

## 全国の地殻下部～上部マントル3次元温度構造のモデル化：粘弾性地殻モデルに基づく内陸地震発生予測を目指して

### Three-dimensional thermal structure of the lower crust and upper mantle beneath Japan derived from seismological data

長 郁夫<sup>1\*</sup>, 桑原 保人<sup>1</sup>, 中村 亮一<sup>2</sup>

Ikuo Cho<sup>1\*</sup>, Yasuto Kuwahara<sup>1</sup>, Ryoichi Nakamura<sup>2</sup>

<sup>1</sup>産業技術総合研究所, <sup>2</sup>東電設計株式会社

<sup>1</sup>Geological Survey of Japan, AIST, <sup>2</sup>Tokyo Electric Power Services Co., Ltd.

粘弾性地殻モデルに基づく内陸地震発生予測シミュレーションを実施するための基礎データとして、地震発生層下限から上部マントル（深さ数10km）の深さ範囲で全国スケールの3次元温度構造をモデル化した。具体的には、D90（内陸地震の震源の90%がそれ以浅にあるという深さ）の温度と深さ45km以深の温度構造をそれぞれ別の方法で推定して与え、それ以外の部分は空間補間して3次元的な温度構造モデルを得た。ただし太平洋プレートとフィリピン海プレート(PSP)の上面深度以深はモデルから除外した。またPSP上面深度が45kmよりも浅い領域では、既存研究を参考にPSP上面温度を深度依存の関数としてアプリオリに与えた。

D90の温度は、そこが脆性・塑性遷移点であると仮定して推定した。まず気象庁一元化震源(2001.10-2008.12)からM1以上の震源を取り出してD90を決め、D90の脆性強度（深さと比例関係にある）を計算した。仮定によりD90の脆性強度は塑性流動の強度に置き換えられる。ここにD90の歪速度としてGPSデータの解析結果（Sagiya et al., 2001）を与えれば、流動強度と歪み速度、温度との関係を記述する構成則を介して温度を計算できる。構成則として、珪岩の転位クリープに関する流動則(Rutter&Brodie, 2004)を用いた。

地震計観測網から外れた沖合で堆積物の厚い地域を震央とする地震は、震源深が系統的に深く求まっている可能性がある（例えば、東北地方日本海沿岸部等）。本研究ではD90がKatsumata (2009)のコンラッドよりも深く求まっている場合、評価対象外とみなした。

深さ45km以深の温度構造は、中島・長谷川(2008)の方法を用いて推定した。すなわち、内部減衰とマントルの温度との関係式(Karato, 1998)と、適当なりファレンスサイトのマントル捕獲岩から推定されるモホ直下の温度を基礎として、減衰トモグラフィデータを温度構造に焼きなおした。

マントル捕獲岩が得られている地点は九州北部～中国地方西部と男鹿半島・渡島地域に偏在し、これら2地域の捕獲岩が示すマントルの温度は系統的に異なる（Arai et al., 2007）。そこでここではまず中村(2008)が解析した全国の地殻～上部マントルの減衰トモグラフィデータを基礎として、東北と中国地方西部の捕獲岩地点をそれぞれリファレンスとし（秋田県一ノ目潟と岡山県荒戸山の深さ45kmの温度をそれぞれ950℃、1050℃と設定）、2種類の全国温度構造モデルを作成した。次に、近畿～中部～関東甲信越では両モデルを自然に遷移させるようにして1つのモデルに統合した。地殻および地殻～マントルの境界領域を含む可能性のある深さ45km以浅はモデル化対象外とした。

PSP上面深度はNakajima et al. (2009)のモデルを用いた。PSP上面における温度勾配は九州で9℃/km、南海～東南海で15℃/km、関東7.5℃/kmと設定した。

以上の結果、全国のD90の温度は、概ね320～420℃の範囲に分布した。高温部は活火山の分布とよく対応するほか、北アルプスの地熱地帯等とも良く対応することが確認された。深さ45km

の温度は概ね750~1200°Cの範囲の値をとるが、温度分布のパターンはD90のそれと比較的よく対応した。ただし、マントル捕獲岩のリファレンス温度の相違を反映して、東北日本は西南日本よりも系統的に温度が低くなった。コンラッド、モホ (Katsumata, 2009)ではそれぞれ400~700°C、600~900°C程度の温度となった。

地表を0°CとしてD90の温度まで鉛直方向に線形補間した場合の地温勾配は、多くは20°C/kmから40°C/km程度に分布し、局所的に50°C/kmを超えた。この値は実測値 (田中他, 2004) よりも全般的に低いようである。しかし温度勾配の高低の分布のパターンは良く一致すると言える。

温度構造の鉛直断面を数値シミュレーションから得られる温度構造 (Iwamori, 2007) と比較したところ、比較的良く対応した。

今後は上記の画一的なアプローチの適用が困難と考えられる地域の温度構造を検討した上で、温度構造の不均質を粘性構造の不均質に帰し、東西圧縮を与えた場合のレオロジー等を検討する予定である。

#### 謝辞

東北大学中島淳一氏からフィリピン海プレート深度のデータを頂きました。気象研究所勝間田明男氏からコンラッド、モホ深度のデータを頂きました。D90の同定には気象庁・文部科学省が協力してデータを処理して得られた震源データを用いました。

キーワード:地震発生予測,内陸地震,地殻,熱構造,減衰,マントル

Keywords: earthquake forecast, inland earthquake, crust, thermal structure, attenuation, mantle