

ナチュラル・アナログとしてのオクロ鉱床 — 同位体化学的アプローチ —

日高 洋¹⁾・増田彰正¹⁾

1. はじめに

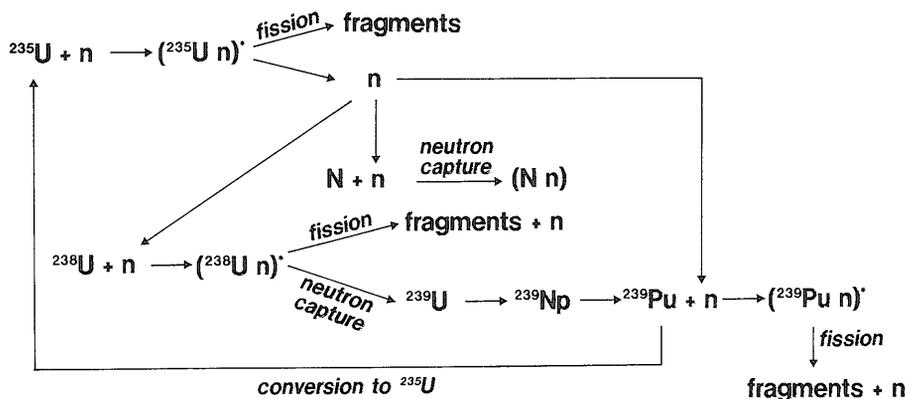
自然は時に我々の予期し得ぬものを創造することがある。1942年、シカゴ大学のフェルミらが当時最高の科学力を結集して完成させた原子炉を、自然の模倣とも言わしめた“オクロ天然原子炉”の存在もその一例である。

アフリカ・ガボン共和国オクロのウラン鉱床が過去に天然原子炉として作動していたことは周知の事実であり、1972年の発見以来、幅広い分野において数多くの研究がなされてきた。特に、放射性廃棄物の地層処分を想定したナチュラル・アナログの見地から、オクロ鉱床内での様々な核分裂生成核種が約20億年間にとった挙動については非常に興味もたれている。室内実験で評価できない長期間における核種の挙動を把握するうえで、貴重なデータを提供してくれる、まさに理想的なナチュラル・アナログと言えよう。オクロ鉱床の概要については、既に地質ニュースでも詳しく紹介されているので(藤井, 1991) 控え、本小論では最近のオクロに関する研究動向

およびその将来の展望について主に同位体化学的な見地から述べさせていただきたい。一つ一つの元素同位体組成の変動の意味を解し、またそれをつなぎ合わせ総合的に解釈していくことで、人工的に追試できない部分を補うとともに多くのことを自然から学んでいけると確信している。

2. 元素同位体測定による原子炉のキャラクターリゼーション

オクロ鉱床内で起こった核反応を簡略化すると第1図に示した通りになる。元素同位体組成に影響を及ぼす原因の主なものとして以下の2つが挙げられる。(1)核分裂生成反応により、元来存在していた通常の地球上物質の同位体組成をもった元素に核分裂起源の元素が加えられる(第2図A)。(2)ある核種の原子核が原子炉内で飛び交う中性子を捕獲し、ガンマ線を放出すること(中性子捕獲反応)により質量数が1だけ増した同位体へとかわる



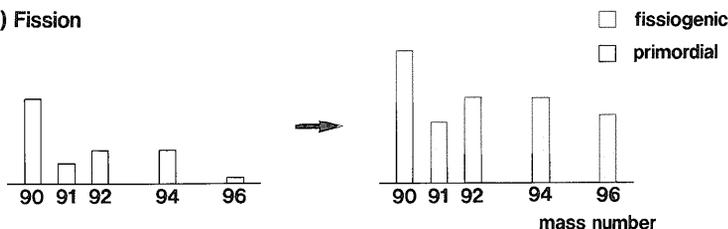
第1図 オクロ鉱床内での核反応の模式図。

主反応は、 ^{235}U の中性子誘導核分裂、 ^{238}U の中性子捕獲によって生じる ^{239}Pu から ^{238}U が再生される反応、様々な核種の中性子捕獲反応である。その他、 ^{238}U および ^{239}Pu もわずかではあるが(全体の数%程度)核分裂を起こしている。

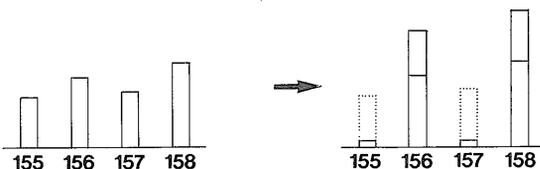
1) 東京大学理学部化学教室：〒113 東京都文京区本郷7-3-1

キーワード：オクロ現象，天然原子炉，ナチュラル・アナログ，核分裂生成核種，放射性廃棄物，中性子捕獲反応，同位体組成

(A) Fission



(B) Neutron Capture



第2図

A : 核分裂生成反応, Zr の例.
 B : 中性子捕獲反応, Gd の例. 中性子捕獲反応断面積の大きい155, 157は, それぞれ 156, 158へとかわる.

(第2図B).

実際にはこの2つの反応はほとんど同時に並行して起こっているため区別することはできない。ここで興味の対象となるのは、オクロ天然原子炉の核反応についてのモデル計算である。反応終了後のいくつかの元素同位体を測定することによって原子炉内で起こった核反応のスケールを示すパラメータを推定することが可能となる。

2.1 中性子フルエンスの見積り

中性子との相互作用（ここでは中性子捕獲反応）を起こし易い核種に着目すると、原子炉内で単位面積あたりに発生した中性子の総量（中性子フルエンス： n/cm^2 ）を見積ることができる。今までに ^{143}Nd , ^{145}Nd , ^{147}Sm , ^{155}Gd , ^{157}Gd , ^{162}Dy などの核種を用いた見積り法が考案されている (Ruffenach et al., 1976; Loubet and Allegre, 1977; Hidaka and Masuda, 1988)。ここでは Gd 同位体を用いた方法を紹介する。

^{155}Gd , ^{157}Gd は熱中性子 (0.025eV) に対して、それぞれ $6.1 \times 10^4 \text{ barn}$, $2.56 \times 10^5 \text{ barn}$ ($1 \text{ barn} = 10^{-24} \text{ cm}^2$) と非常に大きな中性子捕獲断面積を持っている。したがって、 $^{155}Gd(n, \gamma)^{156}Gd$ あるいは $^{157}Gd(n, \gamma)^{158}Gd$ といった反応を起こし、 ^{155}Gd , ^{157}Gd の同位体存在度は通常の地球上物質の標準値とくらべると極端に低くなり、逆に ^{156}Gd , ^{158}Gd のそれは高くなっている (第1表)。

原子炉が作動している間のある核種の原子数の経時変化は次のように表される。

$$dN_i/dt = (\text{核分裂生成による増加量}) + (N_{i-1} \text{ の中性子捕獲による増加量}) - (N_i \text{ の中性子捕獲による減少量})$$

いま ^{155}Gd , ^{156}Gd , ^{157}Gd , ^{160}Gd について考えると

$$dN_{155}/dt = N_{235} \rho_{155} \sigma_{f235} \phi - N_{155} \sigma_{c155} \phi$$

$$dN_{156}/dt = N_{235} \rho_{156} \sigma_{f235} \phi + N_{155} \sigma_{c155} \phi$$

$$dN_{157}/dt = N_{235} \rho_{157} \sigma_{f235} \phi - N_{157} \sigma_{c157} \phi$$

$$dN_{160}/dt = 0$$

ここで、 N_i は質量数 i をもつ原子の数、 ρ_i は i の核分裂収率、 σ_{f235} は ^{235}U の核分裂断面積、 ϕ は中性子束、 σ_{ci} は i の中性子捕獲断面積である。

^{154}Gd , ^{156}Gd は ^{155}Gd , ^{157}Gd にくらべると格段に中性子捕獲断面積が小さいため (それぞれ 90, 2 barn), この両者自身の中性子捕獲による原子数の増減は無視できる。さらに ^{160}Gd は核分裂生成されず、中性子捕獲断面積も 0.77 barn と極めて小さいため、核反応の前後で原子数は不変と近似できる。上記の微分方程式には ^{235}U の原子数が介入してくるが、これも時間の関数であることを考慮しなければならない。

したがって次に、 ^{235}U , ^{238}U の原子数の経時変化を考える。

$$dN_{235}/dt = -(\text{自然壊変による減少量}) - (\text{核分裂による消費量}) + (\text{^{238}U からの再生による増加量})$$

$$= -\lambda_{235} N_{235} - \sigma_{f235} \phi N_{235} + \sigma_{f235} \phi N_{235} C$$

$$dN_{238}/dt = -(\text{自然壊変による減少量}) - (\text{中性子捕獲による減少量})$$

$$= -\lambda_{238} N_{238} - \sigma_{c238} \phi N_{238}$$

ここで、 λ_i は自然壊変定数、 C は ^{238}U から ^{235}U への再生係数である。オクロ釷床内では、天然水の関与により発生した中性子が減速され、エネルギー的には熱中性子近傍での中性子誘導核分裂が起こったと考えられている。(通常のウラン釷床では、中性子が減速されずに系外へ飛び出していくため連鎖的な核分裂反応はほとんど起こらない。) したがって、熱中性子近傍で核分裂を起こし易い ^{235}U は

第1表 Gdの同位体組成 (atom%)

	152	154	155	156	157	158	160
terrestrial standard ¹⁾	0.201 ± 2	2.17 ± 2	14.78 ± 3	20.46 ± 6	15.67 ± 6	24.79 ± 9	21.92 ± 6
A ¹⁾	13.73 ± 3	4.38 ± 1	0.844 ± 1	32.69 ± 4	0.146 <1	31.92 ± 4	16.29 ± 2
SF-29 ¹⁾	4.83 ± 1	3.09 ± 1	4.49 ± 1	29.95 ± 5	0.745 ± 2	36.81 ± 6	20.08 ± 3
SF-42SL ¹⁾	1.20 <1	2.45 <1	8.54 ± 2	26.77 ± 7	4.37 ± 1	35.26 ± 9	21.39 ± 4
SF-42SS ¹⁾	0.517 ± 1	2.27 <1	12.49 ± 2	22.80 ± 5	9.18 ± 2	31.06 ± 6	21.68 ± 4
SC55-1852 ²⁾	4.78 ± 5	2.53 ± 4	2.39 ± 4	32.76 ± 10	0.52 ± 9	37.05 ± 10	19.97 ± 8
KN267-2194 ²⁾	11.14 ± 3	4.14 ± 1	0.54 ± 3	33.44 ± 5	0.183 ± 2	33.44 ± 5	17.12 ± 4
KN245-2674 ²⁾	7.99 ± 5	2.76 ± 2	2.10 ± 2	33.08 ± 14	1.00 ± 2	34.64 ± 15	18.43 ± 11

誤差は 2σ mean で示した。

1) Hidaka and Masuda, 1991による。

2) Holliger and Devillers, 1981による。

第2表 Gd 同位体組成から求められた各種パラメータ

	再生係数	平均温度(°C)	中性子フルエンス (x10 ²⁰ n/cm ²)
A	0.49	200	1.94
SF-29	0.12	240	0.28
SF-42SL	0.03	200	0.17
SF-42SS	-	200	0.085
SC55-1852	0.27	220	0.95
KN267-2194	0.20	>500	3.72
KN245-2674	0.37	200	1.53

核分裂し、一方、核分裂よりも中性子捕獲を起こし易い ²³⁸U はむしろ ²³⁵U の再生に貢献していたと言える。

さて、これらの連立微分方程式を解くことによって中性子フルエンスおよび再生係数を求めることができる。結果は第2表に示した。

2.2 中性子エネルギー(温度)の見積り

¹⁷⁶Lu のように中性子捕獲断面積が中性子のエネルギーによって極端に変化する(第3図)ような核種をもつ

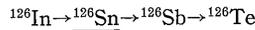
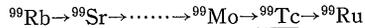
元素の場合、その同位体比の測定から原子炉内で発生した中性子の平均エネルギーが計算できる。Holliger and Devillers (1981) は ¹⁷⁶Lu の中性子捕獲断面積を温度の関数としてとらえ、原子炉作動時の Lu 同位体比の経時変化を考えることにより、原子炉内の平均温度を見積った。異なる3つの原子炉ゾーンから採取された6種の試料についての Lu 同位体比測定結果から、平均温度として 280±50°C が得られている。また、¹⁵⁵Gd, ¹⁵⁷Gd の中性

子捕獲断面積も同様に温度の関数として取り扱うことができるため、Gd 同位体比を用いても温度の見積が可能となる。その結果は 200~220°C となり、Lu から得られた値とほぼ一致する (Hidaka and Masuda, 1988)。その他、原子炉のコア部およびそれをとりまく堆積層中の粘土鉱物の酸素同位体の変動を利用して原子炉周辺の温度を推定することもできる (Gauthier-Lafaye et al., 1989)。原子炉のコア部および周囲の様々な堆積層の中からイライト、クロライト、カルサイトを採取し、その酸素同位体測定を試みると、原子炉の周縁部からコア部にかけて温度が上昇していることが推測される。コア部では温度は 300~350°C に達したとみられ、これも Lu あるいは Gd 同位体比測定から導き出される温度と一致していると言えよう。

3. 核分裂生成核種の挙動

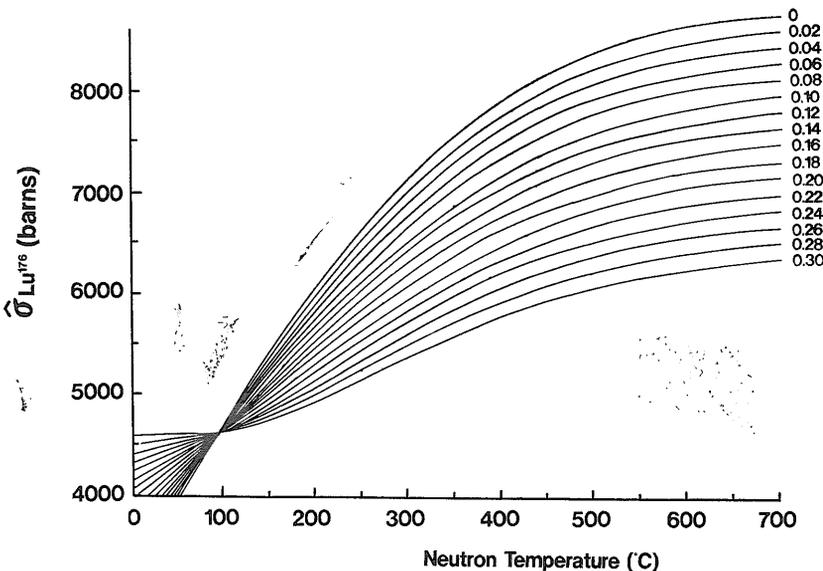
オクロ試料中の元素は元来存在していたフラクション (primordial fraction) に核分裂によって生成されたフラクション (fissionogenic fraction) が混じりあったものである。しかも先述の通り、中性子捕獲反応による同位体の変動も起こりうるため、元素によっては非常に極端な同位体組成をとらざるを得ない。質量数 80 から 100、および 130 から 160 に属する元素は核分裂によって生成される率が非常に高いため、核分裂生成核種の情報が得やすいと考えられる。原子炉コア部およびその周囲の一連の試料について元素同位体比ならびに存在度を測定することにより核分裂生成核種の分布状態をとらえることができる。

原子炉ゾーン 9 (現在オクロでは 15 の原子炉ゾーンが発見されている。) の内外における Mo, Ru, Pd, Ag, Cd, Sn, Te, Nd の核分裂生成核種の挙動については最近詳しく調べられている (Curtis et al., 1989; Loss et al., 1989)。原子炉ゾーン 9 のコア部から採取された 8 種のウラニナイト試料から判断すると、核分裂生成物としての Te は他の元素に比べて最も保持されやすく、Te の原子炉内での保持の程度を 1 とした場合の他元素の保持率は第 3 表に示す通りである。Ru, Pd, Nd などは比較的良好に保持されていることがわかる。また、それぞれの核種の核分裂生成過程においてフィッション・チェーンの中で安定核種に到達するまでに長い半減期の“プレカーソル(中間で生成される放射性核種)”を経験するものは、そのプレカーソルの化学的性質を反映した挙動をとると考えられる。たとえば、 ^{99}Ru のフィッションチェーン中に存在する ^{99}Tc (半減期 2.14×10^6 年) や ^{126}Te のフィッションチェーン中に存在する ^{126}Sn (半減期 1×10^6 年) などが挙げられる。



経験的に知られている核分裂収率値との比較をしてみると、Ru および Te の同位体のなかで ^{99}Ru と ^{126}Te は明らかにその存在度に異常をきたしていることがわかる。

さらに、この原子炉ゾーン 9 をとりまく 9 種の堆積岩について同様の核分裂生成核種の存在度を求めたところ第 4 図のような分布を得た。図に示す Tc, Sn, Sb はそれぞれ ^{99}Tc , ^{126}Te , ^{125}Te の同位体存在度の異常から見積った値である。



第 3 図
 ^{176}Lu の中性子捕獲反応断面積
の中性子エネルギー依存性。
横軸は中性子の温度を、縦軸は
 ^{176}Lu の中性子捕獲のための実
効断面積を示す。実効断面積は
 $\hat{\sigma} = \sigma_0(g+r) \cdot I$ で表される。こ
こで、 σ_0 , g , r , I はそれぞれ熱
中性子捕獲断面積、補正係数、
エピソード・インデックス、
共鳴積分を意味しており、図中
には異なるエピソード・イン
デックス ($r=0 \sim 0.3$) での断面
積が示されている。(Holliger
and Devillers, 1981 による)

第3表 オクロ原子炉ゾーン内での核分裂生成物の保持率
(Curtis et al., 1989 による)

核分裂生成物	保持率
Te	1
Ru	0.91
Pd	0.88
Nd	0.83
^{126}Te - ^{126}Sn	0.80
^{99}Ru - ^{99}Tc	0.66
Ag	<0.34
Mo	0.26
Sn	>0.26
Cd	0.002

その他、核分裂生成核種の存在度から核分裂収率曲線を作成すると、核種の試料中での相対的な保持率を知ることができる (Hidaka, et al.). 一般に、原子炉の中でウランなどの核分裂性核種を中性子照射により誘導核分裂させた場合の核分裂片の生成収率は実験値として得られ

ており (例えば Crouch, 1977), 第5A図のような曲線を描くことが知られている。オクロ天然原子炉で起こった核分裂現象は ^{235}U の熱中中性子による誘導核分裂に近い状態と考えられる。したがって、オクロの試料について質量数 85から 170に属する元素の同位体存在度から実試料の核分裂収率曲線を再現させた場合、核分裂生成核種が試料内によく保持されていれば、実測曲線は理論曲線と一致し、逆に保持の程度が低ければ2つの曲線間に大きなずれが生じるはずである。実際に3つの試料についての核分裂収率曲線を第5B~D図に示す。

まず、どの試料にも共通に言えることは、

① Ru, Pd, Te および大部分の REE はよく保持されている。

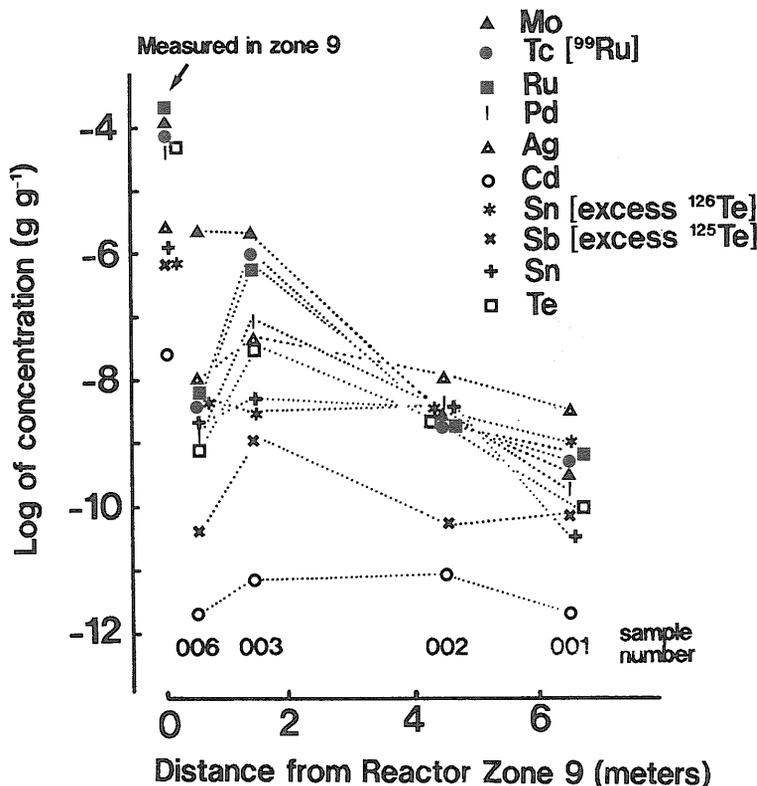
② Rb, Sr, Ba はほとんど散逸していて、わずかに痕跡程度しか保持されていない。

③ ①についてはゾーン9で得られた結果と一致している。

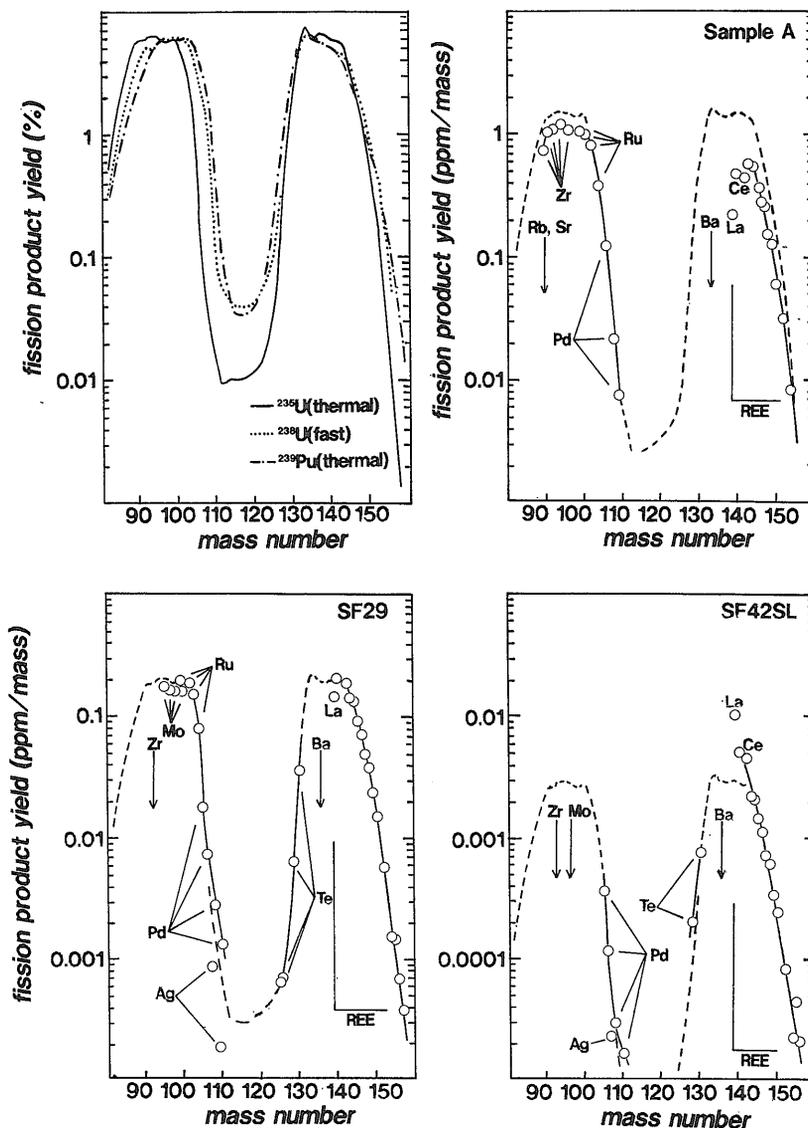
また②のように、水に対する溶解度が比較的高い元素は天然水などの効果で流されてしまったということは十分に考えられる。

また、Zr, Mo は試料の違いによって保持の程度に大きく差があり、

③ Zr, Mo の保持の程度は原子炉内外の化学的環境に



第4図
原子炉ゾーン9をとりまく周囲の堆積岩中の核分裂生成核種の存在度。
横軸は炉心からの距離 (m) を、縦軸は濃度の対数値をとっている。(Loss et al., 1989による)



第5図 A：(上左) 中性子誘導核分裂の収率曲線。(Crouch, 1977 のデータをグラフ化したもの)
 B：(上右) 試料A (原子炉ゾーン7～9) の核分裂収率曲線。
 C：(下左) SF 29 (原子炉ゾーン10)
 D：(下右) SF 42SL (原子炉ゾーン10)
 B～Dの実線は測定値、点線は²³⁵Uの熱中性子による誘導核分裂の文献値(A)をそれぞれにフィッティングさせたもの。

特に左右されやすい。
 化学的性質が似ているはずの一連の REE についても、よくみると
 ④ La, Ceは他の REE とは少し異なる挙動をとる。
 この La, Ce の他の REE とのわずかな挙動の違いは次のように解釈できる。核分裂生成核種のフィッション・チェーンに着目すると、La, Ce以外の REE については

フィッション・チェーンの中にほとんど REE しか存在しない。それに対し La, Ce は REE 以外の元素を経験している。たとえば、¹³⁹La においては
 $I \rightarrow Xe \rightarrow Cs \rightarrow Ba \rightarrow La$
 のように I, Xe, Cs, Ba などの REE とは全く化学的性質の異なる元素を経過するのに対し、¹⁴⁷Sm においては
 $Ce \rightarrow Pr \rightarrow Nd \rightarrow Pm \rightarrow Sm$

のように REE 間での遷移となっている。

厳密に言えば ^{143}Nd , ^{144}Nd , ^{145}Nd , ^{146}Nd , ^{148}Nd もそのフィッション・チェーンの中で REE 以外の元素を経験するわけであるが、その半減期は La, Ce の場合に比べて極めて短いため (それぞれ 14.1 秒, 6.5 秒, 2.0 秒, 0.5 秒, ちなみに ^{139}La は約 93 分, ^{140}Ce は 12.8 日, ^{142}Ce は 104 分), その効果は無視できると考えられる。

先述の ^{99}Ru や ^{126}Te のように非常に長い半減期を持つプレカーソルが介入する系での、そのプレカーソルとして存在している間の散逸の可能性については今までいくつかの報告例があるものの、この La, Ce の場合のように半減期がさほど長くないプレカーソルの散逸の報告例はほとんどない。しかし、オクロ研究以外の立場から類似の見解が論じられている例がある。チェルノブイリ原発事故による大気汚染の調査から ^{137}Cs が大気中に散逸していく過程においてフィッション・チェーンのプレカーソルである ^{137}Xe が大きな役割を果たしている可能性が示唆されている (Liu et al., 1990)。 ^{137}Xe はその半減期が約 3.84 分と短いにもかかわらず、不活性気体のために損傷を受けた原子炉からの移動が容易に起こり、最終的に多量の ^{137}Cs が大気中に放出されたと考えられている。

このように核分裂生成核種の挙動を論じる場合には、最終生成物である元素自体の物理的・化学的性質ばかりでなく、そのフィッション・チェーンにおけるプレカーソルの性質をも考慮しなければならない。

4. 今後の研究動向

現在欧州共同委員会 (CEC) を中心とした「ナチュラル・アナログ」としてのオクロのワーキンググループが発足しており、1991年2月14・15の両日、パリ近郊のフランス原子力庁にて第一回目のミーティングが開催された。これからの研究方針について討議され、次のようなテーマが挙げられた。

・原子炉に関係する粘土層の同位体研究

原子炉の周囲および原子炉から遠く離れた部分の粘土について K-Ar, Rb-Sr, Sm-Nd 同位体測定をおこなひ、これらを比較して鉱床内で起こった熱水作用、続成作用による粘土鉱物への影響を調べる。また、粘土鉱物の水素、酸素同位体測定あるいは fluid inclusion の分析から、粘土鉱物の結晶化の際の物理化学的状态を推測する。

・有機物質の分析

試料に含まれる有機物について原子炉の炉心部と周囲の堆積層との組成や分布の違いから、熱ストレス・放

射線損傷の影響を調べる。有機物質に包有される鉱物の分析を行い、原子炉内での核分裂生成核種の分布と有機物質との相関性を調べる。核分裂生成核種の濃集に対するコロイド、有機物、微生物組織などの役割を明らかにする。

・地下水の分析

地下水の水素・酸素同位体分析からその起源や年代を推定し、地下水の動きと原子炉ゾーンの関連性を調べる。また、地下水との接触によって生じる沈澱物や化学的風化についてウランあるいはその娘核種との放射平衡を調べることにより、地下水と堆積物との相互作用の程度を知る。

・ボーリング試料の分析

オクロでは原子炉ゾーンを含むいくつかの箇所についてボーリングを行っており、その試料の放射能測定から堆積層の境界と放射性核種の濃集の関係を調べる。さらに、ボーリング試料の各堆積層における核分裂生成核種の分布を調べることにより、広範囲における核分裂生成核種の拡散・移動・保持の度合を知ることができる。オクロ-オケロポンド地区における新しい原子炉ゾーン、あるいはオクロから南南東に 30km ほど離れたバゴンベ地区に見つかった天然原子炉についても現在サンプリングなど詳しく調査をおこなっている段階である。

自然環境には、放射性核種の挙動に影響を与える要因が多く存在し、またそれらは複雑に絡み合っていると考えられる。しかしナチュラル・アナログの利用により、それらのいくつかは比較的容易に理解することができる。同位体化学の見地からオクロ鉱床を眺めることにより 2 次元的、さらには 3 次元的な核分裂生成物の分布を、あるいは特定核種の濃集とその他の要因との相関性を把握することが可能であり、そのために元素同位体の精密な測定とその正確な解釈が必要とされるであろう。

謝辞：本小論を作成するにあたり、地質調査所の平田岳史、金井 豊、上岡 晃、佐藤興平各氏には貴重な助言を頂きました。ここに感謝の意を表したいと思います。

参考文献

- Crouch, E. A. C. (1977): Fission-product yields from neutron-induced fission. Atomic data and nuclear data tables, 19, 417-532.
- Curtis, D. B., Benjamin, T. M., Gancartz, A. J., Loss, R. D., Rosman, K. J. R., DeLaeter, J. R., Delmore, J. E., Maeck, W. J. (1989): Fission Product retention in the Oklo natural fission reactors. Appl. Geochem., 4, 49-62.
- 藤井 勲 (1991): 20億年前の天然原子炉 (オクロ鉱床) を訪ねて。地質ニュース, no. 439, 30-39.

- Gauthier-Lafaye, F. and Weber, F. and Ohmoto, H. (1989): Natural fission reactors of Oklo. *Econ. Geol.*, **84**, 2286-2295.
- Hidaka, H. and Masuda, A. (1988): Nuclide analyses of rare earth elements of the Oklo uranium ore samples: a new method to estimate the neutron fluence. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **88**, 330-336.
- Hidaka, H., Konishi, T. and Masuda, A. (1991) Reconstruction of cumulative fission yield curve and geochemical behaviors of fissionogenic nuclides in the Oklo natural reactor. submitted to *Appl. Geochem.*
- Holliger, P. and Devillers, C. (1981): Contribution a l'etude de la temperature dans les reacteurs fossiles d'Oklo par la mesure du rapport isotopique du lutetium. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **52**, 76-84.
- Loss, R. D., Rosman, K.J. R., DeLaeter, J. R., Curits D. B., Benjamin, T. M., Gancarz, A. J., Maeck, W. J. and Delmore, J. E. (1989): Fission-product retentivity in peripheral rocks at the Oklo natural fission reactors, Gabon. *Chem. Geol.*, **76**, 71-84.
- Loubet, M. and Allegre, C. J. (1977): Behavior of the rare earth elements in the Oklo natural reactor. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **41**, 1539-1548.
- Liu, C. K., Faller, S. H., and Kuroda, P. K. (1990): Ruthenium-103, Iodine-131, Tellurium-132, and Cesium-137 in air after the Chernobyl event. *Radiochim. Acta*, **50**, 159-167.
- Ruffenach, J. C., Menes, J., Devillers, C., Lucas, M. and Hagemann, R. (1976) Etudes chimiques et isotopiques de l'uranium, du plomb et de plusieurs produits de fission dans un echantillon de minerai du reacteur naturel d'Oklo. *Earth Planet. Sci. Lett.*, **30**, 94-108.
-
- HIDAKA Hiroshi and MASUDA Akimasa (1991): Oklo as a natural analogue: isotopic study for radioactive waste disposal.
-

<受付: 1991年7月3日>

新刊紹介

「北陸地方土木地質図 (20万分の1), 同解説書」

(A4版, 997p)

編集: 北陸地方土木地質図編集委員会

発行: 国土開発技術研究センター

地質図はわが国においても、海外諸国においても無数に出版され、それぞれの目的に応じて広く利用されている。わが国では1800年代末から1950年代頃まで、地質図を主としてエネルギー・鉱物資源の探査・評価・開発のための基礎資料として作成・利用して来たが、近年においては社会資本充実のための国土開発事業にかかる地質の基本情報としての需要が高まって来ている。

地質はダム、道路、橋梁、大規模宅地開発等の事業において、それらの適切な工法、安全性確保、環境保全等を検討するために理解しておかなければならない最も基本的な情報である。また、地震、火山噴火、地すべり、斜面崩壊等の自然災害に対処するためにも不可欠な情報でもある。

本書はこのような観点から作成された20万分の1地質図と解説書である。一般的に、広範囲をカバーする地質図は特定の目的のためにのみ作成されることはないため、その地質図から得られるものは基礎的な地球科学情報である。その点本書では、土木工学分野に必要な多く

の情報を盛り込んで、それぞれの地域の地質と土木工学上の諸性質が理解できるよう配慮している。たとえば、地質凡例数を東北日本113、西南日本116にまとめ、できるだけ各々の地域の地盤地質成土史が把握できるよう努め、さらに土木地質図のほかにオーバーレイ用として、地すべり防止区域、急傾斜地崩壊危険地域および雪崩発生危険地域、ガス田、油田、公園をまとめて、2種類の図面が添付してある。また、解説書には一般的な地質やエネルギー・鉱物資源のほか、地盤および岩盤の工学的性質、土木構造物と地質との関係、災害と地質との関係など、土木建設に必要な多くの情報が豊富に記載されている。

したがって、常日頃地質を研究し、あるいは地質図作成に携っている地質技術者や研究者にとって、地質図が実際に、どのように利用され、それらの地質情報が社会基盤の維持向上をはかっていく分野にどのように貢献しているのかなどを具体的に理解できる書として、是非身近に備えておきたいものである。

購入・問い合わせ: 国土開発技術センター (Tel. 03-3503-0393; Fax, 03-3592-6699)

定価: 37,500円 (税・送料込み)

(国土開発技術センター 桑原啓三, 地質調査所地質標本館 神谷雅晴)