

(1) 実施機関名：

北海道大学

(2) 研究課題（または観測項目）名：

衝突帯における火山フロントでの地殻強度異常場のモデル化

(3) 最も関連の深い建議の項目：

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

(2) 地震・火山噴火に至る準備過程

(2-1) 地震準備過程

ウ. ひずみ集中帯の成因と内陸地震発生の準備過程

(4) その他関連する建議の項目：

2. 地震・火山現象解明のための観測研究の推進

(1) 日本列島及び周辺域の長期・広域の地震・火山現象

エ. 地震活動と火山活動の相互作用

(2) 地震・火山噴火に至る準備過程

(2-2) 火山噴火準備過程

ア. マグマ上昇・蓄積過程

(5) 本課題の5か年の到達目標：

北海道東部の活動的火山の間には、東北地方と違って脊梁山脈や火山をつなぐような活断層が存在せず、内陸地震はカルデラ内部にのみに集中して発生するという特徴がある。このような特徴を生み出すメカニズムを、弟子屈・屈斜路カルデラ地域をテストフィールドとして高密度・高精度な震源分布・地殻構造・地殻変動・重力構造・地質地形・熱構造データから明らかにする。内陸部のひずみ蓄積過程に大きな影響を及ぼすと考えられる海溝域でのプレート間カップリングの不均質性やセグメンテーションについても検討するほか、対象地域が活動的なカルデラであることからマグマ蓄積過程と内陸地震の発生環境についても視野に入れたモデル化を目指す。

(6) 本課題の5か年計画の概要：

平成 21 年においては、ひずみ蓄積マッピングを行うための GPS 観測を 6 点程度において開始する。また、既存地震観測点のうち 1 箇所を広帯域化するとともに、1938 年屈斜路地震断層を横切る測線で MT 探査を実施する。また、地震観測点の配置状況について検討し新たな観測点設置にむけた机上調査を実施する。

平成 22 年度においては、GPS 観測を継続するとともに、1938 年屈斜路地震断層の航空写真による変動地形調査および基本的な地表地質調査を実施する。新たな地震観測点設置に向けた現地調査を実施し、可能であれば設置作業を行う。

平成 23 年度においては、GPS 観測を継続するとともに、既存の重力・熱構造データに観測で得られたひずみ場や震源分布のデータを加味して地下構造の初期モデルを作成する。また、1938 年屈斜路地震の断層モデルの推定を行う。

平成 24 年度においては、GPS データの本解析を行うとともに、解析範囲を北海道東部の広域に拡大し、根室沖でのプレートカップリングを加味した歪蓄積モデルの構築を目指す。また、1938 年屈斜路地震地表断層においてトレンチ調査を実施し、その断層パラメータについての情報を得る。

平成 25 年度においては、上記データを統合して、屈斜路地域に集中して地震が発生することを説明しうるモデルを作成する。

(7) 平成 22 年度成果の概要：

○GPS 観測の継続

カルデラ内部の詳細なひずみ時間変化を追跡するため GPS 観測を 5 箇所継続した。このうち 2 点においては落雷のため機器が故障したため、データに欠測が生じたが復旧作業を実施した。取得されたデータについて品質検査を実施した。受信機が 15 年以上前に整備した旧式のため一部データでマルチパス等が多いが長期間のデータを平滑化することでひずみ場の検討を行うことは可能と考えられる。

○地形地質調査および断層モデルの予察的推定

対象地域で 1938 年に発生した屈斜路地震 (1938, M6.0) 地表断層に焦点をあて地形地質に関する検討を (地独) 北海道総合研究機構地質研究所と共同で実施した。はじめに、1938 年に出現した地震断層の位置特定のため空中写真判読・地表踏査・地下レーダー探査を実施し変動地形の認定および断層位置の特定を行った。1938 年断層については明瞭な連続性のよい反射面を得連続した断層として同定されたが、累積性をもつような変動地形を見出すことは出来なかった。これらの知見に加え 2008 年に実施したトレンチ調査資料の再検討を実施し、以下のような結論を得た。1938 年断層はリストリックな形態で東に傾斜し次第に低角化し水平に近づく。この形態は地下に連続しているとは考えずらく、ひとつの考え方としては off-fault 性マスマーブメントの可能性が指摘できる。これ以外の可能性として、該当地域が地表で観察された断層の末端部にあっており、左横ずれ断層と推定されるデータもあることから、横ずれ断層末端に見られる branching (kame and Yamashita, 2003) の可能性が指摘できる。Branching の考えを採用すると、1938 年断層は左横ずれの卓越する横ずれ型となるが、これは当時の地変データをよく説明することがわかった。1967 年地震の断層モデルについては既に昨年度に推定済みである。

○地震観測点の増設

精密な震源分布を得て他の地球物理学的構造データと比較するため地震観測点の増設を実施した。具体的には摩周湖第 1 展望台付近に 1Hz の短周期地震計を設置しテレメータしている。これにより、観測網で手薄であったカルデラ東部を埋める形での地震観測網となり、5 観測点体制で震源決定を行うことが可能となった。

○MT 比抵抗探査

昨年度に引き続き、より詳細な比抵抗構造を明らかにするため MT 観測を実施した。電場センサーとして Pb-PbCl₂ 電極、磁場センサーとしてインダクションコイルを用いて、電場 2 成分・磁場 3 成分について 3~7 日間の観測を行った。観測された磁場・電場の時系列データは FFT によってそれぞれ 40 の周波数テーブルごとのデータに変換された。ほとんどの観測点において見かけ比抵抗は短周期側で一度僅かに上昇した後低下し、その後長周期側で高くなる傾向を示しており、表層に高抵抗域、浅部に低抵抗域が、深部に高抵抗域が存在することが伺えた。全周波数帯域での検討から N60 度 E を走向方向として TM モードの 2 次元インバージョン解析を実施し以下のような結果を得た。まず、テフラに覆われる表層が数 100 Ω m の高抵抗域となっているがその下層は低抵抗を示しこれは第三紀層に相当すると考えられる。さらに下層は再び高抵抗を示すが、背弧側の抵抗値は前弧側に比べて低い。最も特徴的なのは高抵抗域の中を貫く低抵抗領域の存在で、この位置は噴気活動を行うアトサヌプリ火山の直下に相当する。この場所では 1994 年の地震活動の活発化に伴うマグマ活動起源と考えられる地殻変動が InSAR 観測されている (国土地理院, 2005)。今回見出された低比抵抗帯の深さはの力源の深さは InSAR で推定されたそれとほぼ同じであり、地震の震源は低比抵抗域の直上域に多く分布して

いることが明らかになった。一方、1938年屈斜路地震断層付近は高比抵抗域に相当し、現在観測されている微小地震はこの高比抵抗とそれを取りまく低比抵抗域の境界付近で発生していることが明らかになった。

○重力探査

昨年に引き続き重力構造を推定するための重力測定を実施したほか、既存の重力データのコンパイルを実施し重力異常図の作成を実施した。利用したデータは本課題で実施した測定データのほか旧地質調査所重力データ（地質調査所，2000）、国土地理院測定データ（国土地理院，2002）、北海道大学測定データ（Yokoyama, 1958; 森, 1965; 横山, 1970; 大川・横山, 1979; 山本・石川, 2004; 長谷川・ほか, 2006）である。このほか、市原・ほか（2006）で利用した石油資源開発株式会社及び日本地熱資源開発促進センターより提供された石油・鉱物資源探査を目的とした稠密な非公開データをも使用した。湖水補正を施したブーゲ重力異常図では屈斜路カルデラに現れる同心円状の低重力異常が支配的であり、このひとつの原因は周囲の外輪山の密度が大きいことも考えられる。1938年断層域はカルデラ内でも非常に大きな重力勾配を持っていることが見出され、広域的な基盤構造の構造境界をなしていることが確認された。

（8）平成22年度の成果に関連の深いもので、平成22年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

（9）平成23年度実施計画の概要：

1）GPS観測を引き続き継続するとともにひずみ場の推定に向けた解析スキームについて検討を行う。特に、この地域は太平洋プレートによる影響が大きい場所であり、その影響を効果的に取り除けるような工夫が必要である。

2）1938年断層のより詳細な形態を明らかにするため断層中間部付近で地形地質に関する地表踏査・地下レーダー探査を実施する。これは、地方独立行政法人北海道総合研究機構地質研究所との共同研究とする。

3）1938年断層モデルの推定を実施する。今年度までに明らかになった知見に加え地変の記載などの資料を収集して現時点で考えうる最適な断層モデルの推定を実施する。

4）地下構造モデルの検討を行う。今年度までに明らかになった比抵抗・重力構造に加え、特に比抵抗は3次元構造について検討する。地震発生層の厚さを規定する熱構造についての検討も開始し、上記断層モデルの知見も加えて、この場所にひずみが集中する機構について火山活動の影響も考慮しながら予察的考察を開始する。また、必要があればMTや重力の補充測定を実施する場合がある。

（10）実施機関の参加者氏名または部署等名：

北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター 高橋浩晃，茂木透，谷岡勇市郎，勝俣啓，橋本武志，青山裕，村上亮

他機関との共同研究の有無：有

北海道立地質研究所 田近淳ほか7名

（11）公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署等名：北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター

電話：011-706-3212

e-mail：isv-web@mail.sci.hokudai.ac.jp

URL：http://www.sci.hokudai.ac.jp/grp/isv/isv-web/

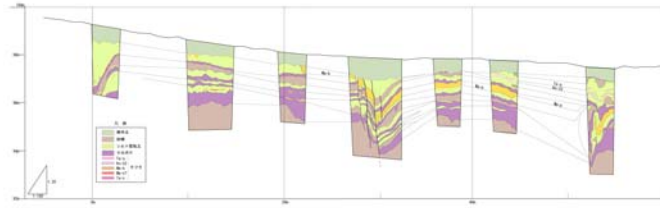


図1. 断層形状の推定に用いられたトレンチのスケッチ.
 これと今年度実施した地表踏査・地下レーダー探査によりよりリトリックな断層面が推定された.

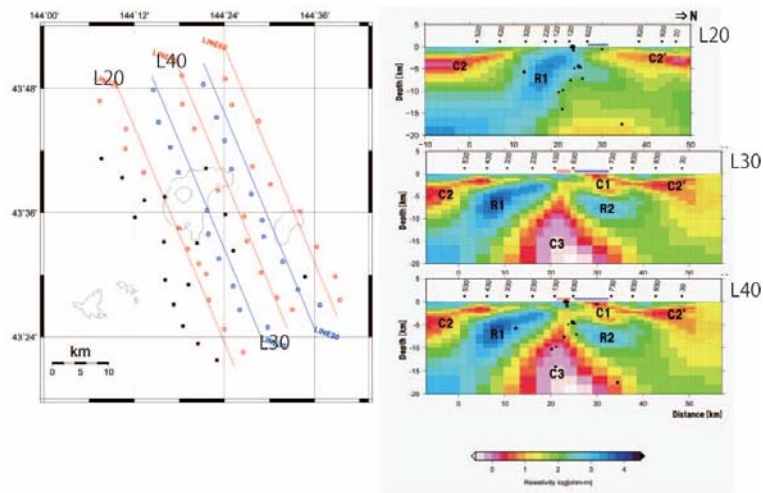


図2. MT観測による比抵抗構造. 黒丸は震源. 1938年断層域(L20)では高比抵抗と低比抵抗の今日迂回に黒丸は北海道大学による震源を示す. 1938年断層域(L20)では高比抵抗と低比抵抗の境界域に相当し現在の地震活動はその境界で発生している. カルデラ中心部(L30,L40)上部地殻中部に顕著な低比抵抗が見られる. この場所はInSARにより隆起沈降が観測された場所と一致しておりマグマ等の流体が存在する可能性が高いことを示している.

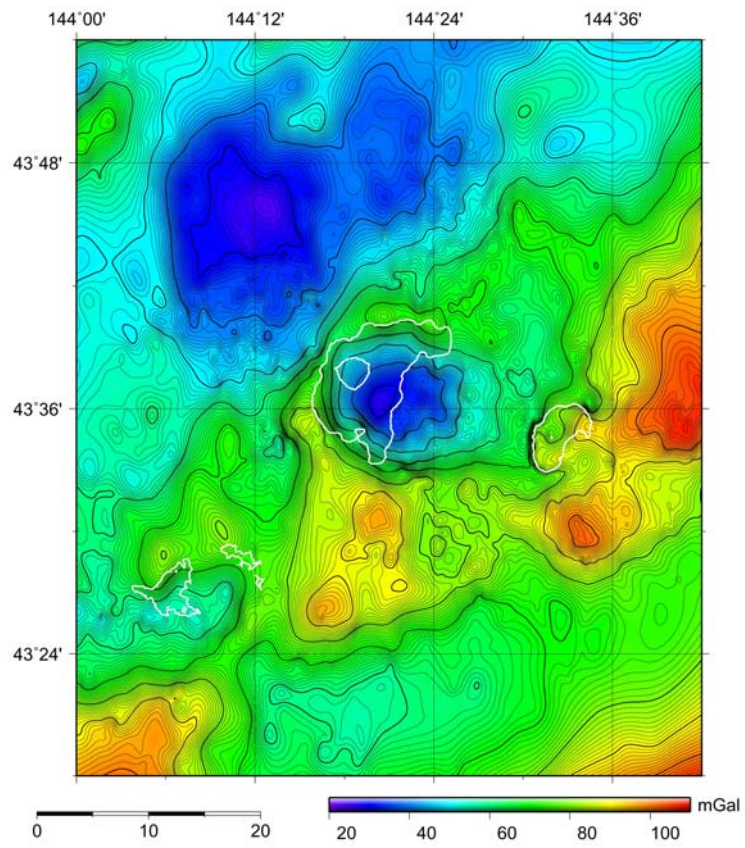


図3. やや広域的なブーゲ異常図.

1938年屈斜路地震断層域(屈斜路湖南西側)は重力異常の急変帯にあたることがわかる.