

ベントナイトの品質管理のためのメチレンブルー吸着量試験に関する一考察 (その2. モンモリロナイト含有率の算出に関して)

ハザマ 正会員 ○千々松正和

1. 目的

放射性廃棄物処分場における人工バリアの一つとしてベントナイトの使用が検討されている^{1), 2)}。ベントナイト系バリアの設計は有効モンモリロナイト密度を指標として行われることがある²⁾が、この場合、ベントナイトのモンモリロナイト含有率が重要な管理項目となる。モンモリロナイト含有率の算出に際しては、メチレンブルー吸着量(MBC)試験³⁾が実施されることが多い。ベントナイトのモンモリロナイト含有率は、精製ベントナイトの測定値で除して算出されている。そこで、本方法により各種ベントナイトのモンモリロナイト含有率の算出を行った。

2. 試験概要

メチレンブルー吸着量の測定は日本ベントナイト工業会により規定されている方法(JBAS-107-91)で実施した。使用したベントナイトは表-1に示す5種類である。各ベントナイトを水簾して精製ベントナイトを作製した。水簾方法は以下の通りである。

(水簾方法)

- ①純水 50 に 100g 程度のベントナイトを加え
ラボスターラーで一晩十分にかき混ぜる。

- ②72 時間程度静置し上澄みを回収する。テフロン容器に移して 105℃で乾燥後、粉碎する。

なお、Ca 型ベントナイトに関しては、以下の方法で Na 型に置換後に水簾を行った。

(Na 置換方法)

- ①純水 50 に 100g 程度の割合でベントナイトを加える。
- ②そこに、陽イオン交換容量の 3 倍程度の NaCl を入れ、ラボスターラーで十分にかき混ぜる。
- ③遠心分離機(10,000rpm, 10 分)でベントナイトを沈め上澄みを捨て、ベントナイトを回収する。
(①～③の作業を 3 回繰り返す)
- ④純水 50 に、このベントナイトを投入し十分にかき混ぜる。
- ⑤遠心分離機で回収し、上澄み液が硝酸銀に反応しなくなるまでこの洗浄作業を繰り返す。

また、精製したベントナイトの純度の確認(推定)は以下に示す X 線標準添加法で行った。

(X 線標準添加法)

- ・仮定；ベントナイトAの主な夾雑鉱物は石英、B～Eはクリストバライトである。X線回折ピークからその他の夾雑鉱物(カルサイト等)は微量であると考えられるのでそれらの含有量測定は行わず、合計で1%未満であるとする。
- ①ベントナイトAを精製したベントナイトに標準試料石英を内割5、10%添加し、メノウ乳鉢で混合後、X線回折測定を行う。
- ②ベントナイトB～Eには標準試料クリストバライトを同様に添加しX線回折測定を行う。
- ③X線パターンのピークの面積比から検量線を作成する。

検量線に用いたピーク(ピークの両端に直線でバックグラウンド補正し面積を計算)：

モンモリロナイトの20°ピーク(湿度でピーク位置が変化しない唯一のピーク)

石英の27°ピーク(第一ピーク)、クリストバライトの22°ピーク(第一ピーク)

ピーク面積比：石英・クリストバライトピーク面積÷モンモリロナイトピーク面積

表-1 ベントナイトの基本特性

ベントナイト		A	B	C	D	E
産地		山形	宮城	青森	青森	米国
タイプ		Na 型	Ca 型	Na 型	Na 型	Na 型
土粒子密度(Mg/m³)		2.63	2.62	2.67	2.58	2.84
液性限界(%)		446.7	142.7	388.7	330.7	559.7
塑性限界(%)		25.7	42.6	26.6	33.4	37.8
MBC 値(mmol/100g)		87	113	82	99	105
浸出 陽イオン量 (meq/100g) SFSA 法	Na ⁺	61.6	4.0	43.1	50.8	61.9
	K ⁺	0.2	1.6	1.6	1.8	1.4
	Ca ²⁺	7.4	73.3	6.1	10.2	21.8
	Mg ²⁺	0.7	11.9	5.3	6.6	5.5

キーワード：放射性廃棄物処分、ベントナイト、品質管理、有効モンモリロナイト密度、メチレンブルー吸着量
連絡先：〒305-0822 茨城県つくば市荻間515-1/TEL:029-858-8810/mchiji@hazama.co.jp/千々松正和

④検量線から精製ベントナイト中の石英・クリストバライト量を推定する。（検量線のX軸との交点と原点との距離から含有量を見積もる。）

⑤さらに、その他の夾雑鉱物として含有量1%をマイナスし、モンモリロナイト純度を推定した。

3. 試験結果

図-1 には、ベントナイト A の精製ベントナイトと、それに標準試料石英を 5%, 10% 添加した試料の X 線回折測定結果を示す。同図におけるモンモリロナイトと石英のピークの面積比から作成した検量線を図-2 に示す。本検量線から石英の含有量を算出すると約 1.0% ($0.1923 \div 0.1928 = 0.997\%$) となる。同様に、ベントナイト B~E についてもクリストバライトの含有量を算出し、その結果から各ベントナイトのモンモリロナイトの純度を計算した結果を表-2 に示す。どのベントナイトも 95% 以上の純度となっている。そこで、各精製ベントナイトの MBC を測定し、その値と精製前のベントナイトの MBC 値から各ベントナイトのモンモリロナイト含有率の算出を行った。結果を表-3 に示す。同表には、合わせて精製ベントナイトであるクニピア F の MBC の測定結果を示す。同表よりベントナイトの種類が異なると、モンモリロナイトの MBC 値が異なっていることが分かる。また、クニピア F の値とも異なっている。これまでは、モンモリロナイトの MBC 値は同じであるとしてベントナイトのモンモリロナイト含有率は算出されていたことが多かった²⁾、⁴⁾ が、今回の結果から、各ベントナイトのモンモリロナイト含有率をメチレンブルー吸着量から算出する際には、各ベントナイトを精製して、その MBC 値から算出する必要があることが分かった。

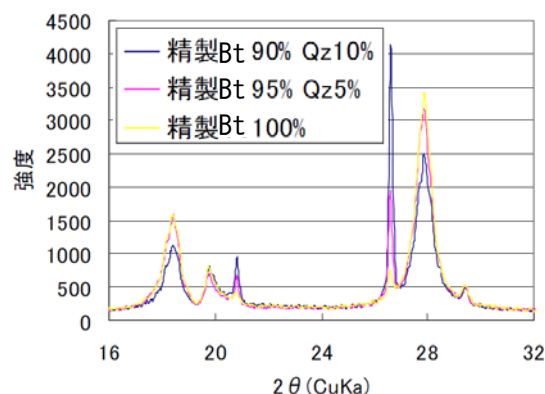


図-1 X線パターン例 (ベントナイト A)

表-2 各精製ベントナイトのモンモリロナイト純度測定結果

精製 ベントナイト	石英 含有量(%)	クリストバライト 含有量(%)	その他 夾雑鉱物(%)	モンモリロナイト 純度(%)
A	1.0	—	1.0 未満	98
B	—	1.0	1.0 未満	98
C	—	4.2	1.0 未満	95
D	—	1.3	1.0 未満	98
E	—	1.8	1.0 未満	97
クニピア F	0.8		1.0 未満	98 ^{※)}

※) 代表値

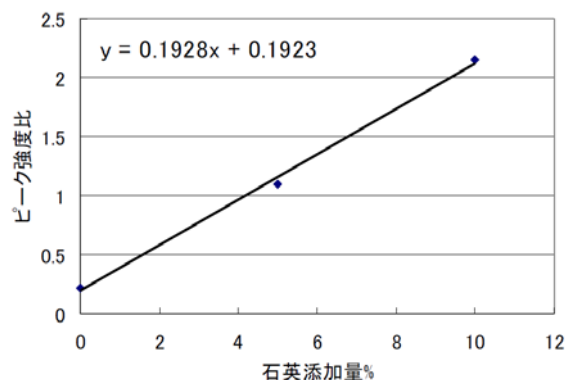


図-2 精製ベントナイト検量線 (ベントナイト A)

表-3 各ベントナイトのモンモリロナイト含有率

ベントナイト	精製ベントナイトの MBC 値(mmol/100g)	モンモリロナイト 含有率(%) ^{※)}
A	145	59
B	158	70
C	142	55
D	150	65
E	125	81
クニピア F	150	

※) 各精製ベントナイトのモンモリロナイト純度を考慮して算出

4. まとめ

モンモリロナイト含有率の算出をメチレンブルー吸着量の測定結果から算出する際には、これまでモンモリロナイトのメチレンブルー吸着量は同一として算出されることが多かったが、ベントナイトの種類によりモンモリロナイトのメチレンブルー吸着量は異なることが分かった。これを踏まえてベントナイトの品質管理を行う必要がある。

【参考文献】 1) 核燃料サイクル開発機構：わが国における高レベル放射性廃棄物の地層処分の技術的信頼性—地層処分研究開発第2次取りまとめ—分冊2 地層処分の工学技術，1999， 2) 土木学会：余裕深度処分における地下施設の設計，品質管理および検査の考え方，2009， 3) 日本ベントナイト工業会標準試験方法 JBAS-107-91， 4) 小峯・緒方：高レベル放射性廃棄物処分のための緩衝材・埋め戻し材の膨潤特性評価式の提案—砂とベントナイトの配合割合およびベントナイト中の陽イオンの種類・組成の影響—，電力中央研究所報告，U99013，1999