

(1) 実施機関名：

(独) 防災科学技術研究所

(2) 研究課題 (または観測項目) 名：

日本列島における地殻・上部マントル構造の解明

(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：

1. 地震・火山現象予測のための観測研究の推進

(1) 地震・火山現象のモニタリングシステムの高度化

ア．日本列島域

イ．地震発生・火山噴火の可能性の高い地域

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

(5) 本課題の 5 か年の到達目標：

日本列島の全域における詳細な地震学的構造が明らかになるにつれて、沈み込むスラブの形状や海陸プレート境界近傍の構造的特徴と地震発生の仕方には密接な関係があることが分かってきた。また、内陸域においても同様に構造的特徴と地震の起き方に関係が見られる。このような対応関係は、地震発生を支配する応力集中やひずみの蓄積、および脆性破壊強度の不均質と媒質の物性の不均質 (すなわち地下構造) との間に密接な関係があることを強く示唆している。このような関係の系統的な理解とそれに基づいた地殻変形モデリングに資することを目的として、本課題では、地震波速度構造及び減衰構造の解像度向上に加えて温度構造やモホ面の深度分布などを明らかにし、統一的な解釈が可能な地殻及び最上部マントルの構造モデルを構築する。

(6) 本課題の 5 か年計画の概要：

(6 - 1) 地震波速度構造及び減衰構造の解像度向上

現在の地震波速度構造モデルは、水平方向に 0.2° 、深さ方向に 10~30km 程度の解像度を持つ。この地震波速度構造モデルについて更に詳細化が可能な領域を検討するとともに、その領域について再解析を行う。減衰構造についても同様の検討とともに、解析手法やアルゴリズムの見直しなどによっ

て、解像度の向上を図る。このようにして、地震波速度や減衰パラメーターの三次元空間分布をより高い解像度でイメージングし、内陸活断層や火山の深部構造といったローカルな構造とそれらを取り巻く広域的な構造をとともに明らかにする。

(6 - 2) 日本列島全域におけるモホ面形状モデルの作成

基盤の地震観測網で収録された波形データに含まれる変換波や反射波を解析することにより、日本全国を対象としたモホ面形状モデルの構築を進める。モホ面形状モデル構築にあたっては、上記地震波速度構造モデルと連携し、互いの推定精度を高めるための解析方法を検討する。推定された構造モデルによって日本列島を伝播する地震波の再現を試みるとともに、同モデルの妥当性を検証する。

(6 - 3) 地殻熱流量測定と熱構造モデルの構築

日本列島の陸域において空間的に均質かつ高精度な地殻熱流量データを蓄積するために、堆積層の厚い平野部や内陸活断層周辺等、地殻熱流量データが十分でない地域を中心に坑井等の温度検層を実施し、精密な地殻熱流量測定を行う。新たに取得した熱流量データより地殻熱流量分布を求めると共に、地震波速度構造、減衰構造などの地下構造モデルを考慮した、日本列島陸域の詳細な熱構造モデルを構築する。

(6 - 4) 近地地震のエンベロープ解析による散乱及び内部減衰パラメーターの推定

地震波速度構造トモグラフィーでは検出が困難な短波長不均質構造をイメージングするために、近地地震のエンベロープ解析によって地震波散乱強度の空間分布を推定する。特に、近地地震のエンベロープ形状は、散乱強度のみならず内部減衰の空間分布による影響も受け得ることが指摘されている。この点を考慮した散乱と内部減衰との分離推定法の開発を進めるとともに、実データの解析によって日本列島スケールでの散乱及び内部減衰の構造を明らかにする。

(6 - 5) 近地地震解析による地震波変換面及び反射面のイメージング

稠密地震観測網による近地地震記録を用いた地下構造のイメージング手法を開発するとともに、それによって地震波変換面及び反射面などの検出を行う。

(7) 計画期間中(平成 21 年度～25 年度)の成果の概要：

地震波速度構造および減衰構造の解像度向上

蓄積されつつある高感度地震観測網 Hi-net 等の記録によって、関東地方をはじめとする速度構造の推定を行った。また、平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震の震源域周辺においては、海域の地震について F-net 記録のモーメントテンソル解析によるセントロイド深さを利用した速度構造解析を試みた。一方で基盤観測網のみならず「糸魚川 - 静岡構造線断層帯における重点的調査観測」や「ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究」などによる稠密な地震観測網と基盤観測網の記録との併合処理によって、高解像度の速度構造のイメージングにも成功した。

平成 25 年度においては、大学による合同観測記録をも併合処理することによって、高い空間分解能で北海道の地震波減衰構造を推定することに成功した。その結果、過去の内陸被害地震は高減衰域から低減衰域へと急変する箇所に位置するとともに、特に M7 クラスの内陸地震の断層面は地質構造線の深部延長上に対応することが明らかとなった。また、北海道東部および南部下において、沈み込みに伴うマントルウエッジ対流が高減衰域としてイメージングされた。一方、構造と F-net によるメカニズム解との比較検討から、西進する千島前弧スリバーの北限は一枚の面ではない可能性があることも分かった。

日本列島全域におけるモホ面形状モデルの作成

西南日本の下に沈みこむフィリピン海スラブ内のモホ面における変換波を調べ、スラブウィンドウが存在する可能性を指摘した。特に紀伊半島および四国の下においては、変換面の傾斜や媒質の異方性を考慮した詳細な解析を行った。また「ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究」による稠密地震観測記録によって、佐渡島から猪苗代湖にかけての測線にそったモホ面の深さ分布を明らかにした。

平成 25 年度においては、西南日本下に沈み込むフィリピン海スラブ内の海洋地殻と海洋マントル内の地震波速度異方性構造をレシーバ関数によって推定した。その結果、海洋地殻では、速い軸がスラブ

傾斜方向を向く傾向があることが分かった。これは、スラブ内地震の北東 - 南西伸張場と調和的である。四国下の海洋マントルでは、東側に傾斜する成分が顕著であるのに対して、紀伊半島南部では速い軸が東西方向に向き、平坦である。この特徴は、紀南海山列を起点としたスラブ拡大ならびに紀伊水道周辺でのスラブ形状の急変の影響と考えられる。

地殻熱流量測定と熱構造モデルの構築

北海道、東北、および関東において、既存の温度検層データと防災科研 Hi-net の観測井における検層データから地殻熱流量の空間分布を明らかにした。また、この地殻熱流量をデータとして一次元熱伝導モデルの仮定の下で地下温度の深さ分布を推定した。その結果、火山フロントおよびホットフィングアーに沿って高温域が分布する様子や、前弧側に低温域が分布する様子が捉えられた。また、北海道の日高山脈南西側や、フィリピン海プレートが沈み込む関東地方の南部にも顕著な低温域が分布することが明らかになった。

近地地震のエンベロープ解析による散乱および内部減衰パラメーターの推定

多数の観測された近地地震のエンベロープ解析からエネルギー密度の時空間分布を評価し、これを説明するような散乱係数および内部減衰を S 波多重等方散乱モデルに基づいて推定した。平成 25 年度においては、単純化されたエネルギー輸送を扱うのではなく、標準的な 1 次元構造モデルに 3 次元的な微細不均質構造を重ね合わせたモデルを仮定して差分法シミュレーションを行い、観測されたエネルギー密度の時空間分布を再現するような微細不均質構造を評価した。コーダエネルギーの減衰率から内部減衰 Q_i^{-1} は 0.02 以下と推定され、コーダエネルギーの励起量から地殻における微細不均質構造を特徴づけるゆらぎの大きさは、地震波速度の RMS 値で 3 から 4% 程度を仮定すると観測を良く説明することが分かった。

近地地震解析による地震波変換面および反射面のイメージング

房総半島下における地震の詳細な震源位置を調べるとともに、それらの記録中に見られる後続相を調べた。その結果、沈み込むフィリピン海プレートの上面よりも深い地震については、P 波と S 波との間に 2 つの後続相が確認された。このうちの遅い相は、フィリピン海プレート最上部に分布する火山性砕屑物・火山岩層 (VCR 層) による SP 変換波とみられることが分かった。また、相似地震がこの VCR 層の下面に分布することも明らかになった。これは、現在の活動的なプレート境界が VCR 層の下面に位置することを示しており、深部底付け作用に相当する。

紀伊半島下に沈みこむフィリピン海スラブ内で発生する地震についても、後続相の特徴を説明するような構造を調べた。3 次元波動場の計算による理論記象と観測記録との比較の結果、観測されたチャネル波を説明するためには、海洋性地殻が低速度層である以外にも効率良く波動をトラップする何らかのメカニズムが必要であることが分かった。

(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) :

(9) 実施機関の参加者氏名または部署等名 :

独立行政法人防災科学技術研究所 観測・予測研究領域地震・火山防災研究ユニット
他機関との共同研究の有無 : 有
東京大学地震研究所

(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 : 防災科学技術研究所 アウトリーチ・国際研究推進センター
電話 : 029-851-1611
e-mail : toiawase@bosai.go.jp
URL : <http://www.bosai.go.jp/index.html>

(11) この研究課題 (または観測項目) の連絡担当者

氏名：浅野陽一

所属：防災科学技術研究所 観測・予測研究領域地震・火山防災研究ユニット