

秋 田 大 学

工 学 資 源 学 部 研 究 報 告

第 24 号

平成 15 年 10 月

目 次

論 文

岩手山における空中磁気測量.....坂中伸也, 田中良和, 宇津木充, 谷口宏光, 後藤章夫	1
溶液界面吸着体の解析に対する部分反射分光法の有用性守屋芳夫, 加藤純雄, 中村宗和, 小川信明, 中田真一	11
たたら製鉄と卸鉄法による玉鋼の製造—創造工房実習より得られた二三の知見—小松芳成, 後藤正治, 麻生節夫	19
周期的な凹凸を設けた流路における流れの安定性と熱流動特性.....足立高弘, 長谷川省悟	27
地方都市の中心市街地に見られるにぎわいと都市構造に関する研究浜岡秀勝, 石塚沙矢香, 阿久津雅紀, 清水浩志郎	37
研究論文目録 (2002)	45
博士論文題目リスト (平成 14 年度)	73
修士論文題目リスト (平成 14 年度)	74

平成 15 年 10 月 24 日 印刷
平成 15 年 10 月 31 日 発行

編集兼
発行者 秋 田 大 学 工 学 資 源 学 部
〒010-8502 秋田市手形学園町1番1号
電話 (018)889-2305 (総務係)

印 刷 有限会社 三 浦 印 刷
〒010-0925 秋田市旭南三丁目7番5号
電話 (018)862-2792

(非 売 品)

編集委員会

機械工学科 田 中 學
(委員長)

環境物質工学科	遠 藤 健	材 料 工 学 科	武 藤 侃
情 報 工 学 科	高 橋 秋 典	地球資源 学 科	坂 中 伸 也
電気電子工学科	田 島 克 文	土木環境工学科	後 藤 文 彦
素材資源システム 研究施設	山 本 修		

EDITORIAL COMMITTEE

Manabu TANAKA (Chairperson)

Dept. of Mechanical Engineering

Ken ENDO
Dept. of Materials-Process Engineering and Applied
Chemistry for Environments

Akinori TAKAHASHI
Dept. of Computer Science and Engineering

Katsufumi TAJIMA
Dept. of Electrical and Electronic Engineering

Osamu YAMAMOTO
Research Institute of Materials and Resources

Akira MUTO
Dept. of Materials Science and Engineering

Shin'ya SAKANAKA
Dept. of Earth Science and Technology

Humihiko GOTOU
Dept. of Civil and Environmental Engineering

秋 田 大 学 工 学 資 源 学 部 研 究 報 告

第 24 号

平成 15 年 10 月

目 次

論 文

岩手山における空中磁気測量.....坂中伸也, 田中良和, 宇津木充, 谷口宏光, 後藤章夫	1
溶液界面吸着体の解析に対する部分反射分光法の有用性守屋芳夫, 加藤純雄, 中村宗和, 小川信明, 中田真一	11
たたら製鉄と卸鉄法による玉鋼の製造—創造工房実習より得られた二三の知見—小松芳成, 後藤正治, 麻生節夫	19
周期的な凹凸を設けた流路における流れの安定性と熱流動特性.....足立高弘, 長谷川省悟	27
地方都市の中心市街地に見られるにぎわいと都市構造に関する研究浜岡秀勝, 石塚沙矢香, 阿久津雅紀, 清水浩志郎	37
研究論文目録 (2002)	45
博士論文題目リスト (平成 14 年度)	73
修士論文題目リスト (平成 14 年度)	74

秋 田 大 学 工 学 資 源 学 部

SCIENTIFIC AND TECHNICAL REPORTS
OF
FACULTY OF ENGINEERING AND RESOURCE SCIENCE, AKITA UNIVERSITY
No.24
OCTOBER 2003

Contents

Original Papers

Aeromagnetic Survey at Iwate Volcano Shin'ya SAKANAKA, Yoshikazu TANAKA, Mitsuru UTSUGI, Hiromitsu TANIGUCHI and Akio GOTO	1
Utilization of Partial Reflection Spectrometry for the Analysis of a Liquid-Liquid Interfacial Adsorbate Yoshio MORIYA, Sumio KATO, Munekazu NAKAMURA, Nobuaki OGAWA and Shinichi NAKATA	11
An Experimental Study on Tamahagane-making Based on Combined Use of the Tatara-buki Ironmaking Process and the Oroshigane Process – A Few Findings Obtained from Creative Techno-Craft – Yoshinari KOMATSU, Shoji GOTO and Setsuo ASO	19
Stability and Heat and Fluid Flow Characteristics of Flow in Channels with Periodically Grooved Parts Takahiro ADACHI and Shougo HASEGAWA	27
A Study on the Relationship between the Liveliness and Townscape at the Urban Central District in the Local City Hidekatsu HAMAOKA, Sayaka ISHIZUKA, Masanori AKUTSU and Koshiro SHIMIZU	37
List of Original Papers (2002)	45
List of Theses of Doctor's Degree (2002)	73
List of Theses of Master's Degree (2002)	74

論文

岩手山における空中磁気測量

坂中伸也*・田中良和**・宇津木充**・谷口宏光***・後藤章夫***

Aeromagnetic Survey at Iwate Volcano

Shin'ya Sakanaka*, Yoshikazu Tanaka**, Mitsuru Utsugi**,
Hiromitsu Taniguchi*** and Akio Goto***

Abstract

We conducted the first aeromagnetic survey at Iwate volcano, northeast of Japan. Our initial and ultimate purpose is detection of geomagnetic changes by repeated aeromagnetic surveys.

One cause of geomagnetic secular change is thermal effect due to magnetization changes by heat supply or dissipation. This effect is supposed to be most significant at active volcanic regions.

The positioning techniques by satellite system such as GPS have promoted recent years. It becomes more applicable to geomagnetic changes, since such changes are very sensitive against the observed position.

We have not carried out sufficient repeated aeromagnetic surveys yet. Iwate volcano, however, is appropriate field for detection of magnetic changes. We introduce the outline of our survey in order to be helpful to figure out the possible problem in the future study. In addition, we discuss at some extent about obtained magnetic anomalies with mainly topography and describe the obtained knowledge at present.

1. はじめに

火山活動に伴い、地磁気の値が時間変化することが知られている。活火山における地磁気変化の原因は、応力地磁気効果も考えられるが、おおむね高温物質の上昇に伴う磁気鉱物の消磁、または冷却による再帯磁で説明されている。地上での地磁気測定では、これまで火山活動に伴う磁場変化が検出されている。しかし、観測が可能である場所がしばしば制約されることにより、地上観測のみでは火山体全体の地磁気変化の分布を検出するのは難しい。そこで我々は、火山体全体の地磁気変化を検出するために、繰り返し空中磁気測量による地磁気変化の検出を試みることにした。近年、幸いにもGPSによる空間位置決定精度が向上しており、飛行体の位置ですら1mの精度で決定できるのではないかと予想されて

いる。従って、従来では考えにくかった空中磁気測量による繰り返し測量によって、磁場変化を検出できる可能性がある。

2000年12月、2001年1月の2度にわたって岩手山で空中磁気測量を行う機会を得た。天候状態のせいで予定の飛行範囲は縮小されたが、2度の飛行範囲を合わせると、ほぼ岩手山の山体を覆う範囲を飛行し、データを得ることができた。

我々にとって、繰り返し空中磁気測量によって火山体の熱の消長をとらえるのが初期の目的であり、最終的な目的であるので、もう一度岩手山主要部分の上空で空中磁気測量を行う必要がある。最終的な目的を達成するための考察の助けになるように、ここに観測の概要を述べておく。次の段階として、目的とする熱変化をとらえるための最低限の飛行高度や飛行間隔、サンプリングレートについても考察することが可能と考えられる。

ここでは、現在得られているデータから予備的な地磁気異常分布を算出し、地形や地質情報と比べながら注目しておくべき磁気異常を指摘する。

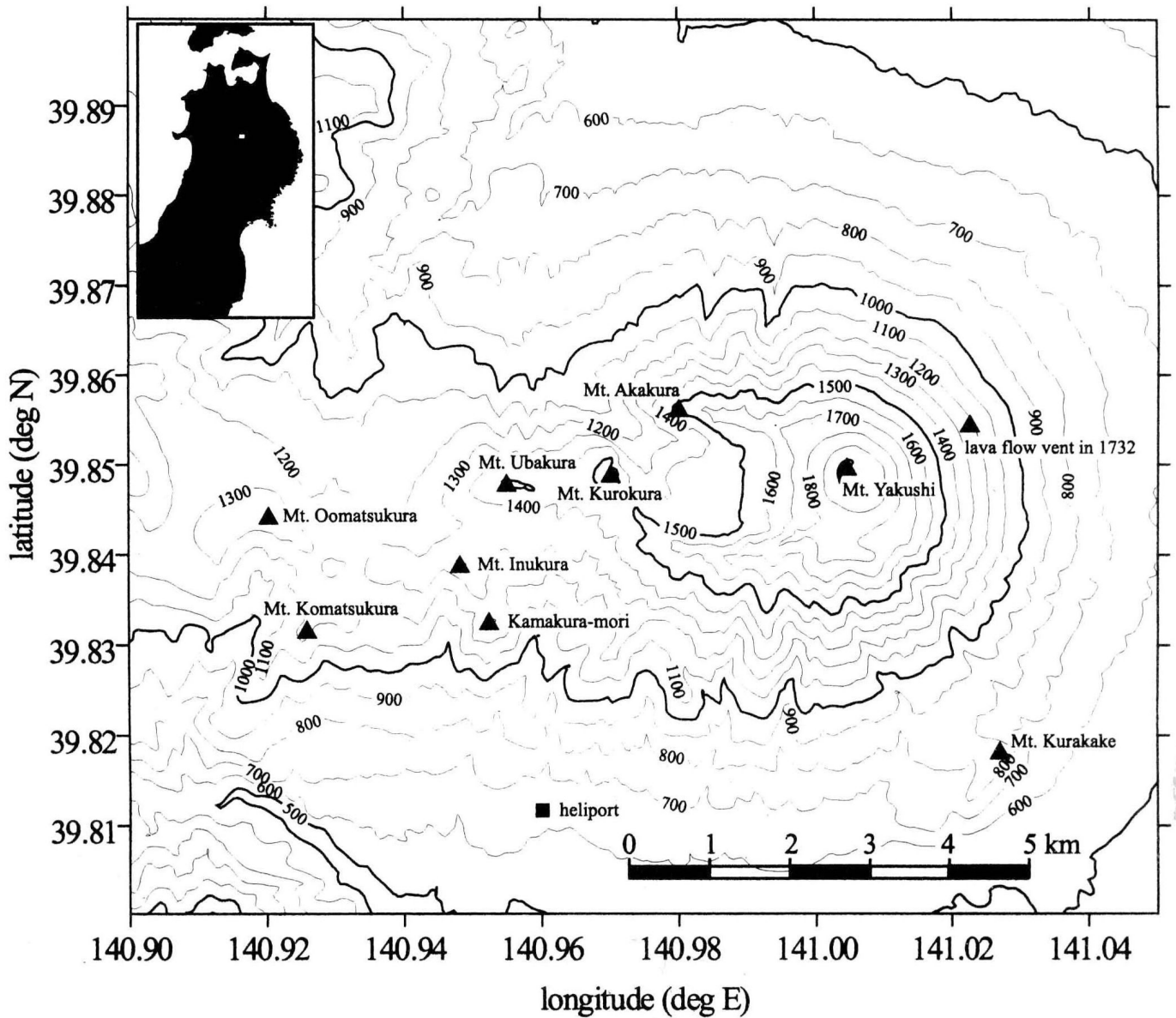
2003年7月28日受理

*秋田大学工学資源学部地球資源学科, Department of Earth Science and Technology, Faculty of Engineering and Resource Science, Akita University.

**京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設火山研究センター, Aso Volcanological Laboratory, Kyoto University.

***東北大学東北アジア研究センター, The Center for Northeast Asian Studies, Tohoku University.

Topography around Iwate volcano



2. 岩手火山の地形と活動

岩手火山の山体は西側の西岩手カルデラと、東側の南部富士とも呼ばれる成層火山から成り立っている。西岩手カルデラは6万年前前後に形成され、このカルデラ内でのマグマ活動は3万年前には終了した。一方、東部の成層火山は5000～6000年前以降の活動で形成された⁽¹⁾。岩手山の最高峰である薬師岳(2038m)は、この東岩手火山に属する。

岩手山の地形をFig.1に示す。図の左上隅に示した東北日本の地図中、白抜き長方形の位置がFig.1の範囲に相当する。主な山頂を図中に黒三角印(▲)で

示した。ここで示した山頂は、西から、大松倉山、小松倉山、犬倉山、鎌倉森、姥倉山、黒倉山、赤倉岳、薬師岳、第一火口丘、鞍掛山である。ここでいう第一火口丘とは1732年に流出した焼け走り溶岩流の噴出口の一つである。西岩手カルデラは、薬師岳を主峰とする東岩手火山体と犬倉山の間に位置し、北側を赤倉岳を含む屏風尾根、南側を鬼ヶ城と呼ばれる尾根状地形で区切られている。また、図中で黒四角印(■)で示した場所は、今回空中磁気測量を行うためのヘリコプターの発着場となった岩手高原スキー場の駐車場である。

岩手山の有史後の活動は、大正時代の1度の小爆発以外は、全て東岩手火山におけるものである(2)。1686年には東岩手の山頂火口から比較的大規模にスコリアが噴出し、1732年には北東山腹に火口が生じて、焼け走り溶岩流が流下した。その他の東岩手の山頂火口付近の小爆発や噴煙の活発化は江戸時代から昭和にかけて何度か記録されている。大正時代の1919年には、西岩手カルデラ内の西端に位置する大地獄谷で新火口生成を伴う水蒸気爆発があった。大地獄谷では現在も活発な硫気活動を伴う噴気孔がある。

1995年9月頃より、岩手火山の地下で低周波地震が観測され、火山性微動も活発化した。各研究機関が地震、地殻変動、地磁気など、さまざまな観測を行って岩手山の活動を監視したが、現在この火山活動はほぼ終息したものとみなされている。

現在、西岩手カルデラ西縁の大地獄谷のほか、弱い噴気活動は黒倉山山頂付近、黒倉山から姥倉山にかけての尾根部一帯に見られる。東岩手の山頂火口丘である妙高岳や山頂火口内の旧岩手山神社付近でも弱い噴気が近年まで見られたというが、現在はそのような兆候は見られない。

3. 測定方法及び測定装置

2000年12月22日、2001年7月21日の2度に渡る空中磁気測量では、岩手県総務部総合防災室の協力を得て、防災ヘリ「ひめかみ」を使用した。

ヘリコプターや飛行機などへのセンサーの取り付け方法はスティンガー方式と呼ばれるものと、バード方式と呼ばれるものがあるが、今回はバード方式を採用した(Fig.2)。スティンガー方式は機体の前部または後部に直接支持棒を取り付け、支持棒の先にセンサーを組み入れる測定方式である。この方式は機体の磁気の影響を受け易く、機体によって生じる磁気を補正する必要がある。バード方式は、機体からバード(bird)と呼ばれるセンサー容器を数10mのケーブルで吊るす方法である。この方法は機体の磁気の影響を抑えることができるが、飛行の安全性の問題やセンサーが大きく揺れやすいなどの難点がある。バード方式を採用したのは、将来の繰り返し空中磁気測量を念頭におき、できるだけ地表に近い場所で磁場を測定し、地下での磁化変化を検出しやすくするためである。

ヘリコプターから約50m下に吊り下げられたバードは塩化ビニルの円筒容器でできており、頭部を木製の半球でふたをした。バード内部には、磁力計セ

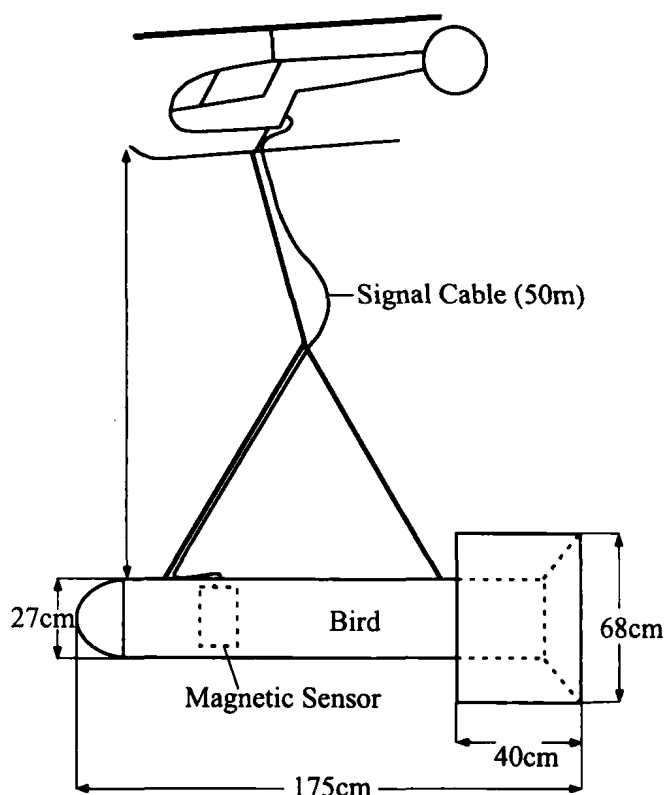


Fig.2 Schematic diagram of bird type configuration for aeromagnetic survey. A capsule with sensors hung by a flying vehicle through cable is so-called bird. A cylindrical wing is attached at the tail of the bird.

ンサーをしっかりと固定した。今回はバードの位置を決定するために、バード尾部にGPSセンサーも合わせて取り付けた。バード尾部にはアルミニウムの骨組とプラスチック板で作られた円筒形の尾翼を取り付けた。また、バードを空中で安定させるために30kg程度の鉛をバード内に入れた。磁力計センサーと信号のやりとりをする信号ケーブル自体には張力がかからないように、ヘリコプターからバードを吊るすロープに信号ケーブルを沿わせた。

空中磁気測量に使用した磁力計はGEM SYSTEMS社のオーバーハウザー型プロトン磁力計GSM-19Fである。磁力計センサーへの信号の送受信、画面表示、データ記録を行う磁力計の本体はヘリコプター内で操作し、50m長のケーブルでバードに搭載したセンサーとつないだ。サンプリング間隔を0.5秒に設定して全磁力データを取得した。

地磁気日変化などの磁場の時間変化を補正するために、地上の定点でも全磁力を連続的に測定した。参照観測点としての定点はヘリコプターの発着場から約300m北東方向に離れたスキー場の斜面とし、

オーバーハウザー型プロトン磁力計 GSM-19 のセンサーを地上 2.35m に三脚で固定してサンプリング間隔 3 秒でデータを記録した。

バードの尾部に GPS センサーを取りつけたが、磁場の参照点のすぐ近くに GPS の地上参照点も設置し、ディファレンシャル処理でバードの位置決定精度を向上させた。GPS の位置データは 1 秒値として得ることができた。なお、GPS システムとして Ashtec 社の Z-Survey を用いた。

4. 位置データ及び磁場データ

当初の探査予定範囲は岩手山西方の大松倉山から東岩手火山の山体を含む、東西約 10km、南北約 5km で、東西方向の測線間隔を約 250m と予定した。2000 年 12 月の探査時は東岩手の山体が雲に覆われていたために、測定範囲は西側の大松倉山から姥倉山周辺のみにとどまざるを得なかった。このときの飛行軌跡を Fig.3 に示す。

2000 年 7 月には、東岩手火山の山体の主要部分の上空を探査することを最低限の目的とし、ほぼその目的を達成した。このときの東西方向の測線間隔は約 285m を予定した。この日は途中 2 度の給油を行い、計 3 度の飛行を行ったが、その飛行軌跡を Fig.4 に示す。Figs.3, 4 はバードに取りつけた GPS センサーより得られた軌跡を示し、センサーの揺れ具合をも描き出しているが、ほぼ予定の測線を飛行することができた。できれば東岩手火山の東部斜面もカバーしたかったが、強い上昇気流がヘリコプターの運航に支障を来す可能性があったので断念した。

また、Fig.5 には 2000 年 12 月、2001 年 7 月の軌跡を同時に示した。両方の空中磁気測量を合わせて、ほぼ当初の予定範囲をカバーすることができた。これで繰り返し測定に向けて、第 1 回目のデータを取得できたことになる。

使用した GPS システムによる緯度経度データは、WGS84 座標系として得られるが、日本の国土地理院発行の地形図で採用されている、いわゆる東京座標系の緯度経度に変換する方が使いやすい。座標変換には国土地理院の Web ページで公開されている、trns96 (飛田幹男氏作) というプログラム群をダウンロードして用いた。Figs.3, 4, 及び 5 はもちろんこの東京座標系で示してある。座標変換によって、岩手山付近では、水平方向に 430m 程度、鉛直方向に 55m 程度位置が補正された。

軌跡が一部途切れているのが、Fig.4, または Fig.5 で確認することができるが、これは GPS センサーが

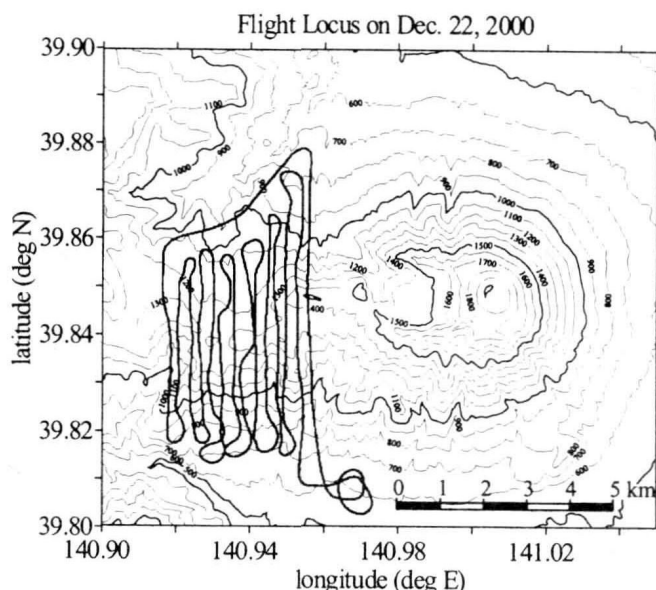


Fig.3 Flight locus on Dec. 22, 2000. Including Flight 1.

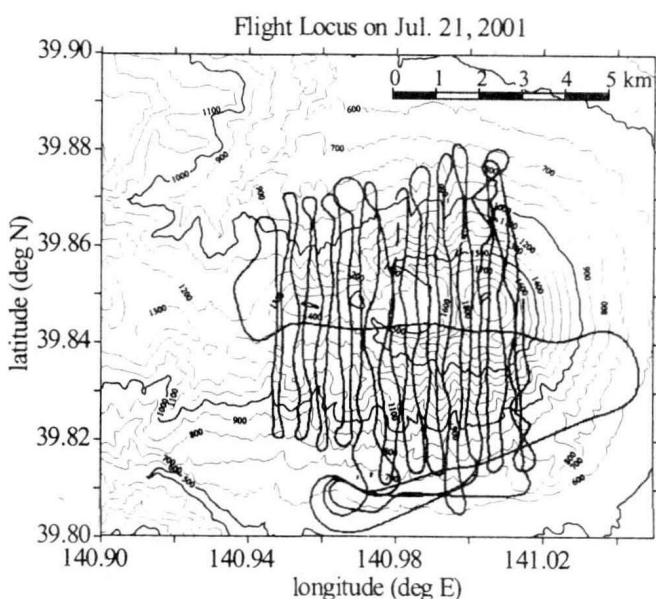


Fig.4 Flight loci on Jul. 21, 2001. Including Flight 2, Flight3 and Flight 4.

位置を決定しきれなかった部分を示す。2000 年 12 月の探査のときにくらべ、2001 年 7 月の探査では乱気流が強く、バードが進行方向に対して大きく左右に揺れることが多かったことがその理由と考えられる。

2000 年 12 月の飛行を Flight 1, 2001 年 7 月の 3 回の飛行をそれぞれ Flight 2, Flight 3, Flight 4 と名付ける。それぞれの飛行について、GPS より得られた飛行高度、対地高度、全磁力データを Figs.6~9 にそれぞ

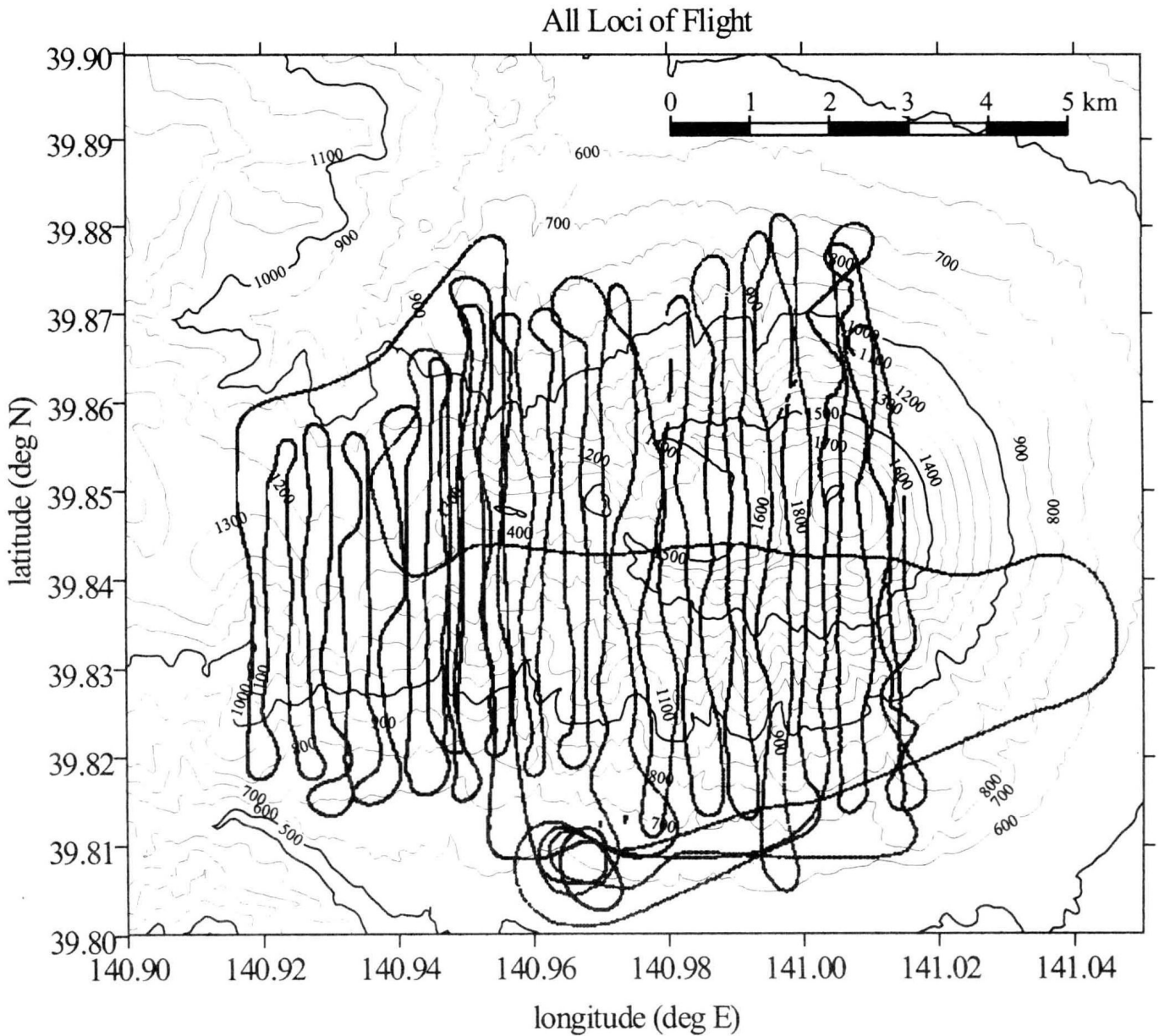


Fig.5 All flight loci in 2000 and 2001.

れ示した。それぞれの飛行に対するグラフ中には、上段より、飛行高度、対地高度、全磁力データを示した。

Figs.6~9の上段に示した海拔飛行高度データは、磁場のサンプリング間隔に合わせて、0.5秒値になるようにスプライン補間を施したものである。従って主にFlight 2に存在する位置データの欠損は見掛け上見られない。

対地高度を得るために、数値地図50mメッシュ標高データを用いた。これは国土地理院が刊行している2万5千分の1地形図に描かれている等高線からベクトルデータを作成し、それから計算によって求めた数値標高モデル (DEM: Digital Elevation Model)

データである。今回使用した当該の地形図名は松川温泉、篠崎、大更、姥屋敷である。

バード搭載のGPSセンサーで得られた緯度経度を東京座標に変換し、その緯度経度にあたる地形標高を抽出した。抽出した地形標高と、GPSによって得られた飛行高度との差が、Figs.6~9の中段に示されたグラフに相当する。それぞれの飛行によって異なるが、バードは対地高度として低いところでは数10mから100m、高いところでは250mから500m程度のところで磁場データを取得していたことがわかる。基本的には飛行高度が高ければ対地高度が低く、逆に飛行高度が低ければ対地高度が高くなる。特に尾根地形や谷地形が発達している火山では、地

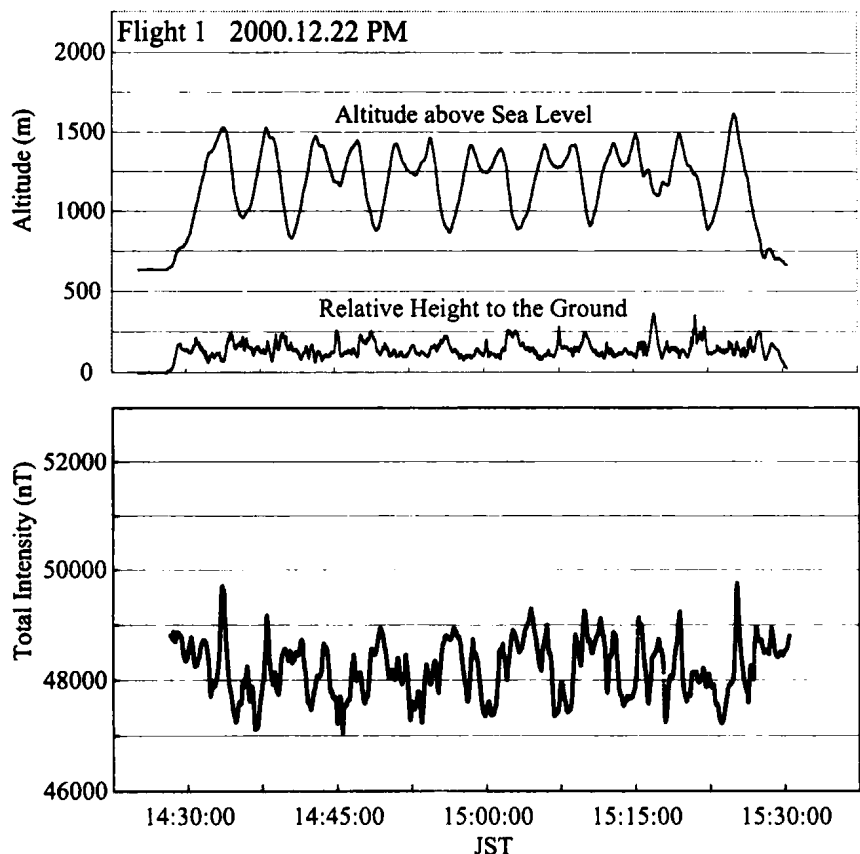


Fig.6 Flight altitude, relative height against the ground and the total intensity for Flight 1 are shown.

面から一定の高度で飛行することが難しい。尾根や山頂近くでは地表に近いところをバードが通過し、谷が深い場所では十分に地表近くまで降下していないことがわかる。

バードが地上から離れる前にGPSデータを取り始めるので、50mメッシュの地形標高データとGPSによって得られるデータとの差より、飛行高度の測定誤差についてある程度の見積もりを行うことができる。Flight 1のときは0になるべき対地高度が−4mであった。Flight 2およびFlight 3では−12mとなった。Flight 3とFlight 4の間に昼食休憩があったことに伴って、GPSのスイッチをFlight 4の前に入れ直した影響からか、Flight 4の開始前で対地高度の計算値が−5m、終了後に+5mとなった。50mメッシュの地形標高データは、岩手山周辺では1m単位であるが、その値を算出したもとの2万5千分の1地形図の等高線密度が10mであることを考えると、50mメッシュ標高データそのものも、2、3mの誤差を含んでいると考えてもおかしくはない。ともかく、今回得られたGPSの高度データより、少なくとも高度として10m程度の誤差がGPSデータに含まれていることがわかる。

グラフとしてここでは示さないが、水平方向の対地速度をGPSデータから計算した。対地速度はおおむね40km/hから160km/hまで飛行中変化することがわかった。方向転換するときに対地速度は小さくなると考えられるが、ほぼ水平飛行するときは100km/h以上の速度が出ていたことになる。

Figs.6~9のそれぞれの下段に示した飛行中の全磁力値のグラフは、誤差が混入していると疑われるデータを除いたものについて示した。GEM社のオーバーハウザープロトン磁力計GSM-19は、全磁力値、測定時刻とともに、Quality Factor (QF)なる測定信号の品位の良否を表す数値がメモリーに記憶される。0から9までの数字を用いた2桁のQFは、先頭の桁が測定時間と磁場傾斜の分布に関係するもので、数値が小さければ、磁場傾度が大きすぎて信号を測定する時間が充分にとれなかったことを示す。2番目の桁の数字は信号強度の強弱を表し、信号強度が弱ければ数値が小さくなる。磁場傾度の大きな場所でセンサーが大きく揺れたりすると、00というQF値を示すことがあるようである。ここでは、ともかくQFが00を示すデータを全て除いてグラフにプロットした。

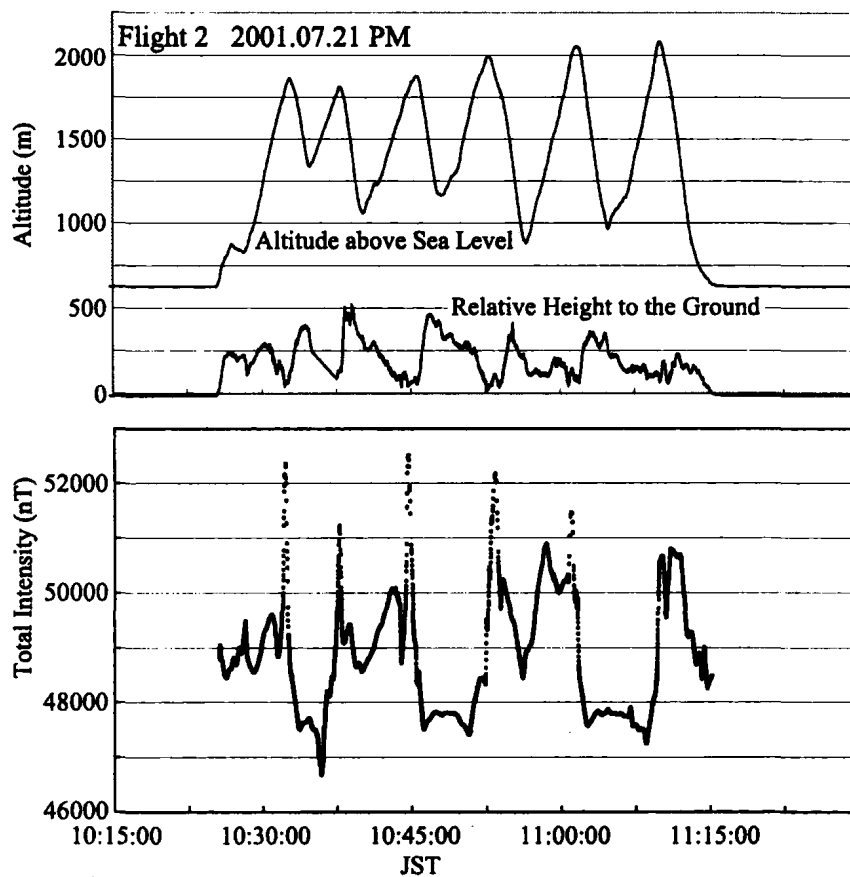


Fig.7 Flight altitude, relative height against the ground and the total intensity for Flight 2 are shown.

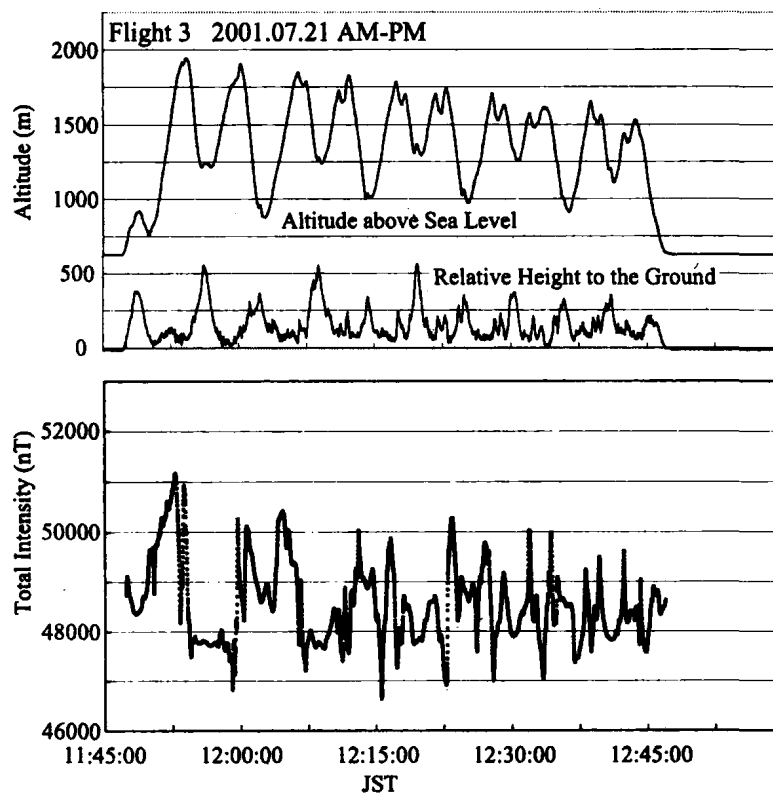


Fig.8 Flight altitude, relative height against the ground and the total intensity for Flight 3 are shown.

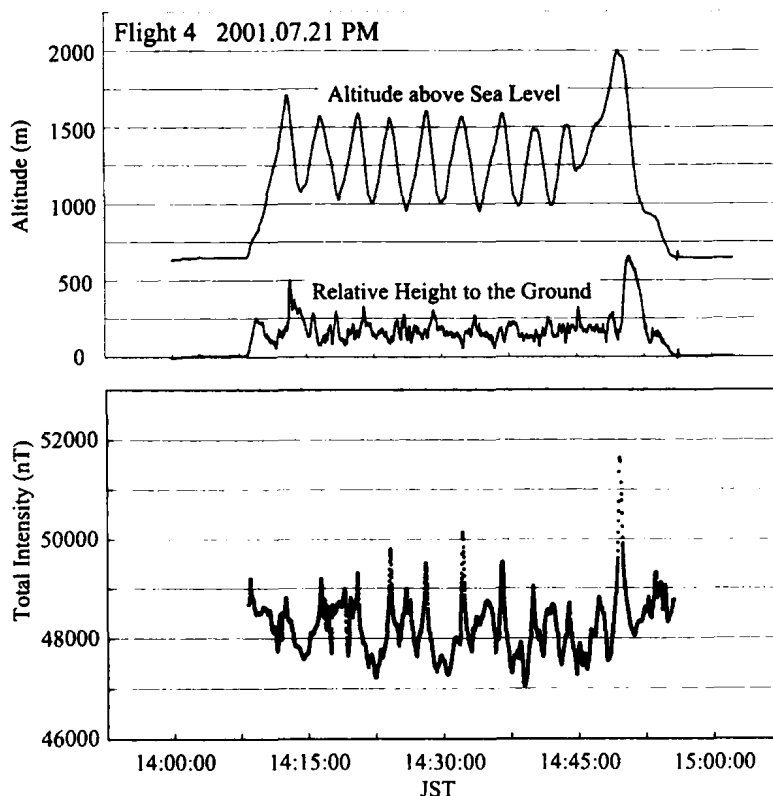


Fig.9 Flight altitude, relative height against the ground and the total intensity for Flight 4 are shown.

Flight 1 については、QF が 00 を示すものは 9000 個近いデータのうち 80 個程度にとどまった。対地高度が 10m 以上になったときの QF が 00 になる割合は 1.1% であった。一方、Flight 2~Flight 4 については、QF が 00 を示すデータがそれぞれ 300 個から 600 個にものぼる。対地高度が 10m 以上になったときのその割合は、それぞれ、8.1%、4.3%、10.7% になった。グラフより、急上昇や急降下を行うときにデータの品質が悪くなるようである。QF が 00 を示すデータの全磁力値は、時には数千 nT もの誤差を伴う。

ともかく、バードが気流などの影響により激しく揺れるときは、全磁力、GPS ともうまくデータがとれない場合があることが明かになった。しかし、全磁力については、QF が 00 を示すデータを取り除けば、Figs.6~9 の下段に示したように、飛行経路に沿って、滑らかにつながるデータを得ることができる。このようなデータの品質は十分に信頼できるものと判断してよいと思われる。

ヘリコプターの発着場から北東に約 300m 離れた場所に設置した磁場参照点（定点）における全磁力変化（3 秒値）を Fig.10 に示す。Fig.10(a) に 2000 年 12 月 22 日のデータ、Fig.10(b) に 2001 年 7 月 21 日のデータをそれぞれ示す。地磁気の日変化を全磁力で見た

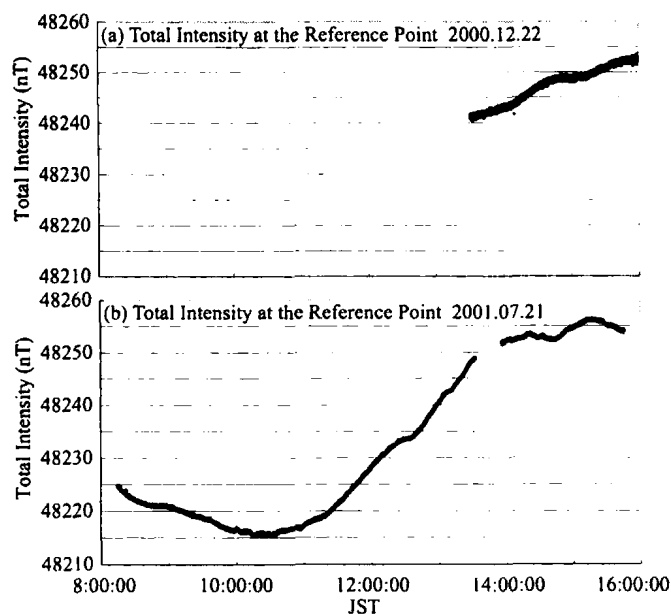


Fig.10 Variation of the total intensity at the reference site near heliport. (a) Data on Dec. 22, 2000. (b) Data on Jul. 21, 2001.

とき、地方時で正午前に数 10nT 全磁力値が下がることが知られているが、特に Fig.10(b) はこの日変化を描いていると判断できる。2000 年 12 月、2001 年 7

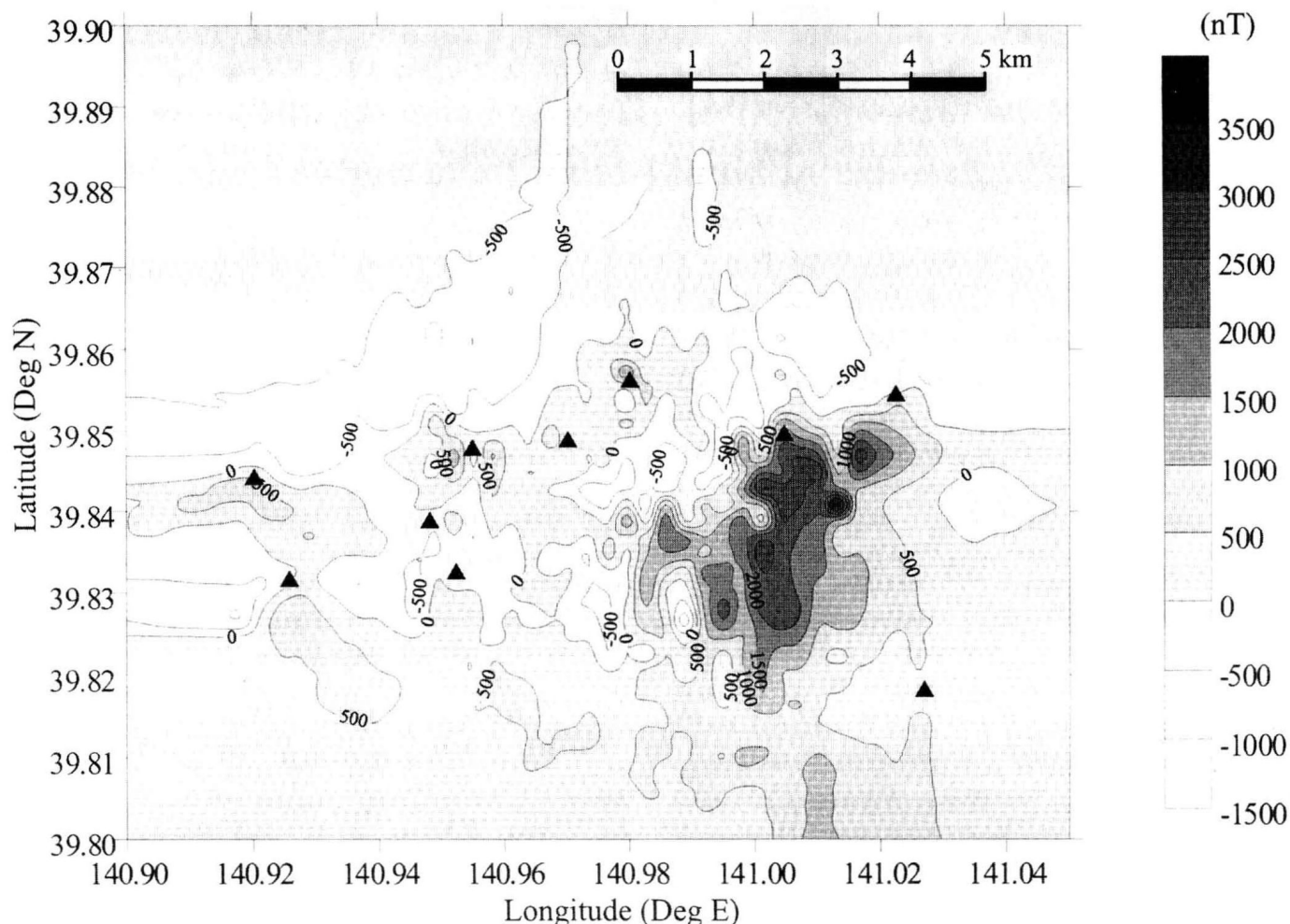


Fig.11 Distribution of observed values of the total intensity obtained by the aeromagnetic surveys. Major peaks are denoted by rectangles.

月の測定時はともに磁気嵐の影響はなく、空中磁気測量で得られる全磁力値の時間補正に充分に使うことができるものと思われる。なお、Fig.10(b)で、14時前頃データが途切れているが、この時刻はFlight 3とFlight 4の間の時刻にあたる。

5. 全磁力分布

3次のスプライン補間を用いて、緯度経度、バードの位置における全磁力、参照観測点における全磁力の0.5秒値データを作成した。バードの位置における全磁力値はもともと0.5秒値であったが、QFが00となった値を除外したので、改めて補間によってデータを作成したことになる。なお、スプライン補間の端条件（境界条件）は2次微分が0となるように設定した（自然境界条件）。

次に空中磁気測量で得られた全磁力値と、参照観測点における全磁力値の単純差を行った。このデータを全磁力異常の測定値とみなす。このデータはそ

れぞれ違う高度で得られたものであるが、2次元平面で補間し、コンター図を作成した。Fig.11にコンター図を示す。この図の描画範囲はFig.1やFig.5などと同じ範囲である。Fig.1に示した主な山頂を黒三角印（▲）でFig.11にも示した。詳細な議論をするためには、極磁気変換をするなり、等高度面に磁気異常値を変換するなり、山体内部の磁化構造に焼き直すなりの作業が必要であるが、ここでは現時点で気付くことを述べる。

全磁力異常は東岩手火山の山頂部で目立つが、一般的に全磁力異常と地質図との対応はあまり見られない。むしろ、地形効果を除去していないせいもあるが、地形の影響によって異常が現れているとみなせる部分の方が多い。谷や凹地で負の全磁力異常、山頂や尾根付近で正の全磁力異常が認められる傾向がある。東岩手火山の南斜面を例にとると、地形と全磁力異常を見比べれば、南北方向の尾根沿いで正の全磁力異常が見られ、浸食で掘り下げられた谷地

形の部分では全磁力異常は弱くなる（負になる傾向がある）。

大松倉山や犬倉山付近、及び西岩手カルデラの南壁である鬼ヶ城の南斜面には、崩落による馬蹄形の地形が存在する。これらの部分も全磁力異常としては負になる傾向が認められる。

地形の影響を受けていると考えられる全磁力異常とは別に、焼け走り溶岩の噴出口からやや南西にあたる、東岩手火山の斜面に、目立つ正の全磁力異常が2ヶ所ある。表層の地質や地形とは全く無関係な異常であるだけに興味深いが、現時点ではその原因はわからない。

また、姥倉山付近にも地形の効果だけでは説明しきれない正の全磁力異常が存在する。ここでは自然電位異常も認められており、関連性が注目されるが、議論は別稿に委ねることにする。

6. おわりに

岩手山では空中磁気測量のみならず、地上に固定された測定点を設け、プロトン磁力計による年に1回～数回の繰り返し磁気測量も合わせて行っている。西岩手の姥倉山から黒倉山周辺、東岩手火山の山頂部付近に計30点程度の測定点が存在する。この地上で測定した地磁気変化の結果も合わせて、空中磁気測量による時間変化を議論するのも将来の目的の一つである。

現在はようやくデータを取得することができた段階であるが、地磁気変化を検出するためにどのような空中磁気測量の方法が有効であるのか、定量的に見積もる必要がある。再度の空中探査を行ってデータを取得するとともに、時間変化を見積もり、地下の状態がどのように変化したのかを検出するための解析方法の開発にも取り組みたい。

謝辞

今回の空中磁気測量では岩手県の防災ヘリを用いたが、岩手県総務部総合防災室主事の安齋和男氏、岩手県防災航空センター所長の小山雄士氏、岩手県防災航空隊隊長の高橋善一氏はじめ隊員の方々にはお世話になった。地上での参照観測点の設置には、東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センターの三品正明助教授、及び秋田大学の村上直也、鎌田喜子の学生両氏に参加して頂いた。九州大学大学院理学研究院附属地震火山観測研究センターの松島健助教授からは、GPS機材を借用させていただいた。以上の方々に対して、ここに改めて感謝の意を表したい。

参考文献

- (1) 中川光弘 (1987) : 東北日本, 岩手火山群の形成史, 岩石鉱物鉱床学会誌, 第82巻, 132-150頁.
- (2) 気象庁 (1996) : 日本活火山総覧 (第2版), 大蔵省印刷局, 500頁.

論文

Utilization of Partial Reflection Spectrometry for the Analysis of a Liquid-Liquid Interfacial Adsorbate

Yoshio Moriya*, Sumio Kato*, Munekazu Nakamura**,
Nobuaki Ogawa* and Shinichi Nakata*

Abstract

The utility of partial reflection spectrometry was investigated by the use of protonated tetraphenylporphyrin adsorbed at the liquid-liquid interface and by home-made optical devices. External reflection (ER) spectrometry was effective to distinguish interfacial Gibbs adsorbates from lipophilic solute in the organic phase and to discriminate the adsorption-state change to multilayer from monolayer. Positive and negative bands have been observed in the *p*-polarized partial internal reflection (*p*-PIR) spectra, whose band location correspond to those in *p*-polarized external reflection (*p*-ER) spectra. Nevertheless, the bands in the *p*-PIR exhibited reversed sign to those of *p*-ER spectra. These suggest that the surface selection rule of the *p*-PIR spectrometry has a reversal rule of *p*-ER, and PIR can also be used for the analysis of molecular orientation.

1. Introduction

It is known that a liquid-liquid interface is a unique chemical reaction field, where molecular species are spontaneously trapped to generate transient intermediates or organized molecular aggregates with an orientation which is not available in a bulk solution. Such phenomena at the interface, therefore, have received a great deal of attention in various fields, including phase-transfer catalysis⁽¹⁾, separation chemistry⁽²⁾ and biochemical sciences⁽³⁾. There are not many research means against liquid-liquid interface compared with the solid surface or the air-liquid interface. Interfacial adsorptivity of a solute is usually measured by the classic interfacial-tension lowering method when the solute is considerably soluble, though the method can offer no information about the interfacial chemical species itself. The investigation of interfacial reaction mechanisms in solvent extraction system has progressed greatly, since the high-speed stirring method was developed in early the 1980s⁽⁴⁾. However, this method is also an indirect method for identification of an interfacial adsorbate. It is only the past ten years that several direct methods began to be developed to investigate the interface-specific chemical

phenomena in a liquid-liquid contact system. These are two-phase transmission spectrometry represented by centrifugal liquid membrane method⁽⁵⁾, attenuated total-internal reflection (ATR) spectrometry^{(6),(7)}, total internal reflection (TIR) fluorometry⁽⁸⁾, resonance Raman spectrometry^{(9),(10)}, and second harmonic generation (SHG) spectrometry⁽¹¹⁾. Among these, the two-phase transmission UV-visible spectrometry and the ATR spectrometry are particularly useful for the easy measurement setup when the adsorbate has a strongly absorbing chromophore. Both techniques, however, have a common problem that it is difficult to distinguish interfacial Gibbs adsorbates from lipophilic solute in the organic phase, since the UV-visible light passes through the organic phase.

The present paper describes the utility of partial reflection (PR) spectrometry for the analysis of a highly color-sensitive adsorbate at a liquid-liquid interface. In other words, the purpose of the present work is to elucidate what kinds of useful information can be acquired when a geometric condition of reflection is expanded from ATR to ER or a partial internal reflection (PIR), using a protonated tetraphenylporphyrin produced at the inert organic solvent-acidic aqueous solution interface.

2. Experimental Section

Material: For the detection of trace adsorbates by electron-transition spectroscopy within the visible wave-

Received July 18, 2003

* Faculty of Engineering and Resource Science, Akita University.

** Faculty of Education and Regional Science, Tottori University