

## 鉱物平衡モデリング法を用いた関東山地三波川結晶片岩類の温度圧力経路の推定

Phase equilibrium modeling and P-T evolution of high-P/T Sambagawa Metamorphic rocks in Kanto Mountains, Central Japan

\*栗原 佑典<sup>1</sup>、角替 敏昭<sup>2</sup>

\*Yusuke Kuribara<sup>1</sup>, Toshiaki Tsunogae<sup>2</sup>

1.筑波大学大学院生命環境科学研究科、2.筑波大学生命環境系

1.Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba , 2.Faculty of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba

三波川変成帯は関東山地から中部、紀伊、四国を経て九州東部に至る、総延長約800kmの広域変成帯である。西南日本外帯の最北縁に位置しており、日本の代表的な低温高圧型変成帯である。三波川結晶片岩類は140-130Ma頃に海溝で付加体として形成され、沈み込み帯深部に引きずり込まれ、120-110Ma頃にピーク変成作用を受け、その後隆起したと考えられている (Isozaki and Itaya, 1990)。三波川帯ではこれまでに変成年代、地質構造、変成作用など様々な研究が行われてきたが、その研究の中心は関東山地より変成度が高いと考えられている四国三波川帯である。一方、変成度の低いとされる関東山地三波川帯では変成年代や地質構造に関する研究は詳細に行われているが、変成温度圧力条件についての研究は極めて少なく、変成帯の主体をなす泥質片岩より変成条件を推定した例はほとんどない。本研究では関東山地三波川帯の泥質片岩を用い、鉱物平衡モデリング法によりピーク変成温度圧力条件を推定する。

関東山地三波川帯の泥質片岩は黒色-暗灰色の岩石で、粒径は極細粒-細粒であり、縞状構造とそれに平行な片理がよく発達している。温度圧力条件の推定に使用したサンプルには石英、斜長石、フェンジャイト、緑泥石、黒雲母、緑簾石、ざくろ石、鉄-チタン酸化物が含まれていた。斜長石は点紋と呼ばれる斑状変晶を形成しており、フェンジャイトは主要造岩鉱物の一つで薄層を形成している。ざくろ石は極細粒であり(30 $\mu$ m以下)、スペサルティン成分に富んでおり、スペサルティン成分がリムからコアに向かって減少する通常の累帯構造が見られた。黒雲母は変成後の熱水変質によってカリウムが溶脱し、緑泥石化していた。本研究では泥質片岩の温度圧力経路の推定にTHERIAK-DOMINO ver.16.10.2012を用い、相計算にはNa<sub>2</sub>O-CaO-K<sub>2</sub>O-FeO-MgO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O-TiO<sub>2</sub> (NCKFMASHT系)を採用した。ピーク変成作用時の鉱物組み合わせはPl+Ilm+Grt+Phg+Bt+Zo+Qtz+H<sub>2</sub>Oであり、その安定領域は580-630 $^{\circ}$ C、9-13 kbarであると推定された。さらに緑泥石の存在から後退変成作用時の鉱物組み合わせはPl+Ilm+Chl+Phg+Bt+Zo+Qtz+H<sub>2</sub>Oであり、その安定領域は360-440 $^{\circ}$ C、1.4-5.5 kbarであると推定された。今回推定したピーク変成作用時の温度圧力条件は同地域の鉄-マンガンに富むノジュールから推定したHirajima (1989)の結果より100 $^{\circ}$ C程度高温であった。また、今回の結果は四国三波川帯の灰曹長石-黒雲母帯に相当する温度圧力条件であった。以上のことから、関東山地三波川帯は四国三波川帯と同程度の変成作用を受けた可能性があり、三波川帯の東西方向の変成度の差はなく、三波川帯全体が同程度の深さまで沈み込んでいたことが示唆される。

キーワード：三波川変成帯、鉱物平衡モデリング法、泥質片岩、ピーク変成条件、関東山地

Keywords: Sambagawa metamorphic belt, Phase Equilibria Modeling, Pelitic schist, Peak P-T conditions, Kanto mountains

## 関東山地，寄居－小川地域の跡倉ナツプ

### Geology of the Atogura Nappe of the Yorii-Ogawa district in the northeastern Kanto Mountains

\*小野 晃

\*Akira Ono

関東山地北東縁部の埼玉県寄居－小川地域には三波川変成岩類，跡倉ナツプおよび中新統が分布している

[1, 2]. このポスターではこの地域の跡倉ナツプについての最新の地質図を提示し解説する.

1) 跡倉ナツプは周辺の古期岩体と高角断層で接しているのが普通である. しかし, 跡倉スラストが添付図の地点 a ~ e に推定あるいは確認されている. 下部中新統は各地で跡倉ナツプを不整合に被っている. 中新統の下層部には領家ナツプに由来する礫が一般的に認められる. 領家ナツプとは, おもに領家帯とその周辺の地質体からなり, 跡倉ナツプの構造的上位に想定されるナツプである.

2) 跡倉ナツプには東西方向に伸長した古第三紀初期の寄居層, ペルム紀の金勝山石英閃緑岩, 白亜紀の跡倉層, 白亜紀後期~古第三紀初期の寄居酸性岩類(火砕岩や花崗斑岩)などの大岩体が分布している. 領家帯起源の地質体は存在しない. 大岩体の境界部には小岩塊がしばしば介在し, 小岩塊は2 km以上に渡って列をなしている場合もある. 岩体や岩塊は高角断層で接し, 断層近傍には変質作用や破碎作用がしばしば認められる. プレーナイトは生成していない. 小岩塊の面構造は高角度に傾斜している.

3) 凡例のチャート, 泥岩, 砂岩の堆積年代は不明である. 岩相はジュラ紀付加複合体に類似している.

4) 凡例の下仁田変成岩はペルム紀ホルンフェルスと呼称されてきた地質体である. すべてがペルム紀のホルンフェルスとは断定できないので, 一般的名称に改称した. この種の岩石が最初に報告されたのは, 下仁田地域からである. 下仁田変成岩の分布は金勝山石英閃緑岩の内部と近傍に限定されている.

5) 凡例の肥後－阿武隈花崗岩と変成岩は, 中~小規模の岩塊として跡倉ナツプの各地に点在している. 変成岩について, 普通角閃石や白雲母のK-Ar年代は95-113Maである. 角閃岩相の変成岩で, 変成度はフズリナ化石が残存している低変成度からシリマナイトとカリ長石が共存する高変成度までいろいろである. 原岩の特徴は, 大部分の岩塊に石灰質や苦鉄質の変成岩が認められることである.

6) 添付の地質図には跡倉ナツプ南縁部に酸性凝灰岩と肥後－阿武隈花崗岩と変成岩の岩塊が描かれている. これらは独立岩体ではなく, 木呂子緑色岩メランジュの構造岩塊である[3].

7) 木呂子緑色岩メランジュは木呂子変成岩, 蛇紋岩, 構造岩塊から構成されている. 構造岩塊について, K-Ar白雲母年代が109Maの変成岩岩塊[3]が存在する. 木呂子変成岩について, 57.4MaのK-Ar全岩年代が得られている[3, 4]. この年代57.4Maは, 関東山地の三波川変成岩の最も若い年代に相当する. 花崗岩を伴わない高圧型変成岩である木呂子変成岩は, 三波川変成岩の近傍に分布していたと推定される.

8) 木呂子変成岩と構造岩塊との関係について, 2地点での観察によると, 構造岩塊の角閃石岩や角閃岩とマトリックスのアクチノ閃石岩との境界は整合的であり, そこに顕著な変形作用や変質作用を確認できない. しかも, 構造岩塊が木呂子変成作用を受けた証拠は存在しない. 構造岩塊の一部にはプレーナイト脈や石英－曹長石脈が生成している. それらはメランジュ構造の形成時期に生成した可能性が高い.

9) 木呂子緑色岩メランジュの岩塊として, 変成トータル岩が居用に, 塊状の変質したトータル岩が木部の栃本南方に見出されている. これらはカリ長石が非常に少なく, 斜長花崗岩と推測される.

10) 木呂子変成岩と寄居酸性岩類は相当離れた地域で形成された古第三紀初期頃の地質体である. これらが跡倉ナツプの内部に近接して分布している事実からみて, 大規模なナツプテクトニクスが跡倉ナツプの形成以前に起きたことが想定される. その後, 小規模な跡倉ナツプおよび領家ナツプが形成された.

11) 跡倉ナツプのルートゾーンは飛騨帯の方という最近の学説について, 白亜紀後期以降の飛騨帯, 飛騨外縁帯, 美濃帯は一体化しており, その付近にルートゾーンを想定することは, 物理的に不可能である.

[1] 小野, 2008, 日本地球惑星科学連合 2008年大会予稿集, G119-P002.

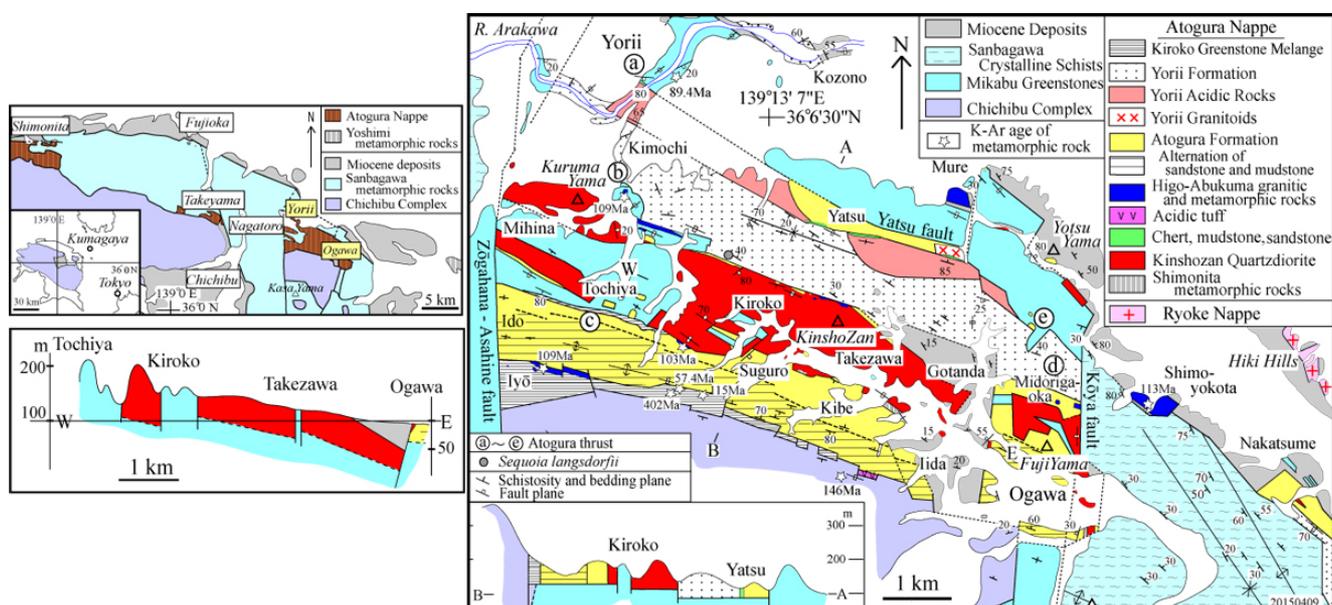
[2] 小野, 2014, 日本地球惑星科学連合2014年大会予稿集, SGL43-P01.

[3] 小野, 2015, 日本地球惑星科学連合2015年大会予稿集, SGL40-P12.

[4] 小野, 2013, 日本地球惑星科学連合2013年大会予稿集, SMP43-P16.

キーワード：跡倉ナップ、緑色岩メランジュ、構造岩塊、K-Ar年代、ナップテクトニクス

Keywords: Atogura Nappe, Greenstone melange, Tectonic block, K-Ar dating, Nappe tectonics



## カレドニア造山帯トロムセ・ナップに産する正片麻岩の岩石学と年代学

## Petrological and geochronological study of orthogneiss from the Tromsø Nappe in Scandinavian Caledonides

\*門田 康弘<sup>1</sup>、平島 崇男<sup>1</sup>、大林 秀行<sup>1</sup>、平田 岳史<sup>1</sup>\*Yasuhiro Monta<sup>1</sup>, Takao Hirajima<sup>1</sup>, Hideyuki Obayashi<sup>1</sup>, Takafumi Hirata<sup>1</sup>

1. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻

1. Department of Geology and Mineralogy, Graduate School of Science, Kyoto University

Orthogneiss is the predominant lithotype in ultra-high pressure (UHP) terranes in the world but it generally consists of low pressure metamorphic minerals of mainly amphibolite facies. However, extensive petrological studies succeeded to find several signs of UHP minerals from the country gneiss, and hence, most of the country gneiss shared the UHP metamorphism. The Scandinavian Caledonides were formed by collision between Baltica and Laurentia Cratons during Ordovician to Devonian, and are composed of several allochthons which have juxtaposed onto Precambrian cover. Evidences of UHP metamorphism are found from the Western Gneiss Region (WGR) in Lower Allochthon (Hacker et al., 2001), the Seve Nappe in Middle Allochthon (Majka et al., 2014), and the Tromsø Nappe in Uppermost Allochthon (Janák et al., 2013). In the WGR, UHP evidences occur widely in the NW part, however in the Seve and Tromsø Nappes UHP evidences are sporadic, so the areal extent of UHP metamorphism remains unclear. The Tromsø Nappe is mainly composed of eclogites, gneisses, schists and marbles. Krogh et al. (1990) estimated the peak  $P$ - $T$  conditions of country gneisses and pelitic schists as 670-700 °C and 1.5-1.7 GPa during  $D_1$  stage. After that, Janák et al. (2012) estimated the UHP metamorphic conditions of 720-800 °C and 3.2-3.5 GPa using pseudosection analysis and conventional geothermobarometry for eclogite in Tromsdalstind. Janák et al. (2013) finally found microdiamond from garnet-rich carbonate-bearing gneiss in Tønsvika. However, UHP evidence has not been reported from the country gneiss and schists. In this study, we report mineral paragenesis and zircon U-Pb age of orthogneiss hosting UHP eclogites in the Tromsø Nappe. Studied sample was collected from large blocks of orthogneiss distributing on the ridge around N69°26'0", E19°9'33" (garnet-muscovite schist unit: Zwaan et al., 1998). Main constituent minerals are garnet, muscovite, plagioclase, alkali-feldspar, and quartz with minor amounts of kyanite, rutile, biotite, hornblende, epidote, chlorite, ilmenite, and zircon. The alignments of mica and plagioclase porphyroclast characterize the gneissose structure. The LA-ICP-MS U-Pb dating of zircon in orthogneiss gives the majority of the concordant ages between 470 and 420 Ma, and minor inherited ages of about 1500-1300 Ma and 800 Ma. The weighted mean  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  age ( $\pm 2\sigma$ ) of rim of zircon is  $454.2 \pm 5.2$  Ma ( $n=21$ ). This age is consistent with metamorphic age of Tønsvika eclogites ( $452.1 \pm 1.7$  Ma; Corfu et al., 2003) within error. Most of garnets with a few 10 to 100  $\mu\text{m}$  diameter have Fe-rich compositions ( $\text{Alm}_{0.68-0.74}\text{Prp}_{0.11-0.18}\text{Grs}_{0.10-0.18}\text{Sps}_{0.01}$ ). They include quartz, rutile, zircon, and rare kyanite as primary inclusions. Some of them have Ca-rich rim ( $\text{Alm}_{0.63-0.68}\text{Prp}_{0.09-0.11}\text{Grs}_{0.20-0.26}\text{Sps}_{0.01}$ ) with a distinct chemical gap to the core. In some plagioclase, Ca-content decreases from the core ( $\text{An}=0.26-0.33$ ) to the rim ( $\text{An}=0.17-0.28$ ). Biotite commonly replaces rim of muscovite or occur as fine laths of a few 10  $\mu\text{m}$  diameter, suggesting the secondary origin, while muscovite is relatively coarse grained {100-500  $\mu\text{m}$  diameter;  $\text{Si}=6.13-6.38$  ( $O=22$ ),  $\text{TiO}_2=0.17-1.34$ ,  $X_{\text{Fe}}=0.28-0.50$ }. GASP geobarometer and Grt-Ms Fe/Mg exchange geothermometer give 450-500 °C and 1.1-1.2 GPa for the core-core pairs of garnet and plagioclase and 530-570 °C and 1.6-1.7 GPa for the rim-rim pairs of garnet and plagioclase, indicating the pressure increase is necessary for the rim formation.  $P$  condition estimated from the rim-rim pairs is consistent with  $D_1$  stage (1.5-1.7 GPa) of the country gneiss in the same nappe (Krogh et al., 1990), but  $T$  condition obtained by the same pair is

significantly lower than that of  $D_1$ , which may be caused by the modification of muscovite composition.

キーワード：超高压変成帯、カレドニア造山帯、正片麻岩、ジルコンU-Pb年代

Keywords: UHP terrane, Caledonides, orthogneiss, Zircon U-Pb dating

## 丹沢深成岩体に接する変成マフィック岩の変形微細構造

Deformation microstructures of metamorphic mafic rocks close to the boundary to the Tanzawa plutonic complex

\*水野 那希<sup>1</sup>、道林 克禎<sup>2</sup>

\*Tomoki Mizuno<sup>1</sup>, Katsuyoshi Michibayashi<sup>2</sup>

1. 静岡大学大学院総合科学技術研究科修士課程理学専攻、2. 静岡大学理学研究科地球科学専攻

1. Graduate School of Science, Shizuoka University, 2. Institute of Geosciences, Shizuoka University

本研究の目的は、丹沢深成岩体に接する変成マフィック岩の微細構造の発達過程について理解することである。研究試料は、丹沢深成岩体と変成マフィック岩の境界から南へ約1kmの範囲に分布する変成マフィック岩である。変成マフィック岩は境界付近では非常に発達した層状構造を持ち、角閃石が比較的単一な相が存在した。境界付近から離れると、層状構造が弱い岩石が存在し、角閃石と斜長石が混合していた。変成マフィック岩の構成鉱物は主に角閃石と斜長石であり、石英と単斜輝石を含む岩石も存在した。これらの変成マフィック岩の面構造と線構造をもとにしてXZ面で薄片を作成して微細構造を観察した。顕微鏡下では、角閃石は非常に伸長しており、輪郭が鮮明であった、斜長石は多角形を示し、部分的に動的再結晶していた。

角閃石と斜長石の結晶方位定向配列(CPO)測定の結果、角閃石のCPOはほとんどの岩石で強い(001)[100]パターンを示した。斜長石のCPOは、角閃石が少ない比較的単一な領域で強い(100)[001]パターンであったが、角閃石と斜長石が混合している領域では非常に弱い(010)[001]パターンと(100)[001]パターン、あるいはCPOをもたないランダムであった。角閃石粒子の集合した領域の結晶方位マップを解析した結果、角閃石粒子に垂粒界が確認された。さらに角閃石粒子間では面構造に垂直な結晶粒界が顕著に観察され、転位クリープにより生じる転位壁によって形成されることが報告されており(Cao *et al.*, 2010)、角閃石の変形メカニズムは転位クリープが支配的だったと考えられる。角閃石と斜長石の混合領域では、角閃石のCPOは(100)[001]パターン、斜長石ではランダムであり、角閃石と斜長石の両方でCPOパターンが顕著だった試料より粒径が小さい傾向を確認した。斜長石の細粒化には第二相である角閃石の量比の影響が考えられることから、粒径依存クリープによる変形が支配的であった可能性がある。

以上の結果から、角閃石が比較的単一な相では、転位クリープが支配的な変形メカニズムであり、角閃石と斜長石の混合相では、粒径依存クリープが支配的な変形メカニズムであったと結論される。

キーワード：転位クリープ、丹沢、CPO

Keywords: dislocation creep, Tanzawa, CPO

## SEM-EBSDで得られる結晶方位とSEM像方位の不一致について

## Inconsistency between SEM image and Crystal orientation data obtained by SEM-EBSD systems

\*三宅 亮<sup>1</sup>、瀧川 晶<sup>1,3</sup>、伊神 洋平<sup>1</sup>、大井 修吾<sup>2</sup>、中村 隆太<sup>1</sup>、土山 明<sup>1</sup>

\*Akira Miyake<sup>1</sup>, Aki Takigawa<sup>1,3</sup>, Yohei Igami<sup>1</sup>, Shugo Ohi<sup>2</sup>, Ryuta Nakamura<sup>1</sup>, Akira Tsuchiyama<sup>1</sup>

1.京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地質学鉱物学教室、2.滋賀大学 教育学部、3.京都大学白眉センター

1.Department of Geology and Mineralogy, Graduate School of Science, Kyoto University, 2.Faculty of education, Shiga university, 3.The Hakubi Center for Advanced Research, Kyoto University

近年、走査型電子顕微鏡 (scanning electron microscope: SEM) に、電子線後方散乱回折 (electron back-scattering diffraction: EBSD) 検出器を取り付けることにより、SEMの中で特定の微小領域から結晶方位などの結晶学的な情報を得、さらには岩石を構成する鉱物の結晶方位の配向性をえることが盛んに行われている。

このSEM-EBSDを用いて、EBSP (electron back-scattering diffraction pattern) を取得し解析する場合、EBSP取得に関しては購入メーカーが提供するソフトを使い、解析に関してはメーカー既存のソフトや国内外の研究室が提供している解析ソフトを使用することが多い。一方、メーカー提供のソフトについては、El-Dasher et al. (2009)などによって、得られるSEM像とEBSPから得られた結晶方位との関係が正しくないという、問題が指摘されている。しかし、こうした指摘について周知されていない。そこで、我々の研究室において、SEM像とEBSPから得られた結晶方位との関係について、改めて検証を行ったので、その結果について報告を行う。

当研究室で用いたSEM-EBSDシステムは、SEMが日本電子株式会社製JEM-7001F、EBSD検出器がオックスフォード・インストゥルメンツ株式会社製HKL channel 5 である。

試料としては、Siおよびコランダム単結晶を用いた。ここで、Si単結晶は少し傾斜させて試料台にセットすることにより、a軸方向の向きとSEM像との関係がわかるようにした。この時用いる試料はSi結晶のような立方晶系ではなく、コランダムや石英など、c軸が分かる試料を用いると、SEM像と結晶方位の関係が非常にわかりやすくなる。

我々の研究室において、検出器メーカー提供のソフトHKL Channel 5を用いて取得・解析を行ったところ、SEM像を180度回転させることにより、得られたSEM像とEBSPから得られた結晶方位とが正しくなることが分かった。この結果は、El-Dasher et al. (2009)にて報告されている結果と同じである。

発表当日は、他のSEMとの組み合わせについても発表する予定である。

キーワード：SEM-EBSD、結晶方位

Keywords: SEM-EBSD, crystal orientation

## 角閃石片麻岩の弾性波速度と岩石微細構造

## Elastic wave velocity and microstructures of amphibolite gneisses

小池 寛太<sup>2</sup>、遠藤 弘人<sup>4</sup>、道林 克禎<sup>3</sup>、\*渡辺 了<sup>1</sup>Kanta Koike<sup>2</sup>, Hiroto Endo<sup>4</sup>, Katsuyoshi Michibayashi<sup>3</sup>, \*Tohru Watanabe<sup>1</sup>

1.富山大学大学院理工学研究部、2.富山大学理学部、3.静岡大学大学院理学領域、4.静岡大学大学院総合科学技術研究科理学専攻

1.Graduate School of Science and Engineering, University of Toyama, 2.Faculty of Science, University of Toyama, 3.Institute of Geosciences, Shizuoka University, 4.Graduate School of Science, Shizuoka University

Seismic velocity is one of the most important sources of information about the Earth's interior. For its proper interpretation, we must have a thorough understanding of the dependence of seismic velocity on microstructural elements, including the modal composition, the crystal preferred orientation (CPO), the grain shape, the spatial distribution of mineral phases, etc. We have studied seismic velocities and microstructures of amphibole gneisses. Rock samples of amphibole gneisses were collected at Momose River (Yatsuo, Toyama Pref.). They are mainly composed of quartz (34-36vol.%), plagioclase (18-27vol.%) and hornblende (34-46vol.%). Quartz and plagioclase crystals are almost randomly oriented, while c-axes of hornblende crystals are strongly aligned parallel to the lineation and a-axes perpendicular to the foliation. A rectangular parallelepiped (the edge length ~ 40 mm) was made from rock samples for ultrasonic velocity measurements. Two faces are parallel to the foliation plane, and two faces perpendicular to the elongation direction. Velocity measurements were made under confining pressures of up to 180 MPa at room temperature. The pulse transmission technique was employed by using Pb(Zr, Ti)O<sub>3</sub> transducers with the central frequency of 2 MHz. Under the confining pressure of 180 MPa, the fastest compressional wave velocity was observed in the direction parallel to the lineation, and the slowest one in the direction perpendicular to the foliation. Velocities calculated with the VRH averaging scheme reasonably reproduce the measured velocities. The anisotropy in velocity is caused by the CPO of hornblende crystals, though the anisotropy due to aligned hornblende crystals is largely weakened by almost randomly oriented quartz and plagioclase crystals. The influence of the grain shape of hornblende on the anisotropy in velocity will also be discussed in our poster.

キーワード：角閃石、片麻岩、異方性、弾性波速度、結晶選択配向

Keywords: amphibolite, gneiss, anisotropy, elastic wave velocity, crystal preferred orientation

## マントル起源かんらん岩のかんらん石巨晶の成因

## Olivine megacrysts in mantle peridotites

\*南山 明里<sup>1</sup>、曾田 祐介<sup>1</sup>、田村 明弘<sup>1</sup>、荒井 章司<sup>1</sup>、森下 知晃<sup>1</sup>\*Akari Minamiyama<sup>1</sup>, Yusuke Soda<sup>1</sup>, Akihiro Tamura<sup>1</sup>, Shoji Arai<sup>1</sup>, Tomoaki Morishita<sup>1</sup>

1.金沢大学大学院自然科学研究科自然システム学専攻 地球環境コース

1.Earth and Environmental Sciences Course, School of Natural System, Kanazawa University

上部マントルの結晶の粒径は、温度、圧力、応力で決まると考えられており、通常は1 cmを超えるような結晶は形成されない。(Ave Lallemant et al., 1980; 唐戸, 2011など)しかし、実際の天然のかんらん岩には数cmを超える粒径をもつ結晶(巨晶)が世界中で少なからず存在している(北海道の幌満かんらん岩、アメリカのSan Carlosのかんらん岩捕獲岩、ノルウェーWGRのかんらん岩など)。予想を超える大きさの巨晶を含むかんらん岩が世界中で存在していることから、かんらん岩の中に巨晶を形成する過程があるのではないかと考えられる。もし、巨晶を形成するメカニズムが上部マントル条件下で存在するならば、マントル物質の流動や結晶境界が関与する物質移動、地震波速度構造に影響を及ぼしている可能性がある。1 cmを超える巨晶形成を実験室で再現するのは難しく、天然試料の解析に頼るしかない。このことから、天然の巨晶かんらん石を研究し、その特徴を明らかにすることは、上部マントルでの巨晶形成の可能性について検討する上で重要である。そこで、北海道の幌満かんらん岩中に産するかんらん石巨晶に着目し、かんらん石巨晶の特徴と普通の粒径の部分との違いと、その前後関係について検討した。

使用した幌満かんらん岩は、Lower ZoneのMHL系列で採取したものである。巨晶かんらん石は面構造にほぼ平行で、肉眼で観察すると、普通の粒径のかんらん石よりも濃く見える。普通の粒径の層(細粒部)はポーフィロクラスティック組織である。巨晶かんらん石とかんらん石ポーフィロクラストには亜粒界が発達している。巨晶かんらん石の縁に見られる亜粒界は、かんらん石ポーフィロクラストと同じ(100)に平行である。巨晶かんらん石中にはラメラが形成されており、スピネル、単斜輝石、角閃石で構成されている。

U-stageで測定した結晶方位と亜粒界の方位を元に、巨晶かんらん石の中央部と縁にそれぞれ[001](100)と[100](001)のすべり系が確認された。細粒部では、[100](010)のすべり系が卓越するA-typeファブリックが見られる(Jung et al., 2006)。また、巨晶かんらん石に接する細粒かんらん石の結晶方位は、巨晶かんらん石と細粒かんらん石の中間的なファブリックである。巨晶かんらん石の縁のすべり系と、縁に接する細粒かんらん石のCP0から、巨晶かんらん石はA-typeファブリックを形成する塑性変形を受ける前から存在していたと推定できる。A-typeファブリックが見られる幌満かんらん岩は、試料を採取した構造帯で報告されており(Sawaguchi, 2004)、幌満かんらん岩体が上部マントルから上昇する過程で形成されたものと解釈されている(Sawaguchi, 2004)。これより、巨晶かんらん石と細粒部は、上部マントル内を上昇する間にA-typeファブリックを形成したと考えられる。

巨晶かんらん石は、ラメラ形成前には細粒かんらん石よりもAl, Cr, Na, Ti, Ca量が多いと考えられる。角閃石のラメラが見られることから、巨晶かんらん石はラメラ形成前に含水かんらん石であったか、無水鉱物のラメラ形成後に加水されたかのいずれかが考えられる。本発表では、かんらん石巨晶を含んでいる他の幌満かんらん岩やノルウェーWGRのかんらん岩での結果を報告する。

## 沈み込み帯における地殻—マントル物質境界の交代作用：四国中央部三波川帯富郷地域の蛇紋岩岩体における例

Metasomatic reactions at crust-mantle boundary in subduction zone: an example from Tomisato ultramafic body in the Tomisato area, central shikoku, Japan

\*大柳 良介<sup>1</sup>、岡本 敦<sup>1</sup>、宇野 正起<sup>1</sup>、土屋 範芳<sup>1</sup>

\*Ryosuke Oyanagi<sup>1</sup>, Atsushi Okamoto<sup>1</sup>, Masaoki Uno<sup>1</sup>, Noriyoshi Tsuchiya<sup>1</sup>

1.東北大学大学院環境科学研究科

1.graduate school of environmental studies, tohoku university

沈み込み帯において、地殻とマントルの物質境界は大規模な物質移動が起きると考えられており、マントルかんらん岩の加水反応・交代作用によって生成した蛇紋岩（蛇紋石、ブルース石、滑石など）がスラブの滑りの挙動に大きく寄与していることが指摘されている（e.g., Peacock and Hyndman, 1999; Mizukami et al., 2014）。マントルかんらん岩とシリカに富む地殻起源の流体との交代作用は、MgO-SiO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O系における反応が考えられているが（Manning, 1995, 1997）、地殻とマントル物質境界の交代作用に着目した研究は限られており（e.g., Peacock, 1987; King et al., 2003）、多元素の移動プロセスや加水・脱水反応との関係はよくわかっていない。

本研究では、四国中央部三波川帯の富郷地域に産する蛇紋岩ブロック（以下、富郷岩体と呼ぶ）における2つの地殻—マントル境界について検討を行う。この蛇紋岩体は約20メートルほどのサイズであり、北側と南側で地殻物質と接している。そのため、沈み込み帯における交代作用を読み解くのに適している。富郷岩体はざくろ石帯の位置している。富郷岩帯はほぼすべて蛇紋岩化しているが、ブルース石の産出は見られない。また、輝石の痕跡はなく源岩はダナイトであると考えられる。地殻物質との境界から離れた場所ではブロックとマトリックスのアンチゴライトが観察され、ブレッチャ化もしくはblock-in-matrix構造をなす。ブロックのアンチゴライトは細粒であるのに対して、マトリックスのアンチゴライトは粗粒の板状結晶からなっている。富郷岩体北側の地殻とマントルの物質境界は塩基性片岩と超塩基性岩が接しており、超塩基性岩内に透閃石+滑石の脈が産出する。一方、富郷岩体南側の地殻とマントルの物質境界は、泥質片岩と超塩基性岩が接しており、超塩基性岩内に滑石の脈が発達する特徴がある。北側境界では、超塩基性岩との境界では塩基性片岩が産出するが、境界から離れると泥質片岩が産出する。蛇紋岩は塩基性片岩との境界から離れるにつれ、透閃石+アンチゴライト+滑石±クロライト / アンチゴライト+滑石 / アンチゴライトという鉱物組合せに変化し、透閃石と滑石はそれぞれ境界から～80 cm, ~110 cmまでに確認される。一方、南側境界は、蛇紋岩と泥質片岩の境界である。蛇紋岩は泥質片岩との境界から離れるにつれ、アンチゴライト+滑石 / アンチゴライトという鉱物組合せに変化し、滑石は境界から～80cmまでに確認される。透閃石+滑石の脈や滑石の脈はブロックのアンチゴライトを網目状に埋めるように産出しており、これらの脈を伴う場合、マトリックスのアンチゴライトが観察されない場合が多い。以上の観察を踏まえると、両境界とも塊状のアンチゴライトが生成した後、Siに富んだ流体により交代作用を受けたと考えられる。今後更なる検討を行い、(1)いつ三波川帯に取り込まれたのか、(2)どのステージでの交代作用を記録しているのか、(3)地殻物質とマントル物質間で物質量は保存されているのか、(4)交代作用による流体の発生と水圧破砕の可能性について議論を行う。

キーワード：地殻—マントル境界、交代作用、蛇紋岩、三波川帯、泥質片岩、塩基性片岩

Keywords: crust-mantle boundary, metasomatism, serpentinite, Sanbagawa metamorphic belt, pelitic schist, basic schist

## 斜長石の堇青石化が生じうる溶液のFe,Mg最低濃度および組成

## Estimation of Minimum Fe-Mg content for Plagioclase-Cordierite replacement

\*古川 登<sup>1</sup>、廣井 美邦<sup>1</sup>、本吉 洋一<sup>2</sup>

\*Noboru Furukawa<sup>1</sup>, Yoshikuni Hiroi<sup>1</sup>, Yoichi Motoyoshi<sup>2</sup>

1.千葉大学大学院理学研究科、2.国立極地研究所

1.Graduate School of Science Chiba University, 2.National Institute of Polar Research

Conventional studies suggested that chemical compositions of metamorphic fluid consist of C-H-O-S system, and other elements such as Na, Ca, and Si are not transported with the fluid. These elements, however, do dissolve in the fluid in some instances, as exemplified by quartz-filled vein and as demonstrated by various studies of fluid inclusions. For example, in tonalitic granulite in Sri Lanka, plagioclase was substituted locally by cordierite.

We attempt to obtain the essential data about the element transport within the metamorphic fluid, by experimentally reproducing the chemical reactions that are responsible for element inflow and outflow. They include the solubility of mineral to the fluid, the chemical composition and concentration of the fluid, and their change in the pressure and temperature conditions. By utilizing this information, we should be able to limit the range of the chemical composition and concentration, and the P-T values.

This study has determined the minimum ratio of Mg/(Fe+Mg) and the minimum concentration of (Mg, Fe)Cl<sub>2</sub> for the plagioclase-cordierite replacement, by utilizing hydrothermal experiments. Because the ample amount of tonalitic-granulite specimen in Sri Lanka for this experiment is not available, we have used powdered specimens of anorthosite from the Natal region, South Africa, and chloride solution of Mg and Fe. These materials were sealed into gold capsule with or without CO<sub>2</sub> and were held at a pressure of 100 MPa and a temperature of 600 °C in autoclave for 130-400 hours. We have obtained the following results:

The minimum concentration of MgCl<sub>2</sub> for the plagioclase-cordierite replacement is approximately 0.08 mol/kg.

The minimum ratio of Mg/(Fe+Mg) for the plagioclase-cordierite replacement is approximately 0.2. These minimum values derived above are not influenced by the presence of CO<sub>2</sub>.

It is estimated that the Mg/(Fe+Mg) ratio of the fluid responsible for the plagioclase-cordierite replacement in the tonalitic granulite in Sri Lanka is approximately 0.2.

東南極リュツォ・ホルム岩体に産するコランダムに発達するコロナの形成過程  
Formation of Corona around Corundum in the Lützow-Holm Complex, East Antarctica

\*森 祐紀<sup>1</sup>、池田 剛<sup>2</sup>

\*Yuki Mori<sup>1</sup>, Takeshi Ikeda<sup>2</sup>

1.九州大学大学院理学府地球惑星科学専攻、2.九州大学大学院理学研究院地球惑星科学部門

1.Department of Earth and Planetary Sciences, Graduate School of Science, Kyushu University,

2.Department of Earth and Planetary Sciences, Faculty of Science, Kyushu University

Corona structures preserve both reactant and product minerals, which gives us information of its formation process including mass transformation. We investigated a corona structure in corundum-bearing ultramafic rocks in Akarui Point of the Lützow-Holm Complex, East Antarctica. The studied samples are composed mainly of calcium amphibole, plagioclase and corundum with minor biotite, spinel and sapphirine. The corundum grains are surrounded by the corona composed of spinel, sapphirine and plagioclase. These minerals are regularly arranged from corundum to the matrix. In the corona, cracks in spinel usually continue to sapphirine, but never extend further into plagioclase nor continue to corundum. We consider that the corona was produced by reaction between corundum and matrix calcium amphibole. Mass-balance in the  $\text{CaO-MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$  system provides the following equation: corundum + spinel + calcium amphibole = sapphirine + plagioclase +  $\text{H}_2\text{O}$ -fluid. This equation shows spinel as reactant, which is inconsistent with the microstructure. This suggests that the corona was formed in an open system. We employed following additional assumption based on the microstructure. Continuity of cracks in spinel and sapphirine is indicative of former single phase. Provided that sapphirine was formerly spinel, corundum changed to spinel by supply of MgO from calcium amphibole. The remaining components in calcium amphibole may produce plagioclase, and excess  $\text{SiO}_2$  would be released. After this reaction, significant amount of spinel was transformed to sapphirine due to supply of  $\text{SiO}_2$ . Alternatively provided that spinel was formerly sapphirine, corundum and calcium amphibole produced sapphirine and plagioclase. Similar to the former case, this reaction also released  $\text{SiO}_2$ . After that, sapphirine was partially transformed to spinel and released  $\text{SiO}_2$ . The net reaction based on both two cases is corundum + calcium amphibole = spinel + sapphirine + plagioclase +  $\text{H}_2\text{O}$ -fluid +  $\text{SiO}_2$ . This open-system reaction suggests that decrease of  $\text{SiO}_2$ -activity triggered the corona-forming reaction.

キーワード：コロナ、反応組織、コランダム、リュツォ・ホルム岩体

Keywords: corona, reaction microstructure, corundum, Lützow-Holm Complex

## Petrological studies of high-grade paragneisses from Onzon and Thabeikkyin areas, central Myanmar

\*Thu YE Kyaw<sup>1</sup>, Masaki Enami<sup>2</sup>

1. Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, 2. Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

The sigmoidal and elongated Mogok metamorphic belt extends for 1500 km from the Andaman Sea in the south to the eastern Himalayan syntaxis in the north and has variable metamorphic conditions throughout the belt. It lies at the western margin of Shan-Thai block and comprises high-grade metasedimentary rocks and metaigneous rocks with subduction-related granitoid intrusions. Previous radiometric studies, based on U-Th-Pb and Ar-Ar dating, concluded that an assembly of these high-grade metamorphic rocks was formed during Paleogene to early Neogene event that was caused by the collision of remnants of Gondwanaland with the Eurasian continent and subsequent underthrusting and collision of Indian plate with Eurasian plate. The metamorphic grade of the Mogok metamorphic rocks reaches upper amphibolite facies and granulite facies in some places.

Samples were collected from the middle segment of the Mogok belt, ~100 km north of the Mandalay region, where the geology is dominated by high-grade paragneisses overlain by various types of marbles and calc-silicate rocks trending toward the NE-SW and ENE-WSW directions. The marbles occur in massive or scattered blocks and are medium- to coarse-grained, showing polycrystalline texture. Their common mineral assemblage contains diopside, forsterite, chondrodite, garnet, phlogopite, and graphite, suggesting metamorphic grade up to upper amphibolite facies. In places, the marbles are intruded by biotite micro-granite, syenite, and pegmatite.

The paragneisses are medium- to coarse-grained and show well-banded gneissose texture defined by elongated layers of biotite, feldspar, and quartz. The matrix of the paragneisses is mainly composed of garnet, cordierite, biotite, plagioclase, K-feldspar, quartz, ilmenite, and rutile. Graphite and monazite are common accessory minerals. Sillimanite mainly occurs as inclusions within garnet. Most porphyroblastic garnet grains (> 3 mm) show retrograde zoning with increasing almandine  $\{X_{alm} = Fe / (Ca + Mg + Fe + Mn) = 0.53 - 0.58\}$  and decreasing pyrope contents  $\{X_{pyr} = Mg / (Ca + Mg + Fe + Mn) = 0.37 - 0.43\}$  towards the rim. Grossular ( $X_{gros} = 0.03$ ) and spessartine ( $X_{sps} = 0.02$ ) contents are low and fairly constant. Cordierite grains  $\{X_{Mg} = Mg / (Mg + Fe) = 0.68 - 0.83\}$  occur as the matrix phase, inclusions in garnet, and as pseudomorphs after garnet. Using garnet-biotite geothermometer and garnet-biotite-plagioclase-quartz (GBPQ) geobarometer, the matrix assemblage estimates pressures (P) and temperature (T) conditions of 0.5–0.8 GPa and 750–870°C. Biotite grains occur as an isolated phase in the matrix, inclusions in garnet, and a symplectic phase around garnet. Fluorine and chlorine contents are up to 0.6 wt. % and less than 0.1 wt. %, respectively. The Ti-in biotite geothermometer suggests 800°C or higher-temperature for the Ti-rich isolated biotite grains. Zr-in-rutile geothermometer gives temperature estimates of 750–935°C (at P = 0.8 GPa), which are consistent with those estimated using a conventional geothermometer.

The samples analyzed in this study demonstrate that metamorphic conditions in the Mogok Belt reached 800°C or higher, implying wide distribution of granulite facies metamorphic rocks in the middle segment of the Mogok metamorphic belt.

Keywords: paragneiss, granulite, metamorphic conditions, Mogok metamorphic rocks, Myanmar

## 青森県白神山地西部に発達するマイロナイト帯の変形環境の推定

Deformation environment of the mylonite zone to the west of Shirakami Mountains, Northeast Japan

\*綿貫 峻介<sup>1</sup>、坂 秀憲<sup>2</sup>、金井 拓人<sup>1</sup>、高木 秀雄<sup>1</sup>

\*Shunsuke Watanuki<sup>1</sup>, Hidenori Saka<sup>2</sup>, Takuto Kanai<sup>1</sup>, Hideo Takagi<sup>1</sup>

1.早稲田大学、2.独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構

1.Waseda University, 2.New Energy and Industrial Technology Development Organization

青森県白神山地の西部に分布する白神岳花崗岩類(片田・大沢, 1964)には、海岸線に沿って南北に延性剪断帯が発達しており、藤本・山元(2010)により、白神岳マイロナイト帯と呼ばれている。このマイロナイト帯については、高橋(2001)によって産状と剪断センスの報告がなされており、藤本・山元(2010)や酒井ほか(2012)はその産状と鏡下観察の結果から、マイロナイトの形成過程を考察している。筆者らは、(1)マイロナイト帯の詳細な産状及び構造の解析並びに(2)再結晶石英の結晶方位定向配列(以下CP0)パターンに基づく変形環境の推定を行ったので報告する。

(1)マイロナイト帯は600 m程度の幅を持ち南北約2 kmにわたって発達している。中心部の幅200 m程度の範囲はウルトラマイロナイト化しており、局所的にカタクレーサイト化を重複して受けている。マイロナイトの面構造は南北走向で東に40~80°傾斜し、線構造は北東方向に30~70°の沈下を示す。また、非対称プレッシャーシャドウなどの非対称変形構造は左ずれ正断層の剪断センスを示し、ピッチの角度から左ずれが優勢である。

(2)マイロナイト帯を横切る2ルートでマイロナイト中の多結晶石英集合体を対象として、SEM-EBSD法を用いて結晶方位及び粒径を測定した。その結果、両ルートともにマイロナイト帯中心部ではランダムなCP0パターンを示し、平均粒径は約8.5 μmであった。一方、中心部以外ではタイプIクロスガードル~Y集中のCP0パターンを示し、平均粒径は13.1~198 μmであった。前者は粒径とCP0パターンから、拡散クリープによる変形であると推定できる(Passchier and Trouw, 2005)。後者はCP0パターンがタイプIクロスガードルからY集中に切り替わる温度である、350-450 °Cでの転位クリープによる変形であると推定できる(竹下, 1996)。また、CP0パターンを明瞭に示す最も細粒な試料の平均粒径と推定温度(約400 °C)から、変形時の差応力を古差応力系(Stipp and Tullis, 2003)を用いて計算すると約87 MPa、転位クリープの流動則(Hirth et al, 2001)を用いて計算すると、歪速度は約 $10^{-10} \text{ s}^{-1}$ となる。さらに、転位クリープ流動則と拡散クリープの流動則(Coble, 1963)を用いて、拡散クリープによる変形時の差応力の上限を計算すると、約10 MPaとなり、転位クリープによる変形と異なるステージで拡散クリープを伴う変形が幅70 m程度の狭いゾーンに集中したものと推定できる。以上より、マイロナイト帯では400 °C前後の環境下で転位クリープによる変形の後に、拡散クリープによる変形が剪断帯の中心で局所的に起き、さらに地表近くで部分的に脆性破砕をしたものと考えられる。

## 文献

Coble, R. L., 1963, *Jour. Appl. Phys.*, 34, 1679-1682.

藤本幸雄・山元正継, 2010, *地球科学*, 64, 127-144.

Hirth, G., Teyssier, C. and Dunlap, W. J., 2001, *Int. J. Earth Sci.*, 90, 77-78.

片田正人・大沢 穠, 1964, *地調月報*, 15, 87-94.

Passchier, C. W. and Trouw, R. A. J., 2005, Springer, Berlin, p44.

酒井 亨・西川 治・藤本幸雄, 2012, 日本地質学会第119年学術大会講演要旨, R14-013, 144.

Stipp, M. and Tullis, J., 2003, *Geophys. Res. Lett.*, 30, 2088.

高橋 浩, 2001, 日本地質学会第108年学術大会講演要旨, P-25, 210.

竹下 徹, 1996, *地質雑*, 102, 211-222.

キーワード：白神山地、白亜紀花崗岩類、マイロナイト、石英結晶方位定向配列

Keywords: Shirakami Mountains, Cretaceous granitic rocks, Mylonite, quartz CP0



神居古潭変成帯の緑簾石角閃岩に発達したAb-CaCO<sub>3</sub>相脈中のOmphacite-Diopside共生  
Coexisting Omphacite-Diopside in Ab-CaCO<sub>3</sub> phases vein developed in Epidote-amphibolite  
olistolith in kamuikotan Metamorphic belt.

\*木下 周祐<sup>1</sup>、平島 崇男<sup>1</sup>

\*Shusuke Kinoshita<sup>1</sup>, Takao Hirajima<sup>1</sup>

1. 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻

1. Department of Geology and Mineralogy, Graduate School of Science, Kyoto University

Ca-Na pyroxene is a common mineral in eclogite and blueschist facies metamorphic rocks. Omphacite with an intermediate composition between jadeite and augite is considered to be a clinopyroxene group with ordered  $P2/n$  symmetry, because the cation partitioning and ordering in NaAl-CaMg substitution took place below the critical temperature. At further lower temperatures, two miscibility gaps were proposed between omphacite and  $C2/c$  sodium-rich augite, and omphacite and  $C2/c$  impure jadeite in the jadeite-augite binary system based on a thermodynamic theory and petrographic evidences (Carpenter, 1980). As natural Ca-Na pyroxenes generally incorporates  $Fe^{3+}$  as an aegirine component at various degrees, several phase diagrams of Ca-Na pyroxenes concerning with stability fields of  $C2/c$  and  $P2/n$  symmetries have been proposed in the jadeite-aegirine-augite ternary system based on a number of thermodynamic models (e.g. Carpenter, 1980; Holland, 1990; Green et al., 2007). As the low-temperature stability conditions of Ca-Na pyroxenes harm their synthetic study, thus it is necessary to justify the validity of proposed phase diagrams using natural samples. In this study, we report the petrology of omphacite and sodium-rich augite pair which was newly found from high-pressure mineral veins developed in an epidote amphibolite block collected from the Horokanai area in the Kamuikotan metamorphic belt, central Hokkaido. Shibakusa (1989) divided the metamorphic rocks in the Horokanai area into three zones, Zone I {lawsonite blueschist (BS) facies} to Zone III (epidote BS facies), based on the mineral assemblages of mafic rocks. Imaizumi (1984) reported the occurrence of epidote amphibolite blocks from the Horokanai pass area, which is located in Zone III of Shibakusa (1989), and he concluded that these blocks represent olistoliths within the Kamuikotan metamorphic rocks prior to the BS-facies metamorphism. We identified three kinds of metamorphic veins; 1) Pale green, 2) yellowish green and 3) white veins. The pale green vein is about 1 cm thick and its central part is mainly composed of Ca-Na pyroxenes, carbonate (aragonite and calcite) and albite, while apatite is partly developed in the outer part of the vein. Yellowish green veins and white veins are less than 1 mm thick and mainly composed of pumpellyite and albite, respectively. The composition of pumpellyite is identical to those of Zones II and III of Shibakusa (1989). Calcite is considered to have developed after the formation of aragonite, as aragonite is always surrounded by calcite. These observations suggest that the vein-forming conditions are about 250-350 °C and less than 7-10 kbar ( $P$ - $T$  estimation for Zone II/III of Shibakusa, 1989). Most of Ca-Na pyroxenes occur as anhedral grains, ca. 1mm in length, in the central part of the pale green vein. They are composed of two domains, 20-100  $\mu$ m in width, separated by straight boundary which can be easily identified by their different birefringence. The chemical composition of the two domains is omphacite ( $Jd_{30-40}Acm_{15-25}Di_{38-55}$ ) and sodium-rich augite ( $Jd_{4-8}Acm_{9-15}Di_{77-95}$ ), respectively, showing an obvious gap, probably between  $P$  lattice omphacite and  $C$  lattice sodium-rich augite. Tsujimori (1997) reported the coexistence of omphacite and sodium-rich augite in an omphacitite collected at the Osayama serpentinite mélange, Sangun-Renge belt. They are less  $Fe^{3+}$  contents compared with our data and are associated with pumpellyite. The results of our study and Tsujimori (1997) propose a miscibility gap between omphacite and sodium-rich augite at 250-350 °C, which is slightly wider than that proposed by

Carpenter (1980) at 350 °C and there is a tendency that omphacite slightly prefers  $\text{Fe}^{3+}$  content rather than the coexisting sodium-rich augite.

キーワード：神居古潭変成帯、オンファス輝石-ディオプサイド不混和領域、アラレ石

Keywords: kamuikotan metamorphic belt, omphacite-diopside gao, aragonite

## 島根県西部江津地域に分布する周防変成帯青色片岩の変成作用

Metamorphic conditions of Gotsu blueschists in the Suo metamorphic belt, SW Japan

\*高須 晃<sup>1</sup>、Li Weimin<sup>2</sup>、Fazle Kabir<sup>1</sup>\*Akira Takasu<sup>1</sup>、Weimin Li<sup>2</sup>、Kabir Md Fazle<sup>1</sup>

1.島根大学総合理工学部地球資源環境学教室、2.吉林大学

1.Department of Geoscience, Faculty of Science and Technology, Shimane University, 2.College of Earth Science, Jilin University, China

西南日本内帯に分布する周防変成帯には160-230 Maの変成年代を示す高圧型変成岩（パンペリー石-アクチノ閃石相-藍閃石片岩相-緑れん石角閃岩相）が分布する（Nishimura, 1998）。江津地域の青色片岩の構成鉱物は緑れん石、角閃岩（Na, Na-Ca, Ca角閃岩）、曹長石、緑泥石、フェンジャイト（Si: 6.62-7.02）、石英、方解石、チタン石、赤鉄鉱、りん灰石、黒雲母からなる。角閃岩は組成累帯構造を示す（ウインチ閃石-藍閃石-ウインチ閃石、藍閃石-マグネシオリーベック閃石-ウインチ閃石/アクチノ閃石）。粗粒の藍閃石は緑れん石、石英、方解石を包有し、緑れん石斑状変晶は、緑泥石、藍閃石、曹長石、石英、赤鉄鉱を包有する。青色片岩の組織と鉱物化学組成より、変成作用は昇温ステージ、ピーク、降温ステージの3つのステージに区分できる。昇温ステージは緑れん石斑状変晶中の包有鉱物と藍閃石のコアにみられるウインチ閃石によって定義され、緑色片岩相から青色片岩相の変成条件を示す。ピーク変成作用は斑状変晶緑れん石、藍閃石、フェンジャイト、緑泥石、チタン石、赤鉄鉱により示され、緑れん石青色片岩相に相当する。変成条件は430-530 °C、12-15.5 kbarが見積もられる。藍閃石のリムはウインチ閃石/アクチノ閃石に累帯構造し、藍閃石を置換する緑泥石とともに緑色片岩相の降温ステージの条件を示す。

中国北東部Heilongjiang Complexには低温高圧型の変成岩が分布し、その中の青色片岩は320-550 °C、6-15 kbarの変成条件を示す（Li et al., 2010）。低温高圧型変成岩の<sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar年代として145-184 Maが報告されている（Li et al., 2011）。江津の青色片岩とHeilongjiang Complexの青色片岩の変成条件と変成年代のうえで共通点が多く、これらはジュラ紀の同一のサブダクション帯で形成された高圧型変成岩と考えられる。

文献

Li, W., Takasu, A., Liu, Y. and Guo, X. (2010) Newly discovered garnet-barroisite schists from the Heilongjiang Complex in the Jiamusi Massif, northeastern China. *JMPS*, 105, 86-91.

Li, W., Takasu, A., Liu, Y. Johann Genser, J., Zhao, Y. Han, G. and Guo, X. (2011) U-Pb and <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar age constrains on protolith and high-P/T type metamorphism of the Heilongjiang Complex in the Jiamusi Massif, NE China. *JMPS*, 106, 326-331.

Nishimura (1998) Geotectonic subdivision and areal extent of the Sangun belt, Inner Zone of Southwest Japan. *J. metamorphic Geol.*, 16, 129-140.

キーワード：青色片岩、Heilongjiang Complex, NE China、周防変成帯

Keywords: blueschist, Heilongjiang Complex, NE China, Suo metamorphic belt

## 系魚川市青海地域に分布する蓮華変成岩の源岩年代について

The source rock age of Renge metamorphic rock in the Omi-area, Itoigawa city.

\*吉田 拓海<sup>1</sup>、Satish-Kumar Madhusoodhan<sup>1</sup>、植田 勇人<sup>1</sup>

\*Takumi Yoshida<sup>1</sup>, Madhusoodhan Satish-Kumar<sup>1</sup>, Hayato Ueda<sup>1</sup>

1.新潟大学

1.Niigata university

新潟県系魚川市西部の青海地域には、古生代のK-Ar年代を持つ様々な変成岩類が産出することは古くから知られている。それら変成岩類は蛇紋岩を伴いヒスイ輝石岩や藍閃石片岩、角閃岩やエクロジャイトなど様々なテクトニックブロックからなる蛇紋岩メランジュを形成しているとされている(松本ほか2011)。またエクロジャイトや藍閃石片岩などの高圧変成岩が分布するエリアとしてECユニットを設定されそれ以外の地域はNon-ECユニットとされており(Tsujimori, 2002)異なる変成作用を受けた岩石が近接して分布している。青海地域は約280~340MaのK-Ar年代を持つ結晶片岩が卓越し(梶座ほか2004など)、古生代の沈み込み帯のテクトニクスを解明するうえで重要な地域とされている。しかし青海地域は1980年代から詳細な岩石学的検討が行われてきた反面、前述の二つのユニット間の関係など構造やその成因はいまだ不明瞭な点が多い。以上の問題を解決する一助とするため、ECユニットに区分されている地域から高圧変成作用を受けた岩石を採取し、ジルコンを分離後U-Pb年代測定を行った。

年代分析に使用した試料は、青海地域上路集落近くのしな谷中流で採取したザクロ石藍閃石岩である。サンプルは直径2~5mmのザクロ石斑状変晶が、長軸約2~4mmの藍閃石が卓越する基質中に見られ、一部緑泥石に富む部分が層状に認められる。サンプルは野外において直径約1~5mmのザクロ石が含まれる黒色泥質片岩中に、層状~レンズ状に見られ変質部分以外には雲母類は全く見られない。このザクロ石藍閃石岩中に含まれるジルコンを抽出した。抽出したジルコン粒子についてCL像観察を行ったところ、ほとんどの粒子が比較的発光の弱いコアと発光の強いリムを持つことがわかった。U-Pb年代測定には新潟大学のLA-ICPMSを用い、115個のジルコン粒子について行った。その結果34地点からコンコーディア年代を得た。測定したジルコン粒子のコアの年代の多くが約420~690Maの年代を示し約450~460Maに最も顕著な年代ピークが認められた。また約1200~1460Maの年代を示す粒子も認められた。

今回得られた年代値は、本地域において過去の研究で得られた結晶片岩の冷却年代(K-Ar年代)である約280~340Ma(梶座ほか2004など)や、エクロジャイト相の高圧変成作用の年代とされる380Ma(辻森, 2010)より古い。また今回年代分析に用いた試料はXRFを用いた全岩化学組成分析では玄武岩質の組成を示している。しかしジルコンを多量に含むことや様々な年代を持つジルコン粒子が含まれていることなどから原岩が玄武岩であるとは考えにくく、様々な可能性が考えられるため今後さらなる検討が必要である。

・Tsujimori, T., 2002. Prograde and Retrograde P-T Paths of the Late Paleozoic Glaucofanite Eclogite from the Renge Metamorphic Belt, Hida Mountains, Southwestern Japan. *International Geology Review* 44, 797-818.

・梶座圭太郎ほか, 2004, 年代学からみた飛騨外縁帯の構造発達史:高圧変成岩類のK-Ar年代と蛇紋岩に接触変成作用を与えた花崗岩類のU-Th-Pb EMPからの制約. *地質学雑誌*, 110, 580-590.

・辻森 樹, 2010, 日本列島に記録された古生代高圧変成作用—新発見とこれから解決すべき問題点—. *地学雑誌*, 119(2), 294-312.

・松本謙一ほか, 2011, 飛騨外縁帯系魚川-青海地域の地質と変成作用—日本列島地質体最古の沈み込み型変成作用と上昇期の加水変成作用—. *地学雑誌*, 第120巻 4-29.

キーワード: 蓮華変成岩、U-Pb年代

Keywords: Renge metamorphic rock, U-Pb age