

特集：東濃地域の地球化学

東濃土岐花崗岩の各種岩相におけるウラン，トリウム等微量元素の分布と挙動  
坪井麻里子\*・本多照幸\*\*・岩月輝希\*\*\*・水野 崇\*\*\*・笹尾英嗣\*\*\*

Distribution and behavior of trace elements such as uranium, thorium and lanthanoids in some lithofacies in the Toki granite from the Tono Uranium Deposit

Mariko Tsuboi\*, Teruyuki Honda\*\*, Teruki Iwatsuki\*\*\*,  
Takashi Mizuno\*\*\* and Eiji Sasao\*\*\*

\* 武蔵工業大学エネルギー量子工学専攻, Graduate School of Energy and Nuclear Engineering, Musashi Institute of Technology

\*\* 武蔵工業大学原子力研究所, Atomic Energy Research Laboratory, Musashi Institute of Technology

\*\*\* (独) 日本原子力研究開発機構, Japan Atomic Energy Agency

目的

本研究では、原子力研究開発機構、東濃地科学センターから提供を受けた、東濃ウラン鉱床群の基盤岩である土岐花崗岩のボーリングコア試料 (DH-15) を用いて、特に風化や熱水作用による変質が認められる箇所のウラン、トリウム、ランタノイド等の微量元素を中性子放射化分析によって定量し、各岩相と微量元素の分布及び挙動について、ナチュラルアナログの視点から考察することを目的とする。

実験

試料

試料には原子力研究機構から提供された、岐阜県東濃地域の 1000 m 級ボーリングコア試料

表1. 試料の詳細

No.	Depth(mabh)		Rock facies
	upper	lower	
27(a,b,c,d)	231.7	231.85	強風化部
29	329.9	330	健岩部
30	622.8	623	熱水脈
31	706.9	707	変質部
32	720.85	721	熱水変質
33	916	916.15	優白質
34	930	930.1	溶脱帯
35	1011.6	1012	断層

DH-15 孔の 11 試料を用いた。表1に土岐花崗岩コア試料の採取深度と岩層を記載する。

表1における No. 27 の強風化部は、割れ目表面 (a) から奥へ順に 4 つの試料に分けている。また No. 30-35 は熱水や断層などによる変質部である。

中性子放射化分析

上に述べた 11 試料は、まず軟鉄ハンマーで約 2 cm角に粉碎し、その後エリス乳鉢によって、さらに細かく粉碎後、メノウ乳鉢によって粒径 100 ムッシュ以下にそろえた。

作製した照射試料を、比較標準試料 (STD)、標準試料 (JG1-a) とともに、それぞれ照射用カプセルに入れ、原子力研究開発機構 JRR-4 にて、中性子の照射を行った。照射条件を表2に示す。短半減期核種は気送管にて、30 秒照射後、JRR-4 にて  $\gamma$  線の測定を行った。長半減期核種については、T パイプで 20 分照射後、武蔵工業大学原子力研究所に郵送し、測定を行った。照射条件を表2に示す。

表2. 中性子放射化分析の照射及び測定条件

照射場所	出力 [MW]	最大中性子束 [n/cm <sup>2</sup> -s]	照射時間	照射量 [mg]	冷却時間	測定時間 [sec]
Tパイプ	3.5	4.0 $\cdot$ 10 <sup>13</sup>	20min	30	1.4weeks	1500, 7000
気送管	0.35	3.2 $\cdot$ 10 <sup>12</sup>	30sec	10	4.40min	200, 300

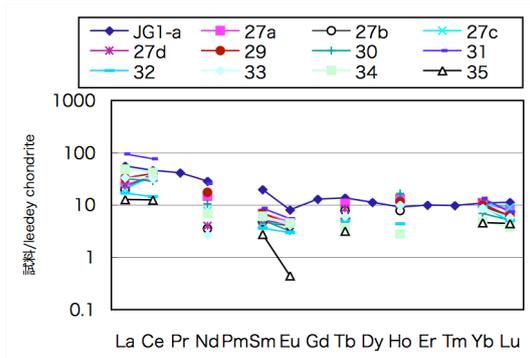


図1. 土岐花崗岩並びに標準試料 (JG1-a) のランタノイドパターン

## 結果および考察

### ランタノイドパターン

図1に、土岐花崗岩並びに花崗岩標準試料 (JG1-a) のランタノイドパターンを示す。図1から No. 35 に Eu の負のアノマリーが認められる。No. 35 は断層部で、白色粘土鉱物化しており、Eu の負のアノマリーがあることから、酸化環境にあることがわかった。

### U 濃度及び Th 濃度

図2に土岐花崗岩 (DH15 孔) 中の U 濃度及び Th 濃度を示す。図2から、U 濃度は No. 27a で、20 ppm と最も高かった。これは、後出の Th/U 比—Ce/U 比 (図5) より、表面部が他の箇所と比べて還元環境にあったためと考えられる。その理由として、表面部で岩石—水反応により Fe が溶出し、還元作用を有したためと考えられる。

また No. 32 及び No. 35 において、U 濃度及び Th 濃度が低いことがわかった。これは酸性の熱水

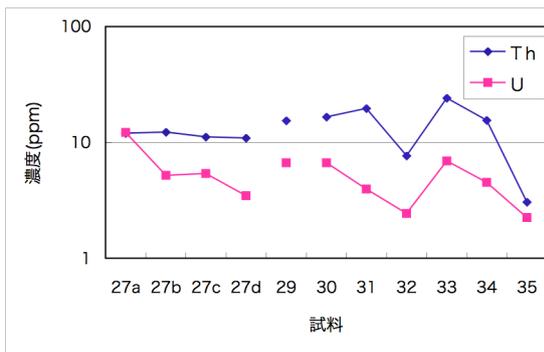


図2. 土岐花崗岩中の U 濃度及び Th 濃度

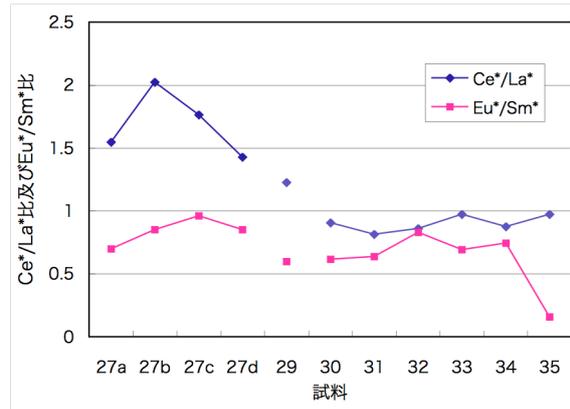


図3. 土岐花崗岩における Ce\*/La\*比及び Eu\*/Sm\*比

作用によって、U 等の微量元素が溶出し、移行した可能性を示唆している。

### Ce\*/La\*比及び Eu\*/Sm\*比

図3に土岐花崗岩における Ce\*/La\*比及び Eu\*/Sm\*比を示す。Ce, Eu は酸化還元環境に敏感な元素である。Ce の正のアノマリー及び、Eu の負のアノマリーは酸化環境下にあったことを示す。図3より No. 27a-27d においては Ce の正のアノマリーが認められ、水が関与して風化し、酸化環境にあったことが示唆された。No. 35 においては Eu の負のアノマリーが明確に認められ酸化環境にあったことが示唆された。

### Th-Hf の相関

図4に Th-Hf の相関を示す。Th, Hf は共に不適合元素である。マグマの起源が同じであれば、プロットが散らばることはない。図4より No. 33 が全体の傾向から大きくずれる結果となった。この

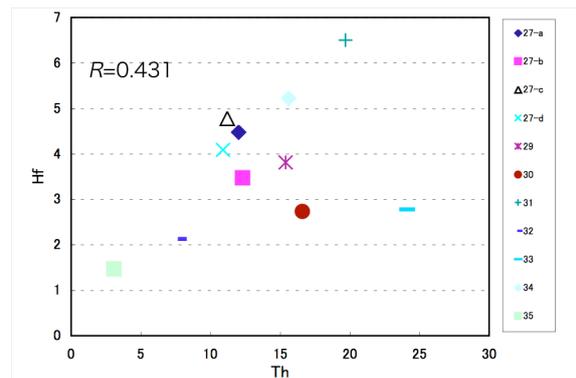


図4. 土岐花崗岩における Th-Hf の相関

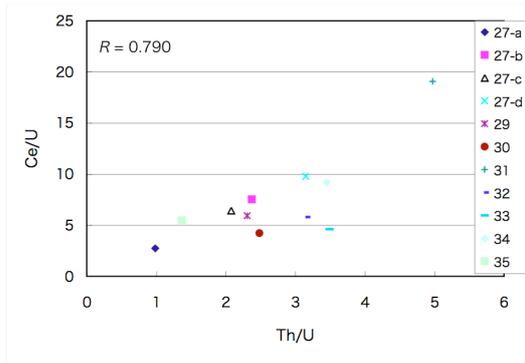


図5. 土岐花崗岩におけるTh/U比—Ce/U比の相関

ことより No. 33 が異質である（マグマの起源が異なる）ことがわかった。

#### Th/U 比—Ce/U 比の相関

図5に土岐花崗岩(DH15孔)より得られたCe/U比—Th/U比の相関を示す。このプロットでの相関係数が高いほど、酸化還元環境に支配されて元素が挙動していることがわかる。図5より全体の相関係数は  $R = 0.790$  であるが、No. 27a-27dでは、 $R = 0.999$  と極めて高く、No. 27a-27dが酸化還元環境に支配されていることがわかった。

また、No. 29は健岩部であるので、これより下にプロットされた岩石試料は還元環境、上にプロットされた岩石試料は酸化環境にあるといえる。土

岐花崗岩下部の変質部 (No. 30-35) は、全体として酸化環境にあったことが示唆された。No. 27aは割れ目表面部であるため、本来ならば酸化環境にあると考えられるが、図5において、還元環境にあることがわかり、またU含有量が高いことから、岩石—水反応によって溶出したFeが還元剤となって働いた可能性が示唆された。

#### 参考文献

- Doi, K. and Hirono, S., 1990, Behavior of uranium migration in epigenetic uranium ore deposits with reference to radioactive waste isolation in geologic media, WASTE MANAGEMENT, vol.10, 275-284.
- サイクル機構, 2001, 超深地層研究所 地層科学研究基本計画. サイクル機構技術資料, JNC TN7410 2001-009.
- Ishihara, S. and Wu, C., 2001, Genesis of Late Cretaceous-Paleogene granitoids with contrasting chemical trends in the Chubu District, central Japan. Bull. the Geological Survey of Japan, vol. 52 (10), 471-491.