

## 東北地方下に沈み込む太平洋スラブの地震波減衰 Seismic attenuation in the Pacific slab beneath northeast Japan

椎名 高裕<sup>1\*</sup>; 中島 淳一<sup>1</sup>

SHIINA, Takahiro<sup>1\*</sup>; NAKAJIMA, Junichi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター

<sup>1</sup>RCPEV, Grad. Sch. of Sci., Tohoku Univ.

沈み込み帯におけるスラブ内地震活動や島弧マグマ活動には、沈み込む海洋プレート（スラブ）とともに地球内部に持ち込まれる水が密接に関係していると考えられている (e.g., Kirby et al., 1996; Nakajima et al., 2013). 含水鉱物や流体、メルトが存在すると、地震波速度が低下し、地震波の減衰が大きくなることが知られていることから、詳細な地震波の構造不均質を調べることは、沈み込み帯における水の分布を制約する上で非常に重要である。

東北地方下に沈み込む太平洋スラブ内の地震波速度構造の研究は数多くなされており、海洋性地殻は深さ 100km 程度までは低速域としてイメージされること (e.g., Shiina et al., 2013), 二重深発地震面の下面に沿って P 波が低速度になっていること (e.g., Zhang et al., 2004) などが明らかになっているが、地震波減衰構造はよくわかっていない。これは、トモグラフィなど、地球内部の不均質構造を推定する際に適用される一般的な手法では、高い分解能でスラブ内部の減衰構造をイメージすることが困難であるためである。

そこで、本研究ではスラブ内地震の観測波形に対してスペクトル比法を適用することで、地震波の減衰をより直接的に推定することを試みる。同一の観測点に対して、あるイベントとその波線近傍に分布するイベントのスペクトル比は、イベント間の平均的な減衰と 2 つのイベントの震源パラメータで表すことができる。本研究では、震源スペクトルとして  $\omega^2$  モデル (Brune, 1970) を考え、スラブ内地震の応力降下量が一定であると仮定し、解析を行った。

本解析の結果、主に前弧域の観測点で観測される波線に対して、太平洋スラブ内の地震波減衰を得ることができた。主な結果は以下の通りである。

- 1) スラブマントルは、前弧域下で比較的減衰が大きく、背弧域下では減衰が小さい。
- 2) 海洋性地殻やその近傍では、スラブマントルよりも減衰が大きい。
- 3) 2003 年宮城県沖のスラブ内地震 (M7.1) 付近では減衰が特に大きい。

これらの成果は、スラブ内の物質の変化や水の存在による減衰の変化を示している可能性があり、今後より詳しい解析を行う予定である。

キーワード: 地震波減衰, スペクトル比, 太平洋スラブ, スラブ内地震

Keywords: Seismic attenuation, spectral ratio, the Pacific slab, intra-slab earthquake

## 北海道地域下の3次元P波異方性速度構造 3-D P-wave anisotropy tomography of the crust and upper mantle beneath Hokkaido

鳥本 達矢<sup>1\*</sup>; 趙 大鵬<sup>1</sup>; 豊国 源知<sup>1</sup>; 北川 弘樹<sup>1</sup>; 藤澤 萌人<sup>1</sup>  
TORIMOTO, Tatsuya<sup>1\*</sup>; ZHAO, Dapeng<sup>1</sup>; TOYOKUNI, Genti<sup>1</sup>; KITAGAWA, Hiroki<sup>1</sup>; FUJISAWA, Moeto<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター

<sup>1</sup> Department of Geophysics, Tohoku University

地震波の伝播速度には方向依存性があり、これを地震波速度異方性と呼ぶ。速度異方性は、マントル内部では主に造岩鉱物、特にマントルの動きに伴うかんらん石のもつ結晶格子の選択配向によると考えられている。かんらん石は温度、圧力、水分の含有率に依って相転移し、相によって異方性が異なる。

従来の等方性地震波トモグラフィーでは地下の物質の動きは見られず静止画的にマントルの構造が推定されるが、異方性及びかんらん石の選択配向を考慮することにより、地下の物質の動きについて新たな知見が得られると期待される。速度の異方性を推定する方法としては、方位の速度依存性を調べる(最も早く伝播する方位のP波速度  $V_f$  と最も遅く伝播する方位のP波速度  $V_s$  の大小関係を調べる)方位異方性トモグラフィーと、射出角に依存する速度異方性を調べる(水平方向に伝播するP波速度  $V_{ph}$  と鉛直方向に伝播するP波速度  $V_{pv}$  の大小関係を調べる)鉛直異方性トモグラフィーがあるが、本研究では3次元P波鉛直異方性トモグラフィーを推定した。

我々は沈み込み帯のダイナミクスについて新たな知見を得るために、基盤地震観測網で記録された大量のP波走時データを用いて、北海道地域下の地殻及び上部マントルの3次元速度構造を推定した。本研究では東北大学及び、防災科学技術研究所 Hi-net のP波到達時刻の読み取り値を用いた。研究領域である北緯  $40^\circ \sim 46^\circ$ 、東経  $138^\circ \sim 147^\circ$  に3次元格子点を配置し、P波等方性トモグラフィー及びP波鉛直異方性トモグラフィーを行い、3次元速度構造と異方性の向き及び強さの関係を調べた。また先行研究との比較も行った。比較する先行研究の一つは東北及び九州のP波方位・鉛直異方性トモグラフィー法に関する研究(Wang & Zhao, 2013)で、北海道地域下と東北、九州地方における沈み込み帯での大域的な異方性の特徴を推定した。またもう一つは北海道下のP波方位異方性トモグラフィー法に関する研究(Liu, Zhao & Li, 2013)である。

本研究では、観測領域内の333点の観測点で観測された地震を使用した。観測された地震の内、震源の決定精度を考慮し、震源が北緯  $40^\circ \sim 46^\circ$ 、東経  $138^\circ \sim 140^\circ$ 、深さ  $0 \text{ km} \sim 350 \text{ km}$  にある地震でかつ、震央が陸域または海岸から  $20 \text{ km}$  以内にある地震のみを解析に使用し、使用した地震の総数は2030個、P波走時データの総数は約17万個となった。

3次元等方性、及び異方性速度構造の推定には、P波鉛直異方性トモグラフィーを用いたが、鉛直異方性トモグラフィーでは六方対称軸が鉛直の異方性媒質を仮定し、走時残差が小さくなるように等方性速度及び異方性パラメータの推定を行った。速度構造を推定するための格子点は等方性成分では緯度経度ともに  $0.2^\circ$  間隔、異方性成分は  $0.4^\circ$  間隔で配置し、深さ方向については等方性成分、異方性成分共に、深さ  $8, 25, 40, 65, 90, 120, 150, 180, 200, 250, 300, 350 \text{ km}$  に配置した。初期速度構造は一次元速度構造 JB model を使用し、太平洋スラブ内の等方性速度は  $+4\%$  の高速度異常を仮定した。

本研究で得られた等方性及び異方性速度構造の特徴は以下の通りである。

1. 樽前山や十勝岳、有珠山などの活火山下に顕著な低速度異常が見られ、これはスラブからの脱水に起因するメルトによるものと考えられる。
2. 活火山下の地域とマントルウェッジに顕著な低速度異常体が見られ、その中では鉛直方向のP波速度が速いことが分かった。このことは、東北地方と九州地方のP波鉛直異方性の結果(Wang & Zhao, 2013)と調和的であり、高温の島弧マグマの上昇を反映しているものと考えられる。
3. 沈み込んでいる太平洋プレートでは、水平方向のP波速度が速く、東北地方及び九州地方の異方性の結果(Wang & Zhao, 2013)と一致した。
4. 有珠山下の低速度異常体において方位異方性トモグラフィー(Liu, Zhao & Li, 2013)では速度異方性が見られなかったが、本研究では強い鉛直異方性が見られた。このことから、有珠山下のマントルウェッジに高温のマントル上昇流が存在すると推定される。

### 参考文献

Liu, X., D. Zhao, S. Li (2013) Seismic heterogeneity and anisotropy of the southern Kuril arc: Insight into megathrust earthquakes. *Geophys. J. Int.* 194, 1069-1090.

# Japan Geoscience Union Meeting 2015

(May 24th - 28th at Makuhari, Chiba, Japan)

©2015. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



SCG60-P02

会場:コンベンションホール

時間:5月25日 18:15-19:30

Wang, J., D. Zhao (2013) P-wave tomography for 3-D radial and azimuthal anisotropy of Tohoku and Kyushu subduction zones. *Geophys. J. Int.* 193, 1166-1181.

キーワード: トモグラフィー, 異方性, 北海道, 沈み込み帯, マントルウェッジ  
Keywords: Tomography, Anisotropy, Hokkaido, Subduction zones, Mantle wedge

## 西南日本弧のP波とS波減衰トモグラフィ P and S wave attenuation tomography of the Southwest Japan arc

Liu Xin<sup>1</sup>; 趙大鵬<sup>1\*</sup>; 西園幸久<sup>2</sup>; 稲倉寛仁<sup>2</sup>  
LIU, Xin<sup>1</sup>; ZHAO, Dapeng<sup>1\*</sup>; NISHIZONO, Yukihiisa<sup>2</sup>; INAKURA, Hirohito<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東北大学大学院理学研究科, <sup>2</sup> 西日本技術開発(株)調査解析部

<sup>1</sup>Tohoku University, Department of Geophysics, <sup>2</sup>West Japan Engineering Consultants, Inc.

We determined the first high-resolution P- and S-wave attenuation ( $Q_p$  and  $Q_s$ ) tomography of the crust and upper mantle under the entire Nankai subduction zone from the Nankai Trough to the Japan Sea using a large number of high-quality  $t^*$ -data measured from P- and S-wave spectra of local earthquakes. The suboceanic earthquakes used in this study were relocated precisely using sP depth phases and ocean-bottom-seismometer data. The overall pattern of the obtained Q models is similar to that of velocity models of the study region. Our present results show that high-Q (i.e. weak attenuation) anomalies in the upper crust generally correspond to plutonic rocks widely exposed in the Nankai arc. Some of the low-Q (i.e. strong attenuation) anomalies in the upper crust along the Pacific coast are associated with the Cretaceous-Cenozoic accretionary wedge. Obvious low-Q anomalies exist in the crust under the active arc volcanoes. Most of the large inland crustal earthquakes are located in or around the low-Q zones in the crust. The subducting Philippine Sea slab is imaged clearly as a landward dipping high-Q zone. Prominent low-Q anomalies are revealed in the mantle wedge under the volcanic front and back-arc area, which reflect the source zone of arc magmatism caused by slab dehydration and corner flow in the mantle wedge. Significant low-Q anomalies exist in the fore-arc mantle wedge, which reflects a highly hydrated and serpentinized fore-arc mantle wedge due to abundant fluids released from dehydration of the young and warm Philippine Sea slab.

キーワード: 西南日本, 沈み込み帯, 減衰構造, スラブ, 流体

Keywords: Southwest Japan, subduction zone, Seismic attenuation, slab, fluids

### 3次元電気伝導度構造から推定される東北地方上部マントル沈み込み帯の流体移送プロセス Geofluid migration process inferred from a 3-D electrical conductivity model beneath Tohoku district.

市來 雅啓<sup>1\*</sup>; 小川 康雄<sup>2</sup>; 海田 俊輝<sup>1</sup>; 出町 知嗣<sup>1</sup>; 平原 聡<sup>1</sup>; 本蔵 義守<sup>2</sup>; 神田 径<sup>2</sup>; 河野 俊夫<sup>1</sup>;  
小山 崇夫<sup>3</sup>; 松島 政貴<sup>2</sup>; 中山 貴史<sup>1</sup>; 鈴木 秀市<sup>1</sup>; 藤 浩明<sup>4</sup>; 上嶋 誠<sup>3</sup>  
ICHIKI, Masahiro<sup>1\*</sup>; OGAWA, Yasuo<sup>2</sup>; KAIDA, Toshiki<sup>1</sup>; DEMACHI, Tomotsugu<sup>1</sup>; HIRAHARA, Satoshi<sup>1</sup>;  
HONKURA, Yoshimori<sup>2</sup>; KANDA, Wataru<sup>2</sup>; KONO, Toshio<sup>1</sup>; KOYAMA, Takao<sup>3</sup>; MATSUSHIMA, Masaki<sup>2</sup>;  
NAKAYAMA, Takashi<sup>1</sup>; SUZUKI, Syuichi<sup>1</sup>; TOH, Hiroaki<sup>4</sup>; UYESHIMA, Makoto<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 東北大学大学院理学研究科, <sup>2</sup> 東京工業大学火山流体研究センター, <sup>3</sup> 東京大学地震研究所, <sup>4</sup> 京都大学大学院理学研究科  
<sup>1</sup>Graduate School of Science, Tohoku University, <sup>2</sup>Volcanic Fluid Research Center, Tokyo Institute of Technology, <sup>3</sup>Earthquake  
Research Institute, The University of Tokyo, <sup>4</sup>Graduate School of Science, Kyoto University

We carried out long-period MT observation using the state-of-the-art equipments. The MT impedance responses were inverted into 3-D electrical conductivity model using WSINV3D (Siripunvaraporn et al, 2005). The 3-D model delineates vertical continuous conductive zone from subducting Pacific plate surface to lower crust below Ou backbone range. The conductive body indicates saline fluids and/or melt pathway from the subducting slab surface to lower crust. The resistivity of the lower crust conductor is 1  $\Omega$ m or more conductive and saline fluids and/or melt volume fraction is estimated to be 7 vol. % at minimum. Other resistivity profile in the across-arc direction indicates that conductive body separated from Pacific plate surface at 80-100 km depth and assumes an overturned form towards backarc direction. The head of the conducting body attains to the lower crust just below Mt. Gassan. This suggests the backarc volcanisms are caused by saline fluids and/or melt overturn rising towards backarc direction.

## 沈み込みプレート境界深部における岩石-流体相互作用 Fluid-rock interaction in deep portions of subduction plate boundaries

齋藤 翼<sup>1\*</sup>; 氏家 恒太郎<sup>1</sup>  
SAITO, Tsubasa<sup>1\*</sup>; UJIIE, Kohtaro<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 筑波大学  
<sup>1</sup>University of Tsukuba

Fluid-rock interaction at deep portions of subduction plate boundaries is a key to understand roles of fluid on deformation and mass transfer during subduction and accretion. In the Upper Cretaceous Shimanto accretionary complex of eastern Kyushu, the melange composed of basaltic slices in the argillaceous matrix and the coherent clastic rock occur three times, representing the repetition of ocean plate stratigraphy associated with the duplex underplating at a depth of ~ 13 km and temperatures of 340-400 °C. One well-exposed basaltic slice consists mainly of massive basalt, pillow basalt, and dolerite in which argillaceous rocks are intercalated with the dolerite in the uppermost part of the slice. The argillaceous matrix commonly shows pressure solution cleavage in which muscovite and carbonaceous material occur as insoluble residue. The argillaceous rock less than 20 cm from the upper boundary of the basaltic slice is highly bleached in association with the modal increase in albite and consumption of muscovite and carbonaceous material, while that intercalated with the dolerite shows various degree of bleaching. Plagioclase phenocrysts in the dolerite near the upper boundary are replaced to muscovite. Mass-balance estimated from isocon method indicates that the bleached argillaceous rock and the uppermost dolerite are depleted in fluid-mobile elements such as Sr and Ba relative to surrounding rocks. Deformation is concentrated into the uppermost dolerite, which is marked by elongated phenocrysts. These results suggest that the albitization of argillaceous rock by infiltration of Na-rich fluid and the deformation accompanying with fluid-dolerite interaction occurred during the melange-forming process. Infiltration metamorphism during incorporation of basaltic slices in the argillaceous melange matrix may play an important role on mass transfer in subduction plate boundary.

キーワード: 岩石-流体相互作用, 沈み込みプレート境界, 泥質岩, ドレライト, 曹長化  
Keywords: fluid-rock interaction, subduction plate boundary, argillaceous rock, dolerite, albitization

## 上総層群堆積盆の異常高間隙圧の発達メカニズムの検討 Mechanism of overpressure development in the Kazusa Group

丸茂 春菜<sup>1</sup>; 金子 幸代<sup>2</sup>; 田村 幸枝<sup>3</sup>; 三橋 俊介<sup>4</sup>; 上原 真一<sup>2\*</sup>

MARUMO, Haruna<sup>1</sup>; KANEKO, Sachiyo<sup>2</sup>; TAMURA, Yukie<sup>3</sup>; MITSUHASHI, Shunsuke<sup>4</sup>; UEHARA, Shin-ichi<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> 東邦大学大学院理学研究科, <sup>2</sup> 東邦大学理学部, <sup>3</sup> (株)すかいらーく, <sup>4</sup> 筑波大学大学院生命環境科学研究科

<sup>1</sup>Graduate School of Science, Toho University, <sup>2</sup>Faculty of Science, Toho University, <sup>3</sup>Skylark CO., LTD., <sup>4</sup>Graduate School of Life and Environmental Sciences, Tsukuba University

異常高間隙圧(静水圧分布からの差)は、堆積層内の流体移動や断層面の摩擦強度など様々な現象において影響を与えるため、その発達メカニズムを検証することは重要である。房総半島に分布する新第三紀-第四紀堆積盆の上総層群の泥岩層には、5~20%の異常高間隙率の領域が分布することが知られている。この異常高間隙率の原因は異常高間隙圧によるものであると推定されている。しかしながら、その発達過程については、定量的に十分な検討がなされていないのが現状である。異常高間隙圧は、顕著な不透水層の存在や、深部からの流体供給・堆積盆内部での流体の生成等を考えなくても、透水係数や貯留係数の有効圧依存性や堆積速度などの条件によっては、単純な堆積-圧密過程のみでも発達しうることが知られている。本研究では、上総層群泥岩層について、単純な堆積-圧密過程のみで、どの程度の異常高間隙圧および異常高間隙率が発達しうるかについて検討した。そのためにまず、上総層群のシルト岩について、間隙率と透水係数の有効圧依存性を室内実験より求めた。その結果に基づき、堆積作用による間隙圧の増加と間隙圧の拡散を考慮した一次元数値シミュレーションを実施した。

シルト岩試料は、上総層群の梅ヶ瀬層、大田代層、黄和田層、大原層および勝浦層の露頭より採取し、それから直径約40 mm、高さ約30 mmの円柱形に整形したものを実験に使用した。間隙率および透水係数の測定には、東邦大学の容器内岩石圧縮変形透水試験機を使用した。間隙流体には蒸留水、封圧媒体には油を用いた。有効圧下の間隙率は、封圧上昇時に試料より排出される水の量を測定することで測定した。透水係数は、試料両端の圧力差を一定にし、定常状態における流量を測定することで求めた(定差圧流量法)。それぞれの測定は、有効圧が2~35 MPaの1サイクルの何点かの応力条件で行った。室内実験の結果、間隙率は約34~42%の値を示したが、大原層の間隙率は大気圧下で55%と他の試料に比べて高い値を示した。透水係数は、約 $10^{-20}$ ~ $10^{-16}$  m<sup>2</sup>の範囲の値を示した。各試料の実験結果より、正規圧密の領域について、間隙圧・透水係数を有効圧の関数で近似し、数値シミュレーションで用いた。数値シミュレーションでは、海底面にシルト性堆積物・シルト岩が厚さ3000 mまで堆積することを想定し、そのときの間隙圧異常および異常間隙率の発達を計算した。堆積-圧密に伴う間隙圧の増加および鉛直方向の拡散を考慮した一次元モデルを差分法で離散化し、シミュレーションに用いた。計算領域下部(堆積盆底部を想定)は不透水境界とし、堆積物表面は間隙圧一定とした。初期条件は、堆積物の厚さは54 m、間隙圧は静水圧分布(間隙圧異常は0)とした。スケンプトン係数は0.9で一定、岩石空隙の圧縮率は間隙率と関係づけることで、有効圧の関数として与えた。堆積速度は一定とし、上総層群に関する既存の研究をもとに3種類(4.0, 9.49,  $40.0 \times 10^{-4}$  m/year)の値を用いた。数値シミュレーションの結果、深くなるにしたがって間隙圧差は大きくなり、堆積速度を $9.49 \times 10^{-4}$  m/yearとした場合、計算に使用した間隙率、透水係数の関数によって3~12 MPaの間隙圧差が得られた。また、このときの異常高間隙率は0.5~6%となった。堆積速度が大きいほど、異常高間隙圧の値は大きくなり、堆積速度を $40.0 \times 10^{-4}$  m/year(速い値)とした場合は、最大18 MPaの異常高間隙圧、最大10%の異常高間隙率が得られた。以上の結果から、上総層群のシルト岩の物性及び堆積速度などを考慮した場合、10数MPaの異常高間隙率および数%の異常高間隙率の発生が可能であることが示された。

キーワード: 上総層群, 異常高間隙圧, 透水係数, 室内透水実験, 数値シミュレーション

Keywords: the Kazusa Group, overpressurization, permeability, laboratory permeability measurement, numerical simulation

## 摩擦不安定性に対する脱水効果—石膏を用いたアナログ実験的研究— Dehydration effect on frictional instability: Experimental study using gypsum hemihydrate

佐々木 勇人<sup>1\*</sup>; 武藤 潤<sup>2</sup>; 長濱 裕幸<sup>2</sup>  
SASAKI, Yuto<sup>1\*</sup>; MUTO, Jun<sup>2</sup>; NAGAHAMA, Hiroyuki<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 東北大学理学部地圏環境科学科, <sup>2</sup> 東北大学理学研究科地学専攻, <sup>3</sup> 現: 東京大学理学系研究科地球惑星科学専攻  
<sup>1</sup>Div. GeoEnviron. Sci., Tohoku Univ., <sup>2</sup>Dept. Earth Sci., Tohoku Univ., <sup>3</sup>Now at: Dept. E. P. Sci., Univ. Tokyo

沈み込み帯において、水が地震の発生様式を規定しうる、といった研究成果はこれまでに数多くある。例えば、スラブ内での稍深発地震は、沈み込んだスラブの脱水脆性化によって発生し、その震源は上面地震帯を形成する。更に、上面地震帯下限が脱水後の無水鉱物安定域で規定されている可能性がある [1, 2]。プレート境界型の浅発地震では、アスペリティの分布がスラブからの水で蛇紋岩化したマントル橄欖岩や異常間隙水で説明できる可能性がある [2, 3]。このように、沈み込み帯では含水鉱物や沈み込むスラブによって物理化学的に深部へ水が持ち込まれ、その水が地震発生に関与しているとされている。しかしながら、具体的に水がどのようにミクروسケールの素過程に関与し、マクロな地震現象に影響を及ぼすかについては、未だ解明されていない。

これまでも蛇紋岩 [4] をはじめとした様々な含水鉱物で脱水時に強度弱化などの力学的な不安定化が確認されてきたが、実験室条件下で脆性延性遷移および脱水相転移を達成しうる石膏 [5, 6] は、含水リソスフェアやスラブのアナログとして有効と考えられる。そこで、本研究では、含水鉱物の脱水化学過程が摩擦挙動やレオロジーに影響を与えうるとの仮説のもと、石膏ガウジの摩擦実験により、含水鉱物の脱水プロセスが地震発生域の摩擦特性やレオロジーに対してどのような効果を与えるのかについて明らかにすることを目的とする。

本研究では、プレカット斑レイ岩ピストンで挟んだ焼石膏ガウジ試料について、封圧 10~200 MPa、室温~180 °C 下でガス圧試験機による変形実験を行った。室温下では、高圧ほど固着すべりの周期とすべりに伴う応力降下量が増大し、これは沈み込み帯における地震の規模の深度分布を説明する。200 MPa、70 °C では、相転移せず、固着すべりを示し、力学強度は増加したのに対し、脱水条件付近と考えられる 200 MPa、110 °C 以上では固着すべりの挙動が衰え、歪弱化し、強度がおおよそ 0 となった。微細組織観察によれば、非脱水条件下では剪断方向に斜交する開口剪断面 ( $R_1$ ) が卓越したのに対して、脱水条件下ではクラック数自体の減少とともに剪断方向と平行 (Y) もしくは直交 (X) 方向の剪断面が卓越した。ガウジ粒子の形状定向配列 (SPO) に伴って剪断方向と平行に並んだ劈開を最弱面として変形がまかなわれたと考えられる。これらの結果より、周囲の物質 (斑レイ岩ピストン) が持つ低い透水性によって脱水による異常間隙水圧が増加し、更にガウジ中の剪断面や劈開が連結することで、岩石の力学強度を著しく低下させたと考えられる。これまでの研究から、脱水後の硬石膏は脱水前の焼石膏の摩擦強度よりも強度が大きい [7]、脱水相転移後の強度の低下は、脱水により生成した物質によるものではなく異常間隙水圧によるものだと考えられる。固着すべりや力学強度を弱めるこういった脱水プロセスが非地震発生帯や安定すべり域の形成に関与している可能性がある。

引用文献: [1] Kita *et al.* (2006) *GRL*, **33**, L24310. [2] 長谷川ほか (2012) 地学雑, **121**, 128. [3] Fagereng and Ellis (2009) *EPSL*, **278**, 120. [4] Raleigh and Paterson (1965) *JGR*, **70**, 3965. [5] Brantut *et al.* (2011) *JGR*, **116**, B01404. [6] Heard and Rubey (1966) *GSAB*, **77**, 741. [7] Shimamoto and Logan (1981) *JGR*, **86**, 2902.

キーワード: 脱水弱化, 相転移, 含水鉱物, 石膏

Keywords: dehydration weakening, phase transition, hydrous mineral, gypsum



インドネシア西ジャワにおけるマグマの温度と含水量の分布：斑晶鉱物組成からの推定  
Spatial variation of magmatic temperatures and water contents in western Java Island, Indonesia: estimation from mineral

高山 晃平<sup>1\*</sup>; 大場 司<sup>1</sup>; Abdurrachman Mirzam<sup>2</sup>; Iwan Setiawan<sup>1</sup>; Firmansyah Reza<sup>2</sup>  
TAKAYAMA, Kohei<sup>1\*</sup>; OHBA, Tsukasa<sup>1</sup>; ABDURRACHMAN, Mirzam<sup>2</sup>; IWAN, Setiawan<sup>1</sup>; FIRMANSYAH, Reza<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 秋田大学, <sup>2</sup> バンドン工科大学  
<sup>1</sup>Akita University, <sup>2</sup>Institut Teknologi Bandung

Across-arc variations of magmatic temperatures and water contents in West Java were investigated from whole-rock chemistry, petrography, and phenocryst mineral compositions. Volcanic rocks were collected from eight volcanoes in the region. To determine these properties, the pyroxene thermometer by Brey and Kohler (1990) and the plagioclase-melt hygrometer by Putirka (2008) were applied. Rocks in this region range from basalt to andesite with some exceptions: dacite from Guntur and latite from Dago. Silica contents range from 53-58 wt% in Papandayan, 51-63 wt% in Guntur, 50-57 wt% in Galunggung, 57-61 wt% in Cikuray, c. 57 wt% in Tangkuban Parahu, 56-57 wt% in Dago, 49-57 wt% in Tampomas, and 55-61 wt% in Ciremai, respectively. Although a majority of rocks belong to medium-K series, potassium content varies by location, increasing with the distance from the trench. Basalt and basaltic andesite from Galunggung, one of the frontal volcanoes, are classified as low-K series, and part of rocks from rear-arc volcanoes, Tampomas, Tangkuban Parahu, and Dago, are assigned to high-K series. To equalize effects of differentiation, samples with similar silica contents (c. 57 wt%) are selected to apply the geothermometer and the hydrometer. Pyroxene rims indicate a temperature range from 900-1050 °C (970-1000 °C in Papandayan; 900-1020 °C in Guntur, 970-1020 °C in Galunggung, 970-1020 °C in Cikuray, 940-1050 °C in Tangkuban Parahu, 970-980 °C in Tampomas, and 950-1020 °C in Ciremai). The temperature estimates of cores range from 900-1030 °C (970-1000 °C in Papandayan, 930-950 °C in Guntur, 950-1030 °C in Galunggung, 960-1010 °C in Cikuray, 990-1030 °C in Tangkuban Parahu, 950-1030 °C in Tampomas, and 900-940 °C in Ciremai). Water content of plagioclase rims ranges from 0.5-1.6 wt% and each volcano exhibit narrow range (1.0-1.2 wt% in Papandayan, 1.6 wt% in Guntur, 0.9-1.2 wt% in Galunggung, 1.6-1.8 wt% in Cikuray, 0.5-0.7 wt% in Tangkuban Parahu, 0.7 wt% in Dago, 1.1-1.3 wt% in Tampomas, and 1.2 wt% in Ciremai). The water contents estimated from core composition show no distinct difference from those of rims, ranging from 0.6-1.4 wt% (1.3-1.5 wt% in Papandayan, 1.1-1.4 wt% in Guntur, 0.6-1.0 wt% in Galunggung, 1.1-1.4 wt% in Cikuray, 0.8-1.1 wt% in Tangkuban Parahu, 0.6-0.8 wt% in Dago, 0.9-1.2 wt% in Tampomas, and 1.0 wt% in Ciremai). Neither temperature nor water content is correlated with the distance from the trench; lateral variations are not distinct in terms of these properties. In many samples, pyroxene crystals exhibit reverse-zoning with increasing Mg-number, and the estimated temperatures at rims are higher than those of cores, implying recharge of hot magmas into colder magma reservoirs.

Keywords: across-arc variation