

(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、ひず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)及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及び深部低周波地震の発生様式と構造的地域性について、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付け調査研究を行う。

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、初めて比抵抗研究の観点から地震・火山発生の場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踏まえ、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年度ならびに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、ひずみ集中帯外・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年度ならびに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まとめを行う。

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) 計画期間中(平成21年度～25年度)の成果の概要:

(1) 西南日本弧を横断する観測研究: 高知県馬路村魚梁瀬西川で得られたデータを組み入れた四国地方東部(香川-徳島-室戸測線)の構造解析により修正された比抵抗モデルと震源分布や Ito et al.(2009) による地震反射波断面とを対比したところ、地殻内地震とプレート地震との間に存在する無地震領域は比較的比抵抗領域として、外帯ではプレートは高比抵抗として、プレートの沈み込みが震源として追跡できなくなる内帯との境界部付近の地下約40kmの深さでは約10 Ω m 程度の低比抵抗領域として、対応づけられた。また、ネットワーク MT 法を用いて推定された四国地方東部の大域的な比抵抗構造を示す Yamaguchi et al.(1999) モデルとの比較から海洋地殻及び海洋マントルに対応する深度での特徴や中央構造線以北の比抵抗値が小さくなるという傾向も同一であることが分かった。以上は、山陰地域と四国地方においておよそ5km毎に配置された観測点で得られたデータをもとに個別に行われた地殻構造推定結果の例である。

平成25年度は、中国・四国地方データを統合して、西南日本弧を横断する島弧横断第1測線(鳥取東部-岡山-香川-徳島-室戸測線)ならびに島弧横断第2測線(鳥取西部・島根東部-広島-愛媛-高知西部、平成24年度に広島東部から愛媛今治大三島に至る山陽から瀬戸内海地域の未測定エリアで観測された広帯域 MT データを用いた)の構造解析を行った(図1)。構造解析には Ogawa and Uchida (1996) のプログラムコードを用いた。今回得られた第1測線および第2測線に関して得られた大域的な中国四国地方の2次元比抵抗構造モデルには、先述の各地域で地域毎に提出された比抵抗モデルでみられた構造の特徴がおおむね保存されているが、モデルに示されるように、東部ではより明瞭な中央構造線周辺を境とした北傾斜の比抵抗構造が推定されたこと、内帯の地殻深部は中部地殻より浅く低比抵抗であることが、新たな知見として示された。ここではその構造推定例として東部の比抵抗構造モデルを図2に示し、このモデルを仮定したときに得られる理論曲線と観測データとの対比を図3に示す(紙幅の都合上、図3は図4の後に図示する)

中国四国地方の統合構造解析を実施するにあたり、東部および西部、いずれの測線についてもおよそ15km程度毎にデータを間引き(東部14地点、西部13地点)入力データとした。また、いずれの測線でも、中国地方・山陽側では直流電気鉄道が運行される地域があり、漏洩電流による人工ノイズの混入により、1秒あたりから数百秒にかけての探査データの質が悪くなっている。十分な信号強

度とはいえないまでも第2測線の観測期間中、地磁気嵐に伴う電磁場変動を記録することが出来たが、第1測線では同様の記録が得られていない。今後はこれらの構造解析に影響を与える諸条件の改善を行う必要がある。

さて、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。中央構造線の南側の下深さ35km～40kmあたりで、プレートに対比される高比抵抗領域の連続が途絶える領域は、Obara(2002)が発見した深部低周波微動の発生領域にほぼ対応するので、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についての関連を明らかにするためにも、今後は、四国地方に存在する観測の空白地域を補うような基盤的比抵抗観測研究の充実を通して長期広域の地震予知に資する研究としたい。

(2) 西南日本弧内陸部の不均質構造に関する観測研究：山陰地域の地殻深部の低比抵抗領域が必ずしも連続して存在しない可能性が指摘されたことを観測研究の成果として記す。このことは、鳥取県中西部の地震(2002年、Mj5.3)発生域周辺を南北に横断する測線におけるMT観測研究から示唆された。ここは鳥取地震(1943)や鳥取県中部の地震(1983)の地震活動帯の西側延長部であり、2000年鳥取県西部地震や第四紀火山である大山火山の地震空白域の東側に位置する。当初得られた比抵抗モデルの特徴は、地殻が全般的に高比抵抗であり、山陰地方で指摘されてきた深部低比抵抗領域は連続しない可能性が示された。その後行われた震央直北および震央東側の補観測データを取り入れた本年度の構造解析結果では、深度10kmあたりに地震発生境界域に低比抵抗領域の存在が示され、また、山陰地方で得られた全観測点でのインダクションベクトル・データの面的調査結果では、鹿野吉岡断層の延長を含む地震活動帯周辺のベクトルの振る舞いが周りのそれと異なることを確認した(図4)。このように、鳥取県中西部地震発生域周辺に関する観測研究は、不均質構造としての深部低比抵抗領域の存在を示唆するものとなった。今後は、山陰地方においても四国地方と同様に、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基盤的比抵抗観測研究の充実を図ることが重要であると考えている。

(8) 平成25年度の成果に関連の深いもので、平成25年度に公表された主な成果物(論文・報告書等)：
塩崎他、2013、中国地方(鳥取県中西部測線ならびに広島県東部測線)の地殻比抵抗構造調査の概要、
日本地球惑星科学連合2013年大会(ポスター発表)、SEM37-P05。

(9) 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、畑岡 寛

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

(10) 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/>

(11) 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

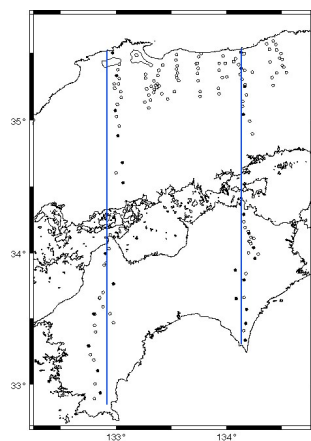


図1 中国四国地方の広帯域 MT 観測点分布図

広帯域 MT 観測点を白丸で示した．その中から中国四国地方の比抵抗構造の解析に使用した観測点を黒丸で示す．南北に引いた青線は，東側を西南日本弧島弧横断第1測線，西側を第2測線と文中で記した．

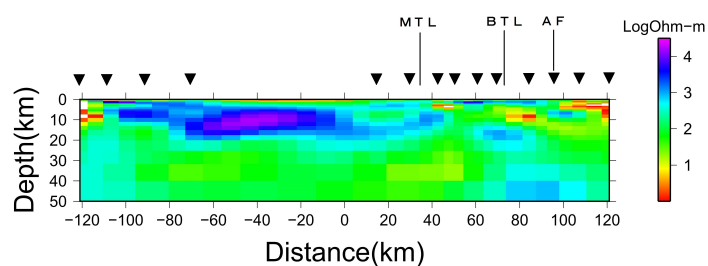


図2 2次元比抵抗モデル（鳥取東部 - 岡山 - 香川 - 徳島 - 室戸測線）

▼印は構造解析に使用した観測点の位置を示し，顕著な構造線を重ねて描いた．

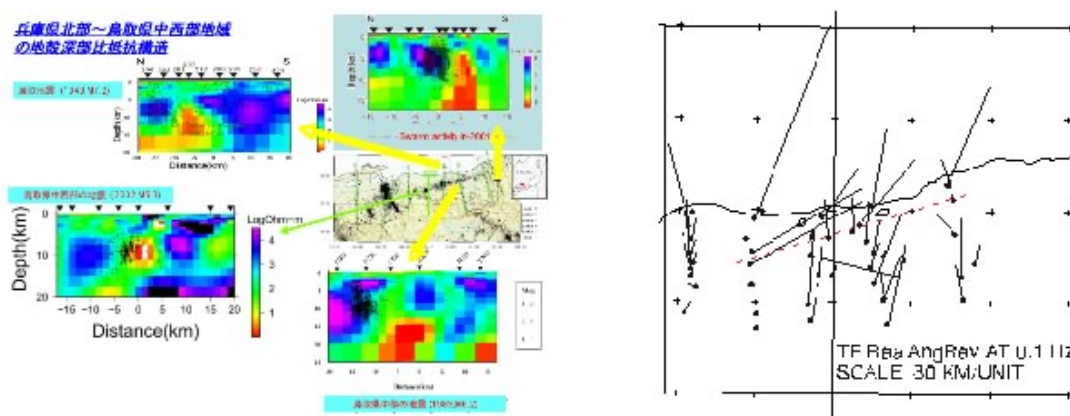


図4 鳥取県中西部地震(2002年,M5.3)域で得られた比抵抗構造(左図)と周期10秒に対して描かれた鳥取県東部から西部大山測線地域のインダクションベクトル(右図)

新しいデータをもとにした構造解析の結果，鳥取県中西部地震発生域周辺においても比抵抗境界で地震が発生するという「山陰タイプの地震発生-比抵抗関連モデルが成立する」ことが示された．また，山陰地域の地震活動が活発な帯の中心軸（赤色破線）周辺のインダクションベクトルは顕著な東西方向の成分を持つものがあることが示された．

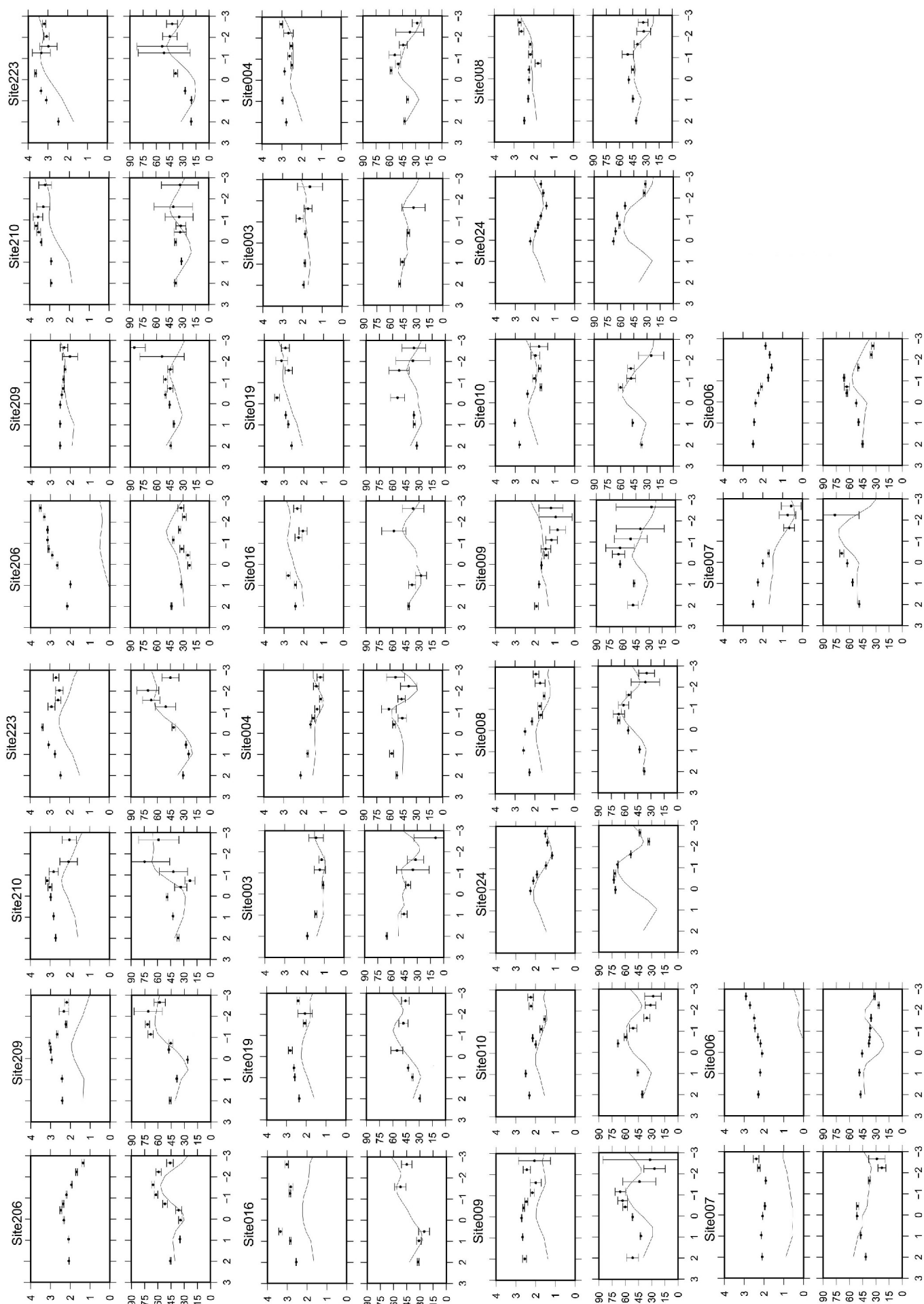


図3 東部比抵抗モデルを仮定した際に得られる理論曲線と観測データの fitting

解析上の最北地点は 206, 最南地点は 006 である．下半分のデータが TE モード，上半分が TM モードのデータを表す．