

# GSJ 国際研修 2018：阿武隈山地地質巡検と 室内実習（岩石薄片観察，XRF，EPMA）

高橋 浩<sup>1)</sup>・宮崎一博<sup>1)</sup>・御子柴真澄<sup>1)</sup>・中村佳博<sup>1)</sup>・坂野靖行<sup>1)</sup>・佐藤大介<sup>1)2)</sup>・脇田浩二<sup>3)</sup>

## 1. はじめに

2018年6月26日～7月13日の日程で、GSJ 国際研修が実施され、その一環として、阿武隈山地地質巡検(6月28～29日)と室内実習(岩石薄片観察, XRF, EPMA)を実施したのでそれらの概要について報告する。地質巡検及び実習参加者(研修生)は、タイ、マレーシア、パプアニューギニア、東ティモール、カンボジア、インドネシア、ラオス、ミャンマー、フィリピンの公立地質調査機関(CCOP 参画機関)から1人ずつの計9人であった。

## 2. 阿武隈山地地質巡検 (6月28～29日)

以下の日程・行程で、阿武隈山地地質巡検を実施した(第1図)。

### 6月28日(木)

地質調査総合センター(GSJ)(8:45)→常磐道, 国道118号経由→Stop 1: 八溝山地<sup>やみぞ</sup>アダカイト質石英閃緑岩(10:30～11:00)→Stop 2: 袋田の滝(11:15～12:45)→道の駅奥久慈だいが(昼食, 13:00～13:30)→Stop 3: 棚倉町(棚倉破碎帯, 14:30～15:30)→いわき(17:00)



第1図 GSJ 国際研修阿武隈巡検コース (ベースマップは20万分の1日本シームレス地質図V2)

1) 産総研 地質調査総合センター 地質情報研究部門

2) 産総研 地質調査総合センター 研究戦略部

3) 山口大学

キーワード：国際研修，地質巡検，阿武隈山地，阿武隈変成岩類，阿武隈深成岩類

## 6月29日(金)

いわき(8:30) → Stop 4: 花園溪谷(北茨城市, 9:30 ~ 12:00) → 大津(北茨城市, 昼食, 12:40 ~ 13:30) → Stop 5: 花貫溪谷(高萩市, 14:00 ~ 15:00) → Stop 6: 十王ダム(日立市, 15:30 ~ 16:00) → GSJ(17:00)

巡検参加者は、研修生9人の他に、高橋 浩、宮崎一博、御子柴真澄、中村佳博(以上地質情報研究部門)、内田利弘、加野友紀(研究戦略部)及び脇田浩二(山口大学)であった。

## 1日目(6月28日)

GSJ 正面玄関前をマイクロバスで出発し、常磐道、国道118号經由で、<sup>だいご</sup><sup>こゝろふじ</sup> 大子町頃藤の久慈川にかかる奥久慈橋の東側袂の久慈川河床(Stop 1)で、前期白亜紀アダカイト質石英閃緑岩の露頭を観察した(写真1)。アダカイトとは、アリューシャン列島のアダック島に産する特殊な化学



写真1 前期白亜紀アダカイト質石英閃緑岩の露頭を観察する研修生たち(Stop 1, 大子町奥久慈橋袂の久慈川河床)



写真2 八溝層群(ジュラ紀付加体)の説明の様子(Stop 1, 大子町奥久慈橋袂の久慈川河床)

組成を持った火山岩(デイサイト)にちなんで命名された岩石のことで、海嶺近傍の若くて熱い海洋地殻が海溝で沈み込み、高圧下で溶融して生成されたと考えられている(Drummond and Defant, 1990)。しかし、八溝山地のアダカイト質石英閃緑岩の場合、その成因は海洋地殻の溶融では説明出来ず、玄武岩質マグマの分別結晶作用で形成されたと考えられている(Takahashi *et al.*, 2005)。また、Stop 1 では、アダカイト質石英閃緑岩の貫入母岩である八溝層群(ジュラ紀付加体)が露出しており、脇田氏による解説が行われた(写真2)。

袋田の滝(Stop 2)では、新第三紀中新世の男体山火山岩類を観察した(写真3)。袋田の滝付近の男体山火山岩類は、デイサイト質海底火山活動によって形成された自破碎溶岩が再堆積したもので、男体山火山岩類分布域の北縁部に位置している(細井ほか, 2017)。この海底火山活動は、左横ずれの棚倉断層による横ずれ引張堆積盆の内部で生じたもので通常の島弧では認められないアイスランドタイプの性格を持っている(周藤・八島, 1985; 高橋ほか, 1995)。

昼食は、道の駅奥久慈だいののレストランでとったが、奥久慈特産のシャモ肉入りカレーやそばは好評であった。

昼食後、棚倉に移動し、棚倉破碎帯の花崗岩マイロナイト及びウルトラマイロナイトを観察した(Stop 3, 写真4)。棚倉周辺の棚倉破碎帯中には、マイロナイトやカタクラサイトが発達しているが(越谷, 1986)、露頭のほとんどが風化しており、新鮮な露頭は稀である。ウルトラマイロナイトは、花崗岩マイロナイト中に幅数メートルほどの層状岩体として発達しており、花崗岩に取り込まれた八溝層群の堆積岩ブロックのようにも見える。しかし、注意深く観察すると、非対称プレッシャーシャドウを伴った



写真3 袋田の滝(Stop 2)での記念写真



写真4 棚倉破碎帯中の花崗岩ウルトラマイロナイト (Stop 3, 棚倉町屋敷)



写真6 花貫溪谷汐見滝下流河床の鳥曾根花崗閃緑岩



写真5 花園溪谷に沿う林道脇の竹貫変成岩類の露頭 (Stop 4)

斜長石のポーフィロクラストが認められ、花崗岩質岩起源のウルトラマイロナイトであることが分かる。

棚倉構造線は、西南日本と東北日本を分かつ日本列島で最大級の構造線であるが、阿武隈山地以北では広く新第三系や第四系に覆われるため、正確な位置は不明である (Takahashi *et al.*, 2012)。

棚倉破碎帯 (Stop 3) 観察の後、福島県いわき市に移動し、駅前のビジネスホテルに宿泊した。夕食は、各自で自由にとることとしたが、特に問題はなかった。

## 2日目 (6月29日)

ホテルで朝食を済ませた後、北茨城市の花園溪谷 (Stop 4) に移動した。花園溪谷には、阿武隈変成岩類の竹貫変成岩類が広く分布している。阿武隈変成岩類は泥質変成岩主体で苦鉄質変成岩類を伴う竹貫変成岩類 (角閃岩相～グラニュライト相) とその東側に分布する苦鉄質変成岩類を主体とし、泥質変成岩類を伴う御在所変成岩類 (緑色片

岩相～角閃岩相) から構成される (Miyashiro, 1958; 加納ほか, 1973)。御在所変成岩類 (メタチャート) からはジュラ紀の放散虫化石が見いだされており (Hiroi *et al.*, 1987)、変成年代はジュラ紀以降である。また、御在所変成岩類は、竹貫変成岩類の上に衝上断層を介してのし上げていると考えられており、この衝上運動により竹貫変成岩類は急速に圧力が高まったと考えられている (Hiroi *et al.*, 1998)。

花園神社より上流の花園溪谷には、広く竹貫変成岩類が分布しており阿武隈変成岩類の模式地となっている (写真5)。ざくろ石珪線石堇青石黒雲母片麻岩やざくろ石黒雲母片麻岩からなり、縞状の優白バンドが認められ、部分溶融が生じていたものと考えられる。また、一部、片麻岩中にかんらん岩ブロックが認められる。

花園溪谷での阿武隈変成岩類観察の後、北茨城市大津漁港近くの鮮魚センターが経営する海鮮レストランで昼食をとった。日本食は東南アジア諸国にも広がっているようで、刺身が好評であった。

花貫溪谷 (Stop 5) では、阿武隈花崗岩類の新期花崗岩類である鳥曾根花崗閃緑岩を観察した (写真6)。阿武隈山地の深成岩類は、貫入の古い順に、超苦鉄質岩、斑れい岩及び閃緑岩、細粒閃緑岩、角閃石黒雲母花崗閃緑岩、黒雲母花崗閃緑岩、粗粒黒雲母花崗閃緑岩及び優白質花崗岩からなる (Takahashi *et al.*, 2016)。鳥曾根花崗閃緑岩は黒雲母花崗閃緑岩に相当し、角閃石黒雲母花崗閃緑岩である上君田花崗閃緑岩に貫入し、粗粒黒雲母花崗閃緑岩及び優白質花崗岩に貫入されている (Takahashi *et al.*, 2016)。阿武隈山地の深成岩類のジルコン U-Pb 年代は、角閃石斑れい岩で 110 Ma 前後、細粒閃緑岩で 100 Ma 前後、角閃石黒雲母花崗閃緑岩及び黒雲母花崗閃緑岩で 105 Ma 前後、優白質花崗岩で 100 Ma 前後を示し、K-Ar 年代 (黒雲母、

角閃石)と近接することから、これらの岩体は貫入の後、急速に上昇したと考えられている (Takahashi *et al.*, 2016).

日立市十王ダムサイト (Stop 6) には、カンブリア紀の貫入年代を示す大雄院花崗岩 (Sakashima *et al.*, 2003; Tagiri *et al.*, 2011) が露出している (写真 7)。大雄院花崗岩は、変形が強いため、緑色片岩様の岩相を呈するが、変形の弱い部分では深成岩の組織を残しており、原岩は角閃石黒雲母トーナル岩であることが分かる。

### 3. 室内実習

阿武隈巡検 (6月28日～29日) の後、7月3日 (火) に、GSJ において、巡検で観察した阿武隈変成岩類、阿武隈花崗岩類及び八溝山地の前期白亜紀アダカイト質石英閃緑岩



写真7 十王ダムサイトに露出するカンブリア紀大雄院圧砕花崗岩

について偏光顕微鏡による岩石薄片観察、蛍光 X 線分析装置 (XRF) による全岩化学分析の説明と EPMA による鉱物化学組成分析が行われた。室内実習では、研修生 9 人を、5 人と 4 人の 2 班 (A 班及び B 班) に分け、午前中は、A 班を高橋、御子柴及び佐藤が担当し、阿武隈深成変成岩類及び八溝山地のアダカイト質石英閃緑岩についての偏光顕微鏡観察と XRF による深成岩類の全岩化学組成分析について説明が行われた。B 班は宮崎、坂野及び中村が担当し、花園溪谷で観察した阿武隈変成岩を用いて、EPMA による鉱物化学組成の分析が行われた。午後には、高橋、御子柴、佐藤が B 班を、宮崎、坂野、中村が A 班を担当し、午前と同様の研修を行った (第 1 表)。

### 偏光顕微鏡による岩石薄片観察と XRF による岩石の化学組成測定 (高橋・御子柴・佐藤)

7月3日 (火) の午前、輪講室 (7-1-860 室) において、A 班の 5 名の研修生に対して、阿武隈巡検 (6月28日～29日) の概要を再度説明し、偏光顕微鏡観察の予備知識として、見学した岩石の薄片写真について解説した。その後、光学実験室 (7-1-163) に移動し、巡検で観察した岩石を中心に、八溝山地及び阿武隈山地の深成変成岩類の岩石薄片を観察した (写真 8)。その後、XRF 実験室 (7-1-156) に移動し、蛍光 X 線分析装置の概要を説明し、火成岩岩石学における主成分元素、微量元素及び希土類元素分析の重要性と岩石学への適用例を紹介した (写真 9)。

### EPMA による変成鉱物組成測定と変成温度・圧力解析 (宮崎・坂野・中村)

阿武隈巡検で訪れた花園溪谷の竹貫変成岩を用いて変成

第 1 表 GSJ 国際研修, 岩石学実習スケジュール

月日	時間	部屋	実習	講師・担当	備考
7月2日 (月)	13:30-16:30	光学解析実験室 7-1-163		高橋 浩, 中村佳博	光学解析実験室に 偏光顕微鏡搬入
7月3日 (火)	9:00-12:00	輪講室 (860) 光学解析実験 (7-1-163) XRF 実験室 (7-1-156)	「岩石鑑定法」講義 実習①岩石薄片の顕微鏡観察 XRF 概要説明	高橋 浩, 御子柴真澄, 佐藤大介	A 班 (2グループ入替制)
		EPMA 実験室 (7-1-151) 輪講室 (860)	実習②化学組成分析 (EPMA) EPMA 分析データ解析	宮崎一博, 坂野靖行, 中村佳博	B 班 (2グループ入替制)
	13:30-16:30	輪講室 (860) 光学解析実験 (7-1-163) XRF 実験室 (7-1-156)	「岩石鑑定法」講義 実習①岩石薄片の顕微鏡観察 XRF 概要説明	高橋 浩, 御子柴真澄, 佐藤大介	B 班 (2グループ入替制)
		EPMA 実験室 (7-1-151) 輪講室 (860)	実習②化学組成分析 (EPMA) EPMA 分析データ解析	宮崎一博, 坂野靖行, 中村佳博	A 班 (2グループ入替制)



写真 8 偏光顕微鏡による岩石薄片観察の様子



写真 10 EPMA の原理とデータ解析の講義の様子



写真 9 蛍光 X 線分析装置 (XRF) の説明の様子

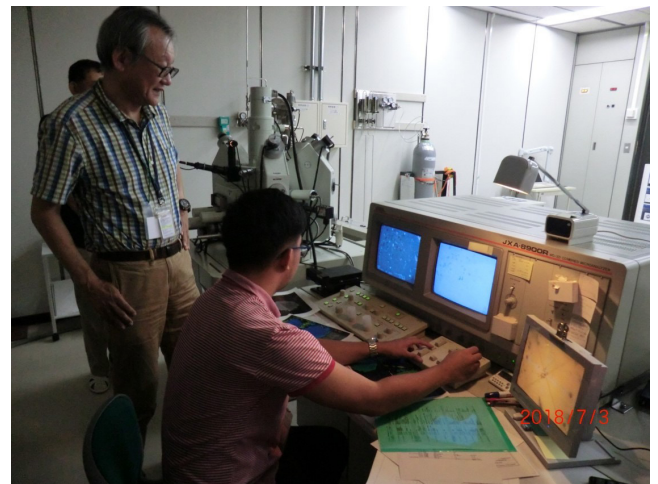


写真 11 EPMA 分析実習の様子

鉱物の化学組成から変成温度圧力を求める実習を行った。巡検では、ミグマタイト（部分溶融が進行した岩石）の産状を詳しく観察し（写真 5），EPMA 分析による温度圧力解析の意義を説明するための伏線を張った。7 月 3 日の室内実験では、最初に第一会議室で EPMA 分析の原理説明を行い（写真 10），その後 EPMA 実験室（7-1-151）へ移動し、変成鉱物の化学組成分析を行った。分析は実際に研修生一人一人が行い（写真 11），各自が温度圧力を求めるのに必要なざくろ石、黒雲母、斜長石の化学組成を取得した。分析後、再度、第一会議室へ移動し、鉱物化学組成から変成温度圧力を求める手法の講義を行い、各人に用意されたノートパソコンを用いて鉱物化学組成から温度圧力を求めさせた。講義ではさらに進んで、得られた温度圧力から阿武隈山地にミグマタイトが広域に分布する理由と、ミグマタイトが地殻内のどのような場で形成されたかを議論させ

た。研修生にとってはかなり高度な内容だったが、実際に自分で取得した鉱物化学組成から変成温度圧力を求めることに興味を持ってもらえたと思う。また、いずれの研修生も新たな知識の獲得に積極的だとの印象を持った。

#### 4. おわりに

GSJ 国際研修は今回が初めてであったが、研修生の評価は高かったようである。しかし、内容が多岐にわたり、消化不良気味との感想も複数寄せられた。テーマを絞り込み、よりコンパクトにすることを検討することも考えてはどうかと感じた。

この種の研修は、研修生にとっては業務上のスキルや知識を得ることの出来る貴重な機会であり、GSJ にとっても国際的なプレゼンスを高める重要な取り組みである。今回

の研修生は意欲的で、今後、各国の中核的な役割を担う人材となることが予想される。長期的視点に立って今後のことを考えると、GSJや日本にとって、この種の国際研修を続ける価値はあると考える。

## 文 献

- Drummond, M. S. and Defant, M. J. (1990) A model for Trondhjemite–Tonalite–Dacite genesis and crustal growth via slab melting: Archean to modern comparisons. *Jour. Geophys. Res.*, **95**, 503–21.
- Hiroi, Y., Yokose, M., Oba T., Kishi, S., Nohara, T. and Yao, A. (1987) Discovery of Jurassic radiolaria from acmite-rhodonite-bearing metachert of the Gosaisyo Metamorphic Rocks in the Abukuma terrane, northeastern Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **93**, 445–448.
- Hiroi, Y., Kish, S., Nohara, T., Sato, K. and Goto, J. (1998) Cretaceous high-temperature rapid loading and unloading in the Abukuma metamorphic terrane, Japan. *Jour. Metamorphic Geol.*, **16**, 67–81.
- 細井 淳・橋本 純・天野一男 (2017) 棚倉断層沿いの中新世アイスランダイト質デイサイト海底火山の復元. *地質学雑誌*, **123**, 613–626.
- 加納 博・黒田吉益・宇留野勝敏・濡木輝一・蟹沢聰史・丸山孝彦・梅村隼夫・光川 寛・瀬戸延男・大平芳久・佐藤 茂・一色直記 (1973) 竹貫地域の地質. 地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 116p.
- 越谷 信 (1986) 棚倉破碎帯の変形と運動. *地質学雑誌*, **92**, 15–29.
- Miyashiro, A. (1958) Regional metamorphism of the Gosaisho—Takanuki district in the central Abukuma Plateau. *Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo, Sec. C* **8**, 245–68.
- Sakashima, T., Terada, K., Takeshita, T. and Sano, Y. (2003) Large-scale displacement along the Median Tectonic Line, Japan: Evidence from SHRIMP zircon U–Pb dating of granites and gneisses from the south Kitakami and paleo-Ryoke belts. *Jour. Asian Earth Sci.*, **21**, 1019–1039.
- 周藤賢治・八島隆一 (1985) 茨城県大子地域に産するホルトノライト安山岩. *岩石鉱物鉱床学会誌*, **80**, 398–405.
- Tagiri, M., Dunkley, D.J., Adachi, T., Hiroi, Y. and Fanning, M. (2011) SHRIMP dating of magmatism in the Hitachi metamorphic terrane, Abukuma Belt, Japan: Evidence for a Cambrian volcanic arc. *Island Arc*, **20**, 259–279.
- 高橋正樹・野口高明・田切美智雄 (1995) 希土類元素組成からみた東北日本中新世アイスランダイトの成因. *地質学論集*, **44**, 65–74.
- Takahashi, Y., Kagashima, S. and Mikoshiba, U. M. (2005) Geochemistry of adakitic quartz diorite in the Yamizo Mountains, central Japan : Implications for Early Cretaceous adakitic magmatism in the Inner zone of Southwest Japan. *The Island Arc*, **14**, 150–164.
- Takahashi, Y., Mao, J. and Zhao, X. (2012) Timing of mylonitization in the Nihonkoku Mylonite Zone of north central Japan: Implications for Cretaceous to Paleogene sinistral ductile deformation in the Japanese Islands. *Jour. Asian Earth Sci.*, **47**, 265–280.
- Takahashi, Y., Mikoshiba, M., Kubo, K., Iwano, H., Danhara, T. and Hirata, T. (2016) Zircon U–Pb ages of plutonic rocks in the southern Abukuma Mountains : Implications for Cretaceous geotectonic evolution of the Abukuma Belt. *Island Arc*, **25**, 154–188.

---

TAKAHASHI Yutaka, MIYAZAKI Kazuhiro, MIKOSHIBA Masumi, NAKAMURA Yoshihiro, BANNO Yasuyuki, SATO Daisuke and WAKITA Koji (2018) Report of GSJ International Training Course 2018: Geological excursion in the Abukuma Mountains and practical works in laboratories (petrography, XRF and EPMA).

(受付:2018年10月29日)