

Online ISSN : 2186-490X

Print ISSN : 1346-4272

地質調査研究報告

BULLETIN OF THE GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

Vol. 72 No. 2 2021

特集：岩手県，北上山地の北部北上帯から得られた新知見
—5万分の1地質図幅「外山」において—



特集：北上山地の北部北上帯から得られた新知見—5万分の1地質図幅「外山」において—

巻頭言

5 万分の 1 地質図幅「外山」作成と一次データ特集号化の意義

内野隆之 95

概報

岩手県岩泉町釜津田の北部北上帯付加体砂岩から得られた中期ジュラ紀ジルコン年代：大川試料を含む付加体の年代検証

内野隆之 99

資料・解説

北部北上帯南西縁部，ジュラ紀付加体中玄武岩の地球化学的特徴と起源

内野隆之 109

概報

岩手県盛岡東部，北部北上帯南西縁部の付加体泥岩中の中生代放射虫化石

内野隆之・鈴木紀毅 119

岩手県盛岡市藪川，大石川沿いで確認された十和田大不動テフラ

工藤 崇・内野隆之 129

表紙の写真

岩神山より望む岩手山と姫神山

盛岡市に位置する岩神山(標高 1,103 m)は北部北上帯の前期ジュラ紀付加体からなっており，山頂には灰緑色チャートが露出している。チャートは伏在する前期白亜紀花崗岩の熱変成を被っており，このようなチャートは本地域では尾根や山頂をなす場合が多い。山頂からは，西に活火山である岩手山(標高 2,038 m)が，北西には前期白亜紀花崗岩である姫神山(標高 1,124 m)が望める。両山の間には南北に北上川が流れており，北上低地を形成している。ちなみに，岩手山，姫神山，早池峰山は岩手三山とされ，民話によると，前二者が夫婦で，早池峰山は岩手山の妾である。

(図・文：内野隆之)

Cover Photograph

Mts. Iwate and Himekami seen from the top of Mt. Iwagami, Iwate Prefecture

Mt. Iwagami (alt. 1,103 m), Morioka City in Iwate Prefecture, consists of the Early Jurassic accretionary complex in the North Kitakami Belt. Greenish gray chert, contact-metamorphosed by the underlying Early Cretaceous granite, crops out on the top of the mountain as is often the case with peaks and ridges in this area. The active volcano Mt. Iwate (alt. 2,038 m) is seen in the west and Mt. Himekami (alt. 1,124 m) of Early Cretaceous granite in the northwest. The Kitakami River flows from north to south in the Kitakami lowland between the two mountains. Mts. Iwate, Himekami and Hayachine are regarded as the three major mountains in Iwate Prefecture. According to a folktale, Mt. Himekami is the wife of Mt. Iwate and Mt. Hayachine is his mistress.

(Figure and Caption by UCHINO Takayuki)

巻 頭 言 : 5 万分の 1 地質図幅「外山」作成と一次データ特集号化の意義

内野隆之¹

UCHINO Takayuki (2021) Significance of the Sotoyama District, quadrangle series 1:50,000, and the special issue on its primary data. *Bulletin of the Geological Survey of Japan*, vol. 72 (2), p. 95–97, 1 fig.

Keywords: Quadrangle series 1:50,000, Sotoyama District, Iwate Prefecture, North Kitakami Belt, Jurassic accretionary complex, basalt, radiolarian fossil, zircon age, tephra

地質調査総合センターでは、岩手県の北上山地中西部を区画とした5万分の1地質図幅「外山」(以降、外山図幅と呼ぶ)を現在作成している。外山図幅地域には、地帯構造区分として南西部に根田茂帯が、北東部に北部北上帯が分布しており、後者が全体の約9割を占める(第1図)。かつて早池峰構造帯とも呼ばれた根田茂帯には、主に珪長質凝灰岩・泥岩・玄武岩が分布しており、それらは変形・変成が著しい。そしてその地質体は日本では類を見ない前期石炭紀の付加体であることが2005年に明らかにされ(内野ほか, 2005), また根田茂帯の定義・設定にも大きく貢献した(永広ほか, 2005)。一方、北部北上帯には主にジュラ紀の付加体が分布し、しかしながら外山図幅地域では陸源性砕屑岩からの化石報告がなく、詳細な年代は不明であった。本地域のジュラ紀付加体は南隣の早池峰山図幅(川村ほか, 2013)地域にも延長している。早池峰山図幅地域の北部北上帯中の陸源性砕屑岩からは中期～後期三畳紀の放射虫化石(川村ほか, 2013)や最後期三畳紀の砕屑性ジルコン(内野, 2017)が報告されており、北部北上帯の南西部には日本ではまれな三畳紀付加体が分布している可能性が指摘されていた(内野, 2017)(第1図)。なお、最近、根田茂帯において前期三畳紀付加体の地質単元が認定されたばかりである(Uchino, 2021)。

ところで、北部北上帯では、谷が深い地域においてこれまでも豪雨や地震等でしばしば土砂崩れを起こしている。直近では2015年12月に早池峰山図幅地域で降雨と融雪による岩盤の土砂崩落が発生し、外山図幅地域内も通っているJR山田線で鉄道車両が土砂に乗り上げ脱線し、2017年ようやく全線が復旧したところである。東隣の大川図幅地域においては、南北を結ぶJR岩泉線が2010年7月に岩盤の風化進行による土砂崩落で脱線し、こちらは運行再開することなく2014年に廃線となっている。盛岡から宮古の三陸海岸に至るまでの幹線は、JR線を除くと国道106号及び455号しかなく、土砂崩落等によるこれらの分断は地域生活のみならず東日本大震災の復興

事業に大きな影響を与えかねない。したがって、外山図幅は学術だけでなく、防災に資する基礎データとしても重要な役割を果たすと考えられる。

さて、本特集号では外山図幅作成の過程で得られた北部北上帯ジュラ紀付加体に関する論文を3編(内野, 2021a, b; 内野・鈴木, 2021), 付加体を覆う谷底低地堆積物中の第四紀テフラに関する論文を1編(工藤・内野, 2021)掲載している。以下にその概要を解説する。

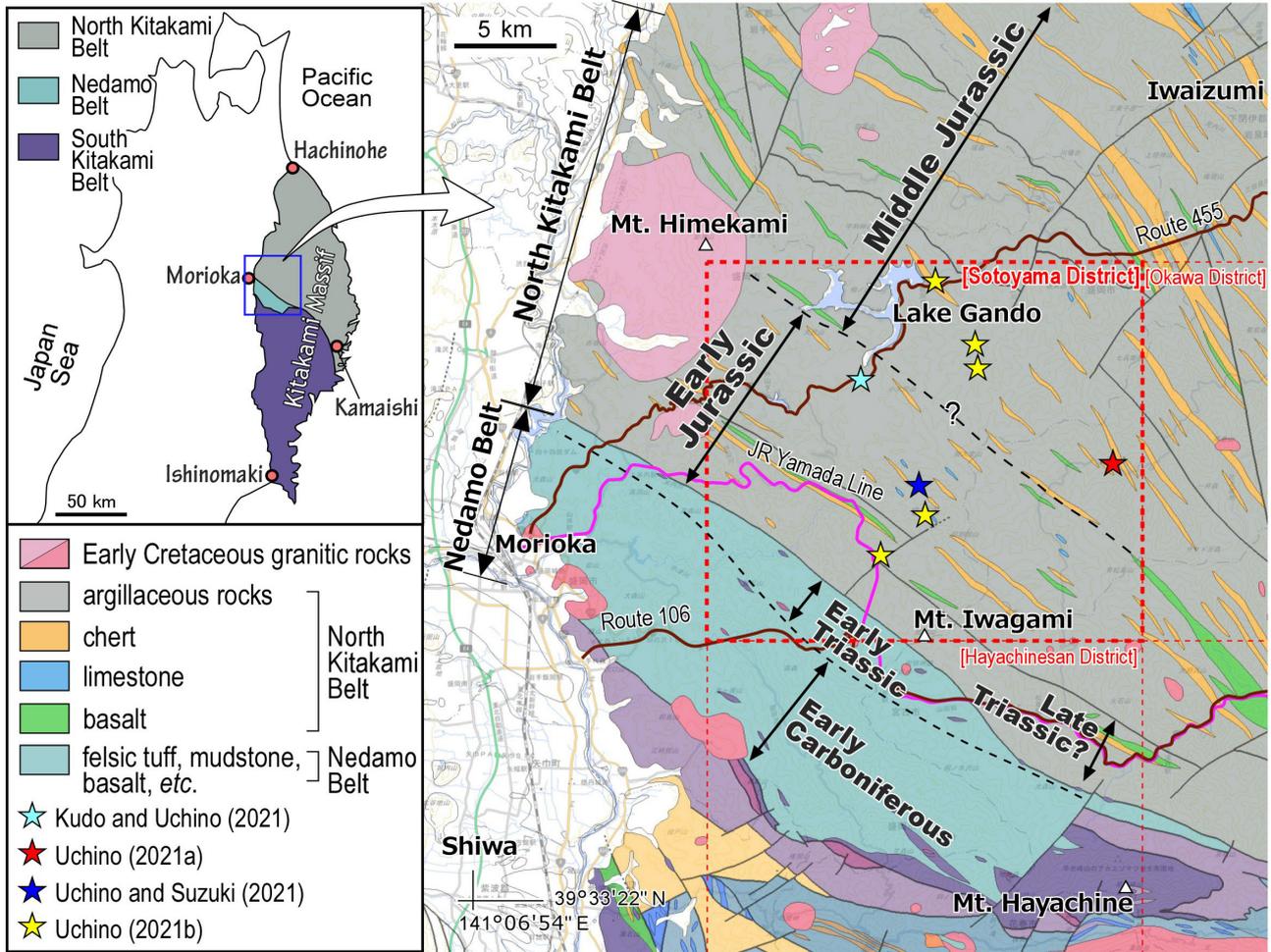
内野(2021a)論文は、岩泉町釜津田地区において約260 Ma(後期ペルム紀)の砕屑性ジルコンの最若クラスターU-Pb年代を示す砂岩(大川試料; 内野, 2019)について、想定よりも古い値を示していることから改めて年代検証を行ったものである。その結果、大川試料の近傍の砂岩(駒ヶ沢試料)から新たに約160 Ma(後期ジュラ紀)の最若クラスターU-Pb年代が得られた。これは、釜津田地区の付加体の年代が、後期ジュラ紀であることを示す重要なデータとなるだけでなく、砂岩が堆積する時代や分布地帯にもよるが、60個程度の測定数では堆積同時性の若いジルコンを抽出しきれないケースがあることを示す点でも意味がある。

内野(2021b)論文は、ジュラ紀付加体中の玄武岩の全岩化学組成を分析し、その起源を推定したものである。これまで北部北上帯における玄武岩化学組成の報告例は少ないものの、そのほとんどが海山型であるとされていた。しかし、本研究では6試料中4試料が中央海嶺玄武岩の特徴を示した。つまり、北部北上帯南西縁部には、海山型のみならず、中央海嶺型の玄武岩が一定量存在しており、付加年代の違いによって付加体に含まれる海洋地殻断片の種類や割合が異なる可能性を示した点で興味深い。

内野・鈴木(2021)論文は、前期ジュラ紀の砕屑性ジルコン年代を示す砂岩(内野, 2019)近傍に産する米内川の泥岩から放射虫化石を報告したものである。化石の保存状態は不良で分類名を特定しがたいものの、確実に中生代と判断でき、更に多産する科や外形が類似する種など

¹ 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Research Institute for Geology and Geoinformation)

Central 7, Higashi 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan



第1図 北上山地の地帯区分と図幅区画

基図は産業技術総合研究所地質調査総合センター（2019）の20万分の1日本シームレス地質図V2を使用。星印は本特集号で対象となった地質試料の地点。南部北上帯の凡例は省略してある。つい最近、根田茂帯において前期三畳紀付加体が認定されたため（Uchino, 2021）、本巻頭言の地質概略図にはそれを反映させた。

Fig. 1 Geotectonic division of the Kitakami Massif and areas of the Quadrangle series. Base map was referred from the Seamless Digital Geological Map of Japan (1:200,000) V2 of the Geological Survey of Japan, AIST (2019). Star symbol indicates a location of the geologic sample targeted by each paper in this special issue. Legend of the South Kitakami Belt is omitted. Most recently reported Early Triassic stratigraphic unit (Uchino, 2021) in the Nedamo Belt is referred in this geologic map.

の状況証拠から前期ジュラ紀後半～中期ジュラ紀の年代が期待される。すなわち、上述した前期ジュラ紀という砂岩の堆積年代を否定するような群集ではない。また、北部北上帯南西縁部における陸源性碎屑岩からの化石報告は本報告が初であることも特筆すべき点である。

工藤・内野(2021)論文は、盛岡市^{やぶかわ}藪川地区大石川沿いに分布する第四紀の谷底低地堆積物中に4枚のテフラを見出し、そのうちの1枚が、層相・構成物質・火山ガラスの化学組成の特徴から36 ka（後期更新世）の十和田大不動テフラに対比されることを示したものである。十和田大不動テフラの主部を構成する十和田大不動火砕流堆積物は、盛岡市北部を南限としているが（例えば、土井, 2000）、今回、藪川地区で認められた十和田大不動テ

フラは、同火砕流堆積物のco-ignimbrite ash fall depositに相当することが判明した。ちなみに、十和田大不動テフラの上位に認められたテフラは15.5 ka（後期更新世）の十和田八戸テフラに対比できる可能性も記されている。これらのテフラの対比は、外山図幅地域の河谷沿いに分布する第四系の年代決定に貢献した点で意義がある。

なお、本特集号以外にも、これまでの図幅作成過程で得られた成果は、前述した北部北上帯砂岩の碎屑性ジルコンU-Pb年代（内野, 2019）、根田茂帯礫岩の基質から抽出された中期デボン紀～前期石炭紀放射虫化石（内野・栗原, 2019）、そして砂岩の碎屑性ジルコンU-Pb年代を基にした根田茂帯における前期三畳紀付加体の認定（Uchino, 2021）があり、本地域における様々な地質デー

タが蓄積しつつある。

このように、地質図幅の作成過程で得られた基礎データを「地質調査研究報告」等の学術誌であらかじめ報告することは、地質図幅の説明書では記述しきれない詳細かつ大量の一次データやそれを基にした考察などを示せる点で有効かつ重要である。

謝辞：地質情報研究部門の工藤 崇博士には草稿のチェックを頂いた。記して感謝申し上げる。

文 献

- 永広昌之・川村信人・川村寿郎(2005) II. 1.1 東北地方, 中古生界, 概説および構造帯区分. 日本の地質増補版編集委員会編, 日本の地質増補版, 共立出版, 東京, 49-50.
- 土井宣夫(2000)岩手山の地質-火山灰が語る噴火史-. 滝沢村文化財調査報告書第32集, 岩手県滝沢村教育委員会, 234p.
- 川村寿郎・内野隆之・川村信人・吉田孝紀・中川 充・永田秀尚(2013) 5万分の1地質図幅「早池峰山」. 産総研地質調査総合センター, 101p.
- 工藤 崇・内野隆之(2021)岩手県盛岡市藪川, 大石川沿いで確認された十和田大不動テフラ. 地質調査研究報告, **72**, 129-138.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター (2019) 20万分の1日本シームレス地質図V2. <https://gbank.gsj.jp/seamless/> (閲覧日: 2021年3月30日)
- 内野隆之(2017)北部北上帯門馬コンプレックスの凝灰質

泥岩から得られた後期三畳紀のジルコンU-Pb年代. 地質学雑誌, **123**, 977-982.

内野隆之(2019)岩手県盛岡地域, 北部北上帯南西縁部に分布するジュラ紀付加体中砂岩の碎屑性ジルコンU-Pb年代. 地質調査研究報告, **70**, 357-372.

Uchino, T. (2021) Recognition of an Early Triassic accretionary complex in the Nedamo Belt of the Kitakami Massif, Northeast Japan: New evidence for correlation with Southwest Japan. *Island Arc*, **30**, e12397. doi:10.1111/iar.12397

内野隆之(2021a)岩手県岩泉町釜津田の北部北上帯付加体砂岩から得られた中期ジュラ紀ジルコン年代: 大川試料を含む付加体の年代検証. 地質調査研究報告, **72**, 99-107.

内野隆之(2021b)北部北上帯南西縁部, ジュラ紀付加体中玄武岩の地球化学的特徴と起源. 地質調査研究報告, **72**, 109-118.

内野隆之・栗原敏之(2019)根田茂帯根田茂コンプレックスの礫岩から見出された中期デボン紀~前期石炭紀放散虫化石. 地質調査研究報告, **70**, 109-115.

内野隆之・鈴木紀毅(2021)岩手県盛岡東部, 北部北上帯南西縁部の付加体泥岩中の中生代放散虫化石. 地質調査研究報告, **72**, 119-127.

内野隆之・栗原敏之・川村信人(2005)早池峰帯から発見された前期石炭紀放散虫化石-付加体碎屑岩からの日本最古の化石年代-. 地質学雑誌, **111**, 249-252.

(受 付 : 2021年4月2日 ; 受 理 : 2021年4月26日)

岩手県岩泉町釜津田の北部北上帯付加体砂岩から得られた中期ジュラ紀ジルコン年代： 大川試料を含む付加体の年代検証

内野 隆之^{1,*}

UCHINO Takayuki (2021) Middle Jurassic zircon age from sandstone within the accretionary complex in the North Kitakami Belt, Kamatsuda area in Iwaizumi Town, Iwate Prefecture, Northeast Japan: Verifying the age of the accretionary complex containing the Okawa Sample. *Bulletin of the Geological Survey of Japan*, vol. 72 (2), p. 99–107, 4 figs, 2 tables, 1 appendix.

Abstract: Uchino (2019) conducted U-Pb dating of detrital zircon from some sandstone samples in the Jurassic accretionary complex, whose terrigenous clastic rocks are unfossiliferous, in the southwestern margin of the North Kitakami Belt. As a result, the Early and Middle Jurassic accretionary complexes were recognizable. However, the youngest cluster age of ca. 260 Ma was also recognized from the sandstone (“Okawa Sample” in the Kamatsuda area, Iwaizumi Town, Iwate Prefecture) located between outcrops of the respective sandstones corresponding to the Early and Middle Jurassic. Regarding interpretation of its deposition age, the Late Permian, Late Triassic or Early Jurassic had been proposed.

In this study, U-Pb dating of detrital zircon from sandstone near the outcrop of the Okawa Sample was conducted anew to verify the age of the Okawa Sample. As a result, a youngest cluster age of ca. 160 Ma was newly found. Thus, the accretionary complex containing the Okawa Sample in the Kamatsuda area proved to be the Middle Jurassic, not the three assumed epochs listed above.

Keywords: U-Pb age, detrital zircon, Jurassic, accretionary complex, sandstone, North Kitakami Belt, Sotoyama District, Northeast Japan

要 旨

内野(2019)は、陸源性碎屑岩から化石を産しない北部北上帯南西縁部のジュラ紀付加体において、砂岩中の碎屑性ジルコンU-Pb年代を測定し、前期ジュラ紀と中期ジュラ紀の付加体が存在することを示した。しかし、両者の中間地点である岩手県岩泉町釜津田において約260 Ma (後期ペルム紀)の最若クラスター年代を示す砂岩(大川試料)も認められ、その堆積年代の解釈として、後期ペルム紀、後期三畳紀あるいは前期ジュラ紀が提示されていた。本研究では、その年代を確定するため、大川試料採取地点周辺の砂岩(駒ヶ沢試料)について改めてジルコンU-Pb年代を測定した。その結果、約160 Maの最若クラスター年代が得られ、大川試料を含む釜津田周辺の付加体は上記3つの年代ではなく、中期ジュラ紀であると考えられる。

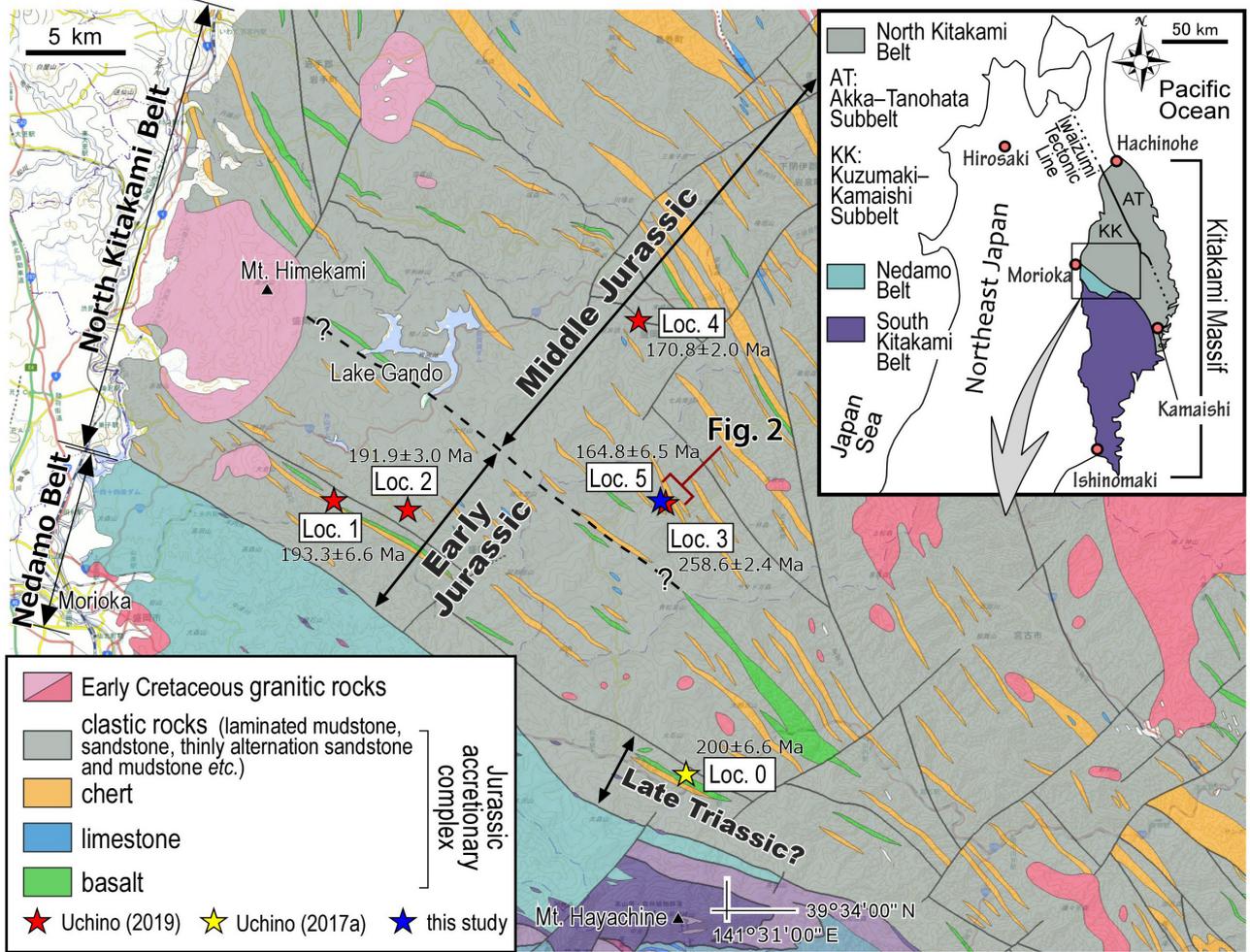
1. はじめに

奥羽山脈の東方に位置する北上山地には、中生代島

弧陸棚層からなる南部北上帯と、主にジュラ紀付加体からなる北部北上帯がそれぞれ南半部及び北半部に分布し、また両者の間に石炭紀付加体からなる根田茂帯が狭長に分布している(第1図)。北部北上帯では、南西から北東、すなわち構造的な上位から下位にかけて、前期ジュラ紀から前期白亜紀へと付加年代が大局的に若くなる極性が知られている(例えば、Suzuki *et al.*, 2007; 永広ほか, 2008; Uchino and Suzuki, 2020)。北上山地の北部北上帯南西縁部ではこれまで泥岩から化石報告が無く、詳しい付加年代は不明であったため、内野(2019)は南西から北東にかけ4地点の砂岩(館沢試料: 第1図のLoc. 1, 米内川試料: Loc. 2, 大川試料: Loc. 3, 向井沢試料: Loc. 4)から碎屑性ジルコンのU-Pb年代(最若クラスター年代)を測定した。その結果、館沢・米内川試料によって前期ジュラ紀と、向井沢試料によって中期ジュラ紀の付加体が分布していることが明らかにされた。しかし、両時代を示した試料地点の中間に位置する砂岩(大川試料)からは約260 Ma (後期ペルム紀)の最若クラスター年代が得られており、その堆積年代の解釈、つまりその砂岩の帰

¹ 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Research Institute of Geology and Geoinformation)

* Corresponding author: UCHINO, T., Central 7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan. Email: t-uchino@aist.go.jp



第1図 ジルコン年代測定地点を含めた北部北上帯南西縁部の地質図。地質図は産総研地質調査総合センター（2019）の20万分の1日本シームレス地質図V2を引用した。根田茂帯の凡例は省略してある。無色域は水域あるいは新生代の地質体を示す。
 Fig. 1 Geological map of the southwestern margin of the North Kitakami Belt, including sampling locations for zircon U-Pb ages. Geological map was referred from the Seamless Digital Geological Map of Japan (1:200,000) V2 of the Geological Survey of Japan, AIST (2019). Legends of the Nedamo Belt are omitted. Colorless areas show water areas or the Cenozoic geologic bodies.

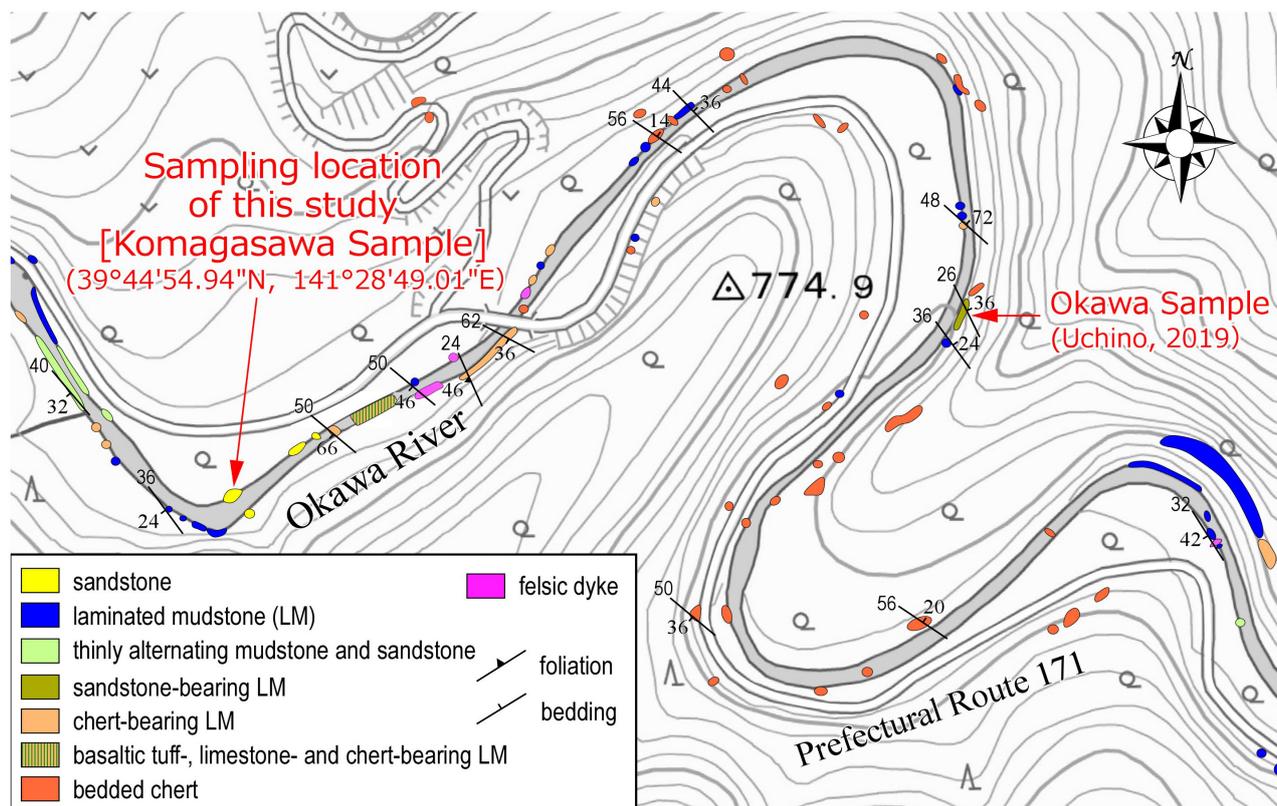
属について、1) 釜石地域の後期ペルム紀付加体 (Nakae and Kurihara, 2011) に相当、2) 北部北上帯南西縁部の後期三畳紀付加体 (第1図のLoc. 0, 内野, 2017a) に相当、3) 館沢・米内川試料と同じく前期ジュラ紀付加体に相当、という3つの可能性が提示されていた。そこで本研究では、それらの年代を検証・確定するために、岩手県岩泉町釜津田地区の大川試料採取地点近傍の砂岩 (第1図のLoc. 5) について、改めて碎屑性ジルコンのU-Pb年代測定を行った。

2. 北部北上帯南西縁部の付加体

北上山地の北部北上帯は、北北西-南南東方向の岩泉構造線を境に、南西側の葛巻-釜石亜帯と北東側の安家-田野畑亜帯に区分されており (永広ほか, 2005; 第1図)、北部北上帯南西縁部の付加体は葛巻-釜石亜帯に属する。

この南西縁部の付加体については中津川コンプレックスと呼ばれているが (内野ほか, 2008)、根田茂帯を南限とすること以外、その分布範囲は定義されていない。

本付加体は、葉理泥岩、砂岩、砂岩泥岩互層及びチャートを主体とし、少量の玄武岩と極めて僅かの石灰岩を伴う (第1図)。特に葉理泥岩は、炭質物や粘土鉱物の発達する暗灰色の泥質層と、それらが少なく微細な石英を主体とする灰白色の珪質層がミリオーダーで互層するもので、泥質層優勢の場合から珪質層優勢の場合までである。チャートは通常単層厚が数cmの成層構造を示すが、こちらもしばしばミリオーダーで泥質層と互層することがあり、吉田 (1981) は上記の葉理泥岩も含め“チャートラミナイト”と呼称した。葉理泥岩は葛巻-釜石亜帯の付加体の特徴付ける岩石であり、本岩中にはしばしばチャートや砂岩が、またまれに玄武岩が、数mm～数10cmのシー



第2図 ジルコン年代が測定された砂岩試料周辺のルートマップ。地形図は地理院地図(<http://maps.gsi.go.jp/>)を使用。
Fig. 2 Route map around the U-Pb-dated sandstone. Topographic map is from the GSI map (<http://maps.gsi.go.jp/>) of the Geospatial Information Authority of Japan.

ト状あるいはレンズ状岩塊として挟在し混在岩となっている。付加体は全体に著しい変形を受けており、特に碎屑岩には層面劈開が発達している。

地層は、全体的に北西-南東の走向で、大局的には南西に中～高角度で傾斜している。ただし、層理面に平行な軸面を持つ、半波長100～200 mで翼間隔の閉じた小規模のシンフォーム・アンチフォームが本地域南西縁部を中心に局部的に発達する。

北上山地の葛巻-釜石垂帯に中期ジュラ紀付加体が存在することは既に知られていたものの(例えば、吉原ほか, 2002; Suzuki and Ogane, 2004; Suzuki *et al.*, 2007), 南西縁部については陸源性碎屑岩からの化石報告がなく付加体の年代は不明であったが、最近、砂岩のジルコン U-Pb年代によって、中期ジュラ紀だけでなく前期ジュラ紀の付加体が分布していることが明らかになった(内野, 2019)。特に前期ジュラ紀付加体は、北上山地から初めての報告であり、青森県弘前南方に分布する、含前期ジュラ紀放散虫泥岩を含む付加体(植田ほか, 2009)と年代対比されている。

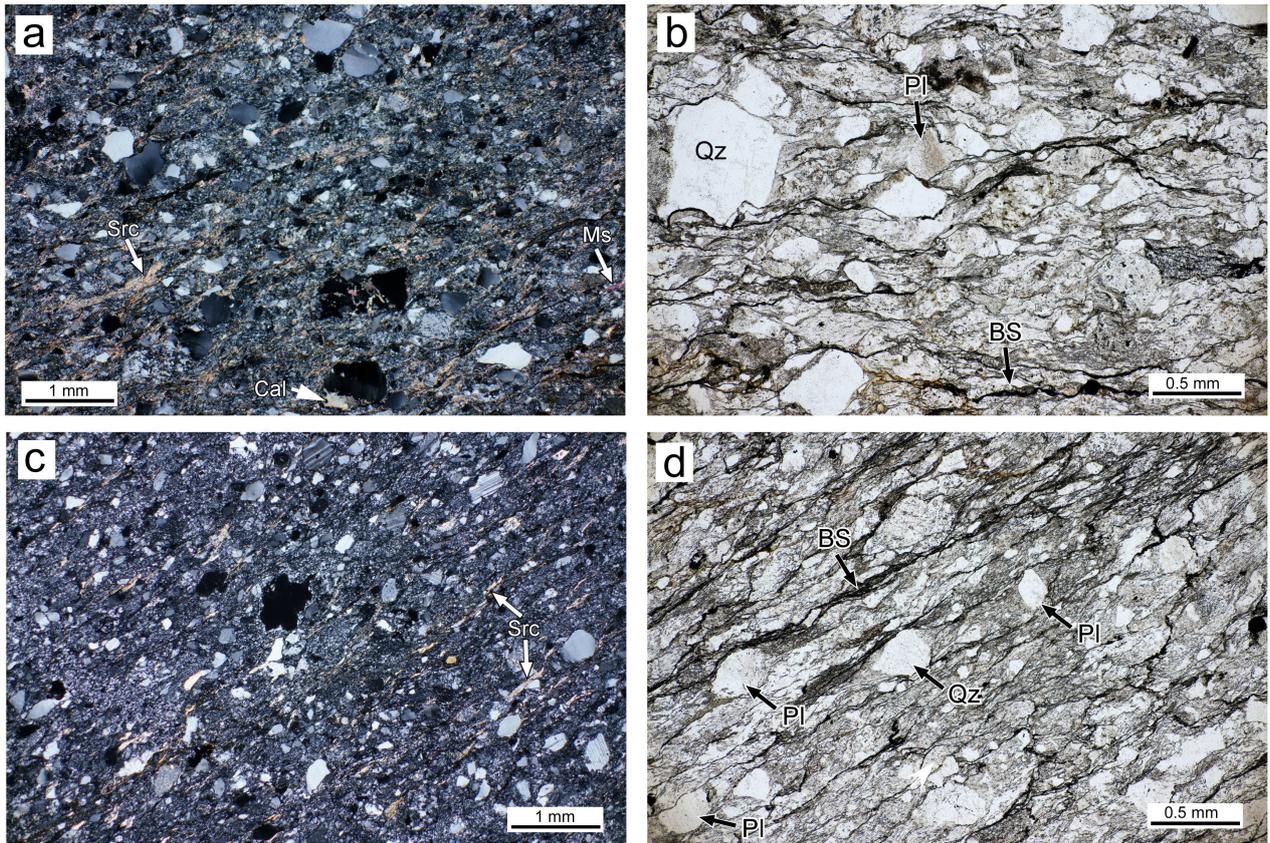
3. 碎屑性ジルコンの U-Pb 年代測定

3.1 採取試料

年代を測定した砂岩試料(以降、駒ヶ沢試料と呼ぶ)は、岩泉町釜津田地区の駒ヶ沢-岩ノ渡間の大川の左岸(39°44'54.94" N, 141°28'49.01" E)に幅5 mで露出するスレート劈開が発達した灰色塊状砂岩である(第1図のLoc. 5)。この地点は内野(2019)の大川試料採取地点から600 m西方に当たる。本地点周辺のルートマップを第2図に示した。本砂岩は中粒かつ石質で、岩片は泥質岩が多く、その他チャートや花崗岩質岩などが認められる。著しい変形を被っており、黒色シームを伴った圧力溶解劈開が発達するほか、それに沿ってセリサイトや白雲母が生じている(第3図a, b)。また、非対称変形構造や斜長石・石英粒子の両翼にプレッシャーシャドーが発達している(第3図b)。そして全体には細粒の方解石が生じている。

3.2 測定手法と結果

U-Pb年代測定に用いた機器は東京大学大学院理学研究科地殻化学実験施設の四重極型結合誘導プラズマ質量分析装置であり、フェムト秒レーザーシステムを搭載して



第3図 ジルコン年代測定を行った砂岩の薄片写真。(a, b)駒ヶ沢試料。(c, d)大川試料。(a)と(c)は直交ポーラー、(b)と(d)は単ポーラー。

BS: 黒色シーム, Cal: 方解石, Ms: 白雲母, Pl: 斜長石, Qz: 石英, Src: セリサイト。

Fig. 3 Photomicrographs of thin sections of sandstone samples for zircon dating. Komagasawa Sample for (a) and (b); Okawa Sample for (c) and (d). Cross-polarized lights for (a) and (c); open-polarized lights for (b) and (d).

BS: black seam, Cal: calcite, Ms: muscovite, Pl: plagioclase, Qz: quartz, Src: sericite.

いる(Yokoyama *et al.*, 2011; Sakata *et al.*, 2014)。レーザー照射に際しては、極力、包有物や割れ目を避け、また、ジルコン粒子の中心部を狙った。測定条件は第1表に示した。なお、測定前にジルコン表面の鉛汚染を避けるためにワンショット・クリーニングを施した。

年代測定結果の精度を評価するために、 610.0 ± 0.9 Maを示すGJ-1(Jackson *et al.*, 2004)、 337.1 ± 0.4 Maを示すPlešovice(Sláma *et al.*, 2008)及び 33.0 ± 0.1 Maを示すOD-3(岩野ほか, 2012; Iwano *et al.*, 2013; Lukács *et al.*, 2015)の2次標準試料も分析した(附表1)。測定したGJ-1, Plešovice 及びOD-3の ^{238}U - ^{206}Pb 年代(加重平均値)とそれぞれの文献値とのずれは4%以内に収まっており、再現性に問題が無いことを確認した。

測定した駒ヶ沢試料中のジルコンの同位体比、 ^{238}U - ^{206}Pb 年代及び ^{235}U - ^{207}Pb 年代を第2表に示す。年代の議論には、 ^{235}U - ^{207}Pb 年代よりも誤差の小さい ^{238}U - ^{206}Pb 年代を採用した。また、 ^{238}U - ^{206}Pb 年代及び ^{235}U - ^{207}Pb 年代が 2σ の誤差範囲で重複する場合をコンコダントとみなし

た。これら粒子のコンコディア図及び ^{238}U - ^{206}Pb 年代分布図(ヒストグラムと相対確率分布曲線)を第4図a-dに示す。図の作成に当たっては、マイクロソフト社の表計算ソフトExcel用のアドインモジュールであるIsoplot/Ex 4.15(Ludwig, 2012)を用いた。堆積年代の議論は基本的にはDickinson and Gehrels(2009)の $\text{YC}2\sigma$ 法に従い、誤差 2σ で重複する粒子集団(3粒子以上)のうち最も若い集団の加重平均値を堆積年代の下限値とみなす「最若クラスター年代」として求めた。ただし、最若クラスター年代(加重平均値)の誤差はIsoplot/Ex 4.15のプログラムで計算された「95% conf.」の値を採用した。

駒ヶ沢試料は、測定した63個のジルコンのうち58個がコンコダント年代を示す。9割以上が顕生代の年代であり、5個のみが2200-1800 Ma(先カンブリア時代の古原生代)である(第4図c)。顕生代のジルコンに注目すると、245 Maと185 Ma付近に明瞭なピークを持つバイモーダルな分布を示す(第4図d)。より古いものでは約450 Maと約320 Maのジルコンが1個ずつ認められる。最

第1表 試料を測定した四重極型結合誘導プラズマ質量分析装置の条件.

Table 1 Instrumentation using a quadrupole inductively coupled plasma mass spectrometry for the analysis.

Laser ablation	
Model	CARBIDE (Light Conversion)
Laser type	Femtosecond laser
Pulse duration	224 fs
Wave length	260 nm
Energy density	6.7 J/cm ²
Laser power	70 %
Spot size	10 μm
Repetition rate	100 Hz
Duration of laser ablation	10 s
Carrier gas (He)	0.75 L/min
ICP-MS	
Model	iCAP-TQ ICP-MS (Thermo Fisher Scientific)
ICP-MS type	Quadrupole
Forward power	1550 W
Make-up gas (Ar)	0.95 L/min
ThO ⁺ /Th (oxide ratio)	<1 %
Data acquisition protocol	Time-resolved analysis
Data acquisition	25 s (15 s gas blank, 10 s ablation)
Monitor isotopes	²⁹ Si, ²⁰² Hg, ²⁰⁴ Pb, ²⁰⁶ Pb, ²⁰⁷ Pb, ²⁰⁸ Pb, ²³² Th, ²³⁸ U
Dwell time	0.2 s for ²⁰⁶ Pb, ²⁰⁷ Pb; 0.1 s for others
Standards	
Primary standard	Nancy 91500 ^{*1}
Secondary standard	OD-3 ^{*2,3,4} , Plešovice ^{*5} , GJ-1 ^{*6}

*1: Wiedenbeck *et al.* (1995); *2: Iwano *et al.* (2012); *3: Iwano *et al.* (2013); *4: Lukács *et al.* (2015); *5: Sláma *et al.* (2008); *6: Jackson *et al.* (2004).

若ジルコンは 158.5 ± 6.1 Ma で、5 粒子から構成される最若クラスター年代は 164.8 ± 6.5 Ma (mean square weighted deviation: MSWD=2.9) である。

4. 砂岩試料の堆積年代

4.1 駒ヶ沢試料の堆積時期

駒ヶ沢試料の最若クラスター年代は 164.8 ± 6.5 で中期～後期ジュラ紀を示す。この年代は、本地点から北に約 10 km 離れた向井沢試料 (第1図の Loc. 4) の 170.8 ± 2.0 Ma (中期ジュラ紀) (内野, 2019) と誤差範囲内で重なる。向井沢試料と駒ヶ沢試料とを比較すると、どちらも顕生代ジルコンの割合が多く、またペルム紀末-三畳紀初頭と前期ジュラ紀中頃-中期ジュラ紀前半にピークを持つ年代分布パターンが類似する (第4図d, f)。先カンブリア時代のジルコンについても、向井沢試料の方がより古いジルコンを含むものの、共に古原生代 (2500-1600 Ma) のジルコンしか含まない点で類似する (第4図c, e)。

中期ジュラ紀の島弧・陸弧火成岩は日本列島でほとんど認められないが、韓半島では頻繁に認められ、当時の古アジア大陸東縁域では火成活動が活発であったと考えられている (例えば, Sagong *et al.*, 2005; Lee *et al.*, 2018)。

このことから、中期ジュラ紀砂岩中には後背地の火山弧で形成された同時代のジルコンが含まれる可能性が高く、ジルコンの最若クラスター年代と砂岩堆積年代に大きな乖離はないと考えられる。したがって、駒ヶ沢試料の砂岩の堆積年代は駒ヶ沢試料と同様に、中期ジュラ紀と判断される。

4.2 大川試料の年代検証

約 260 Ma (後期ペルム紀) の最若クラスター年代を示す大川試料 (第1図の Loc. 3; 第4図g) の年代と帰属について考察する。大川試料は駒ヶ沢試料と直線距離で約 600 m 離れている。両者の砂岩はともに岩片質で、変形が強く非対称構造やプレッシャーシャドウが認められ、また黒色シームに沿ってセリサイトや白雲母が発達する点で類似している (第3図)。露頭周辺の岩相も、葉理泥岩、含チャート葉理泥岩 (混在岩)、層状チャートと同様の組み合わせを示している。試料採取した露頭は、前者は混在岩中の砂岩レンズ、後者は露頭幅 5 m の塊状砂岩と産状は異なるものの、岩相的には両試料を別の付加体の構成要素と考える特段の理由は認められない。つまり、最若クラスター年代を含めたジルコン年代パターン以外の差異はない。そうすると、大川試料の解釈について、1) もともと中生代ジルコンの含有量が少なかったため内野 (2019) においてそのジルコンを検出できなかった、2) 中期ジュラ紀より前 (後期ペルム紀?) に形成された砂岩が、中期ジュラ紀付加体中に構造的に挟まれているあるいは堆積性の岩塊として取り込まれている、のどちらかと考えられる。しかし、これまでの野外調査データからは 2) についての直接的な証拠は得られていない。

内野 (2017b) は志摩半島の三波川帯宮川コンプレックスの砂質片岩 2 試料の変成白雲母 K-Ar 年代を測定し、 84.7 ± 1.8 Ma 及び 79.0 ± 1.7 Ma を得た。ところが、同試料の碎屑性ジルコンの U-Pb 年代 (最若クラスター年代) は 177.1 ± 1.6 Ma と 95.5 ± 2.5 Ma と乖離した値を示す (内野, 2017c)。これらの試料は周囲の岩相も類似し、同一地質体に属すると考えられるが、U-Pb 年代が大きく異なるということは、一方の試料からは若いジルコンを抽出できなかった可能性を示唆している。そのような例を参考にすれば、釜津田地区の大川試料と駒ヶ沢試料についても、本来は同じ堆積年代を示している可能性はある。したがって、現時点では、大川試料の砂岩は駒ヶ沢試料によって示された中期ジュラ紀の付加体の構成要素であると考えておく。

5. まとめ

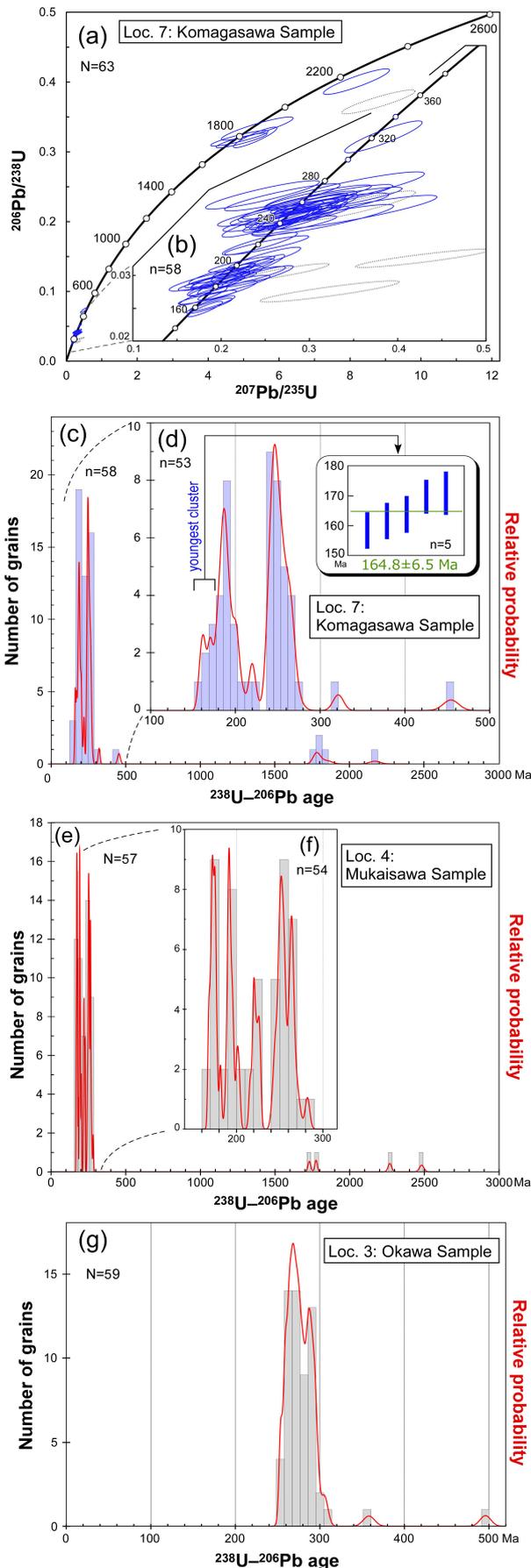
- ・ 北部北上帯南西縁部、岩手県岩泉町釜津田に産する付加体中の砂岩 (駒ヶ沢試料) から碎屑性ジルコン U-Pb 年代を測定した。その結果、 164.8 ± 6.5 Ma の最若クラスター年代が得られ、本砂岩は中期ジュラ紀に堆積した

第2表 四重極型結合誘導プラズマ質量分析装置による駒ヶ沢試料のジルコンU-Pb同位体データ。

Table 2 Zircon U-Pb isotopic data for Komagasawa Sample determined using a quadrupole inductively coupled plasma mass spectrometry.

No.	Isotopic ratios				Disequilibrium corrected U-Pb age (Ma)				Th U	Remarks		
	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	Error 2 σ	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	Error 2 σ	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	Error 2 σ	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	Error 2 σ			$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	Error 2 σ
1	0.0527 ± 0.0068		0.0346 ± 0.0012		0.2517 ± 0.0390		219.4 ± 7.4		227.8 ± 32.2		0.87	
2	0.0561 ± 0.0082		0.0419 ± 0.0016		0.3236 ± 0.0581		264.5 ± 9.9		284.6 ± 45.6		0.53	
3	0.0952 ± 0.0111		0.0326 ± 0.0011		0.4281 ± 0.0621		206.9 ± 7.1		361.7 ± 45.2		0.62	Dis.
4	0.0536 ± 0.0069		0.0420 ± 0.0014		0.3105 ± 0.0490		265.4 ± 8.9		274.5 ± 38.7		0.49	
5	0.0504 ± 0.0085		0.0387 ± 0.0016		0.2689 ± 0.0547		244.8 ± 10.1		241.7 ± 44.8		0.56	
6	0.0488 ± 0.0078		0.0291 ± 0.0011		0.1957 ± 0.0363		185.0 ± 7.2		181.4 ± 31.3		0.35	
7	0.0484 ± 0.0064		0.0294 ± 0.0010		0.1960 ± 0.0305		186.7 ± 6.3		181.6 ± 26.2		0.55	
8	0.0466 ± 0.0077		0.0419 ± 0.0017		0.2694 ± 0.0535		264.7 ± 10.5		242.1 ± 43.8		0.75	
9	0.0501 ± 0.0062		0.0267 ± 0.0009		0.1843 ± 0.0269		169.8 ± 5.5		171.7 ± 23.4		0.45	*
10	0.0546 ± 0.0062		0.0376 ± 0.0012		0.2832 ± 0.0392		238.2 ± 7.3		253.1 ± 31.5		0.62	
11	0.0850 ± 0.0140		0.0276 ± 0.0013		0.3231 ± 0.0646		175.3 ± 8.2		284.2 ± 50.8		0.76	Dis.
12	0.0645 ± 0.0083		0.0305 ± 0.0011		0.2711 ± 0.0420		193.7 ± 6.8		243.4 ± 34.1		0.59	Dis.
13	0.0513 ± 0.0076		0.0404 ± 0.0015		0.2862 ± 0.0510		255.7 ± 9.5		255.4 ± 41.1		0.95	
14	0.0511 ± 0.0059		0.0317 ± 0.0010		0.2233 ± 0.0307		201.2 ± 6.2		204.6 ± 25.8		0.57	
15	0.0579 ± 0.0087		0.0414 ± 0.0016		0.3305 ± 0.0611		261.8 ± 10.2		289.9 ± 47.7		0.60	
16	0.0543 ± 0.0109		0.0401 ± 0.0020		0.3002 ± 0.0736		253.6 ± 12.5		266.4 ± 59.2		0.73	
17	0.0472 ± 0.0076		0.0394 ± 0.0016		0.2561 ± 0.0493		249.2 ± 9.7		231.4 ± 40.6		0.57	
18	0.0424 ± 0.0076		0.0423 ± 0.0018		0.2469 ± 0.0528		267.0 ± 11.0		223.9 ± 43.9		0.35	
19	0.1109 ± 0.0104		0.3193 ± 0.0091		4.8831 ± 0.6641		1786.5 ± 44.9		1799.2 ± 121.8		0.56	
20	0.1133 ± 0.0103		0.3163 ± 0.0086		4.9417 ± 0.5890		1771.7 ± 42.5		1809.3 ± 106.2		0.62	
21	0.0547 ± 0.0064		0.0390 ± 0.0012		0.2939 ± 0.0418		246.4 ± 7.7		261.5 ± 33.4		0.41	
22	0.0531 ± 0.0057		0.0398 ± 0.0015		0.2910 ± 0.0362		251.4 ± 9.4		259.2 ± 28.9		0.15	
23	0.0641 ± 0.0115		0.0396 ± 0.0021		0.3503 ± 0.0771		250.5 ± 13.1		304.9 ± 59.7		0.61	
24	0.0496 ± 0.0063		0.0730 ± 0.0030		0.4993 ± 0.0806		454.4 ± 18.2		411.1 ± 56.1		0.47	
25	0.0526 ± 0.0058		0.0311 ± 0.0012		0.2252 ± 0.0286		197.3 ± 7.6		206.1 ± 24.0		0.35	
26	0.0513 ± 0.0083		0.0405 ± 0.0019		0.2867 ± 0.0551		256.2 ± 11.8		255.9 ± 44.4		0.84	
27	0.0595 ± 0.0103		0.0384 ± 0.0020		0.3151 ± 0.0657		243.0 ± 12.2		278.0 ± 52.1		0.75	
28	0.0536 ± 0.0053		0.0257 ± 0.0010		0.1901 ± 0.0211		163.9 ± 6.0		176.6 ± 18.1		0.46	*
29	0.0507 ± 0.0063		0.0348 ± 0.0014		0.2438 ± 0.0348		220.9 ± 8.8		221.4 ± 28.8		0.58	
30	0.0548 ± 0.0052		0.0387 ± 0.0014		0.2921 ± 0.0321		244.7 ± 8.8		260.1 ± 25.5		0.67	
31	0.0533 ± 0.0054		0.0254 ± 0.0009		0.1867 ± 0.0212		161.6 ± 6.0		173.7 ± 18.3		0.28	*
32	0.0535 ± 0.0084		0.0284 ± 0.0013		0.2096 ± 0.0375		180.7 ± 8.3		193.1 ± 32.0		0.64	
33	0.0478 ± 0.0095		0.0295 ± 0.0015		0.1946 ± 0.0438		187.6 ± 9.7		180.4 ± 38.0		0.60	
34	0.0522 ± 0.0048		0.0387 ± 0.0014		0.2784 ± 0.0294		244.6 ± 8.7		249.2 ± 23.7		0.76	
35	0.0534 ± 0.0056		0.0407 ± 0.0015		0.2992 ± 0.0363		257.0 ± 9.6		265.6 ± 28.8		1.60	
36	0.0489 ± 0.0058		0.0295 ± 0.0012		0.1988 ± 0.0268		187.5 ± 7.3		184.0 ± 22.9		0.70	
37	0.0548 ± 0.0085		0.0297 ± 0.0014		0.2243 ± 0.0398		188.7 ± 8.6		205.4 ± 33.6		0.61	
38	0.0506 ± 0.0058		0.0384 ± 0.0015		0.2680 ± 0.0355		243.2 ± 9.4		241.0 ± 28.9		0.73	
39	0.0483 ± 0.0065		0.0302 ± 0.0013		0.2015 ± 0.0310		192.1 ± 8.0		186.3 ± 26.5		0.46	
40	0.0485 ± 0.0055		0.0293 ± 0.0011		0.1964 ± 0.0253		186.5 ± 7.1		182.0 ± 21.7		0.83	
41	0.0534 ± 0.0067		0.0391 ± 0.0018		0.2876 ± 0.0450		247.2 ± 11.1		256.6 ± 36.1		0.50	
42	0.0480 ± 0.0064		0.0380 ± 0.0017		0.2512 ± 0.0411		240.3 ± 10.9		227.4 ± 33.9		0.71	
43	0.0530 ± 0.0037		0.0249 ± 0.0010		0.1817 ± 0.0163		158.5 ± 6.1		169.4 ± 14.1		0.32	*
44	0.0495 ± 0.0057		0.0284 ± 0.0012		0.1941 ± 0.0265		180.8 ± 7.8		180.0 ± 22.8		0.77	
45	0.0574 ± 0.0099		0.0429 ± 0.0023		0.3397 ± 0.0742		271.0 ± 14.5		296.8 ± 57.8		0.58	
46	0.1205 ± 0.0049		0.3206 ± 0.0121		5.3268 ± 0.5028		1792.9 ± 59.3		1873.0 ± 84.3		1.09	
47	0.0561 ± 0.0038		0.0317 ± 0.0012		0.2451 ± 0.0220		201.0 ± 7.7		222.5 ± 18.1		0.62	
48	0.1172 ± 0.0066		0.3332 ± 0.0136		5.3844 ± 0.8289		1854.0 ± 66.2		1882.2 ± 141.3		1.09	
49	0.0586 ± 0.0065		0.0299 ± 0.0013		0.2415 ± 0.0330		189.8 ± 8.3		219.5 ± 27.3		0.53	
50	0.0530 ± 0.0026		0.0388 ± 0.0014		0.2830 ± 0.0204		245.2 ± 9.0		252.9 ± 16.3		0.53	
51	0.0558 ± 0.0051		0.0403 ± 0.0017		0.3101 ± 0.0369		254.8 ± 10.4		274.1 ± 29.0		0.52	
52	0.0636 ± 0.0072		0.0406 ± 0.0018		0.3564 ± 0.0522		256.8 ± 11.4		309.4 ± 39.9		0.40	Dis.
53	0.0542 ± 0.0060		0.0277 ± 0.0012		0.2073 ± 0.0275		176.2 ± 7.6		191.1 ± 23.4		0.78	
54	0.0486 ± 0.0050		0.0269 ± 0.0011		0.1798 ± 0.0221		170.9 ± 7.1		167.8 ± 19.2		0.57	*
55	0.0524 ± 0.0070		0.0395 ± 0.0018		0.2856 ± 0.0474		250.0 ± 11.5		254.9 ± 38.2		0.68	
56	0.0510 ± 0.0038		0.0384 ± 0.0015		0.2702 ± 0.0262		242.9 ± 9.4		242.7 ± 21.2		0.41	
57	0.0508 ± 0.0038		0.0305 ± 0.0012		0.2136 ± 0.0205		193.6 ± 7.5		196.4 ± 17.3		0.44	
58	0.0500 ± 0.0038		0.0285 ± 0.0011		0.1967 ± 0.0191		181.4 ± 7.1		182.2 ± 16.4		0.84	
59	0.0522 ± 0.0053		0.0395 ± 0.0017		0.2847 ± 0.0367		250.0 ± 10.4		254.3 ± 29.5		0.56	
60	0.1482 ± 0.0056		0.4005 ± 0.0150		8.1837 ± 0.7641		2171.2 ± 69.6		2251.4 ± 88.5		0.53	
61	0.1718 ± 0.0066		0.3715 ± 0.0140		8.8025 ± 0.8473		2036.5 ± 66.2		2317.6 ± 92.1		0.31	Dis.
62	0.0545 ± 0.0037		0.0511 ± 0.0020		0.3838 ± 0.0359		321.4 ± 12.2		329.7 ± 26.7		0.31	
63	0.0553 ± 0.0062		0.0326 ± 0.0014		0.2485 ± 0.0342		206.6 ± 8.9		225.2 ± 28.2		0.91	

Asterisks indicate the data adopted as the youngest cluster. "Dis." indicates discordant data.



と考えられる。

- ・駒ヶ沢試料は、その10 km北に離れた地点で採取された向井沢試料と、最若クラスター年代や年代分布パターンが類似し、両者は同時代に堆積したと考えられる。
- ・駒ヶ沢試料近傍の約260 Maの最若クラスター年代を示す大川試料は、測定時に若いジルコンを検出できなかった可能性があり、砂岩の特徴や周辺の岩相類似性からも駒ヶ沢試料と同じ中期ジュラ紀付加体の構成要素と考えられる。

謝辞：株式会社京都フィッシュン・トラックの檀原 徹氏及び岩野英樹氏にはジルコンのU-Pb年代を測定いただいた。地質情報基盤センター地質標本館室地質試料調製グループの諸氏には薄片を作製いただいた。査読者の野田 篤博士(地質情報研究部門)には、原稿改善に当たり有益なご意見をいただいた。記して感謝の意を表す。

文 献

- Dickinson, W. R. and Gehrels, G. E. (2009) Use of U-Pb ages of detrital zircons to infer maximum depositional ages of strata: A test against a Colorado Plateau Mesozoic database. *Earth and Planetary Science Letters*, **288**, 115–125.
- 永広昌之・川村信人・川村寿郎(2005) II. 1.1 東北地方, 中生界, 概説および構造帯区分. 日本の地質増補版編集委員会編, 日本の地質増補版, 共立出版, 東京, 49–50.

第4図 (a, b) 駒ヶ沢試料(第1図のLoc. 5)のジルコン年代値のコンコードディア図。灰色点線楕円はディスコードデータを示す。(c, d) 駒ヶ沢試料におけるコンコードデータ histograms 及び相対確率分布曲線。横軸は ^{238}U - ^{206}Pb 年代。青太線は最若粒子集団を構成するジルコンにおける 2σ の誤差を含んだ年代を示し、緑線はその加重平均年代値を示す。(e, f) 向井沢試料(第1図のLoc. 4)におけるコンコードデータ histograms 及び相対確率分布曲線。(g) 大川試料(第1図のLoc. 3)におけるコンコードデータ histograms 及び相対確率分布曲線。(e, f) 及び (g) は内野 (2019) から転載。

Fig. 4 (a, b) Concordia diagram of zircon ages from the sandstone of the Komagasawa Sample (Loc. 5 in Fig. 1). A gray ellipse in the concordia diagram is discordant data. (c, d) Probability density plot and histogram of the concordant data of the Komagasawa Sample. Horizontal axis indicates a ^{238}U - ^{206}Pb age. A blue bar indicates the zircon ages with a 2σ error composing the youngest cluster. A green line indicates a weighted mean age of the zircon ages. (e, f) Probability density plot and histogram of the concordant data of the Mukaizawa Sample (Loc. 4 in Fig. 1). (g) Probability density plot and histogram of the concordant data of the Okawa Sample (Loc. 3 in Fig. 1). (e, f) and (g) are after Uchino (2019).

- 永広昌之・山北 聡・高橋 聡・鈴木紀毅(2008)安家一久慈地域の北部北上帯ジュラ紀付加体. 地質学雑誌, **114**補遺, 121–139.
- 岩野英樹・折橋裕二・檀原 徹・平田岳史・小笠原正継(2012)同一ジルコン結晶を用いたフィッシュン・トラックとU-Pbダブル年代測定法の評価ー島根県川本花崗閃緑岩中の均質ジルコンを用いてー. 地質学雑誌, **118**, 365–375.
- Iwano, H., Orihashi, Y., Hirata, T., Ogasawara, M., Danhara, T., Horie, K., Hasebe, N., Sueoka, S., Tamura, A., Hayasaka, Y., Katsube, A., Ito, H., Tani, K., Kimura, J., Chang, Q., Kouchi, Y., Haruta, Y. and Yamamoto, K. (2013) An inter-laboratory evaluation of OD-3 zircon for use as a secondary U-Pb dating standard. *Island Arc*, **22**, 382–394.
- Jackson, S. E., Pearson, N. J., Griffin, W. L. and Belousova, E. A. (2004) The application of laser ablation-inductively coupled plasma-mass spectrometry to in situ U-Pb zircon geochronology. *Chemical Geology*, **211**, 47–69.
- Lee, T.-H., Park, K.-H. and Yi, K. (2018) SHRIMP U-Pb ages of detrital zircons from the Early Cretaceous Nakdong Formation, south east Korea: Timing of initiation of the Gyeongsang Basin and its provenance. *Island Arc*, **27**, e12258. doi:10.1111/iar.12258.
- Ludwig, K. R. (2012) Isoplot 3.70: Geochronological Toolkit for Microsoft Excel. *Berkeley Geochronology Center Special Publication*, **5**, 75p.
- Lukács, R., Harangi, S., Bachmann, O., Guillong, M., Danišik, M., Buret, Y., von Quadt, A., Dunkl, I., Fodor, L., Sliwinski J., Soós, I. and Szepesi, J. (2015) Zircon geochronology and geochemistry to constrain the youngest eruption events and magma evolution of the Mid-Miocene ignimbrite flare-up in the Pannonian Basin, eastern central Europe. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **170**, 1–26.
- Nakae, S. and Kurihara, T. (2011) Direct age determination for an Upper Permian accretionary complex (Kirinai Formation), Kitakami Mountains, Northeast Japan. *Palaeoworld*, **20**, 146–157.
- Sagong, H., Kwon, S.-T. and Ree, J.-H. (2005) Mesozoic episodic magmatism in South Korea and its tectonic implication. *Tectonics*, **24**, TC5002. doi:10.1029/2004TC001720.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター (2019) 20万分の1日本シームレス地質図V2. <https://gbank.gsj.jp/seamless/> (閲覧日: 2020年4月1日) .
- Sakata, S., Hattori, K., Iwano, H., Yokoyama, T. D., Danhara, T. and Hirata, T. (2014) Determination of U-Pb ages for young zircons using laser ablation-ICP-mass spectrometry coupled with an ion detection attenuator device. *Geostandards and Geoanalytical Research*, **38**, 409–420.
- Sláma, J., Košler, J., Condon, J. D., Crowley, J. L., Gerdes, A., Hanchar, J. M., Horstwood, M. S. A., Morris, G. A., Nasdala, L., Norberg, N., Schaltegger, U., Schoene, B., Tubrett, M. N. and Whitehouse, M. J. (2008) Plešovice zircon —A new natural reference material for U-Pb and Hf isotopic microanalysis. *Chemical Geology*, **249**, 1–35.
- Suzuki, N. and Ogane, K. (2004) Paleooceanographic affinities of radiolarian faunas in late Aalenian time (Middle Jurassic) recorded in the Jurassic accretionary complex of Japan. *Journal of Asian Earth Sciences*, **23**, 343–357.
- Suzuki, N., Ehiro, M., Yoshihara, K., Kimura, Y., Kawashima, G., Yoshimoto, H. and Nogi, T. (2007) Geology of the Kuzumaki-Kamaishi Subbelt of the North Kitakami Belt (a Jurassic accretionary complex), Northeast Japan: Case study of the Kawai-Yamada area, eastern Iwate Prefecture. *Bulletin of the Tohoku University Museum*, no. 6, 103–174.
- 内野隆之(2017a) 北部北上帯門馬コンプレックスの凝灰質泥岩から得られた後期三畳紀のジルコンU-Pb年代. 地質学雑誌, **123**, 977–982.
- 内野隆之(2017b) 第8章 宮川コンプレックス(三波川結晶片岩). 鳥羽地域の地質, 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 産総研地質調査総合センター, 103–109.
- 内野隆之(2017c) 5万分の1地質図幅「鳥羽」地域における秩父累帯北帯の砂岩及び三波川帯の砂質片岩から得られた碎屑性ジルコンU-Pb年代. 地質調査研究報告, **68**, 41–56.
- 内野隆之(2019) 岩手県外山地域の北部北上帯に分布するジュラ紀付加体中砂岩の碎屑性ジルコンU-Pb年代. 地質調査研究報告, **70**, 357–372.
- Uchino, T. and Suzuki, N. (2020) Late Jurassic radiolarians from mudstone near U-Pb-dated sandstone of the North Kitakami Belt in the northeastern Shimokita Peninsula, Tohoku, Japan. *Bulletin of the Geological Survey of Japan*, **71**, 313–330.
- 内野隆之・川村信人・川村寿郎(2008) 北上山地前期石炭紀付加体「根田茂帯」の構成岩相と根田茂帯・南部北上帯境界. 地質学雑誌, **114**補遺, 141–157.
- 植田勇人・盛 美和子・佐藤和泉(2009) 青森県弘前市南方の付加体泥岩から産出した前期ジュラ紀放射虫化石. 地質学雑誌, **115**, 610–613.
- Wiedenbeck, M., Allé, P., Corfu, F., Griffin, W. L., Meier, M., Oberli, F., von Quadt, A., Roddick, J. C. and Spiegel, W. (1995) Three natural zircon standards for U-Th-Pb, Lu-Hf, trace element and REE analyses. *Geostandards and Geoanalytical Research*, **19**, 1–23.
- Yokoyama, T. D., Suzuki, T., Kon, Y. and Hirata, T. (2011) Determinations of rare earth element abundance and U-Pb age of zircons using multispot laser ablation-

inductively coupled plasma mass spectrometry. *Analytical Chemistry*, **83**, 8892–8899.

ラ紀放射虫の発見とその意義. *地質学雑誌*, **108**, 536–539.

吉田鎮男(1981) チャートラミナイト：岩石学的記載と本邦地向斜における産状. *地質学雑誌*, **87**, 131–141.

吉原 賢・鈴木紀毅・永広昌之(2002) 北部北上山地，葛巻–釜石帯のマンガンノジュールから中期ジュ

(受 付：2020年5月21日； 受 理：2020年7月17日)
(早期公開：2021年1月22日)

付表1 四重極型結合誘導プラズマ質量分析装置による2次標準試料のU–Pb同位体データ. WMA：加重平均年代.

Table A1 U–Pb isotopic data from secondary zircon standards using a quadrupole inductively coupled plasma mass spectrometry. WMA: weighted mean age.

No.	Isotopic ratios				Disequilibrium corrected U–Pb age (Ma)				Th U	
	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	Error 2 σ	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	Error 2 σ	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	Error 2 σ	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	Error 2 σ		
GJ-1 (610.0±0.9 Ma)										
GJ1 5-1	0.0604 ± 0.0062		0.0965 ± 0.0028		0.8032 ± 0.1067		594.1 ± 16.8		598.5 ± 62.0	0.05
GJ1 5-2	0.0587 ± 0.0036		0.0970 ± 0.0037		0.7856 ± 0.0762		596.7 ± 22.1		588.5 ± 44.3	0.05
							WMA: 595.1 ± 13.4			
Plešovice (337.1±0.4 Ma)										
PSV 5-1	0.0522 ± 0.0055		0.0530 ± 0.0016		0.3815 ± 0.0491		332.9 ± 9.5		328.0 ± 36.7	0.09
PSV 5-2	0.0564 ± 0.0035		0.0522 ± 0.0020		0.4060 ± 0.0355		328.0 ± 12.3		345.9 ± 26.0	0.09
							WMA: 331.0 ± 7.5			
OD-3 (33.0±0.1 Ma)										
OD3 5-1	0.0455 ± 0.0092		0.0051 ± 0.0002		0.0320 ± 0.0068		32.9 ± 1.5		31.9 ± 6.7	1.16
OD3 5-2	0.0452 ± 0.0092		0.0048 ± 0.0003		0.0296 ± 0.0062		30.7 ± 1.7		29.5 ± 6.1	1.05
							WMA: 31.9 ± 1.1			

北部北上帯南西縁部, ジュラ紀付加体中玄武岩の地球化学的特徴と起源

内野 隆之^{1,*}

UCHINO Takayuki (2021) Geochemical features and origin of basalt within the Jurassic accretionary complex in the southwestern margin of the North Kitakami Belt, Northeast Japan. *Bulletin of the Geological Survey of Japan*, vol. 72 (2), p. 109–118, 4 figs, 1 table, 2 appendices.

Abstract: Basalt within an accretionary complex is generally considered to be part of fragments scraped from a subducting oceanic plate. Regarding the basalt within the North Kitakami Belt in Northeast Japan, although it is also thought to be of oceanic islands, there have been few geochemical studies of the basalt. In this report, whole-rock geochemical analyses were preliminarily conducted on six basalt samples from the Early–Middle Jurassic accretionary complexes in the southwestern margin of the North Kitakami Belt to determine their origins. As a result, four samples showed a geochemical signature consistent with MORB, whereas two samples were alkaline oceanic island basalt, according to geochemical discrimination diagrams and trace-element spider-diagrams. Notably, a certain amount of basalt indicating the MORB signature is recognized within the North Kitakami Belt.

Keywords: basalt, whole-rock analysis, Jurassic, accretionary complex, MORB, oceanic island, North Kitakami Belt, Northeast Japan

要 旨

付加体中の玄武岩は沈み込む海洋地殻断片の一部であると一般に考えられている。北上山地の北部北上帯ジュラ紀付加体中の玄武岩も、主に海洋島起源と考えられているが、その研究は少ない。本研究では北部北上帯南西縁部に分布する前期～中期ジュラ紀付加体中の玄武岩6試料の全岩化学組成を分析し、その起源を推定した。地球化学判別図や微量元素のスパイダー図から、4試料が中央海嶺玄武岩(MORB)の特徴を、2試料が海洋島アルカリ玄武岩の特徴を示す。つまり、北部北上帯南西縁部には海洋島型のみならず、MORB型の玄武岩が一定量存在することが明らかになった。

1. はじめに

奥羽山脈おううの東方に位置する北上山地は、主に南半部の南部北上帯と北半部の北部北上帯によって占められている。南部北上帯は中生代の島弧陸棚層からなる一方、北部北上帯は主にジュラ紀付加体からなる。ジュラ紀付加体は秩父帯、美濃帯、丹波帯、足尾帯あしむ、渡島帯などに分布するが、その中でも北部北上帯には最も広範囲にかつまとまって分布する。北部北上帯のジュラ紀付加体は、上記地帯の付加体と同様に、陸源性砕屑岩のほか、チャー

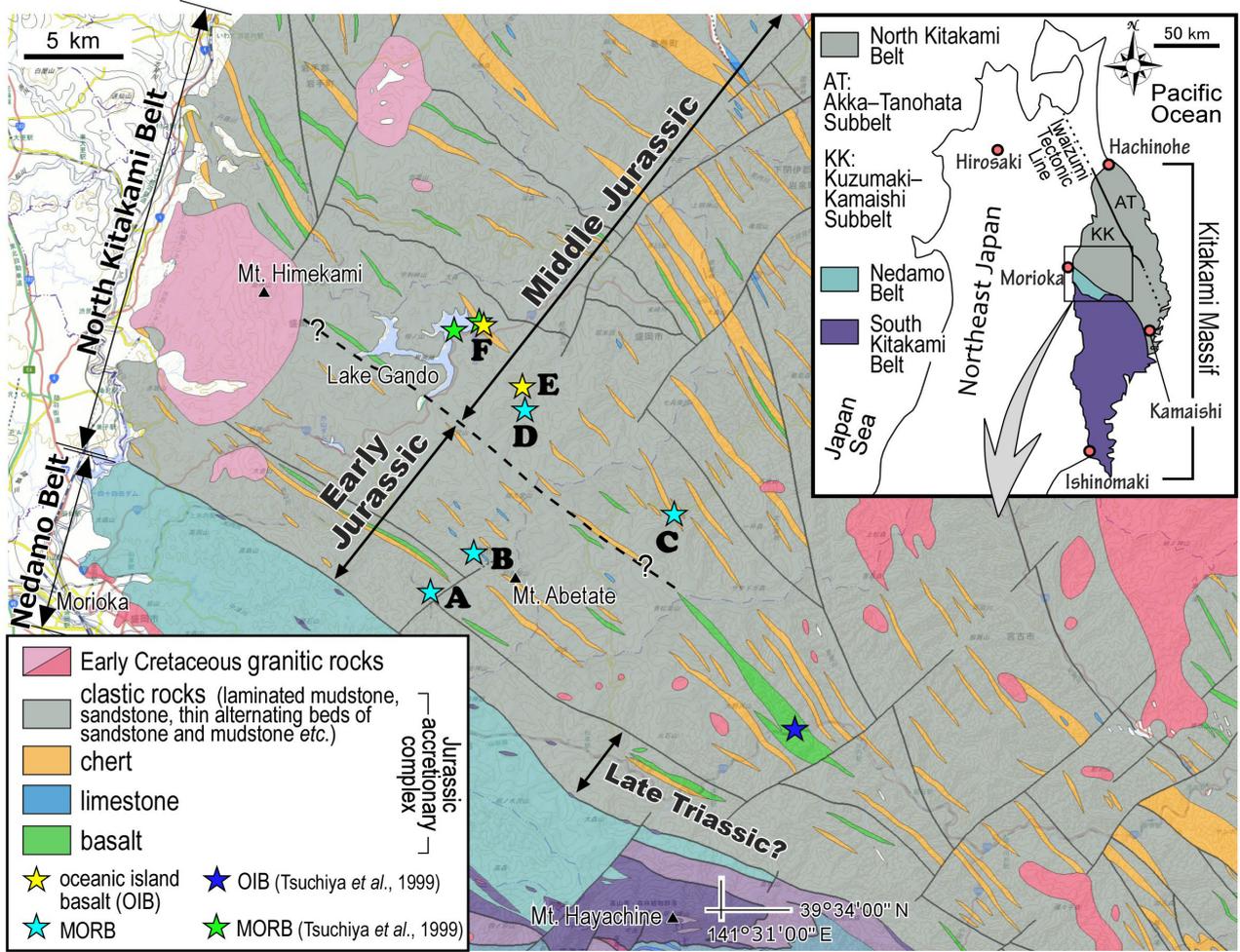
ト・石灰岩・苦鉄質岩を含んでおり、そしてこの苦鉄質岩は海洋島玄武岩(OIB)や中央海嶺玄武岩(MORB)などの海洋地殻断片であると考えられている(例えば、Isozaki *et al.*, 1990)。しかし、北部北上帯の付加体における苦鉄質岩の性状については極めて報告が少なく、古くはKawabe *et al.* (1979)によって海洋性玄武岩の特徴が示唆されたことがあるが、微量元素組成まで含めた地球化学的見地から議論されたものは土谷ほか(1999)や三浦・石渡(2001)などに限られる。本研究では、北部北上帯南西縁部の付加体中玄武岩の性状を把握するために、予察的に6試料について全岩化学組成を分析したのでここに報告する。

2. 北部北上帯南西縁部の付加体

北上山地の北部北上帯は、北北西–南南東方向の岩泉構造線を境に、南西側の葛巻–釜石垂帯くずまきと北東側の安家–田野畑垂帯あつかに区分されている(永広ほか, 2005; 第1図)。付加体の苦鉄質岩は、後者地帯には比較的大規模岩体として産することがあるが(例えば、杉本, 1979)、前者地帯には小規模なものしか産しない。土谷ほか(1999)は葛巻–釜石垂帯の5地区(一戸, 葛巻, 岩洞, 達曾部口, 釜石)と安家–田野畑垂帯の2地区(沢山川, 白人)の苦鉄質岩の分析を行い、前者地帯南西縁部に位置する岩洞地区

¹ 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Research Institute of Geology and Geoinformation)

* Corresponding author: UCHINO, T., Central 7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan. Email: t-uchino@aist.go.jp



第1図 玄武岩試料地点を示した北部北上帯南西縁部の地質図。地質図は産総研地質調査総合センター（2019）の20万分の1日本シームレス地質図V2を引用した。新生代の地質体は表現されていない。また、根田茂帯の凡例は省略してある。

Fig. 1 Geological map of the southwestern margin of the North Kitakami Belt, showing sampling locations of basalt. Geological map was referred from the Seamless Digital Geological Map of Japan (1:200,000) V2 of the Geological Survey of Japan, AIST (2019). Cenozoic geologic bodies are not painted, and legends of the Nedamo Belt are omitted.

の試料がMORBの特徴を示すことを除き、ほかすべての試料が海洋島アルカリ玄武岩(OIA)を示すことを報告した。三浦・石渡(2001)は安家-田野畑垂帯の八戸付近(北上山地最北端)に産する苦鉄質岩(島守層)を分析し、一部OIAを示すものの大半が海洋島ソレライト(OIT)を示すことを報告した。Suzuki *et al.* (2007)は葛巻-釜石垂帯南部(宮古市西部-大槌町)の苦鉄質岩を分析し、そのほとんどが海洋島(OIB)起源であることを示した。また、永広ほか(2010)は同垂帯の一戸南方に産する苦鉄質岩を予察的に分析し、OIAを示すことを報告した。以上のように、知られる限り北部北上帯の苦鉄質岩はほとんどがOIB起源である。

葛巻-釜石垂帯に属する北部北上帯南西縁部の付加体は、葉理泥岩、砂岩、砂岩泥岩互層及びチャートを主体とし、少量の玄武岩と極めて僅かの石灰岩を伴う(第1

図)。特に葉理泥岩は、炭質物や粘土鉱物の発達する暗灰色の泥質層と、それらが少なく微細な石英を主体とする灰白色の珪質層がミリオーダーで互層するもので、泥質層優勢の場合から珪質層優勢の場合までである。チャートは通常単層厚が数cmの成層構造を示すが、こちらもしばしばミリオーダーで泥質層と互層することがあり、吉田(1981)は上記の葉理泥岩も含め“チャートラミナイト”と呼称した。葉理泥岩は葛巻-釜石垂帯の付加体の特徴付ける岩石であり、本岩中にはしばしばチャートや砂岩が、またまれに玄武岩が、数mm~数10cmのシート状あるいはレンズ状岩塊として挟み混在岩となっている。付加体は全体に剪断変形を受けており、特に葉理泥岩には非対称変形構造などが顕著に認められる。地層は、全体的に北西-南東の走向で、大局的には南西に中~高角度で傾斜している。ただし、層面に平行な軸面を持

つ、半波長100～200 mで翼間隔の閉じた小規模のシンフォーム・アンチフォームが本地域南西縁部を中心に局所的に発達する。

同帯南西縁部の付加体については、陸源性碎屑岩からの化石報告がなく付加体の年代は不明であったが、内野(2019, 2021)によって砂岩の碎屑性ジルコンU-Pb年代が測定され、従来から知られていた中期ジュラ紀だけでなく、最南西縁部に前期ジュラ紀の付加体が分布していることが示された。ただし、両者の岩相の差異は明瞭ではなく、第1図で示した境界断層の位置は5 km以下の誤差を含んでおり、またその東西延長部については良く分かっていない。

3. 玄武岩の全岩化学分析

3.1 採取試料

採取された玄武岩は6試料(A-F)で、A, Bの2試料が前期ジュラ紀付加体分布域の、C-Fの4試料が中期ジュラ紀付加体分布域のものである(第1図)。詳しい試料採取地点は付図1に示した。

Aは中津川最上流部右岸側の林道沿い(本田沢との出合より北に1 km地点: 39° 42' 28.99" N, 141° 20' 44.41" E)に産する厚さ約50 mの暗赤紫色の塊状玄武岩である。周辺には葉理泥岩が産する。玄武岩は、無斑晶質で、針状の斜長石の間を細粒の赤鉄鉱・単斜輝石・チタン石・アルバイト・緑れん石・隠微晶質な鉱物が充填し、インターグラニューラー組織を示している(第2図a)。また、石英、緑泥石、緑れん石、白雲母、方解石からなる細脈が発達する。

Bは甲子又沢支流の河床(阿部館山より北西に2.5 km地点: 39° 43' 30.45" N, 141° 22' 45.42" E)に産する厚さ約30 mの緑色の玄武岩であり、弱い剪断変形を被っている。周辺には層状チャートが産する。玄武岩には、もとはかんらん石と推測される長柱状～六角形状の仮像が認められ、現在は緑泥石と細粒な緑れん石や赤鉄鉱によって置換されている(第2図b)。石基は、チタン普通輝石、斜長石、リューコキシン、赤鉄鉱などからなり、二次鉱物として細粒の緑れん石やパンペリー石も産している。また緑泥石と緑れん石からなる細脈もしばしば認められる。

Cは岩泉町釜津田地区岩ノ渡に流れる大川の河床(39° 44' 34.18" N, 141° 29' 21.05" E)に産する厚さ約30 mの緑色の玄武岩である。構造的下位にはチャート・玄武岩火山碎屑岩を含む葉理泥岩が、上位には層状チャートが産する。玄武岩は強い剪断変形を被っており、微細なリューコキシン、緑泥石、アルバイトからなる黒色シームが発達する。もとはかんらん石と推測される四角形～六角形の斑晶が頻りに認められ、現在は、緑泥石と細粒の緑れん石、チタン石、方解石に置換されている(第2図c)。石基は針状の斜長石、細粒の単斜輝石、リューコ

キシン、その他隠微晶質な鉱物からなり、二次鉱物として細粒の緑れん石、緑泥石、アクチノ閃石が発達している。また、石英、方解石、緑泥石、黒雲母、パンペリー石からなる細脈が認められる。

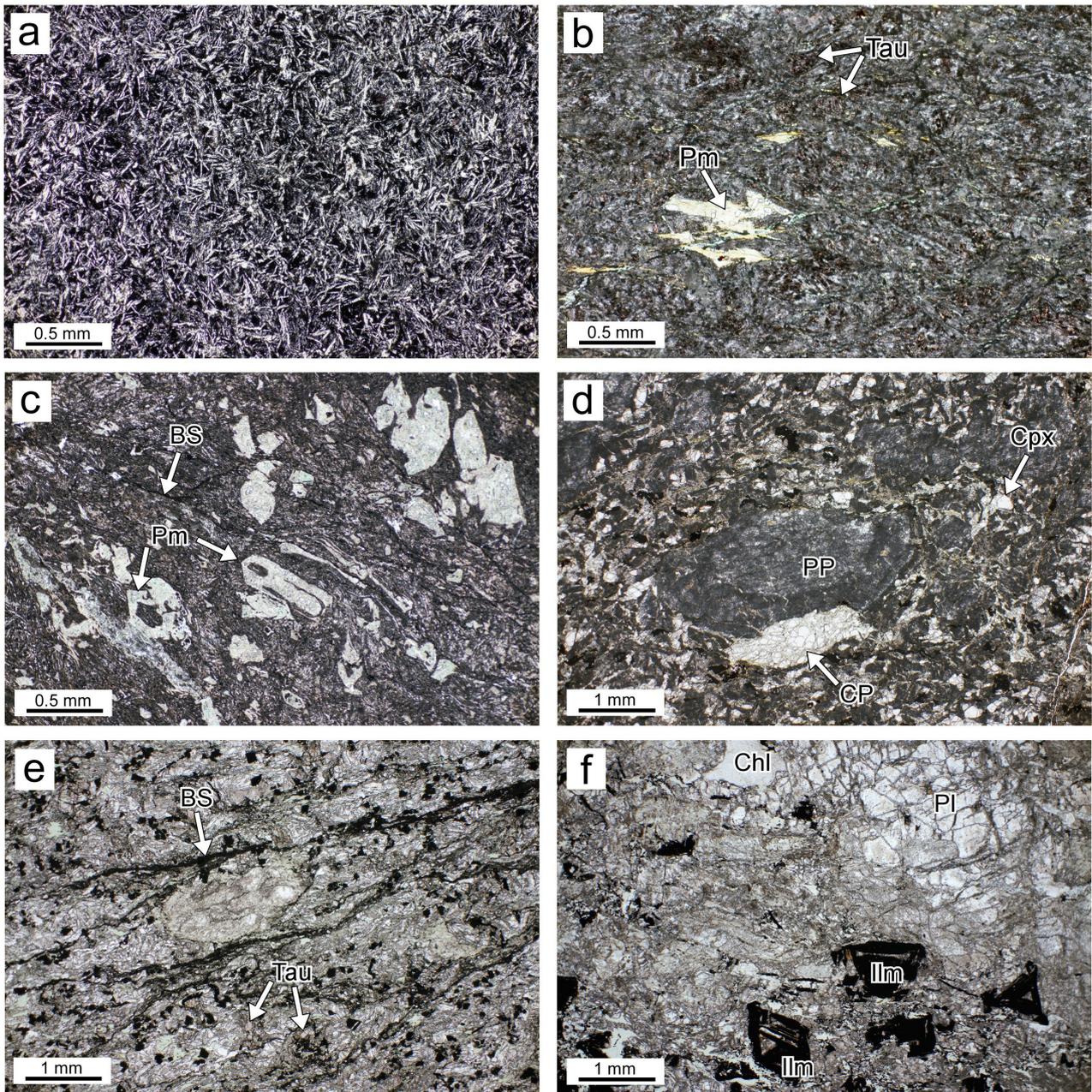
Dは軽松沢川中上流の河床(大間ヶ沢との出合より200 m上流地点: 39° 47' 22.82" N, 141° 24' 07.02" E)に産する厚さ約30 mに及ぶ緑色のやや粗い玄武岩である。周辺には層状チャートが産する。玄武岩は斜長石及び単斜輝石の斑晶を含み、石基は完晶質で斜長石、単斜輝石、チタン石のほか細粒の赤鉄鉱が認められる(第2図d)。斜長石はソーシュライト化しており、緑泥石、セリサイト、アルバイト、アクチノ閃石、パンペリー石に置換されている。また、緑泥石、セリサイトからなる細脈もしばしば認められる。

Eは軽松沢川支流の庄ヶ久保沢の河床(軽松沢川との出合より800 m上流地点: 39° 48' 01.62" N, 141° 24' 00.11" E)に産する厚さ約160 mに及ぶ淡緑色のやや粗い塊状玄武岩でありDの層準の構造的下位にあたる。周辺には泥岩珪質岩互層が認められる。玄武岩は剪断変形を被っており、微細なリューコキシンからなる黒色シームが発達する。やや粗いチタン普通輝石、斜長石、ケルースト閃石、チタン鉄鉱からなる(第2図e)。チタン鉄鉱の一部はチタン石に、またソーシュライト化した斜長石は細粒の白雲母、緑泥石、チタン石、アルバイトに置換されている。少量ではあるが、細粒のスティルプノメレンや赤鉄鉱が産しているほか、チタン普通輝石及びケルースト閃石のリムに青緑色の微細なアルカリ角閃石が産している。また、緑泥石からなるプール、及び細粒の白雲母とアルバイトからなるプールも認められる。

Fは岩洞ダム下、丹藤川左岸の大規模な崖露頭(Mori *et al.*, 1992のStop 1 (同Fig. 4b): 39° 49' 41.11" N, 141° 22' 40.93" E)に産する葉理泥岩に挟まれる厚さ4 mの緑灰色の粗い玄武岩である。土谷ほか(1999)で分析された“岩洞試料”採取地点(Mori *et al.*, 1992のFig. 4a)の約150 m北にあたる。周辺には層状チャートや砂岩泥岩互層が産する。玄武岩は剪断変形を被っており、微細なリューコキシン、緑泥石、方解石からなる黒色シームが発達する。完晶質で、斜長石とチタン鉄鉱からなる(第2図f)。チタン鉄鉱の一部はチタン石に、ソーシュライト化した斜長石はアルバイト、方解石、白雲母、緑泥石に置換されている。また、しばしば緑泥石プールが認められるほか、全体的に細粒の方解石が発達している。

3.2 測定手法と結果

分析はカナダのActivation Laboratories (Actlabs)社に依頼した。主要元素及び微量元素は、誘導結合プラズマ発光分光分析装置(ICP-OES)、誘導結合プラズマ質量分析装置(ICP-MS)でそれぞれ測定を行った。分析に際しては、試料を粉碎し、粉末は四ホウ酸リチウムとともに



第2図 分析された玄武岩試料の薄片写真。(a) A試料, 中津川上流の林道。(b) B試料, 中津川支流の甲子又沢。(c) C試料, 釜津田地区の大川。(d) D試料, 軽松沢川中流部。(e) E試料, 軽松沢川支流の庄ヶ久保沢。(f) F試料, 岩洞ダム下の大規模崖。

BS: 黒色シーム, Chl: 緑泥石, Cpx: 単斜輝石, CP: 単斜輝石斑晶, Ilm: チタン鉄鉱, Pl: 斜長石, Pm: 斑晶仮像, PP: 斜長石斑晶, Tau: チタン普通輝石。全薄片が単ポーラー。

Fig. 2 Photomicrographs of thin sections of the analyzed basalt (plane-polarized light). (a) Sample A from forest road along upper stream of Nakatsu River. (b) Sample B from Kinemata Stream, branch stream of Nakatsu River. (c) Sample C from Okawa River in Kamatsuda hamlet. (d) Sample D from middle stream of Karumatsuzawa River. (e) Sample E from Shogakubo Stream, branch stream of Karumatsuzawa River. (f) Sample F from large cliff below the Gando Dam.

BS: black seam, Chl: chlorite, Cpx: clinopyroxene, CP: clinopyroxene phenocryst, Ilm: ilmenite, Pl: plagioclase, Pm: phenocryst pseudomorph, PP: plagioclase phenocryst, Tau: titan augite. All samples are under the open polarized light.

第1表 北部北上帯南縁部付加体中玄武岩の全岩化学組成値.

Table 1 Whole-rock major- and trace-element geochemical data for basalt in the southwestern margin of the North Kitakami Belt. Major- and trace-element units are wt.% and ppm, respectively. FeO*: total Fe as FeO, L.O.I.: loss-on-ignition.

Sample No.	A	B	C	D	E	F
Rock type	MORB	MORB	MORB	MORB	OIB	OIB
(wt.%)						
SiO ₂	51.10	46.19	42.92	47.47	46.57	47.03
TiO ₂	1.31	1.99	1.35	1.44	2.78	1.98
Al ₂ O ₃	18.12	17.18	18.38	16.39	16.28	18.02
Fe ₂ O ₃	14.22	12.05	11.23	10.48	12.64	9.88
MnO	0.11	0.18	0.18	0.17	0.21	0.18
MgO	1.83	5.06	4.53	6.93	6.23	6.22
CaO	2.91	9.03	14.02	9.28	4.74	4.80
Na ₂ O	6.35	2.57	2.47	3.72	3.77	4.43
K ₂ O	1.28	2.82	0.16	0.25	2.38	1.68
P ₂ O ₅	0.17	0.14	0.11	0.14	0.60	0.50
Total	97.39	97.22	95.35	96.27	96.20	94.72
L.O.I	1.84	3.03	5.16	4.06	3.76	5.82
FeO*	12.80	10.84	10.10	9.43	11.37	8.89
FeO*/MgO	6.99	2.14	2.23	1.36	1.83	1.43
Na ₂ O/K ₂ O	4.96	0.91	15.44	14.88	1.58	2.64
(ppm)						
Sc	42	45	48	36	15	15
V	191	323	351	249	179	173
Cr	250	350	680	220	<20	<20
Co	46	47	38	35	22	26
Ni	70	110	210	70	<20	<20
Cu	30	40	30	70	20	30
Rb	20	46	3	3	33	51
Zn	200	180	110	110	140	100
Sr	145	153	190	35	340	216
Y	30	36	32	24	35	25
Zr	72	114	81	93	265	183
Nb	2.6	2.6	<0.2	6.3	64.9	48.3
Ba	64	190	140	40	325	290
Pb	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Th	0.3	0.2	<0.05	0.5	5.5	4.2
Ga	11	21	21	14	23	18
Hf	1.8	3.0	2.1	2.1	5.9	4.3
Ta	0.2	0.2	0.0	0.4	4.0	3.0
U	0.2	0.1	0.2	0.2	1.5	1.1
La	3.7	5.1	2.6	6.0	51.4	30.7
Ce	6.9	11.1	8.4	14.7	101.0	65.4
Pr	1.4	2.2	1.6	2.2	11.5	8.0
Nd	6.7	12.9	9.5	10.4	45.3	31.3
Sm	2.6	4.6	3.2	3.2	9.7	6.8
Eu	1.0	1.7	1.3	1.2	3.1	2.0
Gd	3.7	6.0	4.7	4.2	8.6	5.8
Tb	0.7	1.1	0.9	0.7	1.3	0.9
Dy	5.0	6.7	5.6	4.5	7.0	5.2
Ho	1.1	1.4	1.2	0.9	1.4	1.0
Er	3.1	3.9	3.6	2.5	3.6	2.7
Tm	0.5	0.6	0.5	0.4	0.5	0.4
Yb	2.9	3.6	3.6	2.4	3.1	2.4
Lu	0.4	0.5	0.6	0.4	0.5	0.4

FeO* and MgO of FeO*/MgO, and Na₂O and K₂O of Na₂O/K₂O are the vaules normalized to anhydrous 100 % in total.

溶解させた後、測定に供した。灼熱減量(L. O. I)については、試料2 gを1,000 °Cで2時間加熱した後に測定した。なお、詳しい分析条件等についてはActlabs社のウェブサイト (<http://www.actlabs.com/>) で参照できる。また、標準試料の分析値を付表1に示した。

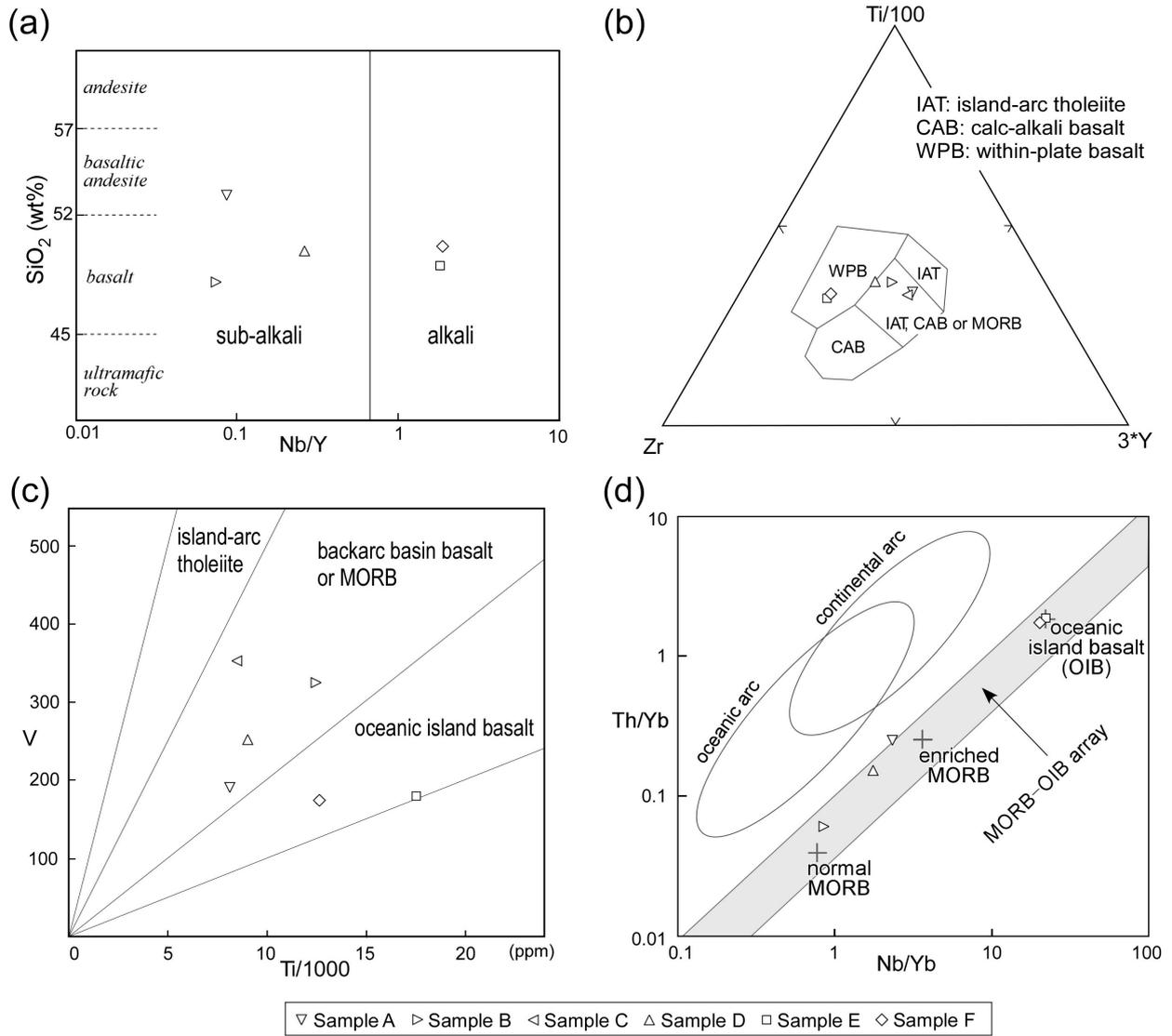
分析結果を第1表に示す。SiO₂含有量は43 ~ 51 wt.%であり、変質による多少の元素移動があることを考慮すると、概ね玄武岩組成を示すといえる(第3図a)。灼熱減量は1.8-5.8 wt.%である。C, Dの試料はK₂O/Na₂O比が15程度と他の試料に比べて高く、アルカリ元素のある程度の移動が示唆される。特にCのやや低いSiO₂含有量や他よりも高いCaO含有量は、剪断変形時の流体移動が影響していると考えられる。AはFeO*/MgOが7と高いが、これは赤紫色の原因でもある赤鉄鉱が大量に産していることによる。また、AのSiO₂やNa₂Oの含有量が他よりも高い理由も元素移動による可能性がある。微量元素に着目すると、A-Dの試料とE, Fの試料との間に大きな差異が認められる。例えば、A-Dの試料はSc・V・Cr・NiがE, Fの試料より高い値を示すが、Zr・Nb・Ba・Th・Hf・Ta・U・La・Ce・Pr・Nd・Sm・Euに関してはE, Fの試料より低い値を示す。

4. 玄武岩の起源

付加体中の玄武岩のように、少なからず変質・変成を被っている岩石の形成場を判定するには、二次的作用によって移動しにくいTi・P・Zr・Y・Nbなどのようなイオン価の高い不適合元素(HFS元素)を用いた地球化学判別図が有効である(例えば, Cann, 1970; Hart *et al.*, 1974; Pearce and Norry, 1979; Meschede, 1986; Bienvenu *et al.*, 1990)。

アルカリ/非アルカリ岩を区分するSiO₂-Nb/Y図(Winchester and Floyd, 1977)においては、EとFの2試料がNb/Y比0.67以上のアルカリ岩領域にプロットされる(第3図a)。Ti-Zr-Y図(Pearce and Cann, 1973)の地球化学判別図では、前図でアルカリ岩に相当するEとFの試料はプレート内玄武岩(WPB: OIBに相当)領域に、それ以外は島弧玄武岩(カルクアルカリ岩(CAB), 島弧型ソレライト(IAT))またはMORB領域にプロットされる(第3図b)。Ti-V図(Shervais, 1982)では、EとFの試料はOIBに、それ以外の試料は、背弧玄武岩あるいはMORBの領域にプロットされる(第3図c)。Nb/Yb-Th/Yb図(Pearce, 2008)でも、EとFの試料はOIBに、それ以外の試料はnormal MORB (N-MORB)からenriched MORB (E-MORB)の領域にプロットされる(第3図d)。なお、図には示していないが、E, FはTiO₂-MnO-P₂O₅図(Mullen, 1983)でもやはりOIAの領域にプロットされる。

次に、HFS元素や希土類元素について、それぞれN-MORBとコンドライトで規格化されたスパイダー図(第4図)でそれらのパターンを見てみる。EとFの



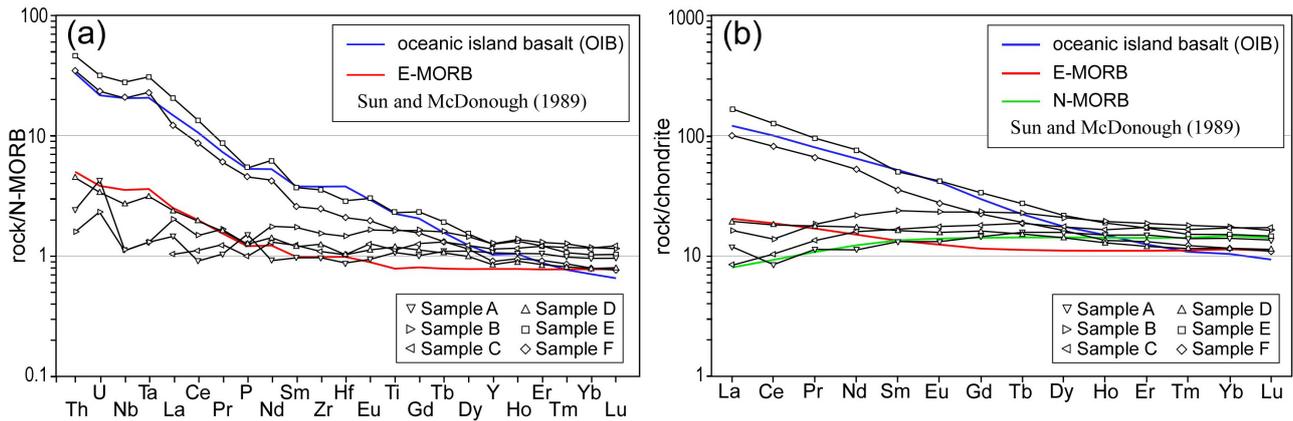
第3図 玄武岩の起源判定に使用された地球化学判別図. (a) SiO_2 -Nb/Y図 (Winchester and Floyd, 1977). (b) Ti-Nb-Y図 (Pearce and Cann, 1973). (c) Ti-V図 (Shervais, 1982). (d) Th/Yb-Nb/Yb図 (Pearce, 2008). 島弧の領域はPearce and Peate (1995) のデータによる. なお, a図及びd図では, 十分なNb値が検出されなかったC試料が除外されている.

Fig. 3 Geochemical discrimination diagrams of data from basalt in the southwestern margin of the North Kitakami Belt. (a) SiO_2 -Nb/Y discrimination diagram, after Winchester and Floyd (1977). Sample C without the sufficient Nb value was omitted. (b) Ti-Nb-Y discrimination diagram, after Pearce and Cann (1973). (c) Ti-V discrimination diagram, after Shervais (1982). (d) Th/Yb-Nb/Yb discrimination diagram, after Pearce (2008). Sample C without the sufficient Nb value was omitted. The oceanic arc and continental arc fields, which include basalt compositions from various modern and ancient oceanic and continental arc settings, are from Pearce and Peate (1995).

試料は第4図aではDyからThにかけて, 第4図bではDyからLaにかけて急な左上がりを示す. これは, Sun and McDonough (1989)で示された典型的なOIBのパターンと類似する. それ以外の試料については, Dは第4図aでPrからThにかけて左上がりを示し, 第4図bではSmからLaにかけて僅かに左上がりを示す. これは, Sun and McDonough (1989)で示された典型的なE-MORBのパターンと類似する. その他(A-C)は第4図aでは幾つかの試料

においてUとPで正異常を示すもののそれを除けば概ね水平のパターンを示し, また第4図bではSmからLaにかけて緩やかに左下がりのパターンを示し, N-MORBのものと類似する.

以上から, 北部北上帯南西縁部に分布する前期~中期ジュラ紀付加体中の玄武岩は, A-C試料がN-MORBを, D試料がE-MORBを, E, F試料がOIAの特徴を示すことが判明した. したがって, これらの玄武岩は付加時に取



第4図 スパイダー図に示された北部北上帯南縁部付加体中玄武岩の微量元素組成。(a) N-MORBで規格化されたスパイダー図。(b)コンドライトで規格化されたスパイダー図。規格化に使用されたN-MORB及びコンドライト値、並びに図中の典型的なOIB, E-MORB, N-MORBのパターンはSun and McDonough (1989)による。

Fig. 4 Spider-diagrams showing trace-element patterns of the basalt in southwestern margin of the North Kitakami Belt. (a) Spider-diagram showing N-MORB-normalized trace-element patterns. (b) Spider-diagram showing chondrite-normalized rare-earth-element patterns. Standard N-MORB and chondrite values for the normalization are from Sun and McDonough (1989). Patterns of the typical oceanic island basalt, E-MORB and N-MORB are also after Sun and McDonough (1989).

り込まれた海洋地殻断片と判断される。また、これまで北部北上帯ジュラ紀付加体中の玄武岩はほとんどが海洋島起源とされてきたが、土谷ほか(1999)の岩洞試料の結果も含め、南西縁部においては中央海嶺起源と考えられるものも一定量存在することが明らかになった。

5. まとめ

北部北上帯南西縁部に分布する前期～中期ジュラ紀付加体中の玄武岩6試料の全岩化学組成を分析した。その結果、4試料が中央海嶺玄武岩(MORB)の特徴を、2試料が海洋島アルカリ玄武岩(OIA)の特徴を示すことが明らかになった。

謝辞：地質情報基盤センター地質標本館室地質試料調製グループの諸氏には薄片を作製いただいた。査読者の草野有紀博士(活断層・火山研究部門)には、原稿改善に当たり有益なご意見をいただいた。本研究にはJSPS科研費16K00947の一部を使用した。記して感謝の意を表す。

文 献

Bienvenu, P., Bougault, H., Joron, M. and Dmitriev, L. (1990) MORB alteration: rare-earth element/nonrare-earth hygromagmaphile element fractionation. *Chemical Geology*, **82**, 1–14.

Cann, J. R. (1970) Rb, Sr, Y, Zr and Nb in some ocean floor basaltic rocks. *Earth and Planetary Science Letters*, **10**, 7–11.

永広昌之・川村信人・川村寿郎(2005) II. 1.1 東北地方, 中・

古生界, 概説および構造帯区分. 日本の地質増補版編集委員会編, 日本の地質増補版, 共立出版, 東京. 49–50.

永広昌之・小守一男・土谷信高・川村寿郎・吉田裕生・大石雅之(2010) 北部北上帯付加体中の海山石灰岩からの石炭紀アンモノイド・サンゴ化石. *地質学雑誌*, **116**, 219–228.

Hart, S. R., Erlank, A. J. and Kable, E. J. D. (1974) Sea flow basalt alteration: some chemical and Sr isotopic effects. *Contributions to Mineralogy Petrology*, **44**, 219–230.

Isozaki, Y., Maruyama, S. and Furuoka, F. (1990) Accreted oceanic materials in Japan. *Tectonophysics*, **181**, 179–205.

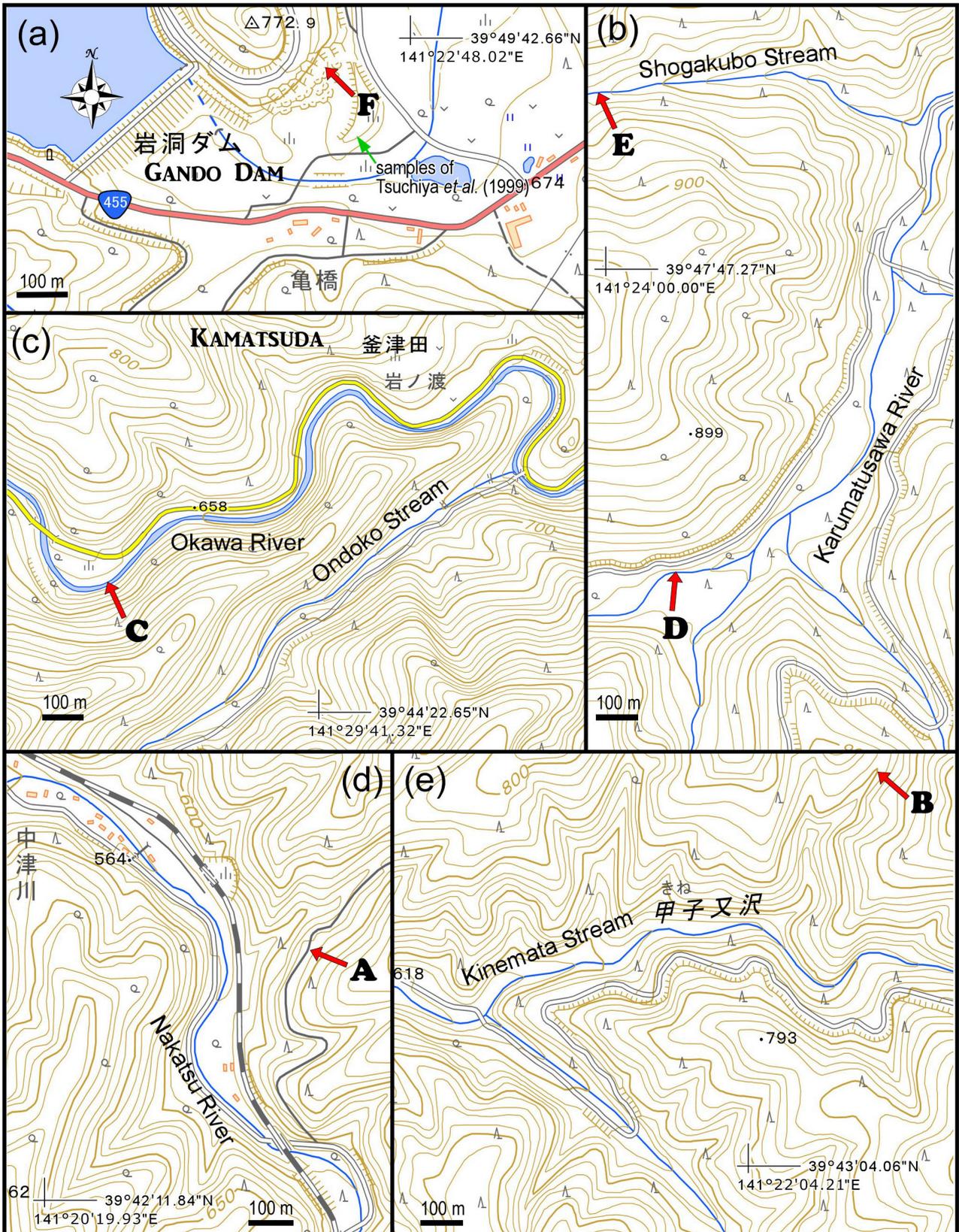
Kawabe, I., Sugisaki, R. and Tanaka, T. (1979) Petrochemistry and tectonic settings of Paleozoic–Early Mesozoic Geosynclinal volcanics in the Japanese Islands. *Journal of the Geological Society of Japan*, **85**, 339–354.

Meschede, M. (1986) A method of discrimination between different types of Mid-Ocean Ridge Basalts and continental tholeiites with the Nb-Zr-Y diagram. *Chemical Geology*, **56**, 207–218.

三浦 亮・石渡 明(2001) 北部北上帯, 島守層に産する海洋島ソレアイト起源緑色岩の岩石学. *岩石鉱物科学*, **30**, 12–16.

Mori, K., Okami, K. and Ehiro, M. (1992) Paleozoic and Mesozoic sequences in the Kitakami Mountains (29th IGC Field Trip A05). In Adachi, M. and Suzuki, K., eds., *Paleozoic and Mesozoic Terranes: Basement of the*

- Japanese Island Arcs*, 29th IGC Field Trip Guide Book 1, 81–114.
- Mullen, E. D. (1983) MnO/TiO₂/P₂O₅: a minor element discriminant for basaltic rocks of oceanic environments and its implications for petrogenesis. *Earth and Planetary Science Letters*, **62**, 53–62
- Pearce, J. A. (2008) Geochemical fingerprinting of oceanic basalts with applications to ophiolite classification and the search for Archean oceanic crust. *Lithos*, **100**, 14–48.
- Pearce, J. A. and Cann, J. R. (1973) Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses. *Earth and Planetary Science Letters*, **19**, 290–300.
- Pearce, J. A. and Norry, M. J. (1979) Petrogenetic implications of Ti, Zr, Y, and Nb variations in volcanic rocks. *Contributions to Mineralogy Petrology*, **69**, 33–47.
- Pearce, J. A. and Peate, D. W. (1995) Tectonic implications of the composition of volcanic arc magmas. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, **23**, 251–85.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター (2019) 20万分の1日本シームレス地質図V2. <https://gbank.gsj.jp/seamless/> (閲覧日: 2020年4月1日) .
- Shervais, J. W. (1982) Ti-V plots and the petrogenesis of modern and ophiolitic lavas. *Earth and Planetary Science Letters*, **59**, 101–118.
- 杉本幹博(1979) 北上外縁帯の緑色岩類一層序位置と産状一. *地質学雑誌*, **85**, 287–292.
- Sun, S. S. and McDonough, W. F. (1989) Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: Implications for mantle composition and processes. In Saunders, A. D. and Norry, M. J., eds., *Magmatism in the Ocean Basins*, Geological Society of London, Special Publication, **42**, 313–345.
- Suzuki, N., Ehiro, M., Yoshihara, K., Kimura, Y., Kawashima, G., Yoshimoto, H. and Nogi, T. (2007) Geology of the Kuzumaki–Kamaishi Subbelt of the North Kitakami Belt (a Jurassic accretionary complex), Northeast Japan: Case study of the Kawai–Yamada area, eastern Iwate Prefecture. *Bulletin of the Tohoku University Museum*, no. 6, 103–174.
- 土谷信高・和田元子・木村純一(1999) 北部北上帯に産する緑色岩の岩石化学的特徴. *地質学論集*, no. 52, 165–179.
- 内野隆之(2019) 岩手県外山地域の北部北上帯に分布するジュラ紀付加体中砂岩の碎屑性ジルコンU–Pb年代. *地質調査研究報告*, **70**, 357–372.
- 内野隆之(2021) 岩手県岩泉町釜津田の北部北上帯付加体砂岩から得られた中期ジュラ紀ジルコン年代: 大川試料を含む付加体の年代検証. *地質調査研究報告*, **72**, 99–107.
- 吉田鎮男(1981) チャートラミナイト: 岩石学的記載と本邦地向斜における産状. *地質学雑誌*, **87**, 131–141.
- Winchester, J. A. and Floyd, P. A. (1977) Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. *Chemical Geology*, **20**, 325–343.
- (受付: 2020年5月21日; 受理: 2020年7月17日)
(早期公開: 2021年1月22日)



付図1 玄武岩試料採取地点. 地形図は地理院地図(<http://maps.gsi.go.jp/>)を使用.

Fig. A1 Sampling locations showed on topographic map, from the GSI Map (<http://maps.gsi.go.jp/>) of the Geospatial Information Authority of Japan.

付表1 標準試料の全岩化学分析結果. 「measured」及び「certified」は、それぞれ実測値、既知値を示す。
 Table A1 Whole-rock major- and trace-element geochemical data for standard samples (certified reference materials). "Measured" and "certified" indicate the values analyzed in this study, and the known certified values, respectively.

Standard sample	NIST 694		DNC-1		GBW 07113		TDB-1		W-2a		DTS-2b		SY-4		BIR-1a	
	measured	certified	measured	certified	measured	certified	measured	certified	measured	certified	measured	certified	measured	certified	measured	certified
SiO ₂	11.67	11.2	47.96	47.15	69.33	72.8			52.63	52.4			50.13	49.9	47.82	47.96
Al ₂ O ₃	1.85	1.8	18.45	18.34	12.46	13			15.49	15.4			21.03	20.69	15.83	15.5
Fe ₂ O ₃	0.72	0.79	10.01	9.97	3.18	3.21			10.98	10.7			6.27	6.21	11.45	11.3
MnO	0.01	0.016	0.15	0.15	0.14	0.14			0.17	0.163			0.11	0.108	0.17	0.175
MgO	0.34	0.33	10.05	10.13	0.15	0.16			6.32	6.37			0.52	0.54	9.63	9.7
CaO	41.92	43.6	11.68	11.49	0.62	0.59			11.21	10.9			8.23	8.05	13.76	13.3
Na ₂ O	0.89	0.86	1.91	1.89	2.4	2.57			2.27	2.14			7.01	7.1	1.82	1.82
K ₂ O	0.54	0.51	0.23	0.234	5.41	5.43			0.66	0.626			1.72	1.66	0.02	0.03
TiO ₂	0.12	0.11	0.48	0.48	0.27	0.3			1.12	1.06			0.29	0.287	0.98	0.96
(wt.%) P ₂ O ₅	30.32	30.2	0.05	0.07	0.02	0.05			0.12	0.14			0.12	0.131	0.01	0.021
Sc			31	31	5	5			36	36			1	1.1	44	44
Be					4	4			<1	1.3			3	2.6	<1	0.58
V	1637	1740	153	148	<5	5	250	251	273	262			8	8	332	310
Cr																
Co																
Ni							90	92	44	43			2	2.8		
Cu							330	323	70	70						
Zn							160	155	120	110						
Ga									80	80			100	93		
As									19	17			36	35		
Sr							20	23	<5	1.2			54	55		
Rb									198	190			1205	1191		
Y							34.2	36	21.7	24			121	119		
Zr									88	94			541	517		
Nb									6.9	7.9			14.1	13		
Sb									1	0.79						
Cs									0.8	0.99			1.5	1.5		
Ba									185	182			352	340		
La							17	17	11.1	10			60.7	58		
Ce							39.7	41	24.4	23			129	122		
Pr													15.3	15		
Nd							23.9	23	13.2	13			59.3	57		
Sm							2.02	2.1	3.39	3.3			13.4	12.7		
Eu													2.09	2		
Gd													14.7	14		
Tb									0.63	0.63			2.77	2.6		
Dy									3.9	3.6			19.3	18.2		
Ho									0.79	0.76			4.45	4.3		
Er									2.27	2.5			14.7	14.2		
Tm									0.324	0.38			2.33	2.3		
Yb							3.22	3.4	2.08	2.1			15.4	14.8		
Lu									0.326	0.33			2.23	2.1		
Hf									2.4	2.6			10.8	10.6		
Ta									0.4	0.5			0.8	0.9		
Pb							2.7	2.7	9	9.3			10	10		
Th									2.3	2.4			1	1.4		
U									0.5	0.53			1	0.8		

岩手県盛岡東部, 北部北上帯南西縁部の付加体泥岩中の中生代放射虫化石

内野 隆之^{1,*}・鈴木 紀毅²

UCHINO Takayuki and SUZUKI Noritoshi (2021) Mesozoic radiolarian fossils from mudstone within the accretionary complex in the southwestern margin of the North Kitakami Belt, eastern Morioka, Iwate Prefecture, Northeast Japan. *Bulletin of the Geological Survey of Japan*, vol. 72 (2), p. 119-127, 4 figs.

Abstract: The Kitakami Massif in the Tohoku region, Northeast Japan, is composed largely of the South Kitakami Belt to the south and the North Kitakami Belt to the north. The North Kitakami Belt consists mainly of a Jurassic accretionary complex, but few fossils have been reported from the southwestern margin of the belt. In this study, radiolarian fossils were newly obtained from mudstone in the Sotoyama district in eastern Morioka. This mudstone occurs near the location of sandstone that appears to be the Early Jurassic according to U-Pb dating of detrital zircon. It is nearly impossible to specify its taxonomic name definitively due to the poorly-preserved radiolarians, but their assemblage certainly indicates the Mesozoic. Furthermore, circumstantial evidence of the common families and species inferred from shape suggests the possibility of the late Early-Middle Jurassic; the assemblage supports the Early Jurassic zircon age previously obtained from the neighboring sandstone.

The radiolarian assemblage from the Sotoyama district is also younger than the Triassic radiolarians, in a similar state of preservation to the Sotoyama district, from the argillaceous rock of the North Kitakami Belt in the Hayachinesan district. This fact supports the existing idea that the accretionary complex in the Sotoyama district belongs to a different tectonostratigraphic unit from that in the Hayachinesan district.

Keywords: Jurassic, accretionary complex, radiolarian, North Kitakami Belt, Morioka, Kitakami Massif

要 旨

北上山地には、南側に南部北上帯が、北側に北部北上帯が共に広く分布している。北部北上帯には主にジュラ紀の付加体が分布しているが、これまで同帯南西縁部ではほとんど化石が見つかっていなかった。今回、盛岡東部外山地域の泥岩から放射虫化石を得た。この泥岩は、近年、前期ジュラ紀の碎屑性ジルコンU-Pb年代が示された砂岩の近傍に産するものである。本化石は、保存不良のため分類名を特定しがたいが、確実に中生代と判断できるものであり、さらに多産する科や外形が類似する種などの状況証拠から、前期ジュラ紀後半～中期ジュラ紀の産出年代が期待される。すなわち、ジルコン年代から得られた前期ジュラ紀という砂岩の堆積年代を否定するような群集ではない。また、早池峰山地域の北部北上帯泥質岩中から報告された三疊紀放射虫化石群集より明らかに若く、本研究結果は外山地域と早池峰山地域の付加体とを別の層序単元としている従来の考えを支持する。

1. はじめに

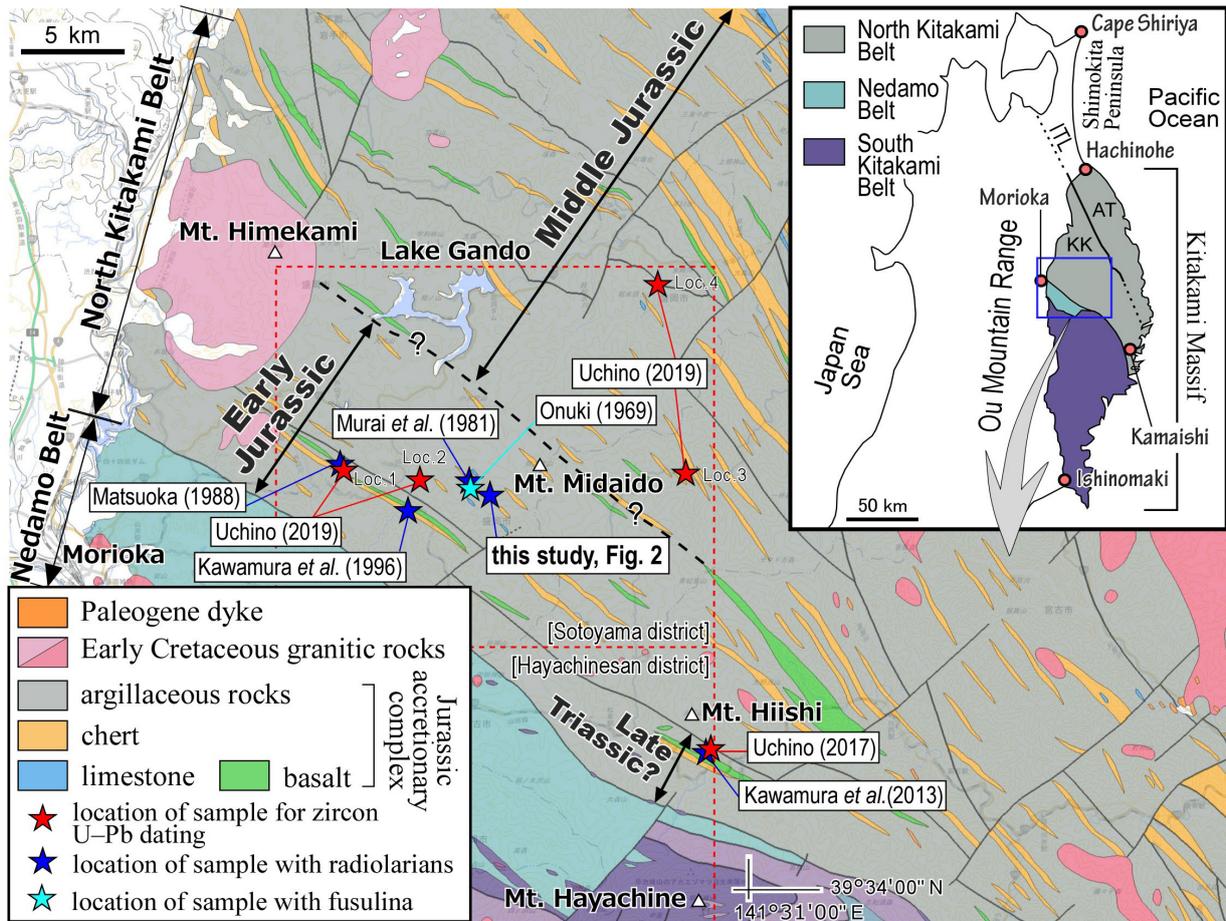
奥羽山脈の東側に位置する北上山地には、南半部に南部北上帯に属する中生代の島弧由来の火成岩と陸棚堆積物が、北半部に北部北上帯に属するジュラ紀の付加体が共に広く分布し、両者の間に根田茂帯に属する石炭紀の付加体が狭長に分布している(第1図)。北部北上帯の付加体では、併入する前期白亜紀深成岩体の熱変成によって化石の産出は乏しいが、それでもこれまで少しずつ化石の報告が蓄積されてきた。

古くは紡錘虫やコノドントなどの限られた化石が年代解釈に利用され(Toriyama, 1967; 豊原ほか, 1980)、1980年代にはその化石年代と地質体区分とを組み合わせる北部北上帯の地質が総括された(大上・永広, 1985)。また、その頃から北部北上帯でもチャートや碎屑岩類より放射虫化石年代が報告されるようになったが(例えば、松岡, 1988)、西南日本のように報告例が急増した訳ではなかった。そのような中、年代決定の転機となったのが含放射虫マンガンノジュールの発見であり、母岩が熱

¹ 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Research Institute of Geology and Geoinformation)

² 東北大学大学院 理学研究科 地学専攻 (Department of Earth Science, Graduate School of Science, Tohoku University, Sendai 980-8578, Japan)

* Corresponding author: UCHINO, T., Central 7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan. Email: t-uchino@aist.go.jp



第1図 北上山地中西部の地質図と化石産出地点。挿入図は北上山地の地質概略図。基図は産業技術総合研究所地質調査総合センター(2019)の20万分の1日本シームレス地質図V2を参照した。北部北上帯に分布する地質体以外の凡例は省略してある。ITL:岩泉構造線, AT:安家-田野畑亜帯, KK:葛巻-釜石亜帯。

Fig. 1 Geological map of the mid-western part of the Kitakami Massif and fossil locations. The inset shows the geologic index map in the Kitakami Massif. Base map was referred from the Seamless Digital Geological Map of Japan (1:200,000) V2 of the Geological Survey of Japan, AIST (2019). Legends except geologic entities in the North Kitakami Belt are not shown. ITL: Iwazumi Tectonic Line, AT: Akka-Tanohata Subbelt, KK: Kuzumaki-Kamaishi Subbelt.

変成で再結晶しているような岩石でも、鉍化作用で良好な状態を保った放散虫化石によって年代が判明できる例がでてきた(例えば、吉原ほか, 2002)。

2000年代には北部北上帯について構造地質学的観点から地帯構造区分の見直しがなされ(大藤・佐々木, 2003), また地帯ごとに岩相と年代の対応が総括された(Suzuki *et al.*, 2007)。その総括図(Suzuki *et al.*, 2007のFig. 42)は36編の報告を基にまとめられたもので、この図はその後三度改訂された(永広ほか, 2008; Kojima *et al.* 2016; Uchino and Suzuki, 2020)。57編の報告を基にした最新の図(Uchino and Suzuki, 2020のFig. 7)では、下北半島や奥羽山脈西側など北上山地以外の付加体も含め、大局的には南西から北東に、すなわち付加体の構造的上位から下位にかけて、前期ジュラ紀から前期白亜紀へと付加年代が若くなる極性がより捉えられている。この年代極性が

事実であれば、盛岡市に分布する北部北上帯南西縁部の付加体は同帯の構造的最上位に位置するはずで、それはつまり同帯の中で古い付加年代を示すことが見込まれる。しかしながら、この地域では白亜紀深成岩体による接触変成作用のみならず著しい剪断変形作用によって年代決定に有効な化石をほとんど産しない。報告されている年代としては、盛岡市東部(5万分の1地質図幅「外山」地域)のチャートから抽出された前期ジュラ紀放散虫化石(松岡, 1988; Uchino and Suzuki, 2020のFig. 7の文献29)、宮古市西端部(5万分の1地質図幅「早池峰山」地域)の珪長質凝灰岩から抽出された中期~後期三疊紀放散虫化石(川村ほか, 2013; 同文献54)、同地域の泥質岩から抽出された後期三疊紀ジルコンU-Pb年代(内野, 2017; 同文献55)であり(第1図)、北部北上帯南西縁部には前期ジュラ紀頃の付加体のみならず後期三疊紀の付加体が存在す

る可能性も出てきている。

内野(2019)は、北部北上帯南西縁部の付加体の形成年代を明らかにする目的で、陸源性碎屑岩である砂岩中の碎屑性ジルコンについてU-Pb年代を測定した。その結果、2試料から約190 Maの最若クラスター年代を得て、本砂岩が前期ジュラ紀に堆積した可能性を示した。今回、この前期ジュラ紀砂岩が分布する地域について化石によって陸源性碎屑岩の堆積年代を検証するため、泥岩から放散虫化石の抽出を試みた。その結果、保存は良くないが、盛岡市東部(外山地域)の米内川上流から幾つかの放散虫化石を得た。

前述した早池峰山地域の三畳紀放散虫も外山地域の放散虫と同様に不良な保存状態であるものの、両者は化石群集としての年代比較がある程度可能なことが判明した。後期三畳紀付加体の存在が示唆される中、保存不良であっても、北部北上帯南西縁部から産出した化石を示すことは有意義であると考え、ここに報告する。

2. 外山地域の付加体の概要

北上山地の北部北上帯は、岩相及び海洋性岩石(異地性岩体)の古さの違いによって北北西-南南東方向の岩泉構造線を境に、南西側の葛巻-釜石亜帯と北東側の安家-田野畑亜帯に区分されている(永広ほか, 2005; 第1図)。外山地域も含め、北部北上帯南西縁部の付加体は葛巻-釜石亜帯に属する。盛岡周辺における北部北上帯南西縁部の付加体は、中津川コンプレックス(川村ほか, 1996の中津川相に相当)と呼ばれているが(内野ほか, 2008)、分布範囲も含め層序単元として公式に定義されている訳ではない。外山地域には正式に提唱された地質区分名称が無いことや、地域的には中津川コンプレックスの分布南限が図示された内野ほか(2008)に照合できることから、本地域の北部北上帯付加体に対し“中津川コンプレックス”を仮称として使用する。なお、その南東延長部にあたる宮古市西端部地域(早池峰山地域)の付加体は門馬コンプレックスと定義されているが(川村ほか, 2013)、両者の関係は明らかではなく、本論ではこの名称を外山地域に当てはめない。

“中津川コンプレックス”は、一級河川である中津川沿いで典型的な岩相が認められ、葉理泥岩、砂岩、砂岩泥岩互層及びチャートを主体とし、少量の玄武岩と塊状泥岩及び極めて僅かの石灰岩を伴う(第1図)。特に葉理泥岩は、炭質物や粘土鉱物の発達する暗灰色の泥質層と、それらが少なく微細な石英を主体とする灰白色の珪質層がミリオーダーで互層するもので、泥質層優勢の場合から珪質層優勢の場合までである。チャートは通常単層厚が数cmの成層構造を示すが、こちらもしばしばミリオーダーで泥質層と互層する。吉田(1981)は、このタイプのチャートと上述の葉理泥岩を合わせて“チャートラミナイト”と呼称した。このような葉理泥岩は葛巻-釜石

亜帯の付加体の特徴付ける岩石であり、本岩中にはしばしばチャートや砂岩が、また稀に玄武岩が、数mm～数10 cmのシート状あるいはレンズ状岩塊として挟在し混在岩となっている。

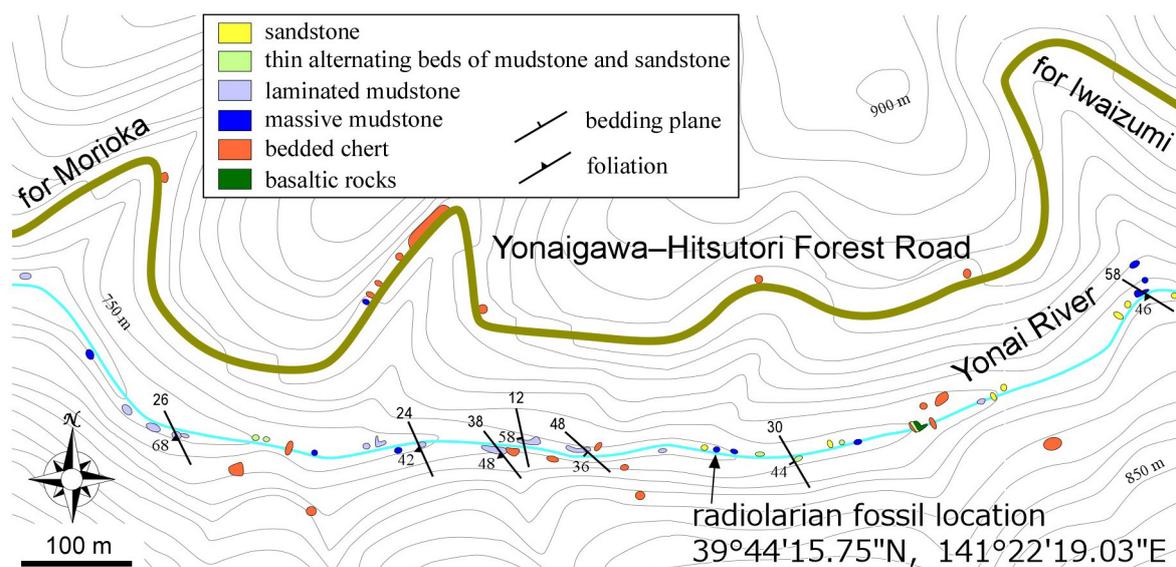
地質構造としては、全体的に北西-南東の走向で南西に中～高角度で傾斜している。また、翼間隔の閉じた褶曲構造が本地域南西部を中心に局所的に発達している。これらの褶曲軸面の一般走向は層理面のそれと概ね平行で翼間隔は半波長100～200 mである。

“中津川コンプレックス”は全体に剪断変形を受けており、特に葉理泥岩には非対称変形構造が顕著に認められる。大藤・佐々木(2003)は北部北上帯において5つの剪断帯を識別し、その中でも根田茂帯北縁部と北部北上帯南縁部をまたぐように発達する剪断地帯を「区界-釜石剪断帯」(吉田・片田(1964)の千枚岩帯に相当)と呼び、それは幅最大10 km、総延長100 kmに及ぶとした。彼らによれば、この本剪断帯中の泥質混在岩はマイロナイト化されており、左横ずれのセンスを示すという。本コンプレックスはこの区界-釜石剪断帯に属する。なお、剪断が著しいこの地域において、筆者らは、ここで報告する化石産出箇所以外から、分類名を特定できないものも含めいかなる化石も発見していない。

3. 外山地域の既存化石報告について

JR旧大志田駅東方、米内川支流の館沢に沿う林道脇に産する混在岩中の黒色チャート岩塊から、松岡(1988)によって*Parahsuum simplum*, *Parahsuum* sp., *Canoptum* sp., *Parvingula?* sp., *Stichocapsa* sp., *Pantanellium* sp.の放散虫が見いだされ、それらの群集が示す時代は前期ジュラ紀前半とされている。また、米内川上流に産する石灰岩からペルム紀を示す*Misellina?* sp.及び*Schwagerininae* gen. et sp. indet.の紡錘虫が報告されたほか(小貫, 1969)、この石灰岩周辺の層状チャートからやはりペルム紀を示すコノドントが見いだされている(村井ほか, 1983)(第1図)。更に、川村ほか(1996)によれば中津川上流の層状チャートから中期三畳紀を示す*Triassocampe* cf. *deweveri*の放散虫が産するという。ちなみに、小貫(1969)、村井ほか(1983)、川村ほか(1996)のいずれも標本写真が提示されておらず、その是非を検証出来ないため、これら石灰岩やチャートの化石年代情報はUchino and Suzuki(2020)のFig. 7(地質総括図)には採録されていない。

近隣地域に目を向けると、前述したように外山地域南隣の早池峰山地域において、門馬コンプレックスの泥質岩中に挟在する珪長質凝灰岩から、中期～後期三畳紀を示す*Triassocampe?* spp.の放散虫が見いだされ(川村ほか, 2013)(第1図)、また内野(2017)により近傍の泥質岩中のジルコンから約200 MaのU-Pb年代(最若クラスター年代)が得られている。これらの年代情報はUchino and Suzuki(2020)の地質総括図では「Kadoma C.(門馬コンプ



第2図 米内川における放散虫化石地点周辺のルートマップ。等高線は国土地理院が公開している10 mメッシュ数値標高モデルデータを使用。

Fig. 2 Route map around the fossil location along the Yonai River, Morioka. Contour lines were referred from the digital elevation model data (10 m mesh) published by the Geospatial Information Authority of Japan.

レックス)」としてまとめられている。

4. 泥岩より得られた放散虫化石

4.1 採取試料と微化石抽出処理

放散虫化石を含んだ試料は、米内川^{ひとり}櫃取林道に沿う米内川上流の右岸(39°44'15.75"N, 141°22'19.03"E)から採取された(第2図)。本露頭は、191.9 ± 3.0 Ma (2σ)の碎屑性ジルコンU-Pb年代が示された砂岩露頭(内野, 2019, 第1図のLoc. 2)から直線距離にして約3.6 km離れているが、内野(2019)によって前期ジュラ紀(第1図のLocs. 1, 2)と解釈された付加体の分布範囲内にある。

含化石試料は、露頭幅約3 mの塊状の暗灰色泥岩であり、“中津川コンプレックス”の中では比較的変形が弱い。また、全体に葉理泥岩が卓越する同コンプレックスにおいて、この露頭周辺にはチャートを伴いながらも砂岩や砂岩泥岩互層など粗粒な碎屑岩が比較的多く産する。

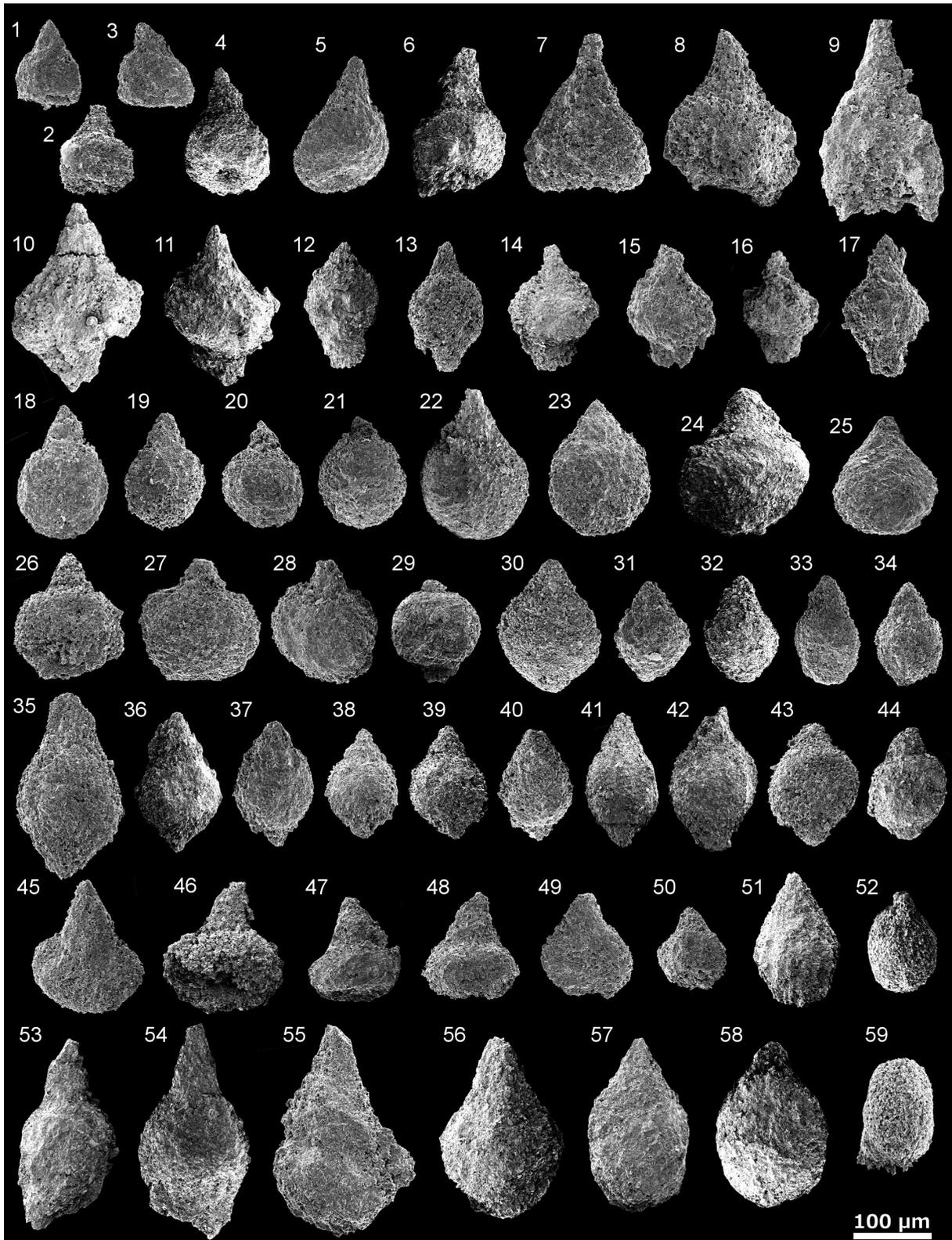
岩石試料は4-5%のフッ化水素酸溶液に約18時間浸した後、目合い65 μm及び250 μmの篩を用いて残渣を得る作業を5回行った。その後、実体顕微鏡を用いて放散虫殻を拾い上げ、電子顕微鏡で観察・撮影した。

4.2 産出化石

放散虫化石は保存が悪く、その表面構造をはっきりと認識できるものが極めて少ないため、属・種レベルで同定できる個体はほとんどない。抽出した個体の電子顕微鏡写真を第3図及び第4図に示す。

得られた化石は、ほとんどが雫状及び塔状のNassellaria目の放散虫であり、僅かにSpumellaria目と特定できる個体を含む。1-6はEucyrtidiellidae科の可能性が高い。もしそうであれば、1-3については大きさと外形からEucyrtidiellum属に類似する。多産する雫状のNassellaria(少産型Nassellarians)の中でも10-17は最終殻節の下に太いterminal tubeの付け根が認められることからSyringocapsidae科に見えなくもない。また、最終殻節が極端に大きいのはWilliriedelloidea上科の特徴であるがStichocapsoidea上科の可能性も否定できない。

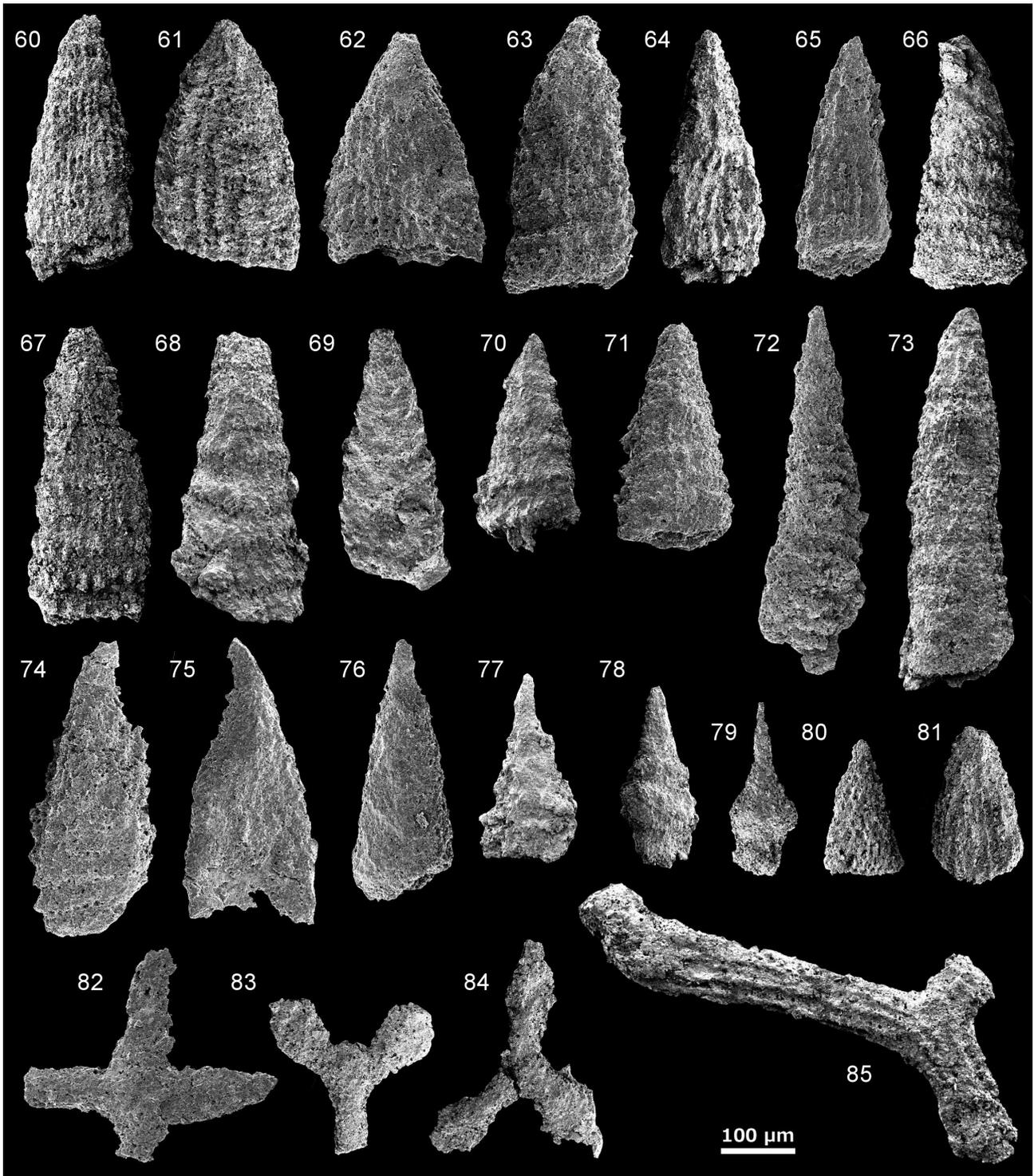
塔状Nassellariaの中では、60は細身で縦縞を有しArchaeodictyomitra属やParahsuum属の特徴をもつ。61では、先端の頭部殻節に比較的しっかりとしたドーム構造が見られ、その下の胸部・腹部殻節に縦縞・横縞とも不明瞭でやや膨らんでいる形状が、更にその下側4分の3の後殻節には幅広い間隔の縦縞が認められる。この外見はOgivus属の特徴を示し、その形態は“Hsuum atile”や“Hsuum arabicum”などと共通する。66-71と74には瘤状構造の痕跡が認められる。これはAmphipyndacioidea上科の放散虫に特徴的に見られるものである。特に74についてはEoxitus属のようにも見える。Spumellaria目ではPylonioidea上科の三腕型及び四腕型放散虫が認められる。特に85は、太さが変わらずまっすぐ伸びる腕(arm)とその表面に直線状の凸型縁(rim)を有し、また中央部ではarmがそのまま繋がったような膨らみの無い形をしており、arm上のrimが互いに接続する。この特徴は同上科に



第3図 北部北上帯南縁部の泥岩から得られた放射虫化石の電子顕微鏡写真。

Fig. 3 Scanning electron microscope images of the radiolarian fossils from the mudstone in the southwestern zone in the North Kitakami Belt.

1-6: Eucyrtidiellidae, 7-58: Williriedelloidea?, 59: spherical nassellarians.



第4図 北部北上帯南縁部の泥岩から得られた放射虫化石の電子顕微鏡写真。

Fig. 4 Scanning electron microscope images of the radiolarian fossils from the mudstone in the southwestern zone in the North Kitakami Belt.

60–67: Archaeodictyomitraidea, 68–74: Amphipyndaciodea, 75–81: multisegmented nassellarians, 82–85: Pylonioidea.

含まれる *Halesium*, *Angulobracchia*, *Homoeoparonaella*, *Neoparonaella*, *Patulibracchium*, *Pessagnobrachia*, *Tritrabs*, *Pseudangulobracchia* など多くの属で認められる。

4.3 化石年代と層序単元区分

本試料には Williriedelloidea 上科や Amphipyndacioidea 上科の放散虫が多く含まれる。Amphipyndacioidea 上科の代表的な属としては *Parvicingula* 属や *Cinguloturris* 属, *Eoxitus* 属が知られる。これらの属が多産するのは中期ジュラ紀以降である (例えば, O'Dogherty *et al.*, 2009)。三腕型及び四腕型放散虫には三畳紀からの生存期間を持つ属が含まれるが, 個体 85 のような形態をもつ分類群はジュラ紀や白亜紀に多い (例えば, Baumgartner *et al.*, 1995)。*Ogvius* 属または類似する放散虫で最も新しい年代を示すのは前期白亜紀の "*Hsuum arabicum*" であるが (例えば, Dumitrica *et al.*, 1997), 本試料には上部ジュラ系~下部白亜系に特徴的に産する *Cinguloturris* 属や *Pseudodictyomitra carpatica* (例えば, Aita, 1987; Goričan, 1994; Jud, 1994; 西園, 1996) に類する個体が含まれておらず, 比較的識別が容易な後者 2 分類群は変形が著しい岩石からも抽出できる場合が多い (例えば, 松岡, 1987; Ueda *et al.*, 2018) ことを考慮すると, 本試料の示す年代は白亜紀ではなくジュラ紀の可能性が高い。

北部北上帯で白亜紀の可能性のある放散虫は, これまで構造的な下位の安家-田野畑帯北東縁部 (下北半島尻屋崎) の尻屋コンプレックスで認められているのみであり (松岡, 1987; Uchino and Suzuki, 2020 の Fig. 7 の文献 22), 葛巻-釜石帯ではこれまで報告例が無く, 外山地域の放散虫について積極的に白亜紀の可能性に言及する必要はなさそうである。加えて, 葛巻-釜石帯の "B" zone (大藤・佐々木, 2003 の B 層) では, 泥岩の放散虫年代は後期三畳紀から中期ジュラ紀に限定されている (Uchino and Suzuki, 2020)。

「ジュラ紀」と想定した上で今回得られた化石群集を見ると, 個体 61 は "*Hsuum altile*" ないしその近縁種とも考えられ, また *Eucyrtidiellum* に似た個体や *Archaeodictyomitra* あるいは *Parahsuum* に似た個体と共産することとも符合する。"*Hsuum altile*" は前期ジュラ紀後半に産出することが知られており (Hori and Otsuka, 1989), 予断を持って判断すれば, 本化石群集の年代は前期ジュラ紀後半~中期ジュラ紀と言えるかもしれない。ただし, 化石年代の結論としては「中生代」に留めておきたい。

「中津川コンプレックス」において, 検証可能な形で報告されている堆積岩の年代は, チャートの前期ジュラ紀前半 (松岡, 1988) と碎屑性ジルコンを含む砂岩の前期ジュラ紀中頃 (約 190 Ma) 以降 (内野, 2019) である。これらの堆積岩が同一の海洋プレート層序に属するならば, ここで報告した放散虫化石を含む泥岩は, 前期ジュラ紀前半のチャートよりも岩相層序学的上位に, そして前期

ジュラ紀中頃以降の砂岩よりも岩相層序学的下位に位置することになる。したがって, 泥岩の期待される堆積年代は前期ジュラ紀であり, それを前提にして群集を改めて見直した場合, 決定的にそれを否定できる放散虫化石は含まれていない。

「中津川コンプレックス」の南東延長方向 (早池峰山地域) には門馬コンプレックスが分布しており, 門馬コンプレックスの珪長質凝灰岩から産出した *Triassocampe?* spp. の保存状態 (川村ほか, 2013 の第 8.5 図) は, 本研究の放散虫化石のそれと大差が無いほど悪い。同じような化石の保存状態である両者において, 共通する形態の放散虫が含まれず, 更に外山地域の泥岩には *Triassocampe* 属が示す時代より古い地層からは見つかることの無い閉塞球状 *Nassellaria* が含まれることから, 本地域の放散虫は門馬コンプレックスの放散虫よりも年代が若い別の群集と判断できる。したがって, 連続した地域において「同一岩相 = 同一年代」を基準として層序単元区分するならば, 外山地域の「中津川コンプレックス」と早池峰山地域の門馬コンプレックスが別単元となっている従来の考えは支持できる。

5. まとめ

- ・盛岡東方の外山地域 (北部北上帯南西縁部) において, 碎屑性ジルコン年代を基に前期ジュラ紀とされた付加体の泥岩から放散虫化石を初めて見出した。
- ・保存不良のため属・種の同定に至らず「中生代」との年代決定に留めたが, 多産する科や外形が類似する種などの状況証拠から, 化石年代としては前期ジュラ紀後半~中期ジュラ紀が期待される。
- ・得られた放散虫化石の群集は, 外山地域の東延長部 (早池峰山地域) に分布する門馬コンプレックス中の同程度に保存が悪い三畳紀放散虫の群集と比較可能で, 後者より若い年代を示す。
- ・本研究結果は中津川コンプレックスと門馬コンプレックスとを異なる層序単元としている従来の考えを支持する。

文献

- Aita, Y. (1987) Middle Jurassic to Lower Cretaceous radiolarian biostratigraphy of Shikoku with reference to selected sections in Lombardy Basin and Sicily. *Science Reports of the Tohoku University. Second Series (Geology)*, **58**, 1-91.
- Baumgartner, P. O., Bartolini, A., Carter, E. S., Conti, M., Cortese, G., Danelian, T., De Wever, P., Dumitrica, P., Dumitrica-Jud, R., Gorican, S., Guex, J., Hull, D. M., Kito, N., Marcucci, M., Matsuoka, A., Murchey, B., O'Dogherty, L., Savary, J., Vishnevskaya, V., Widz, D. and Yao, A. (1995) Middle Jurassic to Early Cretaceous

- radiolarian biochronology of Tethys based on Unitary Associations. *Mémoires de Géologie (Lausanne)*, no. 23, 1013–1048.
- Dumitrica, P., Immenhauser, A. and Dumitrica-Jud, R. (1997) Mesozoic radiolarian biostratigraphy from Masirah Ophiolite, Sultanate of Oman. Part 1: Middle Triassic, uppermost Jurassic and lower Cretaceous spumellarians and multisegmented nassellarians. *Bulletin of the National Museum of Natural Science*, **9**, 1–106.
- 永広昌之・川村信人・川村寿郎(2005) II. 1.1 中・古生界, 概説および構造帯区分. 東北地方, 日本の地質増補版編集委員会編, 日本の地質増補版, 共立出版, 東京, 49–50.
- 永広昌之・山北 聡・高橋 聡・鈴木紀毅(2008) 安家一久慈地域の北部北上帯ジュラ紀付加体. 地質学雑誌, **114**補遺, 121–139.
- Goričan, Š. (1994) Jurassic and Cretaceous radiolarian biostratigraphy and sedimentary evolution of the Budva Zone (Dinarides, Montenegro). *Mémoires de Géologie (Lausanne)*, no. 18, 1–178.
- Hori, R. and Otsuka, T. (1989) Early Jurassic radiolarians from the Mt. Norikuradake area, Mino Terrane, central Japan. *Journal of Geosciences, Osaka City University*, **32**, 175–199.
- Jud, R. (1994) Biochronology and systematics of Early Cretaceous Radiolaria of the Western Tethys. *Mémoires de Géologie (Lausanne)*, no. 19, 1–147.
- 川村寿郎・井龍康文・川村信人・町山栄章・吉田孝紀(1996) 南部北上古生界標準層序と“早池峰構造帯”. 日本地質学会第103年学術大会見学旅行案内書, 59–97.
- 川村寿郎・内野隆之・川村信人(2013) 第8章 北部北上帯ジュラ系. 早池峰山地域の地質, 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 産総研地質調査総合センター, 62–67.
- Kojima, S., Hayasaka, Y., Hiroi, Y., Matsuoka, A., Sano, H., Sugamori, Y., Suzuki, N., Takemura, S., Tsujimori T. and Uchino, T. (2016) 2b Pre-Cretaceous accretionary complexes. In Moreno, T., Wallis, S., Kojima, T. and Gibbons, W., eds., *The Geology of Japan*, Geological Society of London, 61–100.
- 松岡 篤(1987) 青森県尻屋層群の放散虫年代. 化石, **42**, 7–13.
- 松岡 篤(1988) 北部北上帯(狭義)よりジュラ紀古世放散虫化石の発見. 地球科学, **42**, 104–106.
- 村井貞允・大上和良・工藤春雄(1983) 岩手県における珪石資源調査報告書. 岩手県商工労働部鉱工業課, 13p.
- 西園幸久(1996) 放散虫化石層序に基づく秩父帯南帯の堆積史とその収束過程. 熊本大学理学部紀要(地球科学), **14**, 45–226.
- O'Dogherty, L., Carter, E. S., Dumitrica, P., Goričan, Š., De Wever, P., Bandini, A. N., Baumgartner, P. O. and Matsuoka, A. (2009) Catalogue of Mesozoic radiolarian genera. Part 2: Jurassic–Cretaceous. *Geodiversitas*, **31**, 271–356.
- 大上和良・永広昌之(1985) 北部北上山地の先宮古統堆積岩類に関する研究の総括と現状. 地球科学, **42**, 187–201.
- 小貫義男(1969) 北上山地地質誌. 東北大地質古生物研邦報, no. 69, 1–239.
- 大藤 茂・佐々木みぎわ(2003) 北部北上帯堆積岩複合体の地質体区分と広域対比. 地学雑誌, **112**, 406–410.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター (2019) 20万分の1日本シームレス地質図V2. <https://gbank.gsj.jp/seamless/> (閲覧日: 2020年6月1日).
- Suzuki, N., Ehiro, M., Yoshihara, K., Kimura, Y., Kawashima, G., Yoshimoto, H. and Nogi, T. (2007) Geology of the Kuzumaki–Kamaishi Subbelt of the North Kitakami Belt (a Jurassic accretionary complex), Northeast Japan: Case study of the Kawai–Yamada area, eastern Iwate Prefecture. *Bulletin of the Tohoku University Museum*, no. 6, 103–174.
- Toriyama, R. (1967) The fusulinacean zones of Japan. *Memoirs of the Faculty of Science, Kyushu University, Series D, Geology*, **28**, 1–260.
- 豊原富士夫・植杉一夫・木村敏雄・伊藤谷生・村田明広・岩松 暉(1980) 北部北上山地—渡島半島の地向斜. 木村敏雄(編)日本列島北部における地向斜および構造帯区分の再検討(昭和54年度総研A成果報告書), 東京プリント印刷, 東京, 27–36.
- 内野隆之(2017) 北部北上帯門馬コンプレックスの凝灰質泥岩から得られた後期三畳紀のジルコンU–Pb年代. 地質学雑誌, **123**, 977–982.
- 内野隆之(2019) 岩手県盛岡地域, 北部北上帯南西縁部に分布するジュラ紀付加体中砂岩の碎屑性ジルコンU–Pb年代. 地質調査研究報告, **70**, 357–372.
- Uchino, T. and Suzuki, N. (2020) Late Jurassic radiolarians near U–Pb-dated sandstone of the North Kitakami Belt in the northeastern Shimokita Peninsula, Tohoku, Japan. *Bulletin of Geological Survey of Japan*, **71**, 313–330.
- 内野隆之・川村信人・川村寿郎(2008) 北上山地前期石炭紀付加体「根田茂帯」の構成岩相と根田茂帯・南部北上帯境界. 地質学雑誌, **114**補遺, 141–157.
- Ueda, H., Kimura, S., Saito, T., Takano, Y., Iizuka, N. and Orihashi, Y. (2018) Material recycling in a sediment starved trench recorded in the Early Cretaceous Shiriya accretionary complex, Northeast Japan. *Island Arc*, **27**, e12272. doi:10.1111/iar.12272.

北部北上帯南西縁部，泥岩中の中生代放散虫化石（内野・鈴木）

吉田鎮男(1981) チャートラミナイト：岩石学的記載と本邦地向斜における産状. 地質学雑誌, **87**, 131-141.

吉田 尚・片田正人(1964) 5万分の1地質図幅「大槌・霞露岳」および同説明書. 地質調査所, 30p.

吉原 賢・鈴木紀毅・永広昌之(2002) 北部北上山地，葛巻一釜石帯のマンガノジュールから中期ジュラ紀

放散虫の発見とその意義. 地質学雑誌, **108**, 536-539.

(受 付：2020年9月9日； 受 理：2021年3月4日)
(早期公開：2021年4月9日)

岩手県盛岡市藪川, 大石川沿いで確認された十和田大不動テフラ

工藤 崇^{1,*}・内野 隆之¹

KUDO Takashi and UCHINO Takayuki (2021) The Towada-Ofudo Tephra found along the Oishi River, Yabukawa, Morioka City, Iwate Prefecture. *Bulletin of the Geological Survey of Japan*, vol. 72 (2), p. 129-138, 5 figs, 1 table.

Abstract: Four tephra layers, Os-4, Os-3, Os-2 and Os-1 in ascending stratigraphic order, were found in the Quaternary valley floor deposits distributed along the Oishi River, Yabukawa, Morioka City, Iwate Prefecture. Correlation of tephra layers was carried out on the basis of stratigraphy, sedimentary facies, constituent materials and major element chemical compositions of volcanic glasses. The Os-4 is estimated to be derived from the Iwate or Akita-Komagatake volcanoes, but a detailed correlation is difficult at present. The Os-3 is correlated to the Towada-Ofudo Tephra (36 ka) and corresponds to the co-ignimbrite ash fall deposit of the Towada-Ofudo Pyroclastic Flow Deposits. The Os-2 is a reworked deposit of the Towada-Ofudo Tephra. The Os-1 is probably correlated to the Towada-Hachinohe Tephra.

Keywords: tephra, stratigraphy, correlation, Towada-Ofudo Tephra, Towada-Hachinohe Tephra, co-ignimbrite ash fall deposit, Iwate Prefecture

要 旨

岩手県盛岡市藪川, 大石川沿いの谷底低地を埋積する礫層主体の第四紀堆積物中に, 下位よりOs-4, Os-3, Os-2, Os-1の4枚のテフラを見出した。これらのテフラについて, 層序, 層相, 構成物質及び火山ガラスの化学組成の特徴から対比を行った。Os-4は岩手火山あるいは秋田駒ヶ岳火山起源と推定されるが, 現時点での詳細な対比は困難である。Os-3は36 kaの十和田大不動テフラに対比され, 十和田大不動火砕流堆積物のco-ignimbrite ash fall depositに相当する。Os-2は十和田大不動テフラの再堆積層と考えられる。Os-1は15.5 kaの十和田八戸テフラに対比される可能性が高い。

1. はじめに

産総研地質調査総合センターでは, 現在, 5万分の1地質図幅「外山」の作成を目的とした野外地質調査を行っている。その調査の過程で, 本論の著者のうち内野は, 岩手県盛岡市藪川付近(第1図)の谷底低地を埋積する礫層主体の第四紀堆積物中に, 複数枚のテフラを見出した。これらのテフラについて詳細を明らかにし, 既知のテフラとの対比を行うことは, 火山噴出物の分布範囲を把握するだけでなく, 同一時間面を認識してテフラを挟有する堆積物の年代を明らかにするためにも重要である。

そこで, これらのテフラを対象として我々は, 層序, 層相, 構成物質, 火山ガラスの主成分化学組成について検討を行った。その結果, これらの中に十和田大不動テフラ(町田・新井, 1992, 2003)に対比されるテフラが確認されたので, 本論にて報告する。

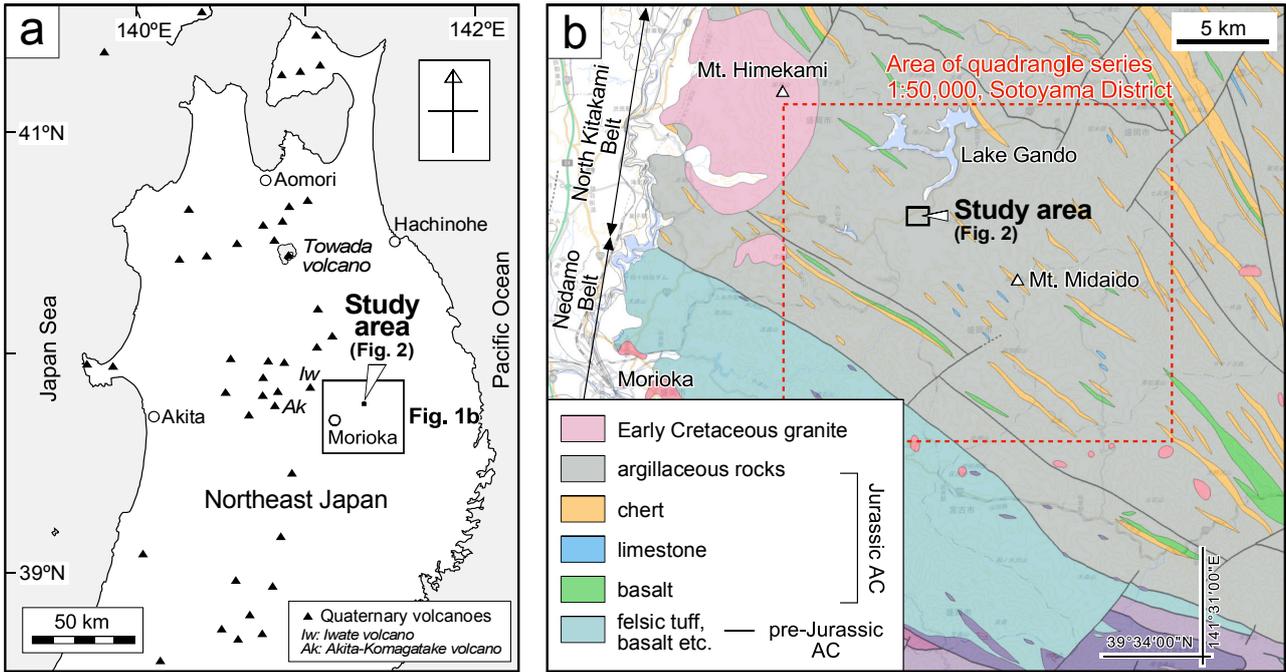
2. 地質記載

2.1 概要

岩手県盛岡市藪川付近(第2図)は, 北部北上帯のジュラ紀付加体を基盤とする標高700~1,000 mのいわゆる隆起準平原をなす小起伏山地からなり, これらを刻む谷沿いには, 礫層を主体とする第四紀の谷底低地堆積物が分布する。このうち, 大石川沿いに分布する谷底低地堆積物は, 平坦な地形面をなしており(第2図), 大石川の侵食による下刻作用を受けて, 川床から最大比高4 m程度の段丘地形を示す。大石川沿いでは, 谷底低地堆積物の断面が複数箇所で見出される(第2図; 第3図)。これらの谷底低地堆積物は, 礫層を主体とし, 泥炭層, 泥層, 砂質泥層, 砂層及びテフラ層を伴い, 表層の土壌層により覆われる(第3図)。堆積物中には少なくとも4枚のテフラが認められる(第3図)。これらのテフラを下位よりOs-4, Os-3, Os-2, Os-1と呼ぶことにする(第3図)。以下では, これらのテフラについて記載を行う。なお, 火山灰の構成粒子についての記載は, 水洗・超音波洗浄し

¹ 産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地質情報研究部門 (AIST, Geological Survey of Japan, Research Institute of Geology and Geoinformation)

* Corresponding author: KUDO, T., Central 7, 1-1-1 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan. Email: kudo-taka@aist.go.jp



第1図 (a) 調査地域の位置図。(b) 岩手県盛岡市周辺の地質図。「外山」図幅内に分布する地質体のみ凡例で示してある。地質図は産総研地質調査総合センター(2019)の20万分の1日本シームレス地質図V2を引用した。

Fig. 1 (a) Locality map of the study area. (b) Geological map around Morioka City, Iwate Prefecture. Only legends of geologic bodies within the quadrangle Sotoyama District were shown. The map was referred from the Seamless Digital Geological Map of Japan (1:200,000) V2 of the Geological Survey of Japan, AIST (2019). AC: accretionary complex.

て懸濁物(細粒物)を取り除いた試料の実体顕微鏡観察の結果による。火山ガラスの形態分類は町田・新井(1992, 2003)に従った。

2.2 テフラ記載

2.2.1 Os-4

地点1のみで確認される。層厚は7 cmで、上下を淡灰色泥層に挟まれる(第3図)。火山礫混じりの火山灰層である。火山礫として長径2~3 mmの黒色スコリア及び石質岩片をまばらに含む。層全体として褐灰色を呈する。火山灰の構成粒子は、斜長石、斜方輝石、単斜輝石、鉄鉱物、風化したかんらん石、黒色スコリア、赤褐色風化スコリア及び灰色~暗灰色の石質岩片などからなる。

2.2.2 Os-3

地点1~4で確認される。層厚は8~12 cmで、層厚の側方変化は少なく、淡灰色泥層あるいは泥炭層に上下を挟まれる(第3図)。正級化構造が認められ、粒径の違いから下部と上部の2つのユニットに区分される(第3図; 第4図a, c)。下部ユニットは、灰色を呈する粗粒火山灰混じりの軽石火山礫層である。軽石火山礫の長径は1 cm以下である。白色軽石火山礫を主体とし、礫支持で、粒間を粗粒火山灰が埋める層相を示す(第4図c)。

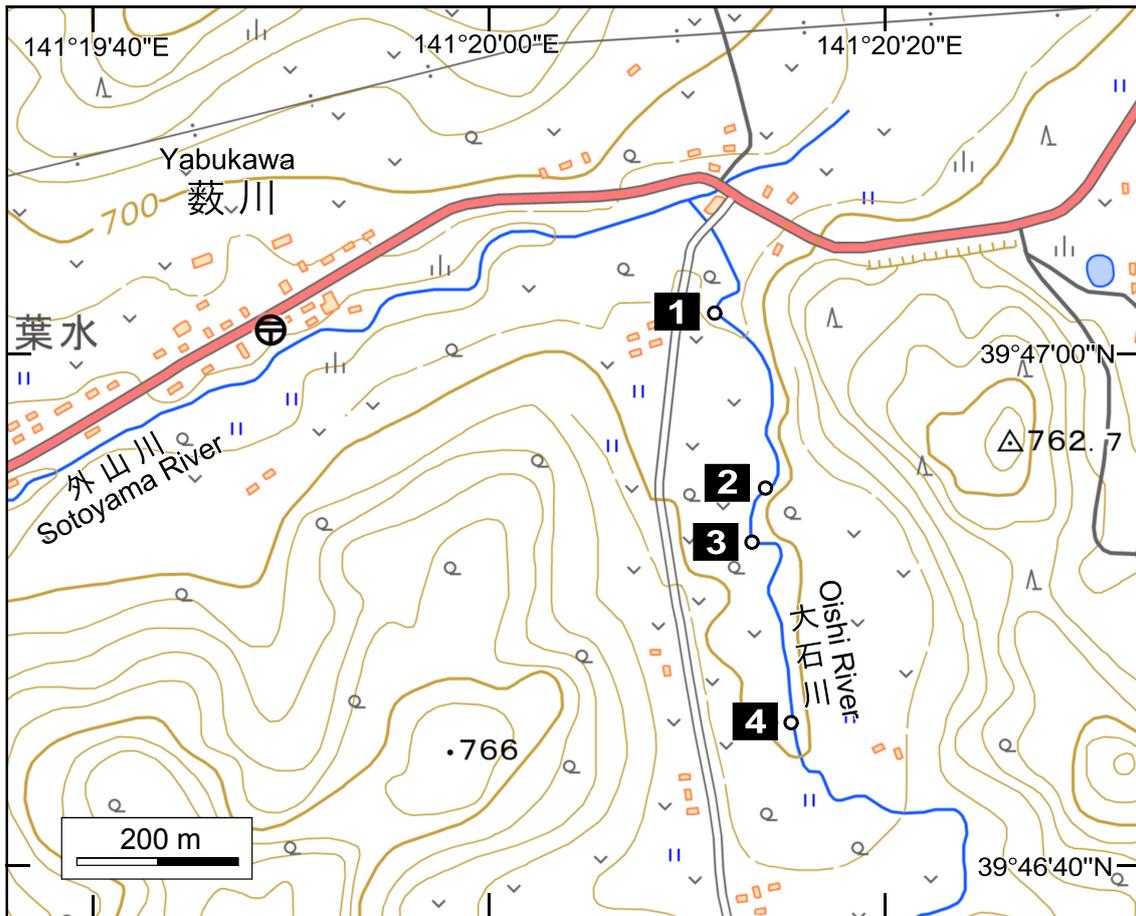
上部ユニットは、灰色を呈する粗粒火山灰層である。両ユニットで火山灰の構成粒子の種類に違いは認められない。鉱物粒子としては、斜長石、斜方輝石、単斜輝石及び鉄鉱物を含む。火山ガラス粒子としては、スポンジ状の白色ガラス及び繊維状の透明~白色ガラスを多く含み、曇りガラス状の灰色塊状ガラスや黒曜石片を伴う。その他、各種石質岩片を含む。

2.2.3 Os-2

地点3のみで確認される。上下を泥炭層に挟まれる(第3図)。層厚は一定せず、最大8 cmで、レンズ状で側方に尖滅する。長径4 mm以下の白色軽石火山礫を交える灰色細粒~粗粒火山灰層である。淘汰は比較的悪い。鉱物粒子としては、斜長石、斜方輝石、単斜輝石、鉄鉱物及びごく微量の石英を含む。火山ガラス粒子としては、スポンジ状の白色ガラス及び繊維状の透明~白色ガラスを多く含み、曇りガラス状の灰色塊状ガラスや黒曜石片を伴う。その他、各種石質岩片を含む。火山灰の構成粒子は、ごく微量の石英が含まれる点以外は、Os-3とほぼ同様である。

2.2.4 Os-1

地点1のみで確認される。淡灰色泥層を覆い、褐色土



第2図 露頭の位置図. 本区域の位置を第1図に示す. 基図に地理院地図を使用.

Fig. 2 Locality of outcrops. The location of this area is shown in Fig. 1. Base map is from GSI Map.

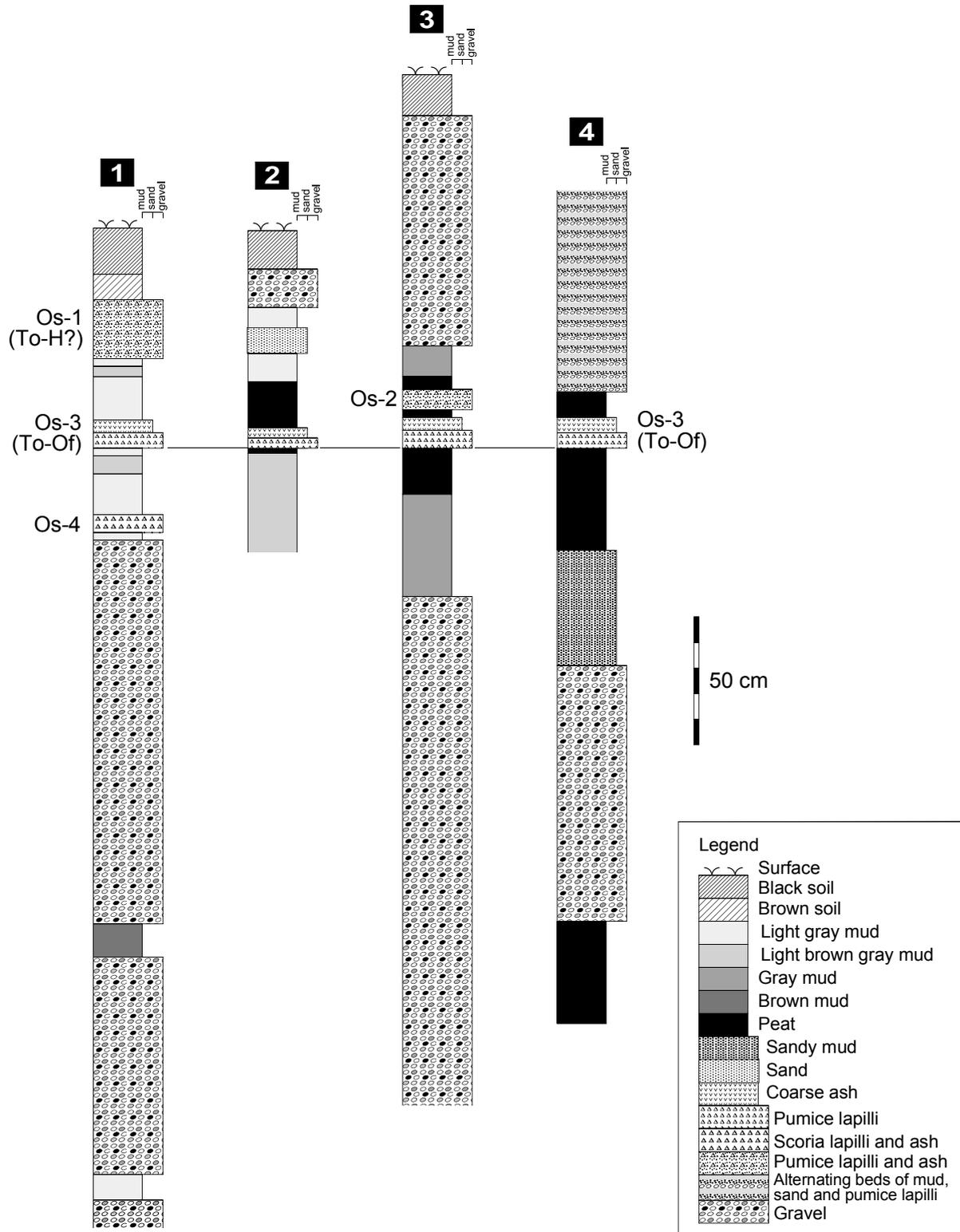
壤層に覆われる(第3図). 層厚は最大23 cmで, 側方に一定しない(第4図a). 層の上面は, 一部で境界がはっきりしない. 長径1 cm以下の白色及び灰色軽石火山礫を交える淡褐灰色火山灰層であり, 塊状で淘汰が悪い(第4図b). 火山灰の構成粒子として, 斜長石, 斜方輝石, 単斜輝石, 鉄鉱物と少量の普通角閃石を含む. また, スポンジ状の白色~灰色ガラス及び多種の石質岩片を含む. 石質岩片の量は他のテフラに比較して多い.

3. 火山ガラス主成分化学組成分析

3.1 試料

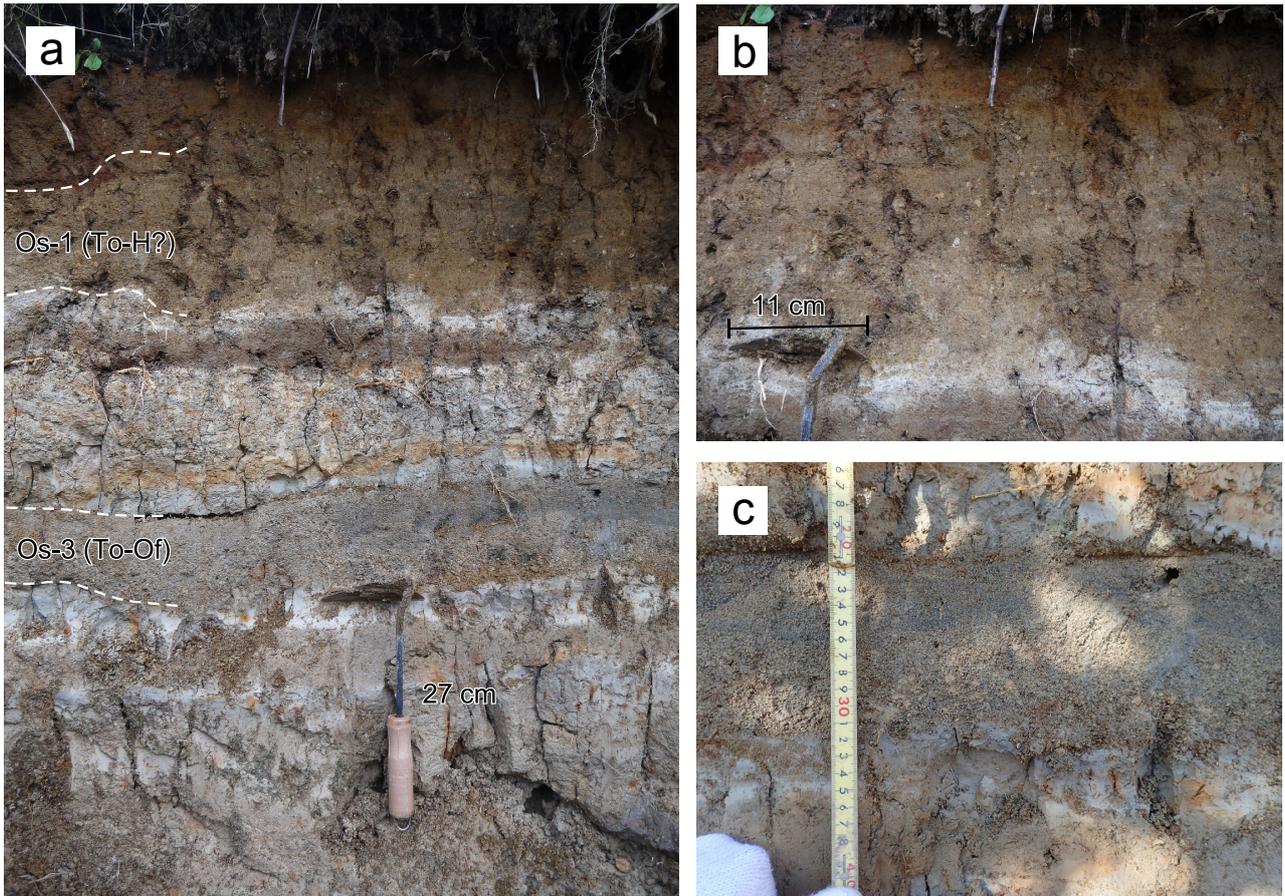
テフラ中の火山ガラスについて, 主成分化学組成分析を行った. ここでは地点1~4の全ての露頭で観察され, 一定した層厚で側方へ追跡可能な産状を示すOs-3を分析対象とした. 試料は地点1より採取した(試料番号: 19051402). Os-3は軽石質テフラであり, 火山ガラスの特徴から比較的珪長質なテフラと判断される. 本地域付近には, 岩手火山, 秋田駒ヶ岳火山, 十和田火山起源のテフラが分布することが知られている(土井, 2000). そ

の中でも, 珪長質な軽石質テフラとしては, 十和田火山起源の十和田大不動テフラ(To-Of)及び十和田八戸テフラ(To-H)(町田・新井, 1992, 2003)が挙げられる. 今回見つかったOs-2は, 火山灰構成粒子の特徴がTo-Ofに極めて類似している(詳細は後述). そこで, 給源付近に分布し, 対比が明確になっているTo-Ofについても比較対象として分析を行った. 給源付近のTo-Ofは, 火砕流堆積物である十和田大不動火砕流堆積物(東北地方第四紀研究グループ, 1969; Hayakawa, 1985; 宝田・村岡, 2004), ビスケット浮石1:BP1(東北地方第四紀研究グループ, 1969)あるいは切田降下火砕堆積物(Kirida fallout deposits)(Hayakawa, 1985)と呼ばれる降下火砕堆積物などからなる. これらのうち, 青森県十和田市奥瀬仙ノ沢(北緯40度34分33.12秒, 東経141度5分1.48秒)で露出する十和田大不動火砕流堆積物から採取した軽石(試料番号: No-4)を分析対象とした. 十和田大不動火砕流堆積物は, To-Ofの主部を構成するテフラであり, この露頭は早川(1993)及び工藤(2005)でも記載が行われ(後者の第4.13図に露頭写真が, 第4.18図に柱状図が示



第3図 地質柱状図. 各露頭の位置を第2図に示す.

Fig. 3 Stratigraphic columnar sections. The locality of each section is shown in Fig. 2.



第4図 地点1における露頭写真。(a) 露頭最上部に見られるOs-1及びOs-3。(b) Os-1の接写写真。(c) Os-3の接写写真。
Fig. 4 Outcrop photographs at the location 1. (a) The Os-1 and Os-3 at the uppermost part of the outcrop. (b) Close-up photo of the Os-1. (c) Close-up photo of the Os-3.

されている), To-Ofであることが確実にされている。また、試料No-4の全岩化学組成についてはYamamoto *et al.* (2018)により公表されている。

3.2 手法

火山ガラス主成分化学組成分析は、株式会社古澤地質に依頼した。試料は、19051402が軽石火山礫混じりの火山灰、No-4が火砕流堆積物中から採取した1個の軽石火山岩塊である。前処理は古澤(2003)の方法を基本とした。試料を粉碎した後、ナイロン製使い捨て#255メッシュシート(糸径43 μm , オープニングワイド57 μm)を用い、流水中で洗浄した。残渣を#125メッシュシート(糸径70 μm , オープニングワイド133 μm)を用い水中で篩い分けした。これにより1/8 ~ 1/16 mmに粒度調整した試料について、超音波洗浄機を用いて洗浄し、表面に付着した粘土分などを洗い流した。次に、偏光顕微鏡を用いて試料から火山ガラスのみを手選し、エポキシ樹脂を用いてスライドガラス上に包埋し、#3000カーボラダムで研磨、1 μm のダイヤモンドペーストにて鏡面研磨した

薄片を作成した。主成分元素分析には、エネルギー分散型X線マイクロアナライザー(EDX)を用いた。加速電圧は15 kV、試料電流は0.3 nAである。4 μm 四方の範囲を約150 nmのビーム径にて走査させて測定した。各試料について、火山ガラス片1個につき1点、合計15点の分析を行った。スタンダードには高純度人工酸化物結晶(純度99.99%以上の SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 , MnO , MgO)、純度99.99%以上の単結晶 NaCl , KCl , CaF_2 を用いた。これを、アメリカ標準局NIST620ガラス、IHNISTK-961ガラス及びglass-D(沢田ほか, 1997)を用いてチェックした。また、ASTIMEX, TaylorなどのいわゆるEPMA用標準物質などでもその精度をチェックした。Kについてはニチカ製高純度Adularia(沢田ほか, 1997)を用い、ダブルチェックした。ワーキングスタンダードにはATテフラの火山ガラスを用い、測定時毎に値をチェックした。

3.3 結果

分析結果を第1表及び第5図に示す。火山ガラス化学組成については、以下では無水100 wt.%に再計算した値

第1表 Os-3及び十和田大不動火砕流堆積物の火山ガラス主成分化学組成

Table 1 Major element chemical compositions of volcanic glasses from the Os-3 and Towada-Ofudo Pyroclastic Flow Deposits

Sample no. 19051402															
Tephra name Os-3															
Point no.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Raw data (wt.%)															
SiO ₂	71.41	71.48	72.15	72.35	72.09	69.12	71.76	71.81	72.04	69.75	74.74	73.46	71.83	72.92	71.44
TiO ₂	0.4	0.36	0.37	0.26	0.32	0.51	0.44	0.26	0.39	0.46	0.3	0.53	0.43	0.45	0.43
Al ₂ O ₃	11.74	12.34	11.77	12.44	11.83	12.54	12.02	11.52	12.73	12.8	12.06	12.74	12.99	12.42	11.73
FeO	1.73	2.03	1.6	1.93	1.68	2.17	1.71	1.49	2	2.22	1.64	2.13	2.29	1.88	1.82
MnO	0.12	0.04	0.13	0.13	0.05	0.07	0.19	0.1	0.22	0.06	0.16	0.21	0.1	0.06	0.19
MgO	0.36	0.54	0.36	0.46	0.42	0.56	0.51	0.37	0.53	0.64	0.45	0.49	0.58	0.53	0.44
CaO	2.04	2.19	1.98	2.2	2.06	2.47	2.01	1.92	2.33	2.72	2	2.46	2.56	2.26	2.01
Na ₂ O	3.93	3.92	3.91	3.97	3.84	3.89	3.95	3.82	3.96	3.89	4.05	4.15	4.01	4.02	3.86
K ₂ O	1.3	1.18	1.22	1.23	1.2	1.09	1.25	1.19	1.1	1.07	1.23	1.17	1.04	1.06	1.14
Total	93.03	94.08	93.49	94.97	93.49	92.42	93.84	92.48	95.3	93.61	96.63	97.34	95.83	95.6	93.06
Data normalized to 100 % (wt.%)															
SiO ₂	76.76	75.98	77.17	76.18	77.11	74.79	76.47	77.65	75.59	74.51	77.35	75.47	74.96	76.28	76.77
TiO ₂	0.43	0.38	0.40	0.27	0.34	0.55	0.47	0.28	0.41	0.49	0.31	0.54	0.45	0.47	0.46
Al ₂ O ₃	12.62	13.12	12.59	13.10	12.65	13.57	12.81	12.46	13.36	13.67	12.48	13.09	13.56	12.99	12.60
FeO	1.86	2.16	1.71	2.03	1.80	2.35	1.82	1.61	2.10	2.37	1.70	2.19	2.39	1.97	1.96
MnO	0.13	0.04	0.14	0.14	0.05	0.08	0.20	0.11	0.23	0.06	0.17	0.22	0.10	0.06	0.20
MgO	0.39	0.57	0.39	0.48	0.45	0.61	0.54	0.40	0.56	0.68	0.47	0.50	0.61	0.55	0.47
CaO	2.19	2.33	2.12	2.32	2.20	2.67	2.14	2.08	2.44	2.91	2.07	2.53	2.67	2.36	2.16
Na ₂ O	4.22	4.17	4.18	4.18	4.11	4.21	4.21	4.13	4.16	4.16	4.19	4.26	4.18	4.21	4.15
K ₂ O	1.40	1.25	1.30	1.30	1.28	1.18	1.33	1.29	1.15	1.14	1.27	1.20	1.09	1.11	1.23
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Sample no. No-4															
Tephra name Towada-Ofudo Pyroclastic Flow Deposits															
Point no.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Raw data (wt.%)															
SiO ₂	66.13	62.91	72.47	71.17	70.42	70.81	70.5	71.07	69.91	72.38	68.28	70.3	70.76	67.18	76.45
TiO ₂	0.31	0.33	0.36	0.37	0.43	0.37	0.4	0.31	0.34	0.33	0.26	0.33	0.27	0.41	0.39
Al ₂ O ₃	11.59	10.82	11.9	11.9	12.45	12.12	12.22	11.37	11.41	11.4	11.18	11.34	11.76	11.22	12.22
FeO	1.9	1.74	1.59	1.71	2.11	1.92	1.75	1.64	1.52	1.6	1.66	1.43	1.57	1.74	1.69
MnO	0.04	0.14	0.05	0.13	0.01	0.07	0.02	0.1	0.06	0.1	0.12	0.02	0.04	0.16	0.01
MgO	0.53	0.49	0.42	0.5	0.57	0.58	0.49	0.34	0.32	0.4	0.35	0.41	0.38	0.42	0.32
CaO	2.38	1.94	1.96	2.22	2.55	2.36	2.26	1.91	1.95	1.84	2.03	1.84	1.95	2.03	2.01
Na ₂ O	3.72	3.57	3.94	3.88	3.98	3.9	4.03	3.97	3.87	3.87	3.8	3.59	4.02	3.88	4.31
K ₂ O	1.12	1.07	1.26	1.24	1.22	1.14	1.14	1.25	1.23	1.29	1.17	1.17	1.22	1.15	1.32
Total	87.72	83.01	93.95	93.12	93.74	93.27	92.81	91.96	90.61	93.21	88.85	90.43	91.97	88.19	98.72
Data normalized to 100 % (wt.%)															
SiO ₂	75.39	75.79	77.14	76.43	75.12	75.92	75.96	77.28	77.15	77.65	76.85	77.74	76.94	76.18	77.44
TiO ₂	0.35	0.40	0.38	0.40	0.46	0.40	0.43	0.34	0.38	0.35	0.29	0.36	0.29	0.46	0.40
Al ₂ O ₃	13.21	13.03	12.67	12.78	13.28	12.99	13.17	12.36	12.59	12.23	12.58	12.54	12.79	12.72	12.38
FeO	2.17	2.10	1.69	1.84	2.25	2.06	1.89	1.78	1.68	1.72	1.87	1.58	1.71	1.97	1.71
MnO	0.05	0.17	0.05	0.14	0.01	0.08	0.02	0.11	0.07	0.11	0.14	0.02	0.04	0.18	0.01
MgO	0.60	0.59	0.45	0.54	0.61	0.62	0.53	0.37	0.35	0.43	0.39	0.45	0.41	0.48	0.32
CaO	2.71	2.34	2.09	2.38	2.72	2.53	2.44	2.08	2.15	1.97	2.28	2.03	2.12	2.30	2.04
Na ₂ O	4.24	4.30	4.19	4.17	4.25	4.18	4.34	4.32	4.27	4.15	4.28	3.97	4.37	4.40	4.37
K ₂ O	1.28	1.29	1.34	1.33	1.30	1.22	1.23	1.36	1.36	1.38	1.32	1.29	1.33	1.30	1.34
Total	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

を用いて記載を行う。Os-3と十和田大不動火砕流堆積物は、火山ガラスのSiO₂含有量が74.5～77.7 wt.%の範囲にあり、1つのまとまった組成領域を構成する。両者はいずれの元素においても極めて類似した組成を示し、両者に明瞭な差異は認められない(第5図)。

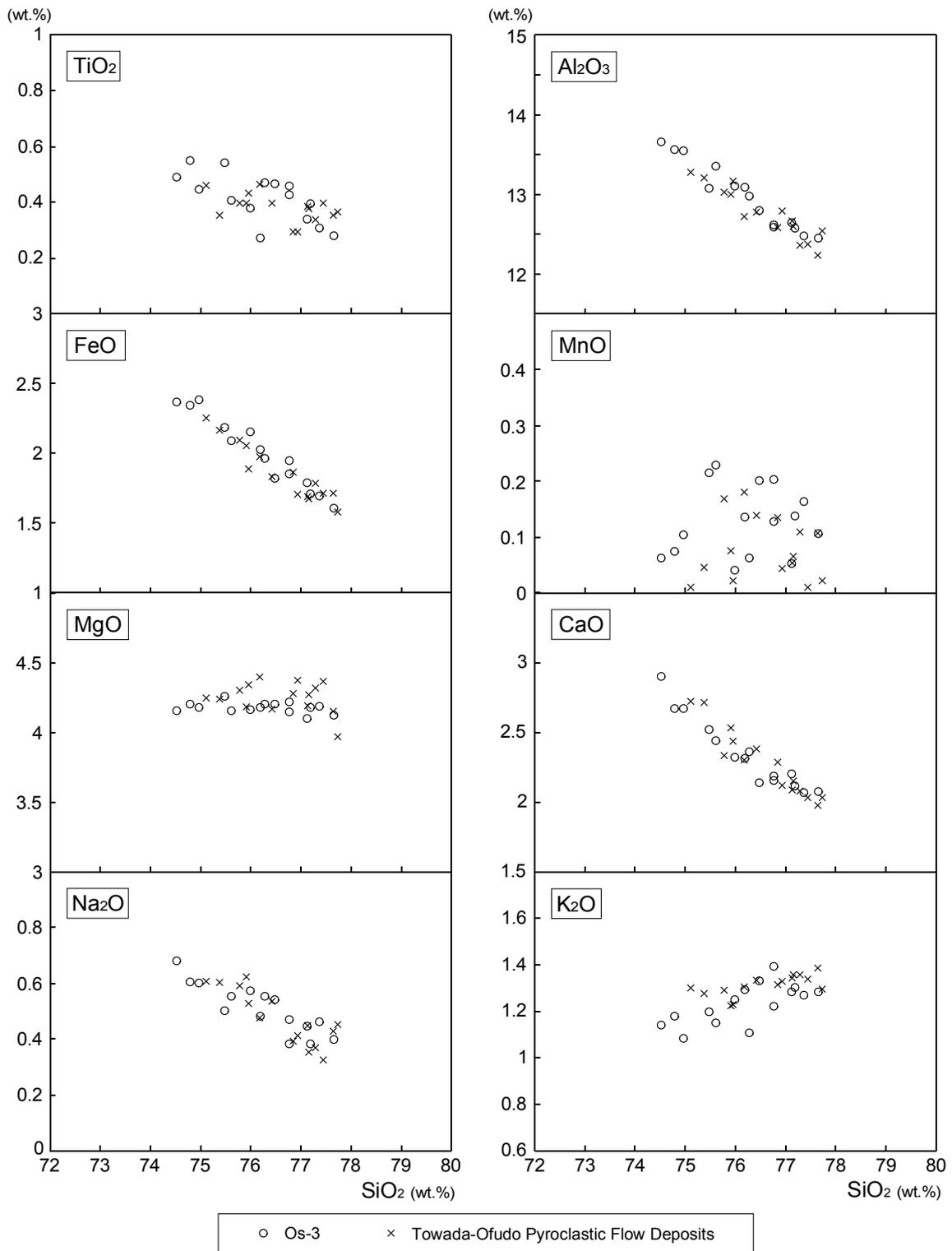
4. テフラの対比

本地域付近には、西方に位置する岩手火山、秋田駒ヶ

岳火山、北西方に位置する十和田火山(第1図)起源のテフラが分布することが知られている(土井, 2000)。以下では、本地域で確認されたテフラについて、層序、層相、構成物質及び火山ガラスの化学組成の特徴から、テフラの対比を試みる。

4.1 Os-3

Os-3は、火山ガラスのSiO₂含有量が74.5～77.7 wt.%



第5図 Os-3及び十和田大不動火砕流堆積物の火山ガラス主成分化学組成ハーカー図。

Fig. 5 Harker diagrams for the major element chemical compositions of volcanic glasses from the Os-3 and Towada-Ofudo Pyroclastic Flow Deposits.

と珪長質な組成を示す(第5図)。この特徴は、Os-3が玄武岩～安山岩主体の岩手火山や秋田駒ヶ岳火山(例えば、石川ほか, 1982; 中川ほか, 1985; 藤縄ほか, 2004; 伊藤・土井, 2005)を起源とするテフラではなく、珪長質マグマに卓越する十和田火山(工藤ほか, 2019)を起源とするテフラであることを示唆する。

本地域付近に分布する十和田火山起源の珪長質テフラとしては、十和田大不動テフラ(To-Of)と十和田八戸テフラ(To-H)が知られている(土井, 2000)。両テフラは非常に良く似た特徴を有しており、火山ガラスの主成分化学組成では差異が認められない(柴・佐々木, 2006; 古澤, 2017)。一方、鉱物組み合わせでは、To-Ofには普通角閃石が含まれないのに対し、To-Hには普通角閃石が含まれるという違いが報告されている(例えば、Hayakawa, 1985; 松山・大池, 1986; 中川ほか, 1986; 土井, 2000; 町田・新井, 2003; 宝田・村岡, 2004; 工藤, 2005; 工藤ほか, 2019)。ただし最近、To-Ofにも径0.125 mm以下の細粒な粒子として、普通角閃石が少量含まれる場合があることが報告されている(古澤, 2017)。ここで重要なのは、To-Hは普通角閃石を必ず含むのに対し、To-Ofは普通角閃石を含む場合と含まない場合があること(例えば、古澤, 2017)である。つまり、対比候補がこれらの2つのテフラに絞られる場合、普通角閃石を含まない場合にはTo-Ofと判別できるが、普通角閃石を含む場合には両者の判別が難しくなる。しかし、これは観察する粒子のサイズに左右される問題であり、珪晶サイズ(おおよそ0.3 mm以上)の粒子で見た場合には、To-Ofには普通角閃石が含まれないため、両者を区別することが比較的容易である(工藤ほか, 2019)。加えて、To-Ofの本質物質である軽石中には、これまで普通角閃石の存在が報告された報告例はない。本論の筆頭著者である工藤も、これまで20年以上にわたり十和田火山の研究を行ってきたものの(例えば、工藤, 2005; 工藤・小林, 2013; Yamamoto *et al.*, 2018; 工藤ほか, 2019)、To-Ofの軽石中に普通角閃石を確認したことは一度もない。おそらく、古澤(2017)が確認したTo-Of中の普通角閃石は、本質物質由来ではなく、噴出時における火道壁岩からの取り込み、もしくは火砕流の流走中における基底層の取り込みにより由来するものと推定される。To-Ofに普通角閃石が存在するか否か、研究報告により違いが生じる要因は、本質物質のみを観察した場合と火砕流基質など本質物質以外の部分も観察した場合の差、または、観察を行った粒子の粒径の差に起因すると考えられる。

Os-3に含まれる鉱物の組み合わせは、斜長石+斜方輝石+単斜輝石+鉄鉱物であり、To-Ofの鉱物組み合わせ(工藤, 2005; 工藤ほか, 2019)と一致し、To-Hとは一致しない。また、Os-3の火山ガラスは軽石型が卓越するが、この特徴はTo-Ofの特徴(町田・新井, 1992, 2003)とも一致する。更に、Os-3には曇りガラス状の灰色塊状火山

ガラス片や黒曜石片が含まれるが、同様な火山ガラスはTo-Ofの主部を構成する十和田大不動火砕流堆積物にも比較的多く含まれる(工藤ほか, 2019)。そして、Os-3と十和田大不動火砕流堆積物の火山ガラス主成分化学組成は極めて良く一致し、両者に差異は認められない(第5図)。以上のことから、Os-3とTo-Ofは対比可能と判断される。

Os-3は、正級化構造を示し、礫支持で淘汰が比較的良く(第4図c)、一定した厚さで分布を追跡できることから(第3図)、降下火砕物と判断される。To-Ofの噴火(噴火エピソードN)では、最初に爆発的噴火が発生し降下火砕物と火砕サージ堆積物が堆積した後、大規模な火砕流の発生へと移行し、広域において十和田大不動火砕流堆積物が堆積した(Hayakawa, 1985; 工藤ほか, 2019)。十和田大不動火砕流堆積物に先行する降下火砕物は、前述したようにビスケット浮石1(BP1)あるいは切田降下火砕堆積物と呼ばれる。これらの降下火砕物は、分布軸が十和田火山の東方・八戸方面を向いており(Hayakawa, 1985; 中川ほか, 1986)、本地域付近には分布しないと考えられる。よって、Os-3はこれらには対比されない。一方、十和田大不動火砕流堆積物は、本地域付近(盛岡市北部)を南限として分布が確認されている(土井, 1993, 2000)。Os-3は、十和田大不動火砕流堆積物の分布に近接すること、構成物において十和田大不動火砕流堆積物と多くの共通点が認められることから、十和田大不動火砕流堆積物のco-ignimbrite ash-fall deposit (Sparks and Walker, 1977)に相当すると考えられる。土井(2000)は、岩手山東山麓に分布する「好摩沢^{こうまざわ}ガラス質火山灰」(土井, 1993)が大不動火砕流堆積物のco-ignimbrite ash-fall depositであると考えた。Os-3はこれに対比されると考えられる。

To-Ofについては、非常に多くの¹⁴C年代が公表されている(工藤ほか, 2019)。本論では、To-Ofの年代として、辻野ほか(2018)や工藤ほか(2019)に従い、最新の¹⁴C年代値である小岩ほか(2007)による31,930 ± 210 BPを採用する。この年代値について、IntCal20データセット(Reimer *et al.*, 2020)、較正プログラムCALIB 8.2 (Stuiver *et al.*, 2020)を用いて暦年較正すると、36,096 ~ 36,482 cal BP (1σ)となる。この結果より、本報告ではTo-Ofの年代を36 kaとする。

4.2 Os-2

Os-2は、厚さ3 cmの泥炭層を挟んでOs-3の上位にあり、Os-3と層位が近接する(第3図)。Os-2とOs-3は、前者でごく微量の石英を含むほかは、構成物がほぼ同一であり、構成物のみを見た場合には両者の区別が困難である。Os-2は、Os-3のすぐ上位に存在すること、Os-3と構成物がほぼ同じであること、淘汰が悪く降下火砕物である積極的な証拠が見つからないことから、Os-3の再堆

積物である可能性が高いと判断される。つまり、Os-2はTo-Ofの再堆積層と考えられる。

4.3 Os-1

Os-1に含まれる鉱物の組み合わせは、斜長石+斜方輝石+単斜輝石+鉄鉱物+普通角閃石である。本地域付近では、36 kaよりも若く、普通角閃石を含むテフラは十和田八戸テフラ(To-H)しか知られていない(土井, 2000)。Os-1の鉱物組み合わせは、To-Hのそれと良く一致する。土井(1993, 2000)は、To-Hの主部を構成する十和田八戸火砕流堆積物(中川ほか, 1972; Hayakawa, 1985; 宝田・村岡, 2004)が、本地域付近(盛岡市北部)を南限として分布することを示している。Os-1は、白色軽石に加えて灰色軽石も含む特徴を持つ。この特徴は、十和田八戸火砕流堆積物の特徴(工藤ほか, 2019)と一致する。さらに、Os-1は塊状で淘汰が悪く、層厚が一定しない特徴を示すが、これらの特徴はOs-1が火砕流堆積物だとすると説明が付く。以上のことから、今後詳細を詰める必要があるものの、現状ではOs-1はTo-Hに対比される可能性が高いと判断される。なお、To-Hについては、非常に多くの¹⁴C年代が公表されている(工藤ほか, 2019)。本論では、To-Hの年代として、辻野ほか(2018)や工藤ほか(2019)に従い、Horiuchi *et al.* (2007)による¹⁴C暦年代: 15.5 kaを採用する。

4.4 Os-4

Os-4に関しては、現時点では情報が少なく、候補を絞り込むことができないため、対比は困難である。ただし、36 kaより前であること、スコリア質であること、かんらん石を含み苦鉄質マグマ由来と推定されることから、岩手火山あるいは秋田駒ヶ岳火山起源のテフラの可能性が推定される。

5. まとめ

岩手県盛岡市薮川、大石川沿いの谷底低地を埋積する礫層主体の第四紀堆積物中に、下位よりOs-4, Os-3, Os-2, Os-1の4枚のテフラを見出した。Os-4は岩手火山あるいは秋田駒ヶ岳火山起源と推定されるが、詳細な対比は今のところ困難である。Os-3は36 kaの十和田大不動テフラに対比され、十和田大不動火砕流堆積物のco-ignimbrite ash fall depositに相当する。Os-2は十和田大不動テフラの再堆積層と考えられる。Os-1は15.5 kaの十和田八戸テフラに対比される可能性が高い。

謝辞: 編集担当の佐々木宗建氏、査読者の宝田晋治氏には、本論を改善する上で有益なコメントをいただいた。関係各位に深く感謝申し上げます。

文献

- 土井宣夫(1993)盛岡市付近に分布する十和田—大不動—八戸火砕流堆積物の産状. 日本地質学会東北支部会報, no. 22, 8–9.
- 土井宣夫(2000)岩手山の地質—火山灰が語る噴火史—. 滝沢村文化財調査報告書第32集, 岩手県滝沢村教育委員会, 234p.
- 藤縄明彦・巖崎正幸・本田恭子・長尾明美・和知剛・林信太郎(2004)秋田駒ヶ岳火山, 後カルデラ活動期における噴火史: 火山体構成噴出物と降下テフラ層の対比. 火山, **49**, 333–354.
- 古澤 明(2003)洞爺火山灰降下以降の岩手火山のテフラの識別. 地質学雑誌, **109**, 1–19.
- 古澤 明(2017)レーザーアブレーションICP質量分析装置を用いた火山ガラスの分析による十和田カルデラ起源大不動テフラと八戸テフラの識別. 地質学雑誌, **123**, 765–776.
- Hayakawa, Y. (1985) Pyroclastic geology of Towada volcano. *Bulletin of the Earthquake Research Institute*, **60**, 507–529.
- 早川由紀夫(1993)火山の地質巡検案内2: 十和田湖. 群馬大学教育学部紀要 自然科学編, **41**, 53–78.
- Horiuchi, K., Sonoda, S., Matsuzaki, H. and Ohyama, M. (2007) Radiocarbon analysis of tree rings from a 15.5-cal kyr BP pyroclastically buried forest: a pilot study. *Radiocarbon*, **49**, 1123–1132.
- 石川賢一・吉田武義・青木謙一郎(1982)岩手火山の地球化学的研究. 核理研研究報告, **15**, 257–264.
- 伊藤順一・土井宣夫(2005)岩手火山地質図. 火山地質図, 13, 産総研地質調査総合センター.
- 小岩直人・柴 正敏・葛西優貴(2007)青森県屏風山砂丘地帯, 館岡層中の十和田大不動テフラのAMS¹⁴C年代. 第四紀研究, **46**, 437–441.
- 工藤 崇(2005)十和田地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅). 産総研地質調査総合センター, 79p.
- 工藤 崇・小林 淳(2013)十和田火山, 先カルデラ期～カルデラ形成期テフラの放射年代測定. 地質調査研究報告, **64**, 305–311.
- 工藤 崇・内野隆之・濱崎聡志(2019)十和田湖地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅). 産総研地質調査総合センター, 192p.
- 町田 洋・新井房夫(1992)火山灰アトラス. 東京大学出版会, 276p.
- 町田 洋・新井房夫(2003)新編火山灰アトラス. 東京大学出版会, 336p.
- 松山 力・大池昭二(1986)十和田火山噴出物と火山活動. 十和田科学博物館, no. 4, 1–64.

- 中川久夫・中馬教允・石田琢二・松山 力・七崎 修・井出慶司・大池昭二・高橋 一(1972)十和田火山発達史概要. 岩井淳一教授退官記念論文集, 7-18.
- 中川久夫・松山 力・大池昭二(1986)十和田火山噴出物の分布と性状. 東北農政局計画部, 48p.
- 中川光弘・吉田武義・青木謙一郎(1985)東北日本, 秋田駒ヶ岳火山噴出物の地球化学的研究—島弧型ソレナイト系列の化学組成変化—. 核理研研究報告, **18**, 351-365.
- 柴 正敏・佐々木 実(2006)十和田火山噴出物のガラス組成変化. 月刊地球, **28**, 322-325.
- 宝田晋治・村岡洋文(2004)八甲田山地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 産総研地質調査総合センター, 86p.
- 東北地方第四紀研究グループ(1969)東北地方における第四紀海水準変化. 地団研専報, no. 15, 37-83.
- 辻野 匠・工藤 崇・中江 訓・近藤玲介・西岡芳晴・植木岳雪(2018)一戸地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 産総研地質調査総合センター, 161p.
- Reimer, P. J., Austin, W. E. N., Bard, E., Bayliss, A., Blackwell, P. G., Ramsey, C. B., Butzin, M., Cheng, H., Edwards, R. L., Friedrich, M., Grootes, P. M., Guilderson, T. P., Hajdas, I., Heaton, T. J., Hogg, A. G., Hughen, K. A., Kromer, B., Manning, S. W., Muscheler, R., Palmer, J. G., Pearson, C., van der Plicht, J., Reimer, R. W., Richards, D. A., Scott, E. M., Southon, J. R., Turney, C. S. M., Wacker, L., Adolphi, F., Büntgen, U., Capano, M., Fahrni, S. M., Fogtmann-Schulz, A., Friedrich, R., Köhler, P., Kudsk, S., Miyake, F., Olsen, J., Reinig, F., Sakamoto, M., Sookdeo, A. and Talamo, S. (2020) The IntCal20 northern hemisphere radiocarbon age calibration curve (0-55 cal kBP). *Radiocarbon*, **62**, 725-757.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター(2019)20万分の1日本シームレス地質図V2. <https://gbank.gsj.jp/seamless/> (閲覧日:2020年12月31日).
- Stuiver, M., Reimer, P. J., and Reimer, R. W. (2020) CALIB 8.2 [WWW program]. <http://calib.qub.ac.uk/calib> (Accessed:2020-12-21).
- Sparks, R. S. J. and Walker, G. P. L. (1977) The significance of vitric-enriched air-fall ashes associated with crystal-enriched ignimbrites. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **2**, 329-341.
- 沢田順弘・中村唯史・榎田禎久・Yoon Sun・徳岡隆夫(1997)島根県大田市の掘削コアから発見された鬱陵島の完新世初期火山活動由来の漂着軽石. 第四紀研究, **36**, 1-16.
- Yamamoto, T., Kudo, T. and Isizuka, O. (2018) Temporal variations in volumetric magma eruption rates of Quaternary volcanoes in Japan. *Earth, Planets and Space*, 70:65, doi:10.1186/s40623-018-0849-x.

(受付:2021年1月7日; 受理:2021年4月12日)

地質調査総合センター研究資料集

- | | | |
|-----|---|-----------------------------------|
| 716 | 東南海・南海地震予測のための地下水等総合観測施設整備工事（三重県松阪市地区）報告書 | 重松 紀生・小泉 尚嗣・木口 努・渡辺 寛・伊藤 勉 |
| 717 | 東南海・南海地震予測のための地下水等総合観測施設整備工事（高知県須崎市地区）報告書 | 板 場智史・梅田 康弘・小泉 尚嗣・木口 努・渡辺 寛 |
| 718 | 東南海・南海地震予測のための地下水等総合観測施設整備工事（愛媛県松山市地区）報告書 | 佐藤 努・北川 有一・小泉 尚嗣・木口 努・名取 二郎・芳賀 政蔵 |
| 719 | 伊豆大島火山地質図（暫定版 2021） | 川辺 禎久 |
| 720 | 中国地域の地殻内応力マップデータ | 今西 和俊・内出 崇彦・椎名 高裕・松下 レイケン・中井 未里 |
| 721 | 始良カルデラ大隅降下軽石の地点層厚データ | 下司 信夫・西原 歩亮 |
| 722 | 大規模火砕噴火推移時系列データ集 その2 | 下司 信夫・池上 郁彦・西原 歩 |
| 723 | 日光白根火山の噴火記録集 | 及川 輝樹 |
| 725 | 第2 白嶺丸重力データ | 石原 丈実・小田 啓邦 |

地質調査総合センターの最新出版物

5 万分の 1 地質図幅	池田 陸中関
20 万分の 1 地質図幅	野辺地 (第 2 版)
土壌評価図	E-8 表層土壌評価基本図 ~四国地域~
水文環境図	No. 6 山形盆地 (第 2 版) No. 12 紀の川平野
空中磁気図	No. 48 仙台平野南部沿岸地域高分解能空中磁気異常図
重力図	No. 34 名古屋地域重力図 (ブーゲー異常)
その他	東・東南アジア磁気異常図 改訂版 (第 3 版) 中部地方の地球化学図

地質調査研究報告編集委員会

委員長 鈴木 淳
副委員長 佐々木 宗建
委員 宮城 磯 治
松本 弾
宮越 昭 暢
高木 哲 一
川辺 能 成
大谷 竜 竜
長森 英 明
納谷 友 規
工藤 崇 崇
板木 拓 也
森 尻 理 恵

事務局

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
地質調査総合センター
地質情報基盤センター 出版室
<https://www.gsj.jp/inquiries.html>

Bulletin of the Geological Survey of Japan Editorial Board

Chief Editor: SUZUKI Atsushi
Deputy Chief Editor: SASAKI Munetake
Editors: MIYAGI Isoji
MATSUMOTO Dan
MIYAKOSHI Akinobu
TAKAGI Tetsuichi
KAWABE Yoshishige
OHTANI Ryu
NAGAMORI Hideaki
NAYA Tomonori
KUDO Takashi
ITAKI Takuya
MORIJIRI Rie

Secretariat Office

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology
Geological Survey of Japan
Geoinformation Service Center Publication Office
<https://www.gsj.jp/en/>

地質調査研究報告 第72巻 第2号
令和3年5月19日 発行

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
地質調査総合センター

〒305-8567
茨城県つくば市東1-1-1 中央第7

Bulletin of the Geological Survey of Japan
Vol. 72 No. 2 Issue May 19, 2021

Geological Survey of Japan, AIST

AIST Tsukuba Central 7, 1-1-1, Higashi,
Tsukuba, Ibaraki 305-8567 Japan

BULLETIN OF THE GEOLOGICAL SURVEY OF JAPAN

Vol. 72 No. 2 2021

CONTENTS

Special issue: New data from the North Kitakami Belt in the Kitakami Massif, Iwate Prefecture:
On the Sotoyama District, Quadrangle Series 1:50,000

Significance of the Sotoyama District, quadrangle series 1:50,000, and the special issue on its primary data
UCHINO Takayuki 95

Middle Jurassic zircon age from sandstone within the accretionary complex in the North Kitakami Belt,
Kamatsuda area in Iwaizumi Town, Iwate Prefecture, Northeast Japan: Verifying the age of the
accretionary complex containing the Okawa Sample
UCHINO Takayuki 99

Geochemical features and origin of basalt within the Jurassic accretionary complex in the southwestern
margin of the North Kitakami Belt, Northeast Japan
UCHINO Takayuki 109

Mesozoic radiolarian fossils from mudstone within the accretionary complex in the southwestern
margin of the North Kitakami Belt, eastern Morioka, Iwate Prefecture, Northeast Japan
UCHINO Takayuki and SUZUKI Noritoshi 119

The Towada-Ofudo Tephra found along the Oishi River, Yabukawa, Morioka City, Iwate Prefecture
KUDO Takashi and UCHINO Takayuki 129