

平成21年4月23日現在

研究種目：若手研究 (B)  
 研究期間：2007～2008  
 課題番号：19740312  
 研究課題名 (和文) 超低地温勾配域の形成過程と沈み込みメタソマティズムの総合研究  
 研究課題名 (英文) An integrated study of subduction-zone metasomatism in a very low-geothermal environment  
 研究代表者  
 辻森 樹 (TSUJIMORI TATSUKI)  
 岡山大学・地球物質科学研究センター・准教授  
 研究者番号：00436833

## 研究成果の概要：

超低地温勾配域の環境を経験した海洋地殻起源の超低温高压変成岩類に記録された「沈み込みメタソマティズム」についての実像把握を目的に、中米グアテマラの広域ローソン石エクロジャイトとそれに準ずる世界の低温エクロジャイト相変成岩（北米フランシスカン帯、西南日本蓮華帯など）を対象に、地質学的・岩石学的・地球化学的・年代学的な総合研究を行った。そして、超低温高压変成岩試料から正確な地質情報をデコードし、それに記録されたその複雑系の地質現象に年代を与えていくための研究ルーチンを確立した。

## 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,700,000	0	1,700,000
2008年度	1,600,000	480,000	2,080,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,300,000	480,000	3,780,000

研究分野：数物系科学

科研費の分科・細目：地球惑星科学・地質学

キーワード：高压変成岩，沈み込み帯，超低地温勾配域，沈み込みメタソマティズム

## 1. 研究開始当初の背景

地球史を通して、プレート収束域は大陸・島弧地殻の成長と改変を促進させ、同時に地殻物質を地球深部(マントル)へ供給する物質循環拠点としての役割を果たしてきた。特に顕生代以降のコース石やダイヤモンドを含む超高压変成岩やローソン石が安定に存在する

含水エクロジャイトの出現は、固体地球内部の十分な冷却に伴って、プレートの沈み込み帯の平均地温勾配が十分に低下したことを示す重要な地質証拠である。地球の冷却はプレート収束域において、沈み込むスラブの脱水反応の最深位置をより深い方向にシフトさせながら、固体地球内部の水の循環範囲を大き

く広げ、水が関与する様々な固体地球プロセスの空間分布を大きく支配してきた。

どれくらい低い地温勾配が地質記録として存在し、その地質記録からどのような情報が読み取れるか？

造山帯表層から入手可能な最も「冷たい(地温勾配が低い環境を経験した)」そして「ウェット(含水鉱物に富む)」な変成スラブ物質を直接解析することは、プレート収束域の地球物理を解明する上で極めて重要な課題であり、固体地球内部の冷却史と水惑星「地球」の未来予想という視点において地球科学の挑戦である。

## 2. 研究の目的

造山帯に存在する超低地温勾配域の環境を経験した天然の海洋地殻起源の超低温高压変成岩類とそれに伴う諸岩石を対象に、超低温含水スラブの脱水の「反応先端」で何が起きているかについて、地質学的に直接解析する。そして、超低地温勾配域に特徴的な沈み込みメタソマティズム(流体に伴う物質移動)についての実像把握を目的とする。

## 3. 研究の方法

世界の造山帯表層から入手可能な最も冷たい変成スラブとして、グアテマラ中央部モタグア断層帯の広域ローソン石エクロジャイトとそれに準ずる世界の低温エクロジャイト相変成岩(北米フランシスカン帯、西南日本蓮華帯など)に着目し、沈み込む海洋地殻(変質玄武岩)は超低地温勾配域でどのようにエクロジャイト化していくのか、について、岩石学的・地球化学的・年代学的な解析を行う。

本研究の先行研究は、超低地温勾配域では300°C以下で沈み込む変質玄武岩が直接エクロジャイト化することを天然試料から明らかにし、中米グアテマラの低温エクロジャイト

の沈み込み時期の圧力温度履歴が年齢の古いスラブのベニオフ面上について前進モデリングで提案されたモデル岩相分布とおおよそ調和的なことを示した。また、低温エクロジャイト化の過程は脱水反応に加えて、ローソン石を形成するための加水反応の存在が重要であり、加水作用に関与する流体の起源を特定することが、スラブ内部の水循環を解く鍵となることを示唆した。そこで、これまでの先行研究の成果を踏まえて、低温エクロジャイト化に必要な脱水反応と加水反応の性格と沈み込み帯深部での空間的な位置を岩石学・地球化学的な手法で決定する。そして、低温エクロジャイトに伴う遊離流体から直接鉱物が沈殿して形成するローソン石岩など沈み込みメタソマティズムのプロセスを記録した特殊な岩石に注目し、遊離流体の性格と起源を地質学的・岩石学的・地球化学的に検証する。さらに、低温エクロジャイトが記録した地質情報に時間軸を与えるために放射年代測定を行う。

## 4. 研究成果

超低温高压変成岩類に記録された地質イベントの年代決定の見直しのため超低地温勾配域の環境を経験した変成岩試料を例に徹底した高压変成鉱物脈の地質学的・岩石学的な研究を行った。そして、低温高压変成鉱物脈形成と同時に変成流体から直接沈殿した微細ジルコン(〜10ミクロン)について、高分解能二次イオン質量分析装置を用いてウラン-鉛年代測定することで、超低地温勾配域の環境下の流体活動の年代決定が可能になった。また、ジルコンの年代決定に加えて、低温高压変成鉱物脈の変成鉱物について組織観察に基づいたミクロンスケールの微量元素濃度及びリチウム同位体比の累帯構造の検討により、沈み込みメタソマティズムに関与した流体に

ついて地球化学的な束縛が可能となった。さらに、前年度までに採集した変成岩試料から沈み込みメタソマティズムの特徴付けを進めながら、低温高压変成岩の年代論の本質に関わる主要構成鉱物の平衡・非平衡の問題について地球化学的な検討を行った。特に、従来の低温高压変成岩の岩石学的解析において「部分平衡が成立する」と仮定されがちな鉱物共生（例えば、低温エクロジヤイト中のざくろ石斑状変晶とそのマトリクスを構成するオンファス輝石）について、二次イオン質量分析装置による高空間分解能の微量元素濃度及びリチウム同位体比の累帯パターンの特徴付けを行った。それらの結果、低温高压変成岩において経験的に「平衡」関係にあると判断されてきた鉱物共生について、微量元素濃度や安定同位体比の累帯パターンから非平衡成長を評価可能であることが明らかとなった。この新知見を踏まえて、天然の低温高压変成岩から正確な情報をデコードし、その複雑系の地質現象に年代を与えていくためには、1) 微量元素濃度の累帯パターンの特徴付けまで含めた記載岩石学、2) 変成微細ジルコンのその場ウラン-鉛年代測定を軸としたマルチ年代学のアプローチが不可欠であるという答えに達した。

##### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計6件)

- ① Itaya T., Hyodo H., Tsujimori T., Wallis S., Aoya M., Kawakami T., Gouzu C., 2009, Regional-scale excess Ar wave in a Barrovian type metamorphic belt, eastern Tibetan Plateau: The Island Arc, doi:10.1111/j.1440-1738.2009.00668.

x.

- ② Liou J. G., Ernst W.G., Zhang R. Y., Tsujimori T., Jahn B.M., 2009, Ultrahigh-pressure minerals and metamorphic terranes - The view from China: Journal of Asian Earth Sciences, doi:10.1016/j.jseaes.2008.10.012.
- ③ Zhao R., Liou J.G., Tsujimori T., Zhang R.Y., 2007, Petrology and U-Pb SHRIMP geochronology of a garnet peridotite, Sulu UHP terrane, east-central China International Geology Review, v. 49, no. 8, p. 732-752.
- ④ Tsujimori T., Liou J.G., Coleman R. G., 2007, Finding of high-grade tectonic blocks from the New Idria serpentinite body, Diablo Range, California: Petrologic constraints on the tectonic evolution of an active serpentinite diapir, in Cloos M., Carlson W.D., Gilbert M. C., Liou J.G., Sorensen S.S., eds., Convergent Margin Terranes and Associated Regions: A tribute to W.G. Ernst: Geological Society of America Special Paper 419, p. 67-80, doi:10.1130/2007.2419(03).
- ⑤ Kaneko Y., Maruyama S., Kadarusman A., Ota T., Ishikawa M., Tsujimori T., Ishikawa A., Okamoto K., 2007, On-going orogeny in the outer arc of Timor-Tanimbar region, eastern Indonesia: Gondwana Research, v. 11, no. 1-2, p. 218-233, doi:10.1016/j.gr.2006.04.013.
- ⑥ Ernst W. G., Tsujimori T., Zhang R. Y.,

Liou J.G., 2007, Permo-Triassic collision, ultrahigh-pressure metamorphism, and tectonic exhumation along the East Asian continental margin: Annual Review of Earth and Planetary Sciences, v. 35, p. 73-110, doi:10.1146/annurev.earth.35.031306.140146.

[学会発表] (計 4 件)

- ① Harlow G.E., Sisson V.B., Tsujimori T., Sorensen S.S., Brueckner H.K., P-T conditions for eclogite / garnet amphibolite from serpentinite mélanges along the Motagua Fault Zone, Guatemala. Geological Society of America 2008 Annual Meeting, 10/8/2008, Huston, U.S.A.
- ② Ernst W.G., Tsujimori T., Zhang R.Y., Liou J.G., Permo-Triassic mountain building and ore formation along the margin of East Asia: Subduction-zone metamorphism, continental growth, and exhumation. Asia Oceania Geosciences Society Conference, 6/16-20/2008, Busan, Korea.
- ③ Liou J.G., Ernst W.G., Tsujimori T., Zhang R.Y., Jahn B.M., UHP minerals and metamorphic terranes - A perspective view. Asia Oceania Geosciences Society Conference, 6/16-20/2008, Busan, Korea.
- ④ Tsujimori T., Moriguti T., Kunihiro T., Kobayashi K., Nakamura E., Large-scale fluid flow in a cold subduction-zone: SIMS Li-isotope study of jadeitite veins in

Franciscan metagraywacke.

Goldschmidt Conference, 8/19-24/2007, Colone, Germany.

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

なし

○取得状況 (計 0 件)

なし

[その他]

なし

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

辻森 樹 (TSUJIMORI TATSUKI)

岡山大学・地球物質科学研究センター・准教授

研究者番号 : 00436833