

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

(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 正会員 大沼和弘
戸田建設(株) 正会員 関根一郎 クニミネ工業(株) 正会員 伊藤弘志
IHI(株) 岩田裕美子 日本国土開発(株) 正会員 佐藤 泰

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、海外産ベントナイトに対象を広げて調査研究する必要があるが、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。原環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実施している。本報告は、調査研究成果の一部を速報として報告するもので、海外のベントナイトの産出状況、研究状況を整理すると共に、近隣国でありながら調査報告例が少ない中国のベントナイトについて、調査結果を報告する。

2. 海外の主なベントナイト産出国と我が国の輸入

図-1は、世界のベントナイト産出国を示したもので、ワイオミングで良質なNa型ベントナイトを産する米国が世界の産出量の約1/3を占め、以下、中国、ギリシャ、イタリア、トルコ、インドなどが主要な産出国である。我が国へのベントナイトの輸入は、図-2のように米国が81%、中国が19%でその二ヶ国で大半を占め、それ以外は特殊なベントナイトがイタリア、トルコなどから少量輸入されている。中国からのベントナイトの輸入は図-3に示すように増加傾向にあり、中国の重要性が増している。

3. 放射性廃棄物処分分野での海外ベントナイトの研究状況

放射性廃棄物処分分野における海外のベントナイトの研究状況を Posiva 社、SKB 社などを例に取り述べる。表-1に各機関で検討されたベントナイトを一覧表にして示した。米国ワイオミング産のMX-80はいずれの研究でも取り上げられており、標準的な材料として位置付けられている。日本産のクニゲルV1は我が国で頻繁に取り上げられ実験研究されている他、SKB社などでも取り上げられている。Posiva社では、MX-80の他、ギリシャのミロ産のベントナイトが緩衝材用として検討されており、埋め戻し材用にはインド、チェコ、ドイツのベントナイトが検討対象となっている。

我が国でも電力共通研究(1995)で、海外ベントナイトの透水試験、拡散試験などが実施されている。この研究では、米国のベントナイトの他、オーストラリア、インドネシア、中国のベントナイトが実験対象になっている。欧州機関の調査では、ワイオミング産ベントナイトの他、地理的に近いギリシャ、チェコ、ドイツのベントナイトが検討対象になっており、中国のベントナイトは調べられていない。我が国の場合、欧州とは地理的に異なるので、輸送上の観点から検討対象としてはアジア、太平洋地域が重要であり、独自の調査・検討対象を設定する必要がある。中でも図-2,3に示すように中国産ベントナイトの重要性は高く、特に重点的に調査研究を実施する必要があると考えられる。

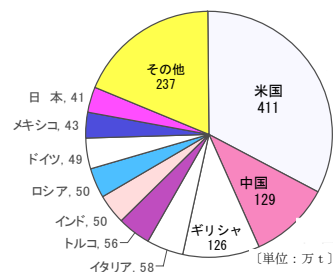
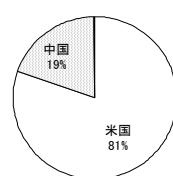
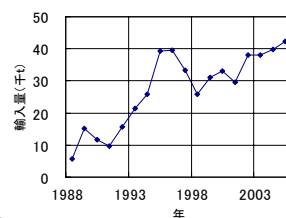
図-1 ベントナイトの産出国¹⁾

図-2 日本のベントナイト輸入割合



財務省貿易統計 2005 より

図-3 中国から日本へのベントナイト輸出量

表-1 海外ベントナイトの研究対象となったベントナイト抜粋

Posiva 社主な候補検討材料 ²⁾			SKB 社主な候補検討材料 (緩衝材) ³⁾			電力共通研究 (1995) ⁴⁾		
産出国	ベントナイト	備考、スリット割合	産出国	ベントナイト	備考、スリット割合	産出国	ベントナイト	備考
米国	MX-80	緩衝材、Na 型、75 (%)	米国	MX-80	Na 型、75 (%)	米国	MX-80	Na 型
ギリシャ	Deponit CA-N	緩衝材、Ca 型、81 (%)	ドイツ	IBECO	Na 型、70 (%)	米国	BARA-KADE90	Na 型
インド	Asha230	埋め戻し材、Na 型、60 (%)	ドイツ	IBECO	Ca 型、80 (%)	米国	FEDERAL-SEAL200	Na 型
ギリシャ	MilosB	埋め戻し材	チェコ	RMN	90 (%)	オーストラリア	TRUBOND72	Na 型
チェコ	DJP	埋め戻し材	ギリシャ	Beidelite	35 (%)	インドネシア	Powder (200Mesh)	Ca 型
ドイツ	Fliedland	埋め戻し材、45 (%)	スペイン	Saponite	70 (%)	中国	筑前 8 号	Na 型
ギリシャ	ミロ産ベントナイト/掘削スリ:30/70	埋め戻し材、Ca 型	日本	クニゲル	50 (%)	日本	クニゲル V1	Na 型
ギリシャ	ミロ産ベントナイト/掘削スリ:50/50	埋め戻し材、Ca 型	ドイツ	Fliedland	45 (%)	日本	佐渡	Ca 型

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

4. 中国のベントナイト鉱床、鉱山について

1) 主要な鉱床について

中国の主要なベントナイト鉱床を図-4 に示す。中国には埋蔵量 5,000 万 t 以上の大規模な未開発の鉱床が、多数存在する。中国のベントナイト鉱床は Ca 型ベントナイトが多いが、中には良質な Na 型ベントナイト鉱床も存在するとされる。

中国の放射性廃棄物処分の研究開発機関では、これらの鉱床を総合的に調査し、中国の放射性廃棄物処分施設に利用する上で地理的に有利で 5,000 万 t 以上と埋蔵量も多い Na 型ベントナイト鉱床である Gaomiaozi (GMZ) 鉱床 (図-4 参照) が最も適しているとして、実験研究を行なっている。

表-2 に GMZ 鉱床のベントナイトとワイオミング産で最も広く研究されている MX-80、日本産のクニゲル V1 の基本的な物性の比較を示す。海外ベントナイトの検討をする上で、各国のベントナイトの試料の調整方法、試験方法などに若干の差異がある場合があり、今後、試験方法を厳密に精査して比較していかなければならないが、現在中国側で示している GMZ ベントナイトの物性は、高いモンモリロナイト含有率と低い液性限界などの特徴がある。今後、支持力特性や熱伝導性など放射性廃棄物処分施設に利用するために必要な試験データを入手することが必要である。GMZ 鉱床は、商業的に十分な規模で開発されていないため、鉱山開発の可能性を含め、今後検討していく予定である。

2) 中国の主要なベントナイト鉱山の状況

中国のベントナイト鉱業は、自動車産業の発展に伴って鋳物用のベントナイトの需要が急激に増加し、生産量が増加している。ベントナイト鉱山は Ca 型ベントナイトを産する鉱山が多く、Na 型ベントナイトを産する鉱山は限られている。表-3 に主要なベントナイト鉱山を示す。これらの鉱山の情報は日本では殆ど知られていないため、本調査でその概要を調べた。鉱山の位置は図-4 に併記した。いずれも港から比較的近い所に位置しており、輸送に便利なことから開発されてきたことがわかる。今後、これらの鉱山会社等についても継続して調査を行い、中国のベントナイト鉱山について更に情報を得ていく予定である。

5. 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「海外ベントナイト状況調査」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、福田組で、今回の発表では海外のベントナイトの現況全般および中国の基礎的情報調査結果の概要を速報として報告した。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行くことを考えている。最後に、本調査を行なうにあたり、中国の北京地質研究院の J. Wang 主任研究員、Z. Wen 教授、東華理工學院の X. Liu 教授を始めとした多くの中国側関係者の協力を得たことを記し、深く感謝致します。

参考文献

- 1) Bentonite, Pyrophyllite and Talc in the Republic of South Africa, 2004, Department : Minerals and Energy Republic of South Africa, Report R46/2005
- 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) SKB: The Buffer and Backfill Handbook, Part1, 2002, Part2, 2001
- 4) 志村聡他：海外ベントナイトの緩衝材適用性調査検討(1) 基礎的諸特性及び透水性の評価、(社) 日本原子力学会1995春の年会、1995
- 5) Wen Lu: Chinese Industrial Materials, Published by Industrial mineral information Ltd., 1998
- 6) 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
- 7) Wen Zhijian: Physical property of China's buffer material for high-level radioactive waste repositories, Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2006

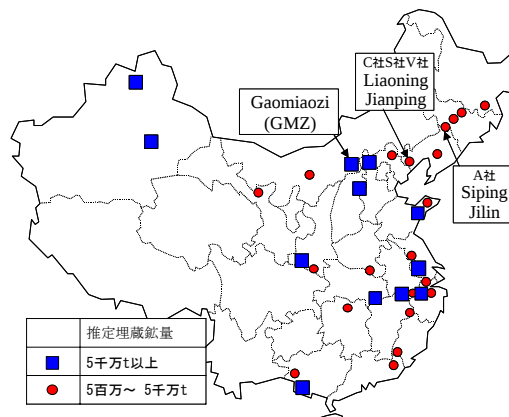


図-4 中国の大規模ベントナイト鉱床⁵⁾
(推定埋蔵鉱量 500 万 t 以上)

表-2 GMZ ベントナイトの主な物性と
MX-80、クニゲル V1 との比較

ベントナイト名	MX-80 ⁶⁾	クニゲル V1 ⁶⁾	GMZ-1 ⁷⁾
真比重	2.7	2.79	2.66
液性限界 (%)	610	490	313
塑性限界 (%)	37	29	38
塑性指数	573	461	275
モンモリロナイト含有率 (%)	79	59	75
陽イオン交換容量 (meq/g)	0.840	0.680	0.760
浸出Na陽イオン量 (meq/g)	0.480	0.600	0.434
浸出Ca陽イオン量 (meq/g)	0.198	0.561	0.291
浸出K陽イオン量 (meq/g)	0.016	0.031	0.025
浸出Mg陽イオン量 (meq/g)	0.013	0.041	0.123

表-3 中国の主要なベントナイト鉱山

	C 社	S 社	V 社	A 社
所在地	Liaoning Province Jianping country	Liaoning Province Jianping country	Liaoning Province Jianping country	Jilin Province Siping country
資本等	中国資本	ドイツ企業が出資	米国企業が出資	日中合弁で開発
原鉱タイプ	Ca 型	Ca 型	Ca 型	Na 型
採掘法	露天掘り	露天掘り	露天掘り	坑内掘り
埋蔵鉱量	2000 万 t	3000 万 t 以上	500 万 t (確定鉱量)	2600 万 t
産出量	改質ベントナイト生産 能力 5 万 t/年	約 9 万 t/年	15 万 t/年	5~6 万 t/年

出典：各社パンフレットより