

ベントナイトの変質年代と温度決定の試み  
山田浩史\*・長谷部徳子\*\*・福士圭介\*\*・田村明弘\*\*\*

Approaches to estimate alteration age and temperature of bentonite  
Hiroshi Yamada\*, Noriko Hasebe\*\*, Keisuke Fukushi\*\*  
and Akihiro Tamura\*\*\*

\* 金沢大学大学院自然科学研究科, Grad. School of Natural Sci. and Tec., Kanazawa Univ.

\*\* 金沢大学環日本海域環境研究センター, Institute of Nature and Environmental Technology, Kanazawa Univ.

\*\*\* 金沢大学フロンティアサイエンス機構, Frontier Science Organization, Kanazawa Univ.

はじめに

ベントナイトとは粘土鉱物スメクタイトを主成分とし、止水性、膨潤性、陽イオン交換性などの性質を持つ岩石である。高レベル放射性廃棄物の地層処分において、炭素鋼オーバーパックの周辺をベントナイトで覆う方法が提案されている。このときのベントナイトは緩衝材として重要な役割を果たし、地下水の内部への浸入を防ぐ止水性などが長期にわたって維持されることが期待されている。しかし、時間経過に伴って炭素鋼から生じる含鉄溶液がベントナイトを変質させ、期待されている性質を失わせる可能性があるため、鉄-ベントナイト相互作用の解明が急務とされている。本研究は、天然で溶存鉄とベントナイトが反応している場所を対象とし、アパタイトフィッシュントラック (FT) 法を用いることによりベントナイトの変質に要した期間・温度を明らかにすることを目的として行った。

試料と分析方法

試料は宮城県の川崎ベントナイト鉱山で採取した。このベントナイト鉱床は13-15Maの微化石を産する作並層 (大槻ほか, 1986) に挟まれる凝灰岩層が続成変質を受けて生成したものであり (Takagi et al., 2005), ベントナイトの生成温度は46-48°Cとされている (伊藤ほか, 1999)。鉱床中には鉄を含む熱水が沈殿して生成した緑色の熱水脈が網脈状に散在しており、熱水脈周辺のベントナイトは鉄によって変質を受けていると考えられる (杉浦, 2009)。試料は熱水脈試料 (KW1), 鉄変質ベントナイト (KW2), 未変質ベントナイト (KW3), 鉱床中に含まれる原岩 (KW4), 鉱床外の露頭で採取した原岩3試料 (KW5・6・7) の

計7試料を採取した。

アパタイトについてはトラック長測定, FT年代決定を行なった。また、ジルコンの分析もKW1・3について行い, FT年代, <sup>238</sup>U-206Pb年代を算出した。なお質量分析にはLA-ICP-MSを用いた。

結果と議論

表1にアパタイトのトラック長データを示すが, confinedトラックの数はわずかであり, どの試料でも有意なトラック長のデータは得られなかったため, 熱履歴の分析は行なえなかった。そのため, 以降は年代値のみで議論を行なう。

表2にアパタイトとジルコンのFT年代測定結果を示す。KW1-3・5・6のアパタイトFT年代は28Ma付近の値を示したが, トラック数が少なく誤差が大きい。それに対してKW4は他の試料と比べてトラック密度が2.09 (106/cm<sup>2</sup>) と高いため, 誤差が小さくなっており, 17.6Maという若い年代を示す。KW7はアパタイトとジルコンが含まれていなかったことから, ベントナイトの原岩ではない可能性がある。KW1-3のアパタイトFT年代がおおよそ同じであることからベントナイトの変質温度は100°C以下であることが示唆される。しかし年代の誤差が大きく, 変質の期間が分からない以上は年代のみから判断することは信頼性に乏しいことから, 少なくともより多くの粒子

表1. アパタイトトラック長データ。

試料名	トラック数	Dpar (μm)	C軸角度 (°)	トラック長 (μm)
KW3	1	1.25	64.8	14.38
KW4	1	1.26	62.6	14.51

トラック長は5回測定したときの平均値

表2. FT年代測定結果.

試料名	粒子数		トラック数	トラック密度 (10 <sup>6</sup> /cm <sup>2</sup> )	<sup>238</sup> U濃度 (ppm)	<sup>238</sup> U濃度の誤 差(ppm)	年代 (Ma)	年代の誤差 (Ma)
	Ap	Zr						
KW1	Ap	38	15	0.030	2.09	0.18	28.2	7.68
	Zr	17	266	1.227	133.14	11.73	17.3	1.85
KW2	Ap	25	6	0.026	1.77	0.15	28.4	11.8
KW3	Ap	17	10	0.044	2.86	0.16	29.7	9.54
	Zr	17	139	1.018	135.11	11.63	14.1	1.71
KW4	Ap	17	75	0.209	23.10	3.66	17.6	3.46
KW5	Ap	26	17	0.074	5.16	0.40	28.0	7.11
KW6	Ap	27	63	0.145	11.12	1.52	25.5	4.73
KW7	Ap	0	-	-	-	-	-	-

Apはアパタイト, Zrはジルコンを示す.

を分析して, さらに議論を深める必要がある.

また, アパタイトよりも閉鎖温度の高いジルコンのFT, U-Pb年代の方が約14-17Maという若い年代を示している. これらの年代は原岩の噴出年代を示していると考えられ, 大槻ほか (1986) で報告された作並層の微化石年代 (13-15Ma) とも一致する. KW4のアパタイトFT年代が, KW1・3から得られたジルコンのFT年代とU-Pb年代とほぼ一致することから, この年代も原岩の噴出年代を示し, KW4はベントナイトの原岩である可能性が高い. アパタイトよりも閉鎖温度の高いジルコンのFT年代, U-Pb年代の方が若い年代を示すことは理論上ありえない. そこで表2のアパタイトの<sup>238</sup>U濃度を見ると, 原岩試料は5.16-23.10ppmを示しているのに対して, ベントナイト試料は1.77-2.86ppmという低い値を持つ. さらに詳しく見るために, 図1に全アパタイト粒子の<sup>238</sup>U濃度の分布図を示す. 図1でも原岩試料が約1-35ppmという値をとる一方で, ベン

トナイト試料が約1-5ppmという低い値をとった. このことから, ベントナイト生成時にアパタイト中の<sup>238</sup>Uが拡散してしまい, ジルコンFT, U-Pb年代に対してアパタイトFT年代が若くなっていることが考えられる.

#### 謝辞

試料採取には川崎鉱業株式会社に協力していただいた. また, 原子力環境整備促進・資金管理センターに資金援助していただいた.

#### 参考文献

- Takagi, T., Koh, S. M., Song, M. S., Itoh, M. and Mogi, K., 2005, Geology and properties of the Kawasaki and Dobuyama bentonite deposits of Zao region in northeastern Japan. Clay Minerals, 40, 333-350.
- 大槻憲四郎・斉藤常正・吉田武義, 1986, 新生代東北本州弧地質資料集 (北村 信編). 第3巻, その3, 島弧横断ルートNo.24.
- 伊藤雅和・石井卓・中島均・平田征弥, 1999, ベントナイトの成因・生成環境に関する一考察-国内4鉱床の比較-. 粘土科学, 38, 181-187.
- 杉浦朋典, 2009, 天然にみられる鉄-ベントナイト相互作用. 金沢大学理学部地球学科卒業論文.

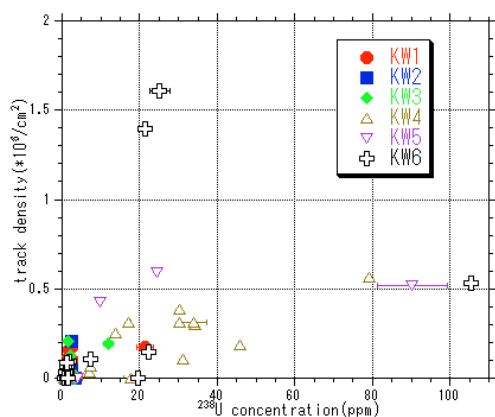


図1. アパタイト中の<sup>238</sup>U濃度の分布. <sup>238</sup>U濃度のエラーバーは標準誤差でつけてある.