報告

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

Late Triassic U–Pb-zircon age from tuffaceous mudstone in the Kadoma Complex, North Kitakami Belt, Northeast Japan

内野隆之

Takayuki Uchino

2017年2月12日受付.

2017年5月2日受理.

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, Central7, 1-1-1 Higashi,
Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan

Corresponding author: T. Uchino, t-uchino@aist.go.jp

Abstract: A Middle Jurassic–earliest Cretaceous accretionary complex crops out in the North Kitakami Belt, located in the Kitakami Massif, Northeast Japan. The Kadoma Complex, which is distributed along the southwestern margin of the belt, contains felsic tuff with radiolarian fossils (*Triassocampe?* spp.) of possible Middle–Late Triassic age according to the previous work. Therefore, there is a possibility that the Kadoma Complex includes a Triassic accretionary complex.

In this study, the U–Pb ages of zircon grains from tuffaceous mudstone near the outcrop of the radiolarian-fossil-bearing felsic tuff were obtained to establish the depositional age of the Kadoma Complex. The youngest cluster of zircon grains yielded a peak age (weighted mean) of 209.4 ± 3.7 Ma. Therefore, the tuffaceous mudstone is considered to have been deposited in the Late Triassic, given the age of radiolarian fossils from the nearby felsic tuff.

If the tuffaceous mudstone is a trench-fill deposit, then at least part of the Kadoma Complex represents a Late Triassic accretionary complex. This view provides insights into the Triassic accretionary complex, which is rare in the Japanese Islands, and into the tectonics of the early Mesozoic arc–trench system at the eastern Asian margin.

Keywords: U–Pb age, zircon, Triassic, Jurassic, accretionary complex, North Kitakami Belt, Kadoma Complex, Northeast Japan

はじめに

東北日本の北上山地の北半分を占める北部北上帯には、中期ジュラ紀～最前期白亜紀の付加体が分布している。同帯は、岩相や異地性岩体の化石年代の違いから北北西–南南東方向の岩泉構造線を境に、西側の葛巻–釜石垂帯と東側の安

Fig. 1. Geological index map showing the southwestern part of the North Kitakami Belt. An inset map shows the subdivision of geologic belts within the Kitakami Massif. The outlined by the dotted line is part of the Hayachinesan District (Quadrangle series 1:50,000) (Kawamura et al., 2013). ITL: Iwaizumi Tectonic Line.

家–田野畑垂帯に分けられている(永広ほか, 2005; Fig. 1). 葛巻–釜石垂帯の南縁部、特に北部北上帯の南西側に位置する根田茂帯との境界域については、概略的あるいは限られた範囲での地質報告(永広ほか, 1986; 川村ほか, 1996)や異地性岩体からの化石報告(小貫, 1969; 松岡, 1988)が若干あるものの、分布や付加年代等を詳細に議論した研究はこれまでほとんどなかった。2013年に、岩手県の盛岡市、宮古市および花巻市の行政区を含む5万分1地質図幅「早池峰山」(以降、早池峰山図幅と呼ぶ)が刊行され(川村ほか, 2013)、根田茂帯と接する北部北上帯南縁部の付加体の性状が一部明らかにされた。早池峰山図幅では、北部北上帯の陸源性砕屑岩の堆積年代は、近隣地域で産した化石を参考に中期ジュラ紀とされているが、珪長質凝灰岩から中～後期三畳紀を示唆する放散虫化石(*Triassocampe?* spp.)も見いだされている(川村ほか, 2013の第8.5図)。この珪長質凝灰岩について、中期～後期三畳紀に堆積した可能性は記述されているものの、陸源性砕屑岩の堆積年代とみなせるのか否かの判断はなされていない。

三畳紀放散虫化石を含む珪長質凝灰岩は泥岩を密接に伴うため陸源性砕屑岩とみなせること、放散虫化石が同帯の構造的最上位を占める地層中から産している可能性があること、放散虫化石を含む珪長質凝灰岩露頭周辺の地質は周囲の北部北上帯のものと比べ岩相がやや異なること、そして釜石地域

Fig. 2. Geological map (a) and profile (b) of the Kadoma Complex, North Kitakami Belt, after Kawamura et al. (2013). The star symbol indicates the location of the sample collected for zircon U-Pb dating.

において南部北上帯と北部北上帯との間にペルム紀付加体が存在する可能性が指摘されている (Nakae and Kurihara, 2010) ことを考慮すると、本地域の北部北上帯南縁部には三疊紀の付加体が存在し得ると筆者は考えてきた。

そこで、この珪長質凝灰岩の化石年代の検証、すなわち北部北上帯南西縁の碎屑岩の堆積年代を明らかにすることを目的として、含化石珪長質凝灰岩の露頭周辺に産する碎屑岩中のジルコンの U-Pb 年代を測定した。その結果、後期三疊紀の陸源性碎屑岩が存在する可能性が高くなったので、ここに報告する。

北部北上帯の南西縁に後期三疊紀の付加体が存在するとなると、日本列島において極めて分布が限られている三疊紀付加体の性状の解明、ひいてはアジア東縁域における前期中生代の島弧-海溝系テクトニクスの解明につながる重要な地質体が本地域に存在することになる。

北部北上帯門馬コンプレックス

中〜後期三疊紀を示唆する放散虫化石を含む珪長質凝灰岩は、北部北上帯の門馬コンプレックス (川村ほか, 2013) の構成要素である。門馬コンプレックスは、宮古市西部 (旧下閉伊郡川井村) を流れる閉伊川上流域に主として分布し、北部北上帯の南西縁部をなす (Fig. 1)。見掛けの層厚は 7,500 m 以上とされるが、早池峰山図幅範囲外の分布については良く分かっていない。この地質体は、北西方に分布する中津川コンプレックス (内野ほか, 2008) および南東方に分布する高滝森コンプレックスの桐内サブコンプレックス (Suzuki et al., 2007) (大沢, 1983 の桐内層) と対比できる可能性が示されている (永広ほか, 1988; 川村ほか, 2013) が、詳細については不明な部分が多い。

門馬コンプレックスの地質図について、早池峰山図幅から引用したものを Fig. 2 に示す。本コンプレックスは、苦鉄質岩、チャート、泥質岩、砂岩からなる。地質図規模では、泥質岩を主体とし、苦鉄質岩、チャート、砂岩をシート・レンズ状岩体として含む。岩体における岩種の割合は、チャートと砂岩が共に約 40% で、苦鉄質岩が約 20% である。岩体の幅は、短径 200 m 程度、長径 1 km 未満のものが多く、火石山南方の含放散虫化石珪長質凝灰岩の露頭周辺では、短径 400~500 m、長径 2 km 以上の規模の大きなものが分布している。

門馬コンプレックスの各岩石の層理面および剪断・劈開面の走向は、北西-南東ないし西北西-東南東で、傾斜は 60° 以上の南西または北東落ちである。半波長 200~500 m 程度のシンフォーム・アンチフォームが繰り返す。

各岩相の記載は早池峰山図幅で詳しく述べられているので、ここではそれを基に概略を記述する。苦鉄質岩には、玄武岩の溶岩と火山碎屑岩、および少量のドレライトがある。溶岩は暗緑色を呈し、まれに枕状構造を示す。しばしば斜長石と単斜輝石を斑晶として含む。火山碎屑岩には、細〜中礫大の溶岩角礫を含む火山角礫岩または凝灰角礫岩、および凝灰岩がみられ、暗緑〜緑灰色あるいは暗紫色を呈する。ドレライトは暗緑色を呈し、オフィティック組織を示す。

チャートは、明灰〜暗灰色あるいは淡赤紫色を呈し、単層厚 1~10 cm で、層厚数 mm の泥岩薄層と律動的に互層する。チャートは、径 10 μm 未満の微晶質石英からなり、粘土鉱物や不透明鉱物を僅かに伴う。

泥質岩は門馬コンプレックスの主要構成岩である。この泥質岩には泥岩、珪長質凝灰岩、泥岩珪質岩薄互層、泥岩砂岩薄互層があり、特に泥岩珪質岩薄互層と泥岩砂岩薄互層が多

Fig. 3. Route map (a) and stratigraphic column (b) along the creek that contains the tuffaceous rocks with Late Triassic zircon and radiolarian fossils, south of Mt. Hiishi.

くの割合を占める。泥岩は、黒色あるいは暗灰～灰色を呈し、多くが劈開の発達した粘板岩～千枚岩質なものである。また、しばしば厚さ数 $10\ \mu\text{m}$ ～数 mm の黒色粘土岩と灰色シルト岩が細かく互層し、全体にちりめんじわ褶曲が発達している。珪長質凝灰岩は、灰～淡緑灰色を呈し、泥岩や泥岩砂岩薄互層中に厚さ数 mm～数 cm で挟在するが、まれに厚さ数 m に及ぶものもある。鏡下では、細粒の石英、斜長石、粘土鉱物のほか、多量の火山ガラス片が認められる。泥岩珪質岩薄互層は、泥岩と灰色～灰白色を呈する珪質岩が mm オーダーで互層し、吉田(1981)によって“チャートラミナイト”と称された岩石に相当する。珪質岩薄層は、微晶質石英からなり、まれに火山ガラスの仮像が認められる。泥岩砂岩薄互層は、厚さ数 mm～数 cm の泥岩と灰色を呈する極細粒～細粒砂岩が律動的に繰り返す。伸長変形によって、砂岩層はブーダン状を示すことが多い。

砂岩は、中～極粗粒のものが多く、花崗岩、珪長質火山岩、珪長質凝灰岩、玄武岩、泥岩、片岩などの岩片のほか、石英、斜長石、カリ長石の粒子を含む。しばしば、石英・長石に富むものが認められる。

ジルコンの U-Pb 年代測定

1. 試料の採取地点と記載

年代測定した試料は、宮古市門馬北方かつ火石山南方の山稜付近の沢の最上流部に産する凝灰質泥岩である。試料採取地点(39°37'39.20"N, 141°29'23.49"E)周辺のルートマップおよび柱状図を Fig. 3 に示す。本ルートの上流側は砂岩、泥岩、凝灰質泥岩が産しているが、中～下流側では珪長質凝灰岩が産する。最も下流側の珪長質凝灰岩は、比較的幅広く露出し、落差約 3 m の小滝を形成している。

放散虫化石(*Triassocampe?* spp.)を含む珪長質凝灰岩露頭が本ルートマップ中のどの露頭に該当するのかわからないが、本珪長質凝灰岩の露出する沢が地層の走向方向に低角度で斜交して流れていることから、放散虫化石を含む珪長質凝灰岩と年代を測定した凝灰質泥岩の層準はさほど離れておらず、層厚 10 m 以内に収まるとみられる(Fig. 3b)。なお、変形および再結晶のため同定不能ではあるが、年代測定地点

Fig. 4. Photomicrograph (plane-polarized light) of the tuffaceous mudstone that contains Late Triassic zircon. Bt: biotite, Ms: muscovite, Qtz: quartz, Zr: zircon.

近くの珪長質凝灰岩に、球状の放散虫化石が多量に含まれることを、本研究でも確認している(Fig. 3a)。

年代測定した凝灰質泥岩は淡黄褐色を帯びた灰色を呈し、下位層準の珪長質凝灰岩と野外では区別が困難である。凝灰質泥岩は層厚約 50 cm の暗灰色泥岩を随伴しており、露頭幅は約 2 m である。凝灰質泥岩は、径 0.05 mm 以下の石英、斜長石、微晶質な鉱物、定向配列した粘土鉱物からなり、散点的に径 0.3 mm 以下のより粗い石英・斜長石・火山岩片のほか、白雲母、黒雲母、緑れん石、チタン石、ジルコンを含む(Fig. 4)。粒度や粘土鉱物の割合の差に応じて、葉理が形成されている。

凝灰質泥岩に伴う暗灰色泥岩は、径 0.5 mm 程度の石英、斜長石、泥岩片、珪長質火山岩片などを散点的に含むシルト岩であり、全体に圧力溶解による劈開が発達している。凝灰質泥岩と暗灰色泥岩との境界は整合関係であることが鏡下で確認できる。

年代測定した凝灰質泥岩露頭周辺には、苦鉄質岩、チャート、砂岩の規模の大きいシート状岩体が分布しており、この点で近隣の門馬コンプレックスとはやや岩相を異にしている(Fig. 2)。また本凝灰質泥岩は、南北両側に砂岩岩体が分布するシンフォーム軸付近に露出しており(Fig. 2)、門馬コンプレックスでは構造的な最上位部を占める地層に含まれる可

Table 1. LA-ICP-MS instrumentation and analytical conditions.

Laser ablation	
Model	New Wave Research NWR-193
Laser type (wave length)	Excimer ArF (193 nm)
Energy density	4.45 J/cm ²
Spot size	15 μ m
Repetition rate	8 Hz
Duration of laser ablation	20 s
Carrier gas (He)	0.60 L min ⁻¹
ICP-MS	
Model	Nu Instruments AttoM
ICP-MS type	Magnetic sector field
Scanning (Operation) mode	Deflector jump
Forward power	1300 W
Carrier gas (Ar)	0.96 L min ⁻¹
ThO ⁺ /Th (oxide ratio)	<1%
Data acquisition protocol	Batch
Data acquisition	28 s (20 s gas blank, 8 s ablation)
Monitor isotopes	²⁰² Hg, ²⁰⁴ Pb, ²⁰⁶ Pb, ²⁰⁷ Pb, ²⁰⁸ Pb, ²³² Th, ²³⁸ U
Dwell time	0.1 s for each
Primary standard	Nancy 91500 ^{*1}
Secondary standard	OD-3 ^{*2, 3, 4} , Plesovice ^{*5}

^{*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).

能性がある (Fig. 2b).

2. 測定手法

年代測定は株式会社京都フィッション・トラックに依頼した。測定に用いた機器は京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻地質学鉱物学教室(当時)の二重収束型結合誘導プラズマ質量分析(ICP-MS)装置であり、レーザーアブレーションのための ArF エキシマレーザーシステムを搭載している (Yokoyama et al., 2011; Sakata et al., 2014)。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。レーザー照射に際しては、包有物や割れ目を避けてジルコン粒子の中心部を狙った。レーザー照射および ICP-MS の測定条件を Table 1 に示す。

年代測定結果の正確性を評価するために、33 Ma を示す OD-3 (岩野ほか, 2012; Iwano et al., 2013; Lukács et al., 2015) および 337 Ma を示す Plesovice (Sláma et al., 2008) の 2 次標準試料も分析した。二重収束型 ICP-MS 装置で測定した OD-3 および Plesovice のピーク年代(加重平均値)はそれぞれ 32.66 ± 0.38 Ma と 338.3 ± 2.5 Ma (いずれも誤差 2 σ) であり、2 次標準試料の文献値から 1% 以内のずれに収まっている。

Table 2. U–Pb isotopic data determined by LA-ICP-MS for zircon from the tuffaceous mudstone in the Kadoma Complex, North Kitakami Belt.

Grain no.	Isotopic ratios				Age (Ma)				Th/U	Remarks
	²⁰⁷ Pb	Error	²⁰⁶ Pb	Error	²⁰⁷ Pb	Error	²⁰⁶ Pb	Error		
	²⁰⁶ Pb	2 σ	²³⁸ U	2 σ	²³⁵ U	2 σ	²³⁸ U	2 σ		
1	0.0568 $\pm$ 0.0078		0.0442 $\pm$ 0.0017		0.3467 $\pm$ 0.0542		279.1 $\pm$ 10.6		302.2 $\pm$ 53.6	
2	0.0558 $\pm$ 0.0089		0.0431 $\pm$ 0.0018		0.3316 $\pm$ 0.0599		272.2 $\pm$ 11.6		290.8 $\pm$ 59.0	
3	0.0538 $\pm$ 0.0078		0.0432 $\pm$ 0.0017		0.3203 $\pm$ 0.0528		272.4 $\pm$ 10.7		282.1 $\pm$ 52.3	
4	0.0658 $\pm$ 0.0210		0.0435 $\pm$ 0.0036		0.3946 $\pm$ 0.1436		274.3 $\pm$ 23.2		337.7 $\pm$ 136.3	
5	0.0552 $\pm$ 0.0087		0.0430 $\pm$ 0.0018		0.3272 $\pm$ 0.0585		271.3 $\pm$ 11.5		287.4 $\pm$ 57.7	
6	0.0536 $\pm$ 0.0144		0.0430 $\pm$ 0.0028		0.3179 $\pm$ 0.0955		271.2 $\pm$ 17.9		280.3 $\pm$ 92.6	
7	0.0459 $\pm$ 0.0082		0.0318 $\pm$ 0.0014		0.2013 $\pm$ 0.0394		201.6 $\pm$ 8.9		186.2 $\pm$ 39.3	
8	0.0531 $\pm$ 0.0211		0.0393 $\pm$ 0.0037		0.2876 $\pm$ 0.1261		248.3 $\pm$ 23.5		256.7 $\pm$ 120.6	
9	0.0065 $\pm$ 0.0065		0.0445 $\pm$ 0.0039		0.0397 $\pm$ 0.0406		280.5 $\pm$ 24.8		39.5 $\pm$ 40.4	*
10	0.0542 $\pm$ 0.0070		0.0469 $\pm$ 0.0017		0.3505 $\pm$ 0.0516		295.3 $\pm$ 10.7		305.1 $\pm$ 51.1	
11	0.0336 $\pm$ 0.0121		0.0409 $\pm$ 0.0029		0.1895 $\pm$ 0.0731		258.2 $\pm$ 18.4		176.2 $\pm$ 71.7	
12	0.0963 $\pm$ 0.0210		0.0461 $\pm$ 0.0031		0.6122 $\pm$ 0.1599		290.5 $\pm$ 19.8		485.0 $\pm$ 150.6	*
13	0.0157 $\pm$ 0.0086		0.0458 $\pm$ 0.0034		0.0992 $\pm$ 0.0564		288.5 $\pm$ 21.7		96.0 $\pm$ 55.7	*
14	0.0461 $\pm$ 0.0127		0.0445 $\pm$ 0.0028		0.2829 $\pm$ 0.0864		280.4 $\pm$ 17.9		253.0 $\pm$ 84.2	
15	0.0516 $\pm$ 0.0086		0.0440 $\pm$ 0.0019		0.3126 $\pm$ 0.0591		277.4 $\pm$ 12.1		276.2 $\pm$ 58.3	
16	0.0472 $\pm$ 0.0067		0.0317 $\pm$ 0.0012		0.2070 $\pm$ 0.0313		201.5 $\pm$ 7.6		191.1 $\pm$ 31.3	
17	0.0568 $\pm$ 0.0088		0.0465 $\pm$ 0.0022		0.2864 $\pm$ 0.0625		292.7 $\pm$ 14.0		255.7 $\pm$ 61.5	
18	0.0558 $\pm$ 0.0113		0.0462 $\pm$ 0.0025		0.3194 $\pm$ 0.0798		291.2 $\pm$ 16.1		281.5 $\pm$ 78.0	
19	0.0538 $\pm$ 0.0046		0.0343 $\pm$ 0.0010		0.2449 $\pm$ 0.0236		217.7 $\pm$ 6.5		222.4 $\pm$ 23.7	
20	0.0658 $\pm$ 0.0129		0.0460 $\pm$ 0.0048		0.1032 $\pm$ 0.0850		289.9 $\pm$ 30.9		99.7 $\pm$ 82.9	*
21	0.0552 $\pm$ 0.0084		0.0444 $\pm$ 0.0020		0.2686 $\pm$ 0.0562		280.2 $\pm$ 13.0		241.5 $\pm$ 55.6	
22	0.0536 $\pm$ 0.0131		0.0473 $\pm$ 0.0031		0.2827 $\pm$ 0.0939		297.8 $\pm$ 20.1		252.8 $\pm$ 91.1	
23	0.0459 $\pm$ 0.0057		0.0333 $\pm$ 0.0011		0.2151 $\pm$ 0.0280		211.3 $\pm$ 7.3		197.8 $\pm$ 28.1	
24	0.0531 $\pm$ 0.0061		0.0418 $\pm$ 0.0015		0.2537 $\pm$ 0.0383		263.7 $\pm$ 9.7		229.6 $\pm$ 38.2	
25	0.0065 $\pm$ 0.0211		0.0465 $\pm$ 0.0040		0.3915 $\pm$ 0.1535		292.9 $\pm$ 25.9		335.4 $\pm$ 145.0	
26	0.0542 $\pm$ 0.0230		0.0438 $\pm$ 0.0038		0.4220 $\pm$ 0.1589		276.4 $\pm$ 24.7		357.4 $\pm$ 149.7	
27	0.0336 $\pm$ 0.0064		0.0411 $\pm$ 0.0014		0.3167 $\pm$ 0.0399		259.6 $\pm$ 9.0		279.3 $\pm$ 39.7	
28	0.0963 $\pm$ 0.0079		0.0453 $\pm$ 0.0026		0.1417 $\pm$ 0.0521		285.3 $\pm$ 16.8		134.6 $\pm$ 51.6	*
29	0.0157 $\pm$ 0.0057		0.0440 $\pm$ 0.0014		0.3219 $\pm$ 0.0383		277.4 $\pm$ 9.2		283.4 $\pm$ 38.1	
30	0.0461 $\pm$ 0.0069		0.0426 $\pm$ 0.0016		0.2875 $\pm$ 0.0447		269.0 $\pm$ 10.4		256.6 $\pm$ 44.4	

Asterisks indicate discordant data.

Fig. 5. Analytical data of zircon grains from the tuffaceous mudstone in the Kadoma Complex. (a) Concordia diagram, and (b) probability density plot and histogram of the concordant data.

3. 年代測定結果

測定したジルコン粒子数は 30 個である。各試料におけるジルコンの同位体比, ^{238}U – ^{206}Pb 年代および ^{235}U – ^{207}Pb 年代を Table 2 に示す。30 個中 25 個のジルコン粒子がコンコードント年代を示す。このコンコードント年代を示すジルコン粒子のコンコーディア図および ^{238}U – ^{206}Pb 年代分布図 (ヒストグラムおよび相対確率分布曲線) を Fig. 5 に示した。これらの図は、京都フィッション・トラック社による測定値 (Table 2) をもとに、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, 2008) を用いて作成した。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 年代および ^{235}U – ^{207}Pb 年代が 2σ の誤差範囲で重複する場合をコンコードントとみなした。

測定した 30 個すべてのジルコン粒子は、石炭紀以降の年代を示す (Table 2)。そのうち、コンコードントを示す粒子は 25 個であり、280~270 Ma 付近に集中する集団と約 210 Ma 付近に集中する集団に分けられる (Fig. 5)。若い集団を構成する粒子の数は 4 個で、古い集団を構成する 21 個に比べ圧倒的に少ない。若い集団 (nos. 7, 16, 19, 23) の加重平均を最若ピーク年代とした場合、その値は 209.4 ± 3.7 Ma (誤差 2σ) である。ちなみに、最若の碎屑性ジルコン (no. 16) の年代は 201.5 ± 7.6 Ma である (Table 2)。

ジルコン年代の評価と堆積年代

年代測定した凝灰質泥岩のジルコンは、280~270 Ma 付近と約 210 Ma 付近の年代に集中するバイモーダルな分布を示している (Fig. 5b)。280~270 Ma 付近のピーク年代を示すジルコンは、凝灰質泥岩が堆積した時に後背地のより古い地質体からもたらされた碎屑粒子か、あるいは、約 210 Ma の噴火の際に捕獲された火道壁岩中の粒子の可能性が考えられる。いずれにせよ、凝灰質泥岩が堆積した年代は最若粒子集団のピーク年代である約 210 Ma 以降、すなわ

ち後期三畳紀中頃以降ということになる。この年代は、すぐ下位の珪長質凝灰岩から見出された放散虫化石 (*Triassocampe?* spp.) が示唆する中~後期三畳紀の年代と調和的である。したがって、門馬コンプレックスの凝灰質泥岩は後期三畳紀中頃~後半に堆積した可能性が高い。

本凝灰質泥岩は、泥岩片などの陸源性碎屑物を含む暗灰色泥岩を随伴しており、両者は整合関係にある。これらの岩石が海溝充填堆積物であるとした場合、付加年代は海溝充填堆積物の堆積年代に近似するという考え (例えば、松岡ほか, 1998) に従うなら、門馬コンプレックスの少なくとも一部の付加年代は後期三畳紀である可能性がある。

ま と め

- 1) 北部北上帯門馬コンプレックスの凝灰質泥岩のジルコン U–Pb 年代を測定した結果、最若粒子集団は約 210 Ma のピーク年代 (加重平均) を示す。
- 2) ジルコン年代は周囲の珪長質凝灰岩から得られた放散虫化石が示唆する中~後期三畳紀と調和的であり、この凝灰質泥岩は後期三畳紀中頃~後半に堆積した。
- 3) 凝灰質泥岩を海溝充填堆積物であるとした場合、本地域に後期三畳紀付加体が存在する可能性がある。

謝 辞

株式会社京都フィッション・トラックの檀原 徹氏および岩野英樹氏には測定手法についての記述について意見をいただいた。川村信人博士 (北海道大学) および川村寿郎博士 (宮城教育大学) には、門馬コンプレックスの地質に関して議論いただいた。査読者の堤 恭之博士 (国立科学博物館)、編集担当の吉田孝紀博士 (信州大学) には原稿改善に有益な指摘をいただいた。記して感謝の意を表する。

文 献

永広昌之・大石雅之・大上和良・山崎 円・越谷 信・兼子尚知 (Ehiro,

- M., Oishi, M., Okami, K., Yamazaki, M., Koshiya, S. and Kaneko, N.), 1986, 早池峰山自然環境保全地域および周辺地域の地質(固結岩類) (Bedrock geology of Mt. Hayachine). 早池峰山自然環境保全地域調査報告書(*Conservation reports of the Hayachine nature conservation area, Iwate, JAPAN*), 環境庁自然保護局, 57–78.
- 永広昌之・川村信人・川村寿郎(Ehiro, M., Kawamura, M. and Kawamura, T.), 2005, 東北地方, 中・古生界, 概説および構造帯区分(Overview and geotectonic division of Paleozoic and Mesozoic in Tohoku district)*. 日本の地質増補版編集委員会編, 日本の地質増補版(*Geology of Japan, Enl. Ed.*), 共立出版(Kyoritsu Shuppan), 49–50.
- 永広昌之・大上和良・蟹澤聰史(Ehiro, M., Okami, K. and Kani-sawa, S.), 1988, “早池峰構造帯”研究の現状と課題(Recent progress and further subjects in studies on the “Hayachine Tectonic Belt” in the Kitakami Massif, Northeast Japan). 地球科学(*Earth Sci. (Chikyu Kagaku)*), **42**, 317–335.
- 岩野英樹・折橋裕二・檀原 徹・平田岳史・小笠原正継(Iwano, H., Orihashi, Y., Danhara, T., Hirata, T. and Ogasawara, M.), 2012, 同一ジルコン結晶を用いたフィッション・トラックとU–Pb ダブル年代測定法の評価—島根県川本花崗閃緑岩中の均質ジルコンを用いて—(Evaluation of fission-track and U–Pb double dating method for identical zircon grains: Using homogeneous zircon grains in Kawamoto Granodiorite in Shimane prefecture, Japan). 地質雑誌(*Jour. Geol. Soc. Japan*), **118**, 365–375.
- Iwano, H., Orihashi, Y., Hirata, T., Ogasawara, M., Danhara, T., Horie, K.,...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.
- 川村寿郎・井龍康文・川村信人・町山栄章・吉田孝紀(Kawamura, T., Iryu, Y., Kawamura, M., Machiyama, H. and Yoshida, K.), 1996, 南部北上古生界標準層序と“早池峰構造帯”(Standard lithostratigraphic succession of the Paleozoic Systems in South Kitakami Terrane and the geologic significance of “Hayachine Tectonic Belt”). 日本地質学会第103年学術大会見学旅行案内書(103th Annu. Meet. Geol. Soc. Japan, *Excursion Guidebook*), 59–97.
- 川村寿郎・内野隆之・川村信人・吉田孝紀・中川 充・永田秀尚(Kawamura, T., Uchino, T., Kawamura, M., Yoshida, K., Nakagawa, M. and Nagata, H.), 2013, 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) (*Geology of the Hayachinesan District, Quadrangle Series, 1: 50,000*), 産総研地質調査総合センター(Geol. Surv. Japan, AIST), 101p.
- Ludwig, K. R., 2008, Isoplot 3.70: Geochronological Toolkit for Microsoft Excel. *Berkeley Geochronology Center Spec. Publ.*, **4**, 77p.
- Lukács, R., Harangi, S., Bachmann, O., Guillong, M., Danišik, M., Buret, Y.,...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. *Contrib. Mineral. Petrol.*, **170**, 1–26.
- 松岡 篤(Matsuoka, A.), 1988, 北部北上帯(狭義)よりジュラ紀古世放射虫化石の発見(Discovery of Early Jurassic radiolarians from the North Kitakami Belt(s. s.), northeast Japan). 地球科学(*Earth Sci. (Chikyu Kagaku)*), **42**, 104–106.
- 松岡 篤・山北 聡・榊原正幸・久田健一郎(Matsuoka, A., Yamakita, S., Sakakibara, M. and Hisada, K.), 1998, 付加体地質の観点に立った秩父累帯のユニット区分と四国西部の地質(Unit division for the Chichibu Composite Belt from a view point of accretionary tectonics and geology of western Shikoku, Japan). 地質雑誌(*Jour. Geol. Soc. Japan*), **104**, 634–653.
- Nakae, S. and Kurihara, T., 2010, Direct age determination for an Upper Permian accretionary complex (Kirinai Formation), Kitakami Mountains, Northeast Japan. *Palaeoworld*, **20**, 146–157.
- 小貫義男(Onuki, Y.), 1969, 北上山地地質誌(Geology of the Kitakami Massif, Northeast Japan). 東北大地質古生物研邦報(*Contrib. Inst. Geol. Paleontol., Tohoku Univ.*), **69**, 1–239.
- 大沢正博(Osawa, M.), 1983, “早池峰構造帯”の地質学的研究(Geological study on the “Hayachine Tectonic Belt”). 東北大学地質古生物研邦報(*Contrib. Inst. Geol. Paleontol., Tohoku Univ.*), **85**, 1–30.
- 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. *Geostand. Geoanal. Res.*, **38**, 409–420.
- Sláma, J., Košler, J., Condon, J. D., Crowley, J. L., Gerdes, A., Hanchar, J. M.,...Whitehouse, M. J., 2008, Plešovice zircon—A new natural reference material for U–Pb and Hf isotopic microanalysis. *Chem. Geol.*, **249**, 1–35.
- 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. *Bull. Tohoku Univ. Mus.*, **6**, 103–174.
- 内野隆之・川村信人・川村寿郎(Uchino, T., Kawamura, T. and Kawamura, M.), 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(Lithology of the Nedamo Terrane, an Early Carboniferous accretionary complex, and its southern boundary with the South Kitakami Terrane). 地質雑誌(*Jour. Geol. Soc. Japan*), **114**, S141–S157.
- 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. *Anal. Chem.*, **83**, 8892–8899.
- 吉田鎮男(Yoshida, S.), 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(Chert-laminite: its petrographical description and occurrence in Japanese geosynclines). 地質雑誌(*Jour. Geol. Soc. Japan*), **87**, 131–141.
- Wiedenbeck, M., Allé, P., Corfu, F., Griffin, W. L., Meier, M., Oberli, F.,...Spiegel, W., 1995, Three natural zircon standards for U–Th–Pb, Lu–Hf, trace element and REE analyses. *Geostand. Newslett.*, **19**, 1–23.

* English translation from the original written in Japanese

科学論文では、学説の検証可能性を保証することが重要です。そのため、地質学雑誌掲載論文には、重要な証拠となった試料がどこで得られたかを示しているものがあります。言うまでもないことですが、見学や採取を行う場合、各自の責任において地権者や関係官庁への連絡と許可の取得の必要があることにご注意下さい。詳しくは、以下のサイトをご覧ください。

<http://www.geosociety.jp/publication/content0073.html>

一般社団法人日本地質学会