

肥後変成岩および西彼杵変成岩に産する超高压クロミタイトの比較 Comparison of UHP chromitites from the Higo and Nishisonogi Metamorphic Rocks, Kyushu, Japan.

潮崎 大^{1*}; 森部 陽介¹; 恵口 響¹; 西山 忠男¹
SHIOSAKI, Dai^{1*}; MORIBE, Yosuke¹; EGUCHI, Hibiki¹; NISHIYAMA, Tadao¹

¹ 熊本大学大学院自然科学研究科理学専攻地球環境科学コース

¹ Department of Earth and Environmental Sciences, School of Science and Technology Kumamoto University

We have found microdiamond - bearing ultrahigh-pressure (UHP) chromitites from two metamorphic terranes in Kyushu: the Higo (HMR)¹ and Nishisonogi (NMR)² Metamorphic Rocks. This paper describes the similarity and difference between the two UHP chromitites. The HMR are located in west-central Kyushu with an E-W trend. They have undergone low P /T metamorphism, however, precursor HP or UHP metamorphism of ca. 250 Ma has been inferred³. The protoliths have affinity to continental shelf deposits⁴, consisting mainly of pelitic gneisses and meta-carbonates with minor metabasites and metaperidotites (partly serpentinite). Chromitite occurs very rarely as a nodular form in serpentinitized metaperidotites which shows spinifex-texture. The NMR is located in western Kyushu with a N-S trend. They have undergone high P /T metamorphism of epidote-blueschist subfacies. They consists mainly of pelitic and psammitic schists with minor basic schists and serpentinites, some of which show a character of serpentinite melange⁵. Detrital zircon from the pelitic schists show the age of 89-86 Ma⁶, whereas zircon from jadeitites in a serpentinite melange does 136 -126 Ma in the core and 84 - 80 Ma in the rim^{7,8}. Chromitite occurs as a deformed schlieren-like layer in serpentinite with no relic minerals. The P-T condition of the HMR has been estimated to be 200 - 600 MPa and 600 - 800 °C^{3,9,10,11,12,13}. Higher pressure and temperature conditions are reported from the following two samples: a sapphirine-bearing granulite^{3,10} as a tectonic block in the spinifex-textured metaperidotite (900 MPa and 950 °C) and a calc-silicate granulite¹³ (900 MPa and 820 °C) intercalating with garnet - biotite gneiss. We newly estimated the peak P-T condition of Al-spinel and chlorite -bearing metaperidotite as 2.0 GPa and 780 - 990 °C. In the case of the NMR, the peak metamorphic condition of the crystalline schists is 1.4 GPa and 520 °C for a garnet galucophanite¹⁴. Jadeitites¹⁵ as tectonic blocks in the serpentinite melange shows the peak condition of 1.5 GPa and 500 °C. Chromite from the HMR has the composition $(\text{Mg}_{0.34}\text{Fe}^{2+}_{0.75}\text{Mn}_{0.02})(\text{Cr}_{0.81}\text{Al}_{0.06}\text{Fe}^{3+}_{0.04}\text{Si}_{0.05})_2\text{O}_4$, whereas that from the NMR has similar composition $(\text{Mg}_{0.33}\text{Fe}^{2+}_{0.65}\text{Mn}_{0.03})(\text{Cr}_{0.84}\text{Al}_{0.12}\text{Fe}^{3+}_{0.04})_2\text{O}_4$ in the core and Fe-rich composition $(\text{Mg}_{0.06}\text{Fe}^{2+}_{0.89}\text{Zn}_{0.02}\text{Mn}_{0.03})(\text{Cr}_{0.85}\text{Al}_{0.12}\text{Fe}^{3+}_{0.04})_2\text{O}_4$ in the rim. Microdiamonds occur as *in situ* inclusions in chromite in both chromitites. They are 1 to 10 μm in size in HMR chromite, and those in NMR chromite is much smaller, mostly <1 μm with small number of larger grains. In both chromitites microdiamonds occur in some cases as numerous aligned grains, making diamond - rich zones. Both microdiamonds are identified with Raman spectra. HMR microdiamonds show a broad peak at 1333 cm⁻¹. NMR microdiamond, also shows a broad peak at 1331 cm⁻¹ with graphite peak at around 1600 cm⁻¹, suggesting partial graphitization. Both UHP chromitites will be deep subduction origin. HMR can be an eastern extension of the Dabie-Sulu UHP terrane in China, however, NMR is more problematic. No corresponding UHP terrane of ca. 80Ma is found around Kyushu. Our findings of UHP chromitites require reexamination of micro-tectonics in Kyushu, a peculiar location of an arc-arc junction at the continental margin.

References 1:Nishiyama et al., JpGU Meeting, S-MP46, 2014; 2: Nishiyama et al., JpGU Meeting, S-CG08, 2014; 3: Osanai, et al., Gondwana Res., 9, 152-166, 2006; 4: Omori and Isozaki, J.Geogr., 120, 40-51, 2011; 5: Nishiyama, Mem. Geol. Soc. Japan, 33, 237-257, 1989; 6: Kouchi, Y., J. Geogr., 120, 30-39, 2011; 7: Mori, et al., JMG, 29, 673-684, 2011; 8: Yui, et al., EJM., 24, 263-275, 2011; 9: Obata et al., Lithos, 32, 135-147, 1994; 10: Osanai et al., JMG., 16, 53-66, 1998; 11: Maki et al., JMPS, 99, 1-18, 2004; 12: Miyazaki, JMG., 22, 793-809, 2004; 13: Maki et al., JMG., 27, 107-124, 2009; 14: Moribe, Mc thesis, Kumamoto U.; 15: Shigeno et al., EJM, 24, 289-311, 2012

キーワード: マイクロダイヤモンド, クロミタイト, 超高压, 肥後変成岩, 西彼杵変成岩, 沈み込み

Keywords: microdiamond, chromitite, UHP, Higo metamorphic rocks, Nishisonogi metamorphic rocks, subduction

三波川変成帯別子地域より見いだされたザクロ石 Mn カルデラ型累帯構造の立体的
記載とその成因
3D imaging of the Mn-caldera shaped zoning of the garnet found from the Sanbagawa
metamorphic belt and its origin.

吉田 健太^{1*}; 平島 崇男¹
YOSHIDA, Kenta^{1*}; HIRAJIMA, Takao¹

¹ 京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻
¹Graduate School of Science, Kyoto University

Garnets with a complex compositional zoning were found from the northern proximal area of the Western Iratsu body of the Sanbagawa metamorphic belt of the Besshi district, southwest Japan. The studied garnet shows incipient Mn-reverse (increasing) zoning part (defined as core) and subsequent Mn-bell shape (decreasing) zoning part (defined as mantle), which is almost identical to the “Mn-caldera shaped zoning” described by Banno et al. (2004) in the Asemigawa region of the central Shikoku. In order to describe the chemical characteristic sterically, X-ray chemical mapping were performed by each 0.2-0.3 mm depth step, for one very-coarse-grained garnet with ca. 11 mm in diameter. The result clearly shows that the core/mantle boundary has the highest Mn content with euhedral shape, and that the chemical composition continuously changes through the grain. Internal schistosity defined by sigmoidal inclusion arrays cross-cuts the core/mantle boundary. This fact also suggests the continuous growth of garnet from the central part to the outer part. In the same sample, garnets with Mn-bell shape type zoning are also observed, which are relatively fine-grained up to 5 mm. Raman barometry and thermodynamic modeling suggest the climax *P-T* conditions of the studied sample did not reach the eclogite facies, which are consistent with the conditions of the oligoclase-biotite zone of the Sanbagawa metamorphic belt (610 °C and 1.0 GPa, Enami, 1994).

Contrary to the simple Mn-bell shape type zoning which grown up with progressive regional metamorphism, “Mn-caldera shaped zoning” could be generated from the crystal nucleation under oversaturated environment (Matsumoto and Kitamura, 2004). Such oversaturation is expected in a rapid increase of temperature. Recently, Aoya et al. (2013) proposed the eclogite nappe covering the large part of the Besshi district. However, the exact boundary between the eclogite nappe and lower grade surrounding rocks is still under the debate. The conjunction of the eclogite nappe and the lower-grade surrounding rocks are thought to have taken place near the peak metamorphic stage of the surrounding rocks (500-600 °C and ca. 1 GPa, Aoya et al., 2013). Mn-caldera shaped zoning garnet found in the Besshi district (this study; Xu et al., 1994) are both found from the northern proximal of the hypothesized eclogite nappe. Those Mn-caldera shaped zonings are possibly originated from the conjunction of the eclogite nappe and surrounding crystalline schist, and corresponding rapid heating. Such features of garnet can help to determine the boundary of the eclogite nappe in the Besshi district.

キーワード: ザクロ石, 三波川変成帯, 組成累帯構造, 非平衡結晶成長

Keywords: garnet, Sanbagawa metamorphic belt, compositional zoning, disequilibrium crystal growth

モンゴル・アルタイ地域の温度・圧力経路と変成年代の広域的解析 Widespread analyses of pressure-temperature trajectory and timing in the Altai Range, Mongolia

中野 伸彦^{1*}; 小山内 康人¹; 大和田 正明²; Satish-Kumar M.³; 足立 達朗¹; Jargalan Sereenen⁴; 吉本 紋¹; Kundyz Syeryekhan⁴; Boldbaatar Chimedtseie⁵
NAKANO, Nobuhiko^{1*}; OSANAI, Yasuhito¹; OWADA, Masaaki²; SATISH-KUMAR, M.³; ADACHI, Tatsuro¹; JARGALAN, Sereenen⁴; YOSHIMOTO, Aya¹; KUNDYZ, Syeryekhan⁴; BOLDBAATAR, Chimedtseie⁵

¹九州大学, ²山口大学, ³新潟大学, ⁴モンゴル科学技術大学, ⁵Mongolian Exploration Partners, LLC

¹Kyushu University, ²Yamaguchi University, ³Niigata University, ⁴Mongolian University of Science and Technology, ⁵Mongolian Exploration Partners, LLC

This study performed large-scale petrographical and geochronological investigation in the Altai Range, Mongolia distributed in the Central Asian Orogenic Belt, which is the typical subduction-accretion-collision orogeny on the Earth. Based on the petrographical observation, clockwise and anti-clockwise pressure-temperature trajectories were identified in whole of the studied area (400 km long). U-Th-Pb monazite dating yields c. 350 Ma and c. 260 Ma. Samples with clockwise pressure-temperature path, containing kyanite in garnet and sillimanite in the matrix, commonly have c. 350 Ma monazite in garnet and c. 260 Ma monazite in the matrix. In contrast, samples with anti-clockwise pressure-temperature path containing sillimanite in garnet and kyanite in the matrix have monazites showing (i) c. 350 Ma both in garnet and the matrix, (ii) c. 260 Ma both in garnet and the matrix, and (iii) c. 350 Ma in garnet and c. 260 Ma in the matrix. Ca zoning pattern in garnet shows either continuous or discontinuous zoning. Samples containing single monazite age cluster (either c. 350 Ma or c. 260 Ma) have continuously zoned garnet, in which samples with anti-clockwise pressure-temperature trajectory at both periods show Ca zoning increasing from core to rim or mantle, whereas some samples with unknown pressure-temperature path at both periods show opposite zoning. These features strongly suggest both clockwise and anti-clockwise evolutions occurred at both periods. Discontinuous Ca zoning in garnet is observed in samples that contain c. 350 Ma monazite inclusions in garnet and c. 260 Ma monazite grains in the matrix, and the zoning patterns show a decrease in Ca at the rim for samples with clockwise paths and an increase in Ca at the rim for those with counterclockwise paths. In some cases, c. 350 Ma monazite grains are included in the large garnet cores but c. 260 Ma monazite grains are found in the garnet rims as well as in the matrix. These rocks might be metamorphosed at c. 350 Ma, whereas they did not exhumate to the surface and have remained deep crustal level. Subsequent compression and decompression event formed garnet rim and monazite at c. 260 Ma, which should be caused by same tectonic regime to clockwise and anti-clockwise pressure-temperature path at the period. The presence of the regional-scale clockwise and anti-clockwise trajectories and their repetition during less than 100 My have never reported from any other orogenic belts in the world. Further studies may allow to realize the complex tectonic evolution of the Altai Range.

キーワード: 温度・圧力履歴, モナザイト U-Th-Pb 年代, アルタイ山脈, モンゴル, 中央アジア造山帯

Keywords: P-T trajectory, U-Th-Pb monazite age, Altai Mountains, Mongolia, Central Asian Orogenic Belt

スリランカの arrested チャーノックイト形成時のモード組成の時間変化 Temporal change of modal abundance of minerals during formation of arrested charnockite from 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
YAMASAKI, Yukiko^{1*}; IKEDA, Takeshi¹; MOTOYOSHI, Yoichi²; HIROI, Yoshikuni³; PRAME, Bernard⁴

¹九州大学, ²国立極地研究所, ³千葉大学, ⁴スリランカ地質調査所

¹Kyushu University, ²National Institute of Polar Research, ³Chiba University, ⁴Geological Survey of Sri Lanka

スリランカ中央部には、普通角閃石-黒雲母片麻岩中に数十 cm スケールで局所的にチャーノックイトが産している。このようなタイプのチャーノックイトは arrested チャーノックイトと言われる。このタイプのチャーノックイトの成因としては、局所的な H₂O 濃度の減少や酸素フュガシティーの減少が提案されている。これらはいずれも外部からの流体の流入や部分熔融によって引き起こされると考えられている (例えば Newton et al., 1980; Hiroi et al., 1990; Burton and O' Nions, 1990; Ravindra Kumar, 2004; Endo et al., 2012)。しかしチャーノックイト化に伴う鉱物の変化の時間的、空間的な発展については未だよくわかっていない。本研究では鉱物のモード変化を記載することにより、それらについて議論した。

片麻岩とチャーノックイトは、いずれも優白質部と優黒質部の層状構造を示し、両岩石の層状構造はほぼ連続する。優黒質部には片麻岩中では主に普通角閃石と黒雲母が存在し、チャーノックイト中にはそれらの鉱物と斜方輝石が存在する。優白質部には主に黒雲母と無色鉱物が産する。ただしチャーノックイト中の優白質部では黒雲母はほとんど存在しない。優黒質部のモードは、片麻岩中では系統的な変化は見られない。チャーノックイトに入ると普通角閃石は激減し、黒雲母は漸減、斜方輝石は緩やかに増加する。優白質部の黒雲母のモードは、片麻岩中でチャーノックイトへ向かって減少する。

斜方輝石は優黒質部の黒雲母と普通角閃石の分解が始める場所から出現し、優白質部の黒雲母の分解はそこよりも片麻岩側から生じている。従って優白質部の黒雲母の分解によって放出された元素は、優黒質部の黒雲母と普通角閃石が分解した場所まで移動し、そこで斜方輝石を生成したと考えられる。このことから普通角閃石の分解が先行し、それによって核形成した斜方輝石を成長させるよう、優白質部で分解した黒雲母の元素が移動した可能性が示唆される。同一鉱物間でありながら黒雲母の分解の場所が違うのは、優白質部の方が優黒質部よりも鉄に富んだ黒雲母が存在していることに起因すると考えられる。

Reference

Burton K. W. and O' Nions R. K., The timescale and mechanism of granulite formation at Kurunegala, Sri Lanka, *Contrib. Mineral. Petrol.* 106, 66-89 (1990)

Endo et al., Phase equilibrium modeling of incipient charnockite formation in NKCFMASHTO and MnNCKFMASHTO systems: A case study from Rajapalayam, Madurai Block, southern India, *Geoscience Frontiers* 3, 801-811 (2012)

Hiroi Y. et al., Arrested charnockite formation in Sri Lanka: Field and petrographical evidence for low-pressure conditions, *Proc. NIPR Symp. Antarct. Geosci.* 4, 213-230 (1990)

Newton R. C. et al., Carbonic metamorphism, granulites and crustal growth, *Nature* 288, 45-50 (1980)

Ravindra Kumar G. R., Mechanism of arrested charnockite formation at Nemmara, Palghat region, southern India, *Lithos* 75, 331-358 (2004)

キーワード: スリランカ, チャーノックイト, 普通角閃石-黒雲母片麻岩, 鉱物モード組成

Keywords: Sri Lanka, Charnockite, Hornblende-biotite gneiss, modal abundance

沈み込み帯の温度構造と水の循環—東北日本と西南日本の比較 Thermal structure and water transportation in subduction zones: a comparison between NE and SW Japan

石井 和彦^{1*}; 奥野 将史¹
ISHII, Kazuhiko^{1*}; OKUNO, Masashi¹

¹ 大阪府立大学大学院理学系研究科
¹ Graduate School of Sciences, Osaka Prefecture University

東北日本では古い太平洋プレートが高速で沈み込み、西南日本では若いフィリピン海プレートが低速で沈み込んでい
る。この沈み込み条件の違いは、東北日本の方が西南日本より島弧火山活動が活発でプレート境界地震の下限が深いこ
と、さらに西南日本のプレート境界で深部低周波微動が観測されていることなどに表れている。このような特徴から、東
北日本と西南日本は、しばしば暖かい沈み込み帯と冷たい沈み込み帯の典型的な例として比較検討されている。本研究
では、この2つの沈み込み帯の温度構造のほか、流体移動など沈み込み帯での物理的・化学的過程について、数値モデル
を用いて検討した。この数値モデルでは、スラブの脱水、マントルウェッジの加水・脱水、マントルウェッジの部分溶
融、メルトとH₂O流体の移動、温度・含水量・部分溶融度に依存したかんらん岩の流動則を考慮しており、スラブ年齢
や速度などの沈み込み条件が、諸過程とくに水の輸送を通してどのように両地域の地震・火山活動に影響するのにかつ
いて議論する。

キーワード: 沈み込み帯, 東北日本と西南日本
Keywords: subduction zones, NE Japan nad SW Japan

花崗岩体貫入時のマイクロブーディン構造形成中の応力一歪の関係：東ピルバラ、Mt.Edger 花崗岩複合岩体の場合
Stress and strain history during the microboudinage for granite intrusion: Mt. Edger granite complex, East Pilbara

松村 太郎次郎^{1*}; 木村 希生²; 岡本 敦³; 増田 俊明²
MATUMURA, Taroujiro^{1*}; KIMURA, Nozomi²; OKAMOTO, Atsushi³; MASUDA, Toshiaki²

¹ 静岡大学創造科学技術大学院, ² 静岡大学理学部, ³ 東北大学大学院環境科学研究科
¹Graduate school of science and Technology, Shizuoka University, ²Institute of Geoscience, Shizuoka University, ³Graduate school of Environmental studies, Tohoku University

Stress and strain analysis is essential to improving the understanding of deformation process. Microboudinaged columnar minerals can be used as an indicator of stress and strain during the microboudinage for quartzose and calcareous metamorphic tectonites. In this presentation, we discuss the stress and strain history during the microboudinage deduced by the microboudin method with a collaboration of the strain reversal method.

We collected samples of metachert from the Archean Warrawoona greenstone belt around Mt. Edger granite complex, East Pilbara, Western Australia, and identified microboudinaged tourmaline grains embedded within quartz matrix in 10 samples. The result revealed that the samples experienced extensional strain at least -0.56 and differential stress in the range from 3.9 to 11.9 MPa. We obtained stress-strain curves which show increase in differential stress with increasing inverse natural strain (ϵ_{inv}). The frequency distribution of interboudine gaps between separated grains with respect to ϵ_{inv} for boudinaged tourmaline grains shows that end of microboudinage occurred immediately after the peak frequency of fracturing. This occurrence commonly appeared in all the 10 samples. These results provided us with keys to discuss a stress-strain history during the microboudinage in relation to evolution of the granite complex. The spectacular implication would be a drop or relaxation in increased differential stress at the end of the microboudinage.

キーワード: マイクロブーディン構造, 応力, 歪, 花崗岩複合岩体, 始生代
Keywords: microboudin structure, stress, strain, granite complex, Archean

鉱物分解反応による拡散累帯構造形成の時間スケール Time scale for formation of diffusion zoning in response to breakdown reaction

池田 剛^{1*}
IKEDA, Takeshi^{1*}

¹九州大学
¹Kyushu University

高変成度の変成岩中のザクロ石は Mn や Fe が周縁部で増加する累帯構造を示すことが多い。この累帯構造は後退変成作用時のザクロ石分解反応に伴う拡散によってできたと考えられている。この累帯構造の幅は、結晶内部への拡散距離と、分解による界面移動距離によって記述される。本研究では、予察的にこれらの距離を時間と界面移動速度の関数として表現した。この式を用いると、いくつかの変成帯にみられる幅 0.04?0.1mm の累帯構造の形成時間が 1?数百万年と見積もられた。累帯構造形成中に界面が局所平衡を保った試料に適用すれば、冷却速度を見積もることができる可能性がある。

キーワード: 拡散累帯構造, 継続時間, 冷却速度
Keywords: diffusion zoning, duration time, cooling rate

四国における始新統および中新統中の結晶片岩礫の統合的な放射年代測定 Integrated radiometric dating of schist clasts from the Eocene and Miocene conglomerates in Shikoku

飯塚 亮太^{1*}; 高木 秀雄¹; 本田 恵美¹; 岩野 英樹²; 石田 章純³; 佐野 有司³
IIZUKA, Ryota^{1*}; TAKAGI, Hideo¹; HONDA, Emi¹; IWANO, Hideki²; ISHIDA, Akizumi³; SANO, Yuji³

¹ 早稲田大学, ² ㈱京都フィッション・トラック, ³ 東京大学大気海洋研究所
¹Waseda University, ²Kyoto Fission-Track Co. Ltd., ³AORI, the University of Tokyo

三波川変成帯が削剥レベルに達した年代, すなわち三波川変成岩礫を含む地層の年代は, 礫そのものの放射年代とともに, 三波川変成岩の上昇履歴を考察する上で重要な制約条件を与える. 筆者らは, 四国の古第三系と新第三系に含まれる三波川帯由来と考えられている結晶片岩礫を対象とし, その統合的な放射年代測定を実施してきた. その地層は, 中新世 (17Ma 前後) であることが明らかにされている久万層群の基底部の古岩屋層と, 始新世の渦鞭毛藻化石が報告されているひわだ峠層 (成田ほか, 1999) である. さらに, 山崎ほか (1995) により始新世の放散虫化石が報告されている, 四国四万十帯大山岬層も対象とした. すでに, 筆者らはひわだ峠層と古岩屋層の結晶片岩礫について, K-Ar 年代およびフィッション・トラック年代 (以下, FT 年代) を報告した (高木・向坂, 2012; 高木ほか, 2013).

そこで, 今回新たに K-Ar 年代および FT 年代測定に用いたひわだ峠層と古岩屋層の礫を対象として, 東大気海洋研の NanoSIMS 50 を用いてジルコンの U-Pb 年代を測定した. 今回分析したジルコンは砕屑性ジルコンと考えられることから, 最も若いジルコンの U-Pb 年代は, 結晶片岩の原岩の堆積年代に近似できる. 未だ予察的段階であることから, 最も若いピークの年代値を用いると, 3 試料とも 110 Ma 前後という結果となった. 年代値の詳細は, 発表時に報告する予定である.

大山岬層中の砂質片岩礫 2 試料から得られたジルコンの FT 年代は, 67.3 ± 9.0 Ma, 68.4 ± 8.2 Ma という値が得られた. 今回得られた値は, 吉倉ほか (1991) により報告されているフェンジャイトの K-Ar 年代 (78.2~71.4Ma) に比べ, やや若いものの誤差範囲で一致した. また, 大山岬層中に白亜紀後期を示す放散虫の報告 (平ほか, 1980) もあったが, ジルコンの FT 年代を見る限り, 古第三紀である可能性が高く, 山崎ほか (1995) に示された放散虫年代と調和的である.

これらの結果 (Table 1) より, ひわだ峠層と大山岬層中のフェンジャイトの K-Ar 年代とジルコンの FT 年代は誤差範囲で一致しているため, 両者の年代差が明瞭な中新世久万層群中の礫に比べて, それらの上昇速度は速かったものと想定される.

文献

- 成田ほか, 1999, 地質雑, 105, 305-308.
平ほか, 1980, 四万十帯の地質学と古生物学, 249-264.
高木・向坂, 2012, 日本地質学会第 119 年学術大会演旨, p.93
高木ほか, 2013, 日本地質学会第 120 年学術大会演旨, p.49.
山崎ほか, 1995, 愛媛大学教育学部紀要, 15, 31-36.
吉倉ほか, 1991, 日本地質学会第 98 年学術大会, p.434.

キーワード: 三波川帯, 結晶片岩, 放射年代測定
Keywords: Sanbagawa belt, schist, radiometric dating

SMP46-P08

会場:3 階ポスター会場

時間:4 月 28 日 18:15-19:30

Table1. Phengite K-Ar and zircon fission track ages of schist clasts from the Miocene and Eocene strata in Shikoku.

Series	Formation Name	Sample	Phengite K-Ar age (Ma)	Zircon FT age (Ma)
Miocene	Kuma Group Furuiwaya Formation	32204-2 psamm.sch.	81.5 ± 1.3	68.7 ± 6.0
		112101-2 pel.sch.	83.5 ± 1.3	64.9 ± 5.8
Eocene	Hiwadatoge Formation	2003-8 psamm.sch.	86.8 ± 1.3	85.2 ± 7.7
	Oyamamisaki Formation	1-B psamm.sch.	78.2 - 71.4	67.3 ± 9.0
		1-F psamm.sch.	(Yoshikura et al., 1991)	68.4 ± 8.2

黒瀬川帯に産するペルム紀後期の冷たい沈み込みシステムにおける PrP 相-LBS 相への
の変成過程
The metamorphic evolution from PrP to LBS facies in a late Paleozoic cold subduction
system in Kurosegawa belt

佐藤 永太郎^{1*}; 平島 崇男¹
SATO, Eitaro^{1*}; HIRAJIMA, Takao¹

¹ 京都大学大学院理学研究科

¹ Graduate School of Science, Kyoto University

Introduction: Recent progress of thermal modeling and thermodynamic calculation can help the general understanding of the thermal structure of subducting plate and the total movement of H₂O stored in high-pressure type metamorphic rocks from the trench to the upper mantle depth in various subduction settings (e.g., Peacock & Wang, 1999; Hacker et al., 2003). For example, Peacock (2009) indicated that the oceanic plate in the Philippine Sea plate subducting below the Kii Peninsula would suffer the cold HP/LT type metamorphism represented by zeolite facies, prehnite-pumpellyite facies, pumpellyite-actinolite facies, lawsonite-blueschist facies to jadeite-lawsonite-blueschist to 2GPa. However, the natural example recording abovementioned progressive metamorphic evolution has not been recognized yet.

Recently prehnite-pumpellyite facies and lawsonite-blueschist facies units have been recognized in the Otao unit of Kurosegawa belt in Yatsushiro area, Kyushu, Japan (Kamimura et al., 2012). However, the relationship of two metamorphic units has not been verified yet.

In this paper, we propose the progressive change of metamorphic grade from the prehnite-pumpellyite facies to lawsonite-blueschist facies based on petrography and thermodynamic phase analysis in metabasite system.

Petrography and Mineralogy: We confirmed that the prehnite-pumpellyite facies assemblage is predominant in the Tobiishi subunit of (Kamimura et al., 2012), but we newly found pumpellyite-actinolite facies from the western end of this subunit.

In the lawsonite-blueschist facies unit, Hakoishi-subunit of (Kamimura et al., 2012), located to the west of the Tobiishi-subunit, following mineral assemblage with excess chlorite, quartz, albite and phengite are systematically distributed from the east to the west in the subunit:

lawsonite + pumpellyite + aegirine-augite, pumpellyite + Na-amphibole, lawsonite + pumpellyite + Na-amphibole, lawsonite + Na-amphibole + aegirine-augite.

The compositions of sodic pyroxene, pumpellyite and Na-amphibole also show the following systematic trend westwards in the subunit; jadeite component of sodic pyroxene generally increases from X_{Jd}=0.12 to X_{Jd}=0.50 with X_{Aeg}= up to 0.5. Al content of pumpellyite increases from 3.7 to 4.6 p.f.u. for O=24.5 Fe₃₊/(Al+Fe₃₊) in Na-amphibole decreases from 0.8 (riebeckite) to 0.15 (glaucophane).

Thermodynamic phase analysis: To evaluate stability relationship among abovementioned mineral assemblages, the phase diagram was constructed in the NCFMASH system with PERPLE_X software package (Connolly, 2005) for 1-10 kbar and 100-400 C. The considered minerals are stilbite, laumontite, prehnite, pumpellyite, ferro pumpellyite, tremolite, ferro tremolite, diopside, hednbergite, clinocllore, daphnite, lawsonite, glaucophane, ferro glaucophane, clinzoisite and albite with excess, quartz and water. As the first order approximation, solid solution in each mineral was ignored. The newly constructed phase diagram predicts following representative mineral assemblages appear with the increase of the pressure along the high HP/LT path.

lawsonite + pumpellyite + clinopyroxene, pumpellyite + glaucophane, lawsonite + pumpellyite + glaucophane, lawsonite + glaucophane + clinopyroxene.

This metamorphic evolution in the model system is coincident well with the natural observation in the Hakoishi subunits.

Conclusion: Mineral assemblages observed in metabasites of the Tobiishi and Hakoishi subunits and the newly constructed petrogenetic grid suggest the metamorphic grade increases from prehnite-pumpellyite facies to lawsonite-blueschist facies westward ca. 20km in the Otao unit of Kurosegawa belt. The westward increase of Al content in pumpellyite, Na-amphibole, and Na-clinopyroxene also suggest the metamorphic grade increases westward. Thus, this area would become a type locality of a cold subduction system as proposed by the Peacock (2009)s thermal modeling.

キーワード: ローソン石, 青色片岩, 低温高压変成岩, 黒瀬川帯, 岩石成因論的グリッド, 冷たい沈み込みシステム

SMP46-P09

会場:3 階ポスター会場

時間:4 月 28 日 18:15-19:30

Keywords: lawsonite, blueschist, HP/LT type metamorphic rocks, Kurosegawa belt, petrogenetic grid, cold subduction system

高温変成作用によるジルコンの形態変化 - 高温低圧型領家変成帯木曾地域を例に - Morphological change of zircon under high temperature metamorphism: Example of the Kiso Ryoke metamorphic rocks

猪川 千晶^{1*}; 本吉 洋一²; 外田 智千²; 堀江 憲治²
IKAWA, Chiaki^{1*}; MOTOYOSHI, Yoichi²; HOKADA, Tomokazu²; HORIE, Kenji²

¹ 総合研究大学院大学極域科学専攻, ² 国立極地研究所

¹ Department of Polar Science, the Graduate University for Advanced Studies, ² National Institute of Polar Research

ジルコンは岩石の年代を求める上での重要な鉱物である。しかし、ジルコンは変成作用の様々なステージで成長、あるいは再結晶し、それぞれのタイミングの U-Pb 年代を記録している筈である。変成作用の各ステージでどのようにジルコンが成長するのか、まだ十分には分かっていない。Williams (2001) は、オーストラリア Cooma 岩体において、変成度の違いによるジルコンの形態変化について検討し、変成度の低い岩石中では碎屑性ジルコンが保持され、変成度の高い岩石で新しくジルコンが形成あるいはオーバーグロースしていることを示した。Kawakami et al (2013) では、片岩からミグマタイトに遷移する領家帯青山地域の上部角閃岩相からグラニュライト相でのジルコンの形態変化を調べた。そこで、ジルコンの再結晶にはメルトが関与しているとしている。このように、ジルコンは変成度により形態が異なる。そのため、ジルコンの年代値を解釈する上で、変成作用によるジルコンの形態変化を調べることは重要である。

そこで、本研究では、非変成（美濃帯）からミグマタイト帯までほぼ連続的に変成度の変化が見られる中部地方領家帯木曾地域において、変成度ごとのジルコンの形態変化を調べた。領家帯木曾地域は中央アルプス木曾駒ヶ岳の北東に位置する、南北約 43km、東西約 22km の地域である。この地域は、広域変成岩（変成堆積岩・石英片岩・塩基性片岩・炭酸塩岩など）と非変成岩が広く出現し、白亜紀中期に変成作用を受けたとされている。Morikiyo (1984) は、鉱物組み合わせにより 9 つのゾーン（I から VII）に分類した。

本研究では、ゾーン I からゾーン VII までの全域から合計 46 のサンプルを採取した。顕微鏡観察を行った結果、鉱物組み合わせは以下ようになっていた：ゾーン II で黒雲母出現、ゾーン IIIa でアルバイト消滅、ゾーン IIIb で緑泥石消滅、ゾーン VIa で珪線石出現。

SEM と光学顕微鏡でのジルコン観察に基づき、ジルコンの形態をゾーン I-II、ゾーン IIIa-V、ゾーン VIa-VII の 3 つのグループに分類した。

ゾーン I-II: 光学顕微鏡下では様々な色（紫、淡いピンク、無色）や大きさ（40-220 μm）のものが認められ、またそれらは明瞭な自形面を示す。また、SEM による観察では結晶表面に摩耗の跡やひびが観察される。このような特徴から、おそらく広い範囲から供給された碎屑性由来のジルコンであると考えられる。

ゾーン IIIa-V: このゾーンのジルコン結晶表面は溶けたような穴があき、ざらざらしているものが多い。ゾーン I-II とは異なり、面全体がざらざらしており、ひびは見られない。これは、変成作用を受けて溶解あるいは再結晶したためと考えられる。しかし、1 つの粒子において、すべての表面が溶けているとは限らず、溶けていない結晶面を保持する部分も存在する。この溶けていない面は、ゾーン I-II と同じ碎屑性の結晶面かゾーン VIa-VII と同様にさらに変成作用を受けて再結晶がすすんでなめらかになったものと考えられる。また、BSE 観察では新しいジルコン結晶の成長はほとんど見られないが、一部に例外的に新しい成長がみられるものもある。新しく成長したジルコンは比較的小さく約 30 μm である。

ゾーン VIa-VII: ゾーン IIIa-V と異なり、溶けているようなざらざらはなく、表面はなめらかである。しかし、表面にはゆるやかな凹凸があり、IIIa-V のでこぼこの面がなめらかに固まったようである。変成作用によってジルコン結晶の成長に伴って、ゾーン IIIa-V で見られるようなでこぼこの面の外側に結晶がオーバーグロースしたものではないかと考えられる。一番温度の高いゾーン VII では、表面の凹凸がほとんど見られず、なめらかなジルコン結晶が発達する。

このように、木曾地域領家帯変成岩中のジルコンは、低変成ゾーンに卓越する碎屑性ジルコンから、変成度の上昇に伴って表面がざらざらとした外形を持つジルコンとなり、さらに高成度になるとざらざらの面がなめらかな面になっていくという変化がみられた。また、新しいジルコンの成長も観察できる、という結果が得られた。

キーワード: ジルコン形態, 広域変成作用, 領家帯

Keywords: zircon morphology, regional metamorphism, Ryoke belt

東南極セール・ロンダーネ山地、メーフィエル地域に産する泥質変成岩のザクロ石の正累帯構造 P-T estimates of a metapelite containing garnet zoning from Mefjell, Sr Rondane Mountain, East Antarctica

坪川 祐美子^{1*}; 石川 正弘¹; 市来 孝志¹; 河上 哲生²; M. サティシュ・クマール³; 土屋 範芳⁴; ジェフ グランサム⁵
TSUBOKAWA, Yumiko^{1*}; ISHIKAWA, Masahiro¹; ICHIKI, Takashi¹; KAWAKAMI, Tetsuo²; MADHUSOODHAN, Satishkumar³; TSUCHIYA, Noriyoshi⁴; GEOFF, Grantham⁵

¹ 横浜国立大学 (環境情報), ² 京都大学, ³ 新潟大学, ⁴ 東北大学, ⁵ 南アフリカ地質調査所

¹Yokohama National University, ²Kyoto University, ³Niigata University, ⁴Tohoku University, ⁵Council for geoscience, South Africa

東南極セール・ロンダーネ山地は東西 Gondwana 大陸の衝突帯内部に位置していたと考えられ (Jacobs et al., 2003), Gondwana 超大陸の集合過程を解析するための鍵となる地域として注目されてきた。同地域は角閃岩相~グラニュライト相の高度変成岩類およびそれらに貫入する火成岩類から構成され (Osanai et al., 2013), 約 640-600Ma と約 550-500Ma において主な変成作用を被っている (e.g. Shiraiishi et al., 2008)。近年, 各地域での詳細な変成温度-圧力-時間履歴の再検討が行われると, バルヒェン山やアウストカンパーネ北部からは時計回りの経路が報告される一方で (e.g. Nakano et al., 2011), ブラットニーパネやメニーパ東部からは反時計回りの経路が見つかり (e.g. Adachi et al., 2013), 地域ごとに異なる変成経路を経ていることが明らかになった。しかしながら, メーフィエル地域を含む山地南西部においては, ピーク変成条件に達する以前の温度-圧力経路についてこれまで十分な証拠が得られていない。

この度, 同山地メーフィエル北西部に産する泥質変成岩から, 正の組成累帯構造を保持するザクロ石が見つかったので報告する。本研究では, この十字石を含むザクロ石-珪線石-黒雲母片麻岩を記載し, ザクロ石中の包有物鉱物を用いて地質温度圧力計を適用しザクロ石の変成条件を見積もった。用いた地質温度圧力計はザクロ石-イルメナイト地質温度計 (Pownceby et al., 1987), ザクロ石-十字石地質温度計 (Fed'kin & Yakovleva, 1993) およびザクロ石-アルミノ珪酸塩鉱物-石英-斜長石圧力計 (Spear et al., 1993) である。

この泥質変成岩は主としてザクロ石, 黒雲母, 珪線石, 石英, 斜長石で構成され, 少量のカリ長石, 十字石, 燐灰石, モナズ石, イルメナイト, 磁鉄鉱を含む。正の累帯構造を示すザクロ石は直径約 12mm の巨大な斑状変晶として存在し, 肉眼では中心部は赤桃色, 縁部は淡桃色を示す。ザクロ石の化学組成は典型的な Alm 成分に富む組成を示し, Fe, Mg, Mn, Ca による組成累帯構造が見られた。このうち累帯構造が最も顕著に認められた Sps 成分は, 肉眼で赤桃色を示す中心部で高く, 淡桃色の周辺部で低い。したがってこの部分をコア部とリム部の境界とした。この区分に従うと, ザクロ石はコア部 (Alm₆₇Sps₁₅Prp₁₂Grs₆) からリム部 (Alm₇₄Sps₂Prp₂₀Grs₄) にかけて, Alm 成分と Prp 成分の増加および Sps 成分の減少が見られ, Grs 成分は全体として一様に低い。リム部では最外縁部 (Alm₇₃Sps₁₁Prp₂₀Grs₆) に向かって再び Sps 成分が増加する。ザクロ石の包有物には十字石, 珪線石, 黒雲母, 緑泥石, 斜長石, カリ長石, 石英, 燐灰石, イルメナイト, およびそれらの複数鉱物からなる集合体が見られる。ただし, コア部の珪線石は極微細な複数集合体になっており, 周囲のザクロ石には弱い放射状クラックが発達している。こうした珪線石は藍晶石から転移したものかもしれない。

ザクロ石のコア部からリム部にかけて包有されるイルメナイトの組成を用いて見積もった変成温度条件は, コア部において約 350-400 °C, リム部において約 650-700 °C であった。コア部における見積もりの結果は, Pownceby et al. (1991) の地質温度計作成時の実験条件 (温度 600-1000 °C) より低く単純に比較することはできないが, 温度計の誤差 ±50 °C を考慮してもザクロ石のコア部からリム部に向かって温度が増加する傾向が保存されている。また, リム部に包有される十字石の組成から見積もった変成温度条件は約 630-700 °C を示し, 同じくリム部に包有される斜長石の組成を用いて見積もった変成圧力条件は温度 650 °C のときに約 7.2kbar であった。温度計の誤差から推定される圧力計の誤差は ±0.9kbar である。したがって本試料中のザクロ石は, コア部からリム部にかけて約 350-400 °C から約 630-700 °C, 約 7.2±0.9kbar への温度上昇に伴い成長したことが示唆される。

キーワード: 東南極, セール・ロンダーネ山地, 温度圧力条件

Keywords: East Antarctica, Sør Rondane Mountain, pressure and temperature conditions

東ネパール MCT ゾーンにおける変成同時の流体流入と優白質花崗岩の成因論 Syn-metamorphic fluid infiltration and petrogenesis of leucogranites in the MCT zone in Eastern Nepal

河上 哲生^{1*}; 酒井 治孝¹; 佐藤 活志¹
KAWAKAMI, Tetsuo^{1*}; SAKAI, Harutaka¹; SATO, Katsushi¹

¹ 京都大学大学院理学研究科
¹ Graduate School of Science, Kyoto University

大陸衝突帯における変成作用同時の流体活動は、優白質花崗岩の成因や流体・メルトを介した物質移動の観点から非常に重要である。電気石は大陸地殻に普通に産出する、広い安定領域を持つ副成分鉱物であり [1]、泥質変成岩中の重要なホウ素の貯蔵庫鉱物である [2, 3, 4]。貯蔵庫鉱物の存在しない環境下では、ホウ素はインコンパティブルに振る舞い、流体に入って移動する。しかし温度-圧力-組成条件が整うと、電気石や他のホウ珪酸塩鉱物として岩石-流体相互作用の場で固定される。従って、電気石はホウ素を含む流体のトレーサーに適している [4]。電気石は極性結晶であるので、それぞれの極が異なる陽イオン濃度をもち、その極性は 650 °C 程度まで存在する。従って、電気石の異なる極間の元素分配は地質温度計として用いることが出来る [2, 5]。

私たちは、ネパール東部ダンクッタ周辺の MCT ゾーンにおける石英脈と電気石脈の産状を調査した。本地域には泥質片岩が広く分布し、ドロマイト岩やコーツァイト、マフィック岩が挟在する。変成度は藍晶石帯から十字石帯、ザクロ石帯へと、南に向かって MCT からの距離が増加するほど低くなる。泥質片岩には石英脈が多産するが、MCT の活動に伴う南フェルゲンツの延性変形を受けてレンズ状の形状を示す。藍晶石帯では石英脈中に mm から cm サイズの藍晶石が、少量の斜長石とともに含まれる。ザクロ石と藍晶石は石英脈の直近でのみ粗粒であり、藍晶石は石英脈の周囲にのみ産する傾向がある。このことは、石英脈を形成した流体の活動が、藍晶石帯の変成ピーク前後に起き、Si、Al、Na、Ca が流体中に含まれ運搬されていたことを示す。この流体活動の温度圧力条件は Grt-Ky-Pl-Bt-Qtz 組み合わせを用い、約 8kbar、600 °C と暫定的に見積もられた。十字石帯やザクロ石帯においても同様に、石英脈の直近でザクロ石が粗粒化する。従って、このような石英脈は、変成作用の昇温期ならびにピーク変成時に、各変成分帯に対し、系外から流入した流体の証拠である。

MCT ゾーンの泥質片岩中には、局所的に非常に大量の電気石が産することがある。こうした電気石は、白雲母に富むアルミナスな層に選択的に産するが、これは外部からのホウ素の流入に伴い、電気石の形成に適した全岩組成の層に電気石が形成されたものと考えられる。昇温変成を示す組成累帯構造をもつザクロ石中に大量の電気石が包有されることから、このような含ホウ素流体の流入は昇温変成期から起きていたと考えられる。さらに、片理面を切って貫入する電気石脈が存在することから、ピーク変成以降も含ホウ素流体の流入は続いた。電気石の極間の Ca/Na 分配 [5] から、電気石脈の形成温度は約 530-590 °C と推定される。このような流体の起源は、各変成分帯の構造的な下位に存在する、より低変成度の変堆積岩類かもしれない。なぜなら、こうした変堆積岩中での脱水反応により、水だけでなくホウ素も供給可能だからである。

MCT ゾーンにおける、昇温変成期から変成ピーク直後までにおよぶ含ホウ素流体の流入は、形成場や成因論に関する議論が続くハイヒマラヤやテチスヒマラヤの優白質花崗岩の成因 [6] にとって重要であり、本研究の観察は流体存在下での溶融 [7] を支持する。MCT 直上のハイヒマラヤのミグマタイト中に産する含電気石優白質花崗岩脈は、こうした含ホウ素流体流入に伴う、MCT 近辺での溶融の産物かもしれない。

引用文献： [1] van Hinsberg et al, 2011, *Can Min*, 49, 1-16. [2] Henry & Dutrow, 1996, *Rev Min*, 33, 503-557. [3] Sperlich et al, 1996, *Am Min*, 81, 1222-1236. [4] Kawakami, 2004, *TRSE*, 95, 111-123. [5] van Hinsberg & Schumacher, 2007, *CMP*, 153, 289-301. [6] Guo & Wilson, 2012, *GR*, 22, 360-376. [7] Le Fort, 1981, *JGR*, 86, 10545-10568.

キーワード: 流体, 電気石, ホウ素, 逆転変成作用, 部分溶融, 大陸衝突帯

Keywords: fluid, tourmaline, boron, inverted metamorphism, partial melting, continental collision zone

マダガスカル共和国中央東部マサラ岩体, アンタナナリボ岩体, ベツィミサラカ岩体に産する変成岩の年代学的特徴 Geochronology of the metamorphic rocks from the Masora, Antananarivo and Betsimisaraka domains, east-central Madagascar

市来 孝志^{1*}; 石川 正弘¹; 小山内 康人²; 中野 伸彦²; 足立 達朗²
ICHIKI, Takashi^{1*}; ISHIKAWA, Masahiro¹; OSANAI, Yasuhito²; NAKANO, Nobuhiko²; ADACHI, Tatsuro²

¹ 横浜国立大学 環境情報, ² 九州大学 比較社会文化
¹Yokohama National University, ²Kyushu University

マダガスカル共和国は Gondwana 超大陸の復元図においてその中央部に位置する (e.g. Jacobs and Thomas, 2004). そのため Gondwana 超大陸の形成プロセスを理解する上で重要な地域の一つである. しかしながら, マダガスカル共和国の位置する Gondwana 超大陸中央部が, 北部と同様に若い島弧地殻の衝突縫合によって形成したのか (Stern, 1994), あるいは古い大陸地殻の再変動を被ったのか議論の余地がある (e.g. Collins and Pisarevsky, 2005; Collins, 2006; Tucker et al., 2012). そこで本研究では, マダガスカル共和国中央東部を構成する地質体の年代学的特徴を明らかにするために, 変成火成岩についてジルコンの LA-ICP-MS U-Pb 法を用いて原岩の形成年代を推定し, 変成堆積岩についてモナズ石の EPMA U-Th-Pb 法を用いて変成年代を推定した.

マダガスカル共和国中央東部は地質と年代に基づき, 東からマサラ岩体, ベツィミサラカ岩体およびアンタナナリボ岩体に区分される (Collins, 2006; Tucker et al., 2011). マサラ岩体は主に珪長質変成岩から構成され, 少量の変成堆積岩を含む. 2 種類の変成堆積岩中のモナズ石から約 5.2-5.1 億年前の年代が得られる. この年代は U-Pb ジルコン法により変成花崗岩質岩から得られている約 5.3-5.1 億年前の変成年代 (Smith et al., 2008) と珪岩について得られている約 5.4-5.2 億年前の変成年代 (De Waele et al., 2011) とほぼ一致する. また珪長質変成岩は約 33 億年前の火成活動年代を示す. これはミグマタイト化した珪長質片麻岩から U-Pb ジルコン法により得られている約 33 億年前の年代 (Tucker et al., 2011b) と一致する.

アンタナナリボ岩体は主に珪長質変成岩から構成され, 少量の変成堆積岩を含む. アンタナナリボ岩体は変成温度圧力条件と地質構造により東部と西部に区分される. 岩体東部は西部と変成度の勾配に沿って, 低角の正断層センスを示す塑性剪断帯によって境される. 岩体東部に産する変成堆積岩中のモナズ石からは約 5.0-4.8 億年前の年代が得られる. また西部に産する 2 種類の変成堆積岩中のモナズ石からは約 5.4-5.0 億年前 (Martelat et al., 2000) と約 6.3-5.4 億年前 (Jöns and Schenk, 2011) の変成年代が報告されており, また変成花崗岩中のモナズ石からは約 5.6-5.4 億年前 (Grégoire et al., 2009) の変成年代が報告されている. したがって, 岩体東部の変成年代は西部よりもやや若い年代である. 珪長質変成岩は地球化学的に 2 種類の異なる特徴を示す. 岩体東部に産するものからは約 27 億年前の年代が, 岩体西部に産するものからは約 7.6 億年前の火成活動年代を示すものが得られる. 中性変成岩は岩体西部に産しており, U-Pb ジルコン法に基づき約 5.5 億年前の火成活動年代を示す.

ベツィミサラカ岩体は主に変成堆積岩で構成される. 変成堆積岩中のモナズ石から約 5.0 億年前の年代が得られる. これは U-Pb ジルコン法に基づき珪岩より報告されている約 5.5-5.2 億年前の変成年代 (Tucker et al., 2011) と, 変成堆積岩中のジルコン粒子のリムより報告されている約 5.5 億年前の変成年代 (Collins et al., 2003) よりも若い年代である.

これらの結果から, マダガスカル共和国中央東部は約 5.5-5.0 億年前に変成作用を被っている. その中でアンタナナリボ岩体東部とベツィミサラカ岩体はこれらの中で最も若い約 5.0 億年前の変成作用を被っている. またアンタナナリボ岩体ではこれまで最も古い火成活動年代は約 25 億年前と考えられてきた (e.g. Kröner et al., 2000). 岩体東部にて見いだされた約 27 億年前の火成活動年代は同岩体中における新しい報告であり, 報告されている中で最も古い火成活動年代である. これらのことからアンタナナリボ岩体東部は西部よりも古い年代を示す地域であり, さらにアンタナナリボ岩体の中でも特に古い地質体であると考えられる. したがって, マサラ岩体, ベツィミサラカ岩体とアンタナナリボ岩体西部との間に, 年代の遷移する地質体が存在する可能性が高い. このような地質体の関係は, 近年インド南部太古代クラトンにより報告されており (Peucat et al., 2013), 太古代からのインドとマダガスカル連続性を検討する上で重要な証拠となると考えられる.

キーワード: Gondwana 超大陸, マダガスカル中央東部, LA-ICP-MS U-Pb ジルコン年代, EPMA モナズ石年代

Keywords: Gondwana supercontinent, east-central Madagascar, LA-ICP-MS U-Pb zircon dating, EPMA monazite dating

カミラ角閃岩マイロナイトの変形微細構造とその形成温度 Deformation microstructures of a Kamila amphibolite mylonite and their formative temperatures

新井 智之^{1*}; 金川 久一¹; 芳野 極²
ARAI, Tomoyuki^{1*}; KANAGAWA, Kyuichi¹; YOSHINO, Takashi²

¹ 千葉大学大学院理学研究科, ² 岡山大学地球物質科学研究センター

¹Graduate School of Science, Chiba University, ²Institute for Study of the Earth's Interior, Okayama University

パキスタン北部に分布するコヒスタン複合岩体は白亜紀の島弧地殻起源と考えられており、カミラ角閃岩体はその下部地殻を構成していたと考えられている。ここでは、カミラ角閃岩起源のマイロナイト試料の変形微細構造とその形成温度について報告する。

解析したカミラ角閃岩マイロナイト試料は、層厚 100 μm ~1 mm の、ホルンブレンド+輝石層、斜長石層、およびホルンブレンド+斜長石+石英層の組成層構造を示し、層厚約 3 mm のざくろ石+石英+斜長石層が挟在している。この試料には、組成層構造により規定される C 面構造、C 面に時計回りに斜交したレンズ状斜長石粒子集合体により規定される S 面構造、および C 面に反時計回りに低角に斜交する C' 面構造の、複合面構造が発達しており、これらの複合面構造は上盤南方移動の剪断センスを示す。

ホルンブレンド+輝石層は主として粒径 30 μm 程度のホルンブレンドから成り、輝石は粒径 200 μm 程度のポーフィロクラストとして散在している。ホルンブレンドには、(100) が面構造に平行で [001] が線構造に平行に配列する、結晶方位配列が発達している。斜方輝石ポーフィロクラストは面構造に平行な方向へ伸長し、上盤南方移動の剪断センスを示す、主として細粒ホルンブレンドから成る非対称のテイルを伴っている。また、輝石ポーフィロクラスト周囲には粒径 10 μm 程度の細粒なホルンブレンドと石英が分布しており、輝石の分解反応 (斜方輝石+単斜輝石+H₂O=ホルンブレンド+石英) を示唆している。この反応はグラニュライト相から角閃岩相への後退変成反応を意味する。

斜長石層は粒径 100 μm 程度の動的再結晶斜長石粒子 (An₄₇₋₅₄) から成る。レンズ状に伸長した領域は、元は斜長石ポーフィロクラストであったと考えられる。斜長石粒子は多角形状の粒子が多いが、やや伸長した粒子が面構造に対して時計回りに斜交する、弱い斜交面構造を呈している。この斜交面構造も上盤南方移動の剪断センスを示す。また斜長石には、{131} と <1-12> がそれぞれ面構造と線構造に対して時計回りに約 20° 斜交する、結晶方位配列が発達している。斜長石の {131} および <1-12> の配列方向は S 面構造とほぼ平行になっており、動的再結晶時のすべり系 {131}<1-12> の卓越を示唆している。

斜方輝石と単斜輝石のポーフィロクラストの化学組成に輝石温度計を適用したところ、850 °C 前後の温度が得られた。また、圧力 800 MPa を仮定してホルンブレンド+斜長石+石英層中のホルンブレンドと斜長石の化学組成にホルンブレンド-斜長石温度計を適用したところ、約 610 °C の温度が得られた。従って、本研究で解析したカミラ角閃岩マイロナイトは、850 °C 前後のグラニュライト相の変成作用後に、約 610 °C の温度で角閃岩相の後退変成作用を受けると同時に、上盤南方移動センスの剪断変形を受けたと考えられる。

黒瀬川帯に分布する蛇紋岩中の変成岩および火成岩ブロックの形成テクトニクス The tectonics evolution of metamorphic and igneous rocks embedded in the serpentinite melange from the Kurosegawa Tecton

吉本 紋^{1*}; 小山内 康人¹; 中野 伸彦¹; 足立 達朗¹; 北野 一平¹; 米村 和紘²; 石塚 英男³
YOSHIMOTO, Aya^{1*}; OSANAI, Yasuhito¹; NAKANO, Nobuhiko¹; ADACHI, Tatsuro¹; KITANO, Ippei¹; YONEMURA, Kazuhiro²; ISHIZUKA, Hideo³

¹九州大・比文, ²JOGMEC, ³高知大
¹Kyushu Univ., ²JOGMEC, ³Kochi Univ.

黒瀬川帯の蛇紋岩メランジ中に産する多様な岩石ブロックについて、産状観察、岩石記載、全岩化学組成分析、ジルコン U-Pb 同位体年代測定を実施し、黒瀬川帯の岩石学的特徴を統括した。また、これらの解析結果を基に、黒瀬川帯の形成プロセスについて考察を行った。

高圧変成岩

高圧変成岩は、藍閃石とローソン石の鉱物組み合わせで特徴づけられ、極細粒な藍閃石が片理を形成する青色片岩と粗粒な普通角閃石や斜長石の周囲に藍閃石が形成される高圧型変ハンレイ岩に分類される。また、青色片岩は海洋地殻上に存在した様々な OIB や MORB などの玄武岩が原岩であり、高圧型変ハンレイ岩は、海洋地殻下部のハンレイ岩が原岩であることが推定されたことから、いずれも海洋地殻を起源とすることが明らかになった。高圧型変ハンレイ岩中に含まれるジルコンの U-Pb 同位体年代結果から、約 500 Ma の原岩形成年代が得られたため、この海洋地殻の形成時期は遅くとも 500 Ma であると考えられる。また、九州?紀伊半島の広域に分布する青色片岩および高圧型変ハンレイ岩から、270~300 Ma の Rb-Sr 全岩アイソクロン年代が得られた。これら高圧変成岩は、いずれも藍閃石やローソン石を含むことから、得られた年代は、黒瀬川帯の広域的な沈み込み帯における青色片岩相の変成年代であることが示唆される。

変成堆積岩

今回分析を行った変成堆積岩は、泥質片岩および珪岩であり、特に泥質片岩は藍閃石やローソン石を含み、青色片岩とともに産出することが特徴である。変成堆積岩中の碎屑性ジルコン年代の頻度分布は、420-3330 Ma の幅広い年代をしめし、420 Ma より若い年代をしめさないこと、450-500 Ma, 600 Ma, 1200 Ma の年代ピークが類似すること、2400 Ma よりも古いジルコンを含む特徴が広域に共通する。従って、堆積物の起源となった碎屑物の供給源が同一であることが推察された。加えて、泥質片岩は、藍閃石やローソン石を含むことから青色片岩とともにペルム紀に高圧変成作用を受けたことが示唆される。

高温変成岩

高温変成岩は、火成岩起源の粗粒な斜長石や普通角閃石、残存単斜輝石を含むことが特徴であり、角閃岩相からグラニュライト相の変成作用を受けている。これら高温変成岩は、火山弧に関連するハンレイ岩マグマを起源としており、高圧変成岩とは形成過程が異なる。また、高温変成岩中のジルコンの U-Pb 同位体年代結果から、火成活動年代は約 450 Ma であると考えられる。

花崗岩類

花崗岩は、一般に黒雲母白雲母花崗岩であるが、ザクロ石や普通角閃石を含むことがある。また、花崗岩は、岩石化学組成およびジルコン U-Pb 年代の検討から、高温型変ハンレイ岩と同様に、約 450 Ma の火山弧に関連する火成活動の年代が得られた。

まとめ

黒瀬川帯の蛇紋岩メランジ中の岩石ブロックである高圧変成岩、変成堆積岩、高温変成岩、花崗岩における地質学的、岩石学的、年代学的特徴について検討した結果、岩相ごとに形成年代およびその形成場が共通することが明らかになった。そのため、黒瀬川帯の形成プロセスは、南北中国地塊間に存在した海洋プレートの形成・成長・沈み込みにおいて説明される。また、黒瀬川帯を日本の他の地質体と比較すると、南部北上帯に分布する変成岩および火成岩の形成年代やその形成場が共通することから、南部北上帯と黒瀬川帯との関連性が示唆される。当日は、各時代におけるテクトニクスについて、推定されるモデルを用いて議論を行う。

キーワード: 黒瀬川帯, ジルコン U-Pb 年代
Keywords: Kurosegawa Tectonic Zone, U-Pb zircon age

Metamorphism of the NE side of the Seba eclogitic basic schist in the Sambagawa metamorphic belt, central Shikoku, Japan Metamorphism of the NE side of the Seba eclogitic basic schist in the Sambagawa metamorphic belt, central Shikoku, Japan

KISHIRA, Naohito^{1*}; TAKASU, Akira¹; KABIR, Md fazle¹
KISHIRA, Naohito^{1*}; TAKASU, Akira¹; KABIR, Md fazle¹

¹Department of Geoscience, Shimane University, Japan

¹Department of Geoscience, Shimane University, Japan

The Sebadani area belongs to the albite-biotite zone and is located in the central part of the Besshi district. The Sebadani area is composed of the Sebadani metagabbro mass and surrounding Seba basic schists, pelitic and siliceous schists occur as intercalation within the Seba basic schists (Takasu and Makino, 1980; Takasu, 1984). Eclogitic mineral assemblages are sporadically preserved in both the Sebadani metagabbro and the Seba basic schists (Seba eclogitic basic schists) (e.g. Takasu, 1984; Naohara and Aoya, 1997; Aoya, 2001). The Onodani eclogites preserved within the Seba basic schists have a complex metamorphic history, undergoing three different metamorphic episodes (Kabir and Takasu, 2010). The first and second eclogite facies metamorphism is estimated as 530-590 °C and 19-21 kbar and 630-680 °C and 20-22 kbar, respectively. The second metamorphic event is similar to that of the Seba eclogitic basic schist of Aoya (2001) (610-640 °C and 12-24 kbar). The pelitic schists intercalated within the Seba eclogitic basic schists also underwent eclogite facies metamorphism of 520-550 °C and c. 18 kbar (Zaw Win Ko *et al.*, 2005; Kouketsu *et al.*, 2010).

The eclogite in the northeastern part of the Seba eclogitic basic schists consist mainly of garnet, epidote, amphibole (glauco-phane, barrosite, taramite, Mg-taramite, Mg-katophorite, edenite), omphacite (X_{Jd} 0.27-0.41), phengite (Si 6.5-6.9 pfu). Minor amounts of albite, dolomite, rutile, titanite, biotite, chlorite and quartz. The schistosity is defined by preferred orientation of phengite, amphibole and epidote. Garnets are almandine-rich in composition, increasing almandine (X_{Alm} 0.54-0.60), pyrope (X_{Prp} 0.07-0.13) and decreasing spessartine (X_{Sprs} 0.10-0.03) from core to the rim and contain inclusions of epidote, omphacite (X_{Jd} 0.27-0.41), dolomite, quartz and titanite. They also contain inclusions of barrosite/Mg-katophorite and albite symplectite. Amphibole in the matrix are zoned, barrosite/Mg-katophorite cores to edenite rims. Some other amphiboles in the matrix are parallel to the schistosity and occasionally occur as randomly oriented. The cores of these amphiboles are resorbed barrosite, glaucophane in the mantle and barrosite/edenite in the rim.

Based on the mineral paragenesis of the eclogites the metamorphism is divided into three events. The first eclogitic metamorphic event is deduced from symplectites of barrosite/ Mg-katophorite and albite after omphacite inclusions in garnet. The prograde stage of the second eclogitic metamorphic event is represented by the inclusions minerals within the mantle and rim of garnets consisting of epidote, barrosite and dolomite. The peak eclogite facies stage is defined by garnet rim and omphacite inclusions within the garnets with schistosity forming minerals of barrosite, omphacite and phengite. Garnet and omphacite rim-rim pairs yielded 530-570 °C and >11-14 kbar, and garnet and omphacite inclusion within garnet yields 520-560 °C, >11-12 kbar (Ellis & Green, 1979; Banno, 1986). THEMOCALC (Holland & Powell, 1998) average *P-T* calculation for garnet + omphacite + barrosite + phengite assemblage obtained 590-610 °C and 19-20 kbar. The retrograde stage is defined by symplectite of barrosite and albite after omphacite. The third metamorphic event is defined by zoned amphibole in the matrix.

The estimated metamorphic temperatures of the eclogites are lower than that of the second high-pressure metamorphic event of the Onodani eclogite and similar to that of the omphacite-bearing metapelites from the NW part of the Seba eclogitic basic schists (Kouketsu *et al.*, 2010). This suggests a metamorphic thermal gradient existed within the Seba eclogitic basic schists.

キーワード: Sambagawa (Sanbagawa) metamorphic belt, Seba basic schist, eclogite, glaucophane, P-T path, thermal gradient
Keywords: Sambagawa (Sanbagawa) metamorphic belt, Seba basic schist, eclogite, glaucophane, P-T path, thermal gradient

Metamorphic history of garnet amphibolite from the Neldy Formation, Makbal district in the Kyrgyz Northern Tien-Shan Metamorphic history of garnet amphibolite from the Neldy Formation, Makbal district in the Kyrgyz Northern Tien-Shan

KASYMBEKOV, Adil^{1*}; TAKASU, Akira¹; KABIR, Md fazle¹; BAKIROV, Apas²; SAKIEV, Kadyrbek²
KASYMBEKOV, Adil^{1*}; TAKASU, Akira¹; KABIR, Md fazle¹; BAKIROV, Apas²; SAKIEV, Kadyrbek²

¹Department of Geoscience, Shimane University, Japan, ²Institute of Geology, Academy of Science, Kyrgyz Republic

¹Department of Geoscience, Shimane University, Japan, ²Institute of Geology, Academy of Science, Kyrgyz Republic

The Kyrgyz Tien-Shan Mountains extend from east to west, separating the Kazakhstan plate to the north and the Tarim plate to the south. They are divided into three tectonic units; the Northern Tien-Shan, the Central (or Middle) Tien-Shan and the Southern Tien-Shan. In the Northern Tien-Shan there are two HP and UHP metamorphic complexes, Makbal HP and UHP in the western part, and Aktyuz HP in the eastern part of the complexes. The Makbal complex in the Kyrgyz Northern Tien-Shan is located in the western segment of the CAO. B.

The metamorphic rocks exposed in the Makbal district are divided into the Akdzhon and the Scharkyrak Groups based on their metamorphic conditions. The Akdzhon Group contains rocks of the HP and UHP metamorphic conditions, whereas the Scharkyrak Group underwent greenschists facies metamorphism. The Akdzhon Group is divided into two contrasting metamorphic formations, the structurally lower Makbal Formation and the upper Neldy Formation.

The Neldy Formation is mainly composed of garnet-phengite schists and chlorite-carbonate rocks, along with minor metaquartzites and marbles. Amphibolites and garnet amphibolites occur in the garnet-phengite schists as lenses or blocks up to 50 m across. Eclogites preserved in the cores of the garnet amphibolite bodies. Garnet amphibolite consists mainly of amphibole (magnesian hornblende, ferropargasite, ferrotschermakite, tschermakite, barroisite, actinolite), garnet and chlorite, with minor amounts of quartz, epidote and albite. Accessory minerals are paragonite, titanite and calcite. A schistosity is defined by preferred orientation of amphibole.

Garnets in the garnet amphibolite are rich in almandine (X_{Alm} 0.35-0.64), with variable amounts of spessartine (X_{Spss} 0.00-0.20), grossular (X_{Grs} 0.27-0.61) and pyrope (X_{Prp} 0.01-0.07) compositions. Garnet displays a compositional zoning, in which decrease X_{Spss} (0.20-0.04), increases X_{Alm} (0.35-0.60), X_{Grs} (0.31-0.62) and slightly increase X_{Prp} (0.01-0.03) from the core to the rim and contain inclusion of paragonite, titanite, chlorite, epidote and amphibole (actinolite, magnesian hornblende). The garnets are partly replaced by chlorite and aggregates of amphibole (ferrotschermakite, barroisite), chlorite and quartz along the cracks. Amphiboles in the matrix are zoned with magnesian hornblende and barroisite cores to ferrotschermakite and tschermakite rims and contain inclusions of titanite and quartz.

Based on the texture and mineral composition, we consider that the prograde stage probably stable in the epidote-amphibolite facies condition due to the existing of barroisitic amphibole and epidote along with garnet, paragonite, albite and chlorite. The tschermakitic rim of matrix amphibole suggests that the peak stage probably stable in the amphibolite facies conditions. The expecting metamorphic condition of the garnet amphibolite from the Neldy Formation corresponding with peak $P-T$ conditions of 610-620 °C and 14-16 kbar for the garnet amphibolite from the Makbal complex (Rojas-Agramonte *et al.*, 2013).

References:

Rojas-Agramonte Y., Herwartz D., Garcia-Gasco A. *et al.*, (2013) *Contrib Mineral Petrol*, 166, 525-543.

キーワード: Garnet amphibolite, metamorphic history, amphibolite facies, Makbal complex, Neldy Formation, Kyrgyz Tien-Shan

Keywords: Garnet amphibolite, metamorphic history, amphibolite facies, Makbal complex, Neldy Formation, Kyrgyz Tien-Shan

metamorphic sole で変成した岩石が受けた応力-歪履歴の比較 The stress-strain history of metamorphic sole: the case study of Greece, Turkey, Oman and Andaman islands

星野 健太^{1*}
HOSHINO, Kenta^{1*}

¹ 静岡大学大学院理学研究科
¹ Shizuoka University, Graduate School of Science

本研究ではマイクロブーディン構造を持つ柱状鉱物を対象としており、このような鉱物をマイクロブーディン法によって解析することで応力や歪を定量的に解析することができる。

本研究ではトルコ・Kaynarca 地方、オマーン・Saih Hatat 地方、ギリシャ・Vourinos 地方およびアンダマン島で採取されたメタチャートをサンプルとして用いた。これらの地域は Tethys 海が閉海した際に生じた一連のオフィオライト帯だと考えられている。採取されたメタチャート中に紅簾石・電気石のマイクロブーディン構造が確認できたため、マイクロブーディン法によって解析を行った。その結果古差応力の値は 3.3 – 24.8MPa であり、strain reversal method を用いて応力-歪曲線を作成した。この曲線を地域ごとに比較すると、応力の上がり方に差はあるものの応力が上昇から下降へ変化したものはなかった。このことから、岩石が受けた温度圧力のピークと差応力のピークは同時期でなく、温度圧力が上昇したのちに差応力が上昇したと考えられる。

キーワード: マイクロブーディン, メタモルフィックソール, 古差応力, テチス, 応力 - 歪履歴
Keywords: microboudin, metamorphic sole, palaeodifferential stress, Tethys, stress-strain history

跡倉ナップからみた西南日本前弧域における白亜紀後期—古第三紀のテクトニクス Late Cretaceous and Paleogene nappe tectonics in the forearc regions of Southwest Japan

小野 晃^{1*}
 ONO, Akira^{1*}

¹ なし
¹ none

白亜紀後期や古第三紀の西南日本では、前弧域で起きた複数回のナップテクトニクスによって、地殻表層部が海溝の方向に移動している（添付図 A, B）。その一例が関東山地北縁部の跡倉ナップや領家ナップである。侵食されずに残存しているナップやナップ由来の礫などの研究によると、ナップテクトニクスを受けた地質体は前弧域の堆積物である跡倉層や寄居層、110Ma 頃の花崗岩や変成岩、ペルム紀の花崗岩、白亜紀後期の領家花崗岩や変成岩などである。これらの地質体の弧 - 海溝系における分布状況が地質断面図として添付図 B に模式的に描かれている。前弧域の地質は地質時代によって変化しているので、複数の地質時代の復元図が提示されている [1]。なお、添付図 B の肥後 - 阿武隈帯とは、110Ma 頃に形成された花崗岩や変成岩の分布地帯で、金勝山 - 南部北上帯とは、ペルム紀や石炭紀の花崗岩が分布していた地帯である。

ここで問題になるのは、厚さ 5 km ほどの地殻表層部がナップとして移動した時期に、地殻の中～下層部はどうであったのか、という点である。ほとんど移動しなかったという可能性がある。その一方で、マントルの方に向かって移動した可能性もある。後者の場合、地殻のかなり深部にデコルマがあって、地殻表層部はナップとして地表に向かって移動し、地殻中～深部はマントルの方に向かって流動したことが想定される（添付図 C）。このテクトニクスが 100Ma から 60Ma ごろの花崗岩マグマの活動が著しかった時期に起きた可能性は高い。また、このようなテクトニクスが繰り返されると肥後 - 阿武隈帯や金勝山 - 南部北上帯の古い地質体などは、表層部だけではなく中・深部さえも消失してしまう。そのため、中央構造線近傍では、地表付近でも地下深部でも領家帯中～深部の変成岩や花崗岩は四万十帯の延長部の岩石と直接接することになる。

この問題に関連して、紀伊山地中央部では四万十帯が領家帯と直接接していて、110Ma 以前の古期岩体は中央構造線近傍に確認されていない。また、放射法地震探査に基づく西南日本の地殻断面 [2] においても、ナップテクトニクスで消失した前弧域の地質体の構造的下位に想定される地質体を、中央構造線近傍に見出すことは困難である。

以上の様な地質とテクトニクスを考えると、ナップが形成されていた時期について、前弧域の地殻中～深部やマントルにおける地質体の移動方向や流動方向は、添付図 C に示すようであったと推定される。

- [1] 小野, 2011, 日本地質学会第 118 年学術大会, p. 196.
- [2] 伊藤・佐藤, 2010, 地学雑誌, 119, p 235.

キーワード: 西南日本, 前弧域, 白亜紀後期と古第三紀, ナップテクトニクス, 地殻中～深部
 Keywords: Southwest Japan, Forearc, Late Cretaceous and Paleogene, Nappe tectonics, Lower crust

