

海外産ベントナイトの特徴と放射性廃棄物処分への適用可能性調査

戸田建設(株) 正会員 ○関根一郎 クニミネ工業(株) 伊藤雅和
 大成建設(株) 正会員 山本卓也 (株)間組 正会員 雨宮清
 日本国土開発(株) 正会員 佐藤 泰
 (財)原子力環境整備促進・資金管理センター 正会員 寺田賢二

1. まえがき

放射性廃棄物処分施設では、緩衝材や埋め戻し材料としてベントナイトを使用することが検討されており、その長期に亘る安定供給の確保が重要な課題となる。そのため、国内産に限定せず、広く世界のベントナイトを対象を広げて調査研究する必要がある。POSIVA¹⁾、SKB²⁾などでは、地理的に欧米のベントナイトを調査研究の検討対象としているが、我が国では供給体制を鑑み、アジア地域独自の調査が必要な状況にある。

このような背景の中、(財)原子力環境整備促進・資金管理センターでは自主研究として海外産ベントナイトの放射性廃棄物処分事業への適用性について調査研究を行なっている³⁾。本報告では調査研究成果の一部を報告するもので、海外産ベントナイトの特徴を述べた上で、今後の課題と調査の方向性を整理するものである。

2. 海外産ベントナイトの特徴

海外産ベントナイトの調査対象は、今後検討していかなければならないが、ここではベントナイトの特徴を整理するために、表-1 に示すベントナイトを検討対象とした。ベントナイトの特徴を議論するために国産のベントナイトも表に加えた。中国のベントナイト産地(図-1 参照)の内、GMZ は中国の公的機関が中国での放射性廃棄物処分施設に使用する上で有望と判断している Na 型のベントナイト鉱床である⁴⁾。GMZ は北京の西北西 240km に位置し埋蔵鉱量が 5000 万 t 以上と大規模な鉱床である。表-1 の他の中国産ベントナイトは、現在日本に輸入されているベントナイト産地から選んだもので、中規模鉱床だが日本への輸送に便利な地方に位置する。表-1 の米国産ベントナイトはいずれもワイオミング州で産する Na 型ベントナイトである(図-2 参照)。

海外産ベントナイトの特徴を調べるために、基本的な物性値の相関図を図-3~図-6 に示した。物性値には取り扱いメーカーの提示する値を使用した。図-3 は液性限界と膨潤力の関係を示した図で、両者の関係はベントナイトの種類によらずほぼ比例関係にある。これは両物性値がベントナイトの基本的な性質である保水性と関係するためであり、以降は膨潤力とその他の物性値についてグラフ化した。

図-4 は浸出 Na イオン量と膨潤力、図-5 は浸出 Na イオン量と浸出 Ca イオン量の比 (Na/Ca) と膨潤力の関係を示した図である。Na イオンを吸着している場合、Ca イオンを吸着している場合よりも Si₂O₅ 層の結合が弱く、膨潤し易いことが知られている。また、Na/Ca 比が小さい方が塩水の影響を受けにくいことが指摘されている⁶⁾。

表-1 ベントナイト凡例(産出国、産出地)

記号	名称	産出国	産出地	タイプ
●	クニゲルV1	日本	山形県	Na型
◆	Gaomiaozi (GMZ)	中国	Xinghe Inner Mongolia	Na型
■	四平劉房子	中国	Siping Jilin	Na型
□	MX-80	米国	ワイオミング州	Na型
◇	スーパークレイ	米国	ワイオミング州	Na型
△	OS-FG	米国	ワイオミング州	Na型
※	赤城 ⁶⁾	日本	群馬県	Ca改質型
□	浅間 ⁶⁾	日本	群馬県	Ca改質型
△	穂高 ⁶⁾	日本	群馬県	Ca改質型
+	アースフレンド ⁶⁾	中国	Liaoning Jianping	Ca改質型
○	クニボンド	日本	宮城県	Ca型

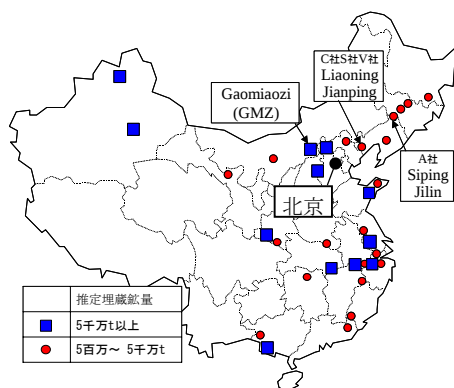


図-1 中国のベントナイト産地



図-2 米国のベントナイト産地

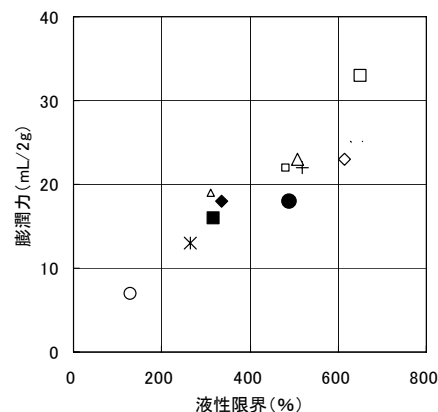


図-3 液性限界と膨潤力

キーワード：放射性廃棄物処分、ベントナイト、緩衝材、埋め戻し材、鉱床、埋蔵鉱量

連絡先：〒104-8388 東京都中央区京橋 1-7-1 戸田建設土木本部 TEL 03-3535-6316 FAX 03-3564-0730

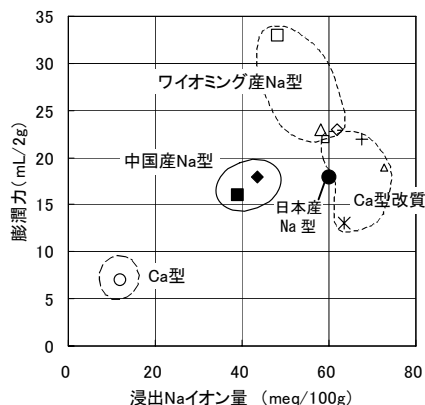


図-4 浸出 Na イオン量と膨潤力

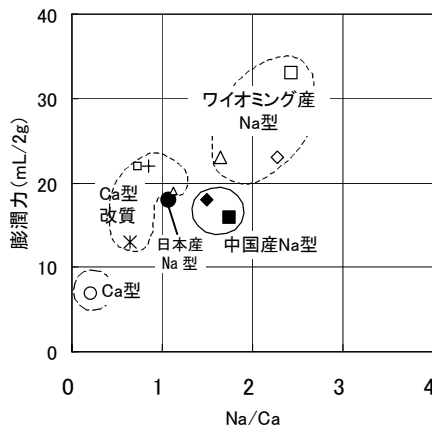


図-5 Na/Ca と膨潤力

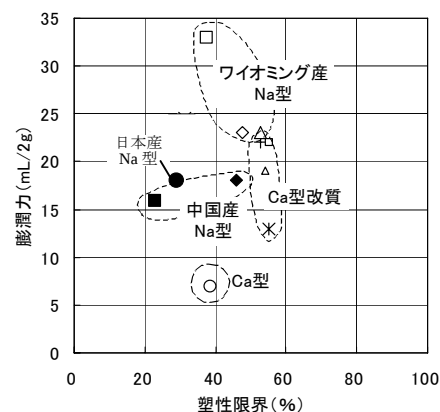


図-6 塑性限界と膨潤力

図-4, 5 とも、ベントナイトの産地やタイプごとにグループ化すると似た特性を示していることがわかった。例えば、ワイオミング産ベントナイトは高い膨潤力を示し、Na/Ca 比が大きいグループである。ワイオミング産ベントナイトは、白亜紀後期に大規模な火山活動があり、汽水性の内海に火山灰が堆積しベントナイトに変質したもので、個々の鉱床により性質が異なるベントナイトを産するが、巨視的に見れば類似した特徴を有している。

中国産 Na 型ベントナイト鉱床 2 箇所は地理的には離れているが、どちらも中生代白亜紀前期頃の陸性堆積層が変質したものである。Ca 型改質ベントナイトは、Ca 型ベントナイトをソーダ灰処理して活性化した製品で膨潤力は比較的大きいが Na/Ca 比は小さく、天然の Na 型ベントナイトとは区別される。

図-6 に塑性限界と膨潤力の関係を示した。塑性限界が低いベントナイトは締め固めやすいと言われており⁸⁾、クニゲル V1 と中国四平劉房子産ベントナイトが比較的小さな値を示している。

3. 海外産ベントナイト調査の必要性

海外産ベントナイトは、品質、埋蔵鉱量などの情報が極めて少ないのが実情である。表-2 に海外産ベントナイト調査の進め方の考え方を示した。留意点としては次の事項が考えられる。

- ①各国の試験方法が微妙に異なる場合があるため、物性値の比較に際して統一的な試験が必要である。
- ②ベントナイトは鉱産物のため、長期的には採掘箇所毎の鉱床の変化に伴う品質変化がある。そのため、海外産ベントナイトでは、現状の品質確認とともに、長期的に開発の対象となりうるベントナイト鉱床の品質の変化にも留意する必要がある。
- ③採掘箇所毎の品質の変化をある程度伴う材料なので、適用可能な物性値の範囲を示すことが必要になると考えられる。

4. おわりに

本調査研究は、(財)原子力環境整備促進・資金管理センターの自主研究「中国産ベントナイト利用基礎調査」によって実施されたものである。参加会社は、IHI、クニミネ工業、清水建設、大成建設、戸田建設、日本国土開発、間組、福田組、竹中工務店で、今回の発表では GMZ 鉱床の現地調査 WG の成果を述べた。なお、他の成果や詳細な調査報告は、別の機会に今後順次紹介していくことを考えている。最後に、本調査を行なうにあたり、中国の核工業集团公司地質局 W. Cong 副所長、北京地質研究院の J. Wang 主任研究員、Z. Wen 研究員を始めとした多くの中国関係機関の協力を得たことを記し、深く感謝致します。

参考文献

- 1) SKB: The Buffer and Backfill Handbook, Part1, 2002, Part2, 2001
- 2) Posiva Oy: Nuclear Waste Management of the Olkiluoto and Loviisa Power Plants, TKS-2006, Programme for Research, Development and Technical Design for 2007-2009, 2006.11
- 3) 寺田賢二他：海外産ベントナイトの現況と中国産ベントナイトの基礎的調査、土木学会第62回年次講演会2007.9
- 4) Wen Zhijian: Physical property of China's buffer material for high-level radioactive waste repositories, Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2006海外ベントナイト状況調査報告書、(財)原子力環境整備促進・資金管理センター、2007.3
- 5) 水野克己他：各種ベントナイトのコンシステンシー特性およびその他の基礎的特性に関する研究、粘土科学、第43巻、1号、2003
- 6) 直井優、小峯秀雄他：各種ベントナイト系緩衝材の膨潤特性に及ぼす人工海水の影響、土木学会論文集, No.785/III-70, 2005
- 7) 小峯秀雄、緒方信英：塑性限界を導入した粘土の締め固め特性の評価法の提案、土木学会論文集No.436/III-16, 1991

表-2 海外産ベントナイトの調査の進め方

フェーズ1 基礎的調査	放射性廃棄物処分施設におけるベントナイトの適用要件の整理 (緩衝材、埋め戻し材)
	中国等海外産ベントナイトの基礎的情報調査
フェーズ2 詳細調査	適用要件の取りまとめ 適用可能なベントナイト特性値範囲に関する検討
	長期安定供給が可能なベントナイトの鉱床・品質・インフラ等の詳細調査
フェーズ3 性能確認試験	性能特性値 (透水性、膨潤性、力学特性等) の取得 緩衝材、埋め戻し材への適用性評価のための整理