度を決定した。

b) 空中磁気探査用磁力計 (Fig. 16)

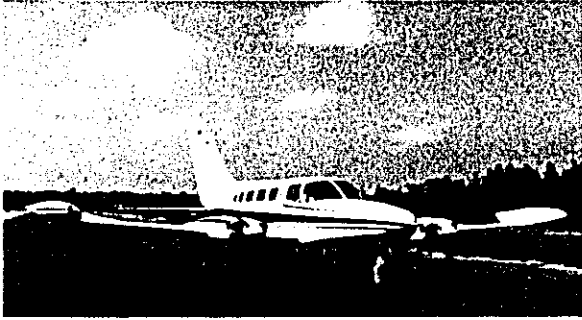
機上磁力計として、Gulf Mark III 型を使用した。

本磁力計は Fluxgate 型であり、地球磁場の変化を 1 ガンマの精度で測定する事が出来る。Fluxgate 型磁力計では、強導磁物質の飽和磁気特性を利用した検出素子を用いている。コイルに交流を流して界磁鉄心の回りに励起した回転磁界を地球磁界中に置くと、その結果生じる交流磁界は、半サイクル毎に鉄心を飽和する。飽和に達する各励起サイクルの位相は、周囲磁界と交流磁界の強さとの重ね合わせあるいは差に依存する。実際には、2本の平行な鉄心の軸を地球磁界方向に配置する。直列に巻かれた 1 次コイルに交流を流すと 2 つの鉄心は同一磁束密度で磁化されるがコイルが各々の鉄心で反対に巻かれているため、反対方向に磁化され従って任意の励起サイクルにおいて地球磁界は一方のコイルで作られた磁界を強化し、もう一方の磁界を弱めるように働く。

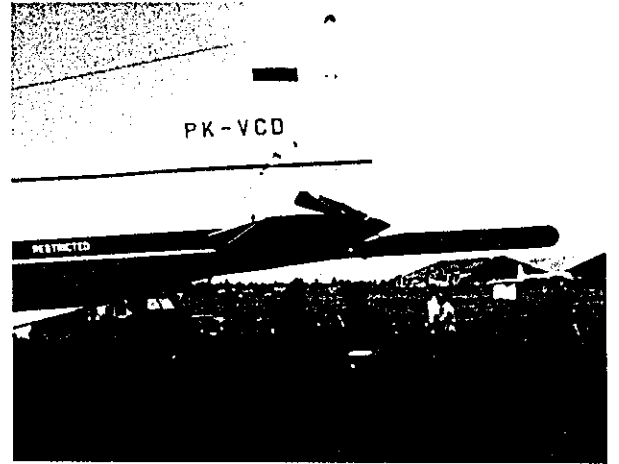
Gulf Mark III 型空中磁力計では、2 つのコイルに流れる電流の非平衡によって作動する補償コイルによって周囲磁界の非平衡効果を打消すようになっている。このコイルを流れる電流を電位差計式自動平衡型記録計を通して読みとれば、この値は周囲磁界の強さに比例するため、磁界の大きさを正確に測定することができる。

なお、地球磁界の大きさを求めるには検出素子の方向は地球磁界と平行に保つ必要があり、そのためのサーボ機構が備わっている。

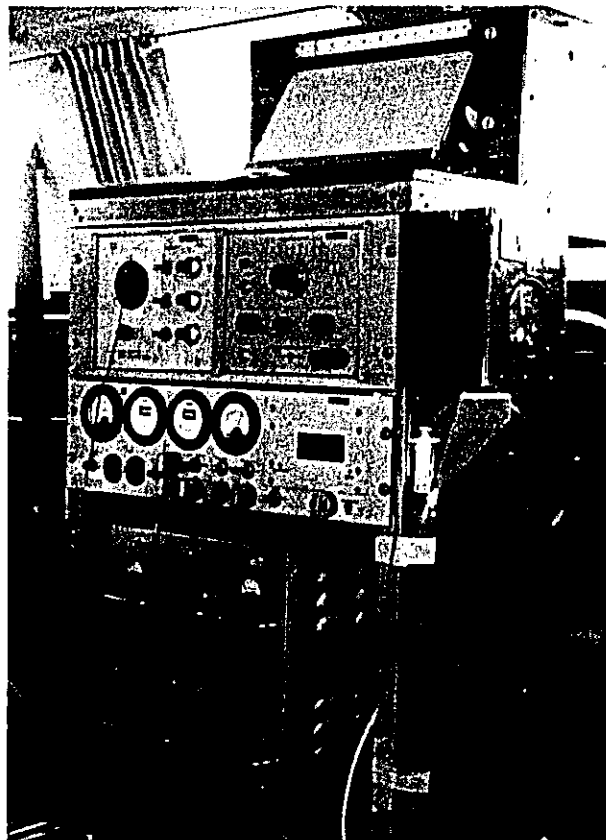
検出素子を含むヘッドは、航空機後部の tail stinger 内に取り付けられている。



Cessna 402-B



Stinger (immediately after accident)



Fluxgate Magnetometer Gulf Mark III

Fig. 16 Aircraft and equipment for airborne magnetic survey

c) 地上定点観測用磁力計

この磁力計はGulf社製Fluxgate型磁力計であり、精度は2ガンマ以上である。

本磁力計は、地上において地磁気の日変化観測を行って、機上で得られた磁気値の日変化の補正を行うこと、および調査飛行中の磁気嵐を監視することを目的として使用される。

d) 高精度デジタル時計

デジタル時計は精工舎製水晶時計であり時刻の表示のほか、5秒毎のパルス出力が得られる。この5秒毎のパルス出力によりアナログ記録計および航跡標定用カメラに照合マークが記録される。

データ処理作業ではこの照合マークによりアナログ記録、航跡フィルム、日変化記録が同一時刻に照合される。

e) 電波高度計

電波高度計としてはHoneywell社製の使用が予定されていた。これによって測定できる対地高度の範囲は0～5,000フィートである。電波高度計により飛行中の対地高度が常にチェックされHewlett Packard社製記録計に記録される。

f) 気圧高度計

気圧高度計は航空機を一定気圧高度に保持して航行するために使用される。今回の調査では、約2,000mの一定気圧高度で飛行した。気圧高度は8mmフィルム上に記録している。

g) 35mm航跡標定用カメラ

航跡決定のためにはNAC社製の35mmストリップカメラST-1,000が使用された。軽量で耐震性もち次の特徴を備えている。

イ) 可変フィルム速度

ロ) 遠隔操作可能

ハ) フィルム使用量チェック用カウンタ

ニ) 2種類の照合マーク写しこみ可能

ホ) フィルム破損時の自動電源切断装置

ヘ) フィルム長400フィート使用

このカメラは、後部座席下に取付けられている。

h) 2チャンネルアナログ記録計

Hewlett Packard社製7100B型アナログ記録計が使用された。フルスケールは500ガンマにセットして磁気値を記録している。さらに、5秒毎の照合マークが記録されるため航跡標定フィルム等その他データとの照合が行える。

i) ドップラレーダ航法装置

航法装置としては、Bendix社製DRA-12Cドップラレーダシステムの採用を予定していた。

航空機の調査予定測線上への誘導は、予定測線の距離、飛行方向および測定間隔をあらかじめドップラレーダ専用コンピュータにセットしておき、ドップラレーダからの信号との偏差分が操縦席パネルに表示される。この指示器の零（偏差零）の状態を維持するよう航空機を誘導する。ドップラレーダおよびコンピュータの出力としては、飛行方向の積算距離に当るアロングトラック、および設定飛行方向に対する変位を示すクロストラック（設定測線からの偏差分）が得られる。アロングトラックの信号は1マイル毎にパルス信号として、磁気値のアナログ記録、対地カメラおよび電波・気圧高度計のアナログ記録にマークされる。クロストラックの出力はアナログ記録計により記録し、航跡決定用の補助データとされる。

3-3 調査飛行およびデータ処理

ジャカルタ市ケマヨラン（Kemayoran）空港にて測定機器を装着された空中磁気探査用航空機Cessna 402Bは調査飛行基地バランカラヤ市パナルン空港において、航空機機体磁気の補償作業が実施された。

三軸コイルによる補償磁場の調整の結果、航空機機体の配置方向と磁気値との関係は次の通りとなった。

南向	4 2,7 6 3	ガンマ
北向	4 2,7 6 6	ガンマ
東向	4 2,7 5 0	ガンマ
西向	4 2,7 4 6	ガンマ

調査飛行は、25万分の1地形図で精度の高い等高線のある北西部より実施した。

データ処理作業は飛行基地近傍に作業所および暗室を設営して実施した。

航跡決定用対地フィルムは、航空機の対地速度が110ノットであることから、フィルムの流れ方向の縮尺が約4万分の1になるよう考慮しフィルム送りスピードは2mm/secとした。

航跡図は次の手順にしたがって作成した。

毎日の調査飛行終了後、即日対地フィルムの現像と乾燥を実施した。磁気データとの照合カウントを航空写真モザイク（約4万分の1）上に移写し、さらに25万分の1地形図に移写して航跡図とした。

得られた25万分の1航跡図をもとに、次の飛行計画および追加測線の必要性を検討した。

日変化補正のための地磁気定点観測はパナルン空港で実施した。調査期間中の当地での磁気日変化の記録には著しい磁気変化を起こす磁気嵐は認められなかった。

地上磁力計設置点で観測された磁気値の時間的变化はアナログ記録から読みとられ、日変化補

正表が作成された。

機上において測定された磁気値は日変化補正表により補正され、地球磁場の時間的变化が含まれない地域的な磁気値が得られる。

日変化補正後の機上磁気測定データは25ガンマ毎に照合カウントに従い航跡図に書き込まれ、現地での磁気原図の粗図が作成された。

現地調査により得られたアナログ磁気データ、航跡標定データは日本において、ディジタイザによりデジタル化されて、磁気テープおよびデータカードに記録され、電算機による航跡図、磁気原図の作成が行われた。

3-4 成果について

今回の調査はPL.VIに示す通り地域北西部および中央部について、有効測線長3,606km、有効測線本数49本が行われ、その詳細はTable 7に示す。この測定結果を全磁力図としてPL.VIIに示す。これによると本地域の磁気異常には次のような傾向が認められる。

a) 北西部地区

本地区の等磁力線はE-W方向が支配的であり、北部より南部に向かうにつれて磁気値が大きくなる傾向を示す。磁気値は北部で41,700ガンマ程度、南部で42,100ガンマ程度である。磁気傾度は北部においては50ガンマ/10km程度であり、磁気異常は長波長の緩やかな変化を示すことが多い。一方、南部では磁気傾度100~200ガンマ/10km程度でかつ短波長の磁気異常がE-W方向に分布する事が特徴的である。

b) 中央部地区

本地区の等磁力線はNE-SW性の方向が支配的であり、磁気値は41,700~42,000ガンマの値を示している。

なお、本地域については継続して調査が行われる予定であるが、本調査結果はこれらの結果と併せて解析するための基礎データとなる。

Table 7 List of effective flight lines

Line	Length(km)	Line	Length(km)	Line	Length(km)
T- 1	80.8	T- 18	67.7	T- 35	69.3
2	61.2	1 0 1 9	66.5	3 6	60.0
3	42.7	2 0	70.1	2 0 3 7	59.0
4	88.9	2 1	59.3	3 8	58.5
5	77.0	2 2	71.3	3 9	58.7
6	50.6	2 3	76.1	4 0	57.3
7	70.0	2 4	75.5	4 1	59.8
8	68.8	2 5	75.8	4 2	110.0
9	73.4	2 6	73.7	4 3	110.0
10	80.6	2 7	71.5	4 4	35.7
11	84.9	1 0 2 8	69.6	4 5	76.7
12	79.7	2 9	72.4	7 8	110.0
13	82.3	1 0 3 0	73.3	8 0	110.0
14	75.4	3 1	73.5	8 1	110.0
15	76.7	1 0 3 2	65.5	8 4	85.0
16	78.2	1 0 3 3	60.8		
1 0 1 7	71.3	3 4	70.9	Total	3,606.0km

