

## 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<sup>1,\*</sup>

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。

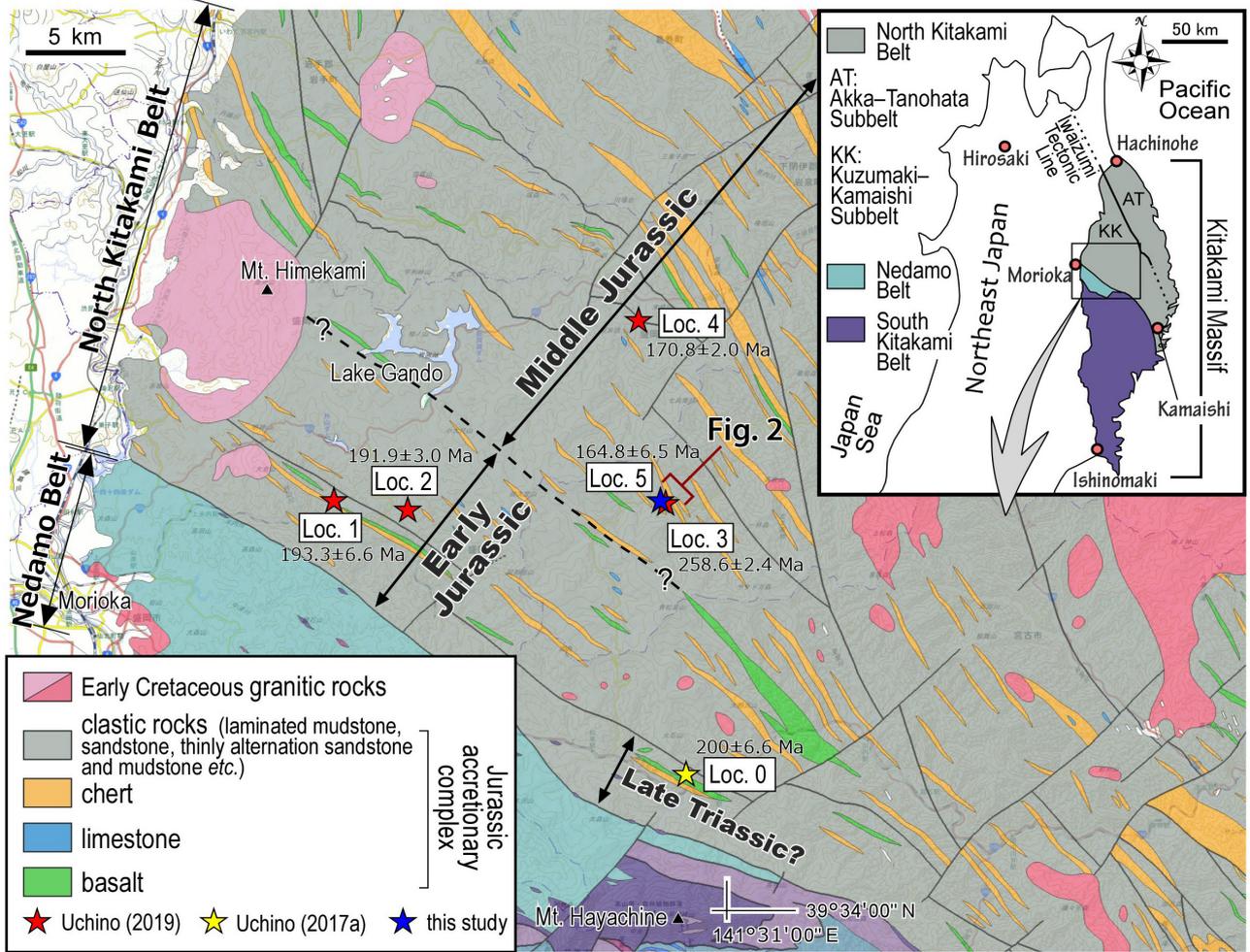
### 1. はじめに

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

<sup>1</sup> 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.

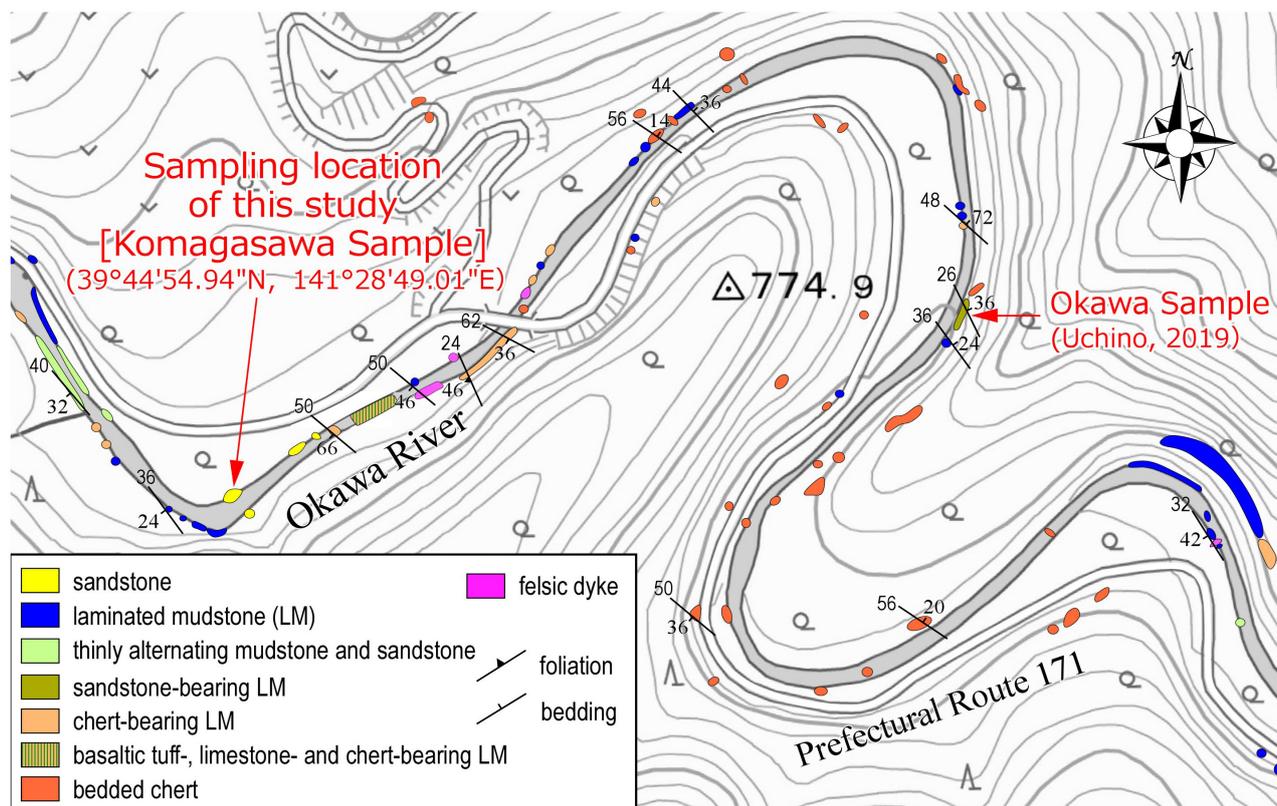
属について、1) 釜石地域の後期ペルム紀付加体 (Nakae and Kurihara, 2011) に相当、2) 北部北上帯南西縁部の後期三畳紀付加体 (第1図のLoc. 0, 内野, 2017a) に相当、3) 館沢・米内川試料と同じく前期ジュラ紀付加体に相当、という3つの可能性が提示されていた。そこで本研究では、それらの年代を検証・確定するために、岩手県岩泉町釜津田地区の大川試料採取地点近傍の砂岩 (第1図のLoc. 5) について、改めて碎屑性ジルコンのU-Pb年代測定を行った。

## 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所的に発達する。

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。

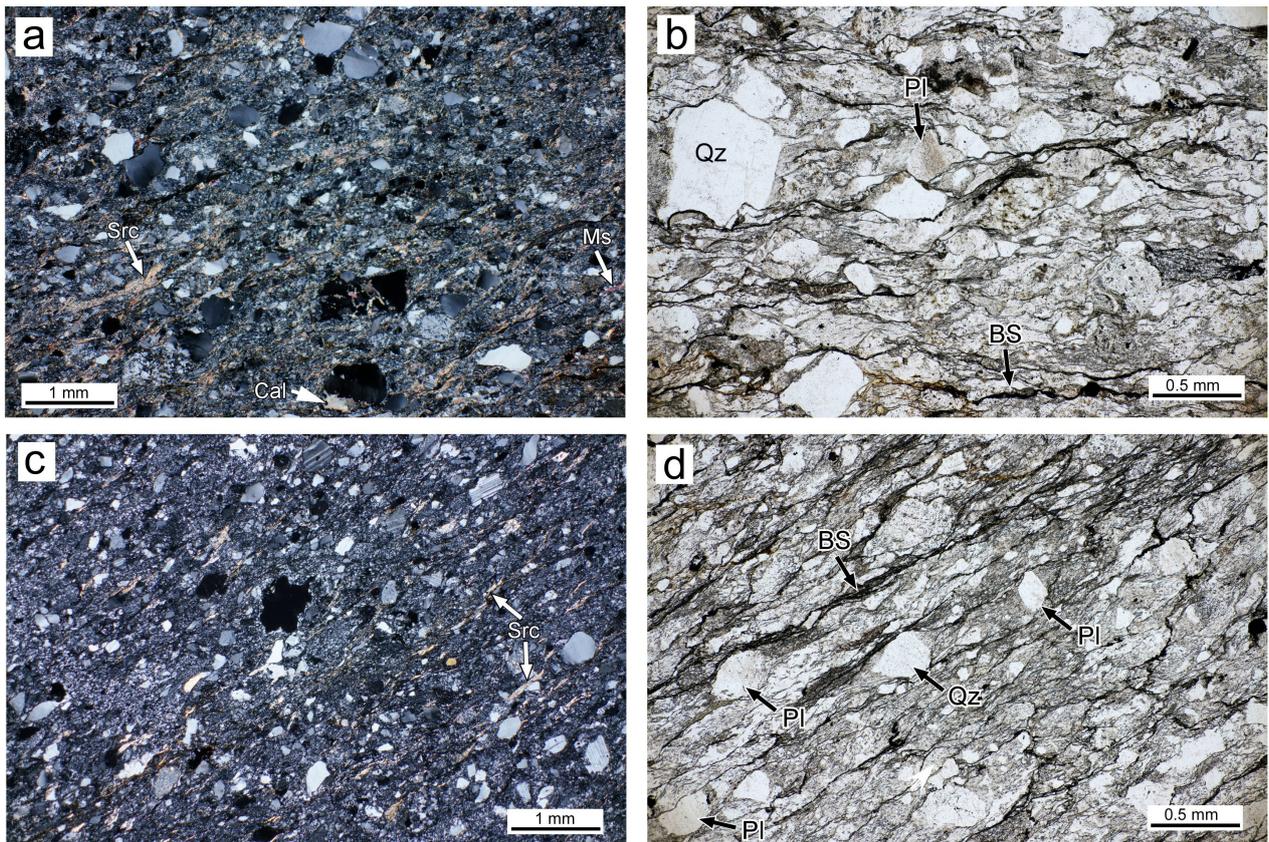
### 3. 碎屑性ジルコンの U-Pb 年代測定

#### 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、 $610.0 \pm 0.9$  Maを示すGJ-1(Jackson *et al.*, 2004)、 $337.1 \pm 0.4$  Maを示すPlešovice(Sláma *et al.*, 2008)及び $33.0 \pm 0.1$  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 $^{238}\text{U}$ - $^{206}\text{Pb}$ 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、 $^{238}\text{U}$ - $^{206}\text{Pb}$ 年代及び $^{235}\text{U}$ - $^{207}\text{Pb}$ 年代を第2表に示す。年代の議論には、 $^{235}\text{U}$ - $^{207}\text{Pb}$ 年代よりも誤差の小さい $^{238}\text{U}$ - $^{206}\text{Pb}$ 年代を採用した。また、 $^{238}\text{U}$ - $^{206}\text{Pb}$ 年代及び $^{235}\text{U}$ - $^{207}\text{Pb}$ 年代が $2\sigma$ 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 $^{238}\text{U}$ - $^{206}\text{Pb}$ 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 $2\sigma$ 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 <sup>2</sup>
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 <sup>+</sup> /Th (oxide ratio)	<1 %
Data acquisition protocol	Time-resolved analysis
Data acquisition	25 s (15 s gas blank, 10 s ablation)
Monitor isotopes	<sup>29</sup> Si, <sup>202</sup> Hg, <sup>204</sup> Pb, <sup>206</sup> Pb, <sup>207</sup> Pb, <sup>208</sup> Pb, <sup>232</sup> Th, <sup>238</sup> U
Dwell time	0.2 s for <sup>206</sup> Pb, <sup>207</sup> Pb; 0.1 s for others
Standards	
Primary standard	Nancy 91500 <sup>*1</sup>
Secondary standard	OD-3 <sup>*2,3,4</sup> , Plešovice <sup>*5</sup> , GJ-1 <sup>*6</sup>

\*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  $158.5 \pm 6.1$  Ma で、5 粒子から構成される最若クラスター年代は  $164.8 \pm 6.5$  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  $164.8 \pm 6.5$  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  $170.8 \pm 2.0$  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、 $84.7 \pm 1.8$  Ma 及び  $79.0 \pm 1.7$  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  $177.1 \pm 1.6$  Ma と  $95.5 \pm 2.5$  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

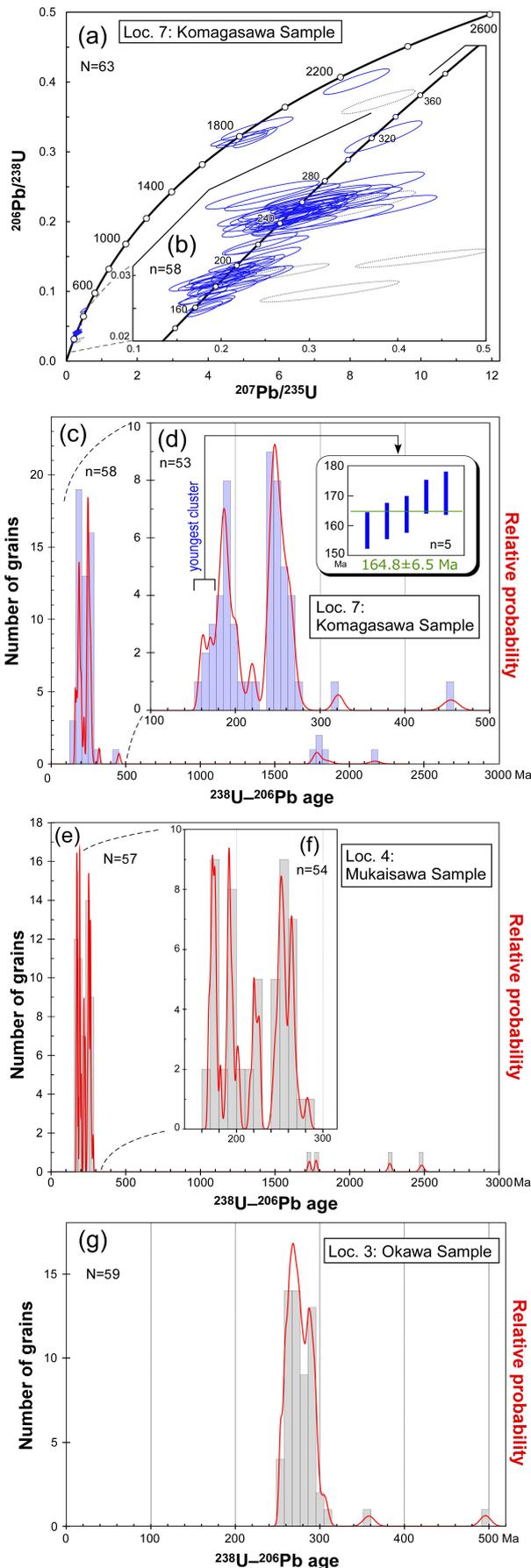
- ・北部北上帯南西縁部、岩手県岩泉町釜津田に産する付加体中の砂岩 (駒ヶ沢試料) から碎屑性ジルコン U-Pb 年代を測定した。その結果、 $164.8 \pm 6.5$  Ma の最若クラスター年代が得られ、本砂岩は中期ジュラ紀に堆積した

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 $\sigma$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	Error 2 $\sigma$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	Error 2 $\sigma$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	Error 2 $\sigma$			$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	Error 2 $\sigma$
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, 中生代, 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  $^{238}\text{U}$ - $^{206}\text{Pb}$  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  $2\sigma$  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  $^{238}\text{U}$ - $^{206}\text{Pb}$  age. A blue bar indicates the zircon ages with a  $2\sigma$  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 $\sigma$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	Error 2 $\sigma$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	Error 2 $\sigma$	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	Error 2 $\sigma$		
<b>GJ-1 (610.0±0.9 Ma)</b>										
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
							<b>WMA: 595.1 ± 13.4</b>			
<b>Plešovice (337.1±0.4 Ma)</b>										
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
							<b>WMA: 331.0 ± 7.5</b>			
<b>OD-3 (33.0±0.1 Ma)</b>										
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
							<b>WMA: 31.9 ± 1.1</b>			

