

SCG067-P01

会場:コンベンションホール

時間:5月26日10:30-13:00

オマーンオフィオライト中の海嶺期および衝上開始期の珪長質岩の特徴とその成因 Petrogenesis of the axis stage and late stage felsic rocks in the Oman ophiolite

土谷 信高^{1*}, 村上 源太郎¹, 足立 佳子², 宮下 純夫³

Nobutaka Tsuchiya^{1*}, Gentaro Murakami¹, Yoshiko Adachi², Sumio Miyashita³

¹ 岩手大・教育, ² 新潟大・超域, ³ 新潟大・理

¹Iwate University, ²Niigata University, ³Niigata University

オフィオライトには、閃緑岩・石英閃緑岩・トーナル岩・トロニウム岩などの斜長石に富む珪長質岩の小岩体がしばしば認められ、斜長花崗岩と総称されている (Coleman and Peterman, 1975). Lippard et al. (1986) は、オマーンオフィオライト中の珪長質岩類を、上部斑れい岩類に伴われる海嶺期のもの、オフィオライト層序を非調和に貫く後期火成岩類に伴われるもの (衝上開始期)、オフィオライト層序の下部のみに貫入する花崗岩質小貫入岩類の3種類に区分した。また Rollinson (2009) も同様の区分を採用し、これらの3区分の岩石の代表例の検討からその成因を議論した。本報告では、オマーンオフィオライト北部の海嶺期および衝上開始期の珪長質岩について、産状・記載岩石学的特徴・岩石化学的特徴を述べ、それらの成因について議論する。

衝上開始期の珪長質岩については、後期火成活動の典型例とされるラセイル深成岩体 (Lippard et al., 1986) について検討した。4.7 x 3.8 km の範囲に露出し、斑れい岩～トーナル岩に至る岩相変化を示す。岩体中央部には、層序的下位を占める斑れい岩類が、また南部と北部には層序の上位を占める石英閃緑岩類が露出する。斑れい岩類は、層状構造が顕著な層状斑れい岩と塊状の斑れい岩から構成されている。層状斑れい岩は、ガブロノーライトと優白質ガブロノーライトが主体であり、ダナイト、レルゾライト、ウェブステライト、かんらん石ガブロノーライトが伴われている。塊状斑れい岩は、ホルンブレンドガブロノーライト、ホルンブレンド斑れい岩、ホルンブレンド閃緑岩などからなる。塊状斑れい岩は層状斑れい岩に貫入するとともに、それらを巨大なブロックとして包有している。岩体北部と南部では、ホルンブレンド閃緑岩～ホルンブレンドトーナル岩からなる石英閃緑岩が、これらの斑れい岩類を貫いている。岩体北部の石英閃緑岩には、細粒閃緑岩～石英閃緑岩からなる暗色包有物が著しく濃集しているが、これらは塊状斑れい岩の一部から移化していると推定される。

海嶺期の珪長質岩は、ラセイル岩体東縁から新たに見出された断層に挟まれたシート状岩脈群、ラセイル岩体東方のワジ・バルガーのシート状岩脈群、および Rollinson (2009) が報告したワジ・ラジミの上部斑れい岩に、それぞれ伴われるものを検討した。ラセイル岩体東縁およびワジ・バルガーのシート状岩脈には上部斑れい岩が貫入していることから、シート状岩脈基底が露出していると考えられる。またワジ・ラジミの上部斑れい岩中には、シート状岩脈の径 10 m 以下のブロックが多数包有されている。これらの岩脈には、様々な産状の石英閃緑岩細脈が伴われており、岩脈の試料は部分的にホルンブレンドホルンフェルスや輝石ホルンフェルスに変化している。この様な産状は、Gillis and Coogan (2002) がキプロスのオフィオライトから報告したものと同様であり、海嶺軸マグマ溜り天井部での岩脈の部分溶融現象を示していると考えられる。

Lippard et al. (1986) は、海嶺期の珪長質岩よりも後期火成岩類に伴われるものの方が液相濃集元素に乏しいことを述べた。実際に、海嶺期の珪長質岩の希土類元素濃度は衝上開始期のものよりも明らかに高い。Rollinson (2009) は、海嶺期の珪長質岩は同時期の集積岩的な斑れい岩の部分溶融で形成され、衝上開始期の珪長質岩は液相濃集元素に枯渇したハルツバージャイトの部分溶融による苦鉄質マグマの分別結晶作用で形成されたとした。しかしながら、海嶺期の珪長質岩マグマは、海嶺軸のマグマ溜り天井部でシート状岩脈基底部の岩石が部分溶融してできるというモデルとは矛盾する。

Gillis and Coogan (2002) は、キプロスのオフィオライト中の海嶺軸のマグマ溜り天井部での部分溶融作用を検討し、シート状岩脈起源のホルンフェルスが非平衡に部分溶融するモデルで成因を説明した。部分溶融が非平衡で起こる場合、溶融に関与する鉱物と液相との微量元素の分配がほとんど1になることが知られている (Bea, 1996 など)。オマーンオフィオライト中の海嶺期珪長質岩についても、シート状岩脈基底が部分溶融したとすると、液相濃集元素濃度が実際の値よりも高くなってしまふ。この矛盾は、非平衡溶融作用を仮定することによって説明できるかもしれない。本報告では、今回新たに採取された試料を使用し、非平衡溶融モデルを具体的に検討する。また衝上開始期の珪長質岩についても、ラセイル岩体の石英閃緑岩～トーナル岩の希土類元素濃度は変化に富み、はんれい岩質マグマからの単純な分別結晶作用のみで説明するのは困難である。これについても、既存の層状斑れい岩の同化作用などを加えたモデルについて検討する。

キーワード: オマーンオフィオライト, 斜長花崗岩, 海洋地殻, 岩石化学

Keywords: Oman ophiolite, plagiogranite, oceanic crust, petrochemistry

SCG067-P02

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 10:30-13:00

九州北東部国東半島の両子山第四紀火山岩類のマグマ起源

Magma genesis of Quaternary volcanic rocks from Futagoyama volcano, Kunisaki Peninsular, northeast Kyushu, Japan

柴田 知之^{1*}, 三好 雅也¹

Tomoyuki Shibata^{1*}, Masaya Miyoshi¹

¹ 京大・地球熱学

¹ BGRL, Kyoto Univ.

It is well known that the slab melting is one of the important mechanisms transporting the materials from subducting slab to the mantle wedge, in addition to the dehydration of the slab (e.g. Defant & Drummond, 1990). It is believed that the origin of the magma produced adakite is generated by the slab melting. However, the detailed genesis of adakite is still under the issue (e.g. Castillo, 2006). Thus, the accumulation of the study for adakite is considered to be important. From the Southwestern Japan arc where Philippine Sea plate is subducting, many Quaternary adakitic magmas are observed. Futagoyama volcano is situated at Kunisaki Peninsular, Kyushu Island, Japan, and belongs to the Southwestern Japan arc, and the volcanic activity was occurred at 1.5 to 1.1 Ma (e.g. Kamata, 1998). We determined the major and trace element and Sr, Nd and Pb isotopic compositions of six (biotite) + hornblende dacites from Futagoyama volcano. Range of SiO₂ content was 63 - 66 wt%. From the MORB normalized trace element pattern, depletion of Nb and enrichment of LIL are observed, which indicate the geochemical characteristics of island arc magma. Most of the Sr/Y ratios are >40, and the concentrations of Y are < 17ppm indicating the signature of adakite. ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr, ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd, ²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb, ²⁰⁷Pb/²⁰⁴Pb and ²⁰⁸Pb/²⁰⁴Pb ratios are 0.7036 - 0.7041, 0.5126 - 0.5129, 18.1 - 18.3, 15.5 - 15.6 and 38.1 - 38.5, respectively. MgO concentrations and Sr/Y and ¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd ratios increase, and ratios of ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr decrease with increasing the SiO₂ concentrations. This may indicate that the magma with higher SiO₂ keeps characteristics of primary magma of Futagoyama volcano. The Sr-Nd-Pb isotopic compositions are plotted on the two component mixing curve in between the fields of Shikoku Basin basalts (Hickey-Vargas, 1991) and terrigenous sediments on Philippine Sea plate (Shimoda et al., 1998). Shikoku Basin basalt is considered to be a constituent of oceanic crust of the Philippine Sea plate. Therefore, the origin of adakitic magma from Futagoyama volcano can be explained by the slab melting of the Philippine Sea plate together with the terrigenous sediments on the plate. The enriched Sr, Nd and Pb isotopic compositions of the samples with relatively low SiO₂ compared to those with high SiO₂ may suggest the involvement of mafic crustal materials.

キーワード: スラブの部分溶融, フィリピン海プレート, 九州, 微量元素, Sr・Nd・Pb 同位体組成

Keywords: slab melting, Philippine Sea plate, kyushu, trace elements, Sr-Nd-Pb isotopic compositions

SCG067-P03

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 10:30-13:00

アナログ実験による柱状節理の形成過程の再現 ～entablatureの形成過程の再現を試みる～

Analogue experiments of columnar jointing: Focus on entablature

濱田 藍^{1*}, 寅丸 敦志²

Ai Hamada^{1*}, Atsushi Toramaru²

¹九州大・理・地惑, ²九州大・理院・地惑

¹Earth and Planet. Sci., Kyushu Univ., ²Earth and Planet. Sci., Kyushu Univ.

柱状節理は、火成岩体や溶結凝灰岩が冷却して固結する際の体積収縮により、岩体内に蓄積された歪みを解消するために割れ目が生じ、その割れ目が段階的に進行することによって柱状の岩石を形成してできたものである。柱状節理には2つの形態があることが知られており、直線的で比較的柱の幅が大きいものを *colonnade*(コロネード)、これに対し曲線的で比較的柱の幅が小さいものを *entablature*(エンタブラチャー) という。これまで *colonnade* は割れ目が岩体の等温面に対し垂直に伸展することにより形成されるという理解がなされてきたが、*entablature* の形成過程についてはまだ分かっていない。

柱状節理の形成過程は片栗粉と水の混合物を乾燥させることによって再現できる。これまでの研究で実験によってその形成過程を再現できたものは、いずれも *colonnade* の形態に類似していた。そこで、本研究では *entablature* の形成過程を実験で再現できないか試みる。先行研究で行われた実験方法を参考にしながら、いくつかの条件を変えることにした。*entablature* は上部の *colonnade* と下部の *colonnade* に挟まれた構造が露頭で観察され、その形成過程は上下方向から冷却が進み、上下から発達したコラムの接する部分にあたるのが *entablature* であると推測される。最初にこの露頭を実験で再現することを考え、混合物からの水の蒸発が上方だけでなく、下方からも起こるようにした。また、これまでの実験でできた柱状節理の観察において、内部に向かって発達するコラムは、混合物内部は乾燥表面付近よりも乾燥速度が減少するために、割れ目の進行が所々止まり、コラムどうしが合体してコラムの幅が大きくなる様子が観察された。しかし、*entablature* は露頭では内部に位置するにも関わらず、コラムの幅は外側の *colonnade* よりも小さい。そこで乾燥速度を途中で急に増加するようにした。実験中は混合物の上からランプを点灯しており、混合物の乾燥速度はランプと混合物表面の間の距離によって支配されている。よって途中で乾燥速度を急に増加させるために、ランプと混合物表面との距離を小さくした。

乾燥速度を一定にして混合物を十分に乾燥させた場合、混合物には、乾燥面に近い方がコラムの幅は小さくて複数のコラムが確認でき、混合物の内部に向かうにつれてコラムの幅は大きくなり、乾燥面付近で複数だったコラムが合体したような構造が確認できた。コラムの形態は直線的であった。一方、乾燥速度を途中で増加させた場合、1) 上部から発達するコラムの途中で不連続な部分が観察され、また2) 上下方向のコラムが接する部分で、上部のコラムが外側にカーブしているのが観察された。

1) は乾燥速度を変化させる前までに進行していた割れ目の先端の位置と一致するので、乾燥速度を変化させた影響が現れていると考えられる。2) は接するコラムのお互いの乾燥速度の違いが、接触部分の形態を変化させているのではないかと考えられる。

今回の実験結果を天然の柱状節理の構造に対応させてみると、乾燥速度が一定のとき、上下方向から発達した *colonnade* が接する状況が再現でき、途中で乾燥速度を増加させると、乾燥速度変化後の形態に曲線的な部分が確認でき、*entablature* に類するものが再現できたと考えている。

キーワード: 柱状節理, 形態学, アナログ実験, 形成過程, 割れ目, 破断面

Keywords: columnar joint, morphology, analogue experiment, formation process, crack, fracture

SCG067-P04

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 10:30-13:00

幌満かんらん岩体北部の温度・圧力・変形履歴

P-T-deformation history of the northern part of the Horoman Peridotite Complex, Hokkaido, Japan

荻野 啓^{1*}, 小澤 一仁¹, 永原 裕子¹

Satoshi Ogino^{1*}, Kazuhito Ozawa¹, Hiroko Nagahara¹

¹ 東京大学地球惑星科学専攻

¹ Earth and Planetary Science univ.tokyo

地球の初期マントル組成 (BSE) を知ることは地球や惑星の形成と進化を理解するために重要であり、過去様々な研究がなされてきた。たとえば、Pyrolite Model (Ringwood, 1962 など) や、CI chondrite model (MacDonough & Sun, 1995 など) に基づいて BSE が推定されている。しかし、この二つのモデルのどちらも重要な仮定を置いている。Pyrolite Model では上部マントル組成が玄武岩とかんらん岩の混合物であると仮定し、CI chondrite model では、上部マントルかんらん岩の組成トレンドが BSE の分化を代表していると仮定している。また、CI chondrite model では、元素比に依存した推定法のため絶対量の不確定性が大きい。本研究では、こうした仮定をできるだけ排除するために、古くかつ深いマントルからマントル分化の情報を抽出することをめざし、形成時期が $\sim 830\text{Ma}$ にさかのぼり (Yoshikawa & Nakamura, 2000)、 $\sim 70\text{km}$ 以深より固体状態で上昇してきた (Ozawa & Takahashi, 1995) 幌満かんらん岩体の温度・圧力・変形履歴の解析を行った。

幌満かんらん岩体は低圧高温タイプの変成帯である北海道日高変成帯の最高変成地域に位置している。岩体は、斜長石レルズライト、スピネルレルズライト、ハルツバージャイト等の互層からなる層状構造をもち、変形微細構造の違いで Upper Zone と Lower Zone に分けられておる。層状構造は、中央にむかって緩く傾斜しているため、Lower Zone は岩体南部と北部に分かれて分布している。Ozawa (2004) は、南部の Lower Zone が、深さ 60km、温度 950 °C の条件から、ほぼ断熱的に上昇した事を明らかにした。一方、岩体北部については、Sawaguchi (2004) による変形に関する研究があるものの、温度・圧力履歴の解析はこれまで行われていない。そこで、本研究では、岩体北部の Lower Zone の温度・圧力履歴の解析を行い、岩石の変形情報とあわせて、岩体南部の Lower Zone や Upper Zone と比較し、上昇前の幌満リソスフェア全体の状態を求めることを目的とする。

チャンベツ沢にそって野外調査とサンプリングを行い、面構造に垂直・線構造に平行の断面と線構造に直交する断面で微細構造観察と EPMA 分析を行った。ひずみマーカーとして輝石スピネル集合体 (シーム) の 3 軸長を計測し、斜方輝石の中心部の化学組成を用い、ざくろ石が存在しているとして、Lindsley (1983), Gasparik (1987), Nickel and Green (1985), Ozawa (2004) に従って温度圧力を推定した。岩体最北部で採集した輝石スピネルシームを含むレルズライト試料 (北部では構造的に最下部に位置する岩石) は、岩体最南部の構造的に最下部の LZ に比べて、圧力はほぼ同じであるが、温度が 70-100 °C 低い傾向を示す。また、Sawaguchi (2001) による輝石スピネルシームの 3 軸長測定結果と比べると、アスペクト比が長軸:中軸:短軸=5:2:1 で非常に低歪みである。この岩石の輝石スピネルシームの周囲にはかなり粗粒の斜長石が形成されており、斜長石レルズライトの特徴を示す。また、特徴的に数ミリ以下の斜方輝石と単斜輝石を包有物として含み、シーム構成鉱物は非常に細粒であり、多くの極細粒の輝石スピネルシンプレクタイトが島状に点在する。以上のように、岩体北部の LZ は、後の微細構造の改変をうけにくい低温であり、変形は幌満かんらん岩体内部で最も弱いことから、幌満リソスフェアの深部情報を最も良く維持していると考えられる。

岩体北部の Lower Zone の温度が南部の Lower Zone より低い傾向があることから、これらが類似した温度勾配に乗っているならば、北部の Upper Zone が記憶している温度は、南側より低く、いまだで見つかっていない深部情報が記録されている可能性がある。南側と北側のこのような温度差は、幌満かんらん岩体の中央部北に位置する断層によって解消されていると考えられる。幌満かんらん岩体と BSE 組成を結びつけるためには、岩体北部に分布する Upper Zone の温度圧力条件推定を行って幌満かんらん岩体の生成・上昇過程の全体像を把握した上で、北部の全岩化学組成の決定を行う必要がある。

キーワード: 幌満, かんらん岩, 温度・圧力・変形履歴

Keywords: Horoman, Peridotite, P-T-deformation history

SCG067-P05

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 10:30-13:00

幌満かんらん岩はどのようなセッティングのマントル起源か? Toward estimation of the tectonic setting for the Horoman peridotite

千川 智弘^{1*}, 荒井 章司¹, 高橋 奈津子²

Chihiro Hoshikawa^{1*}, Shoji Arai¹, Natsuko Takahashi²

¹ 金沢大・地球, ² 千葉大・理・地球

¹Earth Sci., Kanazawa Univ., ²Earth Sci., Chiba Univ.

幌満かんらん岩がどのようなセッティングのマントルに由来したかは明らかにされていない。幌満かんらん岩における SDW 系列は、クラック中に形成された集積岩であるとされており (Takahashi, 1992)、SDW を解析することで幌満かんらん岩と最終的に平衡であったマグマの化学組成を推定できる可能性がある。

単斜輝石のモードや化学組成は不均質であり、SDW はクラック中に形成された単純な集積岩ではないことがわかる。また、単斜輝石中の HREE や Al₂O₃ 含有量、かんらん石の Fo 値や NiO 含有量の組成変化から、単斜輝石のモードが高い部分に向かって結晶化したと考えられる。その後に、粒間のメルト (interstitial melt) の影響で LREE のようなよりインコンパティブルな元素に富むようになった。この粒間のメルトの影響は、単斜輝石のモードが低いサンプルの方が影響が大きい。しかし、上部境界付近においては単斜輝石のモードが低いサンプルでそれほど LREE に富んでおらず、整合的でない。また、LREE 含有量は MHL からの距離と相関を示し、MHL からの影響による可能性もある。

単斜輝石中の微量元素組成から計算された平衡なマグマの REE パターンは、島弧ソレイトや中央海嶺玄武岩のパターンに類似性はあるものの、どのテクトニックセッティングの玄武岩のパターンとも一致しない。これは粒間のメルトの影響を受けているために初生的なメルト組成に関する情報が失われているためである。しかし、単斜輝石のモードとの相関から、初生的なメルトはより LREE に乏しいと考えられる。

SCG067-P06

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 10:30-13:00

足尾山地，沢入岩体の希土類元素組成 Rare earth element composition of the Sori granodioritic body, Ashio Mountains

川野 良信^{1*}

Yoshinobu Kawano^{1*}

¹ 立正大学地球環境科学部

¹ Risho University

足尾山地に分布する沢入岩体は，周囲の古生層に明瞭な接触変成作用を与えて貫入している．岩体は主として黒雲母花崗閃緑岩からなり，変化に乏しい均質な岩相を呈する．黒雲母 K-Ar 法によって 86 Ma (Shibata and Miller, 1963), 90-91 Ma (河野・植田, 1964), 93 Ma (Sudo et al., 1998) が，黒雲母 Ar-Ar 法では 92 Ma (Uto et al., 1997) がそれぞれ報告されている．

川野ほか (2005) は，Sr 同位体比初生値とその分布範囲に基づいて，沢入岩体を初生値が 0.7069 以下を示す中心相，0.7069 を示す中間相，0.7069 以上を示す周縁相に区分した．なお，Sr 同位体比初生値が 0.7069 を示す中間相 6 試料から得られたアイソクロン年代は 98 ± 11 Ma を示している．本研究では，立正大学地球環境科学部設置の誘導結合プラズマ質量分析装置を使い，ガラスビードを用いたレーザーアブレーション法によって沢入岩体の REE, Th, U の定量分析結果について報告する．

中心相は Rb の増加に伴い Rb/Sr 比，Rb/Ba 比，Rb/Zr 比が大きくなり，周縁相は Rb 含有量が相対的に少なく，これらの比も小さくなることが分かっており，Sr 同位体比初生値との関係から，異なるマグマの混合によって形成された可能性が指摘されている．Ce/U 比，Th/U 比は酸化還元状態と密接に関わっており，これらの比が高くなればより酸化状態であったと考えられる．Ce/U 比は中心相・中間相では変化が少ないが，周縁相では相対的にやや高い値を示す．Th/U 比は全体的に分散するが，やはり周縁相で高い値を示している．Eu/Eu* は岩相間での相違は認められなかった．(La/Yb)_N 比や Σ LREE/ Σ HREE 比では，中間相は SiO₂ の増加に伴い微減するが，中心相や周縁相では SiO₂ が 72wt% 以下では微減するが，72wt% 以上になると増加に転じる傾向がある．

Chondrite で規格化した REE パターンでは，軽希土元素の組成幅が中心相で最も大きく，次いで中間相，周縁相は 1 試料の例外を除けばほぼ均一な軽希土元素濃度を示している．Eu の負異常はいずれの岩相でも顕著には認められない．重希土元素を見ると，中心相では上に凸のテトラド効果が顕著に認められるが，中間相や周縁相ではそれほど顕著ではない．

以上のことから，沢入岩体の中心相と周縁相は酸化還元状態や起源物質が異なっていた可能性が示唆され，Sr 同位体比から得られた結果とも調和的と考えられる．

キーワード: 沢入岩体, 花崗閃緑岩, 希土類元素

Keywords: Sori body, Granodiorite, Rare earth element

SCG067-P07

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 10:30-13:00

放射光 X 線分析による日本全国の土砂試料の重鉱物・重元素データベースの開発 Development of Heavy Minerals and Trace Heavy Elements Database of Soils from Japan by Using SR X-ray Analysis.

古谷 俊輔^{1*}, 黄 嵩凱¹, 鈴木 裕子¹, 阿部 善也¹, 河野 由布子¹, 中井 泉¹, 大坂 恵一², 松本 拓也², 今井 登³, 二宮 利男²

Shunsuke Furuya^{1*}, Willy Bong Shun Kai¹, Hiroko Suzuki¹, Yoshinari Abe¹, Yuko Kawano¹, Izumi Nakai¹, Keiichi Osaka², Takuya Matsumoto², Noboru Imai³, Toshio Ninomiya²

¹ 東理大, ² 高輝度光科学研究センター, ³ 産総研

¹Tokyo Univ. of Sci., ²JASRI, ³AIST

【はじめに】土砂の鉱物組成や化学組成は、その採取地域の地質を反映することから、法科学において事件に関係した場所を推定する重要証拠として使われる。従来は、偏光顕微鏡による鉱物同定が行われてきたが、同定には経験と技術が必要とし特定の専門家以外は困難であった。そこで、多くの経験を必要としない客観的手法に基づき、日本全国の土砂の地域推定ができるデータベースの開発がもてめられていた。鉱物同定は粉末回折法が有用であるが、多数の鉱物の混合物である土砂は、分解能の悪い実験室系の回折装置では困難であった。また、土砂の重元素組成は地域の特性化に有効であるが、通常の EPMA や蛍光 X 線分析装置では重元素に対する感度が低く、微量重元素組成をもとめることはできない。特に法科学では靴についた土砂など、極微量試料からの特性化が求められることから、本研究では、極微量試料で鉱物組成と重元素組成の分析が可能な、放射光粉末回折法と高エネルギー放射光蛍光 X 線分析の導入をめざした。試料は、産業技術総合研究所地質調査情報センターの元素の地球化学図の作成に使われた、日本全国 3024 カ所の土砂試料を用いた。このような多数試料の放射光分析データの収集は、1 試料を 10 分程度で測定可能な SPring-8 の全自動測定システムを用いることで初めて可能になった。本研究は、法科学を目的としたデータベースの作成で、放射光分析技術を用いた世界初の試みであり、極微量の土砂を用いて、迅速に日本全国のどの地域の土砂であるかを特定することが期待される。また、作成したデータベースは農産物などの産地推定や、地球科学の研究のためのデータベースなど、様々な応用が期待される。

【方法】放射光粉末 X 線回折法のための測定試料はテトラブromoエタン (比重: 2.82) を用いて重鉱物分離したものをを用いた。得られた重鉱物はめもの乳鉢で粉碎後、0.3 mm 径のガラスキャピラリーに封入した。SPring-8 BL19B2 にて全自動放射光粉末 X 線回折システムを用いて、デバイシェラー法により測定した。測定条件は波長 $\lambda = 1.0$ Å、露光時間 10 分、検出器としてイメージングプレート (IP) を用いた。一方、SEM-EDS 分析により、化学組成から 1 粒ずつ重鉱物の同定を行った。高エネルギー蛍光 X 線分析は、前処理なしで土砂試料をめもの乳鉢で磨り潰し、厚さ 6 μ m のポリプロピレン膜に封入、SPring-8 BL08W にて励起エネルギー 116 keV、ビーム径 0.5×0.5 mm²、測定時間 10 分、検出器として Ge 半導体検出器を用いて測定を行った。これまでに、関東地方 (n=229)、信越地方 (n=42)、東海地方 (n=219)、近畿地方 (n=182)、中国地方 (n=24) の測定を終了している。

【結果と考察】

放射光の高エネルギー・高輝度・高指向性の X 線を用いたことにより、回折ピークの半値幅が狭く、高分解能な XRD データが得られた。このようなデータは定量分析のためのリートベルト法を用いた多相解析に用いることができた。今回関東地方の重鉱物、重元素の分布について例を示す。一般的に関東地方の地質は関東平野と関東山地の 2 つに大別することができる。関東平野は火山灰を多く含んだ第四期の堆積岩に覆われ、関東山地では低温高压型変成を受けた三波川変成帯、古生代シルル紀～中生代白亜紀の秩父帯と堆積岩類・花崗岩類・火山岩類等様々な地層を含んだ四万十帯からなり、地質的特徴が異なる。関東平野の重鉱物の XRD パターンは単斜輝石、斜方輝石、角閃石が主であり、これらは火山起源の重鉱物である。一方、関東山地の重鉱物は緑簾積、角閃石、単斜輝石、その他の重鉱物を含んでいた。また、高エネルギー蛍光 X 線分析のデータに関しては関東平野と関東山地の試料で重元素に関してスペクトルが大きく異なった。図 1 は関東平野の地質である千葉地域の異なる 4 点の土砂採取地の HE-XRF スペクトルである。4 点とも関東平野の地質を持つため、XRD パターンはほぼ同一であるが、XRF スペクトルから Hf、W といった人為的要因で混入する可能性もある重元素の濃度に違いが見られた。よって、ほぼ同一の重鉱物組成を持つ場合でも重元素組成を加味することで特性化が可能となった。さらに、地球科学図において希土類元素の特徴的な凝集がみられた地域については、本法においても同様に高濃度の希土類元素の存在を確認できた。現在、測定結果から検量線法により、重元素濃度の定量化も行っている。今後は引き続き測定を行い、全国の地域へと対象を広げていく計画である。

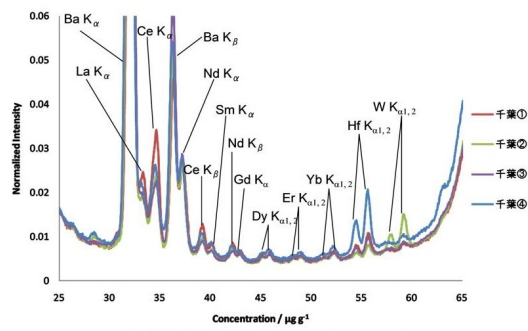


図1.千葉地域の4種のHE-XRFスペクトル

キーワード: 放射光, 土砂, 重鉱物, 重元素, XRF, XRD

Keywords: Synchrotron Radiation, soil, heavy minerals, heavy elements, XRF, XRD

SCG067-P08

会場:コンベンションホール

時間:5月26日10:30-13:00

広島県東城町久代産汚染岩中のネフェリンの沸石化 Zeolitization of nepheline in the contaminated rock from the Kushiro outcrop, Tojo-Cho, Hiroshima Prefecture, Japan

矢野 裕美^{1*}, 木股三善², 越後拓也³, 星野美保子⁴, 西田憲正⁵, 清水雅浩², 草地功⁶, 昆慶明⁴

Hiroshi Yano^{1*}, Mitsuyoshi Kimata², Takuya Echigo³, Mihoko Hoshino⁴, Norimasa Nishida⁵, Norimasa Nishida², Isao Kusachi⁶, Yoshiaki Kon⁴

¹ 筑波大学・地球, ² 筑波大・地球進化, ³ 国際農研, ⁴ 産総研・鉱物資源, ⁵ 筑波大・研究基盤総合センター, ⁶ 岡山大学・教育

¹ Geosci. Univ. Tsukuba, ² Earth Evolution Sci. Univ. Tsukuba, ³ JIRCAS, ⁴ Min. Resou. AIST, ⁵ RFCST, Univ. of Tsukuba,

⁶ Faculty of Education, Okayama University

[研究背景] 広島県東城町久代は世界的にも珍しい高温スカルンが産出する地域として知られ、これまでにこの岩体に特有の様々な接触変成鉱物（スパー石・ゲーレン石など）が報告されてきた（e.g., 逸見ら, 1971.; 草地ら, 1972; 沼野ら, 1978）。この高温スカルンは、「汚染岩 - ゲーレン石帯 - スパー石帯 - 結晶質石灰岩」の4つに分類され（逸見ら, 1976）、「汚染岩」を除くゲーレン石帯やスパー石帯については、詳細な鉱物学・岩石学的な記載と生成条件の考察がなされている（e.g., 逸見ら, 1976）。この汚染岩は、主に輝石、長石からなる火成岩様岩石であり、草地・逸見（1990）によって、汚染岩中に「カリ長石 - カンクリナイト - ネフェリン」の鉱物組み合わせが報告された。しかし、ネフェリンを除く鉱物は、偏光顕微鏡とEPMAのみによる同定であるため、ラマン分光分析のような局所分析法を用いて、他の共生鉱物を詳細に記載することによって、高温スカルンの生成機構をより明確にすることができると期待される。

今回の研究で、著者らは汚染岩中のネフェリンの一部が沸石化していることを同定した。草地・逸見（1990）により記載されたカンクリナイト族鉱物は、本研究では確認されず、相当する鉱物はトムソナイトなどの沸石と考えられる。上野谷露頭における沸石の産出は、過去の研究でも報告されておらず、熱水変質過程の存在を立証する結果となった。なお、ネフェリンの熱水変質については、アルカリ岩中のネフェリンと長石が沸石化する報告はあるが（Mitchell and Platt, 1979; Ross et al., 1992）、その変質過程は解明されていない。

本研究では、広島県東城町久代の上野谷露頭に産出する汚染岩中で、ネフェリンと共生する沸石が確認されたので、汚染岩の構成鉱物の化学組成や結晶構造を再検討すること、及びこれらの含水珪酸塩鉱物を生成した熱水変質の過程について考察することを目的とする。

[研究試料と分析方法] 研究試料は、久代の上野谷露頭から採取された汚染岩を用い、その全岩組成や構成鉱物は（草地・逸見, 1990）によって報告されている。本研究では、粉末X線回折分析による鉱物の同定、電子線マイクロプローブ分析（EPMA）およびLA-ICP-MSによる主要元素と微量元素の分析、顕微ラマン分光分析および顕微赤外分光分析による含水状態の分析を行った。

[結果と考察] 汚染岩の主要構成鉱物としてのネフェリンは、約500 μmの大きさの他形～半自形の単結晶であり、同じく主要鉱物であるマイクロクリンとの間に挟まれるように、沸石類が縞状に共存している。EPMAによる定量分析値と顕微ラマン分光分析の結果から、その共生関係は「ネフェリン - トムソナイト - ナトロライト - アナルサイム - マイクロクリン」であることが判明した。また、ナトロライトとアナルサイムの粒界を埋めるように、ペクトライトが線状に連結する組織が観察された。これらの結果から、草地・逸見（1990）により、カンクリナイト族鉱物と同定された鉱物は、沸石類であり、上野谷に産出する汚染岩は、一連の高温スカルン化作用だけで生成されたのではなく、その後にネフェリンやマイクロクリンから沸石類が生成する低温の熱水変質作用を受けたことが示唆された。

上野谷産の各沸石は、Feを含有することが特徴で、起源が異なる他の産地の沸石類の化学組成と比較し、鉱物間の隣接組織を観察すると、トムソナイト、ナトロライト、ペクトライトはネフェリン起源、アナルサイムはマイクロクリン起源であると考えられる。また、これまで報告されているネフェリンから沸石を合成する温度（Wirching, 1981）とNa₂O-Al₂O₃-SiO₂熱水系からのアナルサイムの合成温度（Balandis & Traidaraite 2007）に基づいて、久代地域が経験した熱水変質作用の温度は、摂氏100-200の低温であると考えられる。

以上の結果から、沸石化過程は次の3段階で構成されると結論づけた。

1. 汚染岩が冷却する過程で、Caに富んだ熱水（摂氏100-200）がネフェリンと反応してトムソナイトを生成した。その後、ネフェリンから溶脱したNaが熱水に浸出し、熱水はNaに富んだ状態に変化する。

2. Naに富んだ熱水とトムソナイトが反応してナトロライトを生成し、さらにトムソナイトから溶脱したCaが溶け込

んだ熱水から、一部はペクトライトが産出した。

3. Na に富んだ熱水は、マイクロクリンとも反応して、アナルサイムを生成した。

また、沸石の先駆鉱物である久代産汚染岩中のネフェリンは、汚染岩を生成する際に結晶化したものであるが(草地・逸見, 1990)、今回の分析から、アルカリ岩質マグマから直接生成されたネフェリンとは、微量元素を含めた化学組成や含水の有無などにおいて、異なった特徴を示すことが明らかになった。

キーワード: 高温スカルン, 広島県久代, ネフェリン, 顕微ラマン分光法, 熱水変質, 沸石

Keywords: high-temperature skarn, Kushiro, nepheline, micro-raman, hydrothermal alteration, zeolite

SCG067-P09

会場:コンベンションホール

時間:5月26日10:30-13:00

EMPA分析を用いた黒雲母の化学組成式:結晶化学と成因的意義 Chemical formula of biotite deduced on the base of EMPA-WDS data:Crystal chemistry and genetic significance

花田 遥平^{1*}, 木股三善², 西田憲正³, 清水雅浩², 越後拓也⁴, 中野聰志⁵

Yohei Hanada^{1*}, Mitsuyoshi Kimata², Norimasa Nishida³, Masahiro Shimizu², Takuya Echigo⁴, Satoshi Nakano⁵

¹ 筑波大・地球科学, ² 筑波大・地球進化, ³ 筑波大・研究基盤総合セ, ⁴ JIRCAS, ⁵ 滋賀大・教育

¹ Earth, Evolution, Sci., Univ., Tsukuba, ² Earth, Evolution, Sci., Univ., Tsukuba, ³ RFCST, Univ., Tsukuba, ⁴ JIRCAS, ⁵ Edu., Shiga Univ.

雲母族鉱物は、火成岩や変成岩など様々の岩石中に頻産する造岩鉱物で、一般式は $IM_{2-3} \square_{1-0} T_4 O_{10} A_2$ (I:Cs,K,Na,NH,Rb,Ba,Ca, M:Li,Fe(2+,3+),Mg,Mn,Zn,Al,Cr,V,Ti, $\square$:空孔, T:Be,Al,B,Fe(3+),Si, A:Cl,F,OH,O,S) である。その組成式は複雑な為、T席以外の構造席は空孔になることが多く、組成式の決定には結晶化学的考察が不可欠である。雲母族鉱物の組成式はFoster(1960)やRimsaite(1970)の方法で立てるのが一般的であるが、EMPAによる測定値のみを使用して、雲母族鉱物の化学組成式を検討した例はない。本発表では、EMPAの測定結果を用いて、雲母族の代表例である黒雲母の化学組成式を立てる方法を検討し、その結晶化学及び成因的意義を考察する。

分析試料には、滋賀県の田上花崗岩中の黒雲母と、田上花崗岩に産出するペグマタイトの漸移帯の黒雲母を使用した。EMPAは、筑波大学研究基盤総合センター分析部門の、日本電子社JEOL-8530を使用した。測定条件は、加速電圧15kV、電流20nA、ビーム径5 μ mで行った。定量分析で測定した元素は、定性分析で検出されたSi, Al, Ti, Fe, Mn, Mg, Ca, Na, K, F, Clである(測定の際、鉄は全て2価として算出)。Fの測定時間は、ピーク位置50s、バックグラウンド位置20sに設定して行った。上記の測定により得られた分析値から、以下の手順に従って黒雲母の化学組成式を計算した。

(1)EMPAによる黒雲母の分析値から、12(O,OH,F,Cl)に基づいて各元素のイオン数を算出(この時、定量分析値の100%に満たない差は、H₂Oとした)。

(2)(1)の結果、陰イオン電荷 ≥ 22 となった場合、以下の手順を適用する。

(a)求めた陽イオン数のM席 ≤ 3 となった場合

(1)で求められたイオン数をそのまま用いる。

(b)求めた陽イオン数のM席 > 3 となった場合

(1)で求められた結果(全鉄をFe²⁺として分析)と、EMPAのオフラインを用いて全鉄を3価として再計算し直し、

(1)と同様の方法でイオン数を計算したものを勘案して、M席3となるように、Fe²⁺とFe³⁺を割り振って合成する。

(3)(1)の結果、陰イオン電荷 < 22 となった場合は、陰イオン電荷=22(理想値)と仮定して計算する(この時、OHはA席のイオン数が2となるように設定する)。その後、以上の結果と、EMPAのオフラインを用いて全鉄を3価として再計算し直し、陰イオン電荷=22(理想値)としてイオン数を計算したものを勘案して、測定値のwt%が100%になるように合成する。

上記の方法を、既述した花崗岩中の黒雲母に適用して、手順(3)まで検討を行い、化学組成式を立てたところ、代表的な結果は $(K_{0.865}Na_{0.007}\square_{0.128})(Al_{0.012}Fe^{2+}_{0.955}Fe^{3+}_{0.957}Mg_{0.414}Mn_{0.050}Ti_{0.169}\square_{0.443})(Si_{2.706}Al_{1.294}O_{10}F_{0.228}Cl_{0.015}(OH)_{1.757})$ となった(XRDの同定により、ポリタイプは1M)。この組成式はI席とM席に空孔が多く、黒雲母の理想値に適合しないが、黒雲母の結晶化学(Fleet & Howie, 2003)を参照すると、この構造の限界式と言える。空孔が多くなった原因は、EMPAで検出不可能な元素や分子(Li,H₃O⁺など)の存在も考えられる。一方、ペグマタイトの漸移帯に産する黒雲母は、手順(2)-(a)までの検討を行い、化学組成式を立てた代表的な結果は $(K_{0.937}Na_{0.003}\square_{0.060})(Al_{0.349}Fe^{2+}_{2.000}Mg_{0.436}Mn_{0.041}Ti_{0.127}\square_{0.047})(Si_{2.902}Al_{1.098}O_{10.353}F_{0.424}Cl_{0.020}(OH)_{1.203})$ となった(ポリタイプは1M)。母岩中の黒雲母と比較して、ペグマタイトの漸移帯中の黒雲母はSiやFの含有量が多いことから、珪酸塩とハロゲンに富んだ流体から晶出したと考えられる。Fは、マグマ分化の最末期に濃集することが知られているため(Fuge 1977)、以上の違いは、ペグマタイトが花崗岩体の形成の末期に生成されたもので、より分化が進んだマグマから黒雲母が生成されたことに整合的である。

さらに今回の方法を生成場の異なる、南インドのKerala Khondalite帯のペグマタイトと泥質グラニュライトに産する黒雲母(Cesare et al. 2008)に適用し、本研究における化学組成式計算法の妥当性を検証した。Cesare et al.(2008)では、EMPAと、メスバウアーメスバウアー分光法によるFe²⁺/Fe³⁺比の分析、SIMSによるH₂Oの定量分析を行った。全測定値に基づく、このペグマタイト産の黒雲母の組成式は、 $(K_{0.949}Na_{0.049}Ca_{0.001})(Al_{0.160}Fe^{2+}_{1.220}Fe^{3+}_{0.038}Mg_{1.167}Mn_{0.003}Ti_{0.314}\square_{0.066})(Si_{2.802}Al_{1.198}O_{10.51}F_{0.457}Cl_{0.162}(OH)_{0.870})$ である。これに対し、今回の方法を適用したところ(EMPAの測定値のみ使用)、組成式は $(K_{0.932}Na_{0.048}Ca_{0.001}\square_{0.199})(Al_{0.087}Fe^{2+}_{1.235}Mg_{1.138}Mn_{0.003}Ti_{0.326}\square_{0.212})(Si_{2.753}Al_{1.247}O_{10.51}F_{0.457}Cl_{0.162}(OH)_{0.870})$ となった。両組成式の違いはM席の空孔で0.146の誤差で、これに対し、同様にグラニュライト中の黒雲母を用いて比

較したところ、M 席の空孔の誤差は僅か 0.003 であった。

本発表では、今回の組成式の設定方法の有効性とその結晶化学及び成因的意義を説明する。

キーワード: 黒雲母, 化学組成式, EMPA, 陰イオン電荷, 分類, 生成場

Keywords: biotite, chemical formula, EMPA, anion charge, classification, genetic place

SCG067-P10

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 10:30-13:00

チェコ共和国・ボヘミア地塊東部ノブドボリー地域の片麻岩中のジルコンに含まれる “ナノ花崗岩類” “Nanogranites” enclosed within zircon in gneisses in the Nove Dvory, Czech Republic

三宅 亮^{1*}, 相馬伸洋¹, 小林 記之²

Akira Miyake^{1*}, Nobuhiro SOMA¹, Tomoyuki Kobayashi²

¹ 京大・院理・地惑, ² 千葉大・院理

¹ Graduate school of science, Kyoto Univ., ² Graduate school of Science, Chiba Univ.

近年浅所型の花崗岩ばかりでなく、ミグマタイトやグラニュライトなどの高温の広域変成岩からも、部分融解によって生じたと考えられるメルトが非晶質体あるいは“ナノ花崗岩”として産出する例が報告され、注目されるようになってきた(たとえば、Cesare et al., 2009、廣井ほか 2010)。本研究では、チェコ共和国・ボヘミア地塊東部ノブドボリー地域の片麻岩中のジルコン中から “ナノ花崗岩”を見出したので報告を行う。この地域からのジルコン中の包有物からはコース石に特徴的なラマンシフトを示す SiO₂ 包有物が見つかった (Kobayashi et al. 2008)。本研究では、酸性質な片麻岩から鉱物分離を行いジルコンを抽出し試料とした。抽出したジルコン中に含まれる包有物を、集束イオンビーム加工装置を用いて、透過型電子顕微鏡観察を行うため試料作製を行った。この時、研磨面に出ている包有物だけでなく、表面に出ている包有物も集束イオンビーム加工を行い透過型電子顕微鏡用試料とした。相の同定は、電子回折像およびエネルギー分散型X線分析法を用いて行った。その結果本研究で初めてジルコン中から “ナノ花崗岩”を見出したので報告を行う。

その結果、ジルコン中に含まれる多くの包有物は、鉱物組み合わせは包有物毎によって異なるが、主として石英、斜長石、アルカリ長石、白雲母によって構成され、しばしばリン灰石等を伴う。これらの鉱物はサブミクロン～ミクロンオーダーからなり、時として数十ナノメートルと小さく相の同定ができなかった結晶も存在していた。こうした包有物の中には、負晶のような形として存在するものもある。これらの特徴は、Cesare et al. (2009) がガーネット中の包有物として報告している “ナノ花崗岩” の特徴とよく一致している。石英中にはドフィーネ双晶やブラジル双晶などの組織は観察できない。アルカリ長石も離溶組織や双晶などの組織は観察できなかった。一方斜長石からはアルバイト双晶が観察できた。これらのことから、高温変成時に生成した部分融解メルトと考えられるが、不明な点も数多く残されている。鉱物の微細組織などから冷却過程の解明につながるとなりうる。

キーワード: ジルコン, ナノ花崗岩類, 透過型電子顕微鏡

Keywords: Zircon, Nanogranites, TEM

SCG067-P11

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 10:30-13:00

高温高压実験による長石高温相の再検討 Reexamination of phases of feldspars at high temperature and pressure.

兒玉 優^{1*}, 三宅 亮¹, 川崎 智佑²

Yu Kodama^{1*}, Akira Miyake¹, Toshisuke Kawasaki²

¹ 京大理, ² 愛大理

¹Kyoto-Univ. Sci., ²Ehime-Univ. Sci.

多くの岩石に普遍的に含まれる長石は、比較的低温下で形成されるため、斜長石系列 (An-Ab)、アルカリ長石系列 (Ab-Or) に限定される。一方、ナピア岩体など超高温変成作用を被った岩石には、高温下で An-Ab-Or の化学組成を持つ ternary feldspar として存在していたと考えられる長石が産する。筆者らはナピア岩体 Riiser-Larsen 山に産する片麻岩 (TH97012006, 以下 12006) に含まれる ternary feldspar (An₃₀Ab₇₀, C -1 の oligoclase と Ab₅Or₉₅, C 2/m の orthoclase からなるアンチパーサイト) の多様な離溶組織に関する研究を行い、その形成過程を明らかにした。しかし、既存の温度計のタイライン (Fuhrman et al., 1988 など) と実際に観察される離溶ラメラの化学組成の組み合わせが一致しないため、離溶温度の見積もりは出来ないこと (Hokada, 2001 の結果とも調和的) を明らかにした。さらに離溶組織の安定界面に関するモデル (coherent elastic boundary model; Cahn, 1962; Willaime et al., 1974) で説明できない離溶組織が存在することもわかった。こうした問題点は、Fuhrman et al. (1988) など既存のモデルでは、温度計に用いる長石の離溶反応が C 2/m & C 2/m のコヒレントの反応しか考慮されていないことや、oligoclase の高温での C 2/m → C -1 への相転移の際の相転移次数が関係している可能性がある (兒玉他, 2010 日本鉱物科学会)。1 次の相転移では化学組成や体積に不連続が存在するが、2 次以上の相転移では化学組成に不連続が存在しない。そこで、筆者らは特に oligoclase が C 2/m から C -1 へと転移する際の相転移次数を決定するため、長石の高温高压実験を行い、相転移の際の化学組成の不連続の存在の有無を確認することにした。現在、天然の oligoclase (An₂₅Ab₇₀Or₅) と 12006 に含まれる ternary feldspar (oligoclase (An₃₀Ab₇₀) と orthoclase (Ab₅Or₉₅) の混合試料) の粉末試料を出発物質として、愛媛大学大学院理工学研究科においてピストンシリンダーを用いた高温高压での実験を行っている。得られた試料に対して、走査型電子顕微鏡-エネルギー分散型 X 線分析を用いて組織観察および定量分析を行い、透過型電子顕微鏡を用いて空間群の決定を行った。その結果、1300 °C, 10kb, 24 時間保持での合成試料から、oligoclase に 1 次の相転移の特徴である化学組成の不連続が確認された。今回、その解析結果を報告する。

キーワード: 長石, 高温高压実験, 超高温変成作用

Keywords: ternary feldspar, high temperature and pressure experiment, ultra high temperature metamorphism

SCG067-P12

会場:コンベンションホール

時間:5月26日 10:30-13:00

接触変成帯における石墨化; 鉱物学的解析と触媒作用への示唆 Graphitization in contact metamorphism; Detailed mineralogical examination and suggesting catalysis reaction

中村 佳博^{1*}, 小河原 孝彦², 赤井純治¹
Yoshihiro Nakamura^{1*}, Takahiko Ogawara², Junji Akai¹

¹ 新潟大学理学部地質科学科, ² 新潟大学大学院自然科学研究科

¹Sci Niigata Univ., ²Grad. Sci Niigata Univ.

堆積岩中の炭質物は温度・時間・出発物質・熱水・圧力・剪断応力などの影響を受け敏感に構造が変化することが知られている (Large,1994). この構造変化を用いて XRD・顕微ラマンを用いた地質温度の推定が広く行われてきた (Grew,1974; Itaya,1981; Beyssac,2002; Rahl,2005). 炭質物が石墨へ構造変化するためには 260kcal/mol が必要とされており, アレーニウスプロットから完全な石墨へ構造変化するためには, 700 °Cで 10⁴⁰ 分の時間を要する (Bustin,1995). 天然の変成作用では, この時間と温度では石墨化の理解することは不可能であり, 温度・時間以外により重要な要因が存在することを示唆している. 一般的に活性化エネルギーを下げるため工業的には, 金属元素を触媒として石墨を合成する方法が広く用いられている (Oya,1982; Sevilla,2007,2010). 触媒で合成された炭素の特徴として, 1) 核となるナノ粒子 (50-80nm) の存在, 2) 特徴的なナノ組織 (Catalysis carbon), 3)XRD における非対称ピークなどが上げられる. 本研究では石墨化を大きく促進している要因について, ラマン分光・XRD を用いた炭質物の結晶学的データに加え HRTEM を用いた微細組織の直接観察を行い構造変化との関係を考察する. 温度見積もりには,Aoya(2010), Beyssac(2002) のラマン分光地質温度計 (RSCM) を用いた. サンプルは, 京都府行者山産・大文字山産の熱変成を受けた粘板岩を用いて, バルクと薬品処理をおこなった試料を準備し観察した.

XRD・ラマン分光では, 一連の連続した結晶成長を示すデータが得られ, 他の代表的な接触変成岩と炭質物の結晶成長の過程はほぼ同じであることがわかった. しかし XRD の結果から, 連続した結晶成長では考えられない特徴的な石墨の非対称ピークを黒雲母帯 (400-450 °C付近) に見いだした. この非対称ピークについてカーブフッティングを行ったところほとんどの試料において 0.342nm 付近のアモルファスなピークと 0.3357-0.337nm 付近の非常に結晶度のよいピークに分離することができた. これら二つの結晶度の異なる炭質物について, どのような形態で存在するのか HRTEM で直接観察を行うと, Shell like structure や Filament structure の非常に結晶度の良い炭素とアモルファスな炭素が不均質に共存していることがわかった. また, Shell like structure や Filament structure の組織の中心には触媒鉱物と考えられる包有鉱物が観察され, サイズは 50-100nm であった.

HRTEM における組織観察より, XRD で観察された非対称ピークは機械調整やガラスの影響 (Itaya,1997) ではないことが明らかになり, 結晶度の不均質性がナノスケールの組織の不均質性に起因していることがわかった. またこれらの観察結果は Oya(1982) や Sevilla(2007,2010) で示された触媒炭素の形態や XRD データと一致しており石墨化の要因の一つとして考えられる. 以上の結果より Deurbergue(1987), Bustin(1995) が唱える圧力・剪断応力による石墨化の促進作用を接触変成作用で解釈することは難しいことから, 触媒作用が石墨化を促進させる重要な要因と示唆される.

[引用文献]: D.J. Large (1994), Contrib Mineral Petrol, 116:108-116; Grew(1974), J.Geol, 82,50-73; Itaya(1981), Lithos,12, 215-224; Rahl (2005), Earth and Planetary Science Letters, 240,339-354; Beyssac(2002), J. metamorphic Geol., 20, 859-871; Bustin(1995), Carbon, 33(5), 679-691; Aoya(2010), J. metamorphic Geol., 28,895-914; Sevilla(2010), Chemical Physics Letters 490,63-68

キーワード: 炭質物, 触媒, 石墨化, 接触変成作用, HRTEM, 顕微ラマン分光

Keywords: Carbonaceous materials, Catalysis, Graphitization, Contact metamorphism, HRTEM, Micro Raman spectroscopy