

TRU廃棄物処分の人工バリア材中の 核種移行挙動に関する研究 (IV)

(核燃料サイクル開発機構 研究概要)

1999年2月

三菱重工業株式会社

本資料は、サイクル機構の開発業務を進めるため作成されたものです。したがって、その利用は限られた範囲としており、その取扱には十分な注意を払って下さい。この資料の全部または一部を複写・複製・転載あるいは引用する場合、特別の許可を必要としますので、下記に問い合わせ下さい。

〒319-1194 茨城県那珂郡東海村村松4番地33
核燃料サイクル開発機構 東海事業所
運営管理部 技術情報室

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:

Technical Information Section,
Administration Division, Tokai Works.
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-33 Muramatsu, Naka-gun, Ibaraki 319-1194
Japan

TRU廃棄物処分の人工バリア材中の核種移行挙動に関する研究 (IV)

柳澤 一郎*¹、内藤 大靖*²、北尾 秀夫*²、
向井 悟*²、土井 秀雄*²

要旨

本研究では、ベントナイト系の緩衝材について、核種の拡散係数、及び分配係数を取得し、下記の成果を得た。

- ・圧密ベントナイト中の核種の見かけの拡散係数を測定し、これまで取得したデータをまとめて見かけの拡散係数及び分配係数のデータベースを作成した。
- ・Ca型化ベントナイト+方沸石の混合試験では、Srの見かけの拡散係数は、Ca型化ベントナイトでのみかけの拡散係数に比べて、若干小さい傾向にあった。
- ・Ca型化ベントナイトの拡散試験でのみかけの拡散係数/分配係数は、いずれの核種もベントナイト平衡液、及びセメント平衡液で顕著な差は見られなかった。
- ・Na型ベントナイトの拡散試験では、Cs,Srのみかけの拡散係数は、硝酸塩を含む系の方が小さい傾向にあった。
- ・トリチウムの見かけの拡散係数は、Ca型化ベントナイトとNa型ベントナイト、及び液性によって、顕著な差は見られなかった。

本報告書は、三菱重工業株式会社が核燃料サイクル開発機構の委託により実施した研究成果に関するものである。

契約番号：100D 0198

機構担当部課室：東海事業所 環境保全・研究開発センター 処分研究部
システム解析グループ

- * 1 三菱重工業株式会社 原子カプラント技術部 新型炉・燃料サイクル技術課
 - * 2 ニュークリア・デベロップメント(株) 大宮研究部 化学技術開発室
 - * 3 ニュークリア・デベロップメント(株) 大宮研究部 放射線技術開発室
 - * 4 ニュークリア・デベロップメント(株) 大宮研究部
-

Study on the Nuclide Behavior in the Engineered Barrier for TRU Waste (IV)

Ichiro Yanagisawai*¹, Taisei Naito*², Hideo Kitao*²
Satoru Mukai*³, Hideo Doi*³

ABSTRACT

In this study, apparent diffusion coefficients and distribution coefficient of some nuclides were measured for bentonite materials as engineered barrier.

The summary of this study is as follows:

- Apparent diffusion coefficients of nuclides in compacted bentonite were measured. The data so far were summarized as database of apparent diffusion coefficients and distribution coefficients.
- In diffusion tests for mixture of Ca-type altered bentonite and analcime, apparent diffusion coefficient of Sr was a little smaller than that for Ca-type altered bentonite.
- In diffusion tests for Ca-type altered bentonite, apparent diffusion coefficients and distribution coefficients of nuclides showed no significant difference between bentonite-water system and bentonite-cementitious solution systems.
- In Na-type bentonite-solution with nitrate system, apparent diffusion coefficients of Cs and Sr were smaller than that for other bentonite-solution systems.
- Apparent diffusion coefficients of tritium showed no significant difference between Ca-type altered bentonite and Na-type bentonite in any solution systems.

This work was performed by Mitsubishi Heavy Industries, LTD.(MHI) under contract with Japan Nuclear Cycle Development Agency.

Contract No. : 100D 0198

JNC Liaison : Waste Management and Fuel Cycle Research Center, Waste Isolation Research Division,
Repository System Analysis Group

*1 MHI Advanced Nuclear Plant & Nuclear Fuel Cycle Systems Engineering Section, Nuclear Plant Engineering Department

*2 Nuclear Development Corporation, Nuclear Chemical Engineering, Omiya Research&Development Department

*3 Nuclear Development Corporation, Radiation Engineering, Omiya Research&Development Department

*4 Nuclear Development Corporation, Omiya Research&Development Department

目次

1. はじめに	1
2. 圧縮ベントナイト中での核種の見かけの拡散係数の測定	2
2.1 拡散試験条件	2
2.2 試験溶液の作製	2
2.3 核種添加溶液の調製	2
2.4 試験方法	3
2.5 試験結果	3
3. 圧縮ベントナイト中の核種移行評価データベースの整備	14
3.1 データベース作成	14
3.2 総合評価	14
4. まとめ	18

図目次

図 2.3-1	核種添加溶液の調製方法（雰囲気制御下の場合）	10
図 2.3-2	核種添加溶液の調製方法（大気下の場合）	11
図 2.4-1	拡散試験方法（雰囲気制御下の場合）	12
図 2.4-2	拡散試験方法（大気下の場合）	13
図 3.2.2-1	分配係数と乾燥密度の関係(1) （Ca 型化ベントナイト／ベントナイト平衡液）	16
図 3.2.3-1	分配係数の固相／液相による違い (1)	17

表目次

表 2.1-1	試験マトリックス	5
表 2.1-2	試験マトリックス	6
表 2.5.1-1	(Ca 型化ベントナイト+方沸石(80w-%)) 中の核種の見かけの拡散係数 (セメント平衡液系)	7
表 2.5.2-1	Ca 型化ベントナイト中の核種の見かけの拡散係数 (ベントナイト平衡液系)	7
表 2.5.2-2	Ca 型化ベントナイト中の核種の見かけの拡散係数 (セメント平衡液系)	8
表 2.5.3-1	Na 型ベントナイト中の核種の見かけの拡散係数 (ベントナイト平衡液-海水系)	9
表 2.5.3-2	Na 型ベントナイト中の核種の見かけの拡散係数 (ベントナイト平衡液-硝酸塩-海水系)	9

1. はじめに

本研究は、TRU廃棄物の処分概念を検討するために必要な核種移行評価用データベースを整備することを目的として実施した。

本研究では、人工バリア材のうちベントナイト系の緩衝材について核種の拡散係数及び分配係数を取得整備する。また、H7年度からこれまでに取得したデータをまとめ、ベントナイトの密度、種類、空隙水液性等による影響について、総合的に評価した。

2. 圧縮ベントナイト中での核種の見かけの拡散係数の測定

2.1 拡散試験条件

T R U 廃棄物処分の性能評価上、重要となる元素を対象として、圧密ベントナイト中でのみかけの拡散係数を測定した。測定の対象とするベントナイトと空隙水の液性は、T R U 廃棄物処分の処分環境中で生じる劣化変質挙動を想定し、以下の3項目について実施した。

(a) Ca型化ベントナイト+方沸石(80wt-%)の混合試験

(b) Ca型化ベントナイト/ベントナイト平衡液、セメント平衡液

(c) Na型ベントナイト/セメント平衡液+海水系、セメント平衡液+海水+硝酸塩系

トリチウム以外の核種を用いた試験は、Ar雰囲気(酸素濃度1ppm以下)で実施し、トリチウムの試験は大気下で実施した。試験温度は、室温とし、繰り返し数は2回とした。

拡散試験マトリックスをこれまでに取得したデータも併せて、表2.1-1、及び表2.1-2に示す。

2.2 試験溶液の作製

試験に使用する溶液は以下の方法により調製した。予め脱ガスした蒸留水を用いて作製した3w/o-NaCl溶液に硫酸塩、炭酸塩を添加して、模擬海水中のNa, Cl, 硫酸イオン、炭酸イオン、硝酸塩を所定濃度に調整した。この溶液にCa(OH)₂を添加してpHを12.5に調整した。硝酸塩を含む系では、この溶液にNaNO₃を約6M添加した。この溶液を0.45μmフィルターで濾過し、模擬海水として使用した。模擬海水のNa, Cl, 硫酸イオン、炭酸イオン濃度は、H3レポートでの地下水組成の計算値を参考に設定した。セメント平衡液には、脱ガスした蒸留水にCa(OH)₂を飽和するまで溶解し、0.45μmフィルターで濾過した溶液を用いた。ベントナイト平衡液には、脱ガスした蒸留水を用いた。

2.3 核種添加溶液の調製

ベントナイトに核種を添加した際のベントナイト空隙水中のpHが変化しない様にするために、R I 原液を拡散試験に使用する溶液と同じ液性の溶液に調製した。ただし、ベントナイト平衡液系については、蒸留水をベントナイト平衡水のpHになる様にpH調整した溶液を使用して、核種添加溶液を調製した。

雰囲気制御下及び大気下での核種添加溶液の調製方法をそれぞれ図2.3-1、及び図2.

3-2に示す。雰囲気制御下での試験の場合には、拡散試験での液性と同じ溶液、またはpH調整した蒸留水に還元剤（亜ニチオン酸ナトリウム）を約 10^{-3} M添加してEhを-200mV以下に保つ。この溶液に核種を添加した後、限外濾過（分画分子量10000）し、濾液中の核種を分析し、溶解度を確認した。Cs, Srについては、調製後の濃度の減少は殆ど見られず、溶液中に溶解していることが分かった。一方、Ni, Sn, Zrについては、水酸化物の沈殿によると考えられる濃度の減少が見られた。限外濾過前後での濃度の減少割合は、ベントナイト平衡水よりもセメント平衡水の方が大きかった。また、Amについても、限外濾過前後で濃度の減少が見られた。濾過後の核種濃度は、検出限界以下、または検出限界を若干上回る程度であり、濾液を拡散試験で用いた場合、核種添加量が少なく、ベントナイト中の核種濃度の測定が困難なことが予想される。このため、拡散試験と同じ液性に調製した溶液を濾過せずに、直接添加することとした。

2.4 試験方法

雰囲気制御下、及び大気下での試験方法をそれぞれ図2.4-1、及び図2.4-2に示す。ベントナイトを所定の密度に圧縮成型し、拡散セルにセッティングする。雰囲気制御下での試験では、上記b.で作製した試験溶液に還元剤（亜ニチオン酸ナトリウム）を添加してEhを-200mV以下に保った。この溶液に拡散セルを浸漬し、減圧しながら含水させ、固液平衡に近い状態になるまで、所定の期間静置させる。含水させたベントナイトの端面に、上記2.3項で調製した溶液を塗布し、拡散試験を開始した。酸化還元電位に敏感な元素（U, Np）については、還元雰囲気を保持するために、還元剤を含む試験溶液、またはpH調整した蒸留水に還元剤を添加した溶液中にセルを浸して試験を実施した。試験期間中、適宜Ehを測定し還元雰囲気が保持されていることを確認する。所定の期間核種を拡散させた後、ベントナイトをスライスした。スライスしたベントナイト片中の核種量を測定した。核種分析の結果得られたベントナイト中の核種濃度分布から、一次元の拡散の解析解にフィッティングすることにより、みかけの拡散係数を算出した。

2.5 試験結果

2.5.1 Ca型化ベントナイト+方沸石（80wt-%）の混合試験

（Ca型化ベントナイト+方沸石（80wt-%））中のHT0の濃度分布は、全て溶解したとした場合の拡散式にほぼ一致していた。算出したみかけの拡散係数を表2.5.1-1に示す。

2.5.2 Ca型化ベントナイト／ベントナイト平衡液、セメント平衡液系

Ca型化ベントナイト中の核種の濃度分布の測定結果から、HTO, Snの場合の測定値は、全て溶解したとした場合の計算値にほぼ一致している。一方、Zrについては、ベントナイト表面近傍での濃度が深い点での濃度に比べて1桁以上高かった。これは、ベントナイト表面でのZrの水酸化物の沈殿により、溶解度律速になっていると考えられる。このため、Zrについては、溶解度律速での拡散式から、みかけの拡散係数を算出した。算出したみかけの拡散係数を表2.5.2-1～表2.5.2-2に示す。

2.5.3 Na型ベントナイト／セメント平衡液＋海水系、セメント平衡液＋海水＋硝酸塩系

Na型ベントナイト中の核種の濃度分布の測定結果から、HTO, Snの測定値は、全て溶解したとした場合の計算値にほぼ一致している。一方、Zr, Nbについては、ベントナイト表面近傍での濃度が深い点での濃度に比べて1桁以上高かった。このため、Zr, Nbについては、溶解度律速での拡散式から、みかけの拡散係数を算出した。算出したみかけの拡散係数を表2.5.3-1～表 2.5.3-2に示す。

表2.1-1 試験マトリックス(1/2)

元素	Ca型化ベントナイト(乾燥密度1.2g/cm ³)		セメント平衡液-海水系	Ca型化ベントナイト+方沸石 セメント平衡液系	備考
	ベントナイト平衡液系	セメント平衡液系			
HTO	◎	◎		-	
Cs	○(H7)	○(H8)	○(H8)	-	
Sr	○(H8)	○(H8)	○(H8)	-	
Nb	○(H8)	○(H8)	○(H8)	-	
U	○(H8)	○(H8)	○(H8)	-	
Np	○(H7)	○(H8)	○(H8)	-	
Am	○(H8継続)	○(H8継続)	○(H8継続)	-	
Ni	◎	○(H9)	-	-	
Sn	◎	□(H9) *1	-	-	*1:H10年度取得予定
Zr	◎	□(H9) *1	-	-	

○:データ取得済み、○は実施年度

□:試験継続中

◎:H10年度取得予定

表2.1-1 試験マトリックス(2/2)

元素	Ca型化ベントナイト(乾燥密度1.8g/cm ³)		セメント平衡液-海水系	Ca型化ベントナイト+方沸石(乾燥密度1.6g/cm ³) セメント平衡液系	備考
	ベントナイト平衡液系	セメント平衡液系			
HTO	◎	◎		◎	
Cs	○(H7)	○(H8)	○(H8)	◎	
Sr	○(H8)	○(H8)	○(H8)	◎	
Nb	○(H8継続)	○(H8継続)	○(H8継続)	◎	
U	○(H8継続)	○(H8継続)	○(H8継続)	◎	
Np	○(H8継続)	○(H8継続)	○(H8継続)	◎	
Am	○(H8継続)	○(H8継続)	○(H8継続)	◎	
Ni	◎	○(H9)	-	◎	
Sn	◎	□(H9) *1	-	◎	*1:H10年度取得予定
Zr	◎	□(H9) *1	-	◎	

○:データ取得済み、○は実施年度

□:試験継続中

◎:H10年度取得予定

表2.1-2 試験マトリックス(1/2)

元素	Na型ベントナイト(乾燥密度1.2g/cm ³)		備考
	セメント平衡液-海水系	セメント平衡液-硝酸塩-海水系	
HTO	◎	◎	
Cs	○(H9)	○(H9)	
Sr	○(H9)	○(H9)	
Ni	○(H9)	○(H9)	
Sn	□(H9) *1	□(H9) *1	*1:H10年度取得予定
Zr	□(H9) *1	□(H9) *1	
Nb	□(H9) *1	□(H9) *1	
U	◎	◎	
Np	◎	◎	
Am	◎	◎	

○:データ取得済み、○は実施年度

□:試験継続中

◎:H10年度取得予定

表2.1-2 試験マトリックス(2/2)

元素	Na型ベントナイト(乾燥密度1.8g/cm ³)		備考
	セメント平衡液-海水系	セメント平衡液-硝酸塩-海水系	
HTO	◎	◎	
Cs	○(H9)	○(H9)	
Sr	○(H9)	○(H9)	
Ni	○(H9)	○(H9)	
Sn	□(H9) *1	□(H9) *1	*1:H10年度取得予定
Zr	□(H9) *1	□(H9) *1	
Nb	□(H9) *1	□(H9) *1	
U	◎	◎	
Np	◎	◎	
Am	◎	◎	

○:データ取得済み、○は実施年度

□:試験継続中

◎:H10年度取得予定

表2.5.1-1 (Ca型化ベントナイト+方沸石(80wt-%))中の核種のみかけの拡散係数
(セメント平衡液系)

核種	ベントナイト密度 (g/cm ³)	みかけの拡散係数(cm ² /s)			備考
		セル1	セル2	平均	
H-3	1.6	7.1×10^{-6}	4.3×10^{-6}	5.7×10^{-6}	
Sr-85	1.6	3.1×10^{-8}	2.2×10^{-8}	2.7×10^{-8}	

表2.5.2-1 Ca型化ベントナイト中の核種のみかけの拡散係数
(ベントナイト平衡液系)

核種	ベントナイト密度 (g/cm ³)	みかけの拡散係数(cm ² /s)			備考
		セル1	セル2	平均	
H-3	1.2	5.1×10^{-6}	6.7×10^{-6}	5.9×10^{-6}	
H-3	1.8	3.3×10^{-6}	2.4×10^{-6}	2.9×10^{-6}	

表2.5.2-2 Ca型化ベントナイト中の核種のみかけの拡散係数
(セメント平衡液系)

核種	ベントナイト密度 (g/cm ³)	みかけの拡散係数 (cm ² /s)			備考
		セル1	セル2	平均	
H-3	1.2	5.5×10^{-6}	7.0×10^{-6}	6.2×10^{-6}	
H-3	1.8	2.6×10^{-6}	2.3×10^{-6}	2.4×10^{-6}	
Sn-113	1.2	2.1×10^{-10}	4.2×10^{-10}	3.2×10^{-10}	H9年度実施
Zr-95	1.2	2.1×10^{-10}	8.8×10^{-11}	1.5×10^{-10}	H9年度実施

表2.5.3-1 Na型ベントナイト中の核種のみかけの拡散係数
(セメント平衡液-海水系)

核種	ベントナイト密度 (g/cm ³)	みかけの拡散係数 (cm ² /s)			備考
		セル1	セル2	平均	
H-3	1.2	5.7×10 ⁻⁶	6.8×10 ⁻⁶	6.3×10 ⁻⁶	
H-3	1.8	2.0×10 ⁻⁶	2.7×10 ⁻⁶	2.3×10 ⁻⁶	
Sn-113	1.2	1.2×10 ⁻¹⁰	2.6×10 ⁻¹⁰	1.9×10 ⁻¹⁰	H9年度実施
Zr-95	1.2	6.7×10 ⁻¹⁰	6.1×10 ⁻¹⁰	6.4×10 ⁻¹⁰	H9年度実施
Nb(安定)	1.2	2.8×10 ⁻¹⁰	7.5×10 ⁻¹⁰	5.2×10 ⁻¹⁰	H9年度実施

表2.5.3-2 Na型ベントナイト中の核種のみかけの拡散係数
(セメント平衡液-飽和硝酸塩-海水系)

核種	ベントナイト密度 (g/cm ³)	みかけの拡散係数 (cm ² /s)			備考
		セル1	セル2	平均	
H-3	1.2	4.1×10 ⁻⁶	6.2×10 ⁻⁶	5.1×10 ⁻⁶	
H-3	1.8	2.8×10 ⁻⁶	2.4×10 ⁻⁶	2.6×10 ⁻⁶	
Sn-113	1.2	1.2×10 ⁻¹⁰	1.5×10 ⁻¹⁰	1.3×10 ⁻¹⁰	H9年度実施
Zr-95	1.2	3.1×10 ⁻¹⁰	1.4×10 ⁻¹⁰	2.2×10 ⁻¹⁰	H9年度実施
Nb(安定)	1.2	3.2×10 ⁻⁹	5.1×10 ⁻⁹	4.1×10 ⁻⁹	H9年度実施

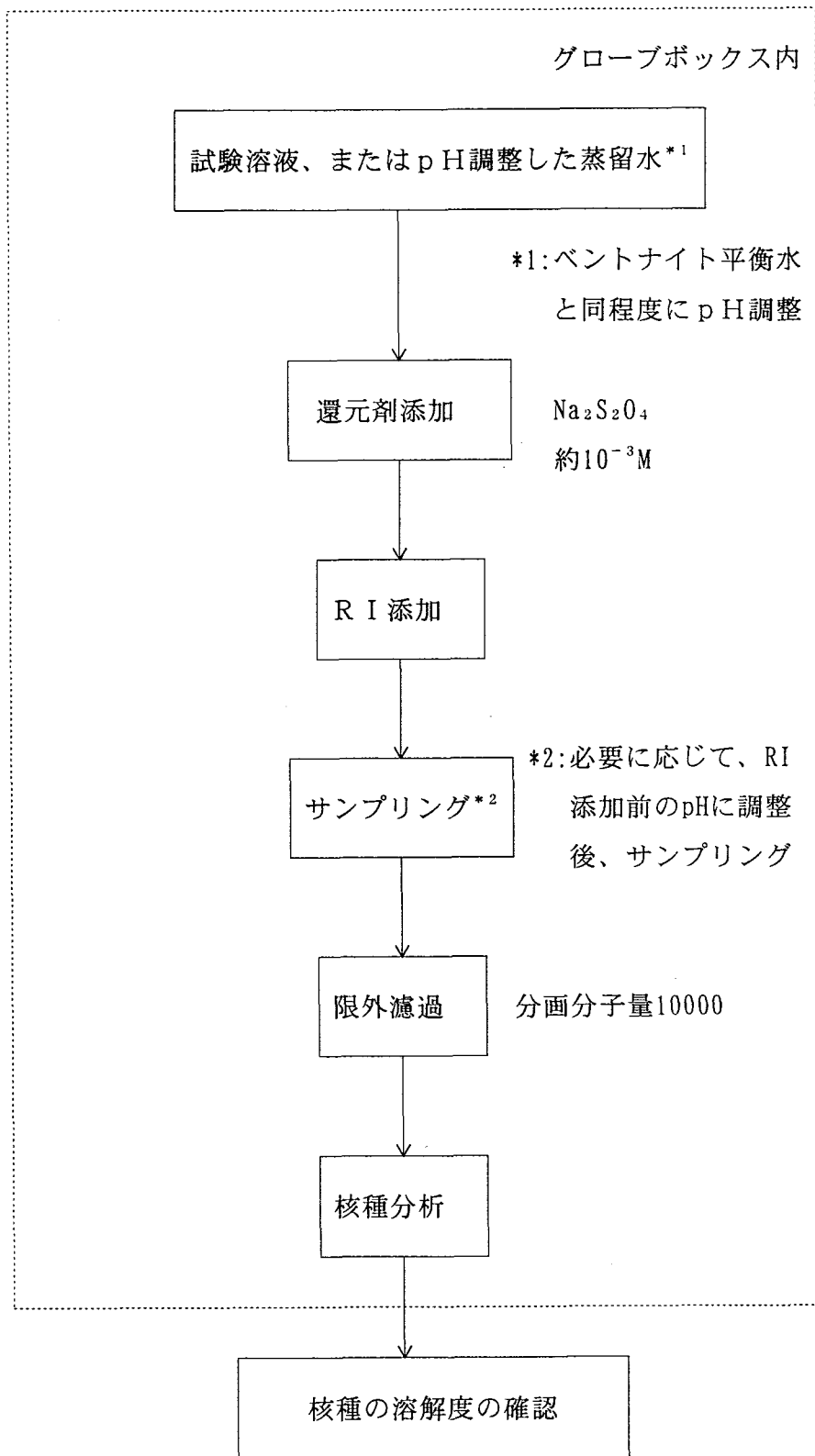


図2.3-1 核種添加溶液の調製方法（雰囲気制御下の場合）

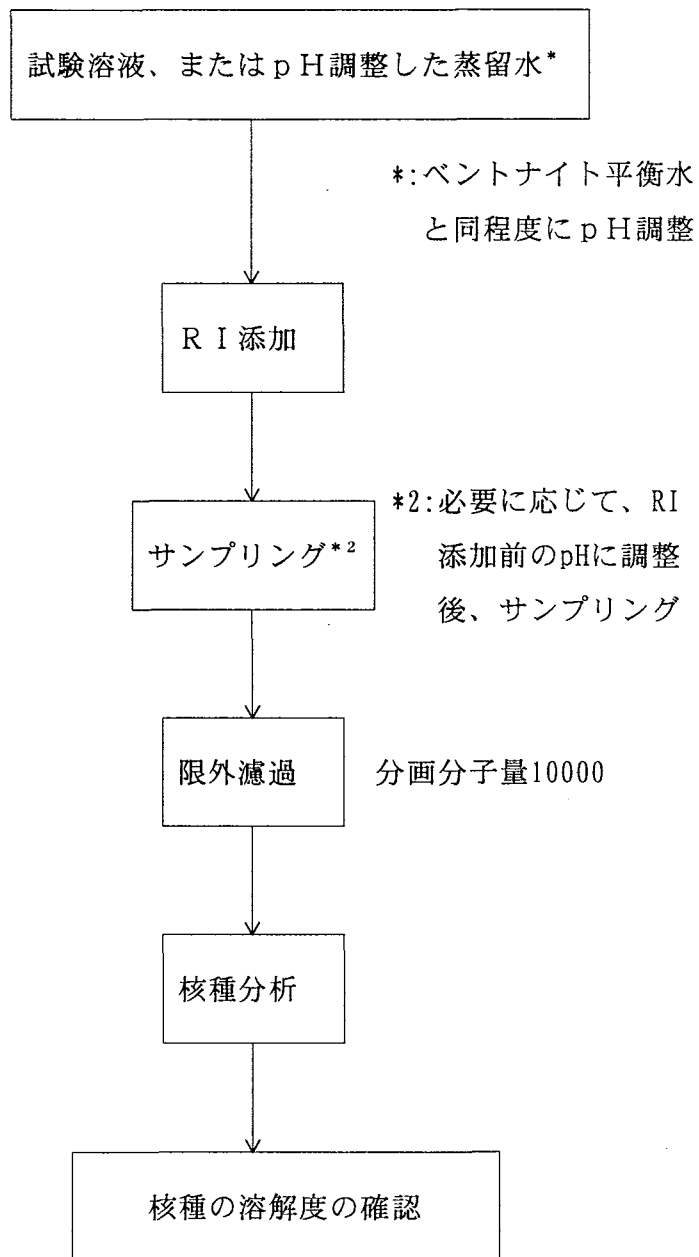


図2.3-2 核種添加溶液の調製方法（大気下の場合）

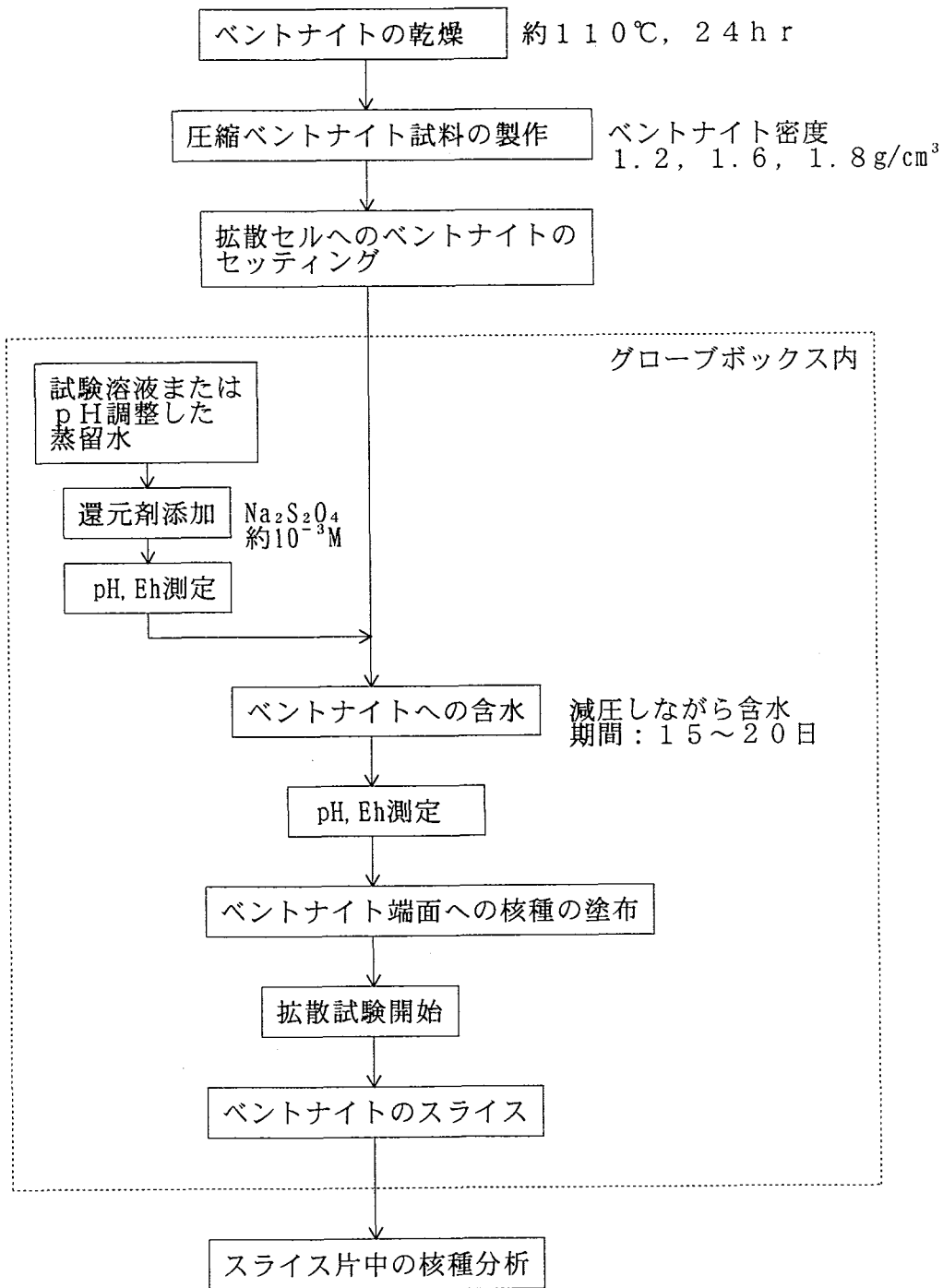


図2.4-1 拡散試験方法（雰囲気制御下の場合）

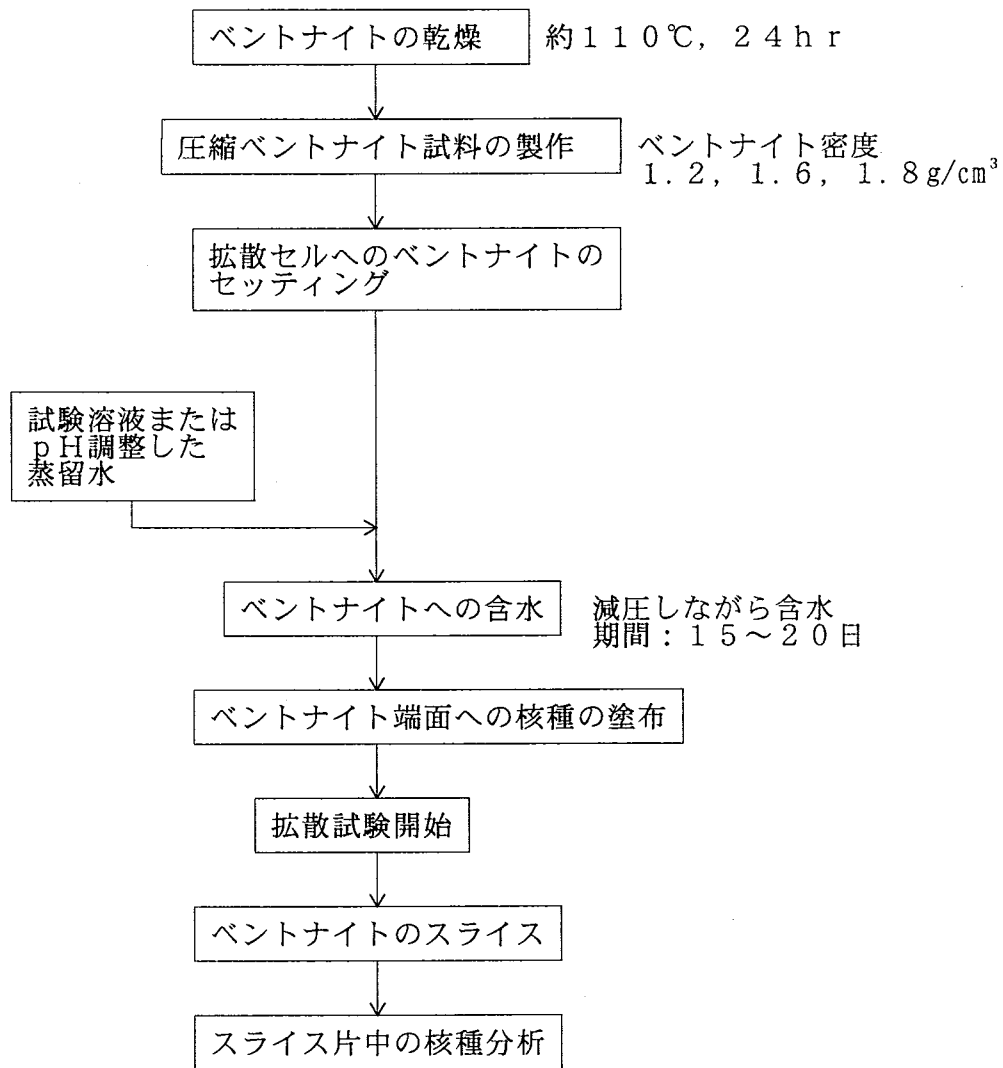


図2.4-2 拡散試験方法（大気下の場合）

3. 圧縮ベントナイト中の核種移行評価データベースの整備

3.1 データベース作成

これまでに取得されたデータ、及びH10年度で取得するデータから、ベントナイト中の元素の見かけの拡散係数、分配係数を整理した。分配係数は、本研究で取得した見かけの拡散係数から、元素の実効拡散係数をトリチウムの実効拡散係数と同じと仮定して算出した。

3.2 総合評価

上記3.1項で整理したデータを用いて、ベントナイト中の元素の拡散/吸着に及ぼす下記の影響について、総合的に評価した。

- (1) ベントナイト密度(1.2, 1.8g/cm³)
- (2) ベントナイトの種類 (Na型ベントナイト、Ca型化ベントナイト)
- (3) 劣化生成物 (方沸石)
- (4) 空隙水液性 (ベントナイト平衡水、セメント平衡水、セメント平衡水-海水、セメント平衡水-硝酸塩-海水)

3.2.1 見かけの拡散係数の密度依存性

Ca型化ベントナイト/ベントナイト平衡液系、Ca型化ベントナイト/セメント平衡液系、及びCa型化ベントナイト/ベントナイト平衡液-海水系の元素の見かけの拡散係数とベントナイト密度の関係を整理した結果、元素によって若干の差は見られるが、ベントナイト密度の高い方が見かけの拡散係数が小さくなる傾向にあった。

3.2.2 分配係数の密度依存性

Ca型化ベントナイト/セメント平衡液系での元素の分配係数とベントナイト密度の関係の一例を図3.2.2-1に示す。図3.2.2-1から、セメント平衡液系でのCs, Srの分配係数は、ベントナイト平衡液系と同様に密度の増加と共に、分配係数は若干小さくなる傾向が見られた。また、固相が(Ca型化ベントナイト+方沸石)の系でのSrの分配係数は、Ca型化ベントナイトのみの系での値に比べて、若干高かった。このことから、方沸石に対するSrの吸着性は、Ca型化ベントナイトよりも高いと考えられる。

また、Ca型化ベントナイト/ベントナイト平衡液系、Na型ベントナイト/セメント平衡水-海水、Na型ベントナイト/セメント平衡水-硝酸塩-海水系についても、元素の分配係数とベントナイト密度の関係を明らかにした。

3. 2. 3 分配係数の液性／ベントナイトの種類による違い

分配係数の固相／液相との関係の一例を図3. 2. 3-1に示す。図3. 2. 3-1から、Ca型化ベントナイトでは、ベントナイト平衡水系とセメント平衡水系でCsの分配係数にあまり差は見られなかった。Ca型化ベントナイト／セメント平衡水－海水系とNa型ベントナイト／セメント平衡水－海水系では、分配係数はほぼ同じ値であり、Ca型化ベントナイト／セメント平衡水で値に比べて、若干小さかった。これは海水系での試験では、液相中に多量のNa⁺イオンを含むことから、Na⁺イオンによってCsの吸着が妨げられたことが考えられる。また、Na⁺イオンによってCa型化ベントナイトがNa型に変化することにより、Ca型化ベントナイト／セメント平衡水－海水系での分配係数は、Na型ベントナイトでの値と差があまり見られなかったと考えられる。

Na型ベントナイト／セメント平衡水－硝酸塩－海水系での分配係数は、他の系に比べて最も小さい値であった。また、ベントナイト密度依存性も小さかった。これは、硝酸塩(NaNO₃)を多量(約6M)に含むことから、液相中のNa⁺イオンによってCsの吸着が妨げられたことが考えられる。

その他の元素(Sr, Ni, Sn, Zr, U, Np, Am)についても、固相／液相による分配係数の違いを明らかにした。

Ca型化ベントナイト-セメント平衡液

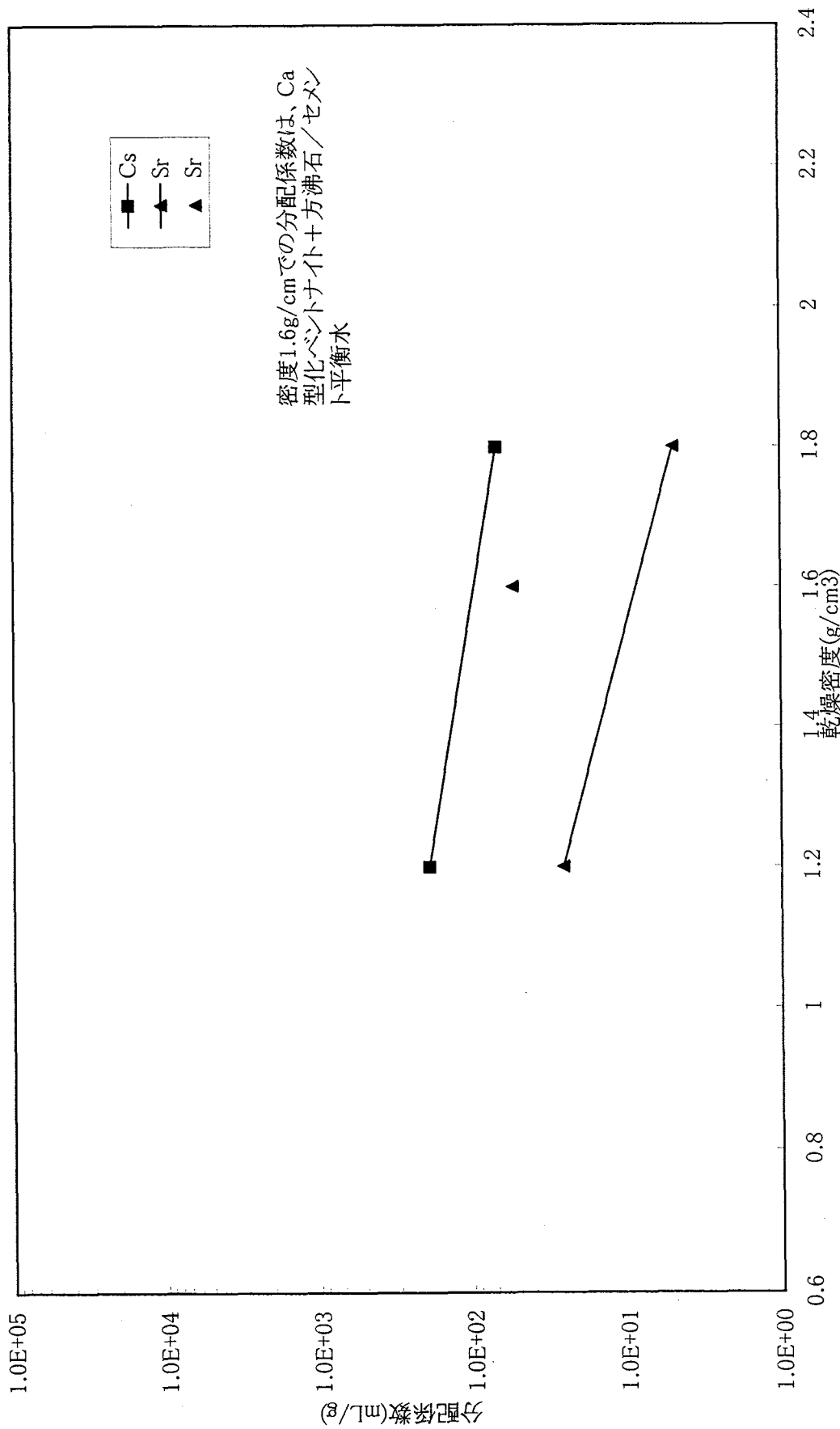
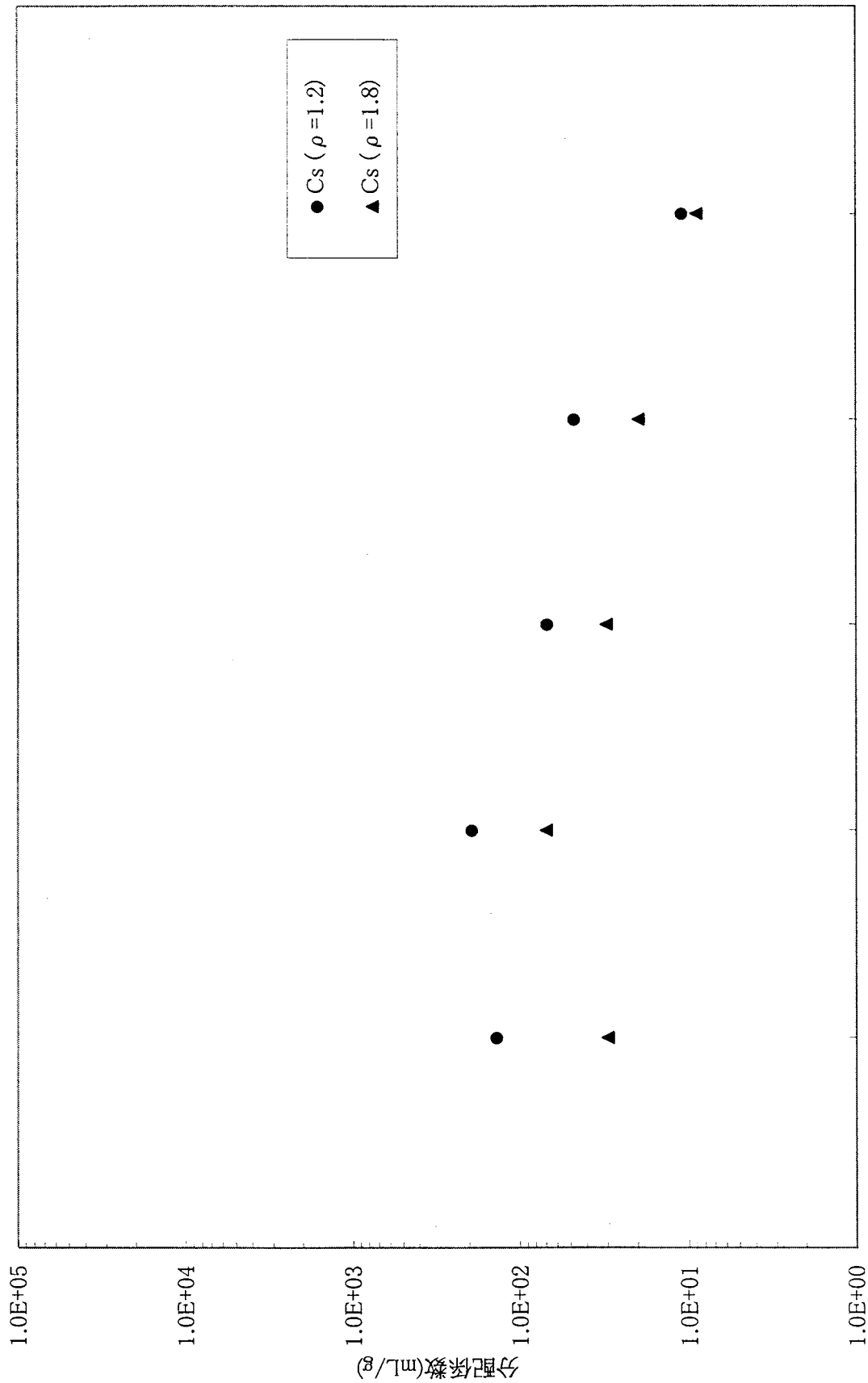


図3.2.2-1 分配係数と乾燥密度の関係(1)(Ca型化ベントナイト/セメント平衡液)



Ca型化ベントナイト
ベントナイト平衡液

Ca型化ベントナイト
セメント平衡液

Ca型化ベントナイト
セメント平衡液-海水

Ca型化ベントナイト
セメント平衡液-硝酸塩-海水系

Na型ベントナイト
セメント平衡液-海水系

図3.2.3-1 分配係数の固相/液相による違い(1)

4. まとめ

本研究では、ベントナイト系の緩衝材について、核種の拡散係数、及び分配係数を取得し、下記の成果を得た。

- ・圧密ベントナイト中の核種の見かけの拡散係数を測定し、これまで取得したデータをまとめて見かけの拡散係数及び分配係数のデータベースを作成した。
- ・Ca型化ベントナイト+方沸石の混合試験では、Srの見かけの拡散係数は、Ca型化ベントナイトでのみかけの拡散係数に比べて、若干小さい傾向にあった。
- ・Ca型化ベントナイトの拡散試験でのみかけの拡散係数/分配係数は、いずれの核種もベントナイト平衡液、及びセメント平衡液で顕著な差は見られなかった。
- ・Na型ベントナイトの拡散試験では、Cs, Srのみかけの拡散係数は、硝酸塩を含む系の方が小さい傾向にあった。
- ・トリチウムの見かけの拡散係数は、Ca型化ベントナイトとNa型ベントナイト、及び液性によって、顕著な差は見られなかった。