

(1) 実施機関名：

鳥取大学

(2) 研究課題(または観測項目)名：

中国・四国地方の電気比抵抗構造と地震・火山活動の関連に関する研究

(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

(1) 日本列島及び周辺域の長期・広域の地震・火山現象

ウ．広域の地殻構造と地殻流体の分布

(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

イ．上部マントルとマグマの発生場

(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

エ．スラブ内地震の発生機構

(5) 本課題の 5 か年の到達目標：

本研究課題の目的は、日本列島弧の内、西南日本弧を横断・縦断する電気比抵抗構造の調査研究から、歪み集中帯外における地震発生と比較的長い期間噴火記録のない火山と地殻流体との関連を解明することである。そのために、内陸地震発生域と内陸地震空白域(第3種及び第四紀火山下)および深部低周波地震の構造的不均質性、四国地方の地殻地震および深部低周波地震の発生様式と構造的地域性等について、沈み込む海洋プレートから供給が想定される流体と関連づけ調査研究を行う。

具体的な 5 年間の到達目標：(1) 西南日本弧を横断する調査研究としては、「地震予知のための新たな観測研究計画(第2次)」で調査が緒に就いたばかりの西南日本弧を横断する第二測線(鳥取西部・島根東部-広島-愛媛-高知西部)に関する地殻・マントル上部の比抵抗構造調査を実施し、二つ目の西南日本弧横断比抵抗構造を推定する。(2) 西南日本弧を縦断する調査研究として、主には、山陰地域において、鳥取・島根県でほぼ東北東-西南西方向(例えば、鳥取・島根県境で発生が確認されている深部低周波地震域を含み西南日本弧を縦断する方向)の比抵抗構造調査を実施し、地殻比抵抗構造の連続性と地震発生及び比較的長い期間噴火記録のない火山と地殻流体との関連を明らかにする。これらを実施することによりはじめて比抵抗研究の観点から地震・火山発生を制御する主因に迫ることができると考えている。

(6) 本課題の 5 か年計画の概要：

平成 21 年度は 5 年間全体の研究計画を見通す重要な年度である。具体的な 5 年間の到達目標のうち、全研究計画(1)(2)に関する予備調査を実施する。特に、ここで方法論として用いる深部電磁

比抵抗探査を成功させるためにも、各観測対象エリアにおいて予備的に現場環境やノイズ調査を実施することは重要である。そのために、まず、西南日本でこれまでに得られた全てのデータを統一的な方法で処理した上で統合化を実施する。ここでは、新しい調査研究を展開する上で広域にわたる地域の比抵抗構造をどのように取り扱うことが適切であるか、構造の次元や走向の再決定も含めた、再解析を実施する。その結果を活かした内業を行った上で、実際に研究計画(1)(2)で対象とする地域での予備調査(現場環境やノイズ調査)を行う。予備調査を実施した各計画の中から結果をふまえ、初めての着想である西南日本弧を縦断する調査研究として、主には、山陰地域において、鳥取・島根県でほぼ東北東-西南西方向(例えば、鳥取・島根県境で発生が確認されている深部低周波地震域を含み西南日本弧を縦断する方向)の比抵抗構造調査に着手する。

平成22年度並びに23年度においては、平成21年度の調査研究を継続して実施する。その成果として主には、歪み集中帯外・山陰地域における、ほぼ東北東-西南西方向の地殻比抵抗構造の連続性と地震発生及び比較的長い期間噴火記録のない火山と地殻流体との関連を解明する。

平成24年度並びに25年度においては、西南日本弧を横断する第二測線(鳥取西部・島根東部-広島-愛媛-高知西部)に関する地殻・マントル上部の比抵抗構造調査を実施する。これにより、縦断測線により示される比抵抗構造の特徴と深部低周波地震付近の構造的不均質性、並びに、沈み込む海洋プレートから供給が想定される流体との関連について解明される。以上により、中国・四国地方の電気比抵抗構造と地震・火山活動の関連についての取り纏めを行う。

なお、平成23年度及び24年度は異なる観測計画に移行する年度と考えている。このため研究計画の進捗状況によっては、研究計画の先行実施等の可能性があることを明記しておく。

(7) 平成23年度成果の概要：

平成23年度は5カ年の実施研究計画をもとにして、歪み集中帯外・山陰地域における、ほぼ東北東～西南西方向の地殻比抵抗構造の連続性と地震発生に関する研究を行った。これは到達目標(2)西南日本弧を縦断する調査研究に関連する。鳥取県中西部の地震(2002年、Mj5.3)発生域を南北に横断する測線で観測されたMT観測のデータを用いて得られた最終的な比抵抗モデルの特徴を次のように報告した(図1, 日本地球惑星科学連合2011年大会にて発表)。鳥取県中西部地域の2次元南北断面では、地殻は全般的に高比抵抗であることが示された。既存研究より東西方向に隣接する地域で指摘されたような山陰地方下の10 m以下の深部低比抵抗領域がみられず、ここでは山陰地方の深部低比抵抗領域は連続して存在しない可能性がある。

この観測事実は、これまでに筆者を含む山陰地方の電気比抵抗を研究するグループが提唱してきた「内陸大地震が発生する地殻深部には低比抵抗領域が存在する。そして、大地震の震源を含む特徴的な地震活動はその低比抵抗領域とその上側の高比抵抗領域の境界部分、もしくは、高比抵抗領域側で発生している。」というモデルでは説明できない。すなわち、既存研究から明らかにされたような山陰地方の明瞭な比抵抗と地震活動の関連性については本研究の範囲では確認できなかった。今回発生した地震の規模と関連する可能性があるが、この意味を考察するために、力武・横山(1955)が指摘した短周期地磁気変化ベクトルの観測点特有の束縛平面への投影ベクトル(インダクション・ベクトル、このベクトルは良導体を指し示す方向に向く)を用いて、2次元構造断面には反映されない東西方向の不均質構造を検討した。鳥取県中西部では全観測地点で地磁気の3成分変化を測定しているわけではないので限定的な議論になるが、地殻中深部の影響を受けると考えられる1Hzより低周波側では、観測点802のインダクションベクトルは概ね北方向(海という良導体の存在方向)を指し示す一方、鳥取県中西部の地震の震央周辺の2地点804,805においては、ベクトルに顕著な東向き成分が見られることが分かった(図2上図)。もし、東側地殻深部に低比抵抗領域が存在すると仮定すれば、この中西部地域下が高比抵抗地殻であったとしても上述のモデルと矛盾しない結果である。これをふまえ、さらに、東側の隣接地域である鳥取県中部及びさらに東部地域のデータの再検討を行った。その結果、同様の周期帯で、鳥取県中部及び東部のインダクションベクトルの方向データは概ね北方向(海という良導体の存在方向)を指し示す背景の中で、それぞれ、鳥取県中部の地震及び鳥取地震の震央の南側

で、インダクションベクトルが南北方向を示す成分が見られない地点が1地点ずつ存在することを確認した(図2下図)。このことは既存の2次元構造解析の結果と矛盾するものではないが、観測データが3次元性を有していたとしても、測線方向の大局的な構造を把握するために行われたこれまでの2次元構造解析では走向方向には構造が変化しないと仮定するため、今回考察したような3次元効果を明示的に取り扱っていない。今後はより厳密な地震活動(発生)の場を議論するために3次元比抵抗構造の推定を意識した観測調査及び構造解析が必要であると考えられる。これを受けて、これまでの測線の考えを修正し、5kmを基本とするメッシュデータの構築へ向け、詳細なノイズ環境の調査に着手した。

また、到達目標(1)西南日本弧を横断する調査研究に関して、既存データの再解析の一環として、高知県馬路村魚梁瀬データを組み入れ行われた西南日本弧の島弧横断第1測線「山陰-山陽-四国地方(鳥取東部-岡山-香川-徳島-室戸測線、図3)の構造解析から得られた四国地方東部並びに中国地方東部の2次元比抵抗構造断面図と佐藤ほか(2005)やIto et al.(2009)の求めた詳細な地震反射波断面を比較検討し(図4-1,4-2)いずれの地域でも比抵抗構造と反射法探査により示された反射断面と地質構造解釈との間に明瞭な対応関係がみられる領域が存在することを確認した。四国地方東部に関しては、この検討内容を含む研究成果を次のようにとりまとめ報告した(“14.4 電磁氣的構造”(村上・塩崎),日本地質学会編『日本地方地質誌7. 四国地方』,朝倉書店,2012 出版予定)。1. 比抵抗構造にみられる中央構造線の北傾斜は反射断面の北傾斜と調和的であること、2. 深さ20km以浅のパッチ状の比抵抗構造は付加体内部の構造と関連がみられること、3. 深さ20kmからスラブ地震発生領域までの100 m前後の値を持つ領域は海洋地殻(デュプレックスからLayer3)に対応づけられること、4. スラブ地震発生領域以下の高比抵抗領域は海洋マントルに関連づけられること等が分かった。

これまでに取り組んだ研究からプレートに対比される高比抵抗領域の連続生が中央構造線の南側の下深さ35km~40kmあたりで途絶えることも四国東部・中部・西部で共通する特徴のひとつといえる。この不連続になる領域は、Obara(2002)が発見した深部低周波微動の発生領域に対応する。陸海プレート境界で発生するスロー地震は、隣接する固着域、つまり将来巨大地震が発生する領域に影響を与えていると考えられており、また東部では低周波微動の活動が顕著でないという違いもあるので、低周波微動及びスロースリップイベントの発生メカニズムと比抵抗構造の関連を明らかにするための四国地方の地質構造に沿う方向(つまり西南日本弧の島弧軸に沿う東西方向)の深部比抵抗構造調査の重要性が指摘される。

- (8)平成23年度の成果に関連の深いもので、平成23年度に公表された主な成果物(論文・報告書等):
“山陰地方東部(鳥取県中西部測線)の比抵抗構造調査の概要”,尾崎健太郎,塩崎一郎,池添保雄,山本真二,野口竜也,大志万直人,吉村令慧,村上英記,久保篤規,山口寛,SEM037-P05,2011年度地球惑星圏関連学会(ポスター発表)
“何故、山陰地方に内陸大地震が発生するのか—比抵抗研究からみえるもの—”,塩崎一郎,中国地方建設技術開発交流会発表論文,国土交通省中国技術事務所,2011(Web版に掲載,<http://www.cgr.milt.go.jp/>)

- (9)平成24年度実施計画の概要:

平成24年度は、西南日本弧を横断する第二測線(鳥取西部・島根東部-広島-愛媛-高知西部)に関する地殻・マントル上部の比抵抗構造調査を実施する予定であったが、今年度の研究成果及び三次市・庄原市・世羅町・三原市・尾道市を中心に電磁気ノイズ環境の調査状況を考慮して、山陰地方及び四国地方の島弧縦断方向の不均質構造の解明を充実させる調査研究を加えて計画する。

- (10)実施機関の参加者氏名または部署等名:

教員:塩崎一郎、技術職員:池添保雄、山本真二、研究生:尾崎健太郎
他機関との共同研究の有無:有
京都大学:大志万直人、吉村令慧、高知大学:村上英紀、久保篤規

(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：鳥取大学大学院工学研究科

電話：0857-31-5183

e-mail：

URL：http://www.tottori-u.ac.jp/

(12) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：塩崎一郎

所属：鳥取大学大学院工学研究科 社会基盤工学専攻

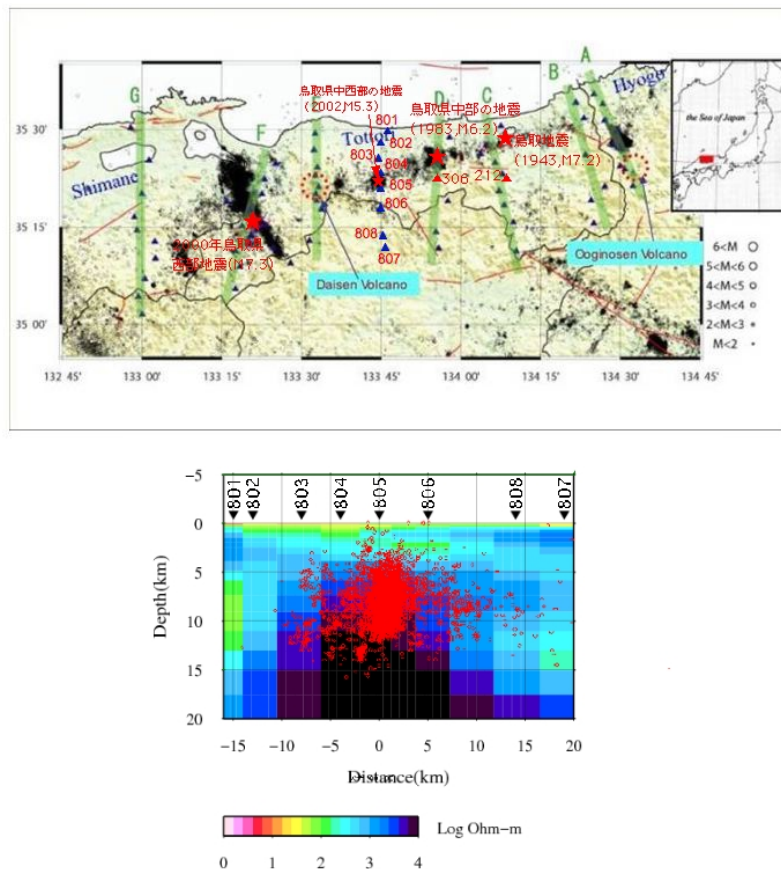


図 1. 山陰地方の広帯域 MT 法観測点分布 (上図) と鳥取県中西部域の比抵抗構造 (800 番測線、下図)

観測点番号 306 及び 212 はそれぞれ中部及び東部地域でインダクションベクトルに特徴的な変化がみられた地点 (図 2 を参照)。比抵抗構造図は暖色系が低比抵抗を示し、寒色系が高比抵抗を示す。山陰地方東部では、顕著な地震の震源域およびそれらを含み日本海沿岸部に沿う帯状の地震活動域に沿って、高比抵抗領域である地震発生層の下、地殻深部に低比抵抗領域の存在を明らかになっているが、鳥取県中西部地域では地殻深部構造は全般的に高比抵抗であるという異なる特徴が示された。

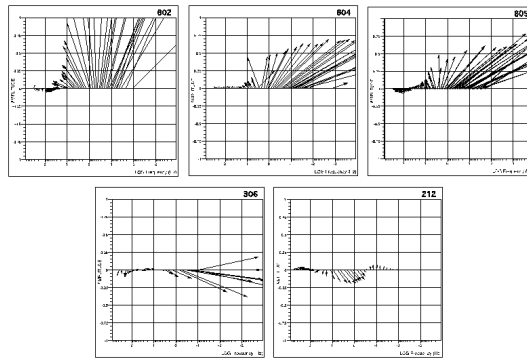


図 2. 鳥取県中西部域 802,804,805(上図) 及び中部 306 及び東部 212(下図) で得られたインダクションベクトル
横軸は周波数を対数で示す。縦軸はベクトルの大きさを示し、その方向は北を上として図示される。

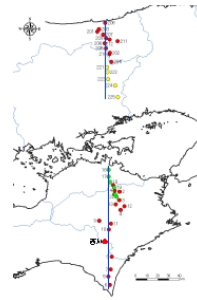


図 3. 中国東部・四国地方東部の広帯域 MT 観測点分布図

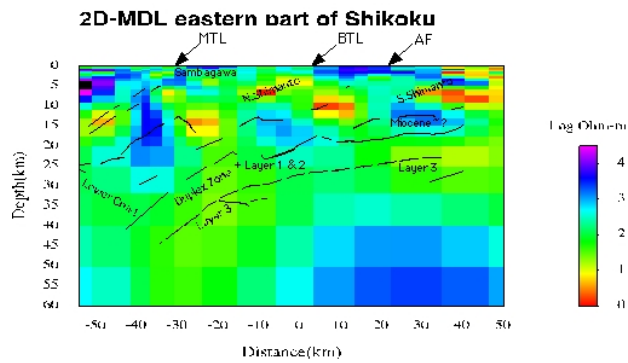


図 4-1. 四国東部の 2 次元比抵抗構造に佐藤他 (2005) の推定した地震波反射面及び地質解釈を重ねたもの

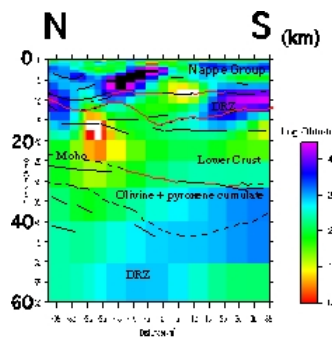


図 4-2. 中国東部の 2 次元比抵抗構造に佐藤他 (2005) の推定した地震波反射面及び地質解釈を重ねたもの