

下北半島北東部大森地域に分布するジュラ紀付加体砂岩中の碎屑性ジルコン U-Pb 年代

内野隆之^{1,*}

Takayuki Uchino (2018) Detrital zircon U-Pb age of sandstone within the Jurassic accretionary complex in the Omori area, northeastern Shimokita Peninsula, Northeast Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 69 (2), p. 125-133, 4 figs, 2 tables, 1 appendix.

Abstract: Jurassic accretionary complexes, which are basement rocks lying under the Neogene sediments, in the northeastern part of the Shimokita Peninsula of the Northeast Japan, are separately distributed in the Kuwahatayama, Katasakiyama and Omori areas from the north. Although latest Jurassic to earliest Cretaceous radiolarian ages have been reported from the mudstone in Cape Shiriya in the Kuwahatayama area, no geologic ages have been reported from the accretionary complexes in the Katasakiyama and Omori areas. The U-Pb ages of detrital zircon from sandstone in the Omori area were examined in this study. Consequently, 154.7 ± 1.5 Ma (1σ) was obtained as a weighted mean age of the youngest cluster. Therefore, it has been confirmed that the sandstone was deposited after Late Jurassic.

Keywords: U-Pb age, detrital zircon, Late Jurassic, accretionary complex, Shimokita Peninsula, Northeast Japan

要 旨

青森県下北半島北東部において、新第三系の基盤として小規模に産するジュラ紀付加体は、北から桑畑山地域、片崎山地域、大森地域に分かれて分布する。桑畑山地域の付加体は北端の尻屋崎に産する泥岩から最後期ジュラ紀～最前期白亜紀の放射虫化石が得られているが、片崎山地域・大森地域の付加体からの年代報告はない。今回、大森地域の付加体中の砂岩に含まれる碎屑性ジルコンから 154.7 ± 1.5 Ma (1σ) の U-Pb 年代 (最若粒子集団の加重平均年代) が得られた。したがって、大森地域の砂岩は後期ジュラ紀以降に堆積したと考えられる。

1. はじめに

北上山地の北半部を占める北部北上帯には、ジュラ紀の付加体が広く分布しており、その延長は、新生代火山岩類の被覆あるいは貫入によって断片的な分布となっているものの、下北半島の北東端や西端のほか、奥羽山脈以西の弘前南方、十和田湖西方、八幡平北方、森吉山北方などに点在する (第1図)。また、北海道南部の渡島帯に分布する付加体も北部北上帯の付加体に対比できると考えられている (例えば、永広ほか, 2008)。

下北半島北東部には、新第三系の基盤として南北幅3

～8 kmの範囲で産するジュラ紀付加体が南北3地域に分布している (第2図)。北部の桑畑山地域に分布する付加体 (鎌田, 2000の尻屋コンプレックス) は、大規模な石灰岩体を含むことで特徴付けられ、また尻屋崎の泥岩からは北部北上帯で最も若い年代 (最後期ジュラ紀～最前期白亜紀) を示す放射虫化石が見いだされている (松岡, 1987)。

中央部の片崎山地域及び南部の大森地域の付加体 (第1図, 第2図) に関しては、その性状について、5万分の1地質図幅「近川」 (今井, 1961) や「尻屋崎」 (対馬・滝沢, 1977) で記載はなされているものの、内陸部に断片的にしか露出していないこともあり、付加体地質学的観点からの詳細な情報は少なく、特に地質年代は不明である。今回、大森地域に分布する付加体の砂岩から碎屑性ジルコンの U-Pb 年代が得られたので、ここに報告する。

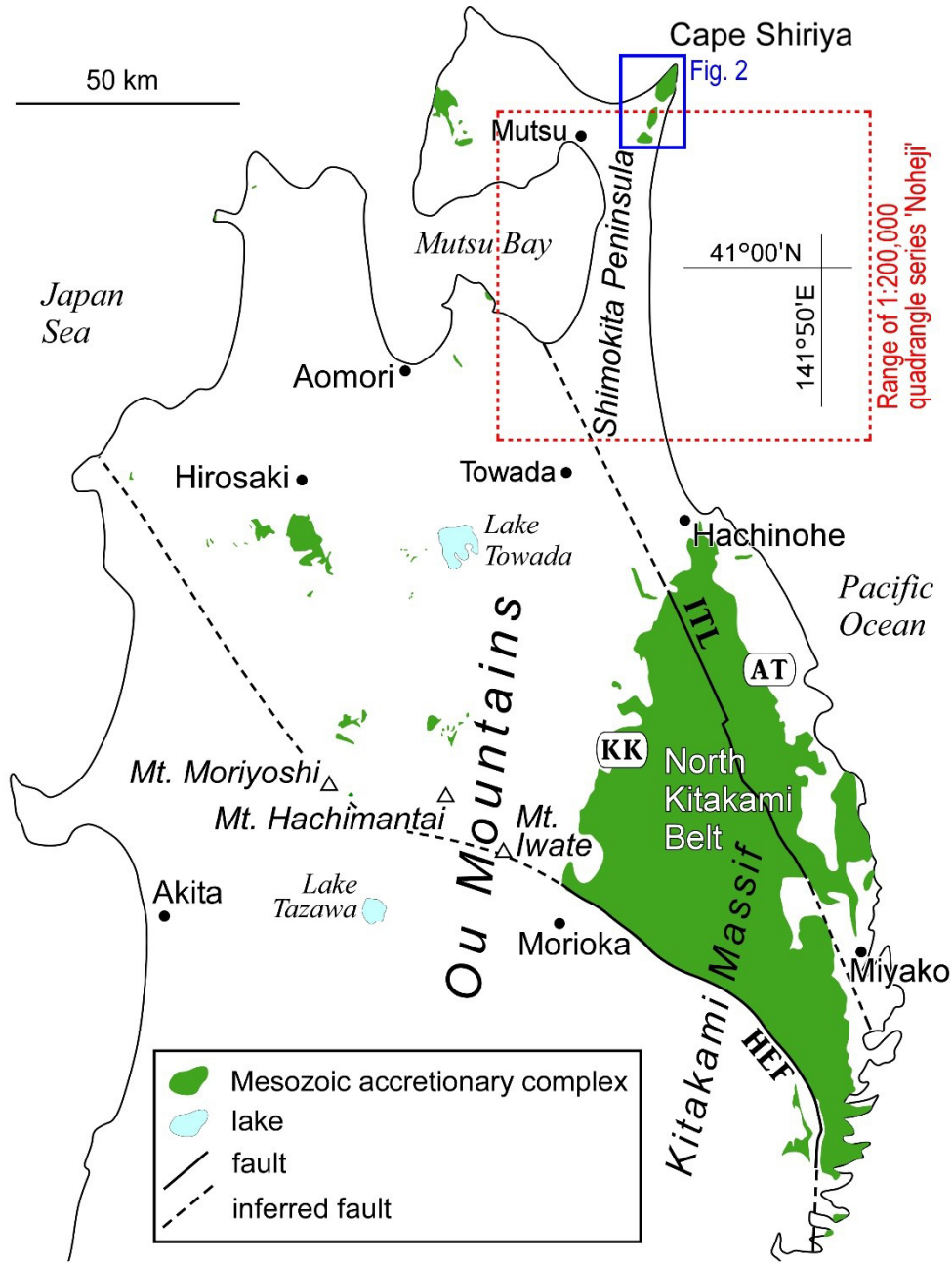
なお、本研究成果は20万分の1地質図幅「野辺地」第2版 (第1図) の作製に伴うものである。

2. 片崎山及び大森地域の付加体概要

北上山地の北部北上帯は、岩相及び海洋性岩石の古さの違いによって北北西-南南東方向の岩泉構造線を境に、南西側の葛巻-釜石垂帯と北東側の安家-田野畑垂帯に区分されている (永広ほか, 2005; 第1図)。そして、下

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

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



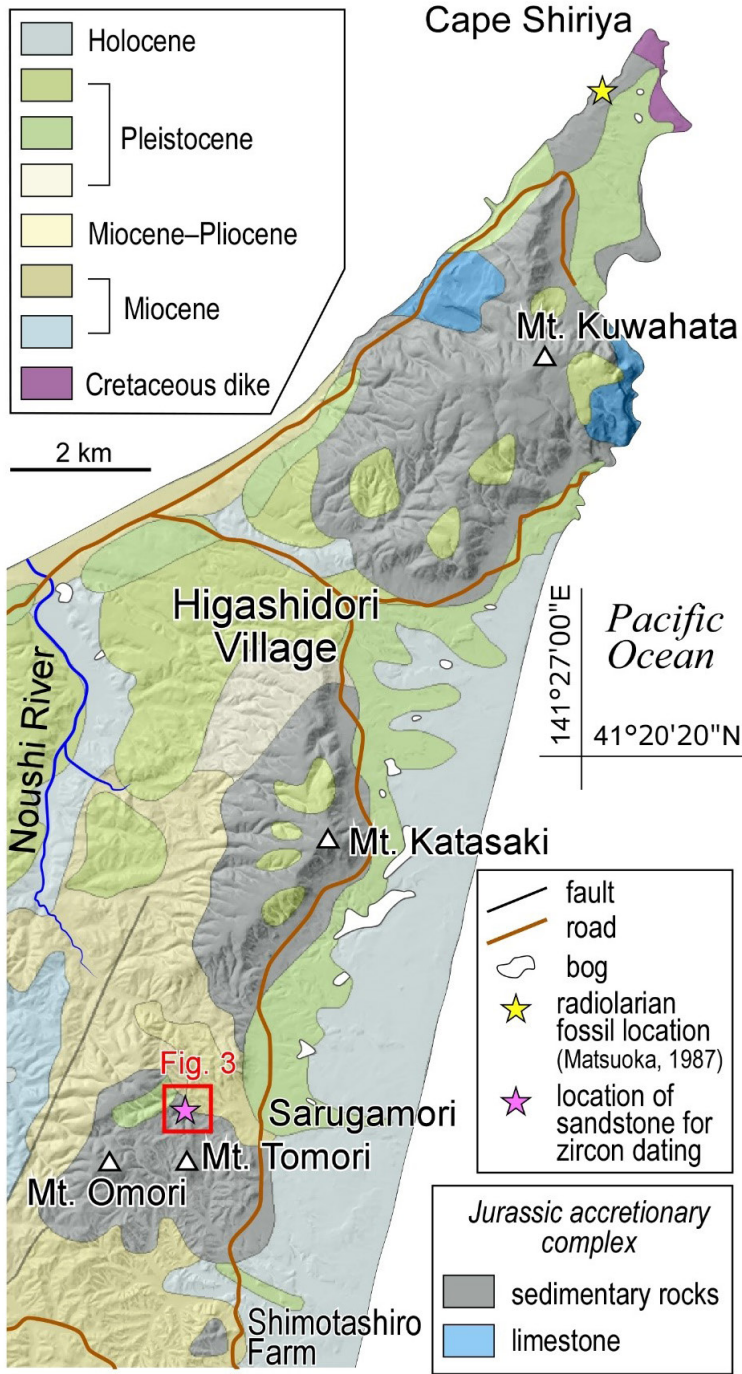
第1図 東北地方の中生代付加体の分布を示す地質概略図。付加体の分布(緑色域)は産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2017)の20万分の1日本シームレス地質図V2を参照した。AT: 安家-田野畑亜帯, KK: 葛巻-釜石亜帯, HEF: 早池峰東縁断層, ITL: 岩泉構造線。

Fig. 1 Geological index map showing the distribution of the Mesozoic accretionary complexes in Tohoku area. The distribution of the accretionary complexes (green area) was referred from the Seamless Digital Geological Map of Japan (1:200,000) V2 of the Geological Survey of Japan, AIST ed. (2017). AT: Akka-Tanohata Subbelt, KK: Kuzumaki-Kamaishi Subbelt, HEF: Hayachine Eastern Marginal Fault, ITL: Iwaizumi Tectonic Line.

北半島の付加体は分布位置や岩相から安家-田野畑亜帯に属するとされている(例えば, 鎌田, 2000; 永広ほか, 2008)。

片崎山地域の付加体は, 標高300 mの片崎山を中心に南北約7 km, 東西約2.5 kmの紡錘形に分布しており, 桑

畑山地域の付加体と同様に, 太平洋側で高さ300 m程度の急崖をなす明瞭な海岸段丘を形成している。本地域の付加体は, 泥岩を主体とし, 少量のチャート・砂岩泥岩互層・砂岩と極僅かな石灰岩・礫岩を伴う。地層は, 全体的に北北西-南南東ないし北北東-南南西の走向で, 西



第2図 青森県東通村周辺の陰影付き地質図. 地質図は産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2017)の20万分の1日本シームレス地質図V2を参照した.

Fig. 2 Shaded geological map around Higashidori Village, Aomori Prefecture. The geological map was referred from the Seamless Digital Geological Map of Japan (1:200,000) V2 of the Geological Survey of Japan, AIST ed. (2017).

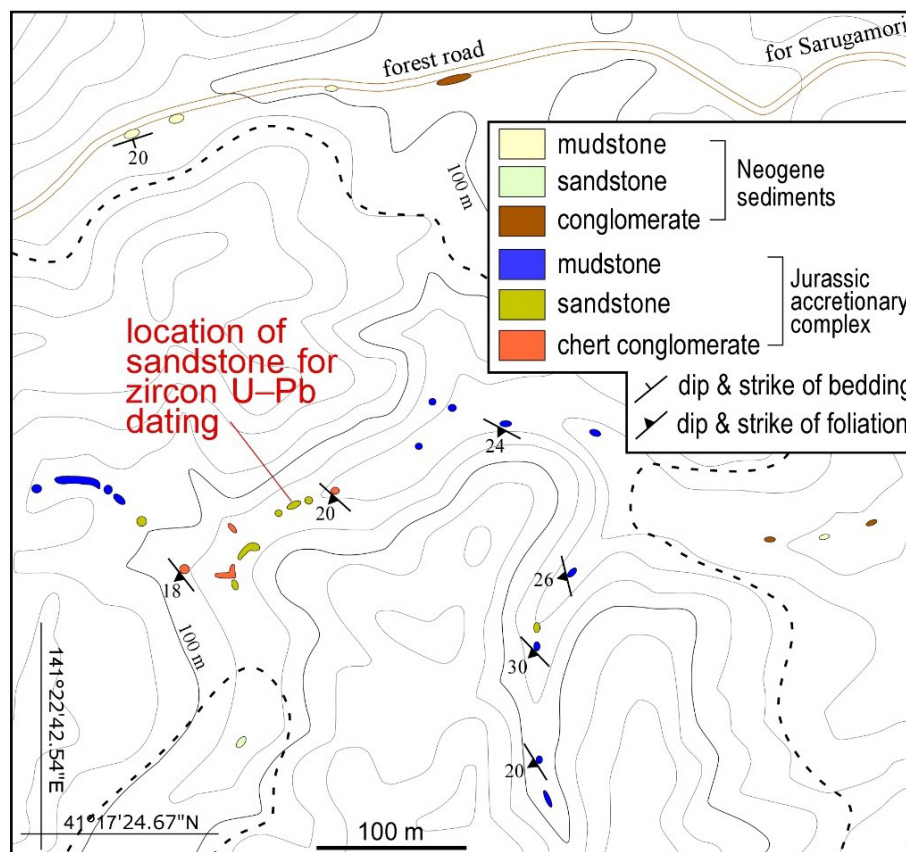
に低～中角度で傾斜しているが、Murata (1962)でも示されているように本地域の北部ではシンフォームが認められる。

大森地域の付加体は、標高208 mの大森を中心に南北約2.7 km、東西約2.9 kmの範囲で分布する。本付加体も海岸段丘を形成するが、桑畑山地域・片崎山地域に比べて開析が進んでいる。この他、南東方の下田代牧場付近には径1 km範囲で小規模な付加体の分布がある(第2図)。本地域の付加体は、泥岩を主体とし、少量の石灰岩・チャート・砂岩泥岩互層・砂岩と極僅かな礫岩を伴う。

石灰岩は東縁部に狭長に分布し、また南東方の下田代牧場付近の付加体中にもその南延長部が確認できる。地層は、西北西-東南東ないし北北西-南南東の走向で、西に低～中角度で傾斜している。

どの岩石も全体的に、スレート劈開が層理面にほぼ平行に発達している。特に泥岩は千枚岩状になっていることが多く、礫岩中の礫も扁平化を被っている。

付加体とその周囲に分布する新第三紀堆積岩類(砂子又累層・泊累層;今井, 1961)との関係は不整合とされる。



第3図 ジルコンU-Pb年代測定を行った砂岩採取地点周辺のルートマップ。等高線は国土地理院の基盤地図情報(10 mメッシュ数値標高モデルデータ)を使用。破線はジュラ紀付加体と新第三紀堆積岩の境界を示す。

Fig. 3 Route map around the location of sandstone for the zircon U-Pb dating. Contour lines were referred from digital elevation model (DEM) data (10 m mesh) of the Geospatial Information Authority of Japan. Broken line indicates a boundary between the Jurassic accretionary complex and the Neogene sediments.

3. 碎屑性ジルコンの U-Pb 年代測定

3.1 試料の採取地点と記載

年代を測定した試料は、大森地域、登森^{ともしり}(第2図)の約750 m北の沢床(41° 17' 31.70" N, 141° 22' 50.10" E; 第3図)に露出する露頭幅3 mの塊状砂岩である。露頭は連続していないが砂岩の層厚は合わせて20 m程度に及ぶ。本砂岩は、灰色を呈し、淘汰度が普通の中粒石質ワッケである。碎屑粒子としては、石英と岩片が多く、斜長石とカリ長石は少ない。岩片の多くはチャートあるいは珩質泥岩である。碎屑粒子間にセリサイトが発達している。

3.2 測定手法

U-Pb分析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(現在、東京大学大学院理学研究科地殻化学実験施設に移設)の四重極型結合誘導プラズマ質量分析(Quadrupole-ICP-MS)装置であり、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、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。レーザー照射及びICP-MSの測定条件は第1表に示した。

年代測定結果の正確性を評価するために、33.0 ± 0.1 Maを示すOD-3(岩野ほか, 2012; Iwano *et al.*, 2013; Lukács *et al.*, 2015), 337.1 ± 0.4 Maを示すPlešovice (Sláma *et al.*, 2008)及び610.0 ± 0.9 Maを示すGJ-1 (Jackson *et al.*, 2004)の2次標準試料も分析した。ICP-MS装置で測定したOD-3, Plešovice及びGJ-1の加重平均年代はそれぞれ32.6 ± 1.1 Ma, 357.8 ± 6.3 Ma, 620.0 ± 11.8 Maであり、2次標準試料の文献値から6%の誤差範囲に収まっている(付表A1)。

3.3 年代測定結果と堆積年代

測定したジルコン粒子数は60個である。各試料におけ

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	New Wave Research NWR-193
Laser type	Excimer ArF
Wave length	193 nm
Energy density	2.0 J cm ⁻²
Laser power	43%
Spot size	20 μm
Repetition rate	5 Hz
Duration of laser ablation	20 s
Sampling mode	Single-spot per grain
Carrier gas (He)	0.51 L min ⁻¹
ICP-MS	
Model	Thermo Fisher Scientific iCAP-Qc
ICP-MS type	Quadrupole
Scanning (Operation) mode	Standard mode (no collision gas was used)
Forward power	1400 W
Make-up gas (Ar)	0.63 L min ⁻¹
ThO ⁺ /Th (oxide ratio)	<1%
Data acquisition protocol	Time-resolved analysis
Data acquisition	27 s (15 s gas blank, 12 s ablation)
Monitor isotopes	²⁰² Hg, ²⁰⁴ Hg, ²⁰⁴ Pb, ²⁰⁶ Pb, ²⁰⁷ Pb, ²⁰⁸ Pb, ²³² Th, ²³⁸ U
Dwell time	0.2 s for ²⁰⁶ Pb, ²⁰⁷ Pb, ²⁰⁸ Pb; 0.1 s for others
Standards	
Primary standard	Nancy 91500 *1
Secondary standard	OD-3 *2, 3, 4, Plešovice *5, GJ-1 *6

*1: Wiedenbeck *et al.* (1995); *2: Iwano *et al.* (2012); *3: Iwano *et al.* (2013);

*4: Lukács *et al.* (2015); *5: Sláma *et al.* (2008); *6: Jackson *et al.* (2004).

るジルコンの同位体比, ²³⁸U-²⁰⁶Pb年代及び²³⁵U-²⁰⁷Pb年代を第2表に示す. 年代の議論には, ²³⁵U-²⁰⁷Pb年代よりも誤差の小さい²³⁸U-²⁰⁶Pb年代を採用した. また, ²³⁸U-²⁰⁶Pb年代及び²³⁵U-²⁰⁷Pb年代が2σの誤差範囲で重複する場合をコンコールドとみなした. その結果, すべてのジルコン粒子がコンコールド年代を示す. これら粒子のコンコルディア図及び²³⁸U-²⁰⁶Pb年代分布図(ヒストグラムと相対確率分布曲線)を第4図に示す. これらの図は, 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, 2008)を用いて作成した.

年代測定したジルコン粒子のうち2割弱の10個は先カンブリア時代のもので, 2000–1600 Ma付近と1300 Ma付近の年代を持つ粒子が認められる. それ以外は顕生代の340–150 Ma (石炭紀~ジュラ紀)の間に集中し, 特に300–250 Ma付近と240–140 Ma付近に大きなピークが認められる. 後者のピークは更に幾つかの小ピークに分けられ, 200–190 Maがピークの最大値となり, 160–150 Ma

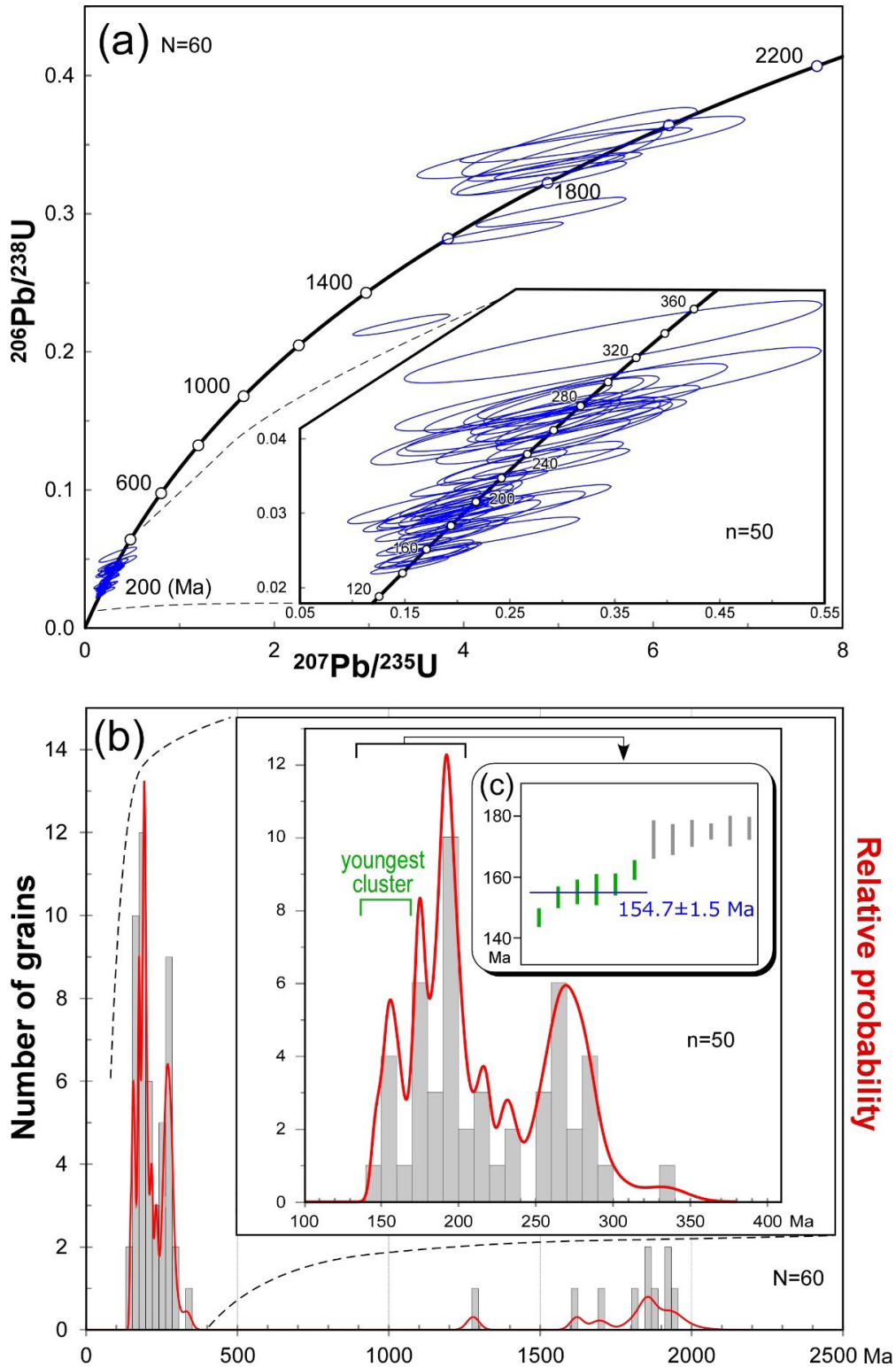
付近が最若粒子群のピークとなる. 最若粒子集団については, Dickinson and Gehrels (2009)で示された, 誤差1σで重複する2粒子以上の若いジルコン粒子で構成されるもの(“YC1σ”)とした. その結果, 6個のジルコンが選定され, その粒子群の加重平均年代は154.7 ± 1.5 Ma (誤差1σ)である(第4図c). また, 年代解析ソフトDensity Plotter (Vermeesch, 2012)のMixture modeling (Sambridge and Compston, 1994)計算では, 155.6 ± 3.2 Ma (誤差2σ)の最若粒子集団の年代が得られた. いずれの計算で得られた年代値も共に後期ジュラ紀を示す.

最若粒子集団の加重平均年代値は, 砂岩堆積年代の下限の制約につながり(例えば, Brown and Gehrels, 2007), 大森地域の砂岩は, 後期ジュラ紀以降に堆積したと考えられる. 桑畑山地域の付加体の年代は尻屋崎の放散虫化石から最後期ジュラ紀~最前期白亜紀とされ(松岡, 1987), 大森地域の付加体はそれと同じかあるいは若干古い年代を示す可能性がある.

第2表 碎屑性ジルコンにおける四重極型結合誘導プラズマ質量分析装置によるU-Pb同位体データ。*は最若粒子集団に採用されたデータを示す。

Table 2 U-Pb isotopic data for the detrital zircon determined using a quadrupole inductively coupled plasma mass spectrometry. Asterisks indicate the data adopted as the youngest cluster.

Grain no.	Isotopic ratios				Age (Ma)				Th/U	Remarks
	²⁰⁷ Pb		²⁰⁶ Pb		²⁰⁷ Pb		²⁰⁶ Pb			
	²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁶ Pb	Error 2σ	²³⁸ U	Error 2σ	²³⁵ U	Error 2σ	²³⁸ U	Error 2σ		
1	0.0479 ± 0.0072	0.0319 ± 0.0020	0.2107 ± 0.0419	202.7 ± 12.8	194.2 ± 41.6	0.31				
2	0.0541 ± 0.0074	0.0397 ± 0.0024	0.2964 ± 0.0559	251.1 ± 15.6	263.6 ± 55.2	0.34				
3	0.0586 ± 0.0155	0.0475 ± 0.0040	0.3831 ± 0.1338	298.9 ± 25.5	329.3 ± 127.5	0.51				
4	0.0514 ± 0.0064	0.0271 ± 0.0016	0.1917 ± 0.0328	172.3 ± 10.3	178.1 ± 32.8	0.20				
5	0.0509 ± 0.0058	0.0422 ± 0.0024	0.2959 ± 0.0486	266.5 ± 15.8	263.2 ± 48.2	0.06				
6	0.1078 ± 0.0099	0.3517 ± 0.0204	5.2234 ± 1.0160	1942.8 ± 130.2	1856.4 ± 711.9	0.46				
7	0.0505 ± 0.0087	0.0245 ± 0.0016	0.1705 ± 0.0369	155.8 ± 10.3	159.8 ± 36.8	0.79	*			
8	0.1073 ± 0.0096	0.3370 ± 0.0193	4.9810 ± 0.9086	1872.0 ± 123.5	1816.1 ± 656.3	0.19				
9	0.0563 ± 0.0074	0.0296 ± 0.0018	0.2293 ± 0.0410	187.8 ± 11.5	209.6 ± 40.8	0.56				
10	0.0518 ± 0.0125	0.0404 ± 0.0031	0.2880 ± 0.0884	255.2 ± 19.9	257.0 ± 86.0	0.54				
11	0.0413 ± 0.0138	0.0408 ± 0.0036	0.2324 ± 0.0937	258.1 ± 22.9	212.1 ± 91.0	0.46				
12	0.0469 ± 0.0083	0.0307 ± 0.0020	0.1985 ± 0.0444	194.9 ± 12.8	183.9 ± 44.1	0.31				
13	0.0563 ± 0.0143	0.0300 ± 0.0024	0.2330 ± 0.0727	190.6 ± 15.4	212.7 ± 71.3	0.66				
14	0.0559 ± 0.0088	0.0417 ± 0.0027	0.3211 ± 0.0686	263.5 ± 17.2	282.7 ± 67.4	0.47				
15	0.0484 ± 0.0055	0.0334 ± 0.0019	0.2228 ± 0.0359	211.7 ± 12.4	204.3 ± 35.8	0.38				
16	0.0487 ± 0.0084	0.0362 ± 0.0020	0.2427 ± 0.0506	229.0 ± 12.6	220.7 ± 50.1	0.61				
17	0.0430 ± 0.0092	0.0299 ± 0.0018	0.1774 ± 0.0441	190.2 ± 11.5	165.8 ± 43.8	0.58				
18	0.0476 ± 0.0080	0.0434 ± 0.0023	0.2850 ± 0.0591	273.7 ± 14.9	254.6 ± 58.3	0.59				
19	0.0609 ± 0.0130	0.0313 ± 0.0020	0.2632 ± 0.0681	198.9 ± 13.1	237.2 ± 66.9	0.45				
20	0.0457 ± 0.0086	0.0317 ± 0.0018	0.1995 ± 0.0443	201.0 ± 11.4	184.7 ± 44.0	0.24				
21	0.0464 ± 0.0065	0.0447 ± 0.0022	0.2863 ± 0.0500	282.2 ± 14.2	255.6 ± 49.5	0.62				
22	0.0456 ± 0.0122	0.0446 ± 0.0031	0.2805 ± 0.0914	281.6 ± 20.1	251.1 ± 88.8	0.74				
23	0.0514 ± 0.0095	0.0426 ± 0.0024	0.3023 ± 0.0696	269.1 ± 15.7	268.2 ± 68.3	0.50				
24	0.0539 ± 0.0076	0.0274 ± 0.0014	0.2036 ± 0.0348	174.3 ± 8.9	188.2 ± 34.7	0.29				
25	0.0537 ± 0.0080	0.0244 ± 0.0013	0.1805 ± 0.0321	155.1 ± 8.1	168.5 ± 32.1	0.47	*			
26	0.0437 ± 0.0091	0.0308 ± 0.0018	0.1856 ± 0.0454	195.7 ± 11.7	172.9 ± 45.1	0.48				
27	0.1093 ± 0.0123	0.3478 ± 0.0185	5.2388 ± 1.4152	1923.9 ± 117.9	1859.0 ± 895.4	1.48				
28	0.0480 ± 0.0072	0.0291 ± 0.0015	0.1925 ± 0.0344	184.8 ± 9.5	178.7 ± 34.4	0.36				
29	0.0519 ± 0.0094	0.0275 ± 0.0016	0.1971 ± 0.0423	175.1 ± 10.0	182.7 ± 42.1	0.26				
30	0.0537 ± 0.0113	0.0368 ± 0.0023	0.2728 ± 0.0698	233.3 ± 14.8	244.9 ± 68.5	0.50				
31	0.0470 ± 0.0091	0.0450 ± 0.0026	0.2918 ± 0.0702	283.8 ± 16.7	260.0 ± 68.9	0.69				
32	0.0509 ± 0.0069	0.0344 ± 0.0011	0.2416 ± 0.0365	218.2 ± 7.1	219.7 ± 36.4	0.67				
33	0.1076 ± 0.0102	0.3495 ± 0.0103	5.1870 ± 1.0020	1932.2 ± 66.4	1850.5 ± 704.8	0.85				
34	0.0479 ± 0.0150	0.0420 ± 0.0030	0.2773 ± 0.1034	264.9 ± 19.1	248.5 ± 99.9	0.79				
35	0.0487 ± 0.0088	0.0230 ± 0.0009	0.1546 ± 0.0304	146.6 ± 6.1	146.0 ± 30.4	0.60	*			
36	0.0460 ± 0.0061	0.0275 ± 0.0008	0.1747 ± 0.0248	175.0 ± 5.3	163.5 ± 24.8	0.63				
37	0.1077 ± 0.0094	0.3339 ± 0.0085	4.9611 ± 0.7540	1857.0 ± 54.4	1812.7 ± 570.5	0.37				
38	0.1116 ± 0.0092	0.2858 ± 0.0065	4.4014 ± 0.5317	1620.7 ± 41.6	1712.6 ± 432.9	0.18				
39	0.0477 ± 0.0178	0.0530 ± 0.0045	0.3485 ± 0.1627	333.0 ± 29.1	303.6 ± 153.0	0.74				
40	0.0435 ± 0.0074	0.0338 ± 0.0013	0.2026 ± 0.0387	214.3 ± 8.2	187.3 ± 38.6	0.37				
41	0.0374 ± 0.0110	0.0308 ± 0.0018	0.1590 ± 0.0519	195.8 ± 11.8	149.8 ± 51.4	0.73				
42	0.1090 ± 0.0088	0.3335 ± 0.0072	5.0123 ± 0.5628	1855.3 ± 46.2	1821.4 ± 453.3	0.37				
43	0.0438 ± 0.0088	0.0277 ± 0.0012	0.1670 ± 0.0369	176.0 ± 7.8	156.8 ± 36.8	0.49				
44	0.0463 ± 0.0067	0.0302 ± 0.0010	0.1929 ± 0.0305	191.7 ± 6.3	179.1 ± 30.5	0.37				
45	0.0502 ± 0.0101	0.0241 ± 0.0011	0.1664 ± 0.0368	153.3 ± 7.2	156.3 ± 36.7	0.62	*			
46	0.0507 ± 0.0075	0.0302 ± 0.0010	0.2111 ± 0.0346	191.9 ± 6.7	194.5 ± 34.5	0.48				
47	0.0516 ± 0.0092	0.0308 ± 0.0013	0.2193 ± 0.0441	195.7 ± 8.3	201.3 ± 43.9	0.61				
48	0.0537 ± 0.0110	0.0444 ± 0.0023	0.3288 ± 0.0835	279.9 ± 14.7	288.7 ± 81.5	0.48				
49	0.0522 ± 0.0094	0.0247 ± 0.0011	0.1781 ± 0.0371	157.5 ± 7.2	166.5 ± 37.0	0.58	*			
50	0.0476 ± 0.0169	0.0456 ± 0.0037	0.2990 ± 0.1296	287.4 ± 23.9	265.6 ± 123.7	0.36				
51	0.1187 ± 0.0110	0.3009 ± 0.0088	4.9230 ± 0.6477	1696.0 ± 56.5	1806.2 ± 507.1	0.09				
52	0.1075 ± 0.0103	0.3255 ± 0.0100	4.8247 ± 0.7315	1816.4 ± 64.3	1789.2 ± 557.4	0.35				
53	0.0467 ± 0.0117	0.0302 ± 0.0018	0.1942 ± 0.0563	191.5 ± 11.3	180.2 ± 55.6	0.52				
54	0.0470 ± 0.0150	0.0414 ± 0.0030	0.2681 ± 0.1027	261.4 ± 19.4	241.2 ± 99.3	0.66				
55	0.0537 ± 0.0119	0.0424 ± 0.0023	0.3140 ± 0.0854	267.7 ± 15.0	277.3 ± 83.2	0.77				
56	0.0393 ± 0.0085	0.0292 ± 0.0014	0.1581 ± 0.0390	185.5 ± 9.1	149.0 ± 38.9	0.30				
57	0.1106 ± 0.0102	0.2193 ± 0.0063	3.3427 ± 0.4188	1278.3 ± 40.7	1491.1 ± 355.2	0.04				
58	0.0573 ± 0.0099	0.0366 ± 0.0017	0.2894 ± 0.0613	231.9 ± 10.7	258.1 ± 60.4	0.74				
59	0.0601 ± 0.0173	0.0271 ± 0.0020	0.2244 ± 0.0753	172.2 ± 12.6	205.6 ± 73.7	0.30				
60	0.0452 ± 0.0072	0.0255 ± 0.0010	0.1588 ± 0.0293	162.2 ± 6.5	149.7 ± 29.3	0.69	*			



第4図 砂岩中から抽出された砕屑性ジルコン粒子の分析データ。(a)コンコーディア図。(b)コンコーダントデータのヒストグラム及び相対確率分布曲線。(c)若い年代を示すジルコン粒子の年代幅(誤差 1σ)。緑線は最若粒子集団として認定されたジルコン粒子を示し、青線はその加重平均年代値を示す。

Fig. 4 Analytical data of the detrital zircon grains from the sandstone: (a) concordia diagram; (b) probability density plot and histogram for the concordant data; (c) age range (1σ) of the young zircon grains. The green bar indicates the zircon categorized as a youngest cluster. The blue line indicates a weighted mean age of the youngest cluster.

4. まとめ

- ・下北半島北東部の付加体は、北から桑畑山地域、片崎山地域、大森地域に南北幅8 km 以内で小規模に分布する。
- ・大森地域の砂岩から 154.7 ± 1.5 Maの碎屑性ジルコン U-Pb年代(最若粒子集団の加重平均年代)が得られた。
- ・大森地域の砂岩は後期ジュラ紀以降に堆積した。

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ほか、手法の記述について意見をいただいた。査読者の原 英俊博士及び編集担当の高橋 浩博士(共に地質情報研究部門)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る。

文献

- Brown, E. H. and Gehrels, G. E. (2007) Detrital zircon constraints on terrane ages and affinities and timing of orogenic events in the San Juan Islands and North Cascades, Washington. *Can. Jour. Earth Sci.*, **44**, 1375–1396.
- 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 Planet. Sci. Lett.*, **288**, 115–125.
- 永広昌之・川村信人・川村寿郎(2005) II. 1.1 東北地方, 中・古生界, 概説および構造帯区分. 日本の地質増補版編集委員会編, 日本の地質増補版, 共立出版, 東京. 49–50.
- 永広昌之・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. 地質雑, **114**補遺, 121–139.
- 今井 功(1961) 5万分の1地質図幅「近川」, 地質調査所. 45p.
- 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—島根県川本花崗閃緑岩中の均質ジルコンを用いて—. 地質雑, **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. *Chem. Geol.*, **211**, 47–69.
- 鎌田耕太郎(2000) 尻屋コンプレックス：尻屋崎に分布する先第三紀付加体堆積物. 弘前大学教育学部紀要, **83**, 39–47.
- 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., 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. *Contrib. Mineral. Petrol.*, **170**, 1–26.
- 松岡 篤(1987) 青森県尻屋層群の放散虫年代. 化石, **42**, 7–13.
- Murata, M. (1962) The Upper Jurassic of Cape Shiriya, Aomori Prefecture, Japan. *Sci. Rep., Tohoku Univ., 2nd Ser., Spec. Vol.*, no. 5, 119–126.
- Sambridge, M. S. and Compston, W. (1994) Mixture modeling of multi-component data sets with application to ion-probe zircon ages. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **128**, 373–390.
- 産業技術総合研究所地質調査総合センター編(2017) 20万分の1日本シームレス地質図V2. <https://gbank.gsj.jp/seamless/v2full/> (2018/02/01参照) .
- 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. *Chem. Geol.*, **249**, 1–35.
- 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.
- 対馬坤六・滝沢文教(1977) 尻屋崎地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 36p.
- Vermeesch, P. (2012) On the visualisation of detrital age distributions. *Chem. Geol.*, 312–313, 190–194.
- 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. *Geostand. Newslett.*, **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. *Anal. Chem.*, **83**, 8892–8899.

(受 付 : 2018年2月6日 ; 受 理 : 2018年3月13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.

Table A1 U-Pb isotopic data from secondary zircon standards using a quadrupole inductively coupled plasma mass spectrometry.

Sample name	Isotopic ratios						Age (Ma)	
	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	Error 2σ	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	Error 2σ	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{235}\text{U}}$	Error 2σ	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{238}\text{U}}$	Error 2σ
OD-3 (33.0±0.1 Ma): Iwano <i>et al.</i> (2012); Iwano <i>et al.</i> (2013); Lukács <i>et al.</i> (2015)								
OD-3 1-1	0.0446	± 0.0140	0.00504	± 0.00042	0.0310	± 0.0103	32.4	± 2.7
OD-3 2-1	0.0434	± 0.0133	0.00529	± 0.00040	0.0316	± 0.0101	34.0	± 2.5
OD-3 3-1	0.0502	± 0.0144	0.00491	± 0.00032	0.0340	± 0.0098	31.6	± 2.0
OD-3 4-1	0.0467	± 0.0134	0.00508	± 0.00033	0.0327	± 0.0097	32.7	± 2.1
							32.6	± 1.1 (weighted mean)
Plešovice (337.1±0.4 Ma): Sláma <i>et al.</i> (2008)								
PSV 1-1	0.0553	± 0.0064	0.05375	± 0.00315	0.4095	± 0.0699	337.5	± 20.3
PSV 2-1	0.0507	± 0.0057	0.05582	± 0.00258	0.3899	± 0.0577	350.2	± 16.6
PSV 3-1	0.0508	± 0.0051	0.05747	± 0.00138	0.4030	± 0.0451	360.2	± 8.9
PSV 4-1	0.0537	± 0.0064	0.05829	± 0.00196	0.4319	± 0.0661	365.2	± 12.6
							357.8	± 6.3 (weighted mean)
GJ-1 (610.0±0.9 Ma): Jackson <i>et al.</i> (2004)								
GJ-1 1-1	0.0521	± 0.0058	0.09822	± 0.00571	0.7055	± 0.1233	604.0	± 36.7
GJ-1 2-1	0.0598	± 0.0065	0.09705	± 0.00450	0.8003	± 0.1243	597.1	± 28.9
GJ-1 3-1	0.0563	± 0.0060	0.10154	± 0.00270	0.7890	± 0.1079	623.4	± 17.4
GJ-1 4-1	0.0568	± 0.0067	0.10337	± 0.00349	0.8089	± 0.1310	634.1	± 22.4
							620.0	± 11.8 (weighted mean)

