

年代学的手法による四万十帯の付加プロセスの推定

荒田孔明¹・長谷部徳子²

¹〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学大学院自然科学研究科；

²〒920-1192 金沢市角間町 金沢大学環日本海域環境研究センター

ARATA Komei and HASEBE Noriko:

Accretionary process of the Shimanto Belt analyzed by thermochronological methods

1 はじめに

四万十帯は西南日本に広く分布する過去の付加体である。大陸縁辺部における付加体の成長は、地球表層部での物質循環や大陸地殻の水平・垂直方向への成長の観点から重要な研究対象となっている。中でもフィッション・トラック(以下 FT)法による研究では、温度情報を記録するツールとして年代値が主として用いられてきた。しかしながら、より詳細な温度履歴を記録していることが期待される FT 長は、四万十帯ではアパタイトのトラック密度の低さから難しく、行われてこなかった。そこで荒田・長谷部(2007)では追加エッチング法によるトラック長測定を提案し、四万十帯におけるアパタイトの FT 長測定を行った。本研究では紀伊半島、四国、九州地域について、追加エッチング法を用いてアパタイトのトラック長を測定し、FT 年代データと併せてその温度履歴の考察を行った。また九州と紀伊半島の一部試料については U-Pb 法でも年代値を測定し議論した。

2 試料と手順

試料は紀伊半島、四国、九州地域の四万十帯から採取した主に砂岩であり、一部弱変成を受けている。アパタイトの FT (AFT)年代は約 10Ma であるが(Hasebe et al., 1993, 1997)、紀伊半島の一部で約 30Ma の値も報告されている(Hasebe and Tagami, 2001)。

アパタイトの FT 長測定は荒田・長谷部(2007)に従い、熱履歴のモデリングには解析ソフトウェア HeFTy (v. 1.5.5: Ketcham, 2005)を用いた。Hasebe and Tagami (2001)において年代値の報告のない試料についてはトラック長測定と併せて LA-ICP-MS による FT、U-Pb 年代の導出を行った。

3 結果と考察

FT 年代、FT 長のデータを表 1 に示す。3 試料のアパタイト、5 試料のジルコンで新たに FT、U-Pb 年代が得られた。またアパタイトの FT 長は、いずれの試料でも短縮が確認された。しかし 2 試料でアパタイト粒子が得られず、9 試料で粒子が少なく FT 長のデータも不十分であった。

ジルコンの FT (ZFT)年代は 1 試料を除いて堆積年代より古く、100Ma 以上の年代値が得られた。ジルコンの FT 長を粒子の ZFT 年代ごとに分類して測定したところ、堆積年代より古い粒子でのみ短縮が見られ、堆積後に ZFT に影響を与える加熱がなかったことが示された。紀伊半島中西部では既報 AFT 年代より若い約 15Ma の ZFT 年代が得られたが、これは近傍の大峰花崗岩類の ZFT 年代(約 15Ma: Hasebe and Watanabe, 2004)と等しく、花崗岩の貫入による被熱年代を示していると考えられる。AFT 年代は九州で既報年代とほぼ同じ約 10Ma であり、堆積後の加熱の影響が見られる。ジルコンの U-Pb 年代は約 2000-1700Ma の原生代と約 300-80Ma の石炭紀～白亜紀に分類され、大半の粒子がコンコーディア上に示された(図 1)。これらの U-Pb 年代は西南日本や朝鮮半島南西部に分布する他の地質体に見られる U-Pb 年代の特徴(例えば Aoki et al., 2007; Turek and Kim, 1996)に一致し、四万十帯を形成した物質は、

より古くにユーラシア大陸東縁に存在した地質体に由来すると推測される。

HeFTy による熱履歴モデリングは、解析に足りたすべての試料で、堆積後にいったん温度上昇を経験し、約 7-2Ma、80-100°C 付近からの急激な冷却過程を示した(図 2)。これは紀伊半島、四国、九州の各地域において同時期的に冷却現象が起こったことを示しており、この現象が四万十帯に広域的に起こったことが明らかにされた。

四万十帯におけるこれら冷却過程は上昇削剝による温度低下を表していると考えられ、四万十帯における上昇削剝が、後期中新世～後期鮮新世(約 7-2Ma)にほぼ同時的に広域的に起こったこと、また FT 年代のみから推定された年代(約 10Ma)より若い時代に上昇イベントが起こったことが示された。この上昇イベントの年代は、島弧における火山活動等から報告されている約 6Ma のフィリピン海プレートの沈み込みの再開(Kamata and Kodama, 1999)に一致しており、プレート活動の活発化が海溝部への物質供給を増大させ、急激な上昇削剝が四万十帯全域に起こったと考えられる。

参考文献

- Aoki, K., Iizuka, T., Hirata, T., Maruyama, S., Terabayashi, M., 2007, Tectonic boundary between the Sanbagawa belt and the Shimanto belt in central Shikoku, Japan. *The Journal of the Geological Society of Japan* 113, 5, 171-183.
- 荒田孔明, 長谷部徳子, 2007, アパタイトの confined トラック増加のためのエッチング条件: 四万十帯中のアパタイトへの適用. *フィッション・トラックニュースレター* 20, 6-12.
- Hasebe, N., Tagami, T., Nishimura, S., 1993, Evolution of the Shimanto accretionary complex: A fission-track thermochronologic study. *Geological Society of America Special Paper* 273, 121-136.
- Hasebe, N., Tagami, T., Nishimura, S., 1997, Melange-forming processes in the development of an accretionary prism: Evidence from fission track thermochronology. *Journal of Geophysical Research* 102, 7659-7672.
- Hasebe, N., Tagami, T., 2001, Exhumation of an accretionary prism – results from fission track thermochronology of the Shimanto Belt, southwest Japan. *Tectonophysics* 331, 247-267.
- Hasebe, N., Watanabe, H., 2004, Heat influx and exhumation of the Shimanto accretionary complex: Miocene fission track ages from the Kii Peninsula, southwest Japan. *The Island Arc* 13, 533-543.
- Kamata H., Kodama K. 1999. Volcanic history and tectonics of the Southwest Japan Arc. *The Island Arc* 8, 393-403.
- Ketchum, R. A., 2005, Forward and inverse modeling of low-temperature thermochronometry data. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry* 58, 275-314.
- Turek, A., Kim, C. B., 1996, U-Pb zircon ages for Precambrian rocks in southwestern Ryeongnam and southwestern Gyeonggi massifs, Korea. *Geochemical Journal* 30, 231-249.

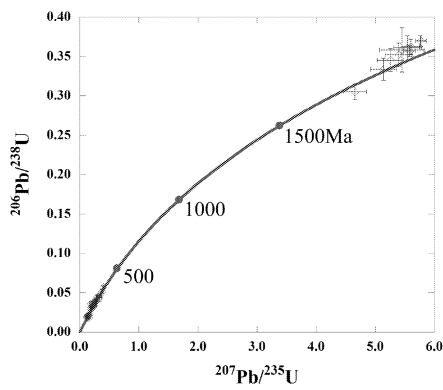


図1 紀伊半島 FTW02 における U-Pb コンコードィア図。約 2000-1700Ma と約 300-80Ma に分かれる

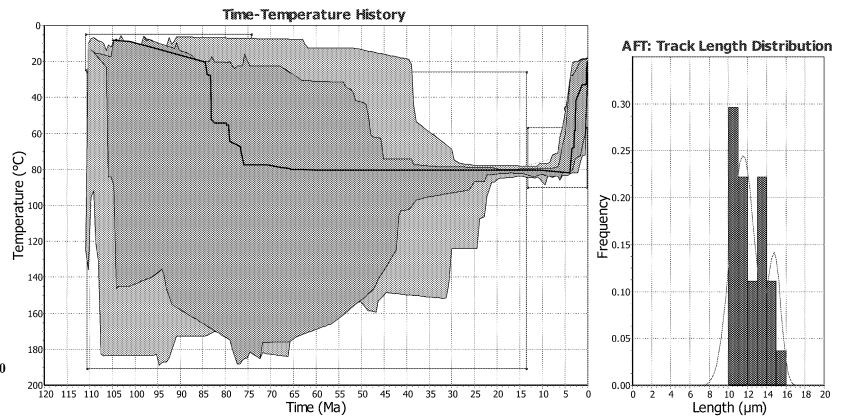


図2 紀伊半島 FTW02 における HeFTy による熱履歴モデリング結果の一例。左図は時間 - 温度履歴モデルを示し、右図は AFT トラック長分布を示す

表 1

四万十帯における各試料の FT 年代値と FT 長データ。太字は本研究による結果、他は引用値

Sample	Age (Ma)			AFT Length			ZFT Length		
	Deposition	ZFT $\pm 2\sigma$	AFT $\pm 2\sigma$	No. of apatites	No. of tracks	MTL $\pm 2\sigma$ (μm)	No. of zircons	No. of tracks	MTL $\pm 2\sigma$ (μm)
Kii									
SHNW37	-	78.3 \pm 8.5	14.0 \pm 6.2	114	15	8.8\pm3.1			
SHNW33	88.5-74.0	146.8 \pm 13.2	16.7 \pm 4.9	1	0	-			
SHNW30	88.5-74.0	154.9 \pm 17.2	16.8 \pm 5.0	5	2	8.0\pm1.0			
SHNW07	88.5-74.0	103.6\pm12.0	36.4 \pm 5.1	8	3	8.4\pm1.7	32	158	10.1\pm2.6
SHP03	112.0-90.4	15.1\pm2.2	37.3 \pm 20.8	10	0	-	46	68	9.1\pm4.1
FTW02	112.0-90.4	136.2\pm11.6	15.2 \pm 5.8	201	27	10.0\pm3.1	40	233	10.4\pm2.5
FTW03	112.0-90.4	-	12.9 \pm 3.6	16	1	5.0			
FTW10	83.0-65.0	-	-	0	-	-			
FTW16	50.0-35.4	-	6.0 \pm 2.6	16	0	-			
FTW19	50.0-35.4	-	5.9 \pm 3.2	0	-	-			
FTW22	50.0-35.4	-	139.1\pm142.0	8	1	12.5			
Shikoku									
SH01	208.0-145.6	147.7 \pm 14.6	10.2 \pm 2.1	149	106	9.8\pm3.4			
SH02	112.0-88.5	129.1 \pm 12.8	11.4 \pm 1.9	272	87	8.6\pm3.6			
SH19	50.0-35.4	215.0 \pm 49.9	13.5 \pm 3.7	166	86	9.4\pm3.3			
SH20	38.6-29.3	127.8 \pm 14.2	7.2 \pm 2.3	185	78	9.3\pm3.5			
SH21	38.6-29.3	105.0 \pm 11.3	8.9 \pm 2.0	144	33	10.1\pm3.4			
SHMIC05	29.3-16.3	100.9 \pm 12.7	11.8 \pm 5.3	52	13	8.7\pm3.4			
Kyushu									
SHQ07	97.0-90.4	115.6 \pm 11.8	13.3 \pm 3.7	208	63	8.5\pm3.7			
SHQ06	97.0-74.0	102.9\pm8.9	11.5\pm2.3	307	48	9.7\pm2.9	36	166	9.6\pm2.4
SHQ03	97.0-74.0	68.1 \pm 7.7	7.1 \pm 2.3	5	2	5.5\pm0.3			
SHQ02	97.0-74.0	70.4 \pm 9.7	8.8 \pm 6.5	121	30	9.0\pm3.9			
SHQ21	50.0-29.3	118.5\pm11.2	8.5\pm3.0	77	18	8.4\pm3.7	23	101	10.2\pm2.3
SHQ22	50.0-29.3	90.1 \pm 8.4	7.6 \pm 4.1	9	4	8.7\pm3.9			