

南部北上帯, 氷上花崗岩と大野層の CHIME モナザイト年代  
**CHIME monazite ages of the Hikami Granite and the Ono Formation  
in the South Kitakami Terrane**

鈴木和博<sup>1,2\*</sup>・柴田 賢<sup>2</sup>・浅原良浩<sup>3</sup>・アブドゥルザーラ イマド カディム<sup>3,4</sup>  
Kazuhiro Suzuki<sup>1,2\*</sup>, Ken Shibata<sup>2</sup>, Yoshihiro Asahara<sup>3</sup>, Imad Kadhim Abdulzahra<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>名古屋大学宇宙地球環境研究所・<sup>2</sup>元名古屋大学年代測定総合研究センター・  
<sup>3</sup>名古屋大学環境学研究科・<sup>4</sup>バグダッド大学理学部

<sup>1</sup> Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University, Chikusa, Nagoya 464-8601, Japan

<sup>2</sup> The former Nagoya University Center for Chronological Research, Chikusa, Nagoya 464-8602, Japan

<sup>3</sup> Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, Chikusa, Nagoya 464-8601, Japan

<sup>4</sup> College of Science, University of Baghdad, Al-Jadilia, Baghdad, Iraq

\*Correspondence author. E-mail: Suzuki@nendai.nagoya-u.ac.jp

**Abstract**

The geologic relation between the Hikami Granite and the fossiliferous Siluro-Devonian strata in the South Kitakami terrane has long been an open problem. Detailed CHIME dating and elemental mapping of monazite from the southern part (Hinokamiyama type) of the granite disclose ubiquitous development of Late Devonian ( $365\pm 34$  Ma) mantles on Silurian cores. Monazite-free granite samples (Ono type) from the northern part give a  $373\pm 35$  Ma Rb-Sr whole-rock isochron age with  $R_1=0.70669\pm 0.00037$ , suggesting to be a possible heat source for the Late Devonian overprint on the Hinokamiyama type. The CHIME monazite dating also revealed (1) the granite at Kusayami-zawa, believed as the part of the Hikami Granite and interpreted to be covered unconformably by the Silurian arkose, is of Cretaceous ( $123\pm 6$  Ma), (2) the Silurian arkose contains Ordovician monazite without Post-Silurian age signature, (3) an arkose bed intercalated in the Devonian Ono Formation contains unequivocal Cretaceous ( $113\pm 12$  Ma) monazite grains, and (4) a porphyroblastic facies, being ascribed sometimes as mylonite, within the Hikami Granite contains Silurian-Late Devonian and Silurian-Late Devonian-Permian zoned monazite grains together with chronologically uniform Silurian and Cretaceous monazite grains. The porphyroblastic facies is likely to be a granitic arkose. These lines of geochronological evidence suggest that the Hikami Granite and the fossiliferous Silurian and Devonian strata are exotic blocks enclosed within a Cretaceous mélange.

*Keywords: Hikami Granite; Ono Formation; South Kitakami terrane; CHIME dating; monazite*

はじめに

南部北上帯の氷上花崗岩とシルル・デボン系の接触関係は不整合と観察(村田ほか, 1974)されたが, 最初に測定された氷上花崗岩の Rb-Sr 全岩アイソクロン年代は石炭紀 ( $351\pm 12$  Ma, Shibata, 1974; 壊変定数  $1.42\times 10^{-11}/y$  で再計算)であった. その後, 約 410 Ma~約 450 Ma のジルコン年代や Rb-Sr 全岩アイソクロン年代(Watanabe et al., 1995; 浅川ほか, 1999; 下條ほか, 2010; 佐々木ほか, 2013)が報告され, 先シルル紀基盤説が有力になった. しかし, 354 Ma の K-Ar 角閃石年代 (柴田, 1973)の意味は依然として未解明である. 我々は, 354 Ma の K-Ar 年代の意味を明らかにするために, モナザイトの CHIME 年代測定と元素マッピングを行い, また, Shibata (1974)の試料(GSJ 地質標本館登録標本)を再測定している. これまでに得られた結果の概要を報告する.

地質概略

岩手県大船渡市と陸前高田市の内陸部に分布する氷上山花崗岩は、NNW-SSE 方向の断層で東西約 5 km 南北約 13 km の弦月状岩体と幅約 1.5 km で大野から北に延びる枝岩体に二分されている(図 1)。Ishii et al. (1960)は、氷上山花崗岩を南部の氷上山型と北部の大野型に区分し、大野型が氷上山型に貫入するとした。氷上山型は砂泥質の片麻岩(壺ノ沢片麻岩)を包有する。許 (1976)は、氷上山花崗岩を A 岩体と B 岩体(その分布域は Ishii et al. (1960)の大野型の分布域に部分的に一致)に区分して、B 岩体は A 岩体の再溶融産物と考えた。小林・高木(2000)はモードと組織から氷上山花崗岩を 9 岩相に分け、片状構造のない黒雲母花崗閃緑岩の貫入に先行して、片状構造をもつ花崗岩類の貫入とマイロナイト化が起きたと結論した。小林・高木(2000)の黒雲母花崗閃緑岩の分布域は Ishii et al. (1960)の大野型の分布域にほぼ一致する。

氷上山花崗岩の帯磁率は  $10^{-3}$  SI 単位で、0.2 以下から 10 以上まで変化する。帯磁率が 0.2 以下の岩石は壺ノ沢片麻岩との接触部やくさやみ沢および雷神山に出現し、それらはモナザイトを含むことを特徴とする。帯磁率の大きな岩石はモナザイトを欠き、アラナイトを含む。

氷上山花崗岩の西縁は白亜紀気仙川花崗岩の接触変成を受け、デガッセイト組織の黒雲母が生じている。大野型の北縁に沿って分布するシルル系から二疊系の地層には大野型による熱変成の証拠がみられない。シルル系は川内層、下部デボン系は大野層と呼ばれる。本稿で記載するくさやみ沢のアルコース砂岩は川内層の最下部に、樋口沢のアルコース砂岩は大野層の下部にあたる。

壺ノ沢の氷上山花崗岩

壺ノ沢に分布する氷上山花崗岩は Ishii et al. (1960)の氷上山型である。壺ノ沢片麻岩に層々注入する黒雲母モンゾ花崗岩はモナザイトを含むことが多い。大部分のモナザイト粒子の大きさは 0.05 mm 以下であるが、薄片 2~3 枚に 1 個程度の割合で 0.1 mm を超える粗粒粒子が存在する。モナザイトは明瞭なコア-マントル構造を示すものがある。代表的な累帯モナザイトの元素マップを図 2 に掲げる。この粒子は Th や Y の少ないコアと高 Th, Y のマントルからなる。U はマントルに多い。また、マントルはコアより Ca が多く、Si が少ないので、両者が異なった環境下で成長したことは疑いない。コア(□)の年代は  $449 \pm 32$  Ma, マントル(○)の年代は  $365 \pm 34$  Ma である。なお、コアにもマントルにも、若い見かけ年代を示すスポット(x)があり、最も若い見かけ年代は約 110 Ma(◇)である。壺ノ沢の氷上山型 6 試料 72 粒子の全分析値から計算したコア年代は  $442 \pm 5$  Ma である。壺ノ沢片麻岩中のモナザイト 10 粒子の全分析値から計算したコア年代は  $440 \pm 29$  Ma である。なお、壺ノ沢の上流、玉乃湯南の道路分岐点東の氷上山花崗岩には年代的に均質なシルル紀と白亜紀のモナザイト粒子が共存しているが、中間の年代を示す粒子は見つからなかった。

Suzuki and Adachi (1992)は、モナザイトのシルル紀コアを壺ノ沢片麻岩由来として、氷上山花崗岩

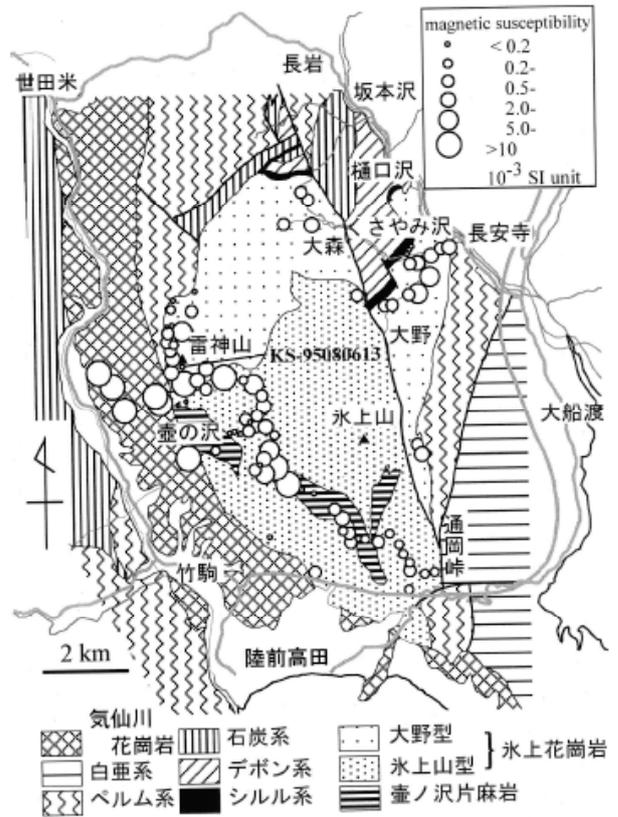


図 1. 南部北上帯、氷上山花崗岩と周辺地域の地質図(Ishii et al., 1960 の地質図を一部変更)と Kappameter KT-3 で測定した帯磁率。

の形成年代を石炭紀(約 350 Ma)と考えた. しかし, 氷上山型のジルコンの LA-ICPMS 年代はシルルからデボン紀(411±5 Ma, 412±4 Ma, 下條ほか, 2010 ; 441±6 Ma, 449±4 Ma, 佐々木ほか, 2013)である. 氷上山型の固結がシルル-デボン紀なら, 少なくとも壺ノ沢の氷上山型はデボン紀末にモナザイトのマンタルを生じるような熱事件を受けたことが確実である.

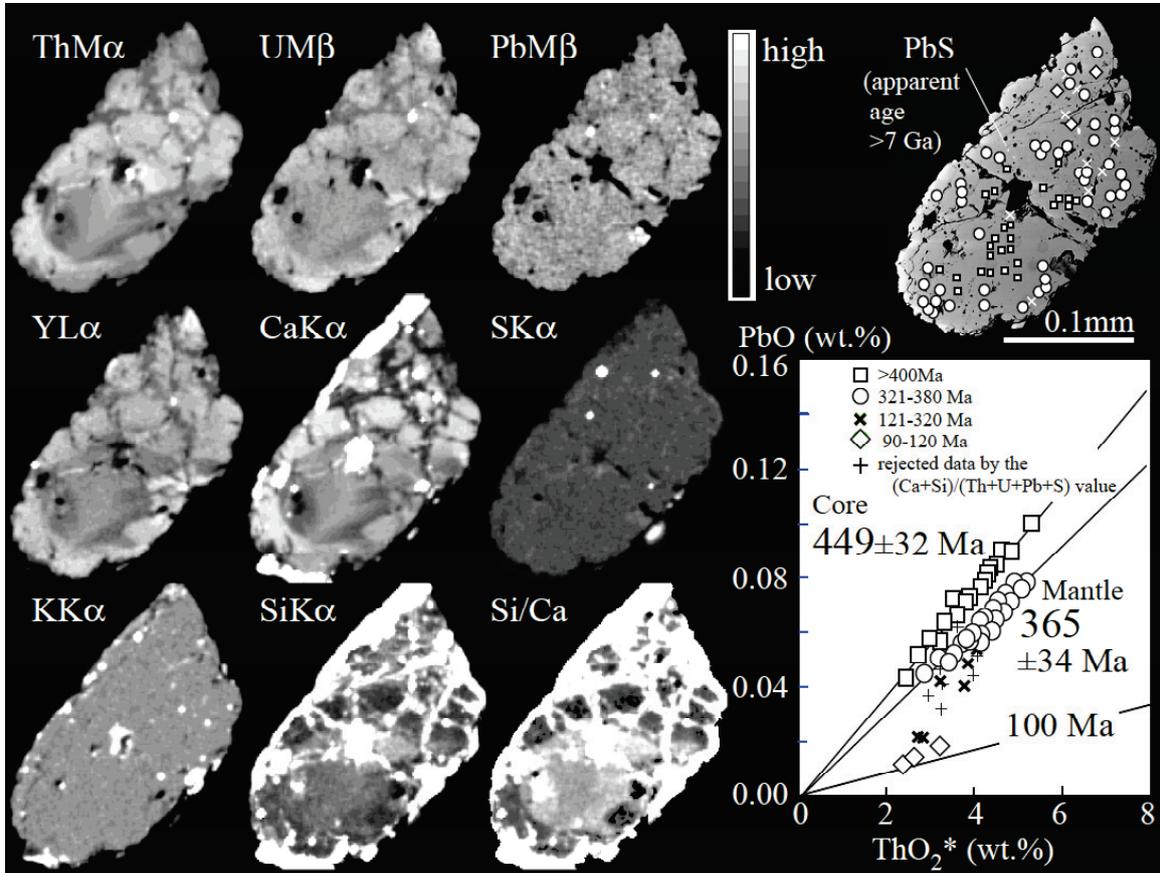


図2. 壺ノ沢の氷上山花崗岩(KS-95080605A)に含まれるコア-マンタル構造を示すモナザイトの元素マッピングと CHIME 年代. クラック部分は Si が多い. マンタル中の高 S・Pb スポットは方鉛鉱である. その部分を測定した見かけ年代は 7 Ga を越す. 他の高 S スポットは黄鉄鉱である.

### 大野型花崗岩の Rb-Sr 全岩アイソクロン年代

モナザイトのマンタルの年代(365±34 Ma)は大野型で報告された角閃石の K-Ar 年代(354±9 Ma, 柴田, 1973)に一致する. これは Shibata (1974)の Rb-Sr 全岩アイソクロン年代 (351±12 Ma, 壊変定数  $1.42 \times 10^{-11}/y$  で再計算)の地質学的意味が大きいことを示唆する. 351 Ma の Rb-Sr 全岩年代は氷上山型の試料を含めて計算したものである. Shibata (1974)のデータセットから大野型を選択して計算した年代は  $371 \pm 21$  Ma ( $R_1=0.7074 \pm 0.0004$ )になる(図 3). このデータセットは初期の質量分析計(JEOL-05RB)で測定したものであるので, 大野型の同一試料(GSJ 地質標本館登録標本) を名古屋大学環境学研究科の

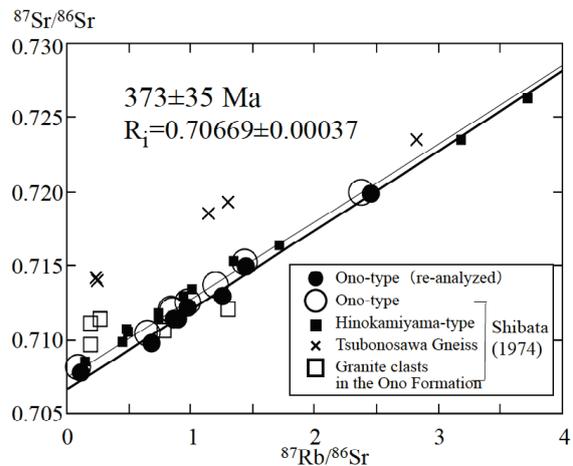


図3. 氷上山花崗岩と関連岩石の  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ - $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$  プロット. 太線は再測定した大野型(●)で計算したアイソクロン. 細線は Shibata(1974)の大野型(○)を選んで計算したアイソクロン.

VG Sector 54-30 を用いて再測定した. 再測定値は Shibata (1974) のデータセットと分析誤差の範囲で一致し,  $373 \pm 35$  Ma ( $R_f = 0.70669 \pm 0.00037$ ) の Rb-Sr 全岩アイソクロン年代を与える. 年代測定値を古い時代のものという理由だけで無視することは許されない. 地質図 (図 1) に示した大野型の多くはデボン紀末の貫入岩とみなすのが妥当である. 壺ノ沢の氷上山型で観察されるモナザイトのデボン紀末のマントルは大野型期の花崗岩が貫入したときの熱変成で生じたと考えられる.

### くさやみ沢の花崗岩とアルコース

くさやみ沢の露頭は, 川内層基底のアルコースが氷上山花崗岩に不整合で重なると判定(村田ほか, 1974)された所であり, 氷上山花崗岩が先シルル紀であることの地質学的証拠とされてきた. この露頭の花崗岩は大野型に区分されているが,  $K_2O/Na_2O = 0.8-1.5$  (大野型は  $0.4-0.7$ ), 帯磁率  $< 0.2 \times 10^{-3}$  SI (大野型  $0.5-5 \times 10^{-3}$  SI), モナザイトを含むなどの点で, 沢の入り口から長安寺にかけての道路沿いや大野地区に分布する大野型と異なる. 接触部直下の花崗岩と直上のアルコースに含まれているモナザイトの PbO-ThO<sub>2</sub>\* 関係を図 4 に示す. 花崗岩のモナザイトはコア-マントル構造を示し, コアの年代は  $161 \pm 12$  Ma, マントルの年代は  $123 \pm 6$  Ma である.  $0.95 < (Ca+Si)/(Th+U+Pb+S) < 1.05$  や  $K_2O < 0.05\%$  の判別基準を満たす分析値の見かけ年代は全て 250Ma より若い. 判別基準から外れる分析値(x)のうち, 古い見かけ年代を示すものを選んで計算すると既報の約 250 Ma (鈴木ほか, 1992) が得られる. くさやみ沢の花崗岩から  $416 \pm 4$  Ma (下條ほか, 2010) と  $450 \pm 5$  Ma (佐々木ほか, 2013) のジルコン年代が報告されている. このジルコン年代が固結年代なら, 花崗岩はジュラ紀と白亜紀にモナザイトが再結晶するような熱イベントを受けたことになる. しかし, アルコースの碎屑モナザイトは  $463 \pm 8$  Ma であり, ジュラ紀や白亜紀の年代はない. くさやみ沢の関係が不整合なら, アルコースの堆積は  $123 \pm 6$  Ma 以降である. アルコースがシルル系であれば, 花崗岩とアルコースの関係は断層である. いずれにしても, くさやみ沢の露頭は氷上山花崗岩が先シルル系基盤という地質学的証拠にはならない.

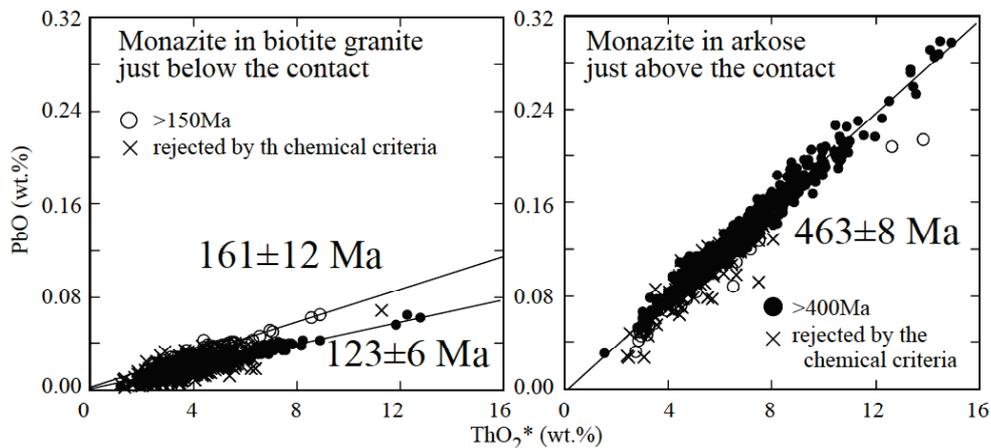


図 4. くさやみ沢不整合露頭の接触部直下の花崗岩(左)と直上のアルコース(右)に含まれるモナザイトの PbO-ThO<sub>2</sub>\*プロット.

### 樋口沢の大野層アルコース

樋口沢下流は日本で最初にシルル系が確認(小貫, 1937)された場所である. ここでは, 下流(東)から上流(西)に向かって, 氷上山花崗岩, シルル系川内層, デボン系大野層が重なっていると解釈されている(川村ほか, 1996). 大野層下部の凝灰質頁岩は層厚が 0.3-2 m のアルコースを挟んでいる. アルコース中には花崗岩, 砂岩, 石灰岩の礫がある. アルコースは花崗岩様であり, 花崗岩礫との境界が判定しにくい場合もある. アルコースの一部は 1 粒/100g の割合で碎屑モナザイトを含む.

このモナザイトは  $113 \pm 12$  Ma である(図5). 累帯した粒子のコア年代は  $166 \pm 9$  Ma であるが, 250 Ma や 350 Ma の部分もある. 砕屑ジルコンにもジュラ紀の CHIME 年代を示すものがある. 大野層の堆積年代はコノドント化石年代(デボン紀, 梅田, 1996; 栗原ほか, 2005)と異なる.

### 雷神山周辺の花崗岩

雷神山北北東には, くさやみ沢と同様に, 帯磁率  $< 0.2 \times 10^{-3}$  SI の黒雲母花崗岩がまとまって産出する. 花崗岩中のモナザイト(累帯の無いものと累帯粒子のマントル)は  $121 \pm 6$  Ma である(図6). 累帯粒子のコアはジュラ紀( $166 \pm 8$  Ma)が多い. 一部の累帯粒子のコアは石炭紀~三畳紀初頭(344-244 Ma)あるいは原生代(2.39-1.6 Ga)である. 雷神山北北東の花崗岩は, 同じ白亜紀の貫入岩でも, くさやみ沢の花崗岩とは化学組成が異なる. 雷神山北北東では Ba が多く(500-2800 ppm, 大部分は 1000 ppm 以上), Rb が少ない(60-110 ppm). くさやみ沢の花崗岩では Ba が少なく(450-700 ppm), Rb が多い(90-140 ppm).

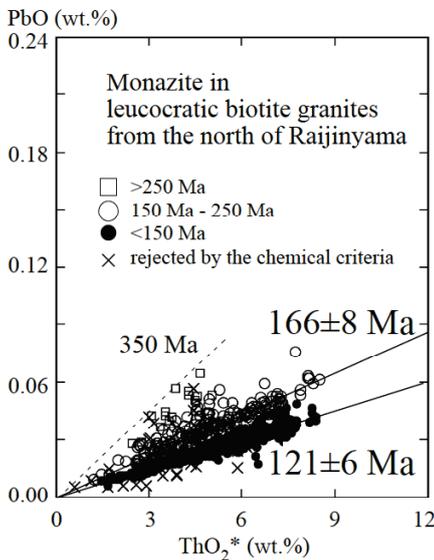


図6. 雷神山北の優白質花崗岩のモナザイトの PbO-ThO<sub>2</sub>\*プロット.

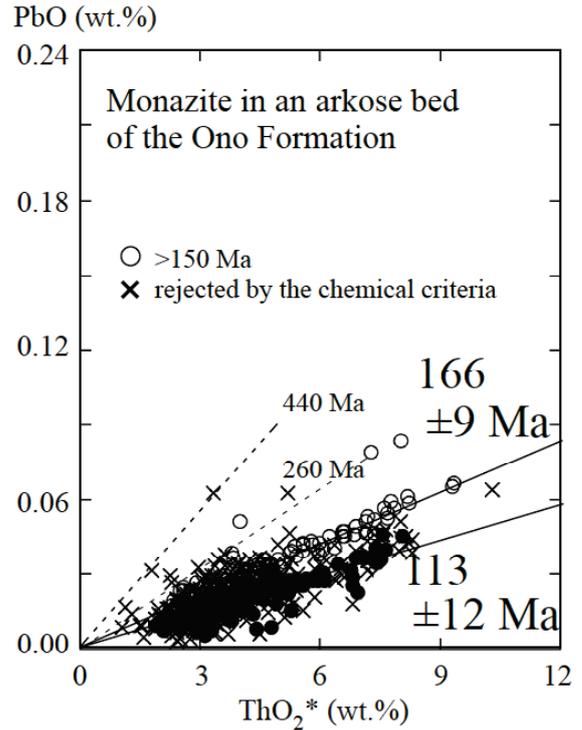


図5. 樋口沢大野層のアルコースに含まれる砕屑モナザイトの PbO-ThO<sub>2</sub>\*プロット.

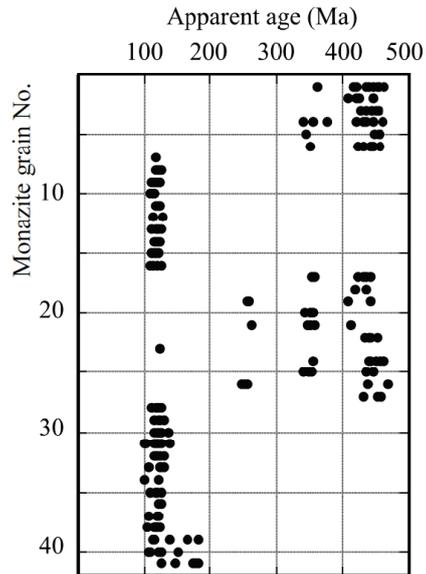


図7. 雷神山南の圧砕岩様岩石に含まれている各モナザイト粒子の見かけ年代範囲.

雷神山南の道路沿の岩石は帯磁率が  $2 \times 10^{-3}$  SI 以上であるが, ひとつの露頭だけ帯磁率が例外的に小さい( $0.2 \times 10^{-3}$  SI 以下). その露頭の岩石は圧砕岩様の外観で, モナザイトを含む. 個々のモナザイト粒子には年代的に均質なものと累帯したものがある. 粒子内の年代パターンはシルル紀(5粒子), シルル紀とデボン紀末の累帯(7粒子), シルル紀-デボン紀末-ペルム紀の累帯(3粒子), デボン紀末(1粒子), ジュラ紀-白亜紀(3粒子), 白亜紀(22粒子)である(図7). ペルム紀以前の年代領域を

有するモナザイトには白亜紀の年代領域が存在しない。白亜紀のモナザイトは年代的に均質か、ジュラ紀のコアを含む。古い年代の粒子に白亜紀の年代領域が存在しない事実は、モナザイトが砕屑粒子であることを示唆する。雷神山南の圧砕岩様の岩石は花崗岩ではなくアルコースである。

## まとめ

氷上花崗岩と一括されてきた岩体は、壺ノ沢片麻岩に貫入する 4.4 億年花崗岩、熱変成を与えた 3.6 億年花崗岩(大野型の一部)、くさやみ沢と雷神山周辺の 1.2 億年花崗岩、1.2-1.1 億年のアルコースの複合岩である。大野層下部の凝灰質頁岩に挟まれているアルコースの堆積は白亜紀(約 1.2-1.1 億年)あるいはそれ以降と考えなければならない。氷上花崗岩やシルル紀・デボン紀の化石を含む堆積岩は白亜紀メランジェ中の異地性岩の可能性が高い。

## 謝辞

本研究を進めるにあたり、野外調査では龍振鉱業株式会社の橋本晃一社長、渡邊禎三鉱務部長、株式会社鬼丸採石所の川並一也社長、CHIME 年代測定・Rb-Sr 同位体分析・XRF 分析等の室内実験では名古屋大学宇宙地球環境研究所 年代測定研究部の榎並正樹教授・南 雅代准教授・加藤丈典准教授に多大な便宜をはかっていただいた。ここに記して感謝いたします。

## 引用文献

- 浅川敬公・丸山孝彦・山本正継, 1999, 地質学論集, 53, 221-234.  
 許 成基, 1976, 地球科学, 30, 39-53.  
 Ishii, K., Sendo, T., Ueda, Y., Yamashita, Y., 1960. Science Reports of the Tohoku University. Third series, 6, 439-485.  
 川村寿郎・井龍康文・川村信人・町山栄章・吉田孝紀, 1996, 日本地質学会第 103 年学術大会見学旅行案内書, 59-97.  
 小林靖広・高木秀雄, 2000, 地質学論集, 56, 103-122.  
 栗原敏之・佐藤義孝・田沢純一, 2005, 地質学雑誌, 111, 187-190.  
 村田正文・蟹沢聰史・植田良夫・武田信従, 1974, 地質学雑誌, 80, 475-486.  
 小貫義男, 1937, 地質学雑誌, 44, 600-604.  
 佐々木淳・土谷信高・足立達郎・中野伸彦・小山内康人, 2013, 日本地質学会第 120 年学術大会講演要旨, 61.  
 柴田賢, 1973, 地質学雑誌, 79, 705-707.  
 Shibata, K., 1974, Geochemical Journal, 8, 193-207.  
 下條将徳・大藤 茂・柳井修一・平田岳史・丸山茂徳, 2010, 地学雑誌, 119, 257-269.  
 Suzuki, K., Adachi, M., 1991, Geochemical Journal, 25, 357-376.  
 鈴木和博・足立 守・山後公二・千葉弘一, 1992, 岩鉱, 87, 330-349.  
 梅田真樹, 1996, 地球科学, 50, 331-336.  
 Watanabe, T., Fanning, C.M., Uruno, K., Kano, H., 1995, Geological Journal, 30, 273-280.

## 日本語要旨

南部北上帯の氷上花崗岩とシルル-デボン系の関係を明らかにするために CHIME モナザイト年代測定と Rb-Sr 全岩アイソクロン年代測定を行った。これにより、氷上花崗岩と称されてきた岩体は 4.4 億年花崗岩とこれに熱変成を与えた 3.6 億年花崗岩(大野型の一部)、シルル-デボン系境界部付近の 1.2 億年花崗岩および 1.2-1.1 億年のアルコースの集合体であることが判明した。くさやみ沢でシルル系アルコースに直接するのは白亜紀の花崗岩であるので、その不整合関係を根拠にした従来の氷上花崗岩=先シルル紀基盤岩説は成立しない。デボン紀大野層下部のアルコースは白亜紀(1.1-1.2 億年)の砕屑モナザイトを含む。これらの新知見は氷上花崗岩やシルル紀・デボン紀の化石を含む堆積岩が白亜紀メランジェ中の異地性岩塊である可能性を示唆する。