

仁左平デイスaito及び歌長流紋岩ジルコンの FTアニーリング特性 - タンデム加速器照射による再検討 -

山田隆二*・吉岡 哲**・渡辺公一郎**・中村裕之***
田上高広*・西村 進*

加熱を受けて短縮したFTの長さ分布を解析することにより、それを含む試料の温度履歴解析が可能である。そのために様々な試料においてトラックがどのように短縮するかというアニーリング特性を調べる必要があるが、密度の低い試料、あるいは加熱を受け短縮したトラックを含む試料の場合、トラック長の測定が困難になる。この問題を解決するためにトラック検出率を向上させるいくつかの方法が考えられている：(1) ウランに原子量が近く半減期の短い ^{252}Cf の自発核分裂を利用してトラックをつける方法。ウランのFTに近いものが出来るが、線源をコートする必要があるため試料に深く入り込まないという指摘がある。(2) ジルコンが結晶c軸方向に割れやすい性質を利用して人工的な割れ目を入れる方法。手軽な割には効果が高いがクラックの付け方のコントロールに難点がある。(3) タンデム型加速器による重イオン照射。加速粒子の原子量・電荷・加速電圧の選択により入射深度のコントロールができ、照射時間によってトラック密度もコントロールできる一方、設備が少ないため手軽さに欠ける。

今回、九大のタンデム加速器を利用し重イオ

ン照射を行い、吉岡(1993)、吉岡・他(1994, 1995)の実験結果と併せて、これら3つの方法のジルコン中の horizontal confined track (HCT) の検出効率の向上の程度を比較した。用いた試料は仁左平デイスaito (自発密度 $4 \times 10^4 \text{ cm}^{-2}$, 以下NST) と歌長流紋岩 (自発密度 $4 \times 10^5 \text{ cm}^{-2}$, 以下TRG) で、自発トラック密度が適度なものと比較的低いものを選び、それぞれ、非加熱、 $600^\circ\text{C} \cdot 1$ 時間、 $650^\circ\text{C} \cdot 1$ 時間、 $700^\circ\text{C} \cdot 1$ 時間加熱のものを用いた。エッチングは 250°C のKOH+NaOH共融液を用いて、結晶表面c軸垂直トラックが $2 \mu\text{m}$ になるまで行った(Yamada et al., 1995)。これらの試料に $^{58}\text{Ni}^{11+}$ をタンデム型加速器を用いて約40分間照射したところ入射深度は約 $6.2 \mu\text{m}$ 、トラック密度は約 $2 \times 10^7 \text{ cm}^{-2}$ となった。

用いた試料・アニーリング条件・トラック長測定の結果を表1に示した。1本のHCTのホストが複数になる場合、Laslett (1993) に従い、k本のホストがあるものはk本のHCTとして統計処理を行った。その結果測定したこととなるトラックの数がかなり多くなった。非加熱の場合の長さで標準化したトラック長の変化を図1に

*京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻, **九州大学工学部資源工学科,
***九州大学理学部タンデム加速器施設, # 現(株)京都フィッション・トラック

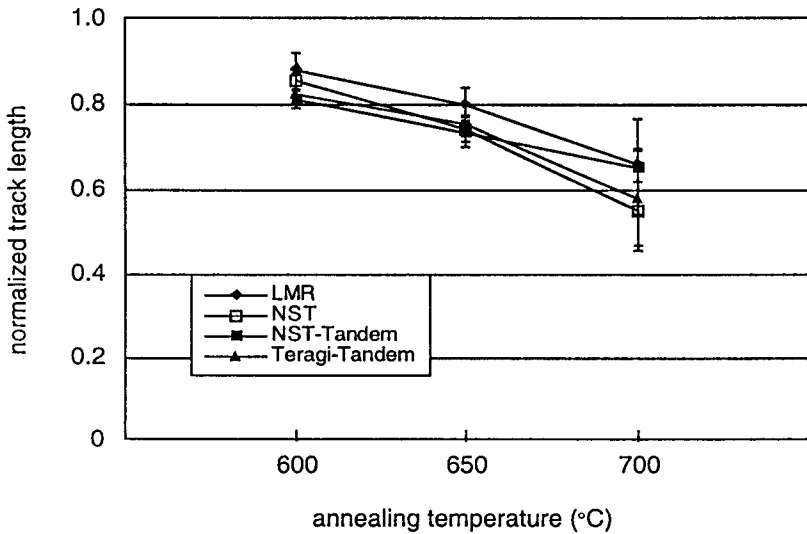


図1 アニーリング温度と各試料中のHCTの平均長の変化。非加熱試料の平均値を用いて標準化した。NSTとLMRのデータは比較のため引用した(吉岡他, 1994) 凡例中, 'Tandem'がついているものはタンデム加速器を用いてHCTを増したもの。誤差は 2σ 。

プロットした。比較のためタンデム照射をしていないNSTの結果を載せた。タンデム照射の影響はこのプロットでみる限りみられない。試料間の差を見ると、700℃ではややNSTが長く見えるが、サンプリング数が少なく誤差も大きいため有意ではない。従ってNSTとTRGの間に有意なアニーリング特性の差はないといっていよう。

今回の実験結果と吉岡他(1995)の結果をあわせ、前述の3つの方法によるTRGのHCTの検出効率の比較をすると、100粒子あたりのHCT検出数は2.9 (^{252}Cf)、18.0(人工割れ目)、21.7(タンデム加速器)となった。何も行わない場合0.5程度であるので最も効率の高いタンデム加速器を用いた方法では40-50倍程度の向上となる。今回の結果、用いた手法によって差が見られないこと、及びTintとTingleの間にア

ニーリング特性の差がないとしたYamada et al. (1995)の結果や、結晶に割れ目を入れる方法を用いてもHCTの長さの測定値に影響を与えないとした吉岡他(1994)の結果も合わせて考慮すると、HCTの長さ測定は結晶内部のトラックにエッチャントを供給するホストの形状等の違いにより影響を受けないと言えるだろう。試料間のアニーリング特性の違いは、吉岡(1993)にていくらか調べられており、自発密度の高いものほど短縮されにくいように見えていたが、今回の結果によりNSTとTRGの間に差がみられないことから、 $\sim 3 \times 10^7 \text{ cm}^{-2}$ と極めて自発密度が高い LMR (Lake Mountain Rhyodacite) 固有の性質であるという可能性が示唆される。Hasebe et al. (1994)においても、1000℃、2時間で加熱したのちに誘導トラックをつけた場合、LMRは他の試料よりもエッチングされやすい

表1. タンデム加速器を用いたアニーリング試料のトラック長測定結果.

NST-Tandem			un-ann.	600°C	650°C	700°C
No. of measured grains			~100	~100	~100	~200
0-90°	NoCalb.	N	30	21	15	5
to c-axis		mean (µm)	10.81	8.71	7.69	7.1
		stderr.	0.12	0.13	0.22	0.62
60-90°	NoCalb.	N	30	32	24	6
		mean	10.81	8.73	7.84	7.15
	to c-axis	stderr.	0.12	0.10	0.17	0.52
		N	23	19	12	4
Calb.	N	23	29	20	5	
	mean	10.75	8.69	7.81	6.95	
to c-axis		stderr.	0.13	0.13	0.20	0.75
		N	23	29	20	5
60-90°	NoCalb.	N	19	22	21	2
		mean	10.97	9.14	8.08	6.44
	to c-axis	stderr.	0.08	0.15	0.15	0.40
		N	68	58	63	7
Calb.	NoCalb.	N	19	22	21	2
		mean	10.97	9.10	8.11	6.40
	to c-axis	stderr.	0.10	0.17	0.19	0.61
		N	55	52	50	2
Calb.	mean	11.00	9.12	8.23	6.35	
	stderr.	0.05	0.10	0.11	0.35	
	std.	0.44	0.77	0.89	0.87	
to c-axis		stderr.	0.06	0.11	0.13	0.61

NoCalb.: ホストトラックが複数の場合の補正をしていない

Calb.: ホストトラックが複数の場合の補正をした

un-ann.: 非加熱試料 600-700°C.: 加熱温度 (1時間)

と言う特異な性質が報告されている。これらは極度にトラック密度が高い場合、加熱によってもアルファ損傷が消えきらないためであると考えられる。このためにアニーリング特性も他の試料と異なっている可能性がある。

文 献

吉岡 哲, 田上高広, 西村 進, 1994, ジルコン中のTINCLEを増やす試み. フィッション・トラックニュースレター, 7: 50.

吉岡 哲, 1993, ジルコン中のフィッショントラックにおけるアニーリング特性の試料間比較. 京都大学理学部卒業論文 (手記).

吉岡 哲, 山田隆二, 西村 進, 1995, ジルコン中のTINTを増やす試み. フィッション・トラックニュースレター, 8: 63-64.

Hasebe, N., Tagami, T. and Nishimura, S., 1994, Towards zircon fission track thermochronology: Reference framework for confined track length measurements. *Chem. Geol. (Isot. Geosci. Sec.)*, 112: 169-178.