

SMP046-01

会場:201B

時間:5月27日 08:30-08:45

領家帯河合マイロナイト中のカリ長石細粒集合体の結晶学的定向配列と変形過程 The CPO and deformation processes of K-feldspar in the Kawai mylonites from the Ryoke metamorphic belt, SW Japan

石井 和彦^{1*}, 坂部達哉¹, 金川 久一²

Kazuhiko Ishii^{1*}, Tatsuya Sakabe¹, Kyuichi Kanagawa²

¹ 大阪府立大学, ² 千葉大学

¹ Osaka Prefecture Univ., ² Chiba Univ.

カリ長石の脆性-塑性転移は、一般に 500-550 °C でそれより高温ではおもに転位クリープによって変形する。一方、400-500 °C の条件で変形した花崗岩質岩には、しばしばカリ長石細粒集合体の薄層が発達し、石英と同様かなり流動的に変形したと考えられる。これらのカリ長石細粒集合体は、顕著な結晶学的定向配列 (CPO) を示さないことやしばしば石英・斜長石などを含む多相集合体となっていることから、溶解沈殿クリープや粒界滑りによって変形したものと推定されている。しかし、明瞭な CPO を示すカリ長石細粒集合体の報告もあり、その細粒化の過程や変形機構は必ずしも明らかではない。

研究対象の領家内部剪断帯河合マイロナイト帯には、花崗閃緑岩を原岩として約 500 °C の条件で変形したマイロナイト-ウルトラマイロナイトが広く分布している。これらのマイロナイトは、層状細粒石英集合体の間に斜長石やカリ長石のポーフィロクラストが散在する一般的な花崗岩質マイロナイトの組織を示すが、カリ長石細粒集合体も層状に発達していることが特徴である。本研究では、これらの細粒カリ長石集合体の組織と CPO を解析することによりその細粒化の過程と変形機構について検討した。

相対的にマイロナイト化の程度が小さくポーフィロクラストを多く (30 % 以上) 含むマイロナイトでは、ポーフィロクラストの間や周囲に細粒のカリ長石集合体が発達し、その微細組織は 2 つのタイプ (1 と 2) に分けることができる。タイプ 1 の多くは、カリ長石ポーフィロクラストの間に分布し、直線的な粒界と大きな伸長比 (2-4) を特徴とし、その伸長方向は両側のカリ長石ポーフィロクラストの相対的変位とほぼ平行である。さらにその相対的変位とほぼ平行に [100] の方位が集中することが多く、隣接するカリ長石ポーフィロクラストと同じ結晶方位に集中している場合もある。したがって、タイプ 1 の細粒集合体は破断面などに沿って開口した間隙を流体からの析出によってカリ長石が成長したものと考えられる。タイプ 2 は、粒界の形状が不規則で波動消光が発達することが特徴で、伸長比はタイプ 1 に比べ小さくその長軸は線構造にほぼ平行である。ポーフィロクラスト中には、しばしばポーフィロクラストを横断するように面上に分布する細粒集合体が認められ、双晶面・キンク面・破断面などに沿う再結晶によって形成されたものと推定できる。さらに、ポーフィロクラストから亜粒子を含むポーフィロクラストを経て、再結晶粒子からなる細粒集合体へと連続的に変化する微細組織が認められ、タイプ 2 の細粒集合体の多くは亜粒子回転や粒界移動による動的再結晶によって形成されたものと考えられる。

マイロナイト化が進みポーフィロクラストの少ない (10-20 %) マイロナイトには、カリ長石細粒集合体の薄層が発達する。それには、細粒集合体の中に複数のポーフィロクラストが散在し、全体として比較的幅の広い (ポーフィロクラストの粒径程度) 層状集合体を構成するものと (タイプ A) とカリ長石ポーフィロクラストのテイルを構成し、面構造方向に細長く伸長した細粒集合体 (タイプ B) がある。タイプ A 細粒集合体の CPO は、隣接するポーフィロクラストと同じ方位に集中し、かつその [100] 軸と [010] 軸は XZ 面とほぼ平行である。一方、タイプ B の細粒集合体の CPO は、[100] 軸が XZ 面と高角をなし、ポーフィロクラストから離れるにしたがって、ポーフィロクラストと同じ結晶方位から次第に回転していくことが多い。カリ長石の主要な滑り系は [100](010) であり、タイプ A の細粒集合体はおもにポーフィロクラストの動的再結晶によって形成されたものと考えられる。一方、タイプ B の細粒集合体の結晶方位は [100](010) 滑り系が活動しにくい「硬い方位」であり、ポーフィロクラストが剛体回転しながら、その周囲から徐々に再結晶することによって形成されたものと考えられる。

これらの細粒集合体は面構造と平行な薄層をなし、相当量の歪を被っていると考えられる。しかし、その結晶方位は基本的にポーフィロクラストのそれに支配されており、転移クリープで変形した場合に期待される主要な滑り系に対応した特定の結晶方位と面構造や線構造との一定の関係が認められないため、転移クリープで変形したとは考えられない。おそらく、粒界滑りや拡散・溶解-沈殿を伴ういわゆる粒子流動によって変形したのであろう。しばしば結晶学的定向配列の有無を根拠にして、転位クリープと粒子流動が区別されるが、今回の例は、それが必ずしも成り立たないことを示している。

キーワード: 花崗岩質マイロナイト, カリ長石, 結晶学的定向配列, EBSD, 細粒集合体

Keywords: Granitic ultramylonite, K-feldspar, CPO, EBSD, fine-grained aggregates

SMP046-02

会場:201B

時間:5月27日 08:45-09:00

脆性-塑性遷移領域における花崗岩の変形: 足助剪断帯からの知見 Deformation of granitoids in brittle-ductile transition: insights from the Asuke shear zone

福田 惇一^{1*}

Junichi Fukuda^{1*}

¹ 阪大・理・宇宙地球

¹Dept. Earth & Space Sci., Osaka Univ.

脆性-塑性遷移領域においては、マイロナイト、カタクレサイト、シュードタキライトなどの種々の断層岩が形成され、これらを統合的に研究することは、内陸地震発生の素過程を理解する上で重要である。特に石英は、経験した温度、圧力、応力に敏感に呼応して、剪断変形により、bulging, subgrain rotation, grain boundary migration と異なった再結晶過程を示すことが、古くからの変形実験において調べられてきた (Hirth and Tullis, 1992)。天然の系においては逆に、変形実験からの結果を外挿することによって、上記のパラメーターを見積もることもしばしば成功を収めている (Jerabek et al., 2007; Stipp and Tullis, 2008)。このことから、石英のテクスチャーを分析することによって、剪断変形時に経験した素過程を構築できるであろう。合わせて、石英の塑性変形により形成されるすべり系も、変形条件の指標になり、古くから天然、実験双方から研究されてきた (Passchier and Trouw, 1996; Toy et al., 2008 にレビュー)。しかしながら、これまでの天然の系における石英の再結晶過程および、そのすべり系に関する報告は、岩石の塑性変形が卓越する領域についてがほとんどであり、脆性-塑性遷移領域における、鉱物のテクスチャーに関する研究事例は少ない。

上記の点を受けて、本研究では脆性-塑性遷移領域である愛知県足助剪断帯に注目する。調査岩石は伊奈川花崗岩を母岩石とし (金折ほか, 1991; 酒巻ほか, 2006)、主要構成鉱物は石英、斜長石、カリ長石、角閃石、黒雲母である。基本的に岩石はカタクレサイト化しており、一部マイロナイト化していることが、肉眼で認められる。顕微鏡スケールでは、2, 3 mm 程度の大きな石英粒子近傍で 1 μm 以下の細粒な石英が確認される。斜長石、およびカリ長石は脆性破壊を受けているが、マイクロメートルスケールの粒子も多く存在している。このような細粒化プロセスは上述したような動的再結晶過程なのか (bulging ないし subgrain rotation)、クラック形成を伴うのか (Vernooij et al., 2006a) など様々に議論されてきた。さらに、最近では Vernooij (2006b) は流体が関与することによって、溶液-沈殿機構が細粒化に一部寄与すると報告している。また、石英のドフィーネ双晶の発達も動的再結晶を促す (Lloyd, 2004; Stipp et al., 2008)、または促さない (Neumann, 2000) ことも議論の対象にある。このような石英の細粒化プロセス (動的再結晶、クラック形成、溶液-沈殿、ドフィーネ双晶) および、すべり系は結晶方位定向配列 (CPO) やミスオリエンテーション軸に関する情報から議論することができる。よって、本研究では後方電子散乱回折法 (EBSD) を用い、細粒石英とホストの結晶との結晶方位関係を調べることによって、脆性-塑性遷移領域で卓越する石英の細粒化機構について議論する。合わせて、電子顕微鏡観察によるマイクロスケールで石英表面を観察し、その形態から細粒化過程や流体の関与などについて、EBSD の結果と合わせて議論する。このような石英の調査に加えて、長石の変形機構についても調査する。マイクロメートルスケールの細粒粒子とポーフィロクラストの組成を測定し、石英と同様に表面形態の観察と EBSD により、細粒粒子の変形機構 (本変形条件においては、粒界すべり、もしくは溶液-沈殿クリープの可能性) について議論する。

キーワード: 石英の再結晶, 粒子形態, 長石の変形, 組成, EBSD

Keywords: quartz recrystallization, grain morphology, feldspar deformation, composition, electron backscatter diffraction

SMP046-03

会場:201B

時間:5月27日 09:00-09:15

変形岩の弾性的異方性 Elastic anisotropy of deformed rocks

渡辺 了^{1*}, 白杉 勇人¹, 道林 克禎²

Tohru Watanabe^{1*}, Yuto Shirasugi¹, Katsuyoshi Michibayashi²

¹ 富山大学, ² 静岡大学

¹University of Toyama, ²Shizuoka University

The seismic anisotropy will provide us the information about deformation in the Earth's interior. In order to interpret observed anisotropy, we must understand the relationship between deformed textures and elastic properties. Plastic deformation gives rise to the lattice preferred orientation (LPO) of mineral grains, which leads to elastic anisotropy in deformed rocks. The development of SEM-EBSD has enabled us to measure the orientation of individual mineral grains in a deformed rock. Using the measured orientations and elastic constants of single crystals, we can calculate elastic properties of the deformed rock using Voigt or Reuss averaging schemes. No information about the shape or arrangement of grains is used in these averaging schemes. The Voigt average gives an upper bound, and the Reuss average a lower bound to elastic stiffness. The stiffness of the rock sample should be found within these bounds. When component minerals have similar elastic properties and weak anisotropy, Voigt and Reuss averages are nearly equal. These values can provide a good prediction of elastic properties. However, when component minerals have strong anisotropy, Voigt and Reuss values are far apart (Mainprice and Humbert, 1994). Additional information like the shape and arrangement of grains should be taken into account for a better prediction of elastic properties.

As the arrangement of grains, we focus on a layered structure seen in deformed rocks. For simplicity, we consider an alternation of two compositionally different layers. The two layers are composed of different mineral grains, which are well aligned in each layer. Two layers have different effective elastic constants. The elastic properties are assumed to have the symmetry of orthorhombic systems in both layers. Two layers are assumed to have the same principal axes of elastic tensors. The calculated effective elastic constants show Reuss values in relation to deformation perpendicular to the layers. The calculation gives Voigt values in association in relation to deformation parallel to the layers. In this presentation, we will also compare calculated and measured velocities for serpentinite mylonites.

キーワード: 弾性, 異方性, 変形岩, 格子選択配向, 層構造

Keywords: elasticity, anisotropy, deformed rock, LPO, layered structure

SMP046-04

会場:201B

時間:5月27日 09:15-09:30

交代作用不安定と構成的過飽和 metasomatic instability and constitutional oversaturation

鳥海 光弘^{1*}, 福山 繭子²

mitsuhiro toriumi^{1*}, fukuyama mayuko²

¹ 海洋研究開発機構, ² 中国科学院地球科学研究所

¹JAMSTEC, ²Insti.Earth Sciences, Acad.Sinica

Migrating interface derived from interdiffusion of ionic species in permeable solution in the plate boundary rocks occurs as wavy boundary between mono- and bi-mineralic bands. Simple examples are found in the banded basic schists of the Sambagawa metamorphic belt. Albite - quartz - calcite bands having wavy interface are commonly sandwiched by thin chlorite bands and sometimes by thin epidote bands. The trails of hematite grains are continuously pervaded into albite - quartz bands from chlorite band, indicating the advancement of interface into chlorite bands.

The wavelength of the interface increases firstly and then reaches the constant level with width of albite - quartz band. It suggests that the preferable wavelength of the interface develops with time, considering the increasing width of albite - quartz band with time. However, the ratios between width of band and wavelength of the interface varies in different rock specimens.

The modeling of the wavy interface development should be constructed in the system of chemical equilibrium of solution with albite, chlorite, quartz and calcite. At the interface chemical equilibrium attains but being apart from the interface, the diffusion of ionic species relevant with chlorite and other minerals should make change in equilibrium concentrations. As the concentrations gradients of ionic species in grainboundary solution makes constitutional oversaturation (1) of one side mineralogy, the interfacial geometry becomes unstable for small waveform perturbation. The selective wavelength in this case is governed by the ratio of oversaturation degree and interfacial energy. In this study, the authors can propose the capillarity effect constitutional oversaturation instability of the metasomatic banding interface. This is called as metasomatic instability which controlled by velocity of interface advance.

Reference

(1) W.Kurz and D.J.Fisher, Fundamentals of solidification, Trans Tech Pub., 1986.

キーワード: 交代作用不安定, 構成的過飽和, 変成縞構造

Keywords: metasomatic instability, constitutional oversaturation, metamorphic banding

SMP046-05

会場:201B

時間:5月27日 09:30-09:45

高温変成帯におけるザクロ石中の石英包有結晶が示す残留応力の意味：肥後変成帯の事例

Implication of the residual pressure recorded in quartz inclusions in garnet from high T metamorphic terranes

西山 忠男^{1*}, 相川 恭子¹

Tadao Nishiyama^{1*}, Kyoko Aikawa¹

¹ 熊本大学

¹ Kumamoto University

変成岩中のザクロ石に包有される石英は、包有時の温度圧力条件に依存する残留応力を示すことが Enami et al.(2007) によって示された。その残留応力は顕微ラマン分光法によって測定することができ、連続体力学による簡単な弾性相互作用モデル (Van der Molen, 1981) と組み合わせることで包有時の圧力を推定することができる (Enami, et al, 2007)。この論文には共著者である西山の計算ミスが含まれ、それによりザクロ石の端成分であるグロシュールの場合のみ圧力が低く見積もられている。このミスは W.D.Carlson によって指摘され、共著で訂正論文を出版した (Carlson et al, 2009)。この訂正論文では、ザクロ石の端成分による残留応力の違いはわずかであり、残留応力の測定においてはザクロ石の化学組成をあまり気にせずに良いこと、したがって変成作用時の（厳密には石英包有時の）圧力推定に、この方法がきわめて有効であることが示された。化学組成と固溶体の熱力学モデルによる地質圧力計とは全く独立の圧力計が開発されたことは、岩石学における重要な進歩である。

しかし、この方法にはまだ検討すべき問題点がいくつか含まれている。その一つの問題は、石英の低温型 - 高温型転移が起こりうる高温の変成帯の場合、この方法が適用可能であるかどうかという点である。本研究ではこの問題を検討するために、白亜紀の高温低圧型変成帯である九州中部に分布する肥後変成岩類を対象とした。

調査地域は熊本県上益城郡甲佐町周辺で、ここでは Maki et al(2004) による変成分帯、すなわち北から黒雲母帯、ザクロ石 - 堇青石帯、斜方輝石帯の3帯の分帯を採用する。今回、泥質砂質変成岩中の鉱物組み合わせを基に、白雲母消滅アイソグラッドと電気石消滅アイソグラッドの二つを新たに定義した。Maki et al(2004) によりザクロ石 - 黒雲母地質温度計や反応曲線網に基づいて推定された温度条件は、白雲母消滅アイソグラッド付近で 600 °C 程度、斜方輝石アイソグラッド付近で 800 °C 程度である。

今回、顕微ラマン分光法により 8 個の試料についてザクロ石に包有される石英のラマンシフトを測定した。試料の採取地点は白雲母消滅アイソグラッド付近から斜方輝石アイソグラッド付近に至るまでの地域で上に述べた温度条件で形成されたと考えられる。Enami et al.(2007) の方法に従い、標準試料とのラマンシフトの差を図 (Dw1 vs Dw2) にプロットすると、一試料中 (ザクロ石の 1 粒子中) の石英で Dw1, Dw2 とともに負の領域にプロットされるものと、両方とも正の領域にプロットされるものの 2 者があることが判明した。また全域を通じて負の領域にプロットされる石英粒子が多く、正の領域にプロットされるものの方が比較的少ないことが明らかになった。Enami et al(2004) に従えば、正の領域にプロットされるものは圧縮応力を、負の領域にプロットされるものは伸長応力を示すと解釈される。Enami et al(2004) が報告しているザクロ石中の石英包有結晶は正の領域にプロットされるものがほとんどで、負の領域にプロットされるものとの共存は報告されていない。本地域の温度圧力条件 (Obata et al, 1994; Osanai et al., 1998; Yoshimura, 2004; Maki et al, 2004 and 2009; Miyazaki, 2004 ならびに本研究) を考慮すると、変成条件は高温石英の安定領域に達していた可能性が高く、伸長応力を示す石英は、ザクロ石に包有された時点では高温石英であった可能性が高い。これらの結晶は変成岩の温度圧力降下時に低温石英に転移し、体積減少 (約 1%) の効果で伸長応力を示す結果となったと解釈される。同じザクロ石中に含まれる圧縮応力を示す石英包有結晶の成因については、変成岩の温度圧力降下に伴う retrograde path において、石英の転移曲線を横切って低温石英の安定領域に入った際に低温石英として包有されたものである可能性が考えられる。後者の場合、低温石英として取り込まれた結晶が、prograde に高温石英の安定領域に入っても、体積膨張が許されないために高温石英への転移は起こらなかったと推定される。いずれの場合でも、変成岩の上昇時に温度圧力降下に伴って、石英の転移曲線を横切ることになる。したがって、その転移の温度条件から室温までの温度変化を仮定して、ラマンシフトによって推定された残留応力を用いて Van der Molen (1981) の弾性相互作用モデルにより、包有された時点の圧力条件を推定することができる。その結果は試料の採取地点によらず、0.35 ~ 0.50 GPa となり、Maki et al(2004) や Miyazaki(2004) によって推定された圧力よりはやや高いが、Maki et al(2009) が本地域から記載した石灰珪質グラニュライトの圧力条件よりは低いことが分かった。

キーワード: ザクロ石, 石英, 残留応力, 高温変成帯, ラマン分光法, 弾性相互作用

Keywords: garnet, quartz, residual pressure, high T metamorphic terrane, Raman micro-spectroscopy, elastic interaction

SMP046-06

会場:201B

時間:5月27日 09:45-10:00

高圧及び高温型変成泥岩の岩石組織の明瞭な違い

Distinct difference of metamorphic texture between high P/T and low P/T metapelites

宮崎 一博^{1*}

Kazuhiro Miyazaki^{1*}

¹ 産総研 地質情報研究部門

¹ GSJ AIST

変形と反応の局在化は地殻内部における変成帯のマクロな構造形成に大きな影響を及ぼすと予想される。今回、高圧型(三波川)及び高温型(領家)変成泥岩の岩石組織について調べ、変形と反応の進行に伴う構造形成について議論したので報告する。

高圧型及び高温型変成泥岩の片理に垂直な EPMA 面分析結果を比較すると、両者の構造は著しく異なる。高圧型変成泥岩では、変成分化及び鉱物粒子の粗粒化が高温型変成泥岩に比べ顕著である。即ち、高圧型変成泥岩では、石英に富む層ないしレンズが片理にほぼ平行に発達するのに対し、高温型変成泥岩では、石英と Al を含む鉱物が入り組んだモザイク状の構造が認められる。ただし、部分溶融した可能性のある高温型変成泥岩のミグマタイトは例外である。鉱物粒子の粗粒化は斜長石で顕著である。高圧型変成泥岩中の斜長石平均粒径は低温部から高温部へ 1 桁以上増大する。500

程度の変成温度で比較した場合、高圧型変成泥岩中の斜長石平均粒径は、高温型変成泥岩中のものに比べ約 1 桁大きい。一方、高温型変成泥岩中の斜長石平均粒径は低温部から高温部へあまり増加しない。ただし、ざくろ石・堇青石帯ミグマタイトの斜長石は著しく粗粒である。

高圧型変成泥岩中の石英に富む層ないしレンズは片理にほぼ平行に発達することから、その形成には変形が重要な役割を果たしていたと予想される。これを確かめるために、不混和 2 相系粘性流体の変形シミュレーションを行った。粘性率に差がない 2 相系では、変形の進行に伴いモザイク構造の粗粒化が進行し、最終的には 2 相が層状に繰り返す多層構造や剪断方向に引き延ばされたモザイク構造が生じた。一方、粘性率に差がある場合、低粘性相の枝分かれした層ないしレンズが形成された。このような構造は粘性率のコントラストがある 2 相系に特徴であり、低粘性相に変形が集中することで形成される。

上述の結果より、高圧型変成泥岩の石英に富む層ないしレンズの形成では、石英卓越ドメインへの変形集中が重要な役割を果たしている可能性が示唆される。一方、高圧型変成泥岩における鉱物粒子の粗粒化は、変形に伴う同種鉱物の凝集と拡散反応による鉱物粒子の溶解・析出が重要である。石英に対する水の濡れ角が高圧下では小さくなることを考慮すると、石英に富む層やレンズでは流体相のネットワークが形成され、拡散による物質移動が促進されると予想される。このように高圧型変成泥岩では、変形の進行に伴う構造変化により変形と反応がさらに加速するポジティブフィードバックが達成されている可能性がある。

キーワード: 変成岩, 岩石組織

Keywords: metamorphic rock, metamorphic texture

SMP046-07

会場:201B

時間:5月27日 10:00-10:15

不均質核形成、オスワルドの段階則とポッツモデル：シリカ鉱物析出メカニズムに対する考察

Heterogeneous nucleation, Ostwald step rule and Potts model: Implications for precipitation of silica polymorphs

岡本 敦^{1*}

Atsushi Okamoto^{1*}

¹ 東北大学大学院環境科学研究科

¹ Tohoku University

The rock-forming minerals include several polymorphic minerals such as aluminosilicates, serpentine, carbonates, carbon, and silica. These minerals have been used as indicators of P-T condition and/or fluid compositions, when they formed. It is also well known that metastable phases commonly appear especially during fluid-rock interaction, including aragonite in carbonate sinters, and opals in silica sinters. Okamoto et al. (2010) found that the dominant silica minerals precipitated from aqueous solutions in order of amorphous silica, cristobalite to quartz, and that quartz is dominant in the solutions including minor Al and Na. The formation of less stable phase prior to the most stable phase is called as the Ostwald step rule. The phenomena following the Ostwald step rule is explained by relative differences in growth rate among the polymorphic minerals in the presence of seeds of all phases, but nucleation of these seeds should be considered. In this study, heterogeneous nucleation and the effects of impurity are investigated by a simple microscopic model, Potts model, in Monte Carlo simulation.

In the Potts model, each spin (molecule) in a lattice has one of q states (phases). Each lattice site i has a spin s_i taking values in the range of 1 to q , and the energy of a configuration s is given by the Hamiltonian, $H = - [J]_{s_i, s_j} - [h_a M_a]_a$ (eq. 1), where M_a is the number of spins of the spin type a . The first term is the sum of nearest-neighbor pairs of spins with the symmetric interaction energy (surface energy), and the second term describes the effect of external fields h_a acting on spin type a (bulk free energy). To evolve the system, we employed discrete-time Metropolis dynamics. Here, we consider spins of four states (1-4) in a 30×30 square lattice in two dimensions and periodic boundary conditions. We set $T = 0.80$, and impose the external fields as $h_a = 0.1 \times (a - 1)$, indicating that state 4 is the most stable. When we set the diagonal elements of the interaction matrix to unity and the other elements to zero, any metastable phase does not appear. The sequential nucleation of metastable phases following the Ostwald step rule is realized when we introduce a non-diagonal interaction, $J_{a, a+/-1} = F1 > 0$ (attractive), between neighboring phases, and all other non-diagonal interactions have $J_{a, b} = F2 < 0$ (repulsive) (Sanders et al. 2007). The successive nucleation of metastable phases in order of 1, 2, 3 and 4 appears with $F1 = 0.1$ and $F2 = -1.0$. We also find that phase i nucleated in phase $i-1$. This result is qualitatively same to the occurrences of the silica minerals in the pure Si solution of Okamoto et al. (2010): homogeneous nucleation of opal-A from the solution, heterogeneous nucleation of opal-C upon opal-A and that of quartz on opal-C. A new phase preferentially nucleates on the next-less-stable phases, as they are probably more structurally similar to new phase than are other phases.

The effect of impurities was introduced as $-[J_{pa}]$, that is the interaction between the impurity, p , and spin a into equation 1 following Sear (2005). To consider the case of silica, we propose that an interaction between phase 4 and an impurity equals 1, and that interactions between other states and an impurity are zero. The simulation results reveal that the evolution of the system varies with increasing number of impurities. When the number of impurities is small, nucleation of the most stable phases occurs via the formation of metastable phases. In contrast, with a larger amount of impurity, phase 4 is able to nucleate directly. The direct nucleation of quartz in the solution with small amounts of impurities (Okamoto et al. 2010) indicates the strong interaction between quartz and these cations.

References:

Okamoto A. et al. (2010) *Geochim Cosmochim Acta*, 74, 3692-3706.

Sanders DP. (2007) *Phys Rev B*, 75, 132101.

Sear PS (2005) *J. Phys. Condens. Matter* 17, 3997-4004.

キーワード: 多形鉱物, オスワルドの段階則, 不均質核形成, ポッツモデル

Keywords: polymorphic minerals, Ostwald step rule, heterogeneous nucleation, Potts model

SMP046-08

会場:201B

時間:5月27日 10:15-10:30

領家変成帯青山高原地域における角閃岩相高温部でのジルコンの挙動 Zircon behavior in the upper amphibolite facies metamorphic rocks from the Aoyama area, Ryoke metamorphic belt, SW Japan

山口 勇央¹, 河上 哲生^{1*}, 横山隆臣¹, 柴田 知之¹, 平田 岳史¹

Isao Yamaguchi¹, Tetsuo Kawakami^{1*}, Yokoyama D. Takaomi¹, Tomoyuki Shibata¹, Takafumi Hirata¹

¹ 京都大学大学院理学研究科

¹ Kyoto University

Recent researches on zircon behavior showed that zircon can crystallize at various stages of metamorphism. In order to interpret the results of the U-Pb zircon dating, it is essential to understand how zircon behaves and responds to the metamorphic processes (Harley et al. 2007). However, zircon-forming, zircon-consuming and zircon-modifying reactions are controlled by the whole-rock composition, pressure-temperature conditions, and fluid-melt-rock interactions. This complexity leaves zircon behavior in metamorphic rocks still unraveled. This research aims to describe the mode of occurrence of zircon in the upper amphibolite facies metamorphic rocks exposed in the western part of the Aoyama area (west of the Kachiji fault), Ryoke metamorphic belt, SW Japan (Yamaguchi and Kawakami, 2008), and to understand the behavior of zircon during the high-temperature metamorphism.

In the Aoyama area, upper amphibolite facies pelitic schists and pelitic-psammitic migmatites are widely exposed and the metamorphic grade increases from the north to the south (Takahashi & Nishioka, 1994; Kawakami, 2001). The metamorphic conditions of the study area estimated by the geothermobarometry were about 610 °C, 3 kbar in the north and about 715 °C, 6 kbar in the south. Kawakami and Suzuki (2008) reported the CHIME monazite age of the Ao granite that is intruded to the south of the Aoyama area to be 79.8±3.9 Ma.

Eighteen pelitic-psammitic metamorphic rock samples from the study area were examined under SEM-EDS and about 250 grains of zircon were described in detail. As a result, at the north of the study area, zircon grains larger than 20 µm in diameter were abundant than in the south.

In order to confirm whether this trend is controlled by the whole-rock Zr composition or not, the remaining half of the chips that was used for the thin section preparation were powdered and analyzed by the XRF analysis. As a result, most of the whole-rock Zr was resided in the zircon grains larger than 20 µm in the north, whereas zircon grains larger than 20 µm occupied only 20-30 % of the whole-rock Zr in the south.

Based on the result above, a hypothesis is made that most of the coarse-grained zircon in the north larger than 20 µm would be detrital. In contrast, at the south, zircon is likely dissolved and may have newly nucleated during the metamorphism, so that Zr may be resided in zircon smaller than 20 µm and in other minerals.

In order to check this hypothesis, zircon U-Pb dating by LA-ICPMS was carried out. As a result, zircons (> 20 µm) in the north showed the Proterozoic to the Jurassic discordant ages both in the core and the rim. These ages would represent detrital ones. On the other hand, zircon grains in the south showed the Cretaceous discordant ages. This may represent the partial resetting of the old, detrital zircons during the Cretaceous or the Tertiary time. Therefore, it is likely that in the study area, detrital zircon grains including coarse ones dissolved and partially reset during the Ryoke metamorphism and/or during the contact metamorphism by the Ao granite and the Kabuto granodiorite intrusions postdating the Ryoke metamorphism. To confirm that new zircon grains nucleated in the south of the study area during the Ryoke metamorphism or not, the dating of tiny grains and thin overgrowths of zircon and check of the REE patterns of them are important.

キーワード: 高温変成岩, ジルコン, U-Pb 年代, レーザーアブレーション ICPMS, ジルコニウム, 領家変成帯

Keywords: high-temperature metamorphism, zircon, U-Pb dating, laser ablation ICPMS, zirconium, Ryoke metamorphic belt

SMP046-09

会場:201B

時間:5月27日 10:45-11:00

関東山地長瀬地域の三波川変成岩中のザクロ石の不均質な産状について Heterogeneous distribution of garnet in the Sanbagawa metamorphic rocks in Kanto Mountains

乾 睦子^{1*}, 羽鳥 康介¹, 花垣 洋司¹, 羽立 龍太¹

Mutsuko Inui^{1*}, Kosuke Hatori¹, Youji Hanagaki¹, Ryota Hadachi¹

¹ 国土館大学理工学部

¹ Kokushikan University

Occurrence of garnet in the Sanbagawa metamorphic rocks from Nagatoro area, Kanto Mountains, east Japan, was investigated in detail.

Garnet have been known to occur in the Nagatoro-area pelitic rocks, which contributed to the definition of the metamorphic zonation in the area. The occurrence, or texture, of the garnet grains have, however, not been described in detail. Textural observation of garnet is becoming more and more important, since garnet grains with different texture has now been reported from the Sanbagawa metamorphic rocks in Shikoku.

In this study, pelitic samples were taken from the high-grade zone area in the Sanbagawa belt exposed in the Kanto Mountains. Most garnet grains found in the pelitic schists were smaller than 0.1 mm in diameter, and were either included in the albite porphyroblasts (referred as albite-spot, hereafter) or among muscovite grains. The heterogeneous distribution is similar to the type-B garnet found in Shikoku (Inui, 2010). The average size of the albite-spot seemed to be larger in samples with garnet than in those without garnet. The shape of the garnet grains included in the albite-spots were mostly euhedral, whereas about half of the garnet grains within muscovite layers had round shape. Many of the rounded grains had aspect ratios larger than 2. Such grains often accompanied chlorite "tails" at their either end, which suggests that the grains have been resorbed after their euhedral growth. The overall texture suggests that the euhedral garnet grains in albite-spots are perfectly preserved, on the other hand, the long and round grains among muscovites are partly preserved. It is likely that garnet grains formed in the other parts of the rocks are mostly resorbed and are lost. It infers mechanism that resulted in the heterogeneous distribution of the garnet in the schists. The correlation of the size of garnet grains and the distance to its nearest neighbor suggested that the initial garnet growth was controlled by the velocity of material transfer in the rocks.

The heterogeneously distributed garnet grains in the Nagatoro area were compared to the similar garnet in the Asemigawa River area and the origin of the garnet will be discussed.

Inui, M. (2010) Two types of garnet in Sanbagawa pelitic schists along Asemigawa River, central Shikoku Journal of Mineralogical and Petrological Sciences, 105, 274-279.

キーワード: ザクロ石, 関東山地, 長瀬, 粒径分布, 不均質分布

Keywords: garnet, Kanto Mountains, Nagatoro, grain size distribution, heterogeneous distribution

SMP046-10

会場:201B

時間:5月27日 11:00-11:15

High-Mg cores of the garnets in the Sambagawa pelitic schists from the Besshi district, central Shikoku, Japan

High-Mg cores of the garnets in the Sambagawa pelitic schists from the Besshi district, central Shikoku, Japan

Kabir Md Fazle^{1*}, Takasu Akira¹

Kabir Md Fazle^{1*}, Takasu Akira¹

¹Shimane University

¹Shimane University

Pelitic schists adjacent to the Seba metagabbro consist mainly of garnet, phengite, epidote and quartz with small amounts of amphiboles (Na-Ca and Ca-amphibole), albite, chlorite, biotite and carbonaceous matter. Rutile, titanite, ilmenite, calcite, paragonite, hematite and zircon are occasionally present as accessory minerals. A schistosity is defined by preferred orientation of coarse-grained phengite (3.5 mm).

Garnets in the pelitic schists occur as euhedral to subhedral grains up to 3 mm across. The garnets are optically zoned, from pale red-colored cores to colorless rims. The garnets have almandine-rich composition ($X_{Alm}=0.50-0.60$) with variable amounts of the grossular ($X_{Grs}=0.18-0.31$) and pyrope ($X_{Prp}=0.08-0.24$) components. Two zones (almandine-pyrope rich core and almandine rich rim) were identified based on chemical composition. The cores are abundance of rich in pyrope, decreasing toward the core-rim boundary ($X_{Prp}=0.24-0.18$) and they show antithetic zoning of X_{Alm} (0.50-0.56). The boundary between the core and the rim shows a sharp chemical discontinuity. In the rim, X_{Alm} (0.56-0.58) and X_{Prp} (0.09-0.13) increase, X_{Sps} (0.02-0.01) decreases, and X_{Grs} (0.29-0.31-0.28) increases and then decreases slightly. The garnets contain inclusions of epidote, Ca-amphibole (Mg-hornblende), phengite ($Si=6.53-7.27$ pfu), paragonite, albite (An 0-3), chlorite, calcite, ilmenite, rutile, titanite and zircon. The garnets also contain polyphase inclusions of Mg-hornblende+paragonite+quartz; epidote+paragonite; epidote+paragonite+quartz and epidote+albite. Garnets are partly replaced by aggregates of amphibole (Mg-hornblende), phengite ($Si=6.47-6.52$ pfu), epidote and albite (An 0-3) and symplectites of Ca-amphibole (Mg-hornblende) and albite (An 0-5) with rare quartz. The margins of the garnets are occasionally replaced by chlorite, phengite and biotite, or by biotite and calcite aggregates.

Amphiboles occur in the matrix as subhedral to anhedral prismatic grains up to 2 mm long. Some amphiboles in the matrix are zoned from winchite, barrosite cores to Mg-hornblende rims.

According to the petrography and chemical compositions of the minerals the pelitic schists are adjacent to the Seba metagabbro mass probably suffered high-pressure metamorphic condition. The chemical discontinuity between the core and the rim of the garnets is formed in the different metamorphic conditions for the core and the rim. Similar zoning of garnets have been reported by Higashino and Takasu (1982), Takasu (1984) and Nomizo (1992) from the Besshi district. Takasu (1984) reported similar garnet from the Seba metagabbro mass, the core of garnet undergone an eclogite facies metamorphism at higher temperature conditions (720-750 C, 12-24 kbar) and the rim together with the surrounding Seba eclogitic basic schists (610-650 C, 7-24 kbar).

Reference:

Higashino, T and Takasu, A., 1982, Journal of Japan Association of Mineralogy, Petrology and Economic Geology. 77, 362-367. Takasu, A, 1984, Journal of Petrology. 25, 619-643. Nomizo, A, 1992, Journal of Geological Society of Japan. 98, 49-52.

*Corresponding author: fazlekabir@gmail.com

キーワード: pelitic schist, high-Mg garnet, Sebadani, Sambagawa

Keywords: pelitic schist, high-Mg garnet, Sebadani, Sambagawa

SMP046-11

会場:201B

時間:5月27日 11:15-11:30

沈み込み帯の温度構造と変成岩：三波川泥質岩の例

Metamorphism and thermal structure of subduction zone: a case study on the Sanbagawa pelitic rock

大森 聡一^{1*}, 青木 一勝²

Soichi Omori^{1*}, Kazumasa Aoki²

¹ 東京工業大学地球惑星科学専攻, ² 東京大学広域科学専攻

¹Earth & Planetary Sciences, Tokyo Tech., ²The University of Tokyo

The thermal structure of the present subduction zones has been a focus of geophysical studies regarding the origin of arc magma, transportation of volatile component such as H₂O and CO₂ into the deep mantle, and origin of the subduction zone earthquakes. Many studies employing numerical modeling have been done for the aim estimating the thermal structure of the subduction zone. The results contributed semi-quantitative understanding of the thermal structure of the subduction zone, however, diversity of the results among the models is not negligible to be applied to the natural system.

It has also been one of the motivations of metamorphic geology that analysis of prograde metamorphism of a suite of metamorphic rocks in a metamorphic belt yields information of the subduction geotherm. Recent advance in decoding metamorphic P-T condition enabled revealing true peak P-T condition and prograde P-T path excluding extensive retrograde hydration. Therefore, now, we can discuss the subduction geotherm of past subduction zone in a context of metamorphic geology.

In this presentation, we review nature of the thermal structure in the subduction zone, and prograde- and progressive-metamorphism, at first. Then a case study on the Sanbagawa pelitic rock is demonstrated with implications to the mantle-wedge dynamics and the material transportation.

キーワード: 沈み込み帯, 温度構造, 変成岩, 変成岩の上昇

Keywords: subduction zone, thermal structure, metamorphic rock, exhumation

SMP046-12

会場:201B

時間:5月27日 11:30-11:45

四国三波川帯のエクストルージョナルウェッジを切る大規模アウトオブシークエンススラストおよびデュプレックス

Wedge extrusion followed by major out of sequence thrusting accompanying duplexing, the high P/T Sambagawa blue schist

遅沢 壮一^{1*}

Soichi Osozawa^{1*}

¹ 東北大学理学研究科地学専攻

¹ Tohoku University

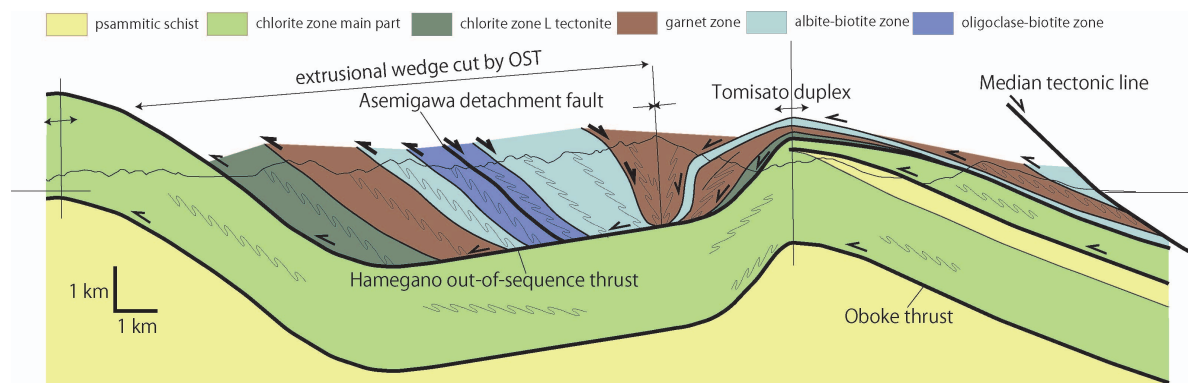
カラー地質図出版のための、地元博物館、市役所、役場など、スポンサーを募集しております。500部 20万円程度でできます。

新居浜大生院?大歩危地域まで、三波川帯高度変成岩分布域を中心に、広範囲の構造地質学的地質調査を行い、2万5千分の1地質図を作成した。東野(1990)が三波川帯のベースマップになっているが、それ以来の大改訂である。マッピングの結果、変成岩のエクスヒューメーションに関する、つまりD2の、これまで知られていなかった大構造を明らかにすることができた。

既に Osozawa and Pavlis (2007) で報告したように、初生的には、D2 エクストルージョナルウェッジで、三波川帯高度変成岩はエクスヒュームしている。中軸に汗見川デタッチメント断層があり、それを境に北には正断層群、南には逆断層群が発達し、これは新居浜、別子地域まで、エクログャイトを中軸にして、汗見川から、そのまま追跡される。ところが、東の高知自動車道路が通過する立川には連続しない。従来は向斜で説明されていたが、この不連続は、蛇野(はめがの)アウトオブシークエンス低角逆断層(OST)で高度変成岩、またエクストルージョナルウェッジが切断されているからである。向斜はOST上盤には発達するが、下盤では不明瞭で、互いに構造的に不調和である。OSTは緑泥石帯を2分した位置を通過する。上盤の緑泥石帯は多色片岩からなる典型的なLテクトナイトで、非常に明瞭な鍵層である。下盤の泥質片岩のD2褶曲はOSTの運動により破壊されていて、これも一種の鍵層をなしている。従来の別子ユニットは蛇野OSTで2分される。また、エクログャイトを含めて、高度変成岩は根無しである。なお、以上からも、Mori and Wallis (2010) でも指摘されている横臥褶曲は不存在であり、結果的に、青矢ほか(2009)を含めて、彼らの構造区分も成り立たない。

OST上盤にはある向斜について、両翼の岩相と構造は全く対応しない。エクストルージョナルウェッジは南翼のみにみられる。北翼には、構造的最低位の大歩危砂質片岩も参加する大歩危背斜がある。なお、砂質片岩は本体より構造的上位に、背斜の北翼のみだが、発達している。OST上盤の大歩危背斜には、オリゴクレス帯以外の高度変成岩ユニットが参加するデュプレックスをなしている。

三波川帯はまず、中央構造線沿いに、南へのウェッジエクストルージョンでエクスヒュームを開始したが、直ちにウェッジはOSTで切断され、上盤のこれら移動岩体は大歩危背斜でスタックし、デュプレックスをなして、最終的にエクスヒューム・定置した。



キーワード: 四国三波川帯, エクストルージョナルウェッジ, アウトオブシークエンススラスト, デュプレックス, エクスヒューメーション, D2

Keywords: Sambagawa high P/T zone, extrusional wedge, out-of-sequence thrust, duplex, exhumation, D2

SMP046-13

会場:201B

時間:5月27日 11:45-12:00

北海道旭川市西方に分布する神居古潭変成岩のテクトニクス

Tectonics of the Kamuikotan metamorphic rocks distributed in the western part of Asahikawa-city, Hokkaido, Japan

岡本 あゆみ^{1*}, 竹下 徹¹

Ayumi Okamoto^{1*}, Toru Takeshita¹

¹ 北海道大学大学院理学院自然史科学専攻

¹hokkaido University

北海道中央部には、中生代白亜紀のユーラシア大陸とその縁辺に沈み込む海洋プレートとの収束境界で発達した空知エゾ帯に属する変成岩が露出しており、神居古潭（カムイコタン）変成岩と呼ばれている。また、神居古潭変成岩は典型的な high-P/T 型変成岩として知られている。ここで、P は圧力、T は温度を示す。本研究は、温度-圧力履歴や鉱物組み合わせが神居古潭変成帯中で特異であるとされる、旭川市西方の神居古潭峡谷地域西部を対象とし、野外調査、鉱物化学組成分析、全岩化学組成分析を行い、構造地質学および岩石学的手法により神居古潭変成岩のテクトニクスを解析した。その結果、野外調査より、当地域の原岩層序が玄武岩質岩、石灰岩、チャートおよび泥質岩の典型的な付加体層序から構成され、それがスラストにより繰り返されていることが明らかとなった。また、褶曲の重複関係等に基づき D1（主要な片理の形成）、D2（東フェルゲンツの折りたたみ褶曲の形成）および D3（クレニユレーション劈開の形成）の変形ステージが明らかとなった（括弧内には各ステージにおける特徴的な構造形成を示す）。さらに、Na 角閃石が残晶としてアクチノ閃石に取り込まれて存在する苦鉄質片岩について、藍閃石片岩相から緑色片岩相へと重複変成作用を受け（合地、1983）、地表に上昇・冷却されるまでの間の P-T 履歴の解析を行った。まず、シュードセクションを用いて観察される鉱物組み合わせ（アクチノ閃石、緑泥石、緑簾石、スフェーン、Na 角閃石、パンペリー石、斜長石、石英）となりうる温度および圧力を制約した。その結果、緑色片岩相について、斜長石、緑簾石およびパンペリー石の鉱物の共生関係より、280 ~ 295 °C、3.6 ~ 4.5 kbar または 275 ~ 300 °C、3.4 ~ 4.7 kbar のパンペリー石-緑簾石の反応直線上の温度圧力条件が推定された（両者の違いは用いた角閃石の熱力学モデルの違いによる）。また、パンペリー石と共生関係にある緑簾石ピースサイト成分（0.27 ~ 0.31）を用いて、Nakajima et al. (1976) より緑簾石の形成温度を求めた所、296 ~ 315 °C の温度範囲が推定された。同様に、石英脈中の石英と共存する緑泥石の組成を用いて、Inoue et al. (2009) の緑泥石温度計より緑泥石の形成温度を求めた所、すべての測定値が Fe²⁺であるとした場合 121 ~ 249 °C、緑泥石の理想から見積もった Fe³⁺を考慮する（Vidal et al., 2005）と、109 ~ 220 °C の温度範囲が推定された。さらに、緑泥石温度計に用いた緑泥石と共存する石英中の流体包有物の充填温度、101 ~ 138 °C に基づきアイソコアを見積もった。これらの結果を統合し、当地域の苦鉄質片岩がたどった P-T 履歴の解析をした所、藍閃石片岩相（P=7 kbar, T=250 °C, Sakakibara and Ota, 1994）から緑簾石-パンペリー石の反応直線（上記）に接するか、または通過するように温度が増加し圧力が減少し、その後石英脈が脆性・塑性転移の条件で変形していることを考慮すると約 300 °C、2.5 kbar の条件で流体包有物のアイソコアに等温減圧により接し、さらに緑泥石の形成温度範囲に入り上昇・冷却することが明らかとなった。また、現段階では推察の域を出ないが、藍閃石片岩相から緑色片岩相（おそらく D1 および D2 ステージにそれぞれ対応）への変成岩上昇時の温度上昇は、D2 ステージに大量の流体が浸透してきたことによると現段階では推察される。

SMP046-14

会場:201B

時間:5月27日 12:00-12:15

A clockwise P-T path deduced from metapelites and aluminosilicates-bearing veins from the Tseel terrane, SW Mongolia

A clockwise P-T path deduced from metapelites and aluminosilicates-bearing veins from the Tseel terrane, SW Mongolia

ulziiburen burenjargal^{1*}, 岡本 敦¹, 土屋 範芳¹
burenjargal ulziiburen^{1*}, Atsushi Okamoto¹, Noriyoshi Tsuchiya¹

¹Tohoku University

¹Tohoku University

The Tseel terrane of the Central Asian Orogenic Belt, SW Mongolia, contains a record of amphibolite-facies (locally granulite-facies) metamorphism related to several igneous activities. In the central part of the Tseel area, the andalusite (And) + sillimanite (Sil) + kyanite (Ky)-bearing quartz veins occur, whereas only sillimanite occurs in host pelitic gneisses, that contain garnet + biotite + plagioclase + quartz. Textural relations indicate that aluminosilicate polymorphs formed in the order of And-Ky-Sil. Garnet in a sample of gneiss collected from near an aluminosilicates-bearing quartz vein shows compositional zoning, characterized by decreases in Ca and Mn from core to rim, and increases in Fe and Mg, along with minor retrograde zoning at the outermost rim.

We calculate P-T conditions by garnet-biotite geothermometry and garnet-biotite-plagioclase geobarometry based on compositional zoning in garnet, assuming constant compositions for biotite and plagioclase, to roughly constrain the P-T path during garnet growth. This approach is based on the following assumptions: (1) biotite, plagioclase and quartz coexisted with garnet; (2) the compositional ranges of biotite and plagioclase during garnet growth were retained in the thin section; and (3) intracrystalline diffusion was negligible within the crystals. For individual samples, we selected the biotite compositions with highest and lowest Mg/Fe²⁺ ratio and plagioclase compositions with anorthite content, X_{An} . The P-T estimates along the garnet zoning is carried out for four cases as follows: (1) highest X_{An} , highest Mg/Fe²⁺Bt; (2) highest X_{An} , lowest Mg/Fe²⁺Bt; (3) lowest X_{An} , highest Mg/Fe²⁺Bt; and (4) lowest X_{An} , lowest Mg/Fe²⁺Bt.

We obtained the decompression P-T path from the kyanite stability field (530-570 C and 6.0-9.6 kbar) to the sillimanite stability field (590-620 C and 2-6 kbar), with slight increase in temperature. Although garnet does not record the P-T conditions at the burial stage, the occurrence of aluminosilicates indicates the change from the andalusite stability field to kyanite stability field. These observations suggest that the metamorphic rocks in the Tseel terrane experienced a clockwise P-T path, although the peak pressure remains unknown.

Microthermometry was based on analyses of fluid inclusions in quartz in an aluminosilicates-bearing quartz vein collected from the locality of sample 0701c. Heating and cooling experiments were performed for the primary inclusions within quartz to measure the homogenization (Th) and ice melting (Tim) temperatures. The values of Th are scattered over the range 110-240 C, with most between 160 and 200 C (mean value, 171 +/- 28 (1 σ) C). The values of Tim range from 74.0 to 79.6 C, with a mean value of 76.8 +/- 1.3 (1 σ) C, corresponding to salinity of 10.2 +/- 1.6 wt.% NaCl equivalent. Microthermometric analyses of fluid inclusions reveal that the aluminosilicates-bearing quartz veins formed in the kyanite stability field (530-600 C and 6.0-8.5 kbar). Abundant fluid supply along fractures would have enhanced the formation of coarse-grained kyanite in quartz veins.

The P-T path during the exhumation in the Tseel area cannot be explained by subduction of old slab, but is well consistent with the geothermal gradient along the interface between the slab and the arc crust just after the ridge subduction (after c. 1 Myr). The intrusion of granitoids and mafic dikes and high temperature metamorphism of the Tseel terrane would be caused by the subduction of young oceanic lithosphere during the evolution of CAO in the Devonian ages.

キーワード: Tseel terrane, aluminosilicates, garnet, clockwise P-T path, ridge subduction

Keywords: Tseel terrane, aluminosilicates, garnet, clockwise P-T path, ridge subduction

SMP046-15

会場:201B

時間:5月27日 12:15-12:30

Multi-events metamorphism of the eclogites in the Lake Zone, southwest Mongolia Multi-events metamorphism of the eclogites in the Lake Zone, southwest Mongolia

Javkhlan Otgonkhuu^{1*}, Akira Takasu¹, Dash Bat-ulzii², Gerel Ochir²
Javkhlan Otgonkhuu^{1*}, Akira Takasu¹, Dash Bat-ulzii², Gerel Ochir²

¹Shimane Univ., ²Mongolian Univ. of Sci. and Tech.

¹Shimane Univ., ²Mongolian Univ. of Sci. and Tech.

Early Cambrian eclogites have been described from the Chandman district in the Lake Zone, southwest Mongolia (Hanzl and Aichler, 2006; Takasu et al., 2008; Stipska et al., 2010). The Alag Khadny metamorphic complex consisting of metamorphic rocks and ultramafic bodies is exposed for about 10 km across and 4 km wide, and it occurs between the ophiolite complex and migmatized metamorphic rocks in the Lake Zone. Several lenticular-shaped bodies of eclogites and amphibolites (max. 2 km x 0.8 km) occur in the matrix of orthogneisses and minor pelitic gneisses.

Eclogites consist mainly of garnet, omphacite (Jd < 46 %), and amphibole with subordinate amounts of epidote, phengite, paragonite, plagioclase, biotite, K-feldspar, rutile, titanite, quartz, calcite, hematite, ilmenite and zircon. The eclogites experienced three metamorphic events i.e. the precursor metamorphic event (M1) of HT-amphibolite facies; HP metamorphism (M2) of the eclogite facies; and HP-metamorphism (M3) of the epidote-amphibolite facies.

Garnets occur as porphyroblast and they show a prograde zoning. The core of the garnets contain polyphase and single grain inclusions of high TiO₂ (up to 1.32%) taramite, taramite+quartz, Fe-pargasite, tschermakite, plagioclase (An<19)+biotite+epidote. Those inclusions indicate relatively high-temperature metamorphism of amphibolites facies conditions (M1).

The prograde stage of the first HP metamorphic event (M2) is characterized by polyphase and single grain inclusions in the garnets such as barroisite+taramite+epidote+quartz, barroisite+Mg/Fe-hornblende+quartz, plagioclase (An=3-5)+epidote, chlorite, calcite, and rutile. The peak eclogite facies conditions of 560-680 C and 22-25 kbar (Ravna, 2000; Ravna and Terry, 2004) estimated by the compositions of garnet+omphacite (Jd<46)+phengite (Si=6.58-7.11) assemblage. The retrograde stage of eclogite facies is characterized by symplectite of sodic plagioclase (An=1-11)+amphibole and/or Na-poor clinopyroxene (Jd=2-25). These mineral assemblages give 450-560 C and 4-11 kbar (Holland and Blundy, 1994; Holland, 1983).

The second HP metamorphism of the epidote amphibolites facies (M3) is characterized by prograde zoned amphiboles with winchite, actinolite, tremolite core and barroisite rim. They contain inclusions of garnet, omphacite and symplectite of clinopyroxene+sodic plagioclase suggesting that the amphiboles crystallized after the M2 metamorphism. The cores of the amphiboles indicate 300-400 C and 3-8 kbar, whereas the rims indicate >400-600 C and 3-12 kbar (Otsuki and Banno, 1990). Taramite/tschermakite outermost rim is occasionally developed.

Reference:

- Hanzl, P. and Aichler, J., (2007) Pracha, Czech Geological Survey
Holland, T., 1983 Contributions to Mineralogy and Petrology, 82, 214-220;
Holland, T.J.B and Blundy, J.D., 1994. Contributions to Mineralogy and Petrology, 116, 433-447.
Otsuki, M. and Banno, S., 1990 Journal of Metamorphic Geology., 8, 425-439
Ravna, E.J.K., 2000. Journal of Metamorphic Geology, 18, 211-219
Ravna E.J.K and Terry, M.P., 2004. Journal of Metamorphic Geology, 22, 579-592
Stipska, P. et al., 2010. Journal of Metamorphic Geology, 1-19.
Takasu, A. et al., 2008 Abstract of the 115th Annual Meeting of the Geological Society of Japan. 246p. (in Japanese)

キーワード: eclogite, Alag Khadny metamorphic complex, Lake Zone, Mongolia

Keywords: eclogite, Alag Khadny metamorphic complex, Lake Zone, Mongolia

SMP046-16

会場:201B

時間:5月27日 12:30-12:45

Deformation of Lake Shorelines and Mid Crustal Flow in Tibet Deformation of Lake Shorelines and Mid Crustal Flow in Tibet

Wallis Simon^{1*}, 小澤 和浩¹, 森 宏¹, 鷺谷 威², 中村 俊夫³

Simon Wallis^{1*}, Kazuhiro Ozawa¹, Hiroshi Mori¹, Takeshi Sagiya², Toshio Nakamura³

¹ 名大・環・地球惑星科学教室, ² 名大・環・地震火山防災研究センター, ³ 名大・年大測定総合研究センター

¹Earth & Planetary Sciences, Nagoya Uni., ²Geodynamics Group, Nagoya Uni., ³Center Chronological Research, Nagoya U.

The mid crust beneath Tibet is generally thought to be highly mobile low viscosity material. A low viscosity layer of mid crustal material can account for the relatively flat nature of the high plateau?high elevation but low relief?and injection of mid crust into low lying regions around the Tibetan Plateau is thought to be one of the main processes involved in the expansion of the Plateau. Mechanical modeling shows that many of the first order features of the Tibetan Topography can be explained by the presence of a mid crust with a viscosity of 10^{19} Pa s or less. However, there has been no independent quantitative estimate of the effective viscosity of the mid crust. Lake shorelines offer a way to achieve this.

Despite its low rainfall, Tibet contains a large number of lakes due to the lack of water outlets from the central plateau. Many of these lakes are surrounded by well-preserved paleo shorelines. The presence of these shorelines shows that the lakes were once much larger than they are now. One of the largest lakes in Tibet is Lake Nam Co, which lies 150 km to the north of Lhasa. This lake shows good development of plaeo-shorelines and is of a suitable size to investigate properties of the mid crust. When there is a drop in the water level of a lake, it reduces the weight on the underlying crust and resulting in a buoyancy force that tends to uplift the substrate. The maximum uplift possible is determined by the ratio of the densities of water to rock: approximately 1 m of uplift for every 3 m decrease in the water level. The reason for the uplift is the inflow of mobile rock at depth. Re-equilibration will not be instantaneous?it will take time for crustal flow to occur. The time scale for this crustal flow depends mainly the geometry of the lake basin and the viscosity of the crust. The geometry is well-known and viscosity can then be estimated from measurements of the amount of uplift and the time that it took for the uplift to occur. Shorelines are palaeo-horizontal markers and, therefore, any uplift can be recognized by careful measurement that reveals present day deviations from horizontal. Preliminary results of age dating and surveys of shorelines using kinematic GPS show the potential of this methodology for obtaining good first order estimates of the mid crustal viscosity.

キーワード: チベット, 湖段丘, 岩石流動, 中部地殻の粘性

Keywords: Tibet, Lake shorelines, Crustal Flow, Mid crustal viscosity

SMP046-P01

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 14:00-16:30

選択配向を有する蛇紋岩の変形実験

Deformation experiment of Serpentine with preferred orientation

浦田 義人^{1*}, 安東 淳一¹, 曾田 祐介²

Yoshito Urata^{1*}, Jun-ichi Ando¹, Yusuke Soda²

¹ 広島大学大学院理学研究科, ² 早稲田大学

¹Graduate School of Hiroshima University, ²Waseda University

はじめに： 近年の地震波の解析結果は、沈み込むプレートの近傍における蛇紋岩の存在を強く示唆している。このことから蛇紋岩は、海洋プレートの沈み込みや高圧変成岩の上昇過程に対して重要な役割を果たしていると考えられる。天然に露出している蛇紋岩は、塑性変形により面構造を発達させている事が多く、この様に面構造を有する岩石の塑性変形強度は、最大圧縮軸方向に対して面構造がどのような角度に位置しているかによって変化する (Nasseri et al., 2003)。一般的には、面構造が最大圧縮軸から $30^\circ \sim 45^\circ$ 方向に配向している場合に試料強度が最小になり、 0° および 90° の場合に最大になる。

実験： 本研究では、格子選択配向を有し面構造が発達する蛇紋岩を試料として用い、その強度に対する面構造の方位依存性を調べる為に固体圧式変形実験装置を用いた変形実験を行った。試料は、大分県佐賀関半島に分布する佐志生断層沿いに露出しているアンチゴライト蛇紋岩を用いた (現在、飛騨外縁構造帯に露出する八方超苦鉄質岩体から採取したアンチゴライト蛇紋岩に関しても実験を行っている)。これらの試料では、アンチゴライトの (001) が定向配列する事で顕著な面構造が発達しており、[010] が線構造に平行に配置している。この試料から、面構造が圧縮軸方向に対して 30° と 90° に傾斜する方向で直径 7mm、長さ 7mm の円柱をくり抜き実験試料を作成した。 30° の試料は線構造も圧縮軸方向に対して 30° 方向に向く様に加工した。変形実験は、ピストンの変位速度を $600 \mu\text{m}/\text{時}$ と一定に制御し、試料の変形に必要な荷重をモニタする定歪速度実験を行った。実験条件は、封圧約 1GPa、温度を 500 及び 550 とした。

結果： 降伏点を越え塑性変形に至る経過を確認する事が出来た。大部分の実験においては、変形の最終段階で応力降下が生じた。降伏強度と最大圧縮強度ともに、 90° の試料が 30° の試料よりも約 40 % 大きな値を持ち、また、実験条件が 500 の方が 550 の時よりも約 60 ~ 70 % 大きな値を示す。従って、アンチゴライト蛇紋岩の塑性変形挙動は、圧縮応力と面構造の方位関係に対して強い異方性を有している事が分かった。このような異方性の原因を調べる為に、光学顕微鏡と走査型電子顕微鏡を用いて回収試料の微細組織観察を行った。その結果、 30° の試料にはキンク組織が典型的に発達しており、塑性変形自体がキンク組織形成によって進行した事が分かった。即ち、降伏はキンク組織形成によるものであると考えられる。更に、キンク軸に応力集中が生じ、その部分に存在しているアンチゴライトが引張り破壊をする事で応力降下が生じた事が分かった。一方、 90° の試料ではキンク組織は観察されず、圧縮軸方向に対してほぼ垂直な面に沿って平行な割れ目が無数に発達する事が分かった。この組織は、伸長応力下でアンチゴライトが引張り破壊した事を示唆している。以上の様な変形挙動は、アンチゴライトの以下の特性によって生じると考えられる。1) アンチゴライトの塑性変形は (001) 面に平行な方向にずべる事で進行する。しかし、その変形が阻害された場合、2) (001) 面に対して平行な圧縮応力が働いている際には、面構造に対して平行な方向に開口クラックが形成し易い。また、3) 面構造に対して引張り応力が働いている際には、(001) 面に垂直な割れ目によって容易に破断する。

キーワード: アンチゴライト, 蛇紋岩, 固体圧変形実験, SEM

Keywords: Antigorite, Serpentine, Solid medium deformation experiment, SEM

SMP046-P02

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 14:00-16:30

西南日本三波川帯の前弧マントルウェッジにおける Antigorite CPO パターン Subduction related Antigorite CPO patterns from forearc mantle in the Sanbagawa belt, southwest Japan

西井 彩^{1*}, Wallis Simon¹, 水上 知行², 道林 克禎³

Aya Nishii^{1*}, Simon Wallis¹, Tomoyuki Mizukami², Katsuyoshi Michibayashi³

¹ 名古屋大学環境学研究科地球環境科学専攻, ² 金沢大学理工学域自然システム学類, ³ 静岡大学理学部地球科学科

¹Earth & Planetary Sci., Nagoya Univ., ²Nat. Sci. Tech., Kanazawa Univ., ³Instit. Geosci. Shizuoka Univ.

Antigorite (Atg) is stable throughout large parts of the wedge mantle of most subduction zones. Atg shows very strong acoustic anisotropy, and recent studies have emphasized that the crystallographic preferred orientation (CPO) of Atg should be considered as a possible cause of seismic anisotropy in convergent margins.

Only a few Atg CPO patterns have been published (Bezacier et al., 2010; Hirauchi et al., 2010; Moortele et al., 2010; Soda & Takagi, 2010). From these limited data, two main types of Atg CPO pattern can be defined: one with an a-axis parallel to the stretching direction (A-type) and the other with the b-axis parallel to the stretching direction (B-type). In this study, we report antigorite CPO patterns from the Higashiakaishi (HA) body, a sliver of forearc mantle preserved in the Sanbagawa belt of southwest Japan. These CPO patterns are a further example of the B-type antigorite patterns.

Because Atg has a low plastic yield strength, it is possible that original orientations of the Atg crystals may be affected by mechanical damage caused by production of the thin sections used for measurement. However, statistical analysis using the eigen vector method of Atg CPO in two thin sections from two distinct directions in the same sample (YZ-section perpendicular to foliation and lineation and XZ-section perpendicular to foliation and parallel to lineation) shows no significant differences. Atg CPO developed during the same phase of deformation was also stronger in the sample with a greater proportion of Atg: the opposite to that expected if Atg CPO is disturbed by sample preparation. We conclude that sample preparation by standard polishing techniques has no significant affect on the resulting CPO.

Seismic anisotropy associated with the Atg-bearing HA peridotite calculated using the combined Olivine and Atg CPO patterns requires thicknesses of 1.47-4.6 km for a time delay of 0.1 s and 5.31-11.56 km for a time delay of 1 s. The large range of possible thicknesses represents the difference between Reuss and Voigt averages.

[References] Bezacier, L. et al. 2010, EPSL; Hirauchi, K. et al. 2010, EPSL 299, 196-206; Moortele, B. et al. 2010, J. Microscopy 239, 245-248; Soda, Y. and Takagi, H. 2010, J. Structural Geology 32, 792-802.

キーワード: アンチゴライト, 結晶軸定向配列, 地震波速度異方性, 東赤石岩体

Keywords: Antigorite, CPO, seismic anisotropy, Higashi Akaishi body

SMP046-P03

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 14:00-16:30

世界最深の海洋底かんらん岩：トンガ海溝かんらん岩にみられる前弧拡大の証拠 The deepest peridotites in ocean floor: Tonga trench peridotites revealing forearc extension

新海 優里^{1*}, 道林 克禎¹, 上原 茂樹¹, 石井 輝秋²

Yuri Shinkai^{1*}, Katsuyoshi Michibayashi¹, Shigeki Uehara¹, Teruaki Ishii²

¹ 静岡大学大学院理学研究科地球科学専攻, ² 財団法人 深田地質研究所

¹Instit. Geosci. Shizuoka Univ, ²Fukada Geological Institute

The Tonga trench is one of the deepest trenches in the world. We used peridotite samples collected from dredge hauls by Boomerang Leg 8 Cruise aboard R/V Melville in 1996 at the deep landward trench slope (19°15.19S, 172°56.29W; depth 8,194-9,371m; Bloomer et al., 1996, Fall Meeting, Abstract, OG32B-01). Most of samples are remarkably fresh, indicating that tectonic erosion is active in the Tonga trench. The samples are harzburgites and show some variations in microstructure consisting of dominantly coarse (>5mm) granular texture to minor fine-grained (~0.5mm) parts. They contain high-Cr# spinels in a range between 0.5 and 0.8 with very low Ti contents, suggesting that these peridotites were derived from the Tonga forearc. Equilibrium temperatures estimated by Ca in orthopyroxene geothermometer are approximately 900-1250. Olivine fabrics are characterized by intense [100]-fiber pattern, which could be developed by transtension type of strain (Tommasi et al., 1999, EPSL, 168, 173-186). These indicate that the Tonga trench peridotites have probably been derived from the lithospheric mantle due to the forearc extension during slab rollback (Smith et al., 2001, Science, 292, 713-716).

キーワード: トンガ海溝, かんらん岩, 結晶方位定向配列, 前弧, スラプロールバック

Keywords: Tonga Trench, peridotite, crystal-preferred orientation, forearc, slab rollback

SMP046-P04

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 14:00-16:30

アンチゴライトを含む蛇紋岩マイロナイトの弾性波速度 Elastic Wave Velocities of Antigorite-Bearing Serpentine Mylonites

白杉 勇人^{1*}, 渡辺 了¹, 道林 克禎²

Yuto Shirasugi^{1*}, Tohru Watanabe¹, Katsuyoshi Michibayashi²

¹ 富山大・院・理工, ² 静岡大・理

¹University of Toyama, ²Shizuoka University

The relationships between elastic wave velocities and petrofabrics were studied in antigorite-bearing serpentinite mylonites. Rock samples with antigorite content from 40 to 80 vol.% were collected from the Happo ultramafic complex, Central Japan. Compressional and shear wave velocities were measured by the pulse transmission technique at room temperature and confining pressures of up to 180 MPa. Petrofabrics were examined by optical microscopy and SEM-EBSD. Olivine a- and c-axes are weakly oriented perpendicular to the foliation and parallel to the lineation, respectively. Antigorite b- and c- axes are distinctly oriented parallel to the lineation and perpendicular to the foliation, respectively. Samples show strong anisotropy of velocity. The compressional wave velocity is fastest in the direction parallel to the lineation, and slowest in the direction perpendicular to the foliation. The shear wave oscillating parallel to the foliation has higher velocity than that oscillating perpendicular to the foliation. As the antigorite content increases, the mean velocity decreases but both azimuthal and polarization anisotropies are enhanced. Measured velocities were compared with velocities calculated from petrofabric data by using Voigt, Reuss and VRH averaging schemes. All averaging schemes show velocity anisotropy qualitatively similar to measurements. There are large velocity differences between Voigt and Reuss averages (0.7~1.0 km/s), reflecting the strong elastic anisotropy of antigorite. Measured velocities are found between Reuss and VRH averages. We think that the relatively low velocity is due to the platy shape of antigorite grains, the well developed shape fabric and their strong elastic anisotropy. Measured velocities will be compared with calculation considering layered structures in serpentinite mylonites.

SMP046-P05

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 14:00-16:30

三波川帯角閃岩・エクロジャイトの弾性波速度と岩石組織

Elastic wave velocity and petrofabric of amphibolites and eclogite from the Sanbagawa metamorphic belt

渡辺 了¹, 小野 謙弥^{1*}, 北野 元基¹, 樋口 明良¹, 白杉 勇人¹, 道林 克禎²

Tohru Watanabe¹, kenya ono^{1*}, Motoki Kitano¹, Akiyoshi Higuchi¹, Yuto Shirasugi¹, Katsuyoshi Michibayashi²

¹ 富山大学, ² 静岡大学

¹University of Toyama, ²Shizuoka University

海洋地殻物質の加水・脱水プロセスは、沈み込み帯での水の輸送、スラブ地震の発生などでカギとなる役割を果たしている。地震学的観測によってスラブ地殻の構成物質、含水状態を推定できれば、沈み込みプロセスに関する理解は大きく前進するはずである。そのためには、スラブ地殻を構成するであろう物質の弾性的性質についての理解が不可欠である。このような問題意識のもと、われわれは、海洋地殻起源と考えられる角閃岩、エクロジャイトの弾性波速度測定および岩石組織観察を行っている。

試料として用いたのは、角閃片岩、ざくろ石角閃岩（五良津角閃岩体、愛媛県四国中央市）、エクロジャイト（東赤石山かんらん岩体、愛媛県四国中央市）の3つの岩石である。密度はそれぞれ、3120、3250、3460kg/m³である。岩石から辺長3cm程度の直方体を切りだして測定試料をつくった。直方体の面は、岩石の面構造や線構造と平行または垂直となるようにした。常温常圧での予備的な弾性波速度測定をパルス透過法（中心周波数2MHz）により行った。P波は直交する3方向の速度を測定した。S波は1つの進行方向につき、互いに直交する方向に振動する2つの波の速度を測定した。P波、S波それぞれについての3方向、6方向の平均は、角閃片岩で5.70 km/sと3.60 km/s、ざくろ石角閃岩で3.92 km/sと2.69 km/s、エクロジャイトで5.50 km/sと3.60 km/sであった。P波速度の方位異方性は角閃片岩、エクロジャイトで10%程度であったが、ざくろ石角閃岩では36%にも達した。もちろん、これらの速度には空隙の影響が含まれているので、単純に岩石組織と比較することはできない。現在、空隙の影響を取り除くために、最高180 MPaの封圧を加えた弾性波速度測定を進めている。ポスターでは、封圧下での弾性波速度と岩石組織との関係を示す予定である。

キーワード: 角閃岩, エクロジャイト, 弾性波速度, 岩石組織

Keywords: amphibolite, eclogite, elastic wave velocity, petrofabric

SMP046-P06

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 14:00-16:30

沈み込み帯変かんらん岩における火成鉱物の化学組成見積りに関する Micro-XRF 分析の応用

Application of Micro-XRF analysis for estimation of igneous mineral compositions from subduction zone meta-peridotites

服部 達也^{1*}, 水上 知行¹

Tatsuya Hattori^{1*}, Tomoyuki Mizukami¹

¹ 金沢大学大学院 自然科学研究科

¹ Natural Science, Kanazawa university

Ultramafic rocks in the metamorphic belt have been generally re-crystallized into fine-grained aggregates and the elemental components in the rocks have been re-distributed into newly formed minerals including hydrous phases. In order to discuss the igneous processes related to the origins, we have to estimate such chemical and modal modification. For examples, Ni, Mg and Fe are important indicators of fractional crystallization and partial melting but they are expelled out from olivine and pyroxene into magnetite (Mag), antigorite (Atg) and sulfides (pentlandite (Pn) etc.). The precise modal compositions of the metamorphic constituents are necessary for reproduction of the igneous mineral compositions.

We test an elemental mapping using a Micro-XRF Analyzer (XGT-5000, HORIBA) to determine modal compositions of metamorphic minerals. In this system, an X-ray beam is focused on a polished thin section (30 micron thick) in a diameter of 0.1 mm and fluorescent X-ray maps (512 x 256 pixels for a region of 2 x 1 cm², for example) of elements with higher atomic number than Ca are gained using an EDS detector.

Analytical samples are ultramafic rocks in Higashi-akaishi peridotite body (HA) in Sanbagawa metamorphic belt, southwest Japan. They have been a part of olivine (Ol)-clinopyroxene (Cpx) cumulate composed of dunite and Cpx-bearing rocks. The present constituent minerals are Ol, Cpx, Atg, Cr-Spl, ferricht Chr, Mag, Pn. The modal compositions of Cpx, Mag, Cr-Spl/ferricht Chr and Pn are determined using Ca map, Fe map, Cr map and Ni map, respectively. Proportions between Ol and Atg are determined by point counting. As a result, modal compositions are determined to one place of decimal, for example: Ol (4.2%), Cpx (32.1%), Spl (0.5%), Mag (2.6%), Pn (0.1%) and Atg (60.5%).

Primary compositions are calculated from the present mode and mineral chemistry assuming a primary assemblage of Ol + Cpx + Cr-Spl, a semi-closed system with additions of H₂O and SiO₂ and $KD(Ol-Cpx) = 0.8$. Resultant Mg# and NiO content in Ol show significant effect of metamorphic changes from 0.862 to 0.822 and from 0.17 to 0.11, respectively. Our calculation indicates that a modal composition of Pn should be determined with a precision to two places of decimals. Measuring sizes and numbers of sulfide grains under a reflecting microscope will be the best way to make reliable estimation of primary NiO in Ol instead of a XRF mapping.

Keywords: Micro-XRF analysis, modal composition, pentlandite, subduction zone, meta-peridotites

SMP046-P07

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 14:00-16:30

東南極セールロンダーネ山地バルヒェン山に産する泥質片麻岩中の塩素に富む黒雲母とジルコンの産状

Mode of occurrence of chlorine-rich biotite and zircon in the pelitic gneiss from Sor Rondane Mountains, East Antarctica

東野 文子^{1*}, 河上 哲生¹, サティシュ・クマール², 土屋 範芳³, 石川 正弘⁴, ジェフ・グランサム⁵

Fumiko Higashino^{1*}, Tetsuo Kawakami¹, M. Satish-Kumar², Noriyoshi Tsuchiya³, Masahiro Ishikawa⁴, Geoff Grantham⁵

¹ 京都大学, ² 静岡大学, ³ 東北大学, ⁴ 横浜国立大学, ⁵ 南アフリカ地質調査所

¹Kyoto University, ²Shizuoka University, ³Tohoku University, ⁴Yokohama National University, ⁵Council for Geoscience, South Africa

The Bt-Grt-Sil gneiss from northern Balchenfjella, Sor Rondane Mountains, East Antarctica contains Grt porphyroblast (5-10 mm in diameter) and fine-grained Grt (100-200 μm in diameter). The Grt porphyroblast has characteristic zoning in P. The core is P-rich with oscillatory zoning in P, and the rim is P-poor without oscillatory zoning. In this way, the core-rim boundary is defined by the discontinuous P zoning. This discontinuity suggests that the Grt porphyroblast has experienced resorption and recrystallization (e.g., Kawakami & Hokada, 2010). The Grt core is homogeneous in composition while Fe and Mn increase and Mg and Ca decrease toward the rim. This trend is significant where the Grt is in contact with matrix Bt. The fine-grained Grt has similar composition with the Grt porphyroblast rim, suggesting that the rim and the fine-grained Grt crystallized simultaneously.

Chlorine-rich Bt (0.08-1.08 wt%) and coarse Zrn (100 μm in diameter) are included exclusively in the rim of the Grt porphyroblast. Bt in the matrix and that included in the core of the Grt porphyroblast are Cl-poor (< 0.06 wt%). Coarse-grained Zrn is present in the matrix and also included in the fine-grained Grt. Only one grain of tiny Zrn (20 μm in diameter) is found included in the core of the Grt porphyroblast so far.

Almost all of the Cl-poor Bt grains in the matrix give lower X_{Mg} [= $Mg/(Mg+Fe_{total})$] ($X_{Mg} = 0.56 \pm 0.03$) than the Cl-rich Bt included in the P-poor rim of the Grt ($X_{Mg} = 0.60 \pm 0.04$). Detailed examination of retrograde Fe-Mg exchange between the inclusion Bt and the host Grt revealed that the Cl-rich Bt was originally as Mg-rich as the matrix Bt and changed its composition to the Mg-rich one through the retrograde Fe-Mg exchange reaction between Grt. There is a possibility, therefore, that matrix Bt was once Cl-rich and lost Cl via interaction with the Cl-poor fluid that subsequently infiltrated into the matrix.

The presence of resorption texture at the core-rim boundary of the Grt porphyroblast, and the intimate coexistence of Cl-rich Bt and coarse-grained Zrn in the rim of the Grt porphyroblast implies the genetic relationship between them. The Cl-rich Bt may be formed through the effect of Cl-rich fluids during metamorphism (e.g., Sisson, 1987) or through magmatic-hydrothermal evolution (e.g., Coulson, 2001). Therefore, it is likely that the Cl-rich Bt included in the garnet rim is the evidence for the infiltration of Cl-rich fluid, and coarse-grained Zrn (at least the rim part) and the Cl-rich Bt were formed almost simultaneously, during or after the Grt porphyroblast resorption. Future dating of included Zrn may help constrain the timing of Cl-rich fluid infiltration during the metamorphism in the Sor Rondane Mountains.

キーワード: 塩素, ジルコン, 融食, 変成流体

Keywords: chlorine, zircon, resorption, metamorphic fluid

SMP046-P08

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 14:00-16:30

スリランカにおける "arrested charnockite" の二種類の産状 Two modes of occurrence of "arrested charnockite" in Sri Lanka

山崎 由貴子^{1*}, 池田 剛¹, 本吉 洋一², 廣井 美邦³, プレーム バーナード⁴
Yukiko Yamasaki^{1*}, Takeshi Ikeda¹, Yoichi Motoyoshi², Yoshikuni Hiroi³, Bernard Prame⁴

¹九州大学・理・地惑, ²国立極地研究所, ³千葉大学大学院理学研究科, ⁴スリランカ地質調査所

¹Earth and Planet. Sci., Kyushu Univ., ²National Institute of Polar Research, ³Earth Sci., Chiba Univ., ⁴Geological Survey of Sri Lanka

Felsic to intermediate lithologies charnockitized incompletely have been called as "arrested charnockite". These types of high-grade metamorphic rocks occur in Sri Lanka, as well as Antarctica and South India that formerly constituted Gondwana-land. We described the mode of occurrence and chemical composition of the constituent minerals of the arrested charnockite from two outcrops in Sri Lanka. In the first outcrop near Kurunegala, charnockite occurs as a number of patches with lenticular to ovoidal shapes. The long axes of the patches are not parallel to the foliation defined in the surrounding felsic gneiss. The boundary between charnockite patch and surrounding gneiss is obscure. Compositional layerings composed of Hbl-rich domain and Hbl-poor domain disappear gradually into charnockite. In the second outcrop near Kandy, charnockite is developed as a vein along a fracture of Grt-Bt felsic gneiss. The boundary is obscure. The compositional layerings and mineral preferred orientation recognized in the host gneiss are preserved in the charnockite domain.

In the charnockite from the first outcrop, orthopyroxene occurs commonly. The orthopyroxene grains are locally replaced by cummingtonite along rim and cleavage. Orthopyroxene appears at inner portions of the boundary of charnockite patches recognized by naked eye. The modal abundance of orthopyroxene increases with increasing distance from the boundary. In contrast, vein-like charnockite from the second outcrop, many symplectites occur while orthopyroxene is not found. The surrounding gneiss also has symplectites locally. The symplectites are composed of various mineral assemblages, such as Amp+Pl+Ilm+Mag+Cpx, Amp+Pl+Ilm+Mag and Pl+Ilm+Mag.

Amphibole can be divided into two based on the chemical composition. One has higher Ca and Al than another. The former occurs in the host gneiss and also in the charnockite that defines gneissosity. The latter amphibole (cummingtonite) is recognized only in the charnockite and either replaces orthopyroxene in the patchy charnockite or consists of symplectite in the vein-like charnockite. The cummingtonite in the symplectite showing similar composition to that replacing orthopyroxene suggests that the symplectites in the vein-like charnockite were originally orthopyroxene which has broken down during retrograde metamorphism.

キーワード: チャーノックイト, スリランカ

Keywords: charnockite, Sri Lanka

SMP046-P09

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 14:00-16:30

大分県豊後大野市より得られた褐色普通角閃石を含む塩基性岩について Finding of brown hornblende bearing basic rock from Bungo-Ohno, Oita prefecture

棟上 俊二^{1*}, 土肥 慎太郎¹
Shunji Tojo^{1*}, DOHI, Shintaro¹

¹ 福岡教育大学

¹Fukuoka University of Education

大分県豊後大野市朝地町から大分市南西部にかけて分布する朝地変成岩については、古くから多数の研究報告がある(例えば、大島 ほか 1971; 藤井 ほか, 2008)。この朝地変成岩の分布域を野外調査した結果、朝地町田夫時地区より、大きさ約 0.8mm の褐色普通角閃石を含んだ塩基性変成岩が得られた。これは公表されている地質図の中では塩基性岩の分布域に整合しているが、大島 ほか (1971) による塩基性岩の変成分帯では B 帯に相当する地域となっている。褐色普通角閃石は上記分帯では C 帯を特徴付ける鉱物であり、深成岩中の捕獲岩またはルーフペンダントとして産すると記載されている。本研究での塩基性岩を見いだしたルート上では、数条の小規模岩脈並びに新生代の火山岩・溶結凝灰岩類を除いて、変成作用の熱源とおぼしき深成岩類を見いだすことはできなかった。今回見いだされた試料がこの C 帯に相当するものであれば、例えば地下浅所に潜在する深成岩が熱源となり、局所的な変成作用を強めた結果生じたものと考えることができるのではないだろうか。また、このことから熱変成作用の及んだ範囲は、従来考えられてきたものよりも若干拡張できる可能性がある。

キーワード: 朝地変成岩, 褐色普通角閃石, 接触変成作用

Keywords: Asaji metamorphic rock, brown hornblende, contact metamorphism

SMP046-P10

会場:コンベンションホール

時間:5月27日 14:00-16:30

関東山地北東縁部寄居 小川地域の跡倉ナップにみられる変成岩と花崗岩 Metamorphic and granitic tectonic blocks of the Atokura Nappe in the Yorii-Ogawa district, central Japan

小野 晃^{1*}

Akira Ono^{1*}

¹ なし

¹ None

跡倉ナップが関東山地北東縁部の寄居 小川地域に広く分布している。跡倉ナップはおもに寄居火砕岩類、寄居層、跡倉層、金勝山石英閃緑岩、緑色岩メランジュおよび大小さまざまな種々の小岩体から構成されている(添付図参照)。これらの地質体は隣接するナップ岩体とは高角断層で接し、三波川帯の御荷鉾緑色岩類などとは低角断層(跡倉断層)で接している。変成岩や花崗岩の小岩体に関して、その代表的なものには(a)白亜紀中期の花崗岩と角閃岩相の変成岩(添付図では紫色)(b)緑色岩メランジュを構成する古第三紀(57.4Ma)の木呂子変成岩(c)白亜紀後期と推定される寄居花崗岩類がある。これらの小岩体はナップの特定の場所や地域だけに存在するという特徴がある。ここではこれらの小岩体についての新データなどを説明する。

(a) 白亜紀中期の変成岩

金勝山北方に寄居層と石英閃緑岩に挟まれて変成岩と花崗岩の細長い岩体が分布している。岩体の北縁部には細粒の緑泥石 白雲母片岩や角閃石 緑泥石片岩などが認められ、南縁部には粗粒のザクロ石 黒雲母片麻岩などが見られる。この岩体の東端部には再結晶作用が不明瞭な砂質変成岩や石灰質変成岩が存在する。石灰質岩石が卓越する岩層の厚さは20m以上である。石灰質変成岩の色彩や岩石組織は変化に富んでいて、塊状のものや泥質物質の多いものなどいろいろである。石灰質変成岩に挟まれて薄い緑泥石 角閃石片岩(緑色片岩)や泥質片岩も分布している。これらの変成岩の原岩の形成時代であるが、石灰質変成岩にはフズリナ化石が一般的に存在するので、古生代と考えられる。フズリナ化石は細粒物質に埋もれて産する場合が認められ、砂粒として細粒物質とともに堆積したと推定される。跡倉ナップの白亜紀中期の変成岩には石灰質岩石が普通にみられるが、それらも古生層の可能性が高い。

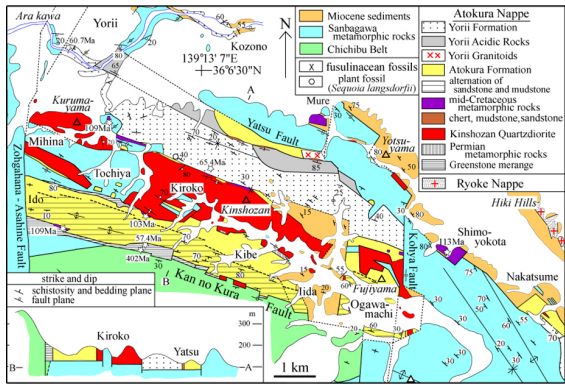
(b) 古第三紀の木呂子変成岩

木呂子の緑色岩メランジュに木呂子変成岩が分布している(小野, 2010, 地質学会講演要旨, P-166)。木呂子変成岩はおもに泥質、砂質および苦鉄質変成岩からなるが、それらは低変成度にもかかわらず、再結晶作用は良好である。また、変成岩の組織は単純であって、変成作用や変質作用が重複して起きた可能性は認められない。したがって、変成年代の顕著な若返りは想定できない。

緑色岩メランジュは跡倉層の砂岩泥岩互層と高角断層で接しているが、推定断層近傍にはしばしば蛇紋岩が認められる。木呂子以西の緑色岩メランジュには蛇紋岩が少なくないが、東端部地域にはほとんど存在しない。しかし、東端部地域にも少量の蛇紋岩が跡倉層との境界部にしばしば認められる。この産状から見て、蛇紋岩は蛇紋岩メランジュの形成時だけではなく、跡倉ナップのルートゾーンで跡倉層と緑色岩メランジュが接合するテクトニクスにおいても重要な役割を果たしたと推定される。

(c) 寄居花崗岩類

寄居町牟礼の集落の南方に分布している花崗岩体で、東端部には塊状で中粒の黒雲母トータル岩が分布している。黒雲母は縁部が緑泥石化されている。黒雲母トータル岩の南方には粘板岩とチャートからなる小岩体が存在する。このトータル岩と類似の岩相をもつ花崗岩は、跡倉ナップには知られていない。黒雲母トータル岩は白亜紀後期の花崗岩である可能性が高い。なお、金勝山石英閃緑岩体ではふつう黒雲母はすべて緑泥石化されている。白亜紀中期の花崗岩は粗粒で片麻状を呈し変成岩と共存することが多い。



キーワード: 跡倉ナップ, 変成岩, 蛇紋岩, 花崗岩, フズリナ化石

Keywords: Atokura Nappe, metamorphic rocks, serpentinite, granitoid, fusulinid