

全国の空中磁気図

大久保泰邦・津 宏治・堀川義夫（物理探査部） 小川克郎（地殻熱部） 高木慎一郎（新エネルギー総合開発機構）
 Yasukuni OKUBO・Hiroji THU・Yoshio HORIKAWA・Katsuro OGAWA・Shin-ichiro TAKAGI

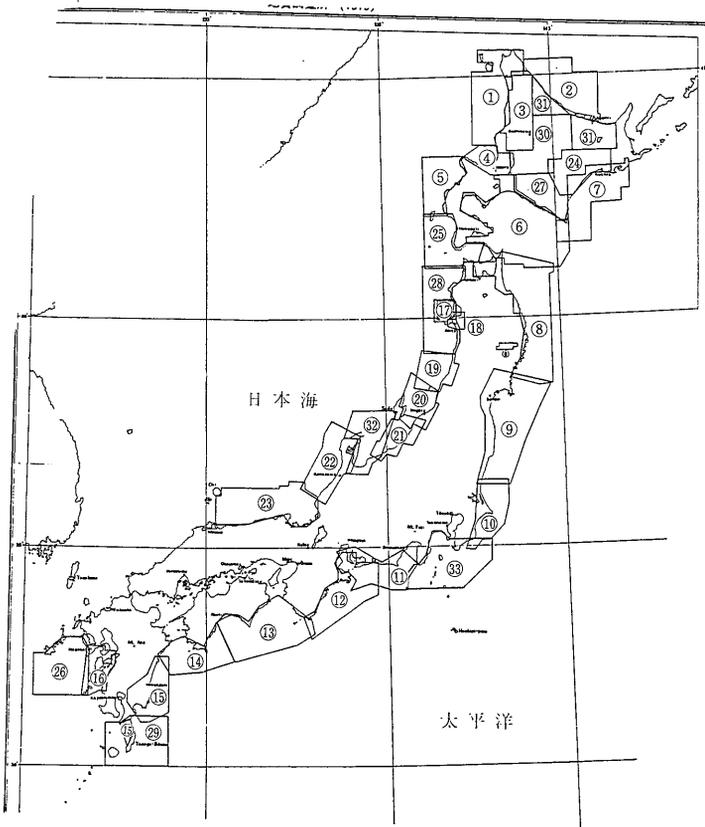
1. はじめに

地質調査所は1964年より大陸棚を中心に空中磁気図の作成を行ってきた。新エネルギー総合開発機構（NEDO）は地質調査所が保有する既存データを取り入れ地熱探査を目的としたキュリー一点法調査を1980年 NEDO発足と同時に開始した。キュリー一点法調査は空中磁気データの取得作業とキュリー一点解析作業に2分される。空中磁気データの取得作業は未調査域のデータ取得作業と地質調査所が保有する既存データの編集作業から成る。

すなわち全国の空中磁気図はキュリー一点法調査における空中磁気データの取得作業の最終成果となるものである。ここでは全国の空中磁気図の作成過程や磁気図にみられる特徴を中心に話を進めることにする。なおキュリー一点解析結果については大久保（1984）で報告した。

2. 空中磁気データの取得

キュリー一点解析に利用された地質調査所の空中磁気データは1978年度までのデータである。すなわちここで

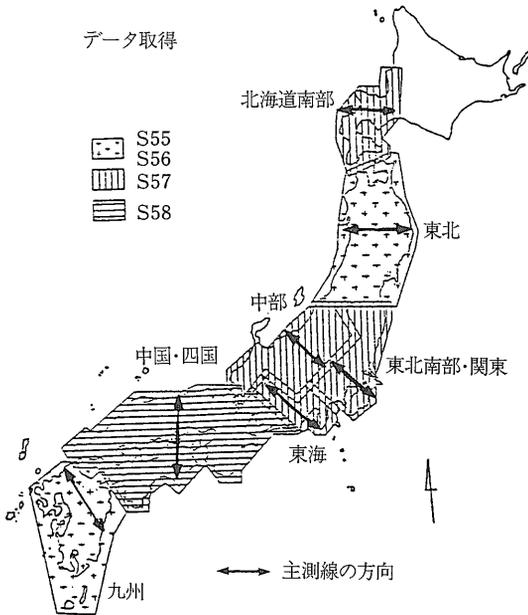


番号	年度	地 域	20万磁気図
①	45	礼 文—焼 尻	II—1・2・3
②	46	宗 谷—網 走	III—1・2
③	49	天 北	XVII
④	44	石狩平野—石狩湾	II—4
⑤	48	奥 尻	X
⑥	47	道 南	IX—1・2・3・4
⑦	47	道 東	VIII—1・2
⑧	48	下 北—北 上	XII—1・2・3・4・5
⑨	45	北 上—阿武隈沖	VI—1・2
⑩	46	関 東 沖	VII—1・2
⑪	46	東 海 沖	VI—1・2
⑫	49	紀 州 沖	XIV—1・2
⑬	50	紀 州—四 国 沖	XV—1・2・3
⑭	50	大 分—四 国 沖	XV—3・4
⑮	48	宮 崎	XVI—1・2
⑯	46	天 草	V—1
⑰	43	能 代 沖	地調報告 vol.247
⑱	41	八 郎 潟	” ”
⑲	44	酒 田 沖	1—1
⑳	39	新潟平野 北部	1—2
㉑	40	新潟平野 中部	”
㉒	41	新潟平野 中南部	”
㉓	42	佐渡海峡 北部	”
㉔	43	佐渡海峡 北部	”
㉕	44	佐渡海峡 南部	1—3
㉖	48	北 陸	XI—1・2
㉗	49	福 井—隱 岐	XIII—1・2
㉘	50	十勝平野	XVIII
㉙	51	奥尻—西津軽海域	
㉚	51	五島列島南部海域	
㉛	52	日 高	
㉜	52	秋 田 沖	
㉝	52	九州南方海域	
㉞	52	大 雪	
㉟	53	北 見	
㊱	53	能 登 沖	
㊲	53	房 総 沖	

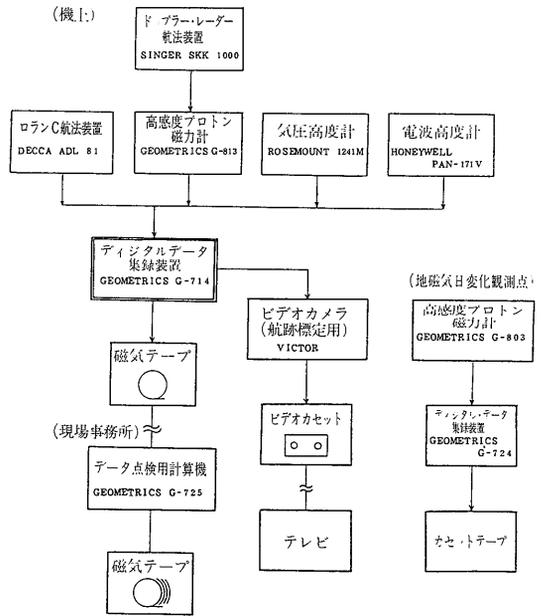
第1図 地質調査所において1964年～1978年の間に行われた空中磁気探査の実施地域。

第1表 新エネルギー総合開発機構における空中磁気データ取得の概要

調査地域名	データ取得年月日	測線長(km)	主測線方向と測線間隔	副測線方向と測線間隔
九州	1981年3月4日 ～9月15日	21640	NNW—SSE 3km	ENE—WSW 20km
東北	1981年9月21日 ～1982年6月11日	26387	E—W 3km	N—S 20km
北海道	1982年6月1日 ～9月24日	18100	E—W 3km	N—S 20km
中部	1982年9月25日 ～12月16日	22515	NW—SE 3km	NE—SW 20km
東北南部・関東	1982年11月4日 ～12月29日	24780	NW—SE 3km	NE—SW 20km
東海	1982年11月4日 ～12月29日		NW—SE 4km	NE—SW 20km
中国・四国	1983年4月2日 ～5月15日	39698	N—S 4km	E—W 20km



第2図 各年度ごとの空中磁気データ取得範囲。



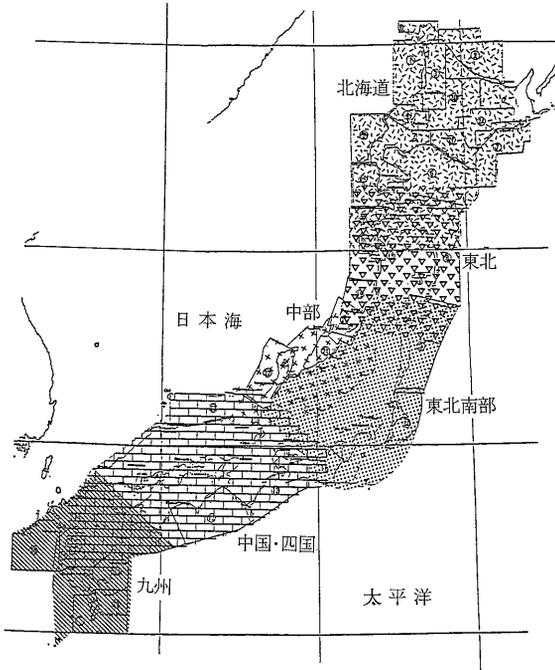
第3図 空中磁気データ取得システムの概念図。

全国の空中磁気図として編集された地質調査所の既存データは1978年度までのデータ(第1図にその調査範囲を示した)であり、それ以降のデータは含まれていない。これらの既存データの飛行高度は主に1,500フィート(約457m)。主測線の間隔は概ね3kmである。

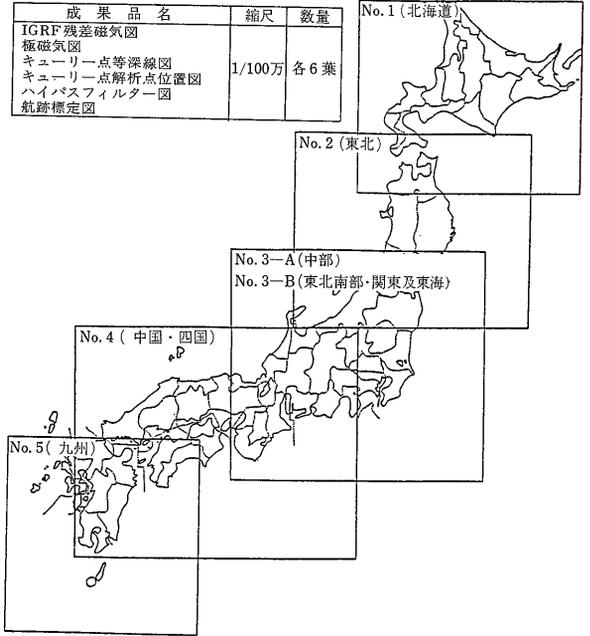
NEDOにおいて1980年より開始されたキュリー点法調査(新エネルギー総合開発機構 1981 1982 1983 1984)では陸域の未調査地域を北海道 東北 東北南部・関東 東海 中部 中国・四国 九州の7地域に分けて空中磁気データの取得が行われた(第2図)。飛行高度は全地域において海拔4,500フィート(約1,372m)の一定高度であり、一部の標高の高い地域では4,500フィート以上

の高度である。主測線の間隔は東海地域及び中国・四国地域で4km、その他の地域で3kmである。主測線の方向を第2図に示した。また副測線の間隔は全地域で20km、また方向は主測線に直交方向である。データのサンプリング間隔は飛行方向に対して50~60mである。以上を第1表に要約した。

測定用航空機は東海地域でビーチ65(クィーンエンア)その他の地域ではセスナ404(タイタン)である。航空機内の空中磁気探査システム及び地上の地磁気の日変化観測システムを第3図に示す。航空機に搭載した磁力計はジオメトリックス社製プロトン磁力計であり、精度は±0.1nTである。



第4図 編集した空中磁気図の各地域ごとの範囲。



第5図 縮尺100万分の1のIGRF 残差磁気図等の図画。

調査地域の範囲は既存データとの接続を行うために既調査域に約15km重複させた。また地質調査所の既存データのうち北海道のものについては調査地域ごとに飛行高度が異なること調査地域間で重複部分が少ないことのために全調査地域を横断する測線を設定し再調査を行いその後の一つの連続した一定高度の磁気データとした。

NEDOにおいて新規に測定した総測線長は152,833km 総面積は425,300km²である。

3. 空中磁気図の編集

NEDOが取得したデータは既存のデータと合わせて各地域ごとに一つの図面に編集された。以下にNEDOで行われた空中磁気図の編集作業について説明する。

編集するにあたり新規及び既存のデータを同一の高度に上方接続した。編集図面は第4図に示すごとく東北南部・関東地域と東海地域を一枚に編集したため6地域となった。各地域の空中磁気図作成面の海拔高度は北海道が8,500フィート(約2,591m) 東北と中国・四国が8,000フィート(約2,438m) 東北南部・関東及び東海と中部が10,500フィート(約3,200m) 九州が6,500フィート(約1,981m)である。

6地域に分かれた空中磁気図は地勢図区画ごとの縮尺20万分の1のコンタ図(コンタ間隔5nT)及び第5図に示

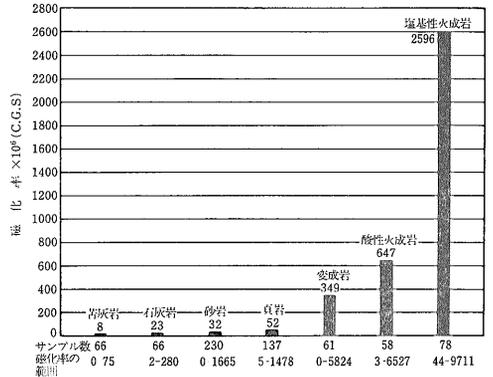
す図面ごとの縮尺100万分の1のコンタ図(コンタ間隔20nT)として図化された。図面の種類はIGRFの傾向面を除去したIGRF 残差磁気図 IGRF 残差磁気図に極磁気変換をほどこした極磁気図等である(新エネルギー総合開発機構地熱調査部地熱調査第二課 1984)。

6地域に分かれた図面は作成された面の高度の違いや測定期間の違い等の理由で地域間で連続した図面になっていない。すなわち前掲のカラー表示したIGRF 残差磁気図は隣接するものどうしで連続しているわけではない。第6図は6地域に分かれた図面を東北南部・関東及び東海と中部を除きさらに10,500フィート(約3,200m)に上方接続して一枚の図面に編集し直した日本全土の空中磁気図である。コンタ間隔は20nT 縮尺は100万分の1及び200万分の1である。

4. 空中磁気図に見られる一般的な特徴

ここでは全国の空中磁気図に見られる特徴について記述する前に 空中磁気図の一般的な特徴について説明する。

空中磁気図に反映されるものは地表面からキュリー一点温度に達する深度までの間に存在する磁性(岩)体が発生する地磁気の異常である。陸域の場合 およそ20km以浅に存在する磁性岩体の分布を反映していると考えていいであろう。また磁性岩体とは強磁性鉱物を多



第7図 地上のサンプルとコアの測定結果に基づいた磁化率の平均値 (DOBRIN, M.B., Introduction to Geophysical Prospecting による).

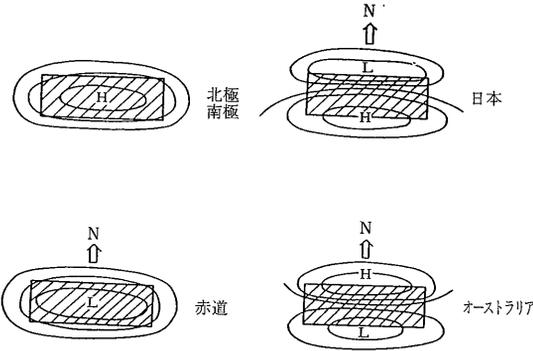
く含む岩体であり そのため磁性岩体となる岩体の磁化率は高い。第7図は種々の岩石の磁化率を示した図である。第7図に従えば火成岩の磁化率が高く 堆積岩の磁化率が低い。また火成岩の中では苦鉄質のもの磁化率が高い傾向にある。

低～中緯度地域では地球磁場の伏角が90° (すなわち鉛直方向) より小さい (すなわち水平方向に傾く) ため 一般に一つの磁性体が発生する磁気異常は正異常及び負異常の双極の異常を示す (第8図)。また 磁気異常の振幅とは双極の異常の最大値と最小値の差 磁気異常の波長とは双極の異常の最大値を示す点と最小値を示す点の距離と考えてよい。

磁気異常の分布形態は磁性岩体の分布形態によってかなり異なる。例えば火山地帯では磁性岩体となる磁化率の高い貫入岩 噴出岩が複雑に分布し そのため磁性岩体の分布形態は水平方向に激しい変化を示す。すなわち火山地帯では多数の短波長大振幅の双極磁気異常が密集することが多い。一方関東平野のように磁化率の低い堆積層が厚く覆っている地域では 磁性岩体は堆積層下に存在し埋没深度は深いと考えられる。そのため磁気異常の波長は長くなり 振幅は小さくなる。

磁気異常の振幅は磁性岩体の磁化率 岩体の大

第6図 全国の空中磁気図 (IGRF 残差磁気図)。磁気図作成面は海拔 10,500フィート (約 3,200m) の高度一定面。コンタ間隔 20 nT。



第8図 世界(各磁気緯度)における磁気異常と磁性体(堀川他 1982 400万分の1日本周辺海域空中磁気図 日本地質アトラス p.49 による).

第9図 千島弧及び東北弧の空中磁気図. コンタ間隔 20 nT.

きさ 深度に関係している. すなわち磁性岩体の磁化率が大きい程 岩体の大きさが大きい程 深度が浅い程 磁気異常の振幅は大きくなる. また磁気異常の波長は磁性岩体の大きさと深度に関係している. すなわち磁性岩体の大きさが大きい程 深度が深い程磁気異常の波長は長くなる.

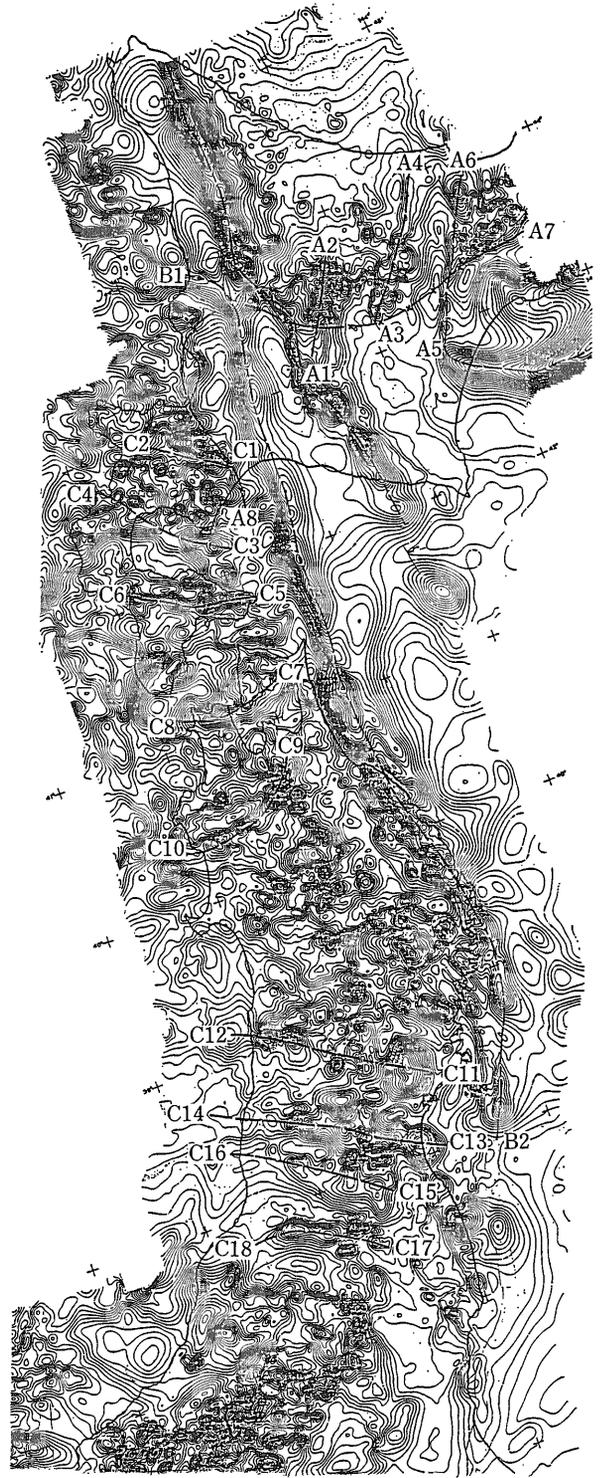
5. 全国の空中磁気図に見られる特徴

ここでは第6図に示した空中磁気図をもとに日本列島を5つの島弧すなわち千島弧 東北弧 小笠原弧 西南日本弧 琉球弧に分けて磁気異常分布に見られる特徴について記述する.

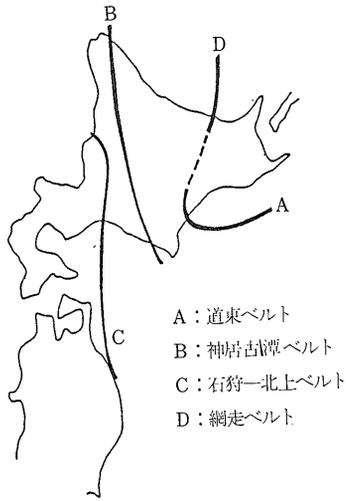
5-1. 千島弧

千島弧の第四紀火山の分布に対応して短波長大振幅の磁気異常帯が分布する(第9図参照). すなわち大雪山から十勝岳に伸びる異常(A1-A2) 阿寒から屈斜路湖に伸びる異常(A5-A6) 及び両者の中間に位置した異常(A3-A4)である. これらの磁気異常帯はすべて北東-南西の方向性をもち ほぼ60kmの間隔をおいて雁行する.

第9図中のA1-A2の異常帯の西方には北海道の中央部をほぼ南北に走る磁気ベルトが存在し 短波長の磁気異常は余り明瞭ではない. 千島弧の火山フロントの西方延長上で磁気ベルトがわずかに乱れており これを第四紀火山活動によるものであると考えれば 磁気異常図だけから火山フロントは第9図中のA7-A8のように描くことができる. これは Honza (1978) によって描かれた火山フロントの位置とほぼ一致する. 第9図中の



——— 磁気トレンド
 - - - - 磁気ベルト
 - · - · 空中磁気図だけから推定される火山フロント



A : 道東ベルト
 B : 神居古潭ベルト
 C : 石狩一北上ベルト
 D : 網走ベルト

第10図 主な磁気ベルトの分布 (OGAWA and SUYAMA, 1975による)。

A5-A6 の異常帯は火山フロントを横切り前弧にまたがり 釧路沖の高異常に継がる。

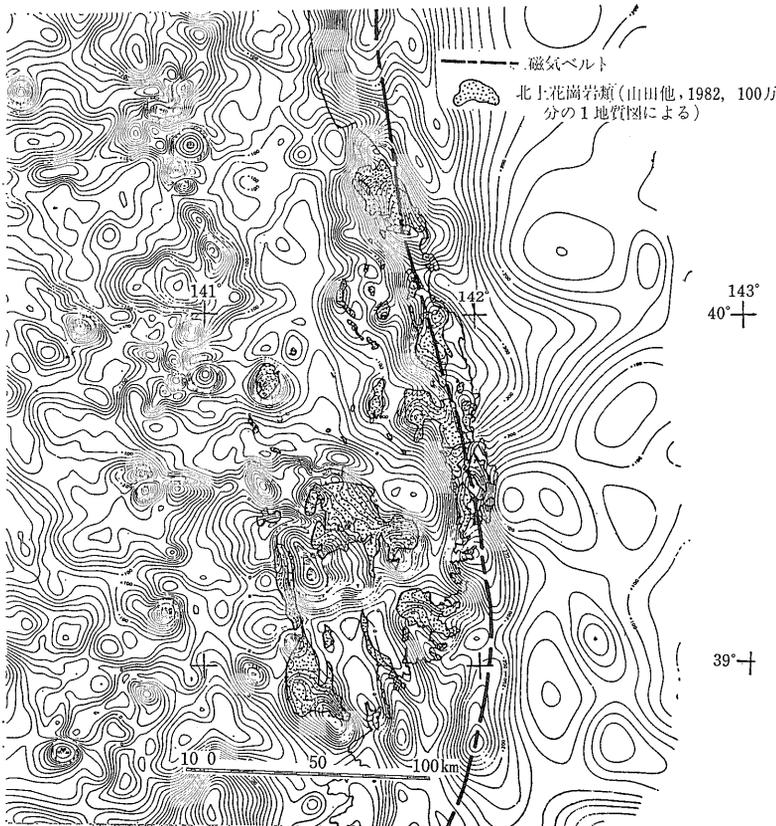
5-2. 東北日本弧

前述の磁気ベルトは宗谷岬から旭川北部に至りそこで2つの磁気ベルトに分岐する。一方は浦河に抜け もう一方は苦小牧に抜ける。OGAWA and SUYAMA (1975) は宗谷岬から旭川北部を通り浦河に抜ける磁気ベルトを神居古潭ベルト 石狩から苦小牧に抜ける磁気ベルトを石狩一北上ベルトと呼んだ (第10図)。石狩一北上ベルトは苦小牧を抜け三陸海岸を通りさらに南下して牡鹿半島沖に達する (第9図中の B1-B2)。北上山地周辺に注目すると 北上花崗岩類の分布域に対応して大振幅の磁気異常が分布する。特に田老帯の花崗岩・火山岩の分布域に対応した磁気異常が顕著である。この磁気異常は石狩一北上ベルトの一部を形成している (第11図)。

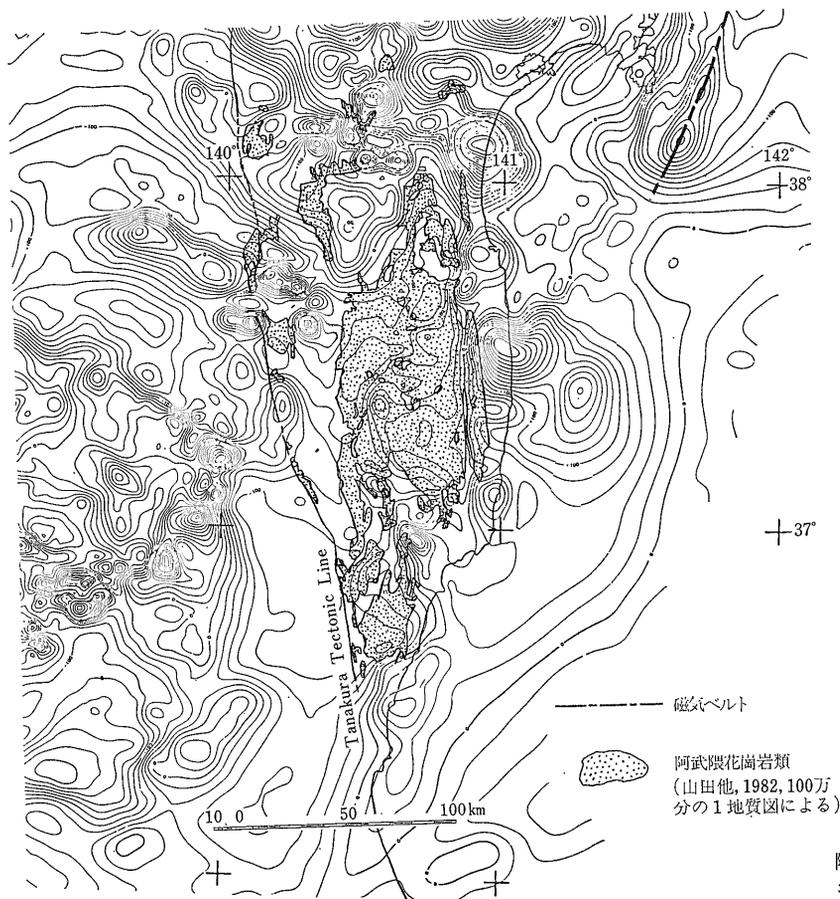
第12図には阿武隈花崗岩類分布域と磁気異常を示した。阿武隈花崗岩類分布域に対応した磁気異常は振幅が小さい。すなわち阿武隈花崗岩類の磁化率は北上花崗岩類の磁化率より小さいことを示唆している。ISHIHARA

(1979) は岩石試料による磁化率の測定を行い同様の結果を得ている。

石狩一北上磁気ベルトの西側では北西-南東から東南東-西北西の方向性をもつ異常帯が分布する (第9図参照)。すなわち千歳と倶知安を結ぶ異常帯 (C1-C2) 室蘭沖と寿都を結ぶ異常帯 (C3-C4) 恵山から遊楽部岳に達する異常帯 (C5-C6) 恐山から竜飛岬南部に抜ける異常帯 (C7-C8) 八甲田山から花岡北部を通り能代北部に抜ける異常帯 (C9-C10) 小牛田から鬼首を通り鳥海山西方海域に達する異常帯 (C11-C12) 阿武隈川河口付近から蔵王山北部月山を通り鶴岡西方海域に達する異常帯 (C13-C14) 福島から米沢を通り朝日岳西部に達する異常帯 (C15-C16) 郡山から磐梯山を通り新津に達する異常帯 (C17-C18) である。これらの異常帯は火山フロントを東縁とするものと火山フロントの東側を東縁として火山フロントを横切り西方に抜けるものに2分される。



第11図 北上花崗岩類の分布と磁気異常。コンタ間隔 20nT。



第12図
阿武隈花崗岩類の分布と磁気異常。
コンタ間隔 20nT.

5-3. 小笠原弧

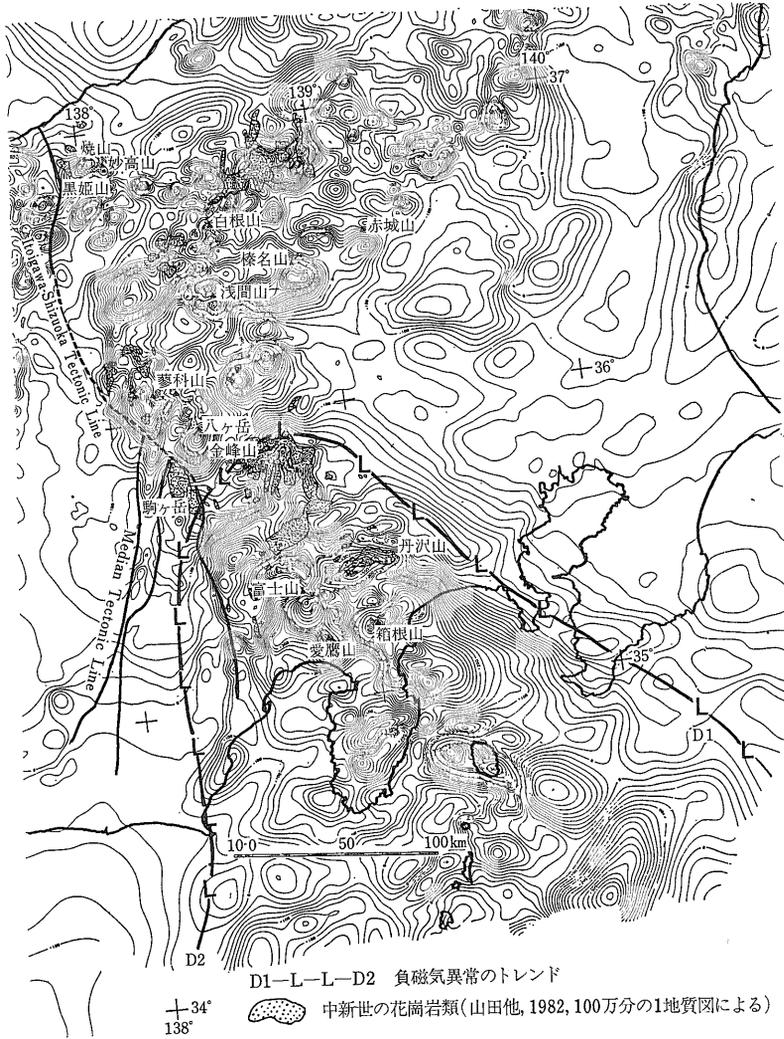
富士火山列周辺では第四紀火山の他に中新世の花崗岩類等が分布する。富士火山列周辺の短波長大振幅の磁気異常の多くは第四紀火山の分布と中新世花崗岩類の分布に一致する(第13図)。例えば金峰山周辺の花崗岩類とその分布に対応した磁気異常であり丹沢山西部の花崗岩類とその分布に対応した磁気異常である。この磁気異常群の西縁は糸魚川-静岡構造線でありそのため糸魚川-静岡構造線の西側駒ヶ岳東方にも中新世の花崗岩類が分布する。しかし金峰山や丹沢山西部の例と異なり明瞭な磁気異常は見られない。

また房総半島南東沖からほぼ北西方向に房総半島南部三浦半島丹沢山西部を通り金峰山に達しさらに向きを南西から南に変え駒ヶ岳南方から御前崎を通る負の異常帯(D1-D2)がある。この負の異常帯は富士火山列の短波長大振幅磁気異常群の東縁及び西縁の一部となっており四万十帯とほぼ一致する。

5-4. 西南日本弧

西南日本弧は萩から生野を通り舞鶴南方に抜ける線(E1-E2)によって短波長大振幅の磁気異常が分布する北部と明瞭な磁気異常がほとんど見られない南部に2分される(第14図)。この磁気異常不連続線の東方延長は飛騨外縁帯とほぼ一致する。北部に分布する明瞭な磁気異常は古生代末から中生代前期の超苦鉄質岩類古第三紀の安山岩類及び第四紀の火山岩の露頭に対応するようである。しかしこれらの岩石の分布に対応した磁気異常が必ず存在するわけではない。また中国地方に広く分布する花崗岩類のうち先の磁気異常不連続線の北側に分布する花崗岩類に対応した磁気異常は認められるが南側の花崗岩類に対応した磁気異常はほとんど見られない。これは北側の花崗岩類の磁化率は高く南側では低いことを示唆している。ISHIHARA (1979)の岩石試料による磁化率の測定結果でも山陰側の花崗岩の磁化率は高く山陽側の花崗岩の磁化率が低い結果を示している。

中央構造線と仏像構造線に囲まれた三波川帯 秩父帯



第13図
 主な第四紀火山及び中新世の花崗岩類の分布と磁気異常。
 コンタ間隔 20nT.

等の地質区内には構造線にほぼ平行な帯状の磁気異常が点在する(第15図及び第16図)。それらの磁気異常は東海及び紀伊半島においては御荷鉾緑色岩の分布に、四国においては三波川帯中の超苦鉄質岩類、御荷鉾緑色岩の分布及び秩父帯の南部に帯状配列する超苦鉄質岩類を含む黒瀬川構造帯に一致する。四国におけるそれらの磁気異常の振幅は黒瀬川構造帯に対応したものが最も大きい。

また、三波川帯あるいは秩父帯に対応した帯状の磁気異常は、紀伊半島中央部で南北に伸びる正及び負の帯状の磁気異常によって一旦途切れる。南北方向の異常帯の一つ(負の異常帯)は紀伊半島中央部に南北に延びる中新世の大峯花崗岩類の分布と一致する(第15図)。

さらに紀伊半島及び四国沖から宮崎にかけて長波長の

磁気異常が分布する。第14図にそれらの磁気異常から推定される磁性岩体の位置を示す。第14図に示した磁性岩体の中には潮岬及び足摺岬の中新世の閃緑岩—花崗岩の分布域と対応するものがある。渡辺・服部(1980)は足摺岬南方から宮崎市周辺にかけての磁気異常を形成する岩体を比較的古い地質時代の斑れい岩あるいは玄武岩に該当すると推定した。

5-5. 琉球弧

琉球弧の火山列に対応した磁気異常はほぼ東西の方向性がある(第14図)。すなわち九重山・阿蘇山と雲仙を結ぶ異常(F1-F2)、霧島と蘭傘田あるいは桜島と蘭傘田を結ぶ異常(F3-F4)、開聞岳から西方に伸びる異

常 (F5-F6) 硫黄島一口永良部島から西方に伸びる異常 (F7-F8) である。 F1-F2 の異常は大分—熊本構造線の位置と対応する。

中部 近畿及び四国に見られた中央構造線あるいは仏像構造線と平行に配列する磁気異常は九州においては余り明瞭ではない (第16図参照)。 しかし八代付近に分布する黒瀬川構造帯に対応した北東—南西方向の帯状の磁気異常が見られる。

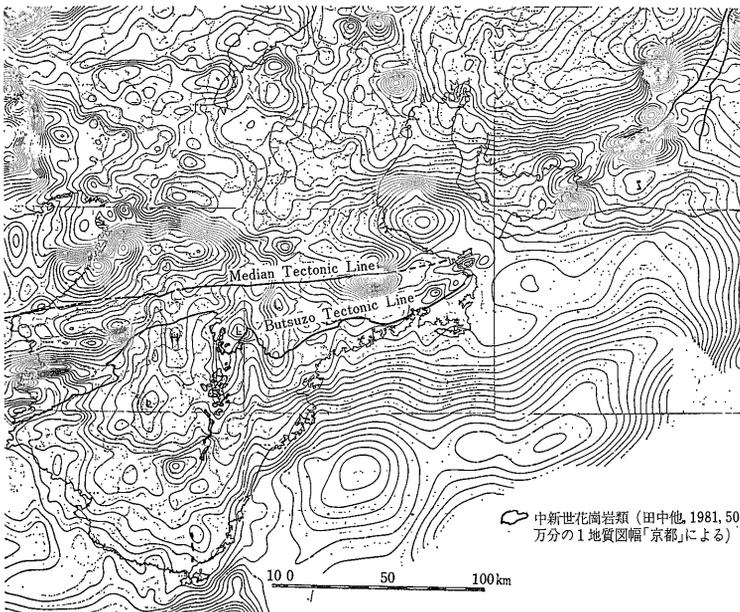
6. むすび

全国の空中磁気図にはさまざまな時代のさまざまな規模の地質構造を反映する磁気異常が分布する。 すなわち 全国の空中磁気図は巨視的観点から島弧としての日本列島の発達史を考察するための一資料となり また局所的な異常に着目して資源探査等の目的に利用するデータの一つとなり得る。 さらにこれらの詳細な検討のために定量的な解析を行うことも可能である。 この様な観点から今後広く全国の空中磁気図が利用されることを期待する。

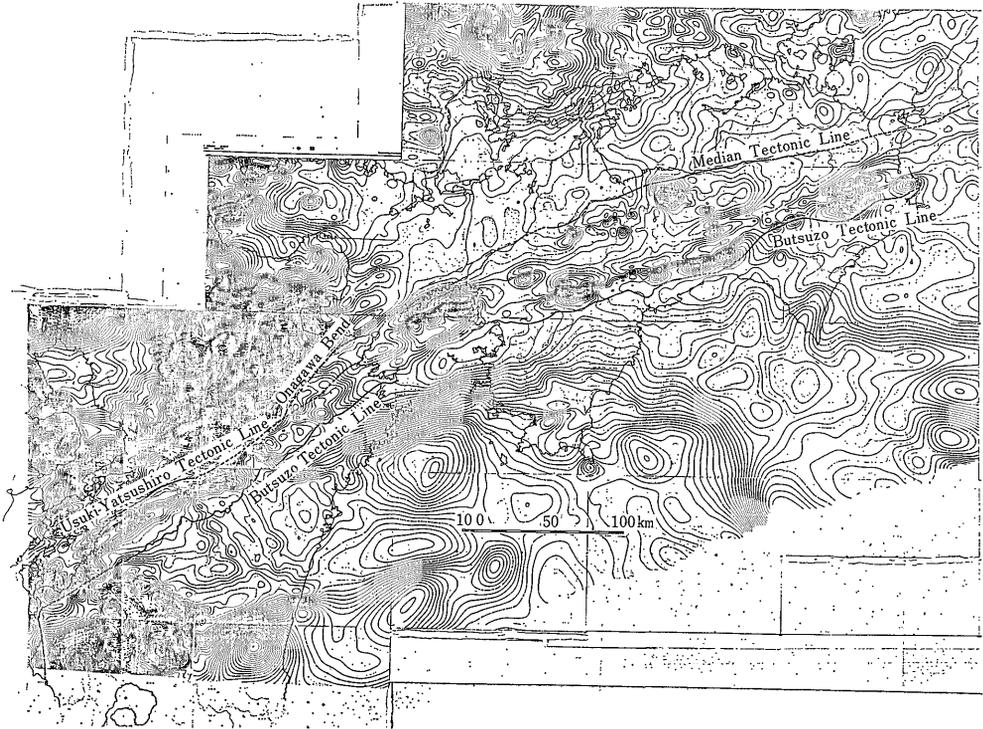
謝 辞 本稿の執筆にあたっては 地質調査所山田直利広域地質課長 本座栄一海洋物理探査課長並びに石原舜三鈦床部長より貴重なご意見・ご教示をいただいた。 ここに厚く感謝の意を表わす。



第14図
西南日本弧及び琉球弧の磁気異常。 コンタ間隔 20nT.



第15図
東海及び紀伊半島の磁気異常図。 コンタ間隔 5 nT.



第16図 四国及び九州の磁気異常。 コンタ間隔 5 nT.

引用文献

- 1) 地質調査所 (1964~1978) 20万分の1空中磁気図.
- 2) DOBRIN, M. B., Introduction to Geophysical Prospecting, McGraw-Hill, p. 493.
- 3) HONZA, E. (1978) Geological History of the Kuril Basin and the Tartary Trough—Preliminary Concluding Remarks, G. S. J. Cruise Report No. 11, p. 60~64.
- 4) 堀川義夫・津宏治・中井順二・小野吉彦 (1982) 400万分の1日本周辺海域空中磁気図, 日本地質アトラス, p. 46~49 地質調査所.
- 5) ISHIHARA, S. (1979) Lateral Variation of Magnetic Susceptibility of Japanese Granitoids, J. Geol. Soc. Jap., Vol. 85, p. 509~523.
- 6) OGAWA, K. and SUYAMA, J., (1975) Distribution of Aeromagnetic Anomalies, Tokai. Univ. Press, Volcanoes and Tectonosphere, p. 207~215.
- 7) 大久保泰邦(1984), 全国のキュリー点解析結果, 地質ニュース, No. 362, p. 12~17.
- 8) 新エネルギー総合開発機構地熱調査部地熱調査第二課 (1984), 全国地熱資源総合調査(第1次)の調査成果図等の公開について, 地質ニュース, No. 362, p. 58~62.
- 9) 新エネルギー総合開発機構 (1980~1983), IGRF 残差磁気図 1/20万及び1/100万.
- 10) 新エネルギー総合開発機構(1981), 昭和55年度全国地熱資源総合調査報告書キュリー点法調査.
- 11) 新エネルギー総合開発機構(1982), 昭和56年度全国地熱資源総合調査報告書キュリー点法調査 (九州及び東北).
- 12) 新エネルギー総合開発機構(1983), 昭和57年度全国地熱資源総合調査キュリー点法調査報告書北海道及び中部地域.
- 13) 新エネルギー総合開発機構(1984), 昭和58年度全国地熱資源総合調査キュリー点法調査報告書中国及び四国地域.
- 14) 田中啓策・山田直利・坂本享・吉田史郎・宮本学(1982) 50万分の1地質図幅「京都」(第3版). 地質調査所.
- 15) 渡辺史郎・服部仁 (1980) 南東九州の岩石の磁性・密度及び磁気・重力について, 地質調査所月報, Vol. 31, p. 105~136.
- 16) 山田直利・寺岡易司・泰光男ほか編 (1982), 100万分の1地質図, 日本地質アトラス, p. 3~19, 22~25. 地質調査所.