



# 第14回日本地質学会四国支部

## 総会・講演会

### 講演要旨集

この部分

と  
Aペーシ" No(?)

日時: 2014年12月20日(土) 11:00~17:00

会場: 愛媛大学理学部講義棟

主催: 日本地質学会四国支部

共催: 愛媛大学大学院理工学研究課数理物質科学科地球進化学講座





## 第14回日本地質学会四国支部総会・講演会

日時：2014年12月20日（土）午前11時00分 - 午後17時00分

場所：愛媛大学理学部講義棟

- 11:00-11:05 支部長開会挨拶  
11:10-12:10 個人講演 口頭発表（第一部）  
12:10-12:50 昼休憩（生協・セトリアン営業中）  
12:50-14:10 ポスターセッション・コアタイム  
14:10-16:20 個人講演 口頭発表（第二部）（途中休憩あり）  
16:20-16:30 休憩  
16:30-17:00 総会  
事務局長挨拶  
総会議事  
報告事項：平成26年度活動報告  
平成26年度理事会報告  
審議事項：平成26年度決算  
2017年度日本地質学会学術大会に関して  
平成27年度活動計画および予算案  
近畿支部との再合併に関して  
18:30 頃 懇親会（理学部本館4階419-2号室）





第14回日本地質学会四国支部総会・講演会 プログラム

<<口頭発表>>		理学部講義棟 1階S11講義室
11:00-11:05		開会挨拶
11:10-11:25	O-1	Petrology and mineralogy of Sakurajima Tephra on 2013 eruption: Reconstruction magma conduit for geochemical monitoring Idham Andri Kurniawan, Masayuki Sakakibara (Graduate School of Science and Engineering, Ehime University)
11:25-11:40	O-2	重金属汚染地域に自生する地衣類における地衣類-基盤相互作用 末岡裕理(愛媛大学・院・理工学研究科)・榎原正幸(愛媛大学・院・理工学研究科)・世良耕一郎(岩手医科大学・サイクロtronセンター)
11:40-11:55	O-3	カヤツリグサ科マツバイのCs吸収能力に関する研究 竹原明成・榎原正幸・佐藤 康・末岡裕理(愛媛大学院理工学研究科)・佐野 栄(愛媛大学教育学部)
11:55-12:10	O-4	廃止鉱山における重金属に富む坑廃水のカヤツリグサ科マツバイによるファイトレメディエーション 大川佳子・榎原正幸(愛媛大学大学院理工学研究科)・迫田昌敏(独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構)・世良耕一郎(岩手医科大学サイクロtronセンター)・佐野栄(愛媛大学教育学部)
12:10-12:50		昼休憩
12:50-14:10		ポスター発表コアタイム (理学部講義棟 1階S12講義室)
14:10-14:25	O-5	Artisanal and small scale Gold Mining (ASGM) in Sumalata, Gorontalo Utara Regency : Mercury losses and its contamination. Yayu Indriati Arifin, Masayuki Sakakibara, (Graduate School of Science & Engineering, Ehime University), Koichiro Sera (Cyclotron Research Center, Iwate Medical University), and Mohamad Jahja (Department of Physics, State University of Gorontalo)
14:25-14:40	O-6	久万層群二名層風化粘土による上林焼の検討 堀 利栄(愛媛大学・院・理工)・川上 嵐士・河野 佐季・玉井 大道(前:愛大附属高・現:愛媛大学・理)
14:40-14:55	O-7	四国三波川帯の大歩危ユニット南部を横切る八丁山断層の非存在 青矢睦月(徳島大・SAS研究部)
14:55-15:10	O-8	四国中東部、三嶺-剣山地域の御荷鉾緑色岩類～秩父北帯の地質構造 村田明広(徳島大学大学院・SAS研究部)
15:10-15:20		小休憩
15:20-15:35	O-9	高知県佐川地域に分布する鳥の巣層群谷地層に見つかった潮汐作用および陸化の証拠 近藤康生・奈良正和(高知大学理学部)
15:35-15:50	O-10	別子地域三波川変成帯瀬場エクロジヤイト質塩基性片岩中に挟在する泥質片岩の変成作用 高須 晃・Kabir, Md. Fazle (島根大学総合理工学部)
15:50-16:05	O-11	四国中央部三波川変成帯瀬場エクロジヤイト質塩基性片岩体(北東部,北西部及び中央部)の変成作用 岸良直人・高須 晃・Kabir, M. F. (島根大学総合理工学部)
16:05-16:20	O-12	Kyanite and high-Mg garnet-bearing amphibolite from the Tonaru metagabbro mass: medium P/T metamorphism before high P/T eclogite event Kabir, M.F., Takasu, A., Matsuura, H. and Kuraya, I. (Department of Geoscience, Shimane University)
16:20-16:30		小休憩
16:30-17:00		総会
18:30ごろ～		懇親会

<<ポスター発表>>		理学部講義棟 1階S12講義室
P-1	Baculites faciesの組成解析とその生物学的意義 早出 雄司・岡本 隆(愛媛大・院理工)	
P-2	Metamorphic history of garnet chloritoid-bearing schists and garnet amphibolite from the Neldy Formation, Makbal district in the Kyrgyz Northern Tien-Shan, Kyrgyzstan Kasymbekov, A., Takasu, A., Kabir, M.F. (Department of Geoscience, Shimane University), Bakirov, A. and Sakiev, K. (Institute of Geology, Academy of Science, Kyrgyz Republic)	
P-3	久万層群産単子葉類化石の同定 藤本 佳菜子(愛媛大・理)堀 利栄(愛媛大・院・理工)	
P-4	蛍光試薬による現生放散虫スベラリア目の殻成長観察 新木雄之(愛媛大・理)・堀 利栄(愛媛大・院・理工)・鈴木紀毅(東北大・院・理)・辻 彰洋(国立科博)	
P-5	海底鉄・マンガン酸化物の沈殿プロセス:12年間の沈着実験に基づく考察 日野ひかり・臼井朗・岡村慶(高知大)・鈴木庸平(東京大)・山岡香子(産業技術総合研究所)	
P-6	A Potential Ability of Pteris cretica for Phytoremediation in Abandoned Mine Site Hendra Prasetya, Masayuki Sakakibara, Yuri Sueoka (Graduate School of Science and Engineering, Ehime University), Koichiro Sera (Cyclotron Research Center, Iwate Medical University)	
P-7	Boiled Kapok Fibers as Mercury (Hg) Absorber Nurfitri Abdul Gafur (Graduate School of Science and Engineering, Ehime University), Mohamad Jahja (Faculty of Science, State University of Gorontalo)	
P-8	マンガンクラストを構成する多起源粒子の新たな記載法 中里佳央, 臼井朗, 西圭介, 日野ひかり, 安田尚登(高知大学), 後藤孝介(産業技術総合研究所), Ian Graham(GNS)	
P-9	鮮新世末から更新世にかけての寒冷化に伴う貝類群集の変遷:高知県安田町唐浜地域の穴内層の例 山岡勇太・近藤康生(高知大・理)	
P-10	現生種二枚貝Mimachlamys nobilis の埋没耐性 高月崇成・近藤康生(高知大・理)	



original  
juvenile material  
and these developed ones  
accidental one

⑧ No. 6.  
Biginian  
How?

O-1

# Petrology and mineralogy of Sakurajima Tephra on 2013 eruption: Reconstruction magma conduit for geochemical monitoring

Idham Andri Kurniawan, Masayuki Sakakibara  
Department of Earth Science, Graduate School of  
Science and Engineering, Ehime University,  
2-5 Bunkyo-cho, Matsuyama, Japan, 790-8577

## Introduction

Sakurajima is one of the most active volcanoes in the world. We have studied the petrology of volcanic ash samples of Showa Crater from February to September 2013; the total sample is 18 samples. This study continues the previous study to describe the tephra petrology for the eruptive material generated from the Showa crater to determine the petrogenesis inside the magma chamber and/or conduit for each juvenile material. We investigated new and previously produced juvenile and accidental materials. We calculated the initial juvenile material melt to reconstruct the magma inside the conduit. This information is the basic data needed to monitor magma compositional cycles under current conditions.

## Methods and Analysis

The method of collecting sample is used simple container. The wind direction during the eruption happen was identified to determine the area where the volcanic ash will fall and place the simple container. Most of the sample is clean from very fine ash size. The samples were counted for component analysis using a microscope monocular. The sample preparation involved embedding in resin, polishing and coating with carbon. The modal groundmass compositions of representative juvenile samples were determined via BEIs (at magnification 500 – 1500). The point counts for the microcrystals and matrix glasses were measured using a 2.5  $\mu\text{m}$  mesh and image processing software (ImageJ). The petrography and mineral chemistry were determined

via SEM-EDS using a JEOL JSM-6510LV scanning electron microscope (SEM) and via Oxford X-Max 50 mm2 energy dispersive spectrometry (EDS) at Ehime University, Japan. The acceleration voltage and sample current were 15 kV and 0.8 nA, respectively. The glass compositions were normalized to 100% and calculated using the INCA quantitative analysis program.

## Result and Discussion

Juvenile materials consist of black vesicular volcanic rock, black volcanic rock, light brown volcanic rock, white vesicular volcanic rock and isolated phenocrysts. Accidental materials are silicified rock, oxidized rock and altered rock. The volcanic rock fragment groundmass was characterized by matrix glass, orthopyroxene, clinopyroxene, plagioclase, and Fe-Ti oxides. Using eruption data from 2 days, August 21st and September 4th, we clarified the microcrystal crystallization in the initial groundmass melt. The initial melt composition was similar for both eruptions with a narrow range; however, the initial melt from both eruptions exhibited a decreasing trend toward the initial melt basicity. These petrological and petrogenesis data reveal a reconstruction magma conduit for geochemical monitoring.

## References:

- Matsumoto, A., Nakagawa, M., Miyasaka, M. A., Iguchi, M., 2013. Temporal variations of the Petrological features of the Juvenile materials during 2006 to 2010 from Showa Crater, Sakurajima volcano, Khyusu, Japan. Bull Volcanol Soc Japan. Vol 58. No 1, Pp.191-212.
- Sakakibara, M., Uenosono, R., Takakura, S., 2013. Temporal cycles in glass composition within volcanic ash from Showa Crater, Sakurajima volcano, southern Kyushu, Japan. Abstract IAVCEI 2013, Kagoshima, Japan.

O-2

# 重金汚染地域に自生する地衣類における地衣類-基盤相互作用

末岡裕理 (愛媛大学・院・理工学研究科)・榎原正幸 (愛媛大学・院・理工学研究科)・世良耕一郎 (岩手医科大学・サイクロトロンセンター)

Lichen/substratum interaction occurring on heavy metal polluted area

Yuri Sueoka (Ehime Univ.), Masayuki Sakakibara (Ehime Univ.), Koichiro Sera (Cyclotron Research Center, Iwate Medical Univ.)

## はじめに

地衣類は低温・乾燥・汚染地域などの極限環境においても生育することができる興味深い生物であり、近年環境学的研究において注目されている生物の一つである。地衣類は生育基盤の重金属元素を吸収し、生体内鉱物を生成する (Purvis *et al.*, 2008)。また、近年その重金属集積能力も明らかにされている (Osyczka and Rola, 2013)。しかしながら、非生物学的風化過程と地衣類が関与する風化過程における重金属の挙動を比較し、議論した例はない。したがって、本研究はスラグの無機風化およびキゴケによるスラグ風化過程における重金属の挙動を明らかにすることを目的とした。

## 研究方法

本研究は西南日本に位置する廃止鉱山残土堆積場を調査地域とし、ここに廃棄されるスラグおよびこれに共生するキゴケを研究対象とした。無作為に採取された試料において、樹脂で固定した後にスラグ/地衣類境界面の薄片を作成した。この試料について、SEM-EDS を用いたスラグ/地衣類境界面の微細領域観察、スラグ構成相の定量分析および元素マッピング分析を行った。また、ED-XRF を用いて、スラグの主要重金属濃度を明らかにした。

## 結果および考察

調査地域に廃棄されるスラグ構成相は大きく次の 3 つのタイプに分けら

れる: I. 珪亜鉛鉱卓越型; II. 鉄かんらん石卓越型; III. 磁鉄鉱卓越型。タイプ I は Zn, タイプ II および III は Fe に富み、Cu や Sn の他、As, Pb および Cd などの有害元素を含有している。これら重金属元素、特に Fe, Cu および Zn は、地衣類が関与しない風化過程において風化表層部を構成する粘土鉱物の内側に相対的に濃集し、金属皮膜用組織を形成する。

キゴケを構成する菌糸組織はスラグの割れ目に入り込み、これを破砕する。また、これら破砕されたスラグ片はキゴケ樹状体下方に捕獲される。また、珪亜鉛鉱およびマトドロップの仮像にはエッチピットが認められる。これは、地衣類が持つ特有の有機酸による影響である。したがって、キゴケはその生育基盤であるスラグを物理的および生物化学的に風化・破砕する。

スラグに含有される重金属元素は、この地衣類が関与する風化過程において重金属皮膜用組織を形成しない。しかしながら、地衣類を構成する菌糸において Fe および As が濃集しており、この菌糸組織は Cu および Zn も含有している。これら元素は、キゴケ樹状体を構成する皮層の内側に偏在する。

これらの結果は、スラグに共生するキゴケがスラグを生物学的に風化し、その風化過程において溶脱した重金属元素を吸収・集積していることを示唆する。また、この地衣類が関与するスラグの風化は、本来地衣類が関与しない風化において形成される重金属皮膜用組織の形成を許さず、これら重金属の一部を地衣体内へ移行させる。したがって、これらの結果は地衣類がスラグの風化・破砕を助長する可能性も示唆している。

## 引用文献

- Purvis, O. W., Pawlik-Skowronska, B., Cressey, G., Jones, G. C., Kearsley, A., & Spratt, J. (2008) Mineral phases and element composition of the copper hyperaccumulator lichens *Lecanora polytropia*. *Mineralogical Magazine* 72 (2): 607-616.
- Osyczka, P. & Rola, K. (2013) Response of the lichen *Cladonia rei* Schaer. To strong heavy metal contamination of the substrate, *Environmental science and pollution research* 20 (7): 5076-5084.

Slow Growth = 数mm ~ cm/year



ザッ草として田にまいてる。  
他の植物との競合は? esp. acids  
量がどのくらい?

O-3

カヤツリグサ科マツバイのCs吸収能力に関する研究  
竹原明成・榊原正幸・佐藤 康・末岡裕理 (愛媛大学理工学研究所)・佐野 栄 (愛媛大学教育学部)  
Study of Cs uptake capability for *Eleocharis acicularis*  
Akinari Takehara, Masayuki Sakakibara, Yasushi Sato, Yuri Sueoka, Sakae Sano (Ehime Univ.)

#### 1. はじめに

2011年3月11日の福島第一原子力発電所の事故により大量の放射性元素が放出され広範囲にわたる土壌が放射能汚染されている。放射性元素の中でも<sup>137</sup>Csは半減期が30.2年で、長期にわたって土壌中に残存するため対処が必要である。放射性元素を除去する方法にファイトレメディエーションが知られている。榊原・佐野 (2012) によってマツバイが放射性Csを吸収することが報告されており、竹原ほか (2013) の水耕栽培実験においてマツバイのCs吸収能力を明らかにしている。本研究では続けてマツバイのCs吸収能力に関する水耕栽培実験、マツバイが放出する酸の同定およびマツバイにおけるCs集積場所の特定に関するSEM-EDS分析を行った結果を報告する。

#### 2. 実験方法および分析方法

2.1 水耕栽培実験: 先行研究 (竹原ほか, 2013) の21日間をわたる水耕栽培の再現実験を行った。CsClおよびKClの溶液を入れた10LのCsおよびK濃度の異なる水槽を用意し、各水槽に松山市内で採集した重金属超集積植物であるマツバイを100gずつ移植した。ICP用Cs標準溶液1000mg/Lを用いて水槽の溶液のCs濃度をすべて5mg/Lにした。またK濃度はICP用K標準溶液1000mg/Lを用いて0, 5, 50および100mg/Lになるようにした。各水槽にはマグネチックスターラーを設置し、常時撹拌させた。水試料は0, 1, 3, 5, 7, 9, 12, 16および21日に1mlずつ採水した。また植物試料は実験終了後に回収した。それぞれの試料の分析は愛媛大学総合科学研究支援センターのICP-MSで濃度分析を行った。

2.2 マツバイが放出する酸の同定: 無菌栽培したマツバイ3.0gを超純水 (Milli-Q) 20mlを入れたプラスチックボトルに移植し、1日放置した。そ

の後溶液を回収し、有機物を取り除き、凍結乾燥させ、アセトニトリルおよび超純水 (Milli-Q) に溶かし分析試料とした。酸の分析は農学部 LC-MSにより有機酸の同定を行った。

2.3 マツバイのCs集積場所の特定に関するSEM-EDS分析: 水耕栽培実験で栽培したマツバイ (Cs濃度: 2010mg/kg-DW, K濃度0mg/Lで栽培) を乾燥させ葉を輪切りにした切片を炭素テープに載せ、SEM-EDSにより分析を行った。分析時間は6時間、電流値は6.0Aである。

#### 3. 実験結果

水耕栽培実験ではICP-MSの分析結果より、マツバイの各水槽の水の蒸発量を考慮したCs濃度の実験開始前および終了後の変化は、K濃度0, 5, 50および100mg/Lの順にそれぞれ41.7, 43.1, 30.0および18.6%減少であった。また、実験終了後のマツバイ全体のCs濃度はK濃度の低いものから順に1710, 1440, 690および550mg/kg-DWであった。LC-MSの分析によりマツバイから放出された酸としてムギネ酸、けい皮酸およびマロン酸が同定された。また、SEM-EDS観察により、CsはKと同様にマツバイの葉の断面全体において観察された。

#### 4. 考察

4.1 マツバイのCs吸収能力: 先行研究と比較してマツバイ中のCs濃度が約1.3~2.0倍であった。これはマツバイの状態がより新鮮であったこと、先行研究では粉末を希釈して溶液を作成したことが原因と考えられる。また、マツバイは高K濃度の溶液中でもCsを吸収できることが明らかとなった。

4.2 マツバイが放出する酸: マツバイが放出するムギネ酸、けい皮酸、マロン酸にはカルボキシル基があり、それからH<sup>+</sup>を脱離させることにより土壌に吸着させたCsを脱離させていると考えられる。

4.3 マツバイにおけるCs集積場所: CsはKと同様に葉全体において観察された。マツバイにおいてCsは他の重金属とは違いプラントオパール中に集積することはない、マツバイの葉において偏在しないことが明らかとなった。

引用文献: 榊原・佐野, 2012, 日本地質学会講演要旨, 12-14. / 竹原ほか, 2013, 第19回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会講演集, 590-593.

枯死 = def.?

O-4

廃止鉱山における重金属に富む坑廃水のカヤツリグサ科マツバイによるファイトレメディエーション  
大川佳子・榊原正幸 (愛媛大学大学院理工学研究所)・迫田昌敏 (独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構)・世良耕一郎 (岩手医科大学サイクロトロンセンター)・佐野 栄 (愛媛大学教育学部)  
Phytoremediation of heavy metal-contaminated mine drainage by *Eleocharis acicularis*  
Yoshiko Ohakawa, Masayuki Sakakibara (Graduate School of Science and Engineering, Ehime Univ.), Masatoshi Sakoda (Japan Oil, Gas and Metals National Corporation), Koichiro Sera (Iwate Medical Univ. School of Medicine Cyclotron Research Center), Sakae Sano (Faculty of Education, Ehime Univ.)

#### はじめに

日本には多くの休廃止鉱山が存在しており、鉱山開発により排出される重金属汚染された残土や鉱山廃水は、周辺環境を汚染している (門木ほか, 2007)。坑廃水処理は半永久的に実施する必要があるため、処理コスト等の負担軽減が課題である。近年、湿地帯に自生するカヤツリグサ科ハリイ属マツバイ (*Eleocharis acicularis*) が多種類の重金属を吸収・蓄積できる超集積植物であることが報告された (榊原ほか, 2014)。本研究では、国内のA廃止鉱山の坑廃水において、秋〜冬季にかけて、マツバイによるファイトレメディエーション実験を行った。

#### 研究方法および分析方法

本研究は、国内のA鉱山坑廃水処理場において、重金属に汚染された坑廃水を用いて、マツバイによるファイトレメディエーションのための小規模なフィールド実験を行った。A鉱山坑廃水処理場では、植物マット状のマツバイ約400~700gをプラスチックコンテナに移植し、各貯水槽 [第二貯水槽 (栽培地点1および2)、予備貯水槽 (栽培地点3) および残土堆積場

水貯水槽 (栽培地点4)] および残土堆積場湧水地点 (栽培地点5) において、栽培実験を行った。栽培期間は2013年10月5日から2014年1月31日までである。坑廃水の試料は、栽培開始時に採水した。濃度分析用植物試料は、栽培実験前、1, 2, 7, 14, 21, 27, 55, 76および118日目に採取した。水試料の重金属濃度分析は愛媛大学総合科学研究支援センターに設置しているICP-MSを用いて行った。また、マツバイの重金属濃度分析は岩手医科大学サイクロトロンセンターに設置しているPIXE分析システムを用いて行った。分析精度および精度の検定はNIES CRM No.1 (リュウウブ) およびNIST1643c (認証標準水) を用いて行った。

#### 結果

A鉱山坑廃水処理場の各地点で栽培したマツバイは、すべての栽培地点で栽培開始1月31日時点でも完全に枯死せずに生存していることが確認された。フローティング栽培法を用いた栽培地点1~4においては、栽培開始118日後の冬季においても、新たな地上部が生育していることが確認された。一方、直植栽培法を用いた栽培地点5においては、栽培開始約2ヶ月後に約6割が枯死していることが確認された。

#### 考察

本研究では、国内の多様な有害重金属に富む鉱山坑廃水のファイトレメディエーション技術に関して、マツバイの有用性を解明することを目的としてフィールド栽培実験を行った。その結果、マツバイは、植物の生育に適さない水質 (低いpH, 貧栄養) の坑廃水において、栽培可能であることが明らかになった。このことは、マツバイが、A鉱山のようなpHが低くかつ水酸化鉄で飽和した貧栄養の坑廃水において、水耕栽培によって生育可能であり、かつ水質改善に有効であることを示唆している。

#### 引用文献

門木秀幸・小坂千秋・松本清次・細井由彦, 2007, 休廃止鉱山の坑廃水処理過程からの金属回収と最終処分量の削減, 環境化学, 117, pp. 443-452.  
榊原正幸・佐野栄・久保田有紀・佐藤康, 2014, 福島県の水田土壌に自生するカヤツリグサ科マツバイの放射性Cs濃度, 環境放射能除染学会誌, pp. 13-18.



# Artisanal and small scale Gold Mining (ASGM) in Sumalata, Gorontalo Utara Regency : Mercury losses and its contamination.

Yayu Indriati Arifin<sup>1</sup>, Masayuki Sakakibara<sup>1</sup>, Koichiro Sera<sup>3</sup>, and Mohamad Jahja<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Department of Earth Science, Graduate School of Science & Engineering, Ehime University, 2-5 Bunkyo-cho, Matsuyama, 790-8577 Japan.

<sup>2</sup>Cyclotron Research Center, Iwate Medical University, 348-58 Tomegami, Takizawa, Iwate 020-0173, Japan. <sup>3</sup>Department of Physics, State University of Gorontalo, Jl. Jend. Sudirman No. 6 Kota Gorontalo, 96128 Indonesia

## Introduction

Artisanal and Small scale Gold Mining (ASGM) activities in Sumalata, Gorontalo Utara Regency and its mercury contaminations on environments and human were investigated. ASGM activities in Sumalata were using mercury to amalgamate gold from host rock, the mercury waste were discharges directly to Sumalata River. Aquatic system (water, sediments and fish) may contaminated by the mercury waste. ASGM miners and local inhabitants may affected directly by mercury through direct contact with mercury and from food web.

This study is aimed to find out the mercury contamination of people of Sumalata, Gorontalo Utara regency; who are living nearby ASGM sites in Sumalata area and others who are living in Gorontalo utara. We used scalp hair as a bioindicator of mercury exposure to human body. Health conditions of miners and inhabitants who living around the mining sites were investigated using neurological examination.

## Methods and Analysis

Elemental analysis for hair sample was performed by Particle Induced X-ray Emission (PIXE) in cyclotron research center, Iwate Medical University, Japan. Precision and accuracy of this method having been reported elsewhere<sup>(1)</sup>.

Neurological examinations were performed by team of medical doctors using standard protocol to limited number of participants. The participants were 25 and 9 persons from Sumalata and Anggrek districts, respectively

We took sediments samples around Sumalata river estuary, the sediment was taken using shovel. About 10-15 cm from river bed sediment were taken using shovel and stored in plastic bag and keep it in coolbox. Mercury in sediment were determined using CVAAS (Varian).

Several seawater fish species from Sumalata river estuary area. The sample were placed in pasctic bag and stored in coolbox. Mercury in fish were determined using CVAAS (Varian).

## Result and Discussion

We estimated that annual mercury losses is about 331 kg/year. Mercury concentration in river water is about 0.0284 ppm which is above threshold limit. While Mercury in sediments are varies along the river, where the highest is 28.9 ppm the sampling point close to the ASGM processing site and the lowest is in the estuary is 2.29 ppm. Mercury in commonly consumed fish (like Snapper) are above threshold limit of WHO. Mean mercury concentration in scalp hair of 35 donors from Sumalata is 10.0 ppm, according to HBM is already in high level. Although NOAEL of mercury is 50 ppm, several miners and inhabitants of Sumalata already showing at least three disturbances (Babinski, Bluish of gums and Tremor).

## References:

Sera, K. Futatsugawa, S., and Murao, S., "Quantitative analysis of untreated hair samples for monitoring human exposure to heavy metals", Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 189 (2002) 174-179.

Zahir, F., Rivai, S. J., Haq, S. K., and Khan, R. H., "Low dose mercury toxicity and human health", Experimental Toxicology and Pharmacology 205 (2005).

## 久万層群二名層風化粘土による上林焼の検討

堀 利生 (愛媛大学・院・理工)・川上 嵐士・河野 佐季・玉井 大道 (前:愛大附属高・現:愛媛大学・理)

An experimental study for establishment of the Kamihayashi pottery using by soils of Nimyo Formation weathered, Kuma Group from Toon City, Ehime Prefecture, Shikoku, Japan

Rie S. Hori, Ranto Kawakami, Saki Kohno and Hiromichi Tamai (Ehime Univ.)

【はじめに】日本各地には多くの陶芸産地が知られており、愛媛県松山周辺においては、砥部焼、楽山焼などが有名である。本研究は、愛媛大学附属高等学校の生徒3名(現:愛媛大学理学部)と共に、新たに愛媛県中予地域の陶芸産地を開拓すべく陶芸に適した粘土の検討を行った成果である。本研究は、愛媛大学附属高等学校の課題研究として行われたものであり、愛媛大学における2013年度高大連携事業—課題研究の成果の一部である。検討では、陶芸に適した粘土の検討から始まり、粘土の焼成方法の開発までを行った。

【検討試料と地質】今回検討を行ったのは、愛媛県東温市上林地区に分布する久万層群「二名層」(＝古岩屋層)風化土壌である。本地区には、「おくどさん」(かまどの古称)に適した粘土が産するとの言い伝えがあり、過去には現地の土を利用してのかまどを作りが行われていたと地元の方にお聞きした。よって、陶芸粘土として適している可能性が高いと判断し、検討試料とした。上林地区の地質は、北部に白亜系和泉層群が、中央構造線を挟んで南部に三波川結晶片岩が基盤として分布する。南部に分布する三波川結晶片岩上には、三波川結晶片岩角礫から成る久万層群「二名層」が不整合で載っており、場所によっては風化が著しく赤色粘土化しているのが観察される。三波川結晶片岩角礫は、一般に小さく5mm以下のものが多い。新鮮な岩石でも基質が赤色を呈しており、本角礫岩はもともと酸素が十分な環境下で堆積したことが推定される。本研究では、上林地区花山および高智に分布する二名層から複数の試料を採取し、同層風化土壌中に

含まれる粘土鉱物の同定を水ひ法にて行った。分析には愛媛大学理学部地球科学教室設置のXRDを使用し、分析にあたっては皆川教授および同研究室学生の皆様大変お世話になった。

【結果1】同定できた含有粘土粒子中の構成鉱物は、ピークの高い順に、カオリナイト、雲母類、スメクタイトを主体とする混合層をもつ粘土鉱物であり、検討試料は、市販されている「楽土」陶土と似た粘土組成をもつことがわかった。その結果、上林地区に分布する二名層風化土壌は陶土として適している事が判明した。

以上のことから、採取試料を用いて陶器制作のための焼成実験を行った。

【作陶検討手法】採取した試料をふるいにかけ、1) 1mm以上の粒径のもの、2) 125μm以上1mm以下の粒径(細粒砂～粗粒砂)、3) 125μm以下の粒径(極細粒砂を含む泥)に分け、焼成実験には1mm以下の粒径のものをういた。2)と3)の試料を別々によく練った後成形し、自然乾燥させてから約700度で1時間素焼きした。その後電気が1150℃、1170℃、1190℃、1200℃の各温度での本焼きを行い変化を観察した。また、1)の試料をディスクミルで粉末化し、木灰と混ぜ合わせて釉薬としての可能性を検討した。釉薬を塗布後の焼成温度は、1210℃～1240℃までの10℃刻みの4段階で検討した。

【結果2】3)の細粒試料のみの成形では1200℃で焼成したときに構成粒子のガラス化が著しく、炉の底面に焼成物が固着する不都合が生じた。そこで2)と3)の試料を1:3で混ぜ合わせることにより上記現象が改善できることが判明した。その結果、上林産の含カオリナイト粘土試料は、成形後約700℃で素焼きし1200℃以上で焼成すると、備前焼きに似た質感の暗紫茶色の焼物ができたことがわかった。1200℃焼成による収縮率は、重量にして38.5%、体積にして22.6%である。密度は焼成によって増加し、1.59g/cm<sup>3</sup>が最終的には2.05g/cm<sup>3</sup>になるのが確認された。含有細礫を使った釉薬は、1210℃で不透明の黄色、1220℃で深緑ガラス質、1230℃であめ色の発色が得られることが判明した。今後は各試料および釉薬の全岩化学組成分析を行い、どのような成分が含まれるか検討していきたい。

堆積性土のものも存在?

$$\frac{dV}{dT} \propto T \approx \frac{V_0}{2}$$



泥片岩 直立 曲線

# 0-7 四国三波川帯の大歩危ユニット南部を横切る 八丁山断層の非存在 青矢睦月 (徳島大・SAS 研究部)

Absence of the so-called Hatcho-yama fault that cuts N-S  
across the southern part of the Oboke unit of the  
Sambagawa belt, Shikoku. M. Aoya (Tokushima Univ.)

四国中央部の大歩危ユニットは三波川帯の最下部をなす構造ユニットであり、岩相的には砂質片岩の卓越によって特徴付けられる。近年、大歩危ユニットを四万十帯の一部とみなす考え方も提案されているが、今回はこういった地質帯への帰属の問題には立ち入らない。本報告では、5 万分の 1 地質図幅「三島」(土井, 1964) の出版以来、多くの地質図(例えば、四国地方土木地質図編纂委員会, 1998)において大歩危ユニットを南北に横切るように描かれ続けてきた八丁山断層(図)の存否を、野外調査によって得られたデータに基づいて吟味する。

活断層を除けば、一般的な地質図上に表現すべき断層は(1)岩相の境界となっている、または(2)岩相境界ではなくとも過去に大きな変位があったと判断できる、といういずれかの条件を満たすものと考えられる。八丁山断層は大歩危ユニット南部において西の砂質片岩と東の泥質片岩を分かちように描かれている(図)。ところが、徳島、愛媛、高知の 3 県境付近に位置する三傍示山周辺の地質調査の結果、八丁山断層を西から東へと横切る尾根ルートにおいて砂質片岩から泥質片岩への岩相変化は認められず、砂質片岩が連続的に産することが判明した。つまり、八丁山断層は少なくともこの地域において岩相境界をなしていない。またこれらの調査から、大歩危ユニット南端の境界は南傾斜であり、大歩危ユニットに属する北側(下位)の砂質片岩と別子ユニット(青矢ほか, 2013 の白滝ユニット)に属する南側(上位)の泥質片岩の境界として認識されることが明確になった。今回、この大歩危ユニット南端の岩相境界が八丁山断層による変位を受けているかどうかを確認するため、八丁山断層西側の

2 箇所、および東側の 2 箇所で砂質片岩と泥質片岩の境界位置を決定した。この 4 つの岩相境界地点のうち西よりの 3 箇所、および東よりの 3 箇所を通る平面の方位を計算したところ、2 つの平面の方位はともに南傾斜(192~193 度方向に)49 度となり、ほぼ厳密に一致した。この結果は、岩相境界 4 地点が全て同一の平面上にのっており、それらの中央部に断層による大きな分断を考える必要がないことを示す。

以上のことから、本報告では、八丁山断層は少なくとも大歩危ユニット南部において地質図に表現すべき断層としては存在しないものと結論する。現在、産総研地質調査総合センターを主体として改訂版を作成中の 20 万分の 1 地質図幅「高知」には本報告の成果を反映させる予定である。

<引用文献> 青矢睦月ほか(2013) 5 万分の 1 地質図幅「新居浜」、産総研地質調査総合センター; 土井正民(1964) 5 万分の 1 地質図幅「三島」、地質調査所; 四国地方土木地質図編纂委員会(1998) 四国地方土木地質図、(財)国土開発技術センター。



図 大歩危ユニット南部の地質図。四国地方土木地質図に基づく。  
本報告によるユニット境界を点線で示した。

# 0-8 四国中東部、三嶺-剣山地域の御荷鉾緑色岩類〜秩父 北帯の地質構造

村田明広 (徳島大学大学院・SAS 研究部)

Geological structures of the Mikabu greenstones and Northern Chichibu  
Terrain in the Miune-Tsurugisan Area, Middle East Shikoku  
Akihiro Murata (Univ. Tokushima)

高知県から徳島県にかけての三嶺-剣山地域で、御荷鉾緑色岩類〜秩父北帯にかけての地質構造に関する研究を行った。この地域では、武田ほか(1977)、伊熊ほか(1981)、石田ほか(2007)などにより、御荷鉾緑色岩類とその南側の秩父北帯の地質構造に関する研究がなされている。この地域の東側にあたる徳島県の秩父北帯や、西側にあたる大豊-香北地域では、ジュラ紀付加コンプレックスは、御荷鉾緑色岩類の上に南傾斜で乗るとされている(Yamakita, 1988; 山北, 1998 など)。しかしながら、三嶺-剣山地域は地形が急峻であることもあり、これまで地質概略分布図しか公表されていなかったため、今回、これまでよりも詳細な調査を行い、地質図を作成した。

秩父北帯北縁部の谷道アンチフォーム 御荷鉾緑色岩類の南側の秩父北帯北縁部には、香美市明賀北方から三好市谷道南方、三嶺南方、名頃西方にかけて、東北東-西南西トレンドのアンチフォームが存在する。このアンチフォームは、武田ほか(1977)による東祖谷地域地質図の三嶺-天狗塚南方に示されているものであり、伊熊ほか(1981)ではさらに北東、南西方に延びることが示されている。ここでは、このアンチフォームを谷道アンチフォームと呼ぶ。谷道アンチフォームの軸部には、千枚岩を主とする地層が分布し、その両側に片状砂岩、緑色岩類が分布する。これらの地層は砂岩泥岩互層中の緩化層理から判断すると正常層だと思われる。緑色岩類の北側・南側にはチャートおよび千枚岩が分布しており、北翼のチャートおよび千枚岩の北側には御荷鉾緑色岩類が分布している。南翼のチャートおよび千枚岩の南側には、分布幅が最大で 700 m に達する厚い玄武岩質凝灰角礫岩・凝灰岩からなる緑色岩類が分布しており、谷道アンチフォームの中で構造的に占める位置から判断すると、御荷鉾緑色岩類に対比される可能性がある。谷道アンチフォームの南側の地層は、白亜系物部川層群の北限とされる御在所山衝上断層

まで、基本的に南傾斜の地層が分布する。

谷道アンチフォームの延長 本地域の谷道アンチフォームは、さらに東北東方では、北東-南西性の左横ずれ断層である上生川断層で変位した後、徳島県美馬市から神山町にかけての分布幅の狭い御荷鉾緑色岩類の南側に存在するアンチフォームに連続すると考えられる(村田, 未公表資料)。谷道アンチフォームは、本地域西縁部の明賀付近で西北西-東南東性の断層で左横ずれに変位し、さらに西南西方へ延びると予想される。

四国西部、中央部の地質構造との類似性 四国西部では、御荷鉾緑色岩類はジュラ紀付加堆積物中に衝上シートとして含まれており、それらが褶曲して小田川アンチフォーム、うつむき山アンチフォームを作り、御荷鉾緑色岩類が三列に分かれて分布することが示されている(村田・前川, 2011)。また、四国中央部でも、御荷鉾緑色岩類が上八川-池川アンチフォームで褶曲し、その南翼に御荷鉾緑色岩類と構造的に同じ層準に凝灰角礫岩を主とする緑色岩類が分布している。三嶺-剣山地域の谷道アンチフォームは、御荷鉾緑色岩類分布域周辺に存在するこれらのアンチフォームと同様のものと考えられる。

上生川断層と明賀-名頃断層など 北東-南西性の左横ずれ上生川断層は、地域西部の久保沼井周辺の白亜系物部川層群の南東限を通り、東熊川に沿って北東に延び、高の瀬西方を通過して、剣山の見ノ越周辺に達するらしい。谷道アンチフォームの南側には、これにほぼ沿うように、東北東-西南西走向の明賀-名頃断層の存在が報告され(伊熊ほか, 1981)、ほぼ同じ位置に活断層とされる右横ずれの網附森断層の存在が明らかにされている(活断層研究会編, 1991)。しかしながら、明賀-名頃断層あるいは網附森断層の走向と、周辺の地層の走向とがほぼ平行であるため、変位量などこれらの断層の詳細を確認することはできなかった。

文献: 伊熊ほか, 1981, 中生代造構作用の研究, no. 3, 75-85. 石田ほか, 2007, 徳島大学総合科学部自然科学研究, 21, 47-64. 活断層研究会編, 1991, 新編 日本の活断層, 東大出版会. 村田・前川, 2011, 徳島大学総合科学部自然科学研究, 25, 29-38. 武田ほか, 1977, 秀 敬編, 「三波川帯」, 広島大学出版会, 107-151. Yamakita, S., 1988, Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo, Sec II, 21, 467-514. 山北, 1998, 地質雑, 104, 623-633.

6



# 砂岩の泥岩=泥干潟

- Loph (カキ)  
→ 直立した植物の根の化石

O-9 高知県佐川地域に分布する鳥の巣層群谷地層に見つかった  
潮汐作用および陸化の証拠  
近藤康生・奈良正和 (高知大学理学部)  
Evidence of tidal sedimentation and subaerial  
exposure from the Yatsuji Formation of the Torinosu  
Group in Sakawa area, Kochi  
Yasuo Kondo and Masakazu Nara (Faculty of  
Science, Kochi Univ.)

鳥の巣層群の模式地である高知県高岡郡佐川町の鳥の巣地域周辺には、鳥の巣式石灰岩の岩体や泥岩主体の碎屑岩層が分布しており、これらはまとめて谷地層に層序区分されている(木村, 1956など)。谷地層の堆積環境については、二枚貝などの化石(Tamura, 1961など)以外にはこれまで堆積環境に関する情報が少なかった。今回、谷地層から潮汐堆積物および自生植物根を発見したことにより新たな手がかりが得られたので、これらについて報告するとともに、同層の堆積環境について考察する。

佐川町の下美都岐から襟野々にかけて、この地域の谷地層で最も大規模な石灰岩体が東西に並んでいる。今回、東西両岩体に挟まれ、南上位で南傾斜する地層から、マッドドレーブやヘリンボーン構造が発達したトラフ型斜交層理砂岩層(層厚約5m)を発見した。この砂岩層は谷地層堆積時に潮汐作用の影響があったことを示す。

この潮汐堆積物には植物以外の化石は見つかっていないが、北方に隣接する、猿丸峠南東のサーキット場跡地の最南端(最下位)には厚さ数メートルの中粒砂岩層があり、ほとんどベッコウガキ科二枚貝だけを多産する。この上位には、ラミナの発達した泥質岩層約25mが北上位で重なる。今回、この泥質岩層の最上位付近に、層理面に対して直立した植物の根が見つかった。この層準の上位には、厚さ3m足らずの上方細粒化を示す細粒砂岩層があり、その下部には、小型のトリゴニア類を優占種とする化石群がみられ、二枚貝類のほか、ツノガイ類やウニの破片が密集する。この上位は再び細粒化し、泥質岩層に覆われる。

潮汐作用の証拠が見つかった調査地域南部の南上位の地層と、調査地域北部の化石を多産する北上位の地層との関係は不明である。しかし、北上位に重

なる北方の地層も類似の岩相を示すことから、ここでは両者はほぼ一連の堆積物として扱う。

谷地層の石灰岩体は海進期に形成されたことが推定されており(Kano & Jiju, 1995)、石灰岩体が発達する層準に挟まれた泥質砂岩層は、高海水準期あるいは海水準降下初期に形成されたことが推定できる。このことと潮汐作用の影響を併せて考えると、ベッコウガキ類を含む中粒砂岩層から自生植物根を含む陸化層準までの上方細粒化ユニットは干潟の前進による海退の堆積物であり、トリゴニア類を含む細粒砂岩層に始まる上方細粒化ユニットも類似の堆積物である。したがって、これらは潮汐チャネルの形成とその埋没に伴う海進海退サイクルとして理解できる。

なお、この地域の泥質岩層に含まれる貝化石はすべて海水性で、汽水性の種が全く見られないことから、河川の影響の少ない、海水域の干潟であったことが推定できる。

今回、谷地層から直立した植物の根と、潮汐堆積物が発見されたことから考えると、佐川地域の鳥の巣式石灰岩ができた海進期にも、石灰岩となるマウンドの陸側に泥質干潟が存在した可能性が考えられる。鳥の巣式石灰岩にしばしば挟まれる植物片を含む泥岩薄層はその痕跡かもしれない。

## 引用文献

木村(1956)、地質学雑誌, 62: 515-26; Tamura (1961), Japanese Journal of Geology and Geography, 32: 219-251; Kano and Jiju (1995), Sedimentary Geology, 99: 165-178.

- Protocardia  
- trigonina gen.

O-10 別子地域三波川変成帯瀬場エクロジイト質塩基性片岩中に挟在する泥質片岩の変成作用  
高須 晃・Kabir, Md. Fazle (島根大学総合理工学部)  
Metamorphism of pelitic schists in the Seba eclogitic basic schist in the Sambagawa metamorphic belt, Besshi district, central Shikoku, Japan  
Takasu, A. and Kabir, M. F. (Shimane University)

別子地域三波川変成帯に分布する瀬場エクロジイト質塩基性片岩は大部分は塩基性片岩であるが、一部に泥質片岩及び珪質片岩の薄層を挟在する。塩基性片岩中にはエクロジイトが層状またはレンズ状に認められ、これらの変成作用についてはこれまでも詳しく研究されている(e.g. Aoya, 2001; Kabir and Takasu, 2010)。Kabir & Takasu (2010)は、これらのうち大野谷地域に分布するエクロジイトについて、第1高压変成作用(低温エクロジイト相)、第2高压変成作用(高温エクロジイト相)、狭義の三波川変成作用の3回の高压変成作用を識別した。ECL相のピーク温度圧力は、第1高压変成作用がT: 530 - 590°C, P: 19-21 kbar, 第2高压変成作用がT: 630 - 680°C, P: 20-22 kbarである。

今回の研究ではエクロジイトと互層する泥質片岩の変成作用を明らかにした。組織と構成鉱物の化学組成より、この泥質片岩の変成作用は、1) 先駆的変成作用、2) 第1高压変成作用、そして3) 第2高压変成作用の3回の変成イベントに区分できる。1) 先駆的変成作用イベントは斑状変晶ざくろ石のコアに含まれる包有物であるNa-Ca-Ca 角閃石(タラマ閃石、パーガス閃石、Mg ホルンブレンドなど)、白雲母(Si: 6.05-6.13)で特徴づけられる。変成条件は緑れん石角閃岩相から角閃岩相が推定される。2) 第1高压変成作用イベントの昇温期変成作用は緑れん石青色片岩相から緑れん石角閃岩相を経てエクロジイトに至る変成作用を示す。昇温〜ピークの変成条件を明らかにするため、MnNCKFMASHモデルシステムにおいてシュードセク

ジョンと組成等値線(Connolly, 1990, 2009)を計算し、昇温期の460 °C, 8 kbar からピークの600-640 °C, 19.5-21.5 kbar (エクロジイト相)の変成条件を明らかにした。ピークの後の降温期変成作用はNCKFMASHモデルシステムを用い、角閃石と曹長石の等値線の交点より510-520 °C, 9.5-10 kbarの条件が得られた。降温期変成作用はほぼ等温減圧の変成経路を示し、Aoya (2001)が示したような、圧力ピークの後、減圧しながらの温度上昇(温度ピーク)という変成経路は認められなかった。3) 第2高压変成作用イベントは、コアが藍閃石、マン托ルがバロワ閃石、リムがエデン閃石である顕著な累帯構造を示す角閃石によって昇温、ピーク、降温の変成作用が特徴づけられる。また、コアの藍閃石がバロワ閃石と曹長石からなるシンプレクタイトを包有することは、藍閃石の晶出の前にエクロジイト変成イベントのオンファス輝石が降温変成によってシンプレクタイトを形成した後、藍閃石が形成されたと考えられる。

エクロジイト相変成作用の前の緑れん石角閃岩相から角閃岩相の先駆的変成作用は、サブダクションの開始時にまだ冷却されていないハンギング・ウォール側からの熱の供給により起こったと考えられる。その後、サブダクションの継続に伴うハンギング・ウォールの冷却によるエクロジイト相に至る高压型変成作用(大野谷のエクロジイトには2回のエクロジイト相変成作用が認められる)がおこった。最後に、エクロジイト岩体が一度地表近くにまで上昇した後、岩体周囲岩石とともに狭義の三波川変成作用を受けたと考えられる。

## 引用文献

Aoya, M. (2001) J. Petrology, 42, 1225-1248; Connolly, J.A.D. (1990) Amer. J. Sci., 290, 666-718; Kabir, M. F. & Takasu, A. (2010) Jour. Met. Geol., 28, 873-893; Connolly, J.A.D. (2009) Geochem. Geophys. Geosystems, 10, q10014; Takasu, A. (1984) J. Petrology, 25, 619-643.  
Keywords: Sambagawa, eclogite, garnet, P-T path, Seba basic schist,  
\*Corresponding author: n.kishira@gmail.com



Eclogite & Pelitic schist → 10 or

O-11 四国中央部三波川変成帯瀬場エクロジヤイト質  
塩基性片岩体(北東部、北西部及び中央部)の変成作用  
岸良直人\*・高須 晃・Kabir, M. F. (島根大学総合理工  
学部)

Metamorphism of the Seba eclogitic basic schists in  
the Sambagawa metamorphic belt, central Shikoku

Kishira, N.\* Takasu, A. Kabir, M. F. (Shimane University)

四国中央部の別子地域にはデクトニクブロックが存在し、瀬場エクロジヤイト質塩基性片岩体中には、エクロジヤイトが層状またはレンズ状に分布する(Takasu, 1984)。瀬場エクロジヤイト質塩基性片岩体のエクロジヤイトからは様々な変成履歴が報告されている。Kabir & Takasu (2010)は、これらのうち大野谷地域に分布するエクロジヤイトについて、第1 高压変成作用(低温エクロジヤイト相)、第2 高压変成作用(高温エクロジヤイト相)、狭義の三波川変成作用の3回の高压変成作用を識別した。ECL 相のピーク温度圧力は、第1 高压変成作用が T: 530-590°C, P: 19-21 kbar, 第2 高压変成作用が T: 630-680°C, P: 20-22 kbar である。一方、Aoya (2001)は、ECL 相のピークが T: 610-640°C, P: 12-24 kbar の1度の高压変成作用とその後の狭義の三波川変成作用を報告している。

瀬場エクロジヤイト質塩基性片岩のエクロジヤイトは、北東部、北西部、中央部の3ヶ所から採取された。主要構成鉱物は、ざくろ石、緑れん石、バロア閃石、オンファス輝石( $X_{\text{Fs}}=0.27-0.43$ )であり、その他にフェンジャイト( $\text{Si}=6.3-7.1$ )、曹長石( $\text{An}=0-1$ )、石英、方解石、ドロマイト、黒雲母、電気石、チタン石、ルチル、鉄鈦類を伴う。フェンジャイト、バロア閃石、緑れん石の定向配列による片理を形成する。フェンジャイトは産状により、片理に平行( $\text{Si}=6.5-7.1$ )とランダム( $\text{Si}=6.8-7.1$ )、及びざくろ石を置換したもの( $\text{Si}=6.3-7.0$ )に区分できる。ドロマイトは、北東部ではざくろ石の包有物と基質に確認でき、基質に産出するものは累帯構造をもつ。北西部と中央部ではざくろ石の割目と基質部に産する。ざくろ石は最大径1 mmの自形から半自形を示し、包有物としてバロア閃石+曹長石のシンプレクタイトと緑れん石、オンファス輝石( $X_{\text{Fs}}=0.27-0.34$ )、バロア閃石、石英を包有する。なお、北東部のみドロマイトの単独

鉱物包有物を含有する。ざくろ石の包有物中にバロア閃石-曹長石のシンプレクタイトが存在することは、このざくろ石の形成以前にオンファス輝石(おそらくECL 相条件下で形成された)が存在したことを示唆する。また、緑れん石、オンファス輝石、バロア閃石の包有物の組み合わせと、基質の融食したバロア閃石のコアと融食した藍閃石のマントルの累帯構造から、ピークのECL 相変成作用の昇温変成作用時にEBS 相条件であったことが推定される。その後、基質のバロア閃石と曹長石のシンプレクタイトの存在からオンファス輝石が、EA 相の降温変成作用で分解している。ランダムな方向のフェンジャイトの形成は、狭義の三波川変成作用に対比できる。

瀬場エクロジヤイト質塩基性片岩の北東部、北西部、中央部のエクロジヤイトのピーク変成温度圧力をエクロジヤイト中のざくろ石のリムと接する鉱物(ざくろ石、オンファス輝石、フェンジャイト、バロア閃石、北東部のみドロマイト)を用いて、THERMOCALC (Holland & Powell, 1998)により計算した。北西部では、T: 575-640°C, P: 22-23 kbar が得られ、中央部では T: 610-630°C, P: 20-21 kbar が得られた。一方で、北東部では、ピーク鉱物組み合わせのドロマイトの存在を考慮して  $X_{\text{Co}}=0-0.2$  の間で変化させた時の T-P を求めた。その結果、 $X_{\text{Co}}=0.03$  の時に、T: 645-650°C, P: 23-24 kbar,  $X_{\text{Co}}=0.05$  の時に、T: 675-680°C, P: 23-24 kbar となった。このことは、北西部と中央部から採取されたエクロジヤイトが、もし、北東部のエクロジヤイトが北西部、中央部、大野谷地域と同様のピーク変成作用を受けたと仮定すると、北東部のエクロジヤイトにはピークエクロジヤイト相変成作用時に流体中に相当量の  $\text{CO}_2$  が含まれていたことを示す。また、今回採取された北東部、北西部、中央部のエクロジヤイトはそれぞれ Kabir & Takasu (2010)の大野谷地域に分布するエクロジヤイトの第2 高压変成作用と同様のピーク P-T 変成作用を受けたと考えられる。

引用文献

Aoya, M. (2001) J. Petrology, 42, 1225-1248; Holland, T. & Powell, R. (1998) Jour. Met. Geol., 16, 309-343; Kabir, M. F. & Takasu, A. (2010) Jour. Met. Geol., 28, 873-893; Takasu, A. (1984) J. Petrology, 25, 619-643.

Keywords: Sambagawa, eclogite, garnet, P-T path, Seba basic schist.

\*Corresponding author: n.kishira@gmail.com

O-12 Kyanite and high-Mg garnet-bearing amphibolite  
from the Tonaru metagabbro mass: medium P/T  
metamorphism before high P/T eclogite event

Kabir, M.F., Takasu, A., Matsuura, H. and Kuraya, I.  
Department of Geoscience, Shimane University, Japan

Tonaru metagabbro mass is one of the eclogite-bearing bodies located in the central part of the Besshi district, and it lies within the highest grade zone, i.e. oligoclase-biotite zone, of the Sambagawa metamorphic belt in central Shikoku (Kunugiza *et al.*, 1986; Takasu, 1989; Higashino, 1990). The Tonaru mass is considered to have been derived from a layered gabbro (Banno *et al.*, 1976). The Tonaru mass occurs as a large lenticular body consisting of diopside amphibolites associated with small amounts of serpentinites, and garnet-epidote amphibolites accompanied by small amounts of eclogites (Moriyama, 1990). Tonaru metagabbro mass underwent three metamorphic events, i.e. high-T amphibolite facies metamorphism, first high-P metamorphic event of the eclogite facies (700-730 °C and  $\geq 15$  kbar) and second high-P metamorphism together with the surrounding Sambagawa schists reaching the oligoclase-biotite zone metamorphic conditions (Miyagi & Takasu, 2005).

Kyanite-bearing garnet amphibolite (kyanite-garnet amphibolite) from the western parts of the Tonaru metagabbro mass consist mainly of amphibole (Mhb, Tr, Act, Ts), zoisite, kyanite and garnet with minor phengite and chlorite, along with small amounts of paragonite, muscovite, margarite, epidote, sodic plagioclase, quartz, corundum and hematite. Preferred orientation of amphibole, zoisite and kyanite defines a schistosity. A banded structure consisting of alternation of amphibole- and zoisite-rich layers is well developed in the mass.

Garnet in the kyanite-garnet amphibolite occurs as subhedral porphyroblasts up to 8 cm across, and it is typically zoned, with pale orange inclusion-rich core and colorless inclusion-poor rim. The garnets show prograde zoning with  $X_{\text{Fs}}$  gently increasing from the core to the rim (0.36-0.53) and  $X_{\text{Alm}}$  displaying antithetic zoning (0.44-0.32). The garnets contain inclusions of kyanite, chlorite ( $X_{\text{Mg}} 0.37-0.94$ ), zoisite, epidote ( $X_{\text{Fs}} 0.17-0.19$ ), amphibole (Mhb, Act), phengite ( $\text{Si} 6.32-6.97$  pfu) and quartz. Most of the garnets are severely fractured and the fractures are filled by kyanite, chlorite ( $X_{\text{Mg}} 0.58-0.84$ ), zoisite, phengite ( $\text{Si} 6.35-6.47$  pfu), paragonite, plagioclase ( $\text{An}<18$ ) and amphibole (Mhb, Act, Ts). Network-like micro-veins are developed throughout the garnets, and they are filled by Fe-rich garnet occasionally accompanied by zoisite and chlorite ( $X_{\text{Mg}} 0.58-0.90$ ). The garnets of the micro-veins consist of almandine ( $X_{\text{Alm}} 0.43-0.53$ )

and pyrope ( $X_{\text{Py}} 0.24-0.39$ ) with minor spessartine ( $X_{\text{Sp}} 0.02-0.07$ ). Prismatic crystals of kyanites are up to 2 cm in length. These kyanites are inclusion-rich core and inclusion-poor rim. The cores of kyanites are fractured and the fractures are filled by zoisite. Kyanites are occasionally replaced by muscovite ( $\text{Si} 5.95-6.30$  pfu), paragonite, margarite, chlorite and corundum. Phengites ( $\text{Si} 6.71-6.94$  pfu) in the matrix are relatively large grains and some phengites ( $\text{Si} 6.31-6.91$  pfu) are randomly oriented are accompanied by chlorite ( $X_{\text{Mg}} 0.81-0.84$ ). Some matrix amphiboles (Mhb) are coexisted and others are replaced by plagioclase ( $\text{An}<18$ ).

The kyanite-garnet amphibolite preserves the evidence of polyphase metamorphic evolution. These are a medium P/T metamorphic event represented by high-Mg garnet and its inclusions (kyanite, zoisite, amphibole, phengite, chlorite and quartz), a high-pressure metamorphic event recorded by the mineral assemblage of Fe-rich garnet (micro-vein), kyanite, zoisite, amphibole (Mhb, Ts), phengite and chlorite developed in the fractures of the garnets, as well as in the matrix. The second high-pressure metamorphic event is defined by randomly oriented phengites in the matrix together with amphibole, epidote, chlorite, muscovite and plagioclase ( $\text{An}<18$ ). P-T pseudosections were calculated in the MnNCKFMASHO model system with two different effective bulk compositions. The compositional isopleths of the high-Mg garnet suggest the peak metamorphic conditions of the medium P/T eclogite facies at 750-785 °C and 13-15 kbar, and Fe-rich garnet veins obtained high P/T eclogite facies at 660-690 °C and 20-21.5 kbar.

The medium P/T metamorphism before the eclogite facies metamorphic event has been reported from the Sambagawa metamorphic belt, e.g. the Eastern Iratsu (granulite facies metamorphism) (Banno & Yokoyama, 1977) and the Western Iratsu (650 °C/10 kbar) (Endo *et al.*, 2009). The medium P/T metamorphism was probably caused by the subduction of spreading ridge and the peak metamorphic conditions (750-785 °C and 13-15 kbar) are attained in the same geothermal gradient of the Western Iratsu (Endo *et al.*, 2009). Subsequent high P/T eclogite facies metamorphism took place due to the oceanic plate subduction. The third metamorphic event is probably similar to that of the prograde portions of the Sambagawa metamorphism.

REFERENCES

Banno *et al.* (1976) *The Science Reports of Kanazawa University*, 21, 139-159; Banno & Yokoyama (1977) *Hiroshima University Press*, 57-68; Endo *et al.* (2009) *Journal of Metamorphic Geology*, 27, 371-384; Higashino (1990) *Journal of Metamorphic Geology*, 8, 413-423; Kunugiza *et al.* (1986) *Geological Society of America Memoir*, 164, 375-386; Miyagi & Takasu (2005) *Island Arc*, 14, 215-235; Moriyama (1990) *Geoscience Reports of Shimane University*, 9, 49-54; Takasu (1989) *Geological Society, London, Special Publications*, 43, 533-538.



【はじめに】直線的な殻形態を特徴とする異常巻アンモナイトである *Baculites* は大量に集積する特異な産状を示す傾向がある。日本では四国に分布する和泉層群や北海道に分布する上部蝦夷層群より、*Baculites* の密集した産状が報告されている (Tashiro *et al.*, 1993; Tsujino *et al.*, 2003; Tsujino, 2004)。Matsumoto and Ohata (1962) は *Baculites* が多産するのは当時の海における生物相による結果であるとし、これを "Baculites facies" として報告した。一方で彼らは *Baculites* と共産する化石は日本の白亜系で一般的な種類であるとしている。本研究では、*Baculites* facies が他の化石の産状とは明確に区別できるものであるかどうかを、ノジュール内の化石群集の解析によって検証する事を目的とした。また本研究で用いた理論分布は様々な研究において応用の可能性があり、この理論分布についても報告する。【試料・方法】北海道に分布する上部蝦夷層群より 20 個体以上の化石を含むノジュールをランダムに抽出し、ノジュール内の全ての個体を取り出した後にこれらを *Baculites* をはじめとする 6 種類に分類した。そして、これら 6 種類をそれぞれ軸に持つ 6 次元空間内でそれぞれの化石群集を一つのベクトルとして表した上で、*Baculites* 軸との成す角度を内積から求めこれを統計量とした。もし *Baculites* facies が確率的な変動によるものでなく、本質的な意味を持つものであるなら、軸方向に近いベクトルで表わされる一群が他群とは明確に区別される分布を示すはずである。一方、特定の正規分布に従う独立な変数を成分とするベクトルと、各分布の期待値を成分とするベクトルとが成す角度は単峰性を示す (図 1)。【結果・考察】暫定的な結果では、分布が二山を示す事より、*Baculites* facies は本質的に意味のある現象である可能性が高い。今後サンプルを増やして統計的な解析を行う予定である。この様な解析手法は、

群集組成の様に組合せが意味を持つ研究において客観的な議論を可能にする点で有意義と考えられる。

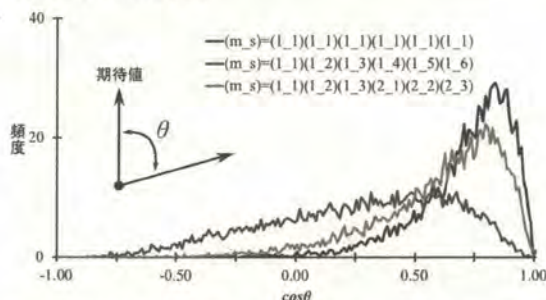


図 1. 特定の正規分布に従う変数を成分とするベクトルと、期待値を成分とするベクトルとが成す角度が単峰性の分布を示す理論分布の例。m と s はそれぞれ平均値と標準偏差を示し、(m\_s) は用いた正規分布における m と s の組合せを示す。値はそれぞれ 10 回分の平均である。

## 【引用文献】

- Matsumoto, T. and Ohata, I. 1962. Notes on *Baculites* facies. *Fossils*, 3, 57-63.  
Tashiro, M., Yamasaki, K. and Yamasaki, M. 1993. On some interesting fossil assemblage beds from the Izumi Group at Kagawa Prefecture and its adjacent areas. *Dept. Bull. of Kochi Univ.*, 41, 29-44.  
Tsujino, Y., Naruse, H. and Maeda, H. 2003. Estimation of allometric shell growth by fragmentary specimens of *Baculites tanakae* Matsumoto and Ohata (a Late Cretaceous heteromorph ammonoid). *Paleont. Res.*, 7, 3, 245-255.  
Tsujino, Y., 2004. Lithofacies and faunal assemblages of the Upper Cretaceous Izumi Group in Kanewari area, Kagawa Prefecture, Japan. *Bull. Tokushima Pref. Mus.*, 14, 1-13.

# Metamorphic history of garnet chloritoid-bearing schists and garnet amphibolite from the Neldy Formation, Makbal district in the Kyrgyz Northern Tien-Shan, Kyrgyzstan

Kasymbekov, A.<sup>1</sup>; Takasu, A.<sup>1</sup> Kabir, M.F.<sup>1</sup> Bakirov, A.<sup>2</sup> Sakiev, K.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Geoscience, Shimane University, Japan, <sup>2</sup>Institute of Geology, Academy of Science, Kyrgyz Republic

The Makbal complex in the Kyrgyz Northern Tien-Shan is located in the western segment of the CAO. The metamorphic rocks exposed in the Makbal district are divided into the Akdzhon and the Scharkyrak Groups based on their metamorphic conditions (Bakirov, 1978). 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 pelitic schists (garnet chloritoid-bearing schist, garnet-phengite schist) and chlorite-carbonate rocks along with minor metaquartzites, marbles and amphibolites. Garnet amphibolites occur in the pelitic schists as lenses or blocks up to 50m across. Eclogites are preserved in the core of the garnet amphibolite bodies (Togonbaeva *et al.*, 2010).

Garnet chloritoid-bearing schists in the Neldy Formation consist mainly of quartz, white mica (phengite, muscovite) and chlorite with minor amounts of garnet, chloritoid, calcite, ilmenite, rutile and carbonaceous matter. A schistosity is defined by preferred orientation of white mica and chlorite. Garnets occur as porphyroblast and they are almandine-rich in composition with variable amounts pyrope and spessartine contents. The porphyroblastic garnets are slightly zoned,  $X_{\text{Sp}}^{\text{Grt}}$  (0.06-0.03) is decreasing and  $X_{\text{Alm}}^{\text{Grt}}$  increasing from core to rim, whereas  $X_{\text{Prp}}^{\text{Grt}}$  first increasing and then decreasing from core (0.06-0.08) to rim (0.08-0.05).  $X_{\text{Gr}}^{\text{Grt}}$  are slightly increasing from core (0.13-0.15) to rim (0.12-0.16). The garnets contain inclusions of chloritoid, chlorite, rutile and apatite. White micas in the matrix are compositionally zoned from phengite (Si 6.32-6.77 pfu) core to muscovite (Si 6.03-6.29 pfu) rim. Phengites in the fractures of the garnets are less Si (6.34-6.41 pfu) than those of randomly oriented phengite (Si 6.33-6.73 pfu) in the matrix. White micas in the fractures of the garnets are muscovite (Si 6.09-6.25 pfu). Garnet chloritoid-bearing schists probably suffered two metamorphic events. The prograde to peak metamorphic stage of the first metamorphic event is characterized by the core to the rim of the porphyroblastic garnet and inclusion minerals therein and schistosity-forming minerals such as phengite (Si 6.35-6.83 pfu), chlorite ( $X_{\text{Mg}}^{\text{Chl}}$  0.38-0.46), chloritoid ( $X_{\text{Mg}}^{\text{Chl}}$  0.16-0.18), rutile and quartz. The

retrograde metamorphic stage is characterized by chlorite ( $X_{\text{Mg}}^{\text{Chl}}$  0.46-0.52) and albite (An<5), which replace chloritoid and garnet along the rims and cracks. Si content in phengite suggests first metamorphic event probably suffered a high-pressure metamorphism of epidote-amphibolite facies. Muscovite (Si 6.15-6.24 pfu) rims of the matrix phengites probably suggest another metamorphic event of the amphibolite facies.

Garnet amphibolites consist mainly of amphibole (Mhb, Fprg, Fts, Ts, Brs, Act), garnet and chlorite, with minor amounts of quartz, epidote and albite. Accessory minerals are biotite, paragonite, muscovite, titanite, ilmenite and calcite. A schistosity is defined by preferred orientation of amphibole (Brs, Mhb), chlorite and biotite. The garnets display a compositional zoning, in which  $X_{\text{Sp}}^{\text{Grt}}$  (0.20-0.04) decreases,  $X_{\text{Alm}}^{\text{Grt}}$  (0.35-0.60) and  $X_{\text{Gr}}^{\text{Grt}}$  (0.31-0.62) increase, and slightly increases  $X_{\text{Prp}}^{\text{Grt}}$  (0.01-0.03) from the core to the rim. Garnets contain inclusions of amphibole (Act, Mhb), epidote ( $X_{\text{Pr}}^{\text{Epi}}$  0.14-0.22), chlorite ( $X_{\text{Mg}}^{\text{Chl}}$  0.39-0.41), plagioclase (An<18), biotite, muscovite (Si 6.03-6.06 pfu), paragonite, titanite, ilmenite, calcite and quartz. Some garnets are replaced by amphibole, chlorite ( $X_{\text{Mg}}^{\text{Chl}}$  0.46-0.52) and epidote ( $X_{\text{Pr}}^{\text{Epi}}$  0.13-0.23) along rim and cracks. Amphiboles in the matrix show a distinct zoning with Mg-hornblende and actinolite ( $\text{Na}_{\text{Al}}$  0.15-0.48 pfu) core, barrosite ( $\text{Na}_{\text{Al}}$  0.50-0.63 pfu) mantle, and Mg-hornblende and tschermakite ( $\text{Na}_{\text{Al}}$  0.18-0.46 pfu) rim. Amphiboles in the fracture of the garnets are Mg-hornblende ( $\text{Na}_{\text{Al}}$  0.13-0.14 pfu). Amphiboles replacing the garnets have a zoning with barrosite ( $\text{Na}_{\text{Al}}$  0.62-0.65 pfu) core and ferrotschermakite, ferropargasite and Mg-hornblende ( $\text{Na}_{\text{Al}}$  0.11-0.48 pfu) rim. Two metamorphic events have been distinguished from the garnet amphibolites. The prograde to peak stage of the first metamorphic event is characterized by the core to rim of the porphyroblastic garnets and inclusion minerals therein (i.e. amphibole, epidote, chlorite, plagioclase, biotite, muscovite, paragonite, titanite, ilmenite, calcite and quartz). The peak metamorphic conditions are probably stable in the epidote-amphibolite facies. The decompression stage is characterized by chlorite, which replaces the porphyroblastic garnets. The prograde stage of the second metamorphic event is characterized by barrosite core of the amphiboles and epidote replacing the garnets. The peak stage is characterized by tschermakite and ferropargasite, which developed at the rim of the amphiboles replacing the garnets, probably suffered amphibolite facies.

Petrological study suggests that the garnet amphibolites and host garnet chloritoid-bearing schist probably suffered similar metamorphism events of (i) high-pressure epidote amphibolite facies and (ii) amphibolite facies. These metamorphic events are related to the tectonics of the oceanic plate subduction and subsequent continental collision.

**Reference:** Bakirov, A. (1978) Tectonic position of the metamorphic complexes of the Tien-Shan Frunze (in Russian). Togonbaeva *et al.* (2010) *Journal of Mineralogical and Petrological Sciences*, 105, 80-85.



## 久万層群産単子葉類化石の同定

藤本 佳菜子 (愛媛大・理) 堀 利栄 (愛媛大・院・理工)  
Identification of Cenozoic monocotyledons from the Kuma  
Group, Ehime, Japan  
Kanako Fujimoto and Rie S. Hori (Ehime Univ.)

## 【はじめに】

久万層群産単子葉類化石は、同地層産の他の分群植物化石と比べて十分な研究がなされてきたとは言えない。その原因としては、広葉樹などと比較して同定が難しい点にある。Nagai (1957) と永井 (1972) では久万層群の明神層から産出する植物化石が研究されており、多様な植物群が記載されている。その中でも単子葉類化石は *Sabalites nipponicus* Endo と *Cyperites* sp. の報告があるのみで、どのような単子葉類化石群が産出するのかが明確になっていない。一般に、現生の単子葉類は茎や種など葉以外の部位で同定されている。しかしながら化石では葉部のみが産出することが多い。本研究では、これまで検討が不十分であった久万層群産単子葉類化石を葉の部位を用いて同定を行う方法を検討した。

## 【採取化石】

本研究では東温市表川上流地域に分布する久万層群の明神層から採取した単子葉類の葉化石を検討に用いた。葉化石は、数 m 四方の層理面状に密集して分布しており、特異な産状を示す。母岩は細粒砂～極細粒砂岩でいくつが層理面に垂直に生痕化石が見られた。検討した葉化石は、断面が M 字型を示し、主脈が凹み主脈の両側に突起した葉脈をもつのが特徴である。葉の先端は見つかったが、基部は見つけれられていない。また、採取層理面から、この M 字型の単子葉類化石以外の植物化石はほとんど見つからなかった。

## 【検討方法】

単子葉類葉化石から得られる情報は、断面・長さ・幅・葉脈の 4 つと考へ、本研究ではこの四要素に基づいて葉化石と現生の植物の計測を行い、結果を比較した。そこで、永井 (1972) の報告にあったヤシ科とカヤツリグサ科に絞ってまず検討した。また、現生の植物と比較するため、ヤシ科で

は *Sabalites* に形状が類似しているシュロの葉を観察し、カヤツリグサ科では葉の断面が M 字型になっているカササゲの葉を観察する事を計画した。この現生 2 種類の各々の計測結果と化石単子葉類測定結果との比較検討を行い、葉部の特徴で同定する方法を模索した。

## 【結果・考察】

これまで採取した M 字型の葉化石の中で最も長いものは約 45cm であった。この葉化石は基部と先端が見つからない状態であった。このことから、葉化石は最長 40cm 以上あることが考えられ、最長が 40cm 未満の単子葉類植物ではないことが考えられる。また、葉化石の幅は、160 個体を計測したところ平均約 5.4mm であった。計測個体の葉幅は、最小で 0.05mm、最大で 9.6mm であり、1cm 以上の幅を持つ葉化石は見つからなかった。Nagai (1957) で報告された 久万層群産 *Sabalites nipponicus* の M 型の断面をもつ Ray 部位の幅が最大 3cm であることから、検討した葉化石は *Sabalites nipponicus* でない可能性が高い。葉脈数については、検討した葉化石で観察できる葉脈は主脈の 1 次脈と 2 次脈のみであった。そのため、2 次脈のみカウントし、現生のヤシ科のシュロとの比較を行った。比較するにあたり、葉化石では先端部位と先端と基部以外の部位のみが見つかるため、先端と基部以外の部位を葉化石の中央部位と仮定し、現生の植物と同部位を比較した。葉化石の場合、中央部の平均本数は約 20 本で、先端部は保存状態が悪く、葉脈を観察することができなかった。現生のヤシ科シュロの中央部の平均本数は約 10 本、先端部の平均本数は約 6 本であった。葉化石とシュロの中央部の平均本数を比較すると約 10 本の差があった。このことから、検討した単子葉類葉化石はヤシ科シュロではない可能性が高い。

今後は、カヤツリグサ科で M 字型断面を特徴的にもつカササゲとの比較検討を行い、詳細な同定法を確立していきたい。

## 【引用文献】

Nagai, K. (1957) Memoirs of the Ehime University, Vol. II, No.4, pp 73-89  
永井浩三 (1972) 愛媛大学紀要 第 VII 巻 第 1 号, pp 1-7

## 蛍光試薬による現生放散虫スプメラリア目の殻成長観察

新木雄之 (愛媛大・理)・堀 利栄 (愛媛大・院・理工)・  
鈴木紀毅 (東北大・院・理)・辻 彰洋 (国立科博)  
Observation of the skeletal growth of living  
Spumellaria (Radiolaria) using a fluorescent marker.  
T. Shinki, R. S. Hori (Ehime Univ.),  
N. Suzuki (Tohoku Univ.) and A. Tuji (National  
Museum).

放散虫の中でも、ポリキスティナ綱スプメラリア目はカンブリア紀から現代までの 5 億年の化石記録をもつ珍しいグループである。本研究では、現生のスプメラリア目の観察と飼育実験を行い、殻の成長様式を明らかにする事を目的に蛍光試薬を用いて殻の付加成長の過程を検討した。

【手法】2014 年 7 月 16 日に高知県柏島近海で表層プランクトンを採取し、その中から放散虫個体を取り出し飼育実験を行った。放散虫飼育装置には、共生藻類の光合成活動が放散虫の生存期間に影響する性質を利用して、放散虫によく共生するとされる藻類 (ハプト藻類、渦鞭毛藻類等) が活発に光合成を行う波長 (480 nm) の LED ライトを 4 基設置した。また、鏡を使用して、放散虫に当たる光の量を大きくするなどの工夫を行った。本研究では、放散虫や珪藻などが珪質骨格を形成する際に、溶存シリカと共に蛍光試薬が取り込まれることで新しく形成された部位が蛍光発光する仕組みを利用して殻の付加成長部位を検討した。蛍光試薬による放散虫殻成長の検討を行った先行研究である Ogane et al. (2010) では、蛍光試薬 PDMPO を用いている。そこでは、様々な形態の放散虫殻の成長について検討がなされており、球状の Spumellaria は外殻のみ殻成長を行い、平板状の Dictyocoryne profunda Ehrenberg は、断続的な殻成長を行うと報告されている。本研究では PDMPO よりも発色が良いとされる蛍光試薬 HCK-123 を新たに用いて、より詳細な殻成長の解析を試みた。

【結果】飼育実験に用いた 4 個体 (Spumellaria 2 個体, Dictyocoryne profunda Ehrenberg 1 個体, Dictyocoryne tetrastrum 1 個体) が飼育期間(6

日間) において活発に生命活動を行っていた(仮足を伸ばしていた) ことから今回工夫した飼育装置は放散虫飼育に有効であると判断できた。また、殻の付加成長を見るため、飼育 4 日目に蛍光試薬 HCK-123 を投与し、飼育装置内を 27℃ に保ちつつ 12 時間サイクルで光を 2 日間照射・飼育した後、6 日目にホルマリン固定した。その後、各個体をホールスライドへ移し共焦点蛍光顕微鏡で観察を行った。蛍光顕微鏡観察の結果として、観察を行った Spumellaria (?Syplosphaera spongiacea Haeckel) 1 個体と Dictyocoryne profunda Ehrenberg 1 個体で殻骨格蛍光が確認できた。球状 Spumellaria では、外殻表面から約 20 μm の厚さで鮮明な蛍光発色がみられた。蛍光部位の外側で強い蛍光、内側で弱い蛍光がみられたことから、それぞれ新たに殻形成する部位と、既にある殻を太くさせている部位が発光したものと推定される。また、外殻の殻孔フレームが枝分かれしている瘤部で特に強い蛍光がみられ、より多くの溶存シリカをその部分に取り入れたことが確認された。Dictyocoryne profunda では、腕やバタジウムといった構造で部分的に蛍光発色がみられた。両個体を電子顕微鏡で観察を行った結果、蛍光発色がみられた部位では殻成長途中であることを示唆する構造が観察された。

これらの実験結果より、高知県柏島近海で採集した放散虫に蛍光試薬 HCK-123 を応用して、殻形成部位が蛍光により詳細に識別出来ることが分かった。今後はデータ数を増やすとともに、他の成長段階の個体を採取して同様の実験を行い、蛍光発光部位にどのような違いがみられるのかを観察し、殻成長の規則性を明らかにしていきたいと考えている。また、今回開発した飼育実験装置を用いて、水温や塩分などの環境変動が放散虫殻の成長へもたらす影響も同時に検討していく予定である。

## 引用文献

K. Ogane, A. Tuji, N. Suzuki, A. Matsuoka, T. Kurihara, R. S. Hori (2010) Direct observation of the skeletal growth patterns of polycystine radiolarians using a fluorescent marker. Marine Micropaleontology, 77, 137-144.



# 海底鉄・マンガン酸化物の沈殿プロセス：12年間の沈着実験に基づく考察

日野ひかり・臼井朗・岡村慶(高知大)・鈴木庸平(東京大)・山岡香子(産業技術総合研究所)

Depositional process of marine Fe-Mn oxides: A preliminary result of 12-yr exposure experiments.

Hino, H., Usui, A., Okamura, K.(Kochi Univ.), Suzuki, Y.(Univ. Tokyo), Yamaoka, K.(GSJ, AIST)

現世の海底には、鉄・マンガン酸化物を主成分とするマンガン団塊・クラストが広く分布する。これらを構成する鉱物は主に vernadite, busserite, todorokite の3種で、最も広く産する vernadite は鉄とマンガンを主成分とする結晶性の低い含水酸化鉱物であることが知られているが、その沈殿プロセスについては不明な点が多い(臼井, 2003)。

今回、伊豆小笠原弧の火山フロントより西方約20kmのベヨネース海丘(現在活動中の海底火山; 岡村, 2013)に約12年間設置した沈着容器を観察・分析した結果、鉄・マンガンを主成分とする結晶性の低い沈殿物(以下、現世沈殿物と呼ぶ)を多数発見することができた。本研究ではその $\mu\text{m}$ スケールでの記載に基づき、現世沈殿物の沈殿プロセスを考察する。なお、本海底沈着実験は世界で3例目の報告である。

海底沈着実験では、表面を塩酸洗浄・加熱処理したプレート(プラスチック、ガラス、セラミック)を海底に設置し、約12年間海水中に暴露したのち、2013年3月にプレートを回収した。回収した各プレートはイオン交換水で洗浄後、真空乾燥させ、金蒸着または炭素蒸着し、電界放出型走査電子顕微鏡(日本電子製 JSM-7001FA)で観察した。また、付属のエネルギー分析装置(EDS)により点分析・元素マッピングを行った。

観察においては、プレートに直接沈殿しているものだけを「現世沈殿物」として観察・分析した。沈殿物は結晶性が低く、差し渡し $0.1\mu\text{m}$ 以下、厚さ $0.01\mu\text{m}$ 以下の鉱物粒子の集合体と推定される。沈殿物は球状、ドーナツ状、チューブ状、不定形などさまざまな形状をとり、球状、ドーナツ状が最も多

く観察された。その直径は約 $1\sim3\mu\text{m}$ であり、不定形は直径 $10\mu\text{m}$ に達するものもあった。沈殿物はプレート上に点在しており、必ずしも均質に分布しているわけではない。沈殿物1つ当たりの体積を $1\mu\text{m}^3$ とした場合、約12年間に堆積した平均の厚さは約 $0.012\mu\text{m}$ となる。これは100万年に約 $1.04\text{mm}$ の堆積速度に換算される。

現世沈殿物は常に鉄を含んでおり、点分析(126点)の簡易定量より求めた Mn/Fe 比は $0.1\sim5.5$ で変動し、その平均は $1.2$ であった。元素マッピングでは、Mn と Fe の他に O, Si, Ca と分布が一致した。この現世沈殿物は化学組成から vernadite である可能性が高い。

先行研究の Bertram & Crown(2000)では、表面を磨いたマンガンクラストを海底に設置したため、観察される沈殿物が海水からの沈殿物・クラスト表面の変質かどうか疑問があった。しかし、本研究の結果より、現世の海底において鉄・マンガン酸化物の沈殿が生じていることが明らかとなった。また、本地域は熱水起源の Mn が海底に放出される環境にありながら、海水起源の酸化物が生成しているらしい。実際、現世沈殿物の堆積速度と Mn/Fe 比は vernadite を主とする海水起源マンガン団塊・クラストの特徴(100万年に数 mm, Mn/Fe 比は約 $1$ ; 臼井, 2003)と調和的であった。現世の海底で成長中のマンガン団塊・クラストの沈殿プロセスは、本研究のようなサブミクロンスケールの粒子が集積した沈殿物である可能性も考えられる。また、現世沈殿物の形状および化学組成はバクテリア起源の鉄・マンガン酸化物(Tasaki, 1997)に類似していることから、海水からの沈殿には微生物の活動が関与している可能性が示唆される。第2回目の沈着容器の回収(ハイバードルフィン, 2015年10月、海形海山)においては、微生物研究グループとの共同研究を予定している。

## 引用文献

- 臼井朗. (2003). 資源環境地質学, 77-85.  
Bertram, M. A., & Crown, J. P. (2000). SEPM special publication, 66, 257-269.  
Tazaki, K. (1997). Clays and Clay minerals, 45(2), 203-212.

# A Potential Ability of *Pteris cretica* for Phytoremediation in Abandoned Mine Site

Hendra Prasetya, Masayuki Sakakibara, Yuri Sueoka (Ehime), Koichiro Sera (Iwate Medical Center)

## 1. Introduction

Phytoremediation is an emerging technology that uses various plants to degrade, extract, contain, or immobilize contaminants from soil and water (EPA 2000). This technology has been receiving attention lately as an innovative, cost effective alternative to the more established treatment methods used at hazardous waste sites (EPA 2000). The Chinese Brake Fern (*Pteris vittata*), the Spider Brake Fern (*Pteris multifida*), the Cretan Brake Fern (*Pteris cretica*) and several other *Pteris* fern have been shown to uptake so much inorganic arsenic in soils that they can actually reduce the soil arsenic concentration of a moderately contaminated site to acceptable levels in just a few growing seasons (Wei and Chen 2006).

In this study, we determined that screening in the *P. cretica* species could accumulate others heavy metals besides As, such as Cd, Zn, Pb, and Cu.

## 2. Experimental Method

The survey was conducted two times in 4-7<sup>th</sup> October and 1<sup>st</sup>-2<sup>nd</sup> November 2013. This field survey of Cretan brake ferns, sampling sites were selected randomly further away from mining area. The Cretan brake fern grows naturally in this field survey. The Cretan brake was dominated grows under pine vegetation. The Cretan brake was taken alive include soil. Soil and fern was separated.

## 3. Result and Discussion

- a. Heavy metals concentration in shoot and soil

Heavy metals accumulation in shoots Arsenic, Zinc, Copper, Cadmium and Lead concentrations were determined in the shoots and soil of *Pteris cretica*. Shoot As concentration ranges from ND to 1290 mg/kg DW. Soil As concentration varied from 14.672 to 15080 mg/kg DW. The cretan brake varied widely in abilities to transport As to the shoots with the highest shoot As concentration found in *P. cretica* (1290 mg/kg DW).

- b. Bioconcentration Factor

The Bioconcentration Factor (BCF) of Cretan brake were between 0 to 2.61, 0.01 to 0.55, 0.02 to 0.34, 0 to 6.24, and 0.01 to 5.73 based on concentration of arsenic, zinc, copper, cadmium and lead soil to shoot, respectively

- c. Correlation absorption between shoot and soil

The correlation absorption scatter shows positive trend except cadmium. The R-square of As, Pb, Zn, Cu, and Cd is 0.929, 0.255, 0.133, 0.031, and 0.005, respectively. The highest R-square value is Arsenic (As) with 0.929.

## 4. Conclusions

The Cretan brake fern can accumulate high concentration of arsenic and lead. Data of total arsenic and lead concentration in shoots and bioconcentration factor (BCF) showed that Cretan brake fern had steady arsenic and lead accumulation characters in the field. The highest to lowest R-square of correlation absorption is Arsenic, Lead, Zinc, Copper, and Cadmium, respectively. However, the arsenic and lead accumulation by Cretan brake fern was different from plot to plot possibly due to the difference in soil properties at each plot.



# Boiled Kapok Fibers as Mercury (Hg) Absorber

Nurfitri Abdul Gafur, Mohamad Jahja

Department of Earth Science, Graduate School of Science and Engineering, Ehime University,  
2-5 Bunkyo-cho, Matsuyama, Japan, 790-8577

## Introduction

Heavy metal pollution in water is a seriously issue of water pollution. Especially from industrial waste dumped into the river and this may damage the quality of the water body for human consumption. Actually this water pollution come from industrial wastewater such as metallurgy, lather tanning, metal finishing, steel fabrication and mining [Zheng, 2012]. This wastewater has become a great concern and serious environmental problems. This problem have been carried out with several potential material and several methods for removal the heavy metal from the wastewater such as chemical precipitation, solvent extraction, adsorption and resin ion exchange [Huyh, 2003]. Some ion exchange for removal the heavy metal in wastewater used fiber. Ion exchange fibers one of the most useful tools for removal the heavy metal from wastewater. Many types of fiber or modified fiber that used for adsorption the heavy metals ion. Adsorbent most widely performed to reduce the content of heavy metals in wastewater costs are high, while the cost is quite cheap adsorbents like sand, sepiolite, orange peel, banana peels and even various kinds of fiber have been done but now in short supply and the regeneration bit [Liu, 2012]. Until the year 2012 has made a new breakthrough to remediate heavy metal waste particles using cotton fibers by altering the hydrophobic nature of the cotton fibers into a hydrophilic which has been treated chemically so that it can also be used to absorb Cr (VI) with effective [Zheng, 2012] and heavy metal ions such as lead (Pb), copper (Cu), cadmium (Cd) and zinc (Zn) [Chung, 2008]. However, the chemical treatment of cotton fibers will be expensive as water pollution remediation material.

In this research, kapok fiber was treated by boiled. This research is not onl to find the most good adsorbent of mercury (Hg) but also to be used for public with low cost.

## Methods and Analysis

Kapok fiber were separate from the seeds and measuring the initial mass of kapok fiber with mechanical balance of 1.4 g for each sample. After that it is boiled in 150 ml of water using electric cup for 15 minutes, then that kapok fiber has been boiled rinsed with mineral water for 3 minutes until clean. Kapok fiber boiled then dried using heat from a hair dryer Panasonic EH-ND 13 with a temperature of 60 degrees for 25 minutes. Then the boiled kapok fiber is inserted into the container with the filter place diameter is 2.51 cm and the height is 2.4 cm. Absorbent were insert in to the filters. Samples of the water used is water from mine wastewater and water from rivers around the mining and residential area. Each water sample is 300 ml. First, the water sample is filtered using filter paper to remove fine particles like sand. After it is poured into the filter container which the filter is boiled kapok fiber. The Kapok filtered waste water (KFW) were obtained by flowing it through boiled kapok fibers (KF). The amount of mercury in water and kapok fibers was analysed by Atomic Absorption Spectrometer (AAS).

## Result and Discussion

In this research more than 50% the Hg concentration in water may be reduced after filtered by kapok fiber. Mercury in the water from tailings and river are 0.0328 and 0.0284 respectively. Both values were above the water quality standard of 0.001 mg/l or 0.0135 ppm (Permenkes, 1990). After filtering with Boiled kapok fibers, mercury in the tailing wastewater and river water are 0.0123 ppm and 0.0137 ppm. While amount of mercury the kapok fibers used as mercury absorber for the tailing waste and river water are 0.0178 ppm and 0.0122, respectively. And the boiled kapok fiber is available for adsorbent of Hg but have to be developed how to use it on a large scale.

## References:

- [1]Zheng, Yian.2012. Kapok Fiber Oriented- Polyaniline Nanofibers for Efficient Cr (VI) Removal. 191.154-161.
- [2]Hyunh, Hai T. dan Mikiya Tanaka. 2003. Removal Of Bi, Cd, Co, Cu, Fe, Ni, Pb, and Zn from Aqueous Nitrate Medium with Bis(2-ethylhexyl)phosphoric Acid Impregnated Kapok Fiber. 42:4050-4054196.
- [3]Chung, Byung Yeoup. 2008. Adsorption of Heavy Metal Ions onto Chemically Oxidized Ceiba petandra (L.) Gaertn. (Kapok) Fibers.51(1):28-35.
- [4]Chung, Byung Yeoup. 2008. Adsorption of Heavy Metal Ions onto Chemically Oxidized Ceiba petandra (L.) Gaertn. (Kapok) Fibers.51(1):28-35.

# マンガングラストを構成する多起源粒子の新たな記載法

中里佳央, 臼井朗, 西圭介, 日野ひかり, 安田尚登(高知大学), 後藤孝介(産業技術総合研究所), Ian Graham(GNS)

The new method of description of polygenetic particles in ferromanganese crust.

Y. Nakasato, A. Usui, K. Nishi, H. Hino, H. Yasuda(Kochi Univ.), K. Goto(GSJ AIST), I. Graham(GNS)

マンガングラスト(以下、グラスト)は、海山斜面の露岩を平板状に被覆する鉄・マンガングラストを主成分とした化学堆積岩である。グラストには、主成分のほか副成分として現代のハイテク産業には欠かせないCo, Ni, Pt, REE など多くの有用金属元素を濃集しており、海底鉱物資源として期待されている。一方、成長速度は100 万年に数mmと深海堆積物に比べて2-3 桁ほど遅く、現在の海洋底においても成長中であることから、長レンジの古海洋環境の変遷が記録されている可能性が指摘されている(臼井ほか, 1995; 西村, 1993)。

グラストには、 $\mu\text{m}$ オーダーの微細構造(層状、葉理状、柱状、樹枝状、塊状など)が確認できるが、どのような環境下または、物理・化学的作用を受けて形成されたのか明らかではない。グラスト中には金属成分のほかに砕屑物が重量比で10-30%程度含まれている(臼井, 2010)。砕屑物とは、大陸起源、生物起源、海水起源、地球外起源など異なる起源を持つ粒子の集合体である。そのため、グラストは砕屑物と金属酸化物からなる多起源化学堆積岩とみなせる。グラストから古海洋環境を読み解く時、これら多起源粒子で構成された砕屑物を一つ一つ識別することにより、従来よりも精確な古海洋環境が読み取れると期待できる。

本研究では、グラストが多起源化学堆積岩であることに注目し、含まれている砕屑物を酸溶液により取り出す抽出法を開発した。研究にはミクロネシア連邦周辺海域の平頂海山でドレッジによって採取された試料を使用した。抽出には、Koschinsky and Halbach, (1995)で化

学分析を目的として用いられた段階抽出法の1部を踏襲し、シュウ酸とシュウ酸アンモニウムの緩衝溶液を用いた。

本溶液を用いて酸溶解実験を行い、得られた酸不溶残渣を実体顕微鏡、光学顕微鏡、走査型電子顕微鏡下で観察したところ、従来の粉末X線回折測定からは同定できなかった鉱物(普通輝石、かんらん石、磁鉄鉱など)を多く観察することができた。また、従来グラストの年代軸(相対年代)を決定する方法として微化石が用いられていたが研磨片や薄片で確認された2次元の情報であったために、正確な種の同定が困難であった。しかし、この抽出法を用いれば、グラスト中に含まれる微化石も立体的に取り出すことが可能となるかもしれない。このことから、従来の粉末X線回折測定や顕微鏡観察よりも優れた記載方法であると考えられる。また、抽出法によって明らかとなった本試料で見られた鉱物は、海山の風化・浸食などによって周辺海域からもたらされた火山岩起源粒子であると解釈でき、局地的な環境変動や海山地史を反映していると考えられる。化学組成変動の解釈においても、従来は含まれている砕屑物と金属成分を合わせた全岩での平均値を扱ってきたが、本手法を用いることにより砕屑物の影響を考慮したより詳細な議論が可能となる。

今後は、含まれている砕屑物量と微細構造の関連性や鉱物種による層序など、今までよりも解像度の高い微細層序学的記載を行い、より具体的な海洋環境を考察する。また、同様の手法を他海山の複数試料にも行い、それぞれの試料間での比較・検討を行う。

## 引用文献

- 臼井朗(1995) 地質ニュース 439, 30-41.  
臼井朗(2010) 海底鉱物資源. オーム社, 110  
Koschinsky, A., Halbach, P. (1995) Sequential leaching of marine ferromanganese precipitates: Genetic implications.



P-9 鮮新世末から更新世にかけての寒冷化に伴う貝類群集の変遷：  
高知県安田町唐浜地域の穴内層の例  
山岡勇太・近藤康生（高知大・理）  
Change in molluscan associations during the global  
cooling event in the Plio-Pleistocene: a case study of the  
Ananai formation in Tonohama, Yasuda-cho, Kochi  
Prefecture  
Yuta Yamaoka, Yasuo Kondo (Fac. Sci., Kochi Univ.)

はじめに

高知県の室戸半島西海岸には、鮮新統一更新統の浅海成層である唐ノ浜層群穴内層が散点的に分布する（山岡ほか，1953）。このうち、唐浜地域に分布する穴内層は、全球的な寒冷化期に相当する鮮新世末期から更新世初期にかけての地史を記録することが知られている（北ほか，2009）。しかし、古土佐湾において気候変動が底棲動物相に与えた影響については未だ明らかになっていない。そこで本研究は、古土佐湾における、寒冷化にともなう底棲生物群集の変遷を復元することを目的としておこなった。

地質概説

唐浜地域の穴内層は、基盤の四方十帯を不整合に覆い、沖積層によって不整合に被覆される。また他の地域と同様に、ほぼ南北走向で西に 10-20°の傾斜を示す。地層の下位には基底礫岩が分布しており、その上位に層厚約 200 m の砂岩相がみられる。

結果

今回は、①最下部の 3.1 Ma 層準（Loc. 1）、②2.9 Ma 層準（Loc. 2）、③2.6 Ma 層準（Loc. 3）、④最上位の層準（Loc. 4）ごとに産出した貝類群集の記載をおこない、その変遷様式を考察した。最下部の砂岩相はウツデ谷川の西岸に露出しており（Loc. 1）、堆積年代は 3.1 Ma であると考えられている（山岡ほか，2013）。この層準では、厚さ数 m の細粒砂岩相から、トドロキガイやヤグラモシオガイなどの亜熱帯性の種を主体とした貝化石が産出しており、堆積場は内側陸棚上部であると考えられている（山岡ほか，2013）。続いて上部の 2.9 Ma 層準は、唐浜広域農道の西側の沢にみられる

（Loc. 2）。ここではモミジツキヒガイをはじめとして、当時の暖流系貝類動物群である掛川動物群の特徴種が多く産出するほか、現在の熱帯域を中心に分布する *Tosarca* 属も産出する。また、現生の下部浅海帯の特徴種であるベニグリも多く産出することから、堆積場は内側陸棚から外側陸棚上部であると考えられる。続いて、鮮新世最末期の 2.6 Ma 層準（Loc. 3）でも、Loc. 2 と同様モミジツキヒガイをはじめとした掛川動物群の特徴種が多く産出する。この層準においてもベニグリが多数産出することから、堆積場に大きな変化はなかったと推察できる。しかし、より温暖な環境を好む *Tosarca* 属の産出は極稀であるなど、暖流系の種が減少する点で違いが認められる。穴内層最上位の砂岩相（Loc. 4）の堆積年代は不明であるものの、穴内層上部の 2.4 Ma 層準に続く氷期-間氷期の 1 サイクル上位に相当することから、年代の差は少ないものと思われる。ここからは、下部浅海帯の特徴種であるベニグリが優占して産出する。また、掛川動物群の暖流系種はほとんど産出せず、代わりに、より高緯度域の大桑方類動物群の構成種である、ホクリクホタテをはじめとした暖流-寒流域の混合群集が産出する。

考察

以上をまとめると、2.9 Ma から 2.6 Ma の間には熱帯種の産出頻度の減少が認められ、2.6 Ma 以降に暖流系貝類動物群の衰退が認められた。つまり、古土佐湾における寒冷化は、2.9 Ma から 2.6 Ma にかけて徐々に進み、2.6 Ma 以降さらに進行したと考えられる。このことは、黒潮の影響を強く受けていたであろう古土佐湾において、段階的な寒冷化が当時の底棲生物群集に大きな影響を与えたことを示唆する。今後、他地域の穴内層においても同様の検証を行うことで、古土佐湾におけるより広域な貝類相の変遷が明らかになると思われる。

引用

山岡勇太・中村 純・高柳洋吉，1953. 高知大学学術研究報告，2，1-15.  
北 重太・池原 実・岩井雅夫・近藤康生，2009. 地球惑星科学連合大会2009，L132-P001.  
山岡勇太・近藤康生・高月崇成・中山健太郎，2013. 高知大学学術研究報告，62，25-32.

P-10 現生種二枚貝 *Mimachlamys nobilis* の埋没耐性  
高月崇成・近藤康生（高知大・理）  
The tolerance for burial of extant bivalve,  
*Mimachlamys nobilis*  
Takashige Kozuki・Yasuo Kondo  
(Faculty of Science, Kochi University)

宮崎層群には二枚貝化石 *Mimachlamys satoi* の密集層があり、そこでは一般に足糸付着型と見なされている *Mimachlamys* 類としては珍しく多数の合弁個体が見つかり、生息姿勢を保持したものと脱出姿勢を記録したと考えられる産状が筆者らの研究で確認されている（高月ほか，2014）。しかし、一般に *Mimachlamys* などの表生二枚貝は埋没耐性に乏しいとされている。そのため今回は *M. satoi* の近縁種と考えられる *M. nobilis*（ヒオウギガイ）の生息環境の分布調査と埋没実験を高知県須崎市蜂ヶ尻・中ノ島周辺の野見湾内で行ったので報告する。

**生息場所・環境**：調査範囲（中ノ島の漁港を除き）を素潜りで水深約 5m の範囲をくまなくヒオウギガイの有無及び足糸固着生活の実態とその固着基質を調べた。その結果ヒオウギガイが多数生息している場所は防波堤に囲まれた湾内やその周囲に限定されていることがわかった。このためヒオウギガイは潮の流れや波浪の影響の少ない場所に適応していると考えられる。固着生活の実態について観察したところ、全体の約 8割超の 31 個体が岩や小石に足糸で付着、2 個体が海藻に付着、4 個体は海底に固着せずに生息していた。また、採取した個体をメッシュの袋に入れ浅瀬に放置したところ足糸で付着していた個体が足糸を切り離し、殻を開閉させ泳ぐことを確認した。このようなことから環境が変わりストレスにさらされると足糸を切り離し泳いでその場から逃げることができることが伺える。

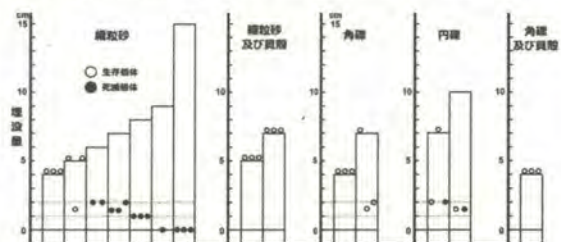
**実験結果**：今回、細粒砂・細粒砂及び貝殻・角礫・角礫及び貝殻・円礫の 5 つの堆積物を用いヒオウギガイの埋没実験を行った。ヒオウギガイを埋没させ数時間観察してみた結果、数日置いて脱出できる深さ（3-4cm）に埋めた個体は数十分の間に殻をはためかせるように開閉させ、殻上部の堆積物を払

いのけるようにして脱出した。また右殻を下にした場合と左殻を下にした場合では結果に大差がなかった。

殻高が約 50mm の個体（幼貝）では脱出途中の個体（掘り出し時に生存していた個体）は前方耳状突起を上に向けているのが確認できた。また、脱出した個体を埋めた後からは幼貝が出すほどの細い足糸が付いた石が確認できた。このようなことからヒオウギガイは靱帯が太くなり、大量の堆積物を押しのけることができるようになると殻を開閉させて脱出し、靱帯がまだ十分な太さになっていない幼貝では足糸を用いて脱出することが推測できる。

細粒砂による埋没では深さ約 5cm が生存できる限界で角礫と円礫による埋没では厚さ約 7cm がすぐに脱出できる限界である。また脱出途中の個体と脱出途中で死滅した個体の一部は殻腹縁部を斜め上に向けていた。角礫及び円礫ではヒオウギガイの脱出能力に大差はない。また、細粒砂と貝殻の両方で埋没した場合は細粒砂だけで埋没した場合に比べてより厚い埋没でも脱出することができた。

このような結果から一般に埋没耐性がないと考えられていた *Mimachlamys* 類においてもある程度の埋没耐性があることがわかった。



引用文献

高月崇成・近藤康生・菊池直樹，2014. 宮崎層群川原層における *Chlamys* の生き埋め産状と *Chlamys* 密集層の堆積史. 古生物学会第 163 回大会講演要旨. P24.



