

## 第24回シンポジウム 参加記 放射性廃棄物処分のための科学的基礎

笠間 丈史\*

### 1 会議概要

2000年8月27日から31日の5日間、Material Research Society (MRS)による標記シンポジウムが Australian Nuclear Science & Technology Organization (ANSTO)の共催でオーストラリア、シドニー市内のヒルトンホテルで行われた。シドニーはちょうどオリンピックが開催される2~3週間前ということで、いつもより慌ただしいとタクシーの運転手が話していた。本会議は低レベルから高レベルまでの放射性廃棄物処分に関わる研究を対象に行われ、アクチノイド元素の吸着機構から repository のデザインやその設定、処分における経済性などといった非常に広い範囲をカバーしている。特に今回はガラスやセラミック、セメント固化体や使用済核燃料 repository の性能評価に焦点が当てられ、そのトピックに関わる研究が多く発表された。

会議には20カ国から約150人の参加者があり、そのうち日本からの参加者は24名で、参加者の約6分の1を占めた。ここからも日本が放射性廃棄物処分問題に高い関心を持っていることがわかる。27日の夕刻から受付が始まり、歓迎会が催された。発表は28日朝から31日夕刻までの間に3件の特別招待講演、3件の招待講演、88件の一般講演、72件のポスター発表が行われ、いずれの発表においても活発な議論がなされていた (Table 1)。特にポスター発表は29日午後6時30分から9時までの2時間半あったのだが、9時を過ぎてもまだ熱心な議論をしているグループがいくつも見られた。28日のセッションの後にはバンケットが準備されており、参加者は食事や演奏、ダンスを楽しみ、交流を深めた。

### 2. セッション内容

会議で中心となったセッションは Repository study セッションと Solubility, Transport Modeling and Migration, and Sorption セッションが人気があり、全体の約3分の1を占めた。Sorption セッションでは岩石や鉱物、土壌を通しての元素の吸着実験が多く発表され、元素の吸着や移行のモデリングについても議論されていた。しかし、それらの元素が鉱物や土壌の表面でどのような状態で吸着および結

合しているかという問題については明らかになっていないようで講演者からの返答は曖昧で、さらなる実験の必要性が感じられた。

Wasteforms 関連のセッションでは、ポーラス結晶質物質やマイクロポーラス物質の高いイオン交換能により Cs イオンや Sr イオンの選択性評価やそれらの物質に Pu や Nd をドーブし、溶解実験によってそれら元素の挙動についての報告された。日本からは BiPbO<sub>2</sub>NO<sub>3</sub> やソーダライトを用いて、ベントナイトでは阻止することができない I イオンの固定についての研究が紹介され、それらの有効性が示された。Glass wasteforms では、特にフランスのグループが中心となって発表し、ガラスが溶解することによって生じる protection gel の生成条件や protection と non-protection gel の関係について説明し、それらの生成は Si の飽和状態だけでなく、その変質履歴にも関係していることを強調していた。ジルコノライトやジルコンに関わった研究が非常に多く見られ、その鉱物自体の安定性や放射線損傷などの変質実験が行われていた。また、それらの鉱物をベースにしたガラスやセラミック固化体の生成方法やその性質、加熱や溶液による変質実験が行われ、その耐久性の評価を行っている研究もあった。

ベントナイト関連では Fe-モンモリロナイトの特性評価や Na-ベントナイト中での Ca イオンの挙動、ベントナイト間隙水の溶液化学などについて述べられていた。Engineering barrier システムとしてのベントナイトに対して、thermo-hydro-geochemical model の適用の試みや地球科学コードを使って、Am や U などの挙動について溶液化学的視点から緩衝材 (例えば、MgO/CaO や粘土) の違いによる影響をモデリングしているものも見られた。その他にもモデルに関する発表が多く見られ、重要視されているようではあるが、依然数字合わせ的なものもあり、会議の雰囲気としては容易には受け入れがたいという感じがあった。

Thermodynamics セッションでは Navrotsky のグループが中心となってジルコノライト - パイロクロア系列について熱化学データから、それらの相の安定化について議論をし、さらにそれら鉱物の熱力学的データベース構築の重要性を言及した。また、彼女は「それらの熱力学的データをどのようにして適用するのか？」という質問に対して、「私の仕事は正確なデータを供給することであり、それを有効に利用するのはあなたがたの仕事だ」と応えたことは印象的な発言だった。

Natural systems セッションではジルコノライトやパイロ

Report on the 24th symposium on the scientific basis for nuclear waste management, by Takeshi Kasama (kasama@gbs.eps.s.u-tokyo.ac.jp)

\* 東京大学大学院 理学系研究科 地球惑星科学専攻 Department of Earth and Planetary Science, Graduate School of Science, The University of Tokyo 〒113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1

クローアなどの天然の観察を通して、その取り巻く環境における変質過程やその安定性が述べられたり、実験室と天然の観察から U の濃集・結晶化メカニズムについての議論がなされたりしていた。

私が最も関心がある Microbiology セッションでは発表件数が少なく、口頭・ポスター発表をあわせても 4 件しかなかった。最近の地球科学関連の学会では微生物などの生物活動に関わる諸現象についての研究が重要な位置を占めており、発表件数も非常に多いので 4 件という数字は意外であった。座長は West が務め、彼女の発表 (1 件は Repository セッションで発表) の一つに地下深部の地下水にいくつかの微生物の存在を明らかにし、その地下水に硫黄・鉄還元細菌と閃緑岩を細粒にしたものを混ぜたところ、細菌が存在する系でののみスメクタイトの形成が観察された。このことは微生物が粘土鉱物の生成に関わったという非常に興味深い結果であった。質問の一つにメカニズムについて問われたものがあつたが、彼女は吸着サイトとして多糖類の影響や官能基の存在 (-OH, -COOH など) が関係しているという一般的な回答をしており、定量的な実験および議論を深める必要がある。Fukunaga は圧密化されたベントナイトと石英砂の混合物中での微生物の移動について発表し、制約はあるものの微生物がそのような混合物中を移動したことは私にとって驚きの結果であった。次に問題となるのは「微生物はどのような経路で移動したか」ということであろう。おそらく圧密化されたベントナイトの空隙は微

生物よりも小さい。この問題は現在土壌研究者で最も関心の高いテーマの一つであり、微生物が関わる物質の移動を考えるうえで非常に重要なことである。上記の二つの研究は地下深部においてでも微生物は生息し、十分活動できる能力を持っていることを示しており、放射性廃棄物地層処分において微生物による放射性物質の移動は非常に重要なことで、真剣に取り組まなければならない課題である。

会議全体を通して活発に議論され、本質的な質問も多く、質の高い討論がなされていた。最後は Oversby が会議の成功を告げ、事務局の Hart に感謝の意を称し、拍手で会を終えた。

### 3 最後に

初めてこの学会に参加して、放射性廃棄物処分の長期安定性評価に対する真剣な取り組みがよく理解でき、世界レベルで深刻な問題であることを改めて痛感した。放射性核種の移行や遅延、核種が環境に与える影響、そのモデリングの信頼度、生物活動による影響など、依然として多くの問題を抱えており、様々な分野からのアプローチが必要であると感じた。本会議参加にあたり日本原子力学会バックエンド部会による海外助成を受けた。心から感謝の意を表する。(文中敬称略)

Table 1 Chairs and number of papers for each session

セッション		座長	件数
1	Conditioning of Wastes	G. Fairhall, D. Knecht, and A. Aloy	12
2	Immobilisation of Wastes in Cement and Bitumen	G. Fairhall and P. V. Iseghem	9
3	Glass Wasteforms	P. V. Iseghem and L. Vance	11
4	Ceramic Wastforms	D. Knecht, B. Weber, and L. Vance	21
5	Spent Fuel	V. Oversby, J. Bruno, J. Tait, and B. Weber	11
6	Canisters	C. Greene and S. Muraoka	7
7	Engineered Barriers	M. Yui and S. Muraoka	15
8	Microbiology	J. West	4
9	Thermodynamics	A. Navrotsky	3
10	Repository Design Repository Performance Assessment	H. Umeki, I. McKinley, and L. Werme	30
S	Invited Presentations	T. Sabine	3
11	Natural systems	G. Lumpkin, R. Ewing, V. Oversby, and T. Murakami	12
12	Solubility, Transport Modeling and Migration, and Sorption	T. Payne and Y. Albinsson	28