

20 万分の 1 地質図幅「富山」の東部地域の深成岩類のジルコン U–Pb 年代

竹内 誠^{1,2,*}・カ スイ²・志村 侑亮²

TAKEUCHI Makoto, JIA Sui and SHIMURA Yusuke (2021) Zircon U–Pb ages on plutonic rocks in the eastern area of 1:200,000 quadrangle, Toyama, central Japan. *Bulletin of the Geological Survey of Japan*, vol. 72 (1), p. 41–64, 10 figs, 3 tables.

Abstract: With the revision of the Geological Map of Japan 1: 200,000 “Toyama”, zircon ²³⁸U–²⁰⁶Pb ages of pre-Paleogene plutonic rocks in the area were measured, and the igneous history in the Hida Belt was discussed.

Of the Hida Older Granites, the intrusion age of the Hayatsukigawa Granite in the western area is 224.8 ± 1.7 Ma, and that of the Unazuki Granite and Funakawa Granite in the eastern area is 236.5 ± 3.1 Ma and 240.7 ± 4.1 Ma, respectively. The Hayatsukigawa Granite is an independent body from the adjacent augen mylonite, because its intrusion age is different from that (250–240 Ma) of the protolith of the augen mylonite.

On the other hand, parts of the Otodani Gabbro and Unazuki Granite in the Geological Map of Japan 1:50,000 “Tomari” area show 195.6 ± 2.0 Ma and 192.0 ± 2.4 Ma, respectively, indicating the intrusion of Early Jurassic time. It was found that these should be classified as the Hida Younger Granites.

Keywords: Hida Granites, Zircon, U–Pb dating, Toyama Prefecture, Unazuki, Triassic, Jurassic, Cretaceous

要 旨

20 万分の 1 地質図幅「富山」の改訂に伴い、範囲内に分布する先古第三紀の深成岩類のジルコン ²³⁸U–²⁰⁶Pb 年代を測定し、飛驒帯における火成活動史を考察した。

飛驒古期花崗岩類のうち、西側の早月川地域に分布する早月川花崗岩の貫入年代は 224.8 ± 1.7 Ma で、東側の宇奈月地域に分布する宇奈月花崗岩と舟川花崗岩の貫入年代は、それぞれ 236.5 ± 3.1 Ma と 240.7 ± 4.1 Ma である。早月川花崗岩の貫入年代は、早月川花崗岩と隣接する飛驒古期花崗岩類の眼球状マイロナイトの原岩 (250–240 Ma) とは貫入年代が異なり、別の岩体であることがわかった。

一方、5 万分の 1 地質図幅「泊」地域で飛驒古期花崗岩類の音谷斑れい岩と宇奈月花崗岩とされたもの一部は、それぞれ、195.6 ± 2.0 Ma と 192.0 ± 2.4 Ma を示し、前期ジュラ紀に貫入した飛驒新期花崗岩類に区分されるものと判明した。

1. はじめに

20 万分の 1 地質図幅「富山」(原山ほか, 1996) が出版された後に、その東部の飛驒山脈(北アルプス)地域の 5

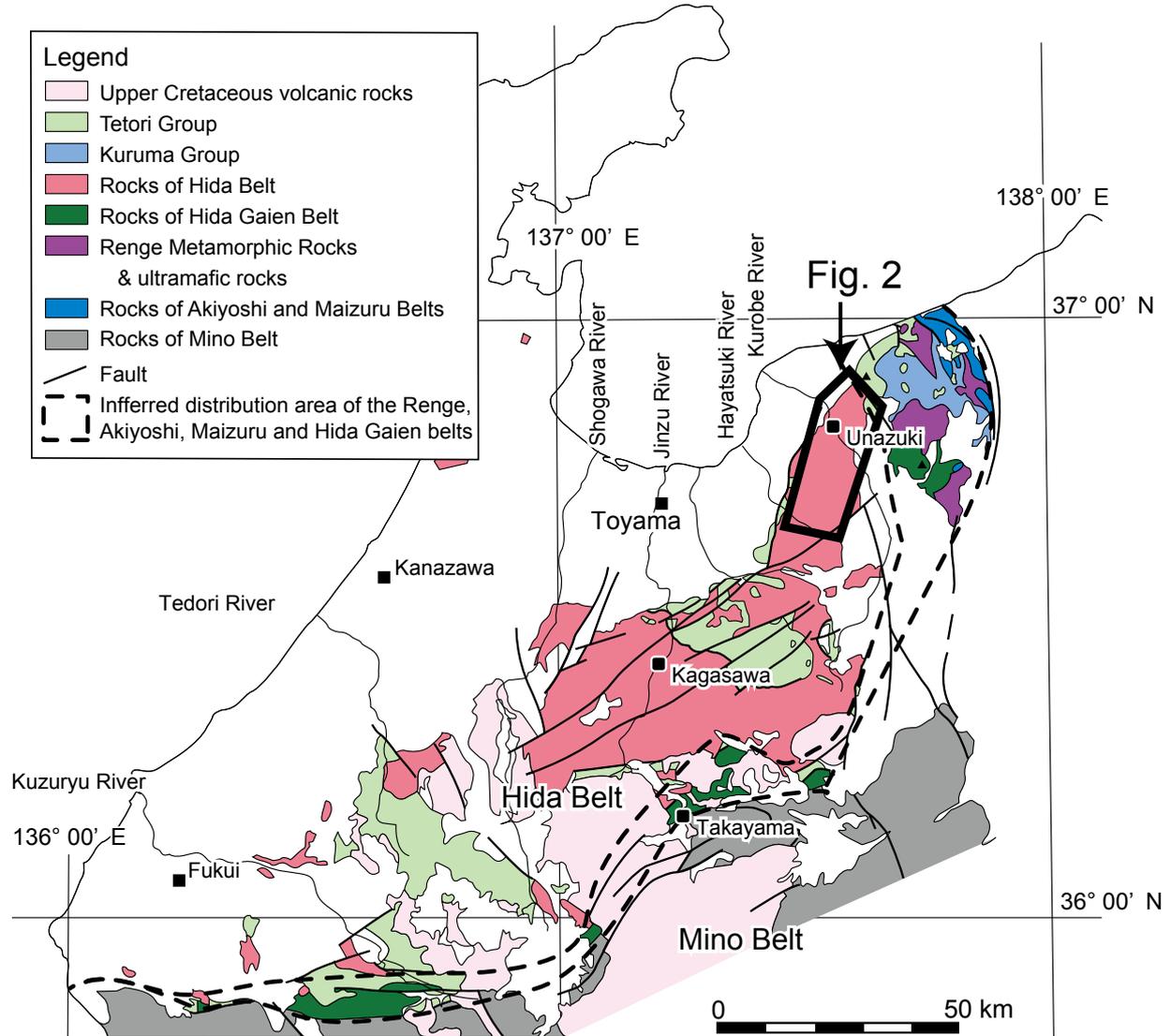
万分の 1 地質図幅が相次いで出版され(中野ほか, 2002; 長森ほか, 2010, 2018; 竹内ほか, 2017a), 詳細な地質が明らかになってきた。近年では、レーザー・アブレーション誘導結合プラズマ質量分析装置(LA-ICP-MS)を用いたジルコンの U–Pb 年代測定が容易に行われるようになり、本地域の火成岩の貫入年代や砕屑岩の堆積年代が明らかにされ、北アルプス地域の地質の解明に大きく貢献してきた(例えば、竹内ほか, 2015, 2017b)。特に本地域の中でも飛驒変成岩類や飛驒花崗岩類については、従来の K–Ar 年代(柴田・野沢, 1978; 内海ほか, 1995)や Rb–Sr 年代(田中・加々美, 1987a, b; Katoh *et al.*, 1989)といった分析手法に加えて、ジルコンの U–Pb 年代を用いて花崗岩類の貫入年代が報告され始めた(Takahashi *et al.*, 2010; Horie *et al.*, 2010, 2013, 2018; Zhao *et al.*, 2013)。

梶座・金子(2001)は、20 万分の 1 地質図幅「富山」の東部に分布する飛驒帯花崗岩類において、U–Th–Pb 化学年代を測定し、飛驒変成作用との関係により花崗岩類を、飛驒変成作用を受けた飛驒変花崗岩類と変成作用後に貫入した飛驒花崗岩類に区分した。一方、Takahashi *et al.* (2010) は飛驒花崗岩類中のジルコン U–Pb 年代とマイロナイト化の有無に基づき、250–240 Ma に貫入し、マイロナイト化を受けた飛驒古期花崗岩類(Hida Older Granites)

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 名古屋大学大学院環境学研究所 (Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University, Furo-Cho, Chikusa, Nagoya, Aichi 464-8601, Japan)

* Corresponding author: TAKEUCHI, M., Email: takeuchi@eps.nagoya-u.ac.jp



第1図 北陸地方の先新第三系地質概略図. 地質調査所(1992)を元に修正作図.

Fig. 1 Generalized geological map of pre-Neogene rocks in the Hokuriku District. Modified from Geological Survey of Japan (1992).

と約190 Maの飛驒新期花崗岩類(Hida Younger Granites)に区分した。さらに、Takahashi *et al.* (2018)は、飛驒変成岩中のジルコンU-Pb年代について、従来の報告も併せて考察し、275–250 Maに飛驒変成岩の原岩が堆積し、約270 Maにマグマ活動による熱イベントがあり、250–235 Maにそれらの堆積岩類に飛驒変成作用が生じたとした。また、飛驒古期花崗岩類は飛驒変成岩類に250–235 Maに貫入し、220 Maに延性変形作用が生じ、飛驒新期花崗岩類は190 Maに貫入したとした。

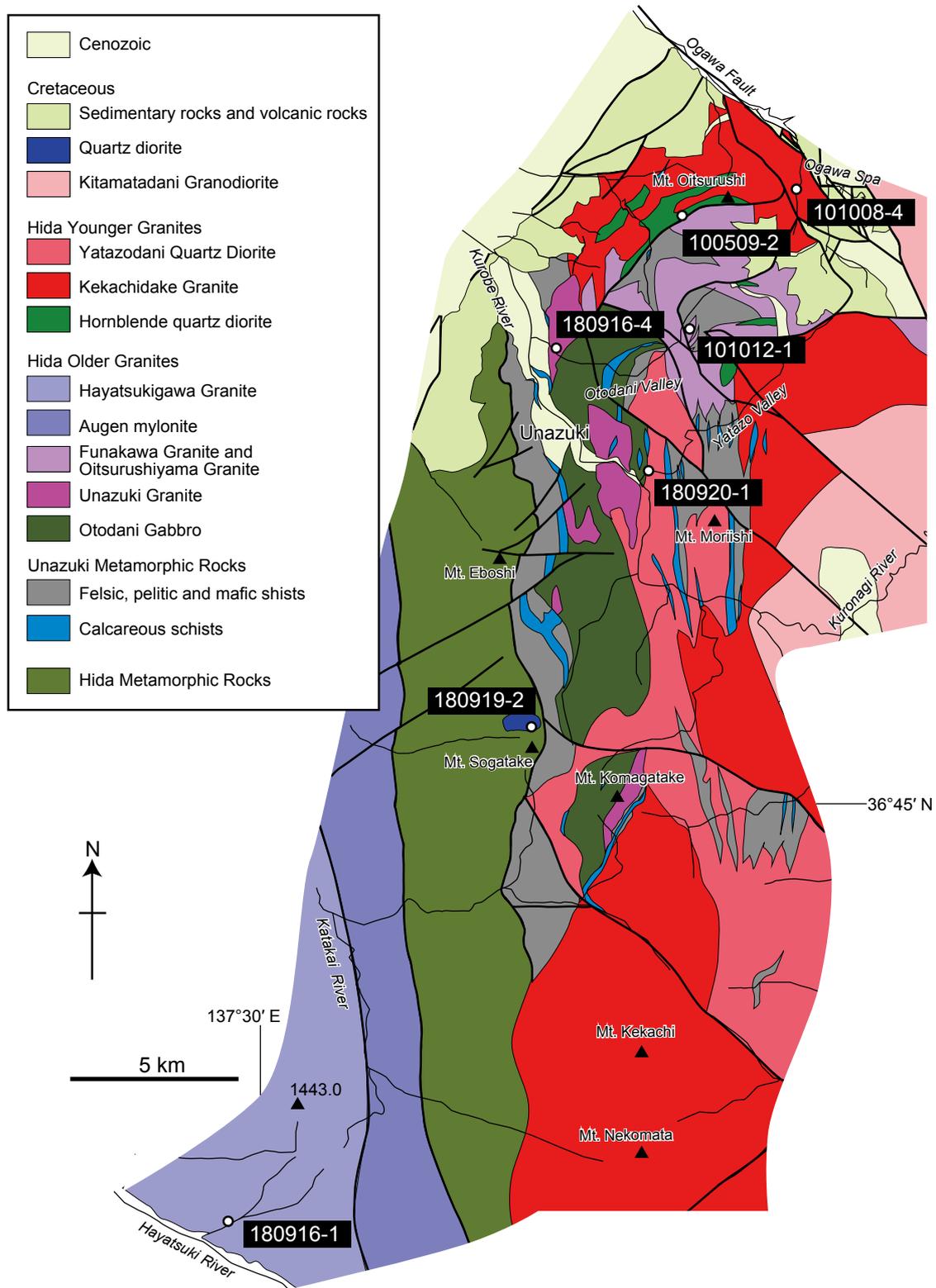
このようなジルコンU-Pb年代による検討は、早月川地域と宇奈月付近や飛驒帯中央部の神岡・加賀沢地域に集中しており、それ以外の地域に分布する花崗岩類は岩相に基づいた対比のみにとどまる。そこで本研究では、20万分の1地質図幅「富山」の改訂及び飛驒帯の火成活動

史の解明に向けて、近年出版された5万分の1地質図幅「泊」地域や未出版の「黒部」地域などに分布する飛驒帯花崗岩類のジルコンU-Pb年代を測定したので報告する。

2. 地質概説

本研究地域は飛驒帯東部に位置し(第1図)、富山県黒部市宇奈月町から富山県中新川郡上市町^{かみいち}までの南北35 km、東西25 kmの地域である。地質の分布はほぼ南北方向に伸びて帯状に分布し、西側より、飛驒古期花崗岩類の早月川花崗岩と眼球状マイロナイト、飛驒変成岩類、宇奈月変成岩類、飛驒古期花崗岩類、飛驒新期花崗岩類が分布する(第2図)。

西部に分布する飛驒古期花崗岩類に区分される早月川花崗岩は、中粒の黒雲母花崗岩–花崗閃緑岩であり(原



第2図 宇奈月-早月川地域の地質図。石井(1937), 太田(1961b), 諏訪・小林(1966), 広井(1978), 奥井(1985), 田中・加々美(1987b), 高木・原(1994), 原山ほか(2010), 竹内ほか(2017a)を元に編図。丸印と番号は分析試料の採取地点と試料番号。

Fig. 2 Geological map of the Unazuki and Hayatsukigawa area. Compiled from Ishii (1937), Ohta (1961b), Suwa and Kobayashi (1966), Hiroi (1978), Okui (1985), Tanaka and Kagami (1987b), Takagi and Hara (1994), Harayama *et al.* (2010) and Takeuchi *et al.* (2017a). Circles and associated numbers show sampling locality and sample number.

山ほか, 2000), 伊折花崗閃緑岩(野沢・坂本, 1960), 片貝川-伊折花崗岩体(加納, 1973)及び早月川岩体(田中・大坪, 1987)と呼ばれたものである。加納(1990)は, 早月川花崗岩と眼球状マイロナイトを合わせて伊折花崗岩体と呼び, 早月川花崗岩と眼球状マイロナイトは漸移するとしている。また, Takahashi *et al.* (2010, 2018)と Zhao *et al.* (2013)は, 早月川花崗岩を飛驒古期花崗岩類としている。早月花崗岩からは, Rb-Sr全岩アイソクロン年代として 276.7 ± 74.5 Ma, Rb-Sr全岩鉱物年代として 210.8 ± 2.8 Maが報告されている(田中・加々美, 1987a)。早月川花崗岩はその南に隣接する大熊山花崗閃緑岩(原山ほか, 2000)(加納(1973)の大熊山花崗岩体)との貫入関係において, 先行研究間で統一見解が得られていない。加納(1990)は, 早月川花崗岩に熱変成による再結晶化が認められることから, 大熊山花崗閃緑岩が早月川花崗岩に貫入したと報告している。一方, 原山ほか(2000)は露頭観察より, 早月川花崗岩が大熊山花崗閃緑岩に貫入しているとした。大熊山花崗閃緑岩からは 182.6 ± 3.8 MaのRb-Sr全岩-鉱物年代(田中・加々美, 1987a), 191 ± 3 MaのジルコンU-Pb年代(Takahashi *et al.*, 2010), 197 ± 3 MaのジルコンU-Pb年代(Zhao *et al.*, 2013)が報告されている。

眼球状マイロナイトは, 斑状カリ長石の発達した片麻状の花崗岩質岩である。眼球状マイロナイトは, 当初, 眼球片麻岩あるいは眼球状片麻岩と呼ばれていたが(小林, 1958; 加納, 1983など), 変形の弱い部分に深成岩の組織が残っており, 明らかに花崗岩類起源のマイロナイトであるとして, 眼球状マイロナイトと呼ばれるようになった(原山ほか, 2000)。早月川地域の眼球状マイロナイトからは, U-Pb年代として 240 ± 3 Ma (Ishizaka and Yamaguchi, 1969), 250 ± 2 Ma (Takahashi *et al.*, 2010)及び 245 ± 2 Ma (Zhao *et al.*, 2013)が報告されている。

飛驒変成岩類は石灰質, 砂泥質, 苦鉄質および珪長質変成岩類からなり, 早月川地域のジルコンU-Pb年代測定により, 飛驒変成作用の年代は250–235 Maとされている(Takahashi *et al.*, 2018)。一方, 飛驒帯南部の加賀沢地域での年代学的研究により, 251–247 Maに飛驒変成作用が生じたとされている(Horie *et al.*, 2018)。

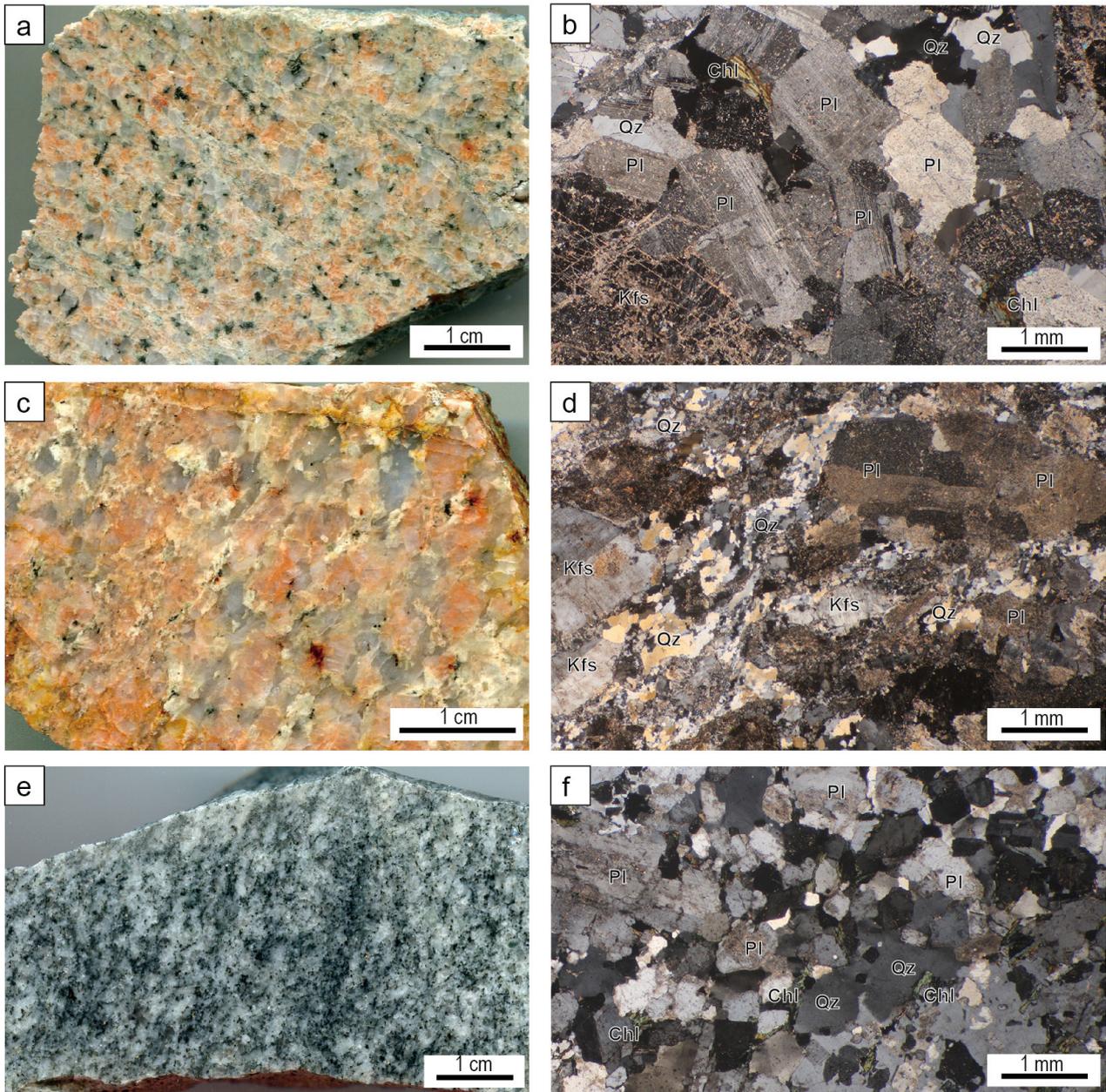
宇奈月変成岩類は, 石灰質, 苦鉄質, 泥質, 珪長質結晶片岩からなり, 泥質片岩には十字石片岩を産し(石岡, 1949), 中圧型変成岩である(Hiroi, 1983)。Hiroi *et al.* (1978)は結晶質石灰岩からコケ虫と有孔虫化石を報告し, その原岩が上部石炭系であるとした。宇奈月変成岩類からは 212 ± 2 Ma (黒雲母-全岩), 227 ± 3 Ma, 234 ± 4 Ma, 240 ± 25 Ma (以上白雲母-全岩)のRb-Sr年代, 496 ± 35 Maの全岩Rb-Sr年代(山口・柳, 1968; Yamaguchi and Yanagi, 1970), 248 Maの黒雲母-全岩Rb-Sr年代(Shibata *et al.*, 1970)が報告されており, 飛驒変成岩類と同様に飛驒変成作用を被っているとされている(梶座・金子,

2001; 梶座・後藤, 2006; 梶座ほか, 2006; 梶座ほか, 2010)。Horie *et al.* (2018)は宇奈月地域の珪長質片岩から 258.0 ± 2.3 Maおよびそれを捕獲岩として含む黒雲母花崗岩(宇奈月花崗岩)から 253.0 ± 1.9 MaのジルコンU-Pb年代を報告し, 宇奈月変成作用は258–253 Maの後期ペルム紀に生じたとした。

東部の宇奈月付近に分布する飛驒古期花崗岩類は, 音谷斑れい岩(竹内ほか, 2017a), 宇奈月花崗岩(太田, 1961a, b), 舟川花崗岩および負釣山花崗岩(竹内ほか, 2017a)からなる。音谷斑れい岩は, 太田(1961a, b)によって宇奈月変斑れい岩とされたものだが, 宇奈月花崗岩との混同を避けるため, 竹内ほか(2017a)により音谷斑れい岩という名称に変更された。音谷斑れい岩は, 中粒角閃石斑れい岩, 細粒角閃石斑れい岩, 中粒閃緑岩, 角閃石ポイキリティック斑れい岩, ベグマタイト質斑れい岩, 角閃石岩などからなる(太田, 1961b)。宇奈月花崗岩は, 桃色を呈するカリ長石を含む, 中粒-粗粒黒雲母花崗岩であり, 音谷斑れい岩に貫入している。宇奈月付近の宇奈月花崗岩からU-Pb年代として 229 ± 8 M, 256 ± 2 Ma, 253.0 ± 1.9 Maが報告されている(Horie *et al.*, 2010, 2018)。舟川花崗岩(高木・原, 1994)は中粒黒雲母花崗岩で, 優白質花崗岩からなる負釣山花崗岩を密接に伴う。また, 両者は局所的にマイロナイト化をうけている(竹内ほか, 2017a)。

飛驒新期花崗岩類は, 普通角閃石石英閃緑岩, 毛勝岳花崗岩(加納, 1973), 弥太蔵谷石英閃緑岩(竹内ほか, 2017a)からなる。普通角閃石石英閃緑岩は, 竹内ほか(2017a)では音谷斑れい岩の普通角閃石斑れい岩の一部とされてきたが, 本報告による年代測定により本論では区別して飛驒新期花崗岩類として扱うことから, 便宜的に岩石名で呼称することにする。毛勝岳花崗岩は粗粒塊状の黒雲母花崗岩-石英閃緑岩である(原山ほか, 2000)。本報告の北部の5万分の1地質図幅「泊」地域では, 宇奈月花崗岩とされていたものの一部が本報告による年代測定により, 毛勝岳花崗岩に含められた。本報告地域の南部の毛勝岳周辺の本岩から, 196.1 ± 18.8 MaのRb-Sr全岩アイソクロン年代(田中・加々美, 1987b)が報告されている。弥太蔵谷石英閃緑岩は, 中粒石英閃緑岩であり, 多数の変成岩を捕獲岩として包有し, 一部でミグマタイト化が認められる(竹内ほか, 2017a)。弥太蔵谷石英閃緑岩は, 太田(1961a)の弥太蔵谷片麻状閃緑岩帯(Syntexite帯)に一致する。弥太蔵谷石英閃緑岩からは 191.1 ± 0.3 MaのジルコンU-Pb年代が報告されている(Horie *et al.*, 2013)。

本地域北部では, 上記の岩石を下部白亜系手取層群や上部白亜系内山層・親不知層が不整合に覆っている(竹内ほか, 2015)。また本地域北東部では北又谷花崗閃緑岩(Suwa, 1966)が, 中部の僧ヶ岳の北では石英閃緑岩が飛驒花崗岩類に貫入している。北又谷花崗閃緑岩からは,



第3図 飛騨古期花崗岩類の岩相および偏光顕微鏡写真。(a), (b): 早月川花崗岩(180916-1), (c), (d): 宇奈月花崗岩(180916-4), (e), (f): 舟川花崗岩(101012-1)。(b), (d), (f)はクロスポーラーにて撮影。Qz:石英, Pl:斜長石, Kfs:カリ長石, Chl:緑泥石。

Fig. 3 Photomicrographs and lithology of the Hida Older Granites. (a) and (b): Hayatsukigawa Granite (180916-1), (c) and (d): Unazuki Granite (180916-4), (e) and (f): Funakawa Granite (101012-1). (b), (d) and (f) were taken under cross-polarized light. Qz: quartz, Pl: plagioclase, Kfs: Potassium feldspar, Chl: chlorite.

本地域中部の黒部峡谷鉄道猫又^{ねこまた}駅付近から 88 ± 9 Ma の黒雲母K-Ar年代(野沢, 1970), 北部の隣接地域の北又小屋付近から 89.9 ± 0.9 Ma の黒雲母K-Ar年代, 85.1 ± 1.1 Ma の角閃石K-Ar年代(内海ほか, 1995)が報告されている。また, 本地域中東部の黒薙川沿いの北又谷花崗閃緑岩から 98.0 ± 1.4 Ma, 99.7 ± 1.1 Ma, 102.8 ± 3.1 Ma のジルコンU-Pb年代が報告されている(Ito *et al.*, 2013)。

3. 測定試料

本研究では, 本地域内の以下の7試料においてジルコンU-Pb年代測定を行った。

180916-1: 早月川支流鍋増谷の早月川との合流地点より約1 km上流地点の北側に位置する林道沿いで採取した粗粒黒雲母花崗閃緑岩である(Fig. 3a, b)。原山ほか(2000)で, 早月川花崗岩(原山ほか, 2000)と区分された

ものである。本試料にはマイロナイト構造は認められない。しかし、カタクレサイト化を受け、割れ目に沿って方解石とセリサイトが形成され、割れ目以外の鉱物にも方解石による置換やセリサイト化が認められる。黒雲母は緑泥石化している。

180916-4：黒部川支流音谷の黒部川との合流地点より約500 m上流地点の道路沿いで採取した中粒優白質片麻状花崗岩である(第3図c, d)。竹内ほか(2017a)で、宇奈月花崗岩と区分されたものである。長径5 mm程度のカリ長石や斜長石のポーフィロクラストを特徴とし、その間を細粒の引き延ばされた石英が埋めるマイロナイト構造を示す。斜長石はソーシュライト化している。また、方解石の小脈もみられる。

101012-1：黒部川支流音谷の標高400 m地点で東から合流する沢の標高440 m地点で採取した細粒片麻状黒雲母花崗岩である(第3図e, f)。竹内ほか(2017a)で、宇奈月花崗岩と区分されたものである。本試料は、石英、斜長石、カリ長石、黒雲母からなり、黒雲母の定向配列による片麻状構造が認められる。黒雲母の多くは緑泥石化している。カリ長石は斜長石の細粒結晶を含むポイキリティック組織を示し、石英は波動消光する。

100509-2：負釣山の西南西約700 mの林道沿いから採取した普通角閃石斑状石英閃緑岩である(第4図a, b)。竹内ほか(2017a)で、音谷斑れい岩と区分されていたものである。本試料は、最大1 cmの普通角閃石斑晶が目立ち、半自形の斜長石が間を埋める。少量の石英と黒雲母を伴う。普通角閃石は斜長石の小結晶を含み、中心部で褐色、縁辺部で緑色の多色性を示す。斜長石は光学的累帯構造がみとめられ、縁辺部を除いてソーシュライト化がみられる。黒雲母は緑泥石化している。エピソードやアクチノ閃石がわずかに形成されている。

101008-4：小川温泉で小川に南から合流する沢の標高360 m地点から採取した粗粒片麻状黒雲母花崗岩である(第4図c, d)。竹内ほか(2017a)で、宇奈月花崗岩と区分されていたものである。本試料は、1 cm程度の桃色を呈するカリ長石結晶が特徴的で、斜長石、石英、黒雲母からなる。黒雲母は緑泥石化し、斜長石はソーシュライト化している。わずかにエピソードが形成されている。

180920-1：弥太蔵谷の黒部川との合流地点から上流に約250 m地点で採取した、細粒白雲母黒雲母花崗閃緑岩である(第4図e, f)。竹内ほか(2017a)で、弥太蔵谷石英閃緑岩に区分されたものである。本試料は、半自形の斜長石と他形の石英からなり、黒雲母、白雲母、不透明鉱物を伴う。細粒の石英、斜長石、白雲母からなり、黒雲母やカリ長石を伴う部分もある。

180919-2：僧ヶ岳の北方約400 mの標高1770 m地点の登山道で採取した細粒単斜輝石黒雲母普通角閃石石英閃緑岩である(第5図a, b)。自形-半自形の斜長石とそれらの間を埋める黒雲母、普通角閃石、単斜輝石、石英から

なる。単斜輝石は普通角閃石のコアをなす場合と単独で間粒状組織をなす場合が認められる。

4. 分析手法

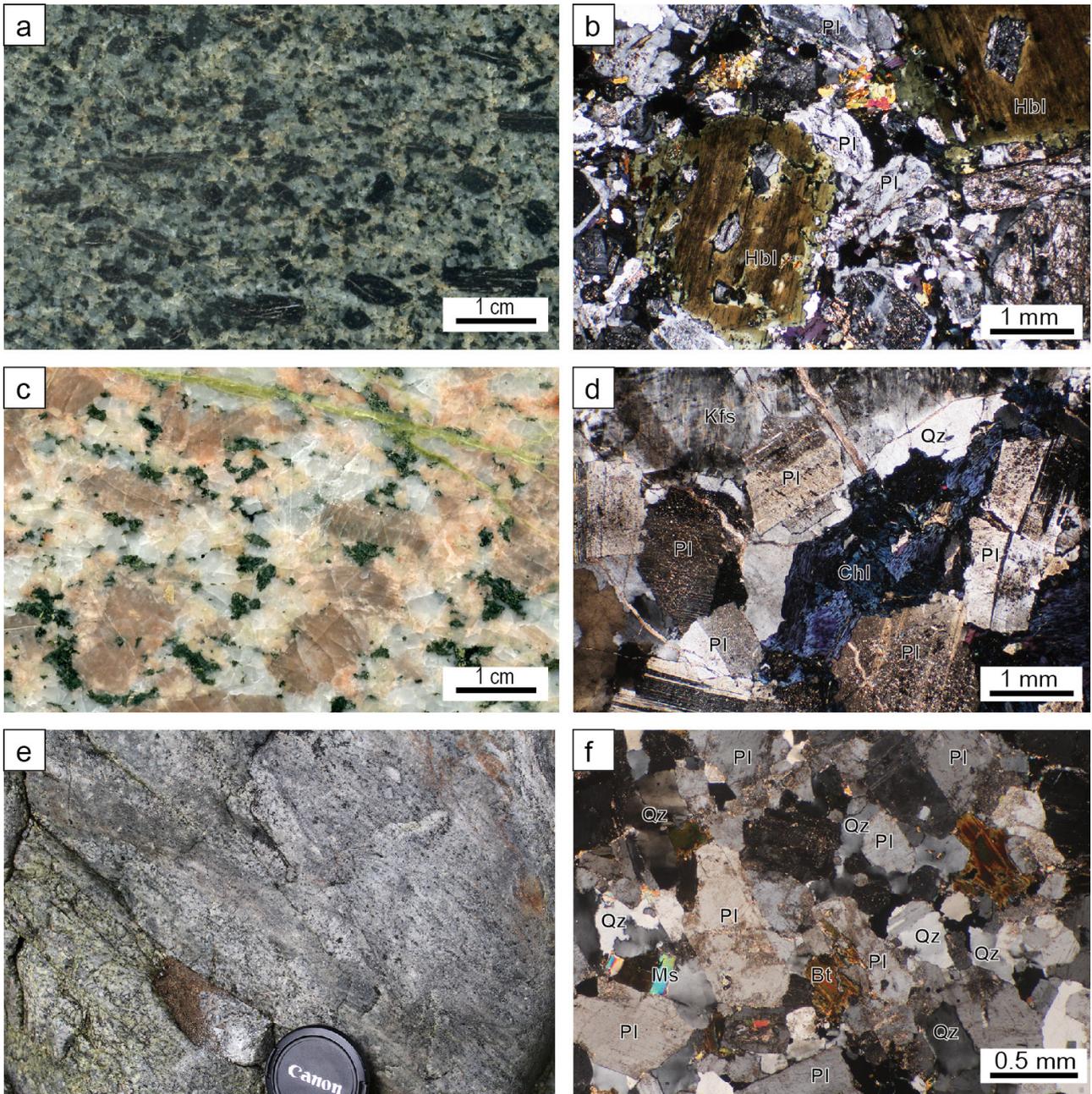
碎屑性ジルコンのU-Pb年代測定のためのジルコンの分離および研磨については、竹内ほか(2015)に従った。次に名古屋大学博物館のカソードルミネッセンス検出器(GATAN製MiniCL)付き走査型電子顕微鏡(日立ハイテクノロジーズ製S-3400N)で、ジルコンのカソードルミネッセンス像(CL像)と反射電子像の撮影を行い、結晶内の構造とクラックおよび包有物の有無の確認を行った(第6図)。

ジルコンのU-Pb年代の測定は、名古屋大学大学院環境学研究科のレーザー・アブレーション誘導結合プラズマ質量分析装置(Agilent 7700xおよびESI NWR-213レーザーシステム)を用いた。なお、分析条件や計算方法は基本的に高地ほか(2015)やOrihashi *et al.* (2008)に準じ、レーザーエネルギー：11.7 J/cm²、周波数：10 Hz、プレアブレーション時間：8秒、積分時間：10秒、クレーター径：25 μmである。同位体分別の補正には、一次スタンダードの91500ジルコン(²³⁸U-²⁰⁶Pb年代1062.4 ± 0.4 Ma; Wiedenbeck *et al.*, 1995)で規格化した標準ガラスNIST SRM610 (Horn and von Blanckenburg, 2007)を用いた。未知試料の分析前後に測定した標準ガラスNIST SRM610の²⁰⁶Pb/²³⁸U、²⁰⁷Pb/²⁰⁶Pb、²⁰⁸Pb/²³²Th比の繰り返し再現性(%2SD)は、それぞれ1.0 ~ 4.2% (平均2.5%)、0.8 ~ 3.0% (平均1.9%)、0.9 ~ 3.8% (平均1.9%)だった。また、未知試料測定と同時に二次スタンダードとしてPlešoviceジルコン(337.13 ± 0.37 Ma; Sláma *et al.*, 2008)を測定し、その²³⁸U-²⁰⁶Pb年代の加重平均値は、338.4 ± 2.1 Ma (MSWD: 1.8, n = 29)だった(第1表)。

取得したデータに関して、まずジルコンの割れ目、包有物、および樹脂にビームが照射されたものや、測定中にジルコンが破損したものについては、正常なデータが取得できていない可能性があるため、それらを除外した。次に、²³⁸U-²⁰⁶Pb年代と²³⁵U-²⁰⁷Pb年代のコンコーディア年代を求め、そのprobabilityが0.1以上の場合、コンコルダントとみなし、Isoplot/Ex 4.15 (Ludwig, 2012)を用いてコンコルダントなデータの²³⁸U-²⁰⁶Pb年代の相対確率分布図とヒストグラム図及びコンコーディア図を図示した(第7-9図)。なお、本研究における年代は²³⁸U-²⁰⁶Pb年代を用い、年代誤差については2σで示す。また、各試料の加重平均値は95%信頼度で求めた。本研究の分析データを第2表に示した。

5. ジルコン U-Pb 年代

火成岩の形成年代は、一般的にジルコンU-Pb年代の加重平均値に近似されることが多い。しかし、本研究で得られた年代データは単一クラスターをなさない複雑な

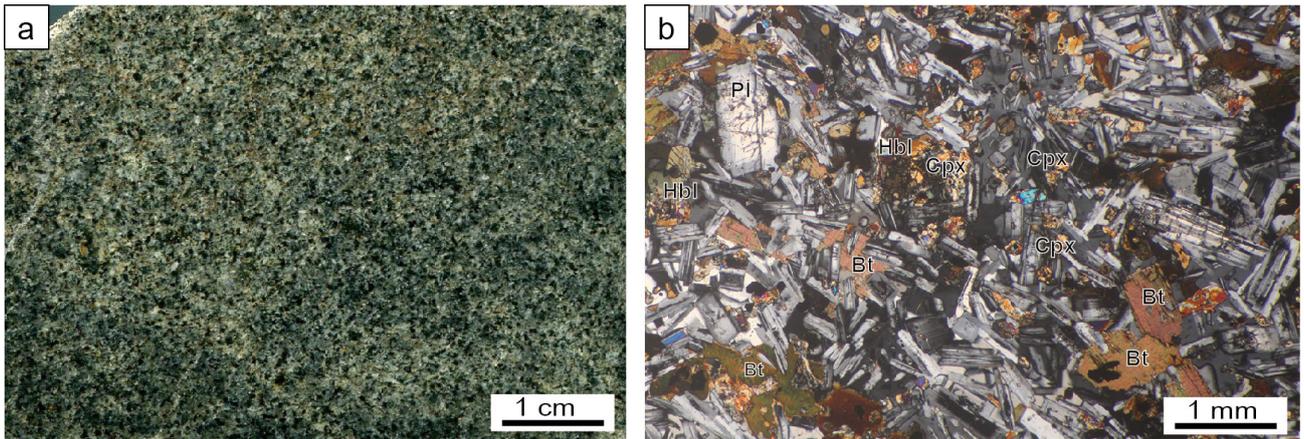


第4図 飛騨新期花崗岩類の岩相および偏光顕微鏡写真. (a), (b) : 普通角閃石石英閃緑岩(100509-2), (c), (d) : 毛勝岳花崗岩(101008-4), (e), (f) : 弥太蔵谷石英閃緑岩(180920-1). (b), (d), (f)はクロスポーラーにて撮影. Qz: 石英, Pl: 斜長石, Kfs: カリ長石, Hbl: 普通角閃石, Bt: 黒雲母, Ms: 白雲母, Chl: 緑泥石.

Fig. 4 Photomicrographs and lithology of the Hida Younger Granites. (a) and (b): Hornblende quartz diorite (100509-2), (c) and (d): Kekachidake Granite (101008-4), (e) and (f): Yatazodani Quartz Diorite (180920-1). (b), (d) and (f) were taken under cross-polarized light. Qz: quartz, Pl: plagioclase, Kfs: Potassium feldspar, Hbl: hornblende, Bt: biotite, Ms: muscovite, Chl: chlorite.

年代分布を示すこともあり, 加重平均値のみではジルコン年代を評価することが困難である. そこで, まず, コンコダントな全データを用いて加重平均を求め, そのMSWDが5.0以下の場合を有効とし, 一つのクラスターとみなした. 加重平均値が5.0を越えた試料180916-1, 180916-4, 100509-2, 180920-1に対しては, Sambridge and

Compston (1994)のMixture modelingに基づき, Isoplot/Ex 4.15 (Ludwig, 2012)のUnmixルーチンを用いて, ジルコンU-Pb年代のクラスター分析を行った. クラスター分析時のコンポーネント数は2個から順次増やしていき, misfit値の減少が0.05以下になるまで計算を行った. クラスター分析でコンポーネント数を1増やしてもmisfit値



第5図 白亜紀石英閃緑岩(180919-2)の岩相(a)および偏光顕微鏡写真(b)。(b)はクロスポーラーにて撮影。Pl:斜長石, Cpx:単斜輝石, Hbl:普通角閃石, Bt:黒雲母。

Fig. 5 Lithology (a) and photomicrographs (b) of Cretaceous quartz diorite (180919-2). (b) was taken under cross-polarized light. Pl: plagioclase, Cpx: clinopyroxene, Hbl: hornblende, Bt: biotite.

の減少が0.05以下になる場合、コンポーネント数を増やす意味がないとみなし、最後のコンポーネント数より一つ少ないコンポーネント数でのクラスター分析値を採用した(第3表)。以下に、ジルコンU-Pb年代の詳細を示す。

180916-1: 37粒子56スポット測定し、コンコーダントなデータとして34スポット得られた。本試料のU-Pb年代は244–206 Maの年代分布を示した(第7図A)。全データの加重平均値のMSWDは11.5である。クラスター分析の結果、 238.4 ± 2.0 Ma (fraction = 0.35), 224.8 ± 1.7 Ma (fraction = 0.44), 213.6 ± 2.6 Ma (fraction = 0.21)の年代が得られた(第3表)。最大のクラスターは、 224.8 ± 1.7 Maである。本試料の一部のジルコンは、CL像にてコアとリムの組織が認められた。それらは、コアで 236.7 ± 6.8 Maと 230.6 ± 6.9 Maで、リムで年代値は得られていないが、明るいCL像を示すもの(第6図a)、コアで 223.3 ± 4.6 Ma、リムで明るいCL像で 217.8 ± 4.7 Maを示すもの(第6図b)、その他にコアの暗いCL像で 216.1 ± 4.5 Maとリムで年代値は得られていないが、明るいCL像を示すものも存在する(第6図c)。コアの暗いCL像ではオシラトリー累帯構造が認められる。Th/Uは2.0–0.5のものが多く、1点のみ0.09と低い値を示した(第2表)。

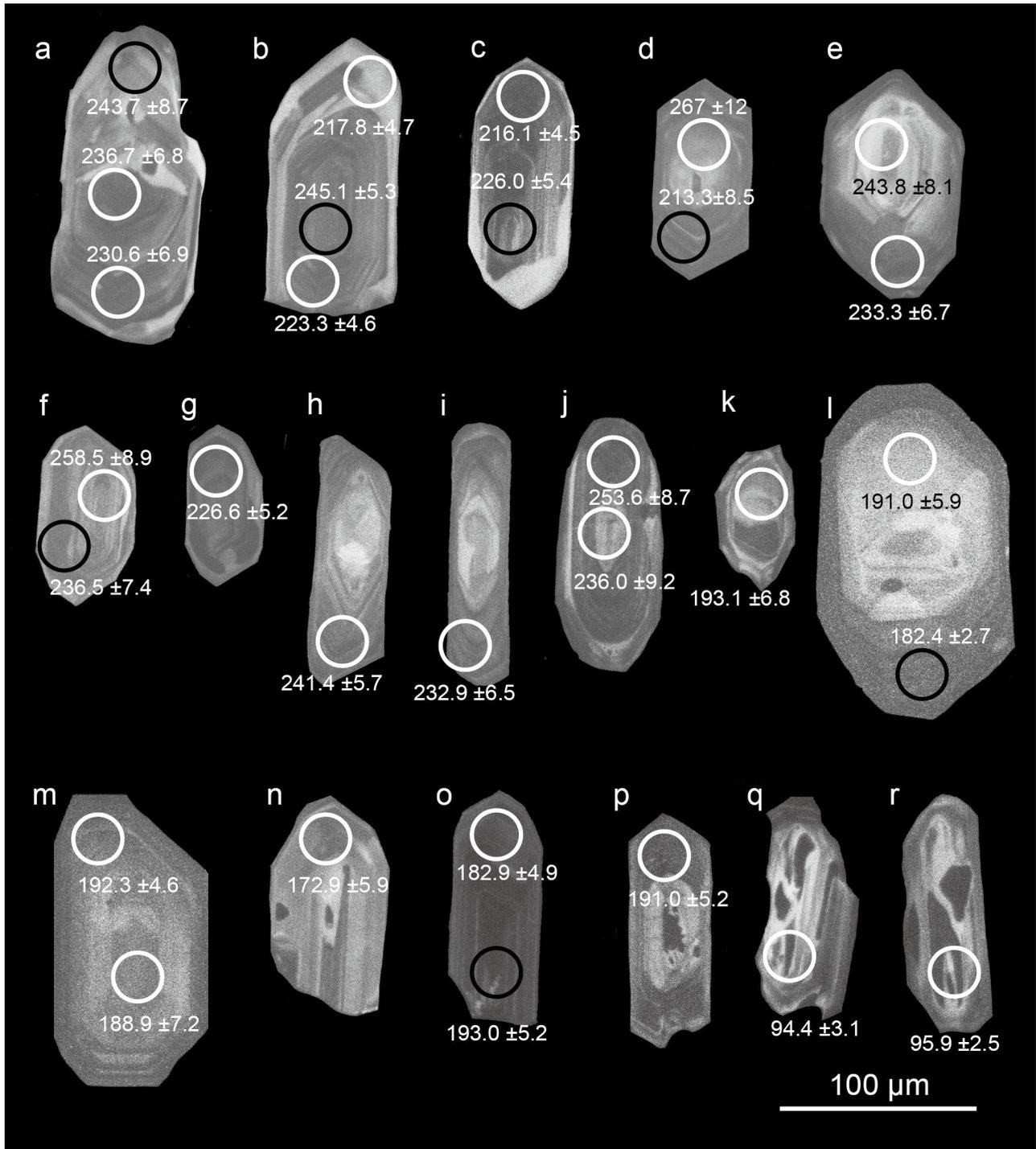
180916-4: 31粒子50スポット測定し、コンコーダントなデータ数は12スポットと少ない試料である。本試料のU-Pb年代は271–228 Maの年代分布を示した(第7図B)。全データの加重平均値のMSWDは11.5である。クラスター分析の結果、 260.5 ± 3.7 Ma (fraction = 0.50), 236.5 ± 3.1 Ma (fraction = 0.50)の年代が得られた(第3表)。この年代に対応したジルコンとして、中心部の明るいCL像で 267 ± 12 Maで、リムで暗いCL像を示すものや(第6図d)や、コアの明るいCL像で 243.8 ± 8.1 Maで、リムの暗

いCL像で 233.3 ± 6.7 Maを示すものがある(第6図e)。これらのジルコンはオシラトリー累帯構造を呈する。Th/Uは1.3–0.5である(第2表)。

101012-1: 38粒子50スポット測定し、コンコーダントなデータとして29スポット得られた。本試料のU-Pb年代は276–227 Maの年代分布を示した(第7図C)。全データの加重平均値は 240.7 ± 4.1 (MSWD = 1.4, n = 27)である。本試料のジルコンは、コアで 258.5 ± 8.9 Maや 226.6 ± 5.2 Maを示し、CL像でオシラトリー累帯構造を呈し、リムに薄い明るいCL像が認められるもの(第6図f, g)をはじめとして、リムで240–230 Maを示し、オシラトリー累帯構造を呈するもの(第6図h, i)などが認められる。Th/Uは多くは0.94–0.19で、1点のみ0.09と低い値を示した(第2表)。

100509-2: 38粒子40スポット測定し、コンコーダントなデータとして19スポット得られた。本試料のU-Pb年代は明らかに2つのクラスターをなす(第8図A)。全データの加重平均のMSWDは38である。ちなみに若い年代のクラスターの加重平均は 193.7 ± 3.8 Ma (MSWD = 2.7, n = 11)で、古い方のクラスターの加重平均は 247.7 ± 8.2 (MSWD = 3.3, n = 7)である。クラスター分析の結果、 247.7 ± 3.7 Ma (fraction = 0.37)と 195.6 ± 2.0 Ma (fraction = 0.63)の年代が得られ(第3表)、個別のクラスターごとの加重平均値とほぼ同じ結果となった。本試料のジルコンはオシラトリー累帯構造を呈するものがほとんどである。中心部で約236–254 Maや193 Maなどのジルコンがあるが(第6図j, k)、それらのいずれにも薄いリムの成長が認められる。Th/Uは0.78–0.29で、1点のみ0.08と低い値を示した(第2表)。

101008-4: 31粒子51スポット測定し、コンコーダントなデータとして33スポット得られた。本試料のU-Pb



第6図 年代測定を行ったジルコンのカソードルミネッセンス像と分析点および ^{238}U - ^{206}Pb 年代 (Ma). 白丸と黒丸は分析時のレーザー径 ($25\ \mu\text{m}$). 白丸はコンコダントな年代, 黒丸はディスコダントな年代. (a): 180916-1, nos. 2-4, (b): 180916-1, nos. 52-54, (c): 180916-1, nos. 22-23, (d): 180916-4, nos. 13-14, (e): 180916-4, nos. 48-49, (f): 101012-1, nos. 2-3, (g): 101012-1, no. 20, (h): 101012-1, no. 22, (i): 101012-1, no. 29, (j): 100509-2, nos. 4-5, (k): 100509-2, no. 15, (l): 101008-4, nos. 30-31, (m): 101008-4, nos. 42-43, (n): 180920-1, no. 30, (o): 180920-1, nos. 4-5, (p): 180920-1, no. 7, (q): 180919-2, no. 11, (r): 180919-2, no. 14.

Fig. 6 Cathodoluminescence images and analyzed spots with ^{238}U - ^{206}Pb age (Ma) of zircon. White and black open circle shows diameter of laser beam ($25\ \mu\text{m}$). Ages with white open circle are concordant and those with black open circle are discordant. (a): 180916-1, nos. 2-4, (b): 180916-1, nos. 52-54, (c): 180916-1, nos. 22-23, (d): 180916-4, nos. 13-14, (e): 180916-4, nos. 48-49, (f): 101012-1, nos. 2-3, (g): 101012-1, no. 20, (h): 101012-1, no. 22, (i): 101012-1, no. 29, (j): 100509-2, nos. 4-5, (k): 100509-2, no. 15, (l): 101008-4, nos. 30-31, (m): 101008-4, nos. 42-43, (n): 180920-1, no. 30, (o): 180920-1, nos. 4-5, (p): 180920-1, no. 7, (q): 180919-2, no. 11, (r): 180919-2, no. 14.

第1表 2次標準試料(Plešovice)のU-Pbデータ.

Table 1 U-Pb isotopic data of secondary standard zircon (Plešovice).

	Isotopic ratio				Age (Ma)				Th/U				
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	2σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	2σ	$^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$	2σ		$^{235}\text{U}/^{207}\text{Pb}$	2σ	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2σ
100509-2-p6	0.0521 ± 0.0028		0.05599 ± 0.00159		0.4022 ± 0.0241		351.2 ± 10.0		343.2 ± 20.6		291 ± 15		0.13
100509-2-p7	0.0538 ± 0.0023		0.05602 ± 0.00177		0.4154 ± 0.0222		351.4 ± 11.1		352.7 ± 18.8		362 ± 16		0.12
100509-2-p8	0.0525 ± 0.0024		0.05594 ± 0.00228		0.4050 ± 0.0251		350.9 ± 14.3		345.3 ± 21.4		308 ± 14		0.13
100509-2-p9	0.0541 ± 0.0028		0.05523 ± 0.00139		0.4123 ± 0.0234		346.5 ± 8.7		350.5 ± 19.9		377 ± 19		0.11
101008-4-p6	0.0520 ± 0.0037		0.05512 ± 0.00185		0.3951 ± 0.0308		345.9 ± 11.6		338.1 ± 26.4		285 ± 20		0.09
101008-4-p7	0.0542 ± 0.0037		0.05417 ± 0.00204		0.4048 ± 0.0313		340.0 ± 12.8		345.1 ± 26.7		380 ± 26		0.09
101008-4-p8	0.0513 ± 0.0035		0.05406 ± 0.00127		0.3824 ± 0.0273		339.4 ± 8.0		328.8 ± 23.5		255 ± 17		0.09
101012-1-p1	0.0509 ± 0.0028		0.05538 ± 0.00167		0.3889 ± 0.0244		347.5 ± 10.5		333.5 ± 20.9		238 ± 13		0.10
101012-1-p2	0.0536 ± 0.0029		0.05306 ± 0.00213		0.3922 ± 0.0266		333.3 ± 13.4		336.0 ± 22.8		355 ± 19		0.11
101012-1-p3	0.0523 ± 0.0029		0.05465 ± 0.00090		0.3939 ± 0.0231		343.0 ± 5.6		337.2 ± 19.8		298 ± 17		0.13
180916-1-p1	0.0527 ± 0.0025		0.05348 ± 0.00152		0.3883 ± 0.0213		335.9 ± 9.5		333.1 ± 18.3		314 ± 15		0.15
180916-1-p2	0.0535 ± 0.0023		0.05295 ± 0.00080		0.3903 ± 0.0179		332.6 ± 5.0		334.6 ± 15.4		349 ± 15		0.15
180916-1-p3	0.0524 ± 0.0023		0.05281 ± 0.00103		0.3817 ± 0.0186		331.8 ± 6.5		328.3 ± 16.0		304 ± 14		0.15
180916-1-p4	0.0524 ± 0.0021		0.05371 ± 0.00112		0.3877 ± 0.0173		337.3 ± 7.0		332.7 ± 14.9		301 ± 12		0.15
180916-1-p5	0.0510 ± 0.0022		0.05365 ± 0.00100		0.3775 ± 0.0179		336.9 ± 6.2		325.2 ± 15.4		243 ± 11		0.15
180916-1-p6	0.0545 ± 0.0021		0.05328 ± 0.00126		0.4003 ± 0.0181		334.6 ± 7.9		341.9 ± 15.5		392 ± 15		0.15
180916-1-p7	0.0557 ± 0.0024		0.05310 ± 0.00107		0.4075 ± 0.0192		333.5 ± 6.7		347.1 ± 16.3		439 ± 19		0.15
180916-4-p8	0.0542 ± 0.0023		0.05351 ± 0.00130		0.3997 ± 0.0193		336.0 ± 8.1		341.4 ± 16.5		379 ± 16		0.15
180916-4-p9	0.0529 ± 0.0025		0.05341 ± 0.00214		0.3896 ± 0.0239		335.4 ± 13.4		334.0 ± 20.5		325 ± 15		0.15
180916-4-p11	0.0523 ± 0.0025		0.05475 ± 0.00153		0.3945 ± 0.0218		343.6 ± 9.6		337.6 ± 18.7		297 ± 14		0.15
180919-2-p1	0.0536 ± 0.0017		0.05505 ± 0.00112		0.4066 ± 0.0151		345.4 ± 7.0		346.4 ± 12.9		353 ± 11		0.12
180919-2-p2	0.0541 ± 0.0018		0.05335 ± 0.00225		0.3981 ± 0.0214		335.0 ± 14.1		340.3 ± 18.3		377 ± 13		0.11
180919-2-p3	0.0521 ± 0.0022		0.05404 ± 0.00175		0.3885 ± 0.0204		339.3 ± 11.0		333.2 ± 17.5		292 ± 12		0.13
180919-2-p4	0.0526 ± 0.0020		0.05391 ± 0.00140		0.3910 ± 0.0182		338.5 ± 8.8		335.1 ± 15.6		312 ± 12		0.12
180919-2-p5	0.0558 ± 0.0023		0.05392 ± 0.00115		0.4150 ± 0.0192		338.5 ± 7.2		352.5 ± 16.3		446 ± 18		0.13
180920-1-p13	0.0544 ± 0.0027		0.05416 ± 0.00141		0.4060 ± 0.0228		340.0 ± 8.8		346.0 ± 19.4		387 ± 19		0.14
180920-1-p14	0.0538 ± 0.0024		0.05334 ± 0.00117		0.3955 ± 0.0194		335.0 ± 7.4		338.4 ± 16.6		362 ± 16		0.15
180920-1-p15	0.0535 ± 0.0024		0.05301 ± 0.00111		0.3908 ± 0.0191		333.0 ± 7.0		334.9 ± 16.3		349 ± 15		0.15
180920-1-p16	0.0536 ± 0.0023		0.05360 ± 0.00161		0.3962 ± 0.0205		336.6 ± 10.1		338.9 ± 17.6		355 ± 15		0.15

年代は193 Maをピークとする一つのクラスターからなる(第8図B). 年代の加重平均は 192.0 ± 2.4 Ma (MSWD = 3.6, n = 25)である. 本試料のジルコンは、オシラトリ-累帯構造を呈するものがほとんどである. Th/Uは0.75–0.35である(第2表).

180920-1: 42粒子50スポット測定し、コンコーダントなデータとして27スポット得られた. 本試料のU-Pb年代は191 Maをピークとするクラスターからなるが、若い年代に小さいピークが認められる(第8図C). 全データの加重平均のMSDWは6.1である. クラスター分析の結果、 193.5 ± 2.1 Ma (fraction = 0.52), 184.7 ± 2.5 Ma (fraction = 0.37), 171.3 ± 3.1 Ma (fraction = 0.11)の年代が得られた(第3表). 本試料のジルコンは長柱状のものが多く、オシラトリ-累帯構造を呈するものがほとんどである(第6図n-p). Th/Uは0.85–0.15である(第2表).

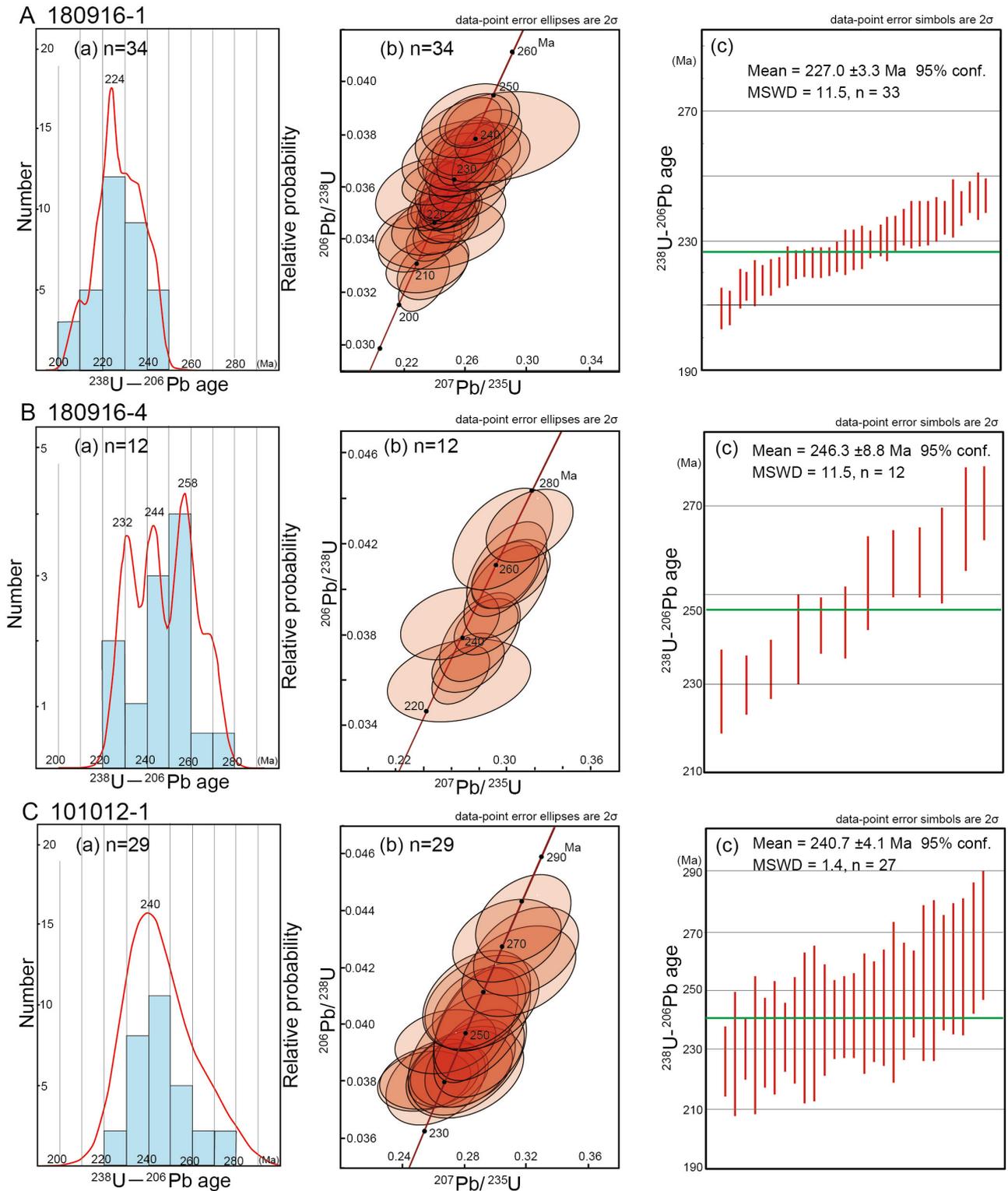
180919-2: 44粒子49スポット測定し、コンコーダントなデータとして16スポット得られた. 本試料のU-Pb

年代は95 Maをピークとする一つのクラスターからなる(第9図). 年代の加重平均は 95.7 ± 1.8 Ma (MSWD=4.5, n = 16)である. 本試料のジルコンは包有物を含むものが多く、オシラトリ-累帯構造を呈するものがほとんどである(第6図q, r). Th/Uは1.26–0.48で、1.00前後のものが多い(第2表).

6. 考察

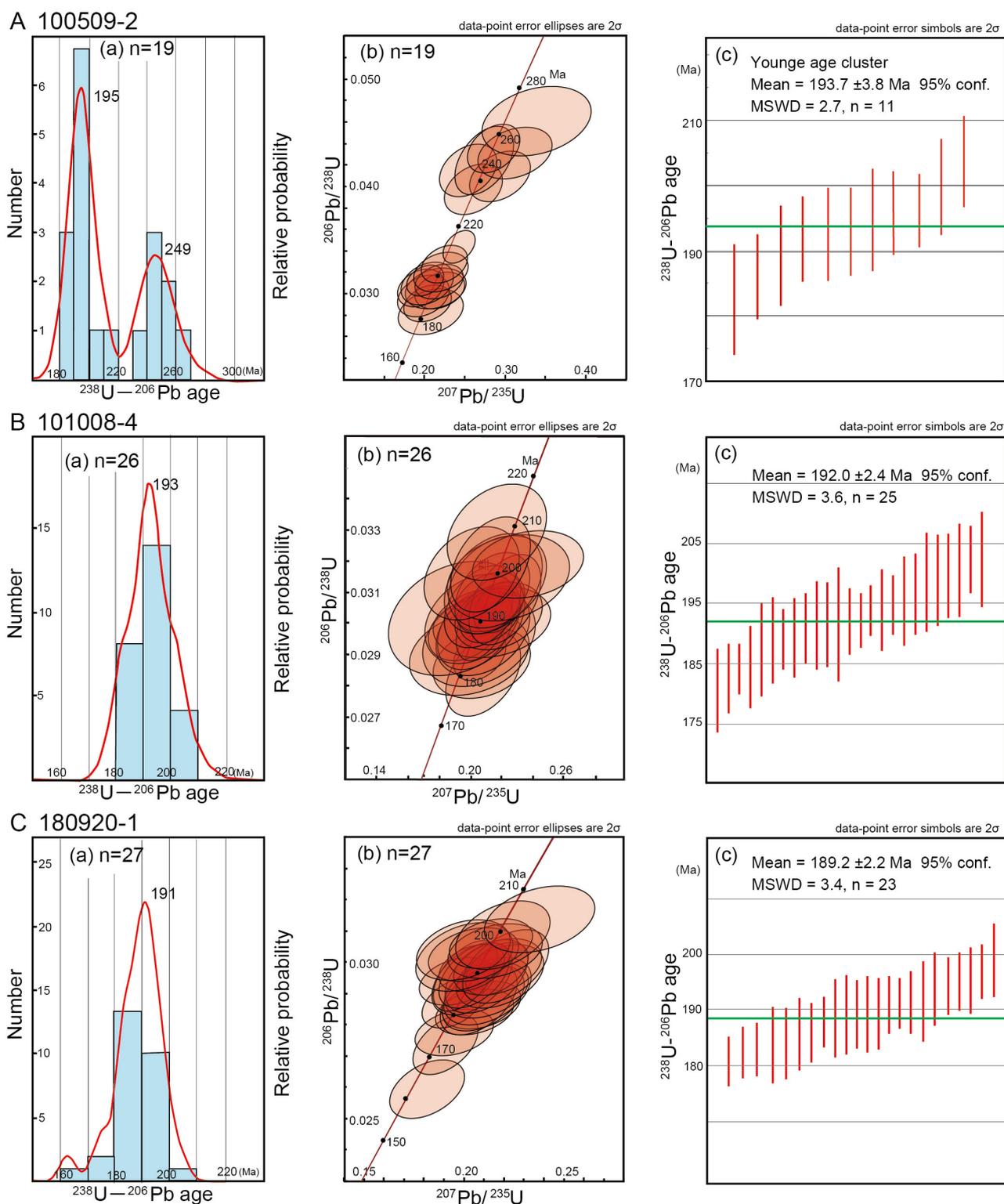
6.1 飛驒古期花崗岩類の貫入年代

宇奈月花崗岩(180916-4)は、クラスター分析の結果、 260.5 ± 3.7 Maと 236.5 ± 3.1 Maの年代が得られた. コアで 243.8 ± 8.1 Ma (Th/U = 0.83), リムで 233.3 ± 6.7 Ma (Th/U = 0.57)を示すジルコンが存在し(第6図e), 両者の年代は誤差の範囲で重なる. また、このジルコンは中心部で明るいCL像、周辺部で暗いCL像を示すが、連続したオシラトリ-累帯構造をなし、0.1以上のTh/U値を示し、マグマ起源である(Corfu *et al.*, 2003; Hartmann and Santos,



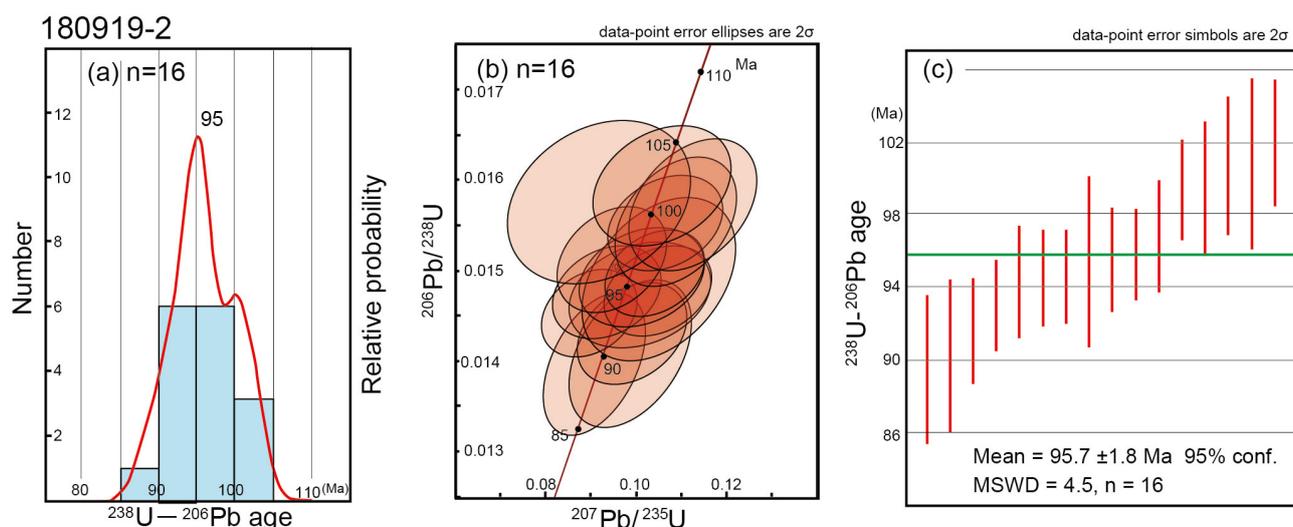
第7図 飛騨古期花崗岩類のジルコン $^{238}\text{U}-^{206}\text{Pb}$ 年代の確率分布曲線と年代値のヒストグラム (a), コンコーディア図 (b) 及び $^{238}\text{U}-^{206}\text{Pb}$ 年代の加重平均 (c). (A): 早月川花崗岩 (180916-1), (B): 宇奈月花崗岩 (180916-4), (C): 舟川花崗岩 (101012-1). n: 作図に用いたコンコーダントなデータ数.

Fig. 7 Relative probability curve and histogram of zircon $^{238}\text{U}-^{206}\text{Pb}$ age (a), Concordia diagram (b) and weighted mean age (c) of zircon $^{238}\text{U}-^{206}\text{Pb}$ age from the Hida Older Granites. (A): Hayatsukigawa Granite (180916-1), (B): Unazuki Granite (180916-4), (C): Funakawa Granite (101012-1). n: number of concordant data of U-Pb age.



第8図 飛騨新时期花崗岩類のジルコン ^{238}U - ^{206}Pb 年代の確率分布曲線と年代値のヒストグラム (a), コンコーディア図 (b) 及び ^{238}U - ^{206}Pb 年代の加重平均 (c). (A): 普通角閃石石英閃緑岩 (100509-2), (B): 毛勝岳花崗岩 (101008-4), (C): 弥太蔵谷石英閃緑岩 (180920-1). n: 作図に用いたコンコルダントなデータ数. (A)の(c)は若い年代のクラスターのみの加重平均.

Fig. 8 Relative probability curve and histogram of zircon ^{238}U - ^{206}Pb age (a) and Concordia diagram (b) of zircon ^{238}U - ^{206}Pb age from the Hida Younger Granites. (A): Hornblende quartz diorite (100509-2), (B): Kekachidake Granite (101008-4), (C): Yatazodani Granite (180920-1). n: number of concordant data of U-Pb age. (c) of (A) is a weighted mean age of the younger cluster.



第9図 白亜紀石英閃緑岩のジルコン ^{238}U - ^{206}Pb 年代の確率分布曲線と年代値のヒストグラム (a), コンコーディア図 (b) および ^{238}U - ^{206}Pb 年代の加重平均。

Fig. 9 Relative probability curve and histogram of zircon ^{238}U - ^{206}Pb age (a), Concordia diagram (b) and weighted mean of zircon ^{238}U - ^{206}Pb age from the Cretaceous quartz diorite.

2004). よって, クラスタ分析による 236.5 ± 3.1 Ma は本岩の貫入年代を示すと考えられる. 一方, 260.5 ± 3.7 Ma のクラスタに属する年代は, オシラトリ累帯構造を示す自形の再成長リム (年代値はディスコダントだが, $\text{Th}/\text{U} = 0.78$) をもつジルコンのコアから得られており (第6図d), 本岩を形成したマグマの原岩あるいは周囲の岩石から取り込まれた外来結晶と考えられる.

舟川花崗岩 (101012-1) のジルコンはオシラトリ累帯構造を呈し, Th/U も 0.94 – 0.19 とマグマ起源を示している (Corfu *et al.*, 2003; Hartmann and Santos, 2004). 加重平均値は 240.7 ± 4.1 (MSWD = 1.4, $n = 27$) であり, この年代は貫入年代といえる. ただし, これらの年代を示すジルコンの一部には, 薄い明るいCL像のリムをもち, 内部にまで湾入している部分もある (第6図f, g). この部分の年代は得られていないが, 貫入の末期やその後の熱水によるジルコンの成長部と考えられる (Corfu *et al.*, 2003).

一方, 西部の早月川花崗岩 (180916-1) は, クラスタ分析の結果, 238.4 ± 2.0 Ma (fraction = 0.35), 224.8 ± 1.7 Ma (fraction = 0.44), 213.6 ± 2.6 Ma (fraction = 0.21) の年代が得られた (第3表). 224.8 ± 1.7 Ma のクラスタをなすジルコンはオシラトリ累帯構造を呈し (第6図b, c), Th/U は 0.85 – 0.66 とマグマ起源を示し (Corfu *et al.*, 2003; Hartmann and Santos, 2004), 最大クラスタをなす. よって, 224.8 ± 1.7 Ma が本岩の貫入年代と考えられる. さらに, これらのジルコンには, より明るいCL像のオシラ

トリ累帯構造を呈し, $\text{Th}/\text{U} = 0.87$, 217.8 ± 4.7 Ma のリムの成長部 (第6図b) や, 年代値は得られていないが, 薄い明るいCL像のリム (第6図c) が認められる. 前者の成長部もマグマ起源と考えられるので, クラスタ分析による 213.6 ± 2.6 Ma は, 貫入後の熱水によるジルコンの成長部と考えられる (Corfu, *et al.*, 2003). 一方, クラスタ分析で得られた最も古い年代 238.4 ± 2.0 Ma の年代を示すジルコンも多く含まれるが, それらのジルコンにもリムの成長部が認められる (第6図a). 238.4 ± 2.0 Ma クラスタのジルコンも, オシラトリ累帯構造や 1.00 前後の Th/U 値を示すものが多く, 火成岩起源の外来結晶の可能性が高い.

従来, 早月川花崗岩と, それに南接する大熊山花崗閃緑岩との貫入関係が問題になっていたが (加納, 1990; 原山ほか, 2000), 大熊山花崗閃緑岩からは 191 ± 3 Ma (Takahashi *et al.*, 2010) や 197 ± 3 Ma (Zhao *et al.*, 2013) のジルコン U-Pb 年代が報告されているので, 早月川花崗岩の方が大熊山花崗閃緑岩より古い岩体であることが明らかになった. また, Takahashi *et al.* (2010, 2018) や Zhao *et al.* (2013) は, 早月川花崗岩と, それに隣接する眼球状マイロナイト (花崗岩マイロナイト) を同じ岩体としている. しかし, 早月川地域の眼球状マイロナイトからのジルコン U-Pb 年代は, 240 ± 3 Ma, 250 ± 2 Ma, 245 ± 2 Ma が報告され, これらの年代は花崗岩マイロナイトの原岩の深成岩類の貫入年代とされている (Ishizaka and Yamaguchi, 1969; Takahashi *et al.*, 2010; Zhao *et al.*, 2013). これらの年代は早月川花崗岩の貫入年代の

第2表 未知試料中のジルコン粒子のU-Pb同位体データ(灰色で網掛けしたデータはディスコードナントなデータ).
Table 2 U-Pb isotopic data of zircon from unknown samples. Gray-shaded data are discordant data.

100509-2	Isotopic ratio				Age (Ma)				Th/U				
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	2σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	2σ	$^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$	2σ		$^{235}\text{U}/^{207}\text{Pb}$	2σ	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2σ
100509-2-3	0.0556 ± 0.0055		0.03819 ± 0.00146		0.2927 ± 0.0310		241.6 ± 9.2		260.7 ± 27.6		437 ± 43		0.44
100509-2-4	0.0515 ± 0.0045		0.04013 ± 0.00138		0.2849 ± 0.0268		253.6 ± 8.7		254.5 ± 23.9		263 ± 23		0.32
100509-2-5	0.0506 ± 0.0054		0.03729 ± 0.00145		0.2599 ± 0.0294		236.0 ± 9.2		234.6 ± 26.5		221 ± 23		0.37
100509-2-6	0.0476 ± 0.0051		0.03862 ± 0.00150		0.2536 ± 0.0291		244.3 ± 9.5		229.5 ± 26.3		82 ± 9		0.41
100509-2-7	0.0527 ± 0.0033		0.03328 ± 0.00095		0.2418 ± 0.0165		211.0 ± 6.0		219.9 ± 15.0		317 ± 20		0.08
100509-2-10	0.0506 ± 0.0061		0.03150 ± 0.00114		0.2199 ± 0.0276		199.9 ± 7.3		201.8 ± 25.3		225 ± 27		0.44
100509-2-11	0.0506 ± 0.0050		0.03207 ± 0.00108		0.2238 ± 0.0235		203.5 ± 6.8		205.1 ± 21.6		224 ± 22		0.40
100509-2-12	0.0524 ± 0.0058		0.03024 ± 0.00106		0.2185 ± 0.0252		192.0 ± 6.7		200.7 ± 23.1		304 ± 33		0.41
100509-2-13	0.0566 ± 0.0065		0.03982 ± 0.00146		0.3110 ± 0.0375		251.7 ± 9.2		275.0 ± 33.2		478 ± 55		0.55
100509-2-14	0.0555 ± 0.0063		0.02924 ± 0.00105		0.2238 ± 0.0266		185.8 ± 6.7		205.1 ± 24.4		434 ± 49		0.37
100509-2-15	0.0463 ± 0.0054		0.03040 ± 0.00107		0.1940 ± 0.0236		193.1 ± 6.8		180.0 ± 21.9		13 ± 2		0.29
100509-2-16	0.0502 ± 0.0058		0.02929 ± 0.00104		0.2026 ± 0.0244		186.1 ± 6.6		187.4 ± 22.6		203 ± 23		0.59
100509-2-17	0.0521 ± 0.0080		0.02873 ± 0.00130		0.2063 ± 0.0332		182.6 ± 8.3		190.4 ± 30.7		289 ± 45		0.41
100509-2-18	0.0480 ± 0.0061		0.02981 ± 0.00120		0.1971 ± 0.0263		189.4 ± 7.6		182.7 ± 24.4		98 ± 12		0.35
100509-2-19	0.0478 ± 0.0059		0.03069 ± 0.00122		0.2022 ± 0.0263		194.9 ± 7.8		187.0 ± 24.4		89 ± 11		0.30
100509-2-20	0.0578 ± 0.0091		0.04210 ± 0.00199		0.3354 ± 0.0553		265.8 ± 12.5		293.7 ± 48.4		522 ± 82		0.78
100509-2-23	0.0559 ± 0.0038		0.04635 ± 0.00157		0.3574 ± 0.0274		292.1 ± 9.9		310.2 ± 23.8		450 ± 31		0.20
100509-2-24	0.0387 ± 0.0059		0.02942 ± 0.00123		0.1572 ± 0.0248		186.9 ± 7.8		148.2 ± 23.4		#N/A ± #N/A		0.37
100509-2-30	0.0738 ± 0.0049		0.02620 ± 0.00118		0.2665 ± 0.0213		166.7 ± 7.5		239.9 ± 19.2		1,036 ± 69		0.70
100509-2-31	0.0505 ± 0.0049		0.03928 ± 0.00195		0.2736 ± 0.0298		248.4 ± 12.4		245.5 ± 26.7		219 ± 21		0.41
100509-2-33	0.0467 ± 0.0042		0.03091 ± 0.00090		0.1991 ± 0.0187		196.3 ± 5.7		184.4 ± 17.3		36 ± 3		0.53
100509-2-34	0.0715 ± 0.0068		0.03306 ± 0.00109		0.3259 ± 0.0326		209.6 ± 6.9		286.4 ± 28.7		972 ± 92		0.83
100509-2-35	0.0508 ± 0.0071		0.03033 ± 0.00115		0.2127 ± 0.0309		192.6 ± 7.3		195.8 ± 28.5		234 ± 33		0.34
100509-2-36	0.0595 ± 0.0061		0.02934 ± 0.00097		0.2406 ± 0.0260		186.4 ± 6.1		218.9 ± 23.7		585 ± 60		0.33
100509-2-37	0.0611 ± 0.0059		0.03389 ± 0.00109		0.2857 ± 0.0290		214.9 ± 6.9		255.2 ± 25.9		645 ± 62		0.53
100509-2-38	0.0478 ± 0.0039		0.04248 ± 0.00120		0.2797 ± 0.0241		268.2 ± 7.6		250.4 ± 21.6		88 ± 7		0.47
100509-2-39	0.0509 ± 0.0055		0.03086 ± 0.00100		0.2168 ± 0.0245		195.9 ± 6.4		199.2 ± 22.5		239 ± 26		0.38
100509-2-40	0.0556 ± 0.0049		0.03989 ± 0.00121		0.3056 ± 0.0287		252.1 ± 7.6		270.8 ± 25.4		436 ± 39		0.5

101008-4	Isotopic ratio				Age (Ma)				Th/U				
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	2σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	2σ	$^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$	2σ		$^{235}\text{U}/^{207}\text{Pb}$	2σ	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2σ
101008-4-1	0.0463 ± 0.0055		0.03161 ± 0.00122		0.2019 ± 0.0250		200.6 ± 7.8		186.8 ± 23.1		15 ± 2		0.47
101008-4-2	0.0549 ± 0.0043		0.03034 ± 0.00105		0.2296 ± 0.0197		192.7 ± 6.7		209.9 ± 18.0		409 ± 32		0.49
101008-4-3	0.0505 ± 0.0057		0.03135 ± 0.00121		0.2183 ± 0.0259		199.0 ± 7.7		200.5 ± 23.8		218 ± 24		0.53
101008-4-4	0.0737 ± 0.0050		0.02831 ± 0.00097		0.2876 ± 0.0219		179.9 ± 6.2		256.7 ± 19.5		1,034 ± 70		1.17
101008-4-5	0.0538 ± 0.0028		0.03052 ± 0.00097		0.2263 ± 0.0138		193.8 ± 6.2		207.1 ± 12.6		362 ± 19		0.40
101008-4-6	0.0724 ± 0.0087		0.03156 ± 0.00135		0.3152 ± 0.0400		200.3 ± 8.6		278.2 ± 35.3		999 ± 119		0.41
101008-4-7	0.1997 ± 0.0187		0.03016 ± 0.00148		0.8305 ± 0.0878		191.5 ± 9.4		613.8 ± 64.9		2,825 ± 265		0.37
101008-4-8	0.0615 ± 0.0029		0.02724 ± 0.00088		0.2309 ± 0.0132		173.3 ± 5.6		210.9 ± 12.1		656 ± 31		0.43
101008-4-10	0.0552 ± 0.0051		0.03101 ± 0.00087		0.2360 ± 0.0228		196.9 ± 5.5		215.1 ± 20.8		421 ± 39		0.44
101008-4-11	0.0520 ± 0.0072		0.03147 ± 0.00112		0.2255 ± 0.0322		199.8 ± 7.1		206.5 ± 29.5		285 ± 39		0.35
101008-4-12	0.0628 ± 0.0029		0.02494 ± 0.00054		0.2161 ± 0.0110		158.8 ± 3.4		198.6 ± 10.1		703 ± 32		0.96
101008-4-13	0.0561 ± 0.0050		0.03038 ± 0.00084		0.2350 ± 0.0219		192.9 ± 5.3		214.3 ± 20.0		457 ± 41		0.36
101008-4-14	0.0500 ± 0.0076		0.02904 ± 0.00109		0.2002 ± 0.0314		184.5 ± 6.9		185.3 ± 29.1		195 ± 30		0.56
101008-4-15	0.0537 ± 0.0033		0.02941 ± 0.00068		0.2177 ± 0.0144		186.9 ± 4.3		200.0 ± 13.2		358 ± 22		0.38
101008-4-16	0.0525 ± 0.0053		0.03026 ± 0.00088		0.2191 ± 0.0230		192.2 ± 5.6		201.2 ± 21.1		309 ± 31		0.44
101008-4-17	0.0662 ± 0.0030		0.02595 ± 0.00056		0.2368 ± 0.0118		165.2 ± 3.5		215.8 ± 10.7		812 ± 36		0.37
101008-4-18	0.0505 ± 0.0031		0.03017 ± 0.00111		0.2100 ± 0.0149		191.6 ± 7.1		193.5 ± 13.7		218 ± 13		0.47
101008-4-19	0.0534 ± 0.0046		0.02839 ± 0.00112		0.2090 ± 0.0198		180.5 ± 7.1		192.7 ± 18.2		346 ± 30		0.75
101008-4-20	0.0500 ± 0.0056		0.03129 ± 0.00131		0.2157 ± 0.0257		198.6 ± 8.3		198.3 ± 23.6		195 ± 22		0.48
101008-4-21	0.0526 ± 0.0040		0.03079 ± 0.00118		0.2234 ± 0.0189		195.5 ± 7.5		204.7 ± 17.3		313 ± 24		0.42
101008-4-22	0.0461 ± 0.0083		0.03018 ± 0.00150		0.1919 ± 0.0360		191.7 ± 9.5		178.2 ± 33.4		4 ± 1		0.50
101008-4-23	0.0624 ± 0.0035		0.02503 ± 0.00092		0.2152 ± 0.0144		159.4 ± 5.9		197.9 ± 13.2		687 ± 38		0.35
101008-4-24	0.0987 ± 0.0087		0.03121 ± 0.00134		0.4248 ± 0.0416		198.1 ± 8.5		359.5 ± 35.2		1,600 ± 141		0.60
101008-4-25	0.0486 ± 0.0044		0.03191 ± 0.00126		0.2139 ± 0.0211		202.5 ± 8.0		196.8 ± 19.4		129 ± 12		0.46
101008-4-26	0.0874 ± 0.0034		0.02089 ± 0.00028		0.2516 ± 0.0104		133.3 ± 1.8		227.9 ± 9.4		1,369 ± 54		0.42

20 万分の 1 地質図幅「富山」地域のジルコン U-Pb 年代 (竹内ほか)

第2表 続き.

Table 2 continued.

101008-4-27	0.0541 ± 0.0065	0.03191 ± 0.00088	0.2380 ± 0.0294	202.5 ± 5.6	216.8 ± 26.7	376 ± 45	0.41
101008-4-29	0.0571 ± 0.0054	0.03069 ± 0.00071	0.2415 ± 0.0237	194.8 ± 4.5	219.6 ± 21.5	495 ± 47	0.68
101008-4-30	0.0518 ± 0.0073	0.03007 ± 0.00093	0.2148 ± 0.0311	191.0 ± 5.9	197.6 ± 28.6	277 ± 39	0.39
101008-4-31	0.0525 ± 0.0029	0.02870 ± 0.00043	0.2080 ± 0.0118	182.4 ± 2.7	191.8 ± 10.9	310 ± 17	0.31
101008-4-32	0.0432 ± 0.0042	0.03440 ± 0.00073	0.2051 ± 0.0202	218.0 ± 4.6	189.4 ± 18.7	#N/A ± #N/A	0.46
101008-4-33	0.0640 ± 0.0036	0.03088 ± 0.00050	0.2727 ± 0.0159	196.0 ± 3.1	244.8 ± 14.3	744 ± 42	0.41
101008-4-34	0.0566 ± 0.0067	0.03038 ± 0.00084	0.2371 ± 0.0287	192.9 ± 5.3	216.0 ± 26.1	477 ± 56	0.54
101008-4-35	0.0505 ± 0.0042	0.03070 ± 0.00078	0.2137 ± 0.0184	194.9 ± 5.0	196.7 ± 16.9	218 ± 18	0.42
101008-4-36	0.0460 ± 0.0039	0.03198 ± 0.00081	0.2027 ± 0.0180	202.9 ± 5.2	187.4 ± 16.6	#N/A ± #N/A	0.50
101008-4-38	0.0521 ± 0.0029	0.03055 ± 0.00067	0.2193 ± 0.0130	194.0 ± 4.3	201.3 ± 12.0	289 ± 16	0.50
101008-4-39	0.0525 ± 0.0063	0.02874 ± 0.00092	0.2082 ± 0.0257	182.6 ± 5.8	192.0 ± 23.7	310 ± 37	0.72
101008-4-40	0.0480 ± 0.0044	0.02978 ± 0.00079	0.1969 ± 0.0187	189.2 ± 5.0	182.5 ± 17.3	98 ± 9	0.51
101008-4-41	0.0517 ± 0.0033	0.02898 ± 0.00066	0.2067 ± 0.0138	184.2 ± 4.2	190.7 ± 12.8	274 ± 17	0.44
101008-4-42	0.0512 ± 0.0036	0.03028 ± 0.00072	0.2136 ± 0.0157	192.3 ± 4.6	196.6 ± 14.5	249 ± 17	0.36
101008-4-43	0.0510 ± 0.0057	0.02974 ± 0.00113	0.2091 ± 0.0246	188.9 ± 7.2	192.8 ± 22.7	241 ± 27	0.61
101008-4-44	0.0496 ± 0.0044	0.03056 ± 0.00108	0.2089 ± 0.0201	194.0 ± 6.8	192.6 ± 18.5	176 ± 16	0.38
101008-4-46	0.0479 ± 0.0055	0.03294 ± 0.00125	0.2177 ± 0.0262	208.9 ± 7.9	200.0 ± 24.1	96 ± 11	0.46
101008-4-47	0.0504 ± 0.0042	0.03098 ± 0.00107	0.2152 ± 0.0195	196.7 ± 6.8	197.9 ± 18.0	213 ± 18	0.50
101008-4-48	0.0497 ± 0.0045	0.02981 ± 0.00105	0.2041 ± 0.0198	189.4 ± 6.7	188.6 ± 18.3	180 ± 16	0.71
101008-4-49	0.0565 ± 0.0071	0.03048 ± 0.00125	0.2376 ± 0.0314	193.6 ± 7.9	216.4 ± 28.6	474 ± 59	0.44
101008-4-50	0.0507 ± 0.0070	0.02951 ± 0.00123	0.2062 ± 0.0297	187.5 ± 7.8	190.4 ± 27.4	228 ± 31	0.60
101008-4-51	0.0487 ± 0.0058	0.03014 ± 0.00117	0.2025 ± 0.0253	191.5 ± 7.4	187.3 ± 23.4	135 ± 16	0.64

101012-1	Isotopic ratio				Age (Ma)				Th/U			
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	2σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	2σ	$^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$	2σ		$^{235}\text{U}/^{207}\text{Pb}$	2σ	
101012-1-1	0.0558 ± 0.0048		0.04022 ± 0.00137		0.3093 ± 0.0287		254.2 ± 8.6		273.7 ± 25.4		444 ± 38	0.32
101012-1-2	0.0511 ± 0.0047		0.04091 ± 0.00141		0.2881 ± 0.0286		258.5 ± 8.9		257.0 ± 25.5		245 ± 23	0.31
101012-1-3	0.0575 ± 0.0037		0.03737 ± 0.00117		0.2960 ± 0.0214		236.5 ± 7.4		263.3 ± 19.0		509 ± 33	0.14
101012-1-4	0.1101 ± 0.0086		0.04117 ± 0.00152		0.6248 ± 0.0538		260.1 ± 9.6		492.8 ± 42.5		1,801 ± 140	0.28
101012-1-5	0.0538 ± 0.0041		0.03901 ± 0.00127		0.2896 ± 0.0240		246.7 ± 8.0		258.2 ± 21.4		365 ± 28	0.52
101012-1-6	0.0462 ± 0.0038		0.03740 ± 0.00122		0.2384 ± 0.0211		236.7 ± 7.7		217.1 ± 19.2		10 ± 1	0.52
101012-1-7	0.0776 ± 0.0094		0.03957 ± 0.00171		0.4232 ± 0.0547		250.2 ± 10.8		358.4 ± 46.3		1,136 ± 138	0.67
101012-1-8	0.0532 ± 0.0041		0.03867 ± 0.00127		0.2836 ± 0.0238		244.6 ± 8.0		253.5 ± 21.3		338 ± 26	0.51
101012-1-9	0.0497 ± 0.0058		0.03781 ± 0.00173		0.2592 ± 0.0323		239.2 ± 11.0		234.0 ± 29.2		183 ± 21	0.33
101012-1-10	0.0529 ± 0.0029		0.03617 ± 0.00145		0.2639 ± 0.0177		229.0 ± 9.2		237.8 ± 16.0		326 ± 18	0.94
101012-1-11	0.0527 ± 0.0041		0.04013 ± 0.00169		0.2915 ± 0.0257		253.6 ± 10.7		259.8 ± 22.9		316 ± 24	0.20
101012-1-12	0.0521 ± 0.0035		0.04001 ± 0.00164		0.2872 ± 0.0225		252.9 ± 10.4		256.4 ± 20.1		289 ± 19	0.33
101012-1-13	0.0528 ± 0.0055		0.03757 ± 0.00168		0.2735 ± 0.0310		237.8 ± 10.7		245.5 ± 27.8		320 ± 33	0.43
101012-1-14	0.0724 ± 0.0066		0.03562 ± 0.00160		0.3558 ± 0.0360		225.6 ± 10.1		309.0 ± 31.3		999 ± 91	0.38
101012-1-15	0.0524 ± 0.0053		0.03899 ± 0.00173		0.2819 ± 0.0312		246.6 ± 11.0		252.2 ± 27.9		305 ± 31	0.36
101012-1-16	0.0512 ± 0.0046		0.03663 ± 0.00158		0.2586 ± 0.0256		231.9 ± 10.0		233.5 ± 23.1		250 ± 22	0.36
101012-1-17	0.0519 ± 0.0038		0.03642 ± 0.00070		0.2607 ± 0.0196		230.6 ± 4.4		235.2 ± 17.7		282 ± 21	0.62
101012-1-18	0.0907 ± 0.0076		0.04141 ± 0.00107		0.5179 ± 0.0455		261.6 ± 6.8		423.7 ± 37.2		1,441 ± 121	0.30
101012-1-19	0.0484 ± 0.0046		0.03804 ± 0.00087		0.2540 ± 0.0248		240.7 ± 5.5		229.8 ± 22.4		121 ± 11	0.35
101012-1-20	0.0497 ± 0.0047		0.03578 ± 0.00083		0.2450 ± 0.0241		226.6 ± 5.2		222.5 ± 21.9		180 ± 17	0.34
101012-1-21	0.0492 ± 0.0048		0.03943 ± 0.00092		0.2676 ± 0.0267		249.3 ± 5.8		240.8 ± 24.0		159 ± 15	0.09
101012-1-22	0.0489 ± 0.0048		0.03816 ± 0.00090		0.2572 ± 0.0261		241.4 ± 5.7		232.4 ± 23.6		143 ± 14	0.50
101012-1-24	0.0572 ± 0.0026		0.04132 ± 0.00061		0.3257 ± 0.0154		261.0 ± 3.9		286.2 ± 13.6		498 ± 22	0.51
101012-1-25	0.0524 ± 0.0049		0.03848 ± 0.00110		0.2780 ± 0.0270		243.4 ± 7.0		249.0 ± 24.2		303 ± 28	0.33
101012-1-26	0.0511 ± 0.0038		0.03826 ± 0.00092		0.2696 ± 0.0212		242.0 ± 5.8		242.4 ± 19.1		247 ± 18	0.45
101012-1-27	0.0617 ± 0.0043		0.03815 ± 0.00093		0.3243 ± 0.0241		241.4 ± 5.9		285.2 ± 21.2		663 ± 47	0.32
101012-1-28	0.0519 ± 0.0046		0.04298 ± 0.00119		0.3075 ± 0.0288		271.3 ± 7.5		272.2 ± 25.5		281 ± 25	0.45
101012-1-29	0.0527 ± 0.0048		0.03679 ± 0.00103		0.2674 ± 0.0253		232.9 ± 6.5		240.6 ± 22.8		317 ± 29	0.41
101012-1-31	0.0638 ± 0.0034		0.03074 ± 0.00065		0.2705 ± 0.0155		195.2 ± 4.1		243.1 ± 13.9		737 ± 39	0.12
101012-1-32	0.0497 ± 0.0029		0.03706 ± 0.00078		0.2538 ± 0.0160		234.6 ± 5.0		229.6 ± 14.4		180 ± 11	0.30
101012-1-34	0.0529 ± 0.0046		0.03744 ± 0.00119		0.2732 ± 0.0255		236.9 ± 7.5		245.2 ± 22.9		326 ± 29	0.48
101012-1-35	0.0599 ± 0.0041		0.04022 ± 0.00120		0.3324 ± 0.0249		254.2 ± 7.6		291.4 ± 21.8		602 ± 41	0.28
101012-1-36	0.0499 ± 0.0047		0.03800 ± 0.00123		0.2613 ± 0.0262		240.4 ± 7.8		235.7 ± 23.6		190 ± 18	0.54

第2表 続き.

Table 2 continued.

101012-1-37	0.0518 ± 0.0051	0.04080 ± 0.00135	0.2914 ± 0.0301	257.8 ± 8.5	259.7 ± 26.8	277 ± 27	0.42
101012-1-38	0.0555 ± 0.0051	0.03755 ± 0.00122	0.2876 ± 0.0278	237.6 ± 7.7	256.6 ± 24.8	434 ± 40	0.50
101012-1-39	0.0531 ± 0.0056	0.03834 ± 0.00132	0.2805 ± 0.0311	242.6 ± 8.3	251.0 ± 27.8	332 ± 35	0.29
101012-1-40	0.0471 ± 0.0044	0.03812 ± 0.00121	0.2474 ± 0.0242	241.2 ± 7.7	224.5 ± 22.0	53 ± 5	0.65
101012-1-42	0.0564 ± 0.0044	0.03547 ± 0.00106	0.2759 ± 0.0231	224.7 ± 6.7	247.4 ± 20.7	469 ± 37	0.51
101012-1-43	0.0558 ± 0.0039	0.03593 ± 0.00104	0.2764 ± 0.0211	227.6 ± 6.6	247.8 ± 18.9	444 ± 31	0.61
101012-1-44	0.0518 ± 0.0041	0.04057 ± 0.00120	0.2896 ± 0.0247	256.4 ± 7.6	258.2 ± 22.0	276 ± 22	0.51
101012-1-45	0.0734 ± 0.0046	0.04217 ± 0.00121	0.4268 ± 0.0293	266.3 ± 7.6	360.9 ± 24.7	1,025 ± 64	0.17
101012-1-47	0.0527 ± 0.0039	0.04374 ± 0.00127	0.3180 ± 0.0252	276.0 ± 8.0	280.3 ± 22.2	318 ± 23	0.19
101012-1-48	0.0544 ± 0.0062	0.03704 ± 0.00129	0.2779 ± 0.0329	234.5 ± 8.2	249.0 ± 29.5	389 ± 44	0.44
101012-1-49	0.0546 ± 0.0049	0.04191 ± 0.00131	0.3153 ± 0.0301	264.7 ± 8.3	278.3 ± 26.6	395 ± 36	0.24
101012-1-50	0.0545 ± 0.0044	0.04259 ± 0.00128	0.3199 ± 0.0277	268.9 ± 8.1	281.9 ± 24.4	391 ± 32	0.33

180916-1	Isotopic ratio				Age (Ma)				Th/U				
	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	2σ	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U	2σ	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ U	2σ	²³⁸ U- ²⁰⁶ Pb	2σ		²³⁵ U- ²⁰⁷ Pb	2σ	²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb	2σ
180916-1-1	0.0524 ± 0.0026		0.03242 ± 0.00093		0.2341 ± 0.0135		205.7 ± 5.9		213.5 ± 12.3		302 ± 15		2.04
180916-1-2	0.0517 ± 0.0032		0.03642 ± 0.00108		0.2594 ± 0.0179		230.6 ± 6.9		234.2 ± 16.1		270 ± 17		1.19
180916-1-3	0.0507 ± 0.0026		0.03740 ± 0.00107		0.2615 ± 0.0154		236.7 ± 6.8		235.8 ± 13.9		228 ± 12		0.58
180916-1-4	0.0727 ± 0.0067		0.03852 ± 0.00137		0.3859 ± 0.0380		243.7 ± 8.7		331.3 ± 32.6		1,005 ± 92		0.50
180916-1-5	0.0528 ± 0.0038		0.03298 ± 0.00102		0.2399 ± 0.0188		209.2 ± 6.5		218.4 ± 17.1		319 ± 23		1.04
180916-1-6	0.0696 ± 0.0055		0.03398 ± 0.00112		0.3259 ± 0.0278		215.4 ± 7.1		286.4 ± 24.4		916 ± 72		0.67
180916-1-7	0.0501 ± 0.0024		0.03601 ± 0.00104		0.2486 ± 0.0138		228.1 ± 6.6		225.4 ± 12.5		199 ± 9		0.14
180916-1-8	0.0525 ± 0.0023		0.03721 ± 0.00106		0.2694 ± 0.0139		235.5 ± 6.7		242.2 ± 12.5		308 ± 13		0.08
180916-1-10	0.0731 ± 0.0032		0.03418 ± 0.00055		0.3447 ± 0.0159		216.7 ± 3.5		300.7 ± 13.9		1,018 ± 44		1.22
180916-1-11	0.0517 ± 0.0070		0.03427 ± 0.00110		0.2444 ± 0.0340		217.2 ± 7.0		222.0 ± 30.9		274 ± 37		0.96
180916-1-12	0.0510 ± 0.0036		0.03524 ± 0.00068		0.2477 ± 0.0180		223.3 ± 4.3		224.7 ± 16.4		240 ± 17		1.27
180916-1-13	0.0541 ± 0.0036		0.03376 ± 0.00064		0.2518 ± 0.0175		214.1 ± 4.1		228.0 ± 15.9		375 ± 25		1.05
180916-1-14	0.0483 ± 0.0033		0.03616 ± 0.00068		0.2407 ± 0.0171		229.0 ± 4.3		219.0 ± 15.5		113 ± 8		1.08
180916-1-16	0.0528 ± 0.0041		0.03637 ± 0.00077		0.2646 ± 0.0214		230.3 ± 4.9		238.4 ± 19.3		320 ± 25		0.38
180916-1-17	0.0537 ± 0.0034		0.03452 ± 0.00076		0.2554 ± 0.0172		218.8 ± 4.8		230.9 ± 15.5		357 ± 23		0.80
180916-1-18	0.0519 ± 0.0030		0.03477 ± 0.00073		0.2490 ± 0.0154		220.3 ± 4.7		225.8 ± 14.0		284 ± 17		1.33
180916-1-19	0.0518 ± 0.0046		0.03303 ± 0.00084		0.2361 ± 0.0216		209.5 ± 5.3		215.2 ± 19.7		279 ± 25		0.53
180916-1-20	0.0562 ± 0.0037		0.03538 ± 0.00080		0.2743 ± 0.0192		224.1 ± 5.1		246.1 ± 17.2		462 ± 31		1.03
180916-1-21	0.0525 ± 0.0026		0.03516 ± 0.00071		0.2547 ± 0.0137		222.8 ± 4.5		230.3 ± 12.4		309 ± 15		1.57
180916-1-22	0.0512 ± 0.0029		0.03409 ± 0.00071		0.2406 ± 0.0147		216.1 ± 4.5		218.9 ± 13.4		250 ± 14		0.94
180916-1-23	0.1170 ± 0.0065		0.03568 ± 0.00086		0.5758 ± 0.0347		226.0 ± 5.4		461.8 ± 27.8		1,912 ± 106		0.67
180916-1-24	0.0507 ± 0.0046		0.03453 ± 0.00090		0.2415 ± 0.0229		218.9 ± 5.7		219.6 ± 20.9		228 ± 21		0.72
180916-1-25	0.0504 ± 0.0059		0.03713 ± 0.00117		0.2580 ± 0.0313		235.0 ± 7.4		233.1 ± 28.3		214 ± 25		0.64
180916-1-26	0.0689 ± 0.0024		0.02450 ± 0.00051		0.2328 ± 0.0093		156.0 ± 3.2		212.5 ± 8.5		897 ± 31		1.40
180916-1-27	0.0521 ± 0.0046		0.03591 ± 0.00098		0.2577 ± 0.0240		227.4 ± 6.2		232.8 ± 21.7		288 ± 26		0.76
180916-1-28	0.0534 ± 0.0047		0.03508 ± 0.00095		0.2582 ± 0.0236		222.3 ± 6.0		233.2 ± 21.3		346 ± 30		0.76
180916-1-29	0.0553 ± 0.0038		0.03569 ± 0.00088		0.2721 ± 0.0199		226.1 ± 5.5		244.4 ± 17.9		425 ± 29		0.79
180916-1-30	0.0543 ± 0.0042		0.03455 ± 0.00088		0.2586 ± 0.0210		219.0 ± 5.6		233.6 ± 18.9		383 ± 29		1.23
180916-1-31	0.0508 ± 0.0033		0.03670 ± 0.00087		0.2570 ± 0.0180		232.3 ± 5.5		232.3 ± 16.2		232 ± 15		1.13
180916-1-32	0.0501 ± 0.0034		0.03701 ± 0.00088		0.2559 ± 0.0183		234.3 ± 5.6		231.4 ± 16.6		202 ± 14		0.83
180916-1-33	0.0507 ± 0.0034		0.03746 ± 0.00081		0.2618 ± 0.0185		237.1 ± 5.1		236.1 ± 16.7		228 ± 15		1.31
180916-1-34	0.0559 ± 0.0035		0.03627 ± 0.00077		0.2797 ± 0.0184		229.7 ± 4.9		250.4 ± 16.5		450 ± 28		0.14
180916-1-35	0.0558 ± 0.0038		0.03923 ± 0.00088		0.3019 ± 0.0218		248.1 ± 5.5		267.9 ± 19.4		446 ± 31		0.76
180916-1-36	0.0593 ± 0.0032		0.04038 ± 0.00082		0.3303 ± 0.0192		255.2 ± 5.2		289.8 ± 16.8		579 ± 31		0.97
180916-1-37	0.0501 ± 0.0026		0.03851 ± 0.00075		0.2661 ± 0.0148		243.6 ± 4.8		239.6 ± 13.4		201 ± 11		0.56
180916-1-38	0.0503 ± 0.0034		0.03857 ± 0.00084		0.2675 ± 0.0191		244.0 ± 5.3		240.7 ± 17.2		210 ± 14		0.83
180916-1-39	0.0515 ± 0.0026		0.03530 ± 0.00069		0.2507 ± 0.0138		223.6 ± 4.4		227.2 ± 12.5		265 ± 14		0.60
180916-1-40	0.0538 ± 0.0080		0.03794 ± 0.00141		0.2815 ± 0.0433		240.0 ± 8.9		251.9 ± 38.7		364 ± 54		0.47
180916-1-41	0.0489 ± 0.0040		0.03397 ± 0.00096		0.2292 ± 0.0200		215.4 ± 6.1		209.5 ± 18.3		145 ± 12		0.68
180916-1-42	0.0818 ± 0.0038		0.02896 ± 0.00073		0.3268 ± 0.0172		184.0 ± 4.6		287.1 ± 15.1		1,242 ± 58		0.93
180916-1-43	0.0537 ± 0.0030		0.03553 ± 0.00089		0.2630 ± 0.0160		225.0 ± 5.7		237.1 ± 14.4		358 ± 20		1.35
180916-1-44	0.0436 ± 0.0036		0.04146 ± 0.00115		0.2492 ± 0.0218		261.8 ± 7.3		225.9 ± 19.8		#N/A ± #N/A		1.14
180916-1-45	0.0559 ± 0.0042		0.03606 ± 0.00101		0.2782 ± 0.0224		228.4 ± 6.4		249.2 ± 20.1		451 ± 34		1.42

20 万分の 1 地質図幅「富山」地域のジルコン U-Pb 年代 (竹内ほか)

第2表 続き.

Table 2 continued.

180916-1-46	0.0471 ± 0.0047	0.03577 ± 0.00108	0.2325 ± 0.0241	226.5 ± 6.9	212.3 ± 22.0	57 ± 6	0.56
180916-1-48	0.0497 ± 0.0047	0.03857 ± 0.00115	0.2641 ± 0.0260	243.9 ± 7.3	238.0 ± 23.4	180 ± 17	0.57
180916-1-49	0.0508 ± 0.0029	0.03557 ± 0.00077	0.2491 ± 0.0153	225.3 ± 4.9	225.9 ± 13.9	232 ± 13	0.77
180916-1-51	0.0520 ± 0.0056	0.03719 ± 0.00109	0.2664 ± 0.0295	235.4 ± 6.9	239.8 ± 26.6	284 ± 30	0.85
180916-1-52	0.0459 ± 0.0028	0.03875 ± 0.00084	0.2454 ± 0.0157	245.1 ± 5.3	222.8 ± 14.3	#N/A ± #N/A	0.66
180916-1-53	0.0511 ± 0.0025	0.03525 ± 0.00073	0.2481 ± 0.0134	223.3 ± 4.6	225.0 ± 12.1	244 ± 12	0.85
180916-1-54	0.0518 ± 0.0029	0.03436 ± 0.00074	0.2453 ± 0.0147	217.8 ± 4.7	222.7 ± 13.3	276 ± 15	0.87
180916-1-55	0.0494 ± 0.0026	0.03526 ± 0.00074	0.2402 ± 0.0135	223.4 ± 4.7	218.6 ± 12.3	168 ± 9	0.91
180916-1-56	0.0527 ± 0.0031	0.03795 ± 0.00084	0.2757 ± 0.0175	240.1 ± 5.3	247.3 ± 15.7	316 ± 19	1.13

180916-4	Isotopic ratio				Age (Ma)				Th/U				
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	2σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	2σ	$^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$	2σ		$^{235}\text{U}/^{207}\text{Pb}$	2σ	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2σ
180916-4-1	0.0718 ± 0.0026		0.02802 ± 0.00067		0.2773 ± 0.0119		178.1 ± 4.3		248.5 ± 10.7		980 ± 35		1.07
180916-4-2	0.0595 ± 0.0024		0.03914 ± 0.00095		0.3211 ± 0.0151		247.5 ± 6.0		282.8 ± 13.3		586 ± 24		0.83
180916-4-3	0.0536 ± 0.0033		0.03843 ± 0.00101		0.2840 ± 0.0188		243.1 ± 6.4		253.8 ± 16.8		354 ± 22		0.57
180916-4-4	0.0655 ± 0.0033		0.03365 ± 0.00086		0.3037 ± 0.0174		213.3 ± 5.5		269.3 ± 15.4		789 ± 40		0.60
180916-4-5	0.0683 ± 0.0027		0.02912 ± 0.00071		0.2742 ± 0.0126		185.1 ± 4.5		246.1 ± 11.3		878 ± 34		0.89
180916-4-6	0.0837 ± 0.0032		0.02155 ± 0.00053		0.2487 ± 0.0114		137.4 ± 3.4		225.5 ± 10.3		1,286 ± 50		1.06
180916-4-8	0.0627 ± 0.0036		0.04006 ± 0.00106		0.3463 ± 0.0218		253.2 ± 6.7		301.9 ± 19.0		698 ± 40		1.09
180916-4-9	0.0694 ± 0.0027		0.03105 ± 0.00123		0.2972 ± 0.0166		197.1 ± 7.8		264.2 ± 14.8		912 ± 36		1.10
180916-4-10	0.0541 ± 0.0039		0.03997 ± 0.00167		0.2981 ± 0.0247		252.6 ± 10.6		264.9 ± 21.9		376 ± 27		0.72
180916-4-11	0.0623 ± 0.0036		0.03382 ± 0.00139		0.2905 ± 0.0206		214.4 ± 8.8		259.0 ± 18.3		685 ± 40		0.93
180916-4-12	0.0534 ± 0.0039		0.03794 ± 0.00159		0.2795 ± 0.0237		240.1 ± 10.1		250.2 ± 21.2		347 ± 26		1.00
180916-4-13	0.0583 ± 0.0025		0.03365 ± 0.00134		0.2704 ± 0.0159		213.3 ± 8.5		243.0 ± 14.3		541 ± 23		0.78
180916-4-14	0.0508 ± 0.0045		0.04229 ± 0.00184		0.2963 ± 0.0294		267.0 ± 11.6		263.5 ± 26.2		233 ± 21		0.60
180916-4-15	0.0640 ± 0.0039		0.04342 ± 0.00179		0.3830 ± 0.0281		274.0 ± 11.3		329.3 ± 24.2		741 ± 45		0.52
180916-4-16	0.0530 ± 0.0035		0.04096 ± 0.00170		0.2991 ± 0.0235		258.8 ± 10.7		265.7 ± 20.9		328 ± 22		0.71
180916-4-26	0.0570 ± 0.0028		0.03931 ± 0.00113		0.3089 ± 0.0177		248.6 ± 7.1		273.3 ± 15.7		492 ± 24		0.66
180916-4-27	0.0531 ± 0.0030		0.03628 ± 0.00106		0.2659 ± 0.0169		229.7 ± 6.7		239.4 ± 15.2		336 ± 19		1.25
180916-4-28	0.0577 ± 0.0026		0.03886 ± 0.00110		0.3089 ± 0.0163		245.7 ± 6.9		273.4 ± 14.5		517 ± 23		0.59
180916-4-29	0.0577 ± 0.0024		0.03772 ± 0.00105		0.2999 ± 0.0149		238.7 ± 6.7		266.3 ± 13.3		517 ± 21		0.84
180916-4-30	0.0671 ± 0.0030		0.03393 ± 0.00096		0.3139 ± 0.0165		215.1 ± 6.1		277.2 ± 14.5		841 ± 37		0.83
180916-4-31	0.0559 ± 0.0033		0.03381 ± 0.00100		0.2604 ± 0.0172		214.4 ± 6.3		235.0 ± 15.5		447 ± 26		1.29
180916-4-32	0.0623 ± 0.0026		0.02998 ± 0.00084		0.2574 ± 0.0130		190.4 ± 5.4		232.6 ± 11.8		684 ± 29		0.91
180916-4-33	0.0531 ± 0.0032		0.04070 ± 0.00120		0.2980 ± 0.0199		257.2 ± 7.6		264.8 ± 17.7		333 ± 20		0.72
180916-4-34	0.0881 ± 0.0033		0.02187 ± 0.00060		0.2658 ± 0.0124		139.5 ± 3.9		239.4 ± 11.2		1,386 ± 52		0.93
180916-4-36	0.0538 ± 0.0026		0.03692 ± 0.00104		0.2737 ± 0.0152		233.7 ± 6.6		245.7 ± 13.6		362 ± 17		1.08
180916-4-37	0.0541 ± 0.0028		0.03873 ± 0.00110		0.2886 ± 0.0169		244.9 ± 6.9		257.5 ± 15.0		374 ± 19		0.89
180916-4-38	0.0534 ± 0.0040		0.04287 ± 0.00133		0.3154 ± 0.0257		270.6 ± 8.4		278.3 ± 22.7		345 ± 26		0.63
180916-4-39	0.0538 ± 0.0038		0.04073 ± 0.00124		0.3020 ± 0.0232		257.4 ± 7.8		267.9 ± 20.6		362 ± 26		0.51
180916-4-40	0.0623 ± 0.0025		0.03192 ± 0.00088		0.2740 ± 0.0134		202.5 ± 5.6		245.9 ± 12.0		683 ± 28		1.30
180916-4-41	0.0769 ± 0.0028		0.03698 ± 0.00101		0.3922 ± 0.0177		234.1 ± 6.4		336.0 ± 15.1		1,119 ± 40		1.25
180916-4-42	0.0532 ± 0.0082		0.03605 ± 0.00150		0.2645 ± 0.0421		228.3 ± 9.5		238.3 ± 37.9		338 ± 52		0.95
180916-4-43	0.0905 ± 0.0044		0.01849 ± 0.00050		0.2307 ± 0.0128		118.1 ± 3.2		210.8 ± 11.7		1,437 ± 69		1.10
180916-4-44	0.0664 ± 0.0031		0.03036 ± 0.00080		0.2780 ± 0.0149		192.8 ± 5.1		249.1 ± 13.4		820 ± 38		0.88
180916-4-45	0.0745 ± 0.0031		0.02799 ± 0.00072		0.2873 ± 0.0141		177.9 ± 4.6		256.4 ± 12.6		1,054 ± 44		1.10
180916-4-46	0.0790 ± 0.0034		0.02482 ± 0.00065		0.2705 ± 0.0136		158.1 ± 4.1		243.1 ± 12.2		1,174 ± 51		0.92
180916-4-47	0.0817 ± 0.0032		0.02460 ± 0.00063		0.2772 ± 0.0130		156.7 ± 4.0		248.4 ± 11.7		1,239 ± 49		1.15
180916-4-48	0.0534 ± 0.0039		0.03685 ± 0.00107		0.2711 ± 0.0213		233.3 ± 6.7		243.5 ± 19.2		344 ± 25		0.57
180916-4-49	0.0486 ± 0.0052		0.03854 ± 0.00128		0.2581 ± 0.0291		243.8 ± 8.1		233.1 ± 26.3		127 ± 14		0.83
180916-4-50	0.0574 ± 0.0029		0.03695 ± 0.00098		0.2924 ± 0.0169		233.9 ± 6.2		260.5 ± 15.0		507 ± 26		0.67

180919-2	Isotopic ratio				Age (Ma)				Th/U				
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	2σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	2σ	$^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$	2σ		$^{235}\text{U}/^{207}\text{Pb}$	2σ	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2σ
180919-2-1	0.0577 ± 0.0068		0.01483 ± 0.00056		0.1180 ± 0.0145		94.9 ± 3.6		113.2 ± 14.0		519 ± 61		0.99
180919-2-2	0.0544 ± 0.0043		0.01484 ± 0.00038		0.1114 ± 0.0093		95.0 ± 2.4		107.3 ± 8.9		390 ± 31		1.40
180919-2-4	0.0496 ± 0.0046		0.01554 ± 0.00043		0.1064 ± 0.0103		99.4 ± 2.8		102.6 ± 9.9		179 ± 17		0.95
180919-2-5	0.0574 ± 0.0066		0.01464 ± 0.00054		0.1158 ± 0.0140		93.7 ± 3.4		111.3 ± 13.4		506 ± 58		0.84

第2表 続き.

Table 2 continued.

180919-2-6	0.0598 ± 0.0077	0.01612 ± 0.00069	0.1328 ± 0.0181	103.1 ± 4.4	126.6 ± 17.2	596 ± 77	0.94
180919-2-8	0.0577 ± 0.0047	0.01371 ± 0.00036	0.1092 ± 0.0093	87.8 ± 2.3	105.2 ± 9.0	521 ± 42	1.36
180919-2-9	0.0541 ± 0.0050	0.01412 ± 0.00041	0.1054 ± 0.0102	90.4 ± 2.6	101.8 ± 9.9	377 ± 35	1.09
180919-2-10	0.0511 ± 0.0037	0.01428 ± 0.00035	0.1007 ± 0.0076	91.4 ± 2.3	97.4 ± 7.4	246 ± 18	1.28
180919-2-11	0.0496 ± 0.0061	0.01475 ± 0.00048	0.1009 ± 0.0128	94.4 ± 3.1	97.6 ± 12.3	177 ± 22	0.79
180919-2-12	0.0708 ± 0.0064	0.01820 ± 0.00055	0.1777 ± 0.0169	116.3 ± 3.5	166.0 ± 15.8	952 ± 86	0.69
180919-2-13	0.1079 ± 0.0122	0.01458 ± 0.00059	0.2169 ± 0.0261	93.3 ± 3.7	199.3 ± 24.0	1,764 ± 200	0.81
180919-2-14	0.0504 ± 0.0041	0.01499 ± 0.00039	0.1041 ± 0.0089	95.9 ± 2.5	100.5 ± 8.6	213 ± 17	1.25
180919-2-15	0.0902 ± 0.0082	0.01463 ± 0.00047	0.1819 ± 0.0175	93.6 ± 3.0	169.7 ± 16.3	1,430 ± 130	1.12
180919-2-16	0.0824 ± 0.0121	0.01639 ± 0.00073	0.1861 ± 0.0286	104.8 ± 4.7	173.3 ± 26.7	1,254 ± 185	0.96
180919-2-18	0.0511 ± 0.0062	0.01492 ± 0.00074	0.1050 ± 0.0138	95.5 ± 4.7	101.4 ± 13.4	244 ± 30	0.94
180919-2-19	0.0530 ± 0.0043	0.01437 ± 0.00065	0.1050 ± 0.0097	92.0 ± 4.2	101.4 ± 9.4	330 ± 27	1.33
180919-2-20	0.0881 ± 0.0088	0.01359 ± 0.00068	0.1651 ± 0.0185	87.0 ± 4.4	155.1 ± 17.4	1,385 ± 139	1.05
180919-2-22	0.0471 ± 0.0043	0.01399 ± 0.00064	0.0908 ± 0.0092	89.5 ± 4.1	88.2 ± 9.0	53 ± 5	1.26
180919-2-24	0.0507 ± 0.0051	0.01410 ± 0.00066	0.0986 ± 0.0110	90.3 ± 4.2	95.5 ± 10.7	229 ± 23	1.26
180919-2-25	0.0550 ± 0.0056	0.01492 ± 0.00071	0.1132 ± 0.0128	95.5 ± 4.5	108.9 ± 12.3	415 ± 42	1.17
180919-2-26	0.0637 ± 0.0049	0.01583 ± 0.00057	0.1390 ± 0.0117	101.2 ± 3.7	132.2 ± 11.2	732 ± 56	1.26
180919-2-27	0.0522 ± 0.0047	0.01505 ± 0.00056	0.1082 ± 0.0105	96.3 ± 3.6	104.4 ± 10.1	293 ± 26	1.02
180919-2-29	0.0408 ± 0.0052	0.01500 ± 0.00060	0.0843 ± 0.0113	95.9 ± 3.8	82.1 ± 11.0	#N/A ± #N/A	1.00
180919-2-30	0.0422 ± 0.0073	0.01577 ± 0.00074	0.0918 ± 0.0164	100.9 ± 4.7	89.2 ± 16.0	#N/A ± #N/A	0.52
180919-2-32	0.0518 ± 0.0050	0.01575 ± 0.00059	0.1125 ± 0.0116	100.7 ± 3.8	108.2 ± 11.1	277 ± 27	0.48
180919-2-33	0.0507 ± 0.0047	0.01556 ± 0.00058	0.1087 ± 0.0110	99.5 ± 3.7	104.8 ± 10.6	227 ± 21	0.96
180919-2-34	0.0878 ± 0.0095	0.01601 ± 0.00062	0.1938 ± 0.0222	102.4 ± 4.0	179.8 ± 20.6	1,378 ± 148	0.77
180919-2-35	0.0453 ± 0.0045	0.01514 ± 0.00048	0.0946 ± 0.0098	96.9 ± 3.1	91.7 ± 9.5	#N/A ± #N/A	1.11
180919-2-36	0.0481 ± 0.0054	0.01595 ± 0.00054	0.1057 ± 0.0124	102.0 ± 3.5	102.1 ± 12.0	104 ± 12	0.89
180919-2-37	0.0866 ± 0.0092	0.01627 ± 0.00062	0.1943 ± 0.0220	104.0 ± 4.0	180.3 ± 20.5	1,353 ± 144	0.92
180919-2-38	0.0930 ± 0.0087	0.01545 ± 0.00056	0.1981 ± 0.0198	98.8 ± 3.6	183.5 ± 18.4	1,488 ± 139	0.77
180919-2-40	0.0584 ± 0.0080	0.01617 ± 0.00064	0.1302 ± 0.0185	103.4 ± 4.1	124.3 ± 17.6	546 ± 74	0.68
180919-2-41	0.0502 ± 0.0047	0.01432 ± 0.00046	0.0991 ± 0.0099	91.7 ± 2.9	95.9 ± 9.6	203 ± 19	1.09
180919-2-43	0.0459 ± 0.0046	0.01478 ± 0.00042	0.0935 ± 0.0098	94.6 ± 2.7	90.8 ± 9.5	#N/A ± #N/A	1.07
180919-2-44	0.0519 ± 0.0047	0.01481 ± 0.00041	0.1060 ± 0.0101	94.8 ± 2.6	102.3 ± 9.7	282 ± 26	1.14
180919-2-45	0.0447 ± 0.0041	0.01455 ± 0.00039	0.0896 ± 0.0086	93.1 ± 2.5	87.2 ± 8.3	#N/A ± #N/A	1.19
180919-2-46	0.0693 ± 0.0057	0.01466 ± 0.00041	0.1401 ± 0.0122	93.8 ± 2.7	133.1 ± 11.6	909 ± 75	1.28
180919-2-47	0.0516 ± 0.0040	0.01401 ± 0.00036	0.0997 ± 0.0082	89.7 ± 2.3	96.5 ± 7.9	268 ± 21	1.30
180919-2-48	0.0491 ± 0.0053	0.01494 ± 0.00045	0.1012 ± 0.0113	95.6 ± 2.9	97.9 ± 11.0	154 ± 17	0.95
180919-2-49	0.0514 ± 0.0045	0.01479 ± 0.00040	0.1048 ± 0.0097	94.7 ± 2.6	101.2 ± 9.4	259 ± 23	1.04

180920-1	Isotopic ratio				Age (Ma)				Th/U			
	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2σ	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	2σ	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	2σ	$^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$	2σ		$^{235}\text{U}/^{207}\text{Pb}$	2σ	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$
180920-1-1	0.0520 ± 0.0041		0.03014 ± 0.00088		0.2162 ± 0.0181		191.4 ± 5.6		198.8 ± 16.6		287 ± 22	0.33
180920-1-2	0.0522 ± 0.0040		0.02926 ± 0.00085		0.2107 ± 0.0172		185.9 ± 5.4		194.1 ± 15.8		295 ± 22	0.24
180920-1-3	0.0646 ± 0.0043		0.02804 ± 0.00080		0.2497 ± 0.0181		178.2 ± 5.1		226.3 ± 16.4		761 ± 51	0.38
180920-1-4	0.0489 ± 0.0029		0.02878 ± 0.00077		0.1939 ± 0.0125		182.9 ± 4.9		179.9 ± 11.6		141 ± 8	0.79
180920-1-5	0.0529 ± 0.0031		0.03039 ± 0.00082		0.2216 ± 0.0145		193.0 ± 5.2		203.2 ± 13.3		325 ± 19	0.80
180920-1-6	0.0469 ± 0.0043		0.03077 ± 0.00094		0.1990 ± 0.0191		195.4 ± 6.0		184.3 ± 17.7		45 ± 4	0.22
180920-1-7	0.0521 ± 0.0028		0.03007 ± 0.00082		0.2160 ± 0.0130		191.0 ± 5.2		198.5 ± 11.9		289 ± 15	0.75
180920-1-8	0.0539 ± 0.0048		0.03194 ± 0.00101		0.2373 ± 0.0225		202.7 ± 6.4		216.2 ± 20.5		367 ± 33	0.29
180920-1-9	0.0553 ± 0.0041		0.03064 ± 0.00117		0.2338 ± 0.0195		194.6 ± 7.4		213.3 ± 17.8		426 ± 32	0.35
180920-1-10	0.0519 ± 0.0034		0.02890 ± 0.00108		0.2068 ± 0.0158		183.7 ± 6.9		190.9 ± 14.5		281 ± 19	0.21
180920-1-11	0.0546 ± 0.0035		0.02861 ± 0.00107		0.2155 ± 0.0160		181.9 ± 6.8		198.1 ± 14.7		397 ± 25	0.20
180920-1-12	0.0497 ± 0.0036		0.02969 ± 0.00112		0.2034 ± 0.0164		188.6 ± 7.1		188.0 ± 15.2		181 ± 13	0.36
180920-1-13	0.0530 ± 0.0037		0.03016 ± 0.00114		0.2203 ± 0.0175		191.6 ± 7.2		202.2 ± 16.1		328 ± 23	0.30
180920-1-14	0.0535 ± 0.0040		0.02923 ± 0.00112		0.2157 ± 0.0181		185.7 ± 7.1		198.4 ± 16.7		352 ± 26	0.21
180920-1-15	0.0550 ± 0.0040		0.02948 ± 0.00112		0.2236 ± 0.0184		187.3 ± 7.1		204.9 ± 16.9		413 ± 30	0.27
180920-1-16	0.0513 ± 0.0036		0.02979 ± 0.00112		0.2106 ± 0.0169		189.2 ± 7.1		194.0 ± 15.6		254 ± 18	0.27
180920-1-17	0.0487 ± 0.0027		0.02980 ± 0.00108		0.2002 ± 0.0132		189.3 ± 6.9		185.3 ± 12.2		135 ± 7	0.42
180920-1-18	0.0507 ± 0.0043		0.03075 ± 0.00083		0.2151 ± 0.0192		195.2 ± 5.3		197.8 ± 17.6		229 ± 19	0.22
180920-1-19	0.0527 ± 0.0038		0.02870 ± 0.00073		0.2084 ± 0.0160		182.4 ± 4.6		192.2 ± 14.8		315 ± 23	0.24

第2表 続き.

Table 2 continued.

180920-1-20	0.0484 ± 0.0042	0.03062 ± 0.00083	0.2043 ± 0.0184	194.4 ± 5.2	188.7 ± 17.0	119 ± 10	0.36
180920-1-21	0.0563 ± 0.0046	0.02899 ± 0.00079	0.2252 ± 0.0195	184.2 ± 5.0	206.2 ± 17.9	466 ± 38	0.17
180920-1-22	0.0560 ± 0.0045	0.02991 ± 0.00081	0.2311 ± 0.0197	190.0 ± 5.1	211.1 ± 18.0	454 ± 37	0.20
180920-1-23	0.0580 ± 0.0051	0.02989 ± 0.00085	0.2390 ± 0.0222	189.8 ± 5.4	217.6 ± 20.2	530 ± 47	0.18
180920-1-24	0.0490 ± 0.0030	0.03011 ± 0.00071	0.2034 ± 0.0134	191.2 ± 4.5	188.0 ± 12.4	148 ± 9	0.32
180920-1-25	0.0510 ± 0.0040	0.02768 ± 0.00072	0.1946 ± 0.0161	176.0 ± 4.6	180.5 ± 14.9	241 ± 19	0.30
180920-1-26	0.0498 ± 0.0031	0.02981 ± 0.00101	0.2046 ± 0.0145	189.3 ± 6.4	189.0 ± 13.4	185 ± 12	0.85
180920-1-27	0.0524 ± 0.0038	0.02895 ± 0.00101	0.2091 ± 0.0169	183.9 ± 6.4	192.8 ± 15.5	304 ± 22	0.20
180920-1-28	0.0517 ± 0.0040	0.02553 ± 0.00090	0.1818 ± 0.0153	162.5 ± 5.8	169.6 ± 14.3	271 ± 21	0.20
180920-1-29	0.0638 ± 0.0037	0.02974 ± 0.00101	0.2617 ± 0.0175	188.9 ± 6.4	236.1 ± 15.8	737 ± 42	0.40
180920-1-30	0.0507 ± 0.0031	0.02719 ± 0.00092	0.1902 ± 0.0132	172.9 ± 5.9	176.8 ± 12.3	230 ± 14	0.27
180920-1-31	0.0524 ± 0.0040	0.02921 ± 0.00104	0.2112 ± 0.0178	185.6 ± 6.6	194.5 ± 16.4	304 ± 23	0.31
180920-1-32	0.0651 ± 0.0049	0.02828 ± 0.00102	0.2536 ± 0.0213	179.8 ± 6.5	229.5 ± 19.2	776 ± 59	0.23
180920-1-33	0.0542 ± 0.0047	0.02919 ± 0.00107	0.2182 ± 0.0206	185.5 ± 6.8	200.4 ± 18.9	380 ± 33	0.32
180920-1-34	0.0465 ± 0.0038	0.02937 ± 0.00104	0.1883 ± 0.0168	186.6 ± 6.6	175.2 ± 15.6	24 ± 2	0.37
180920-1-35	0.0581 ± 0.0041	0.02914 ± 0.00072	0.2334 ± 0.0174	185.2 ± 4.6	213.0 ± 15.9	534 ± 38	0.25
180920-1-36	0.0498 ± 0.0038	0.03103 ± 0.00077	0.2130 ± 0.0170	197.0 ± 4.9	196.1 ± 15.6	186 ± 14	0.32
180920-1-37	0.0614 ± 0.0042	0.03008 ± 0.00074	0.2548 ± 0.0183	191.0 ± 4.7	230.5 ± 16.6	655 ± 44	0.40
180920-1-38	0.0586 ± 0.0047	0.03093 ± 0.00082	0.2497 ± 0.0212	196.3 ± 5.2	226.3 ± 19.2	551 ± 44	0.19
180920-1-39	0.0522 ± 0.0039	0.02844 ± 0.00071	0.2047 ± 0.0160	180.8 ± 4.5	189.1 ± 14.8	295 ± 22	0.33
180920-1-40	0.0480 ± 0.0036	0.02960 ± 0.00072	0.1959 ± 0.0154	188.0 ± 4.6	181.6 ± 14.3	100 ± 7	0.42
180920-1-42	0.0529 ± 0.0035	0.02882 ± 0.00069	0.2101 ± 0.0149	183.2 ± 4.4	193.6 ± 13.7	324 ± 22	0.43
180920-1-43	0.0537 ± 0.0032	0.02983 ± 0.00093	0.2208 ± 0.0147	189.5 ± 5.9	202.6 ± 13.5	359 ± 21	0.28
180920-1-44	0.0712 ± 0.0049	0.03032 ± 0.00101	0.2978 ± 0.0227	192.5 ± 6.4	264.6 ± 20.1	965 ± 66	0.20
180920-1-45	0.0507 ± 0.0041	0.03135 ± 0.00105	0.2190 ± 0.0192	199.0 ± 6.7	201.1 ± 17.7	226 ± 18	0.15
180920-1-46	0.0530 ± 0.0036	0.02745 ± 0.00088	0.2008 ± 0.0150	174.6 ± 5.6	185.8 ± 13.9	331 ± 22	0.28
180920-1-47	0.0474 ± 0.0044	0.03052 ± 0.00105	0.1996 ± 0.0199	193.8 ± 6.7	184.8 ± 18.4	71 ± 7	0.22
180920-1-48	0.0462 ± 0.0040	0.02995 ± 0.00101	0.1907 ± 0.0177	190.2 ± 6.4	177.2 ± 16.5	7 ± 1	0.33
180920-1-49	0.0536 ± 0.0030	0.02945 ± 0.00092	0.2176 ± 0.0140	187.1 ± 5.8	199.9 ± 12.9	354 ± 20	0.30
180920-1-50	0.0530 ± 0.0040	0.02979 ± 0.00098	0.2176 ± 0.0179	189.2 ± 6.2	199.9 ± 16.4	329 ± 25	0.27

224.8 ± 1.7 Maと異なることから、眼球状マイロナイトの原岩と早月川花崗岩は異なった岩体であることが明らかになった。

以上の飛驒古期花崗岩類の年代と宇奈月地域、早月川地域、神岡・加賀沢地域にて報告されているジルコンU-Pb年代を第10図にまとめた。東部の宇奈月花崗岩と舟川花崗岩の貫入年代は約240 Maであるが、Horie *et al.* (2010, 2018) は、宇奈月花崗岩から258.0 ± 2.3 Ma, 256 ± 2 Ma, 253.0 ± 1.9 Ma, 229 ± 8 MaのジルコンU-Pb年代を報告している。約255 Maの年代は本報告の年代より若干古く、229 ± 8 Maの年代は若い。一方、西部の早月川花崗岩の貫入年代は約225 Maと、東部の宇奈月花崗岩と舟川花崗岩、西部の眼球状マイロナイトなどの250 Ma前後の花崗岩類とは差があることが明らかになった。東部の宇奈月花崗岩からも229 ± 8 Maの年代が報告されているので(Horie *et al.*, 2010), 東部にも約225 Maの貫入活動があった可能性がある。以上のような火成活動は飛驒帯南部の神岡・加賀沢地域でもみられ、花崗岩類のジルコンU-Pb年代242.6 ± 1.9 Ma (Takehara and Horie, 2019), 235.4 ± 1.6 Ma (Horie *et al.*, 2018), 241.4 ± 2.0 Ma, 241.3 ± 3.0 Ma, 229.3 ± 1.9 Ma (竹内ほか, 2019)が報告さ

れており(第10図)、飛驒古期花崗岩類も約255 Maから約225 Maまでの間に数回の花崗岩類の貫入があったと言える。

6.2 飛驒新期花崗岩類の貫入年代

普通角閃石斑状石英閃緑岩(100509-2)は、クラスター分析で247.7 ± 3.7 Ma (fraction = 0.37)と195.6 ± 2.0 Ma (fraction = 0.63)が得られている。第6図jのジルコンは、コアの約236–254 Maの年代を示す部分が247.7 ± 3.7 Maのクラスターを構成する年代であるが、このジルコンはオシラトリ帯構造を示すリムが存在する。リムの年代は得られていないが、コアの年代が属する247.7 ± 3.7 Maのクラスターの年代は、本岩を形成したマグマの原岩あるいは周囲の岩石から取り込まれた外来結晶と考えられる。クラスター分析で得られた195.6 ± 2.0 Maを構成するジルコンは、オシラトリ帯構造を呈し、Th/Uは大部分が0.78–0.29で、火成岩起源と考えられる(Corfu *et al.*, 2003; Hartmann and Santos, 2004)。よって、クラスター分析で得られた195.6 ± 2.0 Maが貫入年代とみなされる。

普通角閃石斑状石英閃緑岩は、竹内ほか(2017a)では飛驒古期花崗岩類の音沢斑れい岩の一部とされてきたも

第3表 飛驒古期花崗岩類の²³⁸U-²⁰⁶Pb年代のクラスター分析によって算出されたクラスターの年代とその割合。

Table 3 Cluster ages and fractions by cluster analysis of zircon U-Pb ages of the Hida Older Granites.

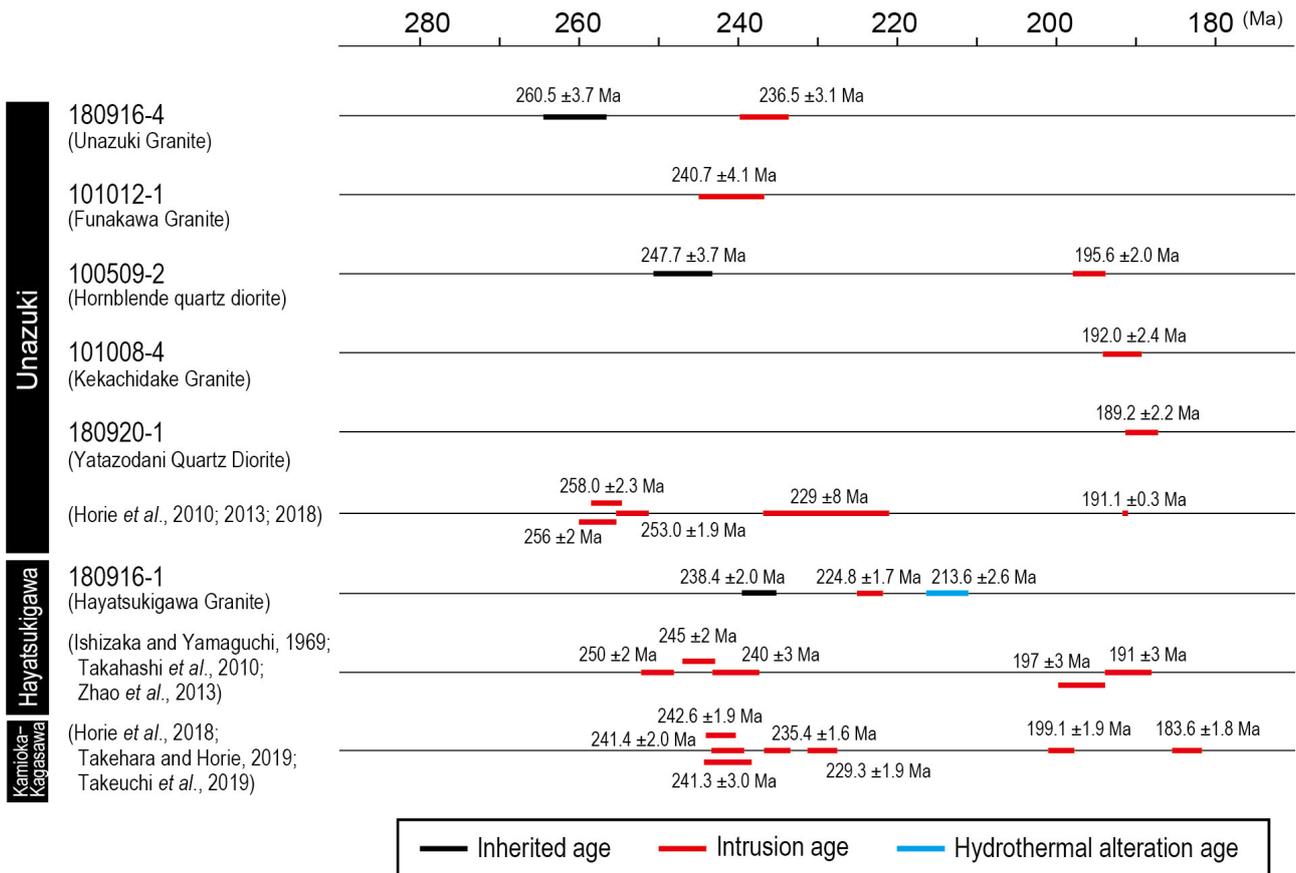
	²³⁸ U- ²⁰⁶ Pb age (Ma)	2σ	fraction	misfit
Hayatsukigawa Granite (180916-1)	213.6 ± 2.6		0.21	0.481
	224.8 ± 1.7		0.44	
	238.4 ± 2.0		0.35	
Unazuki Granite (180916-4)	236.5 ± 3.1		0.50	0.548
	260.5 ± 3.7		0.50	
Quartz diorite (100509-2)	195.6 ± 2.0		0.63	0.242
	247.7 ± 3.7		0.37	
Yatazodani Quartz Diorite (180920-1)	171.3 ± 3.1		0.11	0.582
	184.7 ± 2.5		0.37	
	193.5 ± 2.1		0.52	

のであるが、上記の年代は飛驒古期花崗岩類の年代よりも有意に若い。よって、本岩は明らかに飛驒新期花崗岩類に含まれるべきものである。音谷斑れい岩には、宇奈月花崗岩の微斜長石花崗岩質アプライトが不規則網状に無数に貫入し、角閃石斑れい岩に変質を与えている(太田, 1961b)。本地域の北部、特に5万分の1地質図幅「泊」地域ではしばしば変質を伴わない普通角閃石石英閃緑岩の小岩体が、飛驒花崗岩類分布域に分布する。これらはすべて音谷斑れい岩に含まれたが(竹内ほか, 2017a)、宇奈月花崗岩を伴わず、変質を受けていない普通角閃石石英閃緑岩は、本岩と同じく前期ジュラ紀の飛驒新期花崗岩類に含まれる可能性が高い。

粗粒片麻状黒雲母花崗岩(101008-4)は、岩相が宇奈月花崗岩(太田, 1961a, b)に類似し、一部で黒雲母の定向配列が認められ、竹内ほか(2017a)では飛驒古期花崗岩類の宇奈月花崗岩に区分されていた岩体から採取したものである。U-Pb年代は一つのクラスターをなし、オシラトリー累帯構造を呈し、Th/Uは0.85-0.15で、火成岩起源と考えられる(Corfu *et al.*, 2003; Hartmann and Santos, 2004)。その加重平均は192.0 ± 2.4 Maで、この年代が貫入年代とみなされる。この年代は飛驒新期花崗岩類に含まれるべきものである。5万分の1地質図幅「泊」地域の宇奈月花崗岩の一部には黒雲母の定向配列やマイロナイト化が認められるものの、本地域北部ではマイロナイト化は認められない。本試料採取地点付近は、小川断層(市村, 1935)沿いにあたり、カタクレーサイト化を受け、

一部に面構造が発達する部分があるのみである。本報告地域の南部の毛勝山周辺の毛勝岳花崗岩(加納, 1973)は、粗粒塊状の黒雲母花崗岩-石英閃緑岩をなし、径1 cm程度のカリ長石の斑状結晶が多いことを特徴とする。また、毛勝岳花崗岩から、196.1 ± 18.8 MaのRb-Sr全岩アイソクロン年代(田中・加々美, 1987b)が報告されている。U-Pb年代の報告はないが、岩相と年代より、本岩は毛勝岳花崗岩に対比されるものと考えられ、地質図では毛勝岳花崗岩とした。

弥太蔵谷石英閃緑岩(180920-1)のU-Pb年代は、クラスター分析の結果、193.5 ± 2.1 Ma (fraction = 0.52), 184.7 ± 2.5 Ma (fraction = 0.37), 171.3 ± 3.1 Ma (fraction = 0.11)の年代をなす。本岩中のジルコンはオシラトリー累帯構造を呈し、Th/Uは0.85-0.15で、火成岩起源と考えられる(Corfu *et al.*, 2003; Hartmann and Santos, 2004)。しかし、オシラトリー累帯構造を示すジルコンのリムからそれら3つの年代が得られており(第6図n-p)、これらの年代の評価は難しい。最も若いクラスターに関係した年代値として162.5 ± 5.8 Ma (Th/U = 0.20), 172.9 ± 5.9 Ma (Th/U = 0.27), 176.0 ± 4.6 Ma (Th/U = 0.30)があるが、いずれもオシラトリー累帯構造を呈し、変成作用によるリムとは考えられない。また、171.3 ± 3.1 Maのクラスターは構成するデータ数の少なからこの岩石の貫入時に形成されたものとも考えがたく、分析値の揺らぎによるものと考えられる。また、クラスター分析によるその他2つの年代193.5 ± 2.1 Maと184.7 ± 2.5 Maに関して、CL像からは



第10図 飛騨花崗岩類の²³⁸U-²⁰⁶Pb年代. 180916-4, 101012-1と180916-1はクラスター解析によって算出されたクラスターの年代を示した. 太線は年代値±誤差(2σ)(Ma)の範囲を示した.

Fig. 10 ²³⁸U-²⁰⁶Pb of Hida Granites. 180916-4, 101012-1 and 180916-1 show the ages of clusters calculated by cluster analysis. The bold line indicates the range of age ± error (2σ) (Ma).

それらの2つの年代のコアとリムのような関係は認められない. ジルコンのオシラトリ-累帯構造は中心部から縁辺部まで連続しており, また縁辺部から約190 Maの年代も得られていることから(第6図b), この2つのクラスターで年代を分けることは不適当と判断される. よって, 180 Ma未満の年代を除外し, 残りのデータにて加重平均を求めると, 189.2 ± 2.2 Ma (MSWD = 3.4, n = 23)である. この年代が本岩の貫入年代とみなすことができ, この年代は飛騨新期花崗岩類に含まれるべきものである. 本試料採取地点の北側の沢(音沢)にて, 191.1 ± 0.3 MaのジルコンU-Pb年代が報告されており(Horie *et al.*, 2013), 本結果と矛盾はない.

以上の飛騨新期花崗岩類の年代と宇奈月地域, 早月川地域, 神岡・加賀沢地域にて報告されている飛騨新期花崗岩類のジルコンU-Pb年代を第10図にまとめた. 前述のように, 早月川地域では, 大熊山花崗閃緑岩から191 ± 3 Ma (Takahashi *et al.*, 2010) や197 ± 3 Ma (Zhao *et al.*, 2013) のジルコンU-Pb年代が報告されている. ま

た, 宇奈月地域の音沢では, 弥太蔵谷石英閃緑岩から191.1 ± 0.3 MaのジルコンU-Pb年代が報告されている(Horie *et al.*, 2013). 一方, 神岡・加賀沢地域では, 花崗岩マイロナイトに貫入する花崗岩脈より199.1 ± 1.9 Ma (Takehara and Horie, 2019)や飛騨片麻岩に貫入する花崗岩脈より183.6 ± 1.8 Ma (Horie *et al.*, 2018)が報告されている. 本報告の年代も合わせると, 飛騨新期花崗岩類は200-180 Maに貫入活動があったことになる.

6.3 白亜紀貫入岩の貫入年代

僧ヶ岳北側の細粒単斜輝石黒雲母普通角閃石石英閃緑岩(180919-2)のU-Pb年代は1つのクラスターをなし, その加重平均は95.7 ± 1.8 Maである. これらのジルコンは, やや不明瞭ながらオシラトリ-累帯構造を呈し(第6図q, r), Th/Uは1.00前後のものが多く, 火成岩起源と考えられる(Corfu *et al.*, 2003; Hartmann and Santos, 2004). よって, 95.7 ± 1.8 Maが貫入年代とみなされる.

近隣の同時期の火成岩として, 本地域中東部の北又谷

花崗閃緑岩から 98.0 ± 1.4 Ma, 99.7 ± 1.1 Ma, 102.8 ± 3.1 MaのジルコンU-Pb年代が報告されている (Ito *et al.*, 2013). また, 日本海に面する5万分の1地質図幅「糸魚川」地域内の青海花崗岩からは, ジルコンU-Pb年代のクラスター分析より, 90.8 ± 1.1 Ma, 94.8 ± 0.8 Ma, 100.5 ± 0.7 Ma, 108.2 ± 1.2 Ma, 114.0 ± 1.6 Maの年代が報告されている (長森ほか, 2018). また, 5万分の1地質図幅「泊」地域内の親不知層ザクロ石含有デイサイトより 109.2 ± 0.8 Maの年代が報告されている (竹内ほか, 2017a). このように, 今回測定した細粒単斜輝石黒雲母普通角閃石石英閃緑岩は, これらの後期白亜紀火成活動の一連の火成岩類であると考えられる.

7. 結論

1. 飛驒古期花崗岩類のうち, 西側の早月川花崗岩の貫入年代は 224.8 ± 1.7 Ma, 東側の宇奈月花崗岩は 236.5 ± 3.1 Ma, 舟川花崗岩は 240.7 ± 4.1 Maである.
2. 早月川花崗岩の貫入年代は, 漸移関係にあるとされていた眼球状マイロナイトの原岩年代 (250–240 Ma) とは異なり, 両者は別の岩体である.
3. 5万分の1地質図幅「泊」地域の飛驒古期花崗岩類の音谷斑れい岩と宇奈月花崗岩としたものの一部は, ジルコンU-Pb年代が, それぞれ 195.6 ± 2.0 Maと 192.0 ± 2.4 Maを示し, 前期ジュラ紀に貫入した飛驒新期花崗岩類に含められるべきもので, 後者は毛勝岳花崗岩に対比される.
4. 弥太蔵谷石英閃緑岩の貫入年代は 189.2 ± 2.2 Maで, 従来の報告と矛盾はない.
5. 僧ヶ岳北側に 95.7 ± 1.8 Maの貫入年代の石英閃緑岩の小岩体を見いだした.

謝辞: 本研究は, 20万分の1地質図幅「富山」の調査研究において実施したものである. 名古屋大学大学院環境学研究科の山本鋼志教授, 浅原良浩准教授には, ジルコンU-Pb年代測定において, ご協力を頂いた. 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圏資源環境研究部門の高木哲一博士の担当編集委員としてのご意見, 昆慶明博士の査読を通じて頂いた有益なご指摘により, 本論は大幅に改善された. 以上の方々に感謝の意を表す.

文献

- 地質調査所編 (1992) 100万分の1地質図第3版, 地質調査所.
- Corfu, F., Hanchar, J. M., Hokin, P. W. O. and Kinny, P. (2003) Atlas of zircon textures. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, **53**, 469–500.
- 原山 智・滝沢文教・加藤碩一・駒澤正夫・広島俊男・須藤定久 (1996) 20万分の1地質図幅「富山」, 地質調査所.
- 原山 智・高橋 浩・中野 俊・苅谷愛彦・駒澤正夫 (2000) 立山地域の地質. 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, 218p.
- 原山 智・高橋正明・宿輪隆太・板谷徹丸・八木公史 (2010) 黒部川沿いの高温泉と第四紀黒部川花崗岩. 地質学雑誌, **116**補遺, 63–81.
- Hartmann, L. A. and Santos, J. O. S. (2004) Predominance of high Th/U, magmatic zircon in Brazilian Shield sandstones. *Geology*, **32**, 73–76.
- 広井美邦 (1978) 飛驒変成帯宇奈月地域の地質. 地質学雑誌, **84**, 521–530.
- Hiroi, Y. (1983) Progressive metamorphism of the Unazuki Pelitic Schists in the Hida Terrane, Central Japan. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **82**, 334–350.
- Hiroi, Y., Fuji, N. and Okimura, Y. (1978) New fossil discovery from the Hida Metamorphic Rocks in the Unazuki area, central Japan. *Proceedings of the Japan Academy*, **54**, Ser. B, 268–271.
- Horie, K., Yamashita, M., Hayasaka, Y., Katoh, Y., Tsutsumi, Y., Katsube, A., Hidaka, H., Kim, H. C. and Cho, M. (2010) Eoarchean–Paleoproterozoic zircon inheritance in Japanese Permo–Triassic granites (Unazuki area, Hida Metamorphic Complex): Unearthing more old crust and identifying source terranes. *Precambrian Research*, **183**, 145–157.
- Horie, K., Takehara, M., Suda, Y. and Hidaka, H. (2013) Potential Mesozoic reference zircon from the Unazuki plutonic complex: geochronological and geochemical characterization. *Island Arc*, **22**, 292–305.
- Horie, K., Tsutsumi, Y., Takehara, M. and Hidaka, H. (2018) Timing and duration of regional metamorphism in the Kagasawa and Unazuki areas, Hida metamorphic complex, southwest Japan. *Chemical Geology*, **484**, 148–167.
- Horn, I. and von Blanckenburg, F. (2007) Investigation on elemental and isotopic fractionation during 196 nm femtosecond laser ablation multiple collector inductively coupled plasma mass spectrometry. *Spectrochimica Acta*, **B-62**, 410–422.
- 市村賢一 (1935) 富山県下新川郡三日市東南方第三紀層産出化石. 地質学雑誌, **42**, 59–73.
- 石井清彦 (1937) 7万5千分の1地質図幅「白馬嶽」, 地質調査所, 78p.
- 石岡孝吉 (1949) 富山県黒部川下流宇奈月附近のStauroliteとKyanite. 地質学雑誌, **55**, 156.
- Ishizaka, K. and Yamaguchi, M. (1969) U–Th–Pb ages of sphene and zircon from the Hida metamorphic terrain, Japan. *Earth and Planetary Science Letters*, **6**, 179–185.
- Ito, H., Yamada, R., Tamura, A., Arai, S., Horie, K. and

- Hodaka, T. (2013) Earth's youngest exposed granite and its tectonic implications: the 10–0.8 Ma Kurobegawa Granite. *Scientific Report*, doi: 10.1038/erep01306.
- 加納 隆 (1973) 富山県東半部の飛驒変成帯の地質について(その 1) —地質構造区分, 船津期深成作用の特徴および変成岩類の岩相層序区分について—. 地質学雑誌, **79**, 407–421.
- 加納 隆 (1983) 飛驒変成帯東部の眼球片麻岩・ミロナイト類の成因について(その 1) —分布・産状・岩石及びカリ長石の性質—. 地質学雑誌, **89**, 375–393.
- 加納 隆 (1990) 飛驒帯東部早月川流域における伊折花崗岩体(船津型)に対する大熊山花崗岩体(下之本型)の貫入関係—飛驒帯の中生代前期花崗岩類(船津花崗岩類)の再検討—. 地質学雑誌, **96**, 379–388.
- Katoh, Y., Hayasaka, Y., Hara, I., Tanaka, S. and Kagami, H. (1989) Deformation style of the Unazuki schists and its implication in the tectonics of the Hida terrane. *DELP publication*, no. 28, 19–23.
- 小林英夫 (1958) 飛驒変成帯. 鈴木 醇教授退官記念論文集, 123–140.
- 高地吉一・折橋裕二・小原北士・藤本辰弥・春田泰宏・山本鋼志 (2015) 213 nm Nd : YAG レーザーアブレーション誘導結合プラズマ質量分析計を用いたジルコンの U-Pb 年代測定 : Pb/U 分別補正に NIST SRM 610 を用いるための分析条件最適化. 地球化学, **49**, 19–35.
- 梶座圭太郎・後藤 篤 (2006) 宇奈月変成帯の十字石片岩. 日本地質学会編, 日本地方地質誌 4, 中部地方. 朝倉書店, 142–143.
- 梶座圭太郎・金子一夫 (2001) 飛驒帯東部の変成岩類と花崗岩類. 日本地質学会第 108 年学術大会見学旅行案内書, 137–156.
- 梶座圭太郎・後藤 篤・石渡 明 (2006) 衝突型変成帯としての飛驒帯. 日本地質学会編, 日本地方地質誌 4, 中部地方. 朝倉書店, 140–141.
- 梶座圭太郎・清水正明・大藤 茂 (2010) 年代学から見た飛驒変成作用から日本海誕生を経て今日に至るまでの包括的構造発達史. 地質学雑誌, **116** 補遺, 83–101.
- Ludwig, K. R. (2012) *Isoplot 3.75: A Geochronological Toolkit for Microsoft Excel*. Berkeley Geochronology Center Special Publication, no. 5, 75p.
- 長森英明・竹内 誠・古川竜太・中澤 努・中野 俊 (2010) 小滝地域の地質. 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, 134p.
- 長森英明・古川竜太・竹内 誠・中澤 努 (2018) 糸魚川地域の地質. 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, 75p.
- 中野 俊・竹内 誠・吉川敏之・長森英明・荻谷愛彦・奥村晃史・田口雄作 (2002) 白馬岳地域の地質. 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, 105p.
- 野沢 保 (1970) 後期白亜紀酸性岩の同位元素年令 : 1970 年における総括と覚え書. 地質学雑誌, **76**, 493–518.
- 野沢 保・坂本 亨 (1960) 5 万分の 1 地質図幅「五百石」及び説明書. 地質調査所, 68p.
- 太田昌秀 (1961a) 宇奈月町東方の Syntexite 帯について. 地質学雑誌, **67**, 451–462.
- 太田昌秀 (1961b) ひだ変成帯東部の角閃石斑糲岩. 地質学雑誌, **67**, 623–640.
- 奥井明彦 (1985) 富山県片貝川上流の飛驒変成岩類にみられる複変成作用, 特に船津花崗岩類貫入の影響について. 岩石鉱物鉱床学会誌, **80**, 382–397.
- Orihashi, Y., Nakai, S. and Hirata, T. (2008) U–Pb age determination for seven standard zircons using inductively coupled plasma-mass spectrometry coupled with frequency quintupled Nd-YAG ($\lambda=213$ nm) laser ablation system: comparison with LA-ICP-MS zircon analyses with a NIST glass reference material. *Resource Geology*, **58**, 101–123.
- Sambridge, M. S. and Compston, W. (1994) Mixture modeling of multi-component data sets with application to ion-probe zircon ages. *Earth and Planetary Science Letters*, **128**, 373–390.
- Shibata, K., Nozawa, T. and Wanless, R. K. (1970) Rb–Sr geochronology of the Hida metamorphic belt, Japan. *Canadian Journal of Earth Sciences*, **7**, 1383–1401.
- 柴田 賢・野沢 保 (1978) 飛驒変成帯の角閃石の K–Ar 年代. 岩石鉱物鉱床学会誌, **73**, 137–141.
- Sláma, J., Košler, J., Condon, D. J., Crowley, J. L., Gerdes, A., Hanchar, J. M., Horstwood, M. S. A., Moris, G. A., Nasdala, L., Norberg, N., Schaltegger, U., Shoene, 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.
- Suwa, K. (1966) Finding of conglomerate schist from the upper Katakai river area, Toyama Prefecture, central Japan. *Journal of Geological Society of Japan*, **72**, 585–591.
- 諏訪兼位・小林英夫 (1966) 宇奈月・猪谷. 地質見学案内書, 金沢大学地学教室, 19p.
- 高木秀雄・原 崇 (1994) 飛驒地帯の延性剪断帯の運動像とテクトニクス. 地質学雑誌, **100**, 931–950.
- Takahashi, Y., Cho, D.L. and Kee, W.S. (2010) Timing of mylonitization in the Funatsu Shear Zone within Hida Belt of southwest Japan: Implications for correlation with the shear zones around the Ogcheon Belt in the Korean

- Peninsula. *Gondwana Research*, **17**, 102–115.
- Takahashi, Y., Cho, D.L., Mao, J., Zhao, X. and Yi, K. (2018) SHRIMP U–Pb zircon ages of the Hida metamorphic and plutonic rocks, Japan: Implications for late Paleozoic to Mesozoic tectonics around the Korean Peninsula. *Island Arc*, doi: 10.1111/iar.12220.
- Takehara, M. and Horie, K. (2019) U–Pb zircon geochronology of the Hida gneiss and granites in the Kamioka area, Hida Belt. *Island Arc*, doi: 10.1111/iar.12303.
- 竹内 誠・大川真弘・川原健太郎・富田 寛・横田秀晴・常盤哲也・古川竜太(2015) ジルコンU–Pb年代からみた富山県北東部白亜系陸成層の再定義. 地質学雑誌, **121**, 1–17.
- 竹内 誠・古川竜太・長森英明・及川輝樹(2017a) 泊地域の地質. 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, 121p.
- 竹内 誠・常盤哲也・熊崎直樹・横田秀晴・山本鋼志(2017b) ジルコンU–Pb年代からみた下部ジュラ系来馬層群の堆積年代. 地質学雑誌, **123**, 335–350.
- 竹内 誠・柴田 賢・カ スイ・山本鋼志(2019) 飛騨山地加賀沢の花崗岩類のジルコンU–Pb年代. 地質学雑誌, **125**, 453–459.
- 田中 忍・加々美寛雄(1987a) 船津花崗岩類におけるSr同位体比の広域変化. *MAGMA*, no. 80, 10–14.
- 田中 忍・加々美寛雄(1987b) 北アルプス北部, 剣岳ー毛勝山地域に分布する花崗岩類のRb–Sr年代. 地質学雑誌, **93**, 929–932.
- 田中 忍・大坪友英(1987) 船津花崗岩類の微量元素ー特に早月川岩体の高Sr含有量についてー. 地球科学, **41**, 101–113.
- 内海 茂・原山 智・宇都浩三(1995) 20万分の1地質図幅「富山」地域・年代未詳岩石のK–Ar年代. 地質調査所月報, **46**, 375–381.
- Wiedenbeck, M., Alle, P., Corfu, F., Griffin, W. L., Meier, M., Oberli, F., Roddick, J. C. and Spiegel, W. (1995) Three natural zircon standards for U–Th–Pb, Lu–Hf, trace element and REE analyses. *Geostandards Newsletter*, **19**, 1–23.
- 山口 勝・柳 哮(1968) 宇奈月のいわゆるレプタイトの年代. 地質学雑誌, **74**, 91.
- Yamaguchi, M. and Yanagi, T. (1970) Geochronology of some metamorphic rocks in Japan. *Eclogae Geologicae Helveticae*, **63**, 371–388.
- Zhao, X., Mao, J., Ye, H., Liu, K. and Takahashi, Y. (2013) New SHRIMP U–Pb zircon ages of granitic rocks in the Hida Belt, Japan: Implications for tectonic correlation with Jiamushi massif. *Island Arc*, **22**, 508–521.

(受 付 : 2020年4月8日 ; 受 理 : 2021年1月8日)