

カルシウム型ベントナイトに対する核種の収着特性に関する研究 (II)

- 概要書 -

(動力炉・核燃料開発事業団 研究概要)

技術資料		
開示区分	レポート No.	受領日
Σ	J1214 95-006	1995.6.2
この資料は技術管理室保存資料です 閲覧には技術資料閲覧票が必要です 動力炉・核燃料開発事業団 技術協力部技術管理室		

1995年3月

三菱重工業株式会社

この資料は、動燃事業団の開発業務を進めるため、特に限られた関係者だけに開示するものです。ついては、複製、転載、引用等を行わないよう、また第三者への開示又は内容漏洩がないよう管理して下さい。また今回の開示目的以外のことには使用しないよう特に注意して下さい。

本資料についての問合せは下記に願います。

〒107 東京都港区赤坂1-9-13

動力炉・核燃料開発事業団

技術協力部 技術管理室

カルシウム型ベントナイトに対する核種の収着特性に関する研究 (Ⅱ)

向井 悟*¹・滝 洋*¹・土井 基尾*²

要 旨

本研究では、カルシウム型に変化したベントナイトに対する核種の収着特性を把握するために、以下に示す研究を実施した。

(1) カルシウム型ベントナイトと模擬地下水との浸出液を調整し、溶液中のpH、Eh及び元素分析を行った。また、大気雰囲気下と雰囲気制御下(Ar雰囲気下、O₂濃度1ppm以下)における浸出液の化学組成について比較・検討した。

(2) 大気雰囲気下と雰囲気制御下において、カルシウム型ベントナイトに対するNp、I(雰囲気制御下)、及びC(大気雰囲気下)の分配係数測定試験をバッチ法により実施し、以下の分配係数が得られた。

① Npの分配係数	: 1.1 × 10 ² ml/g	Ca型ベントナイト-蒸留水系
	4.1 × 10 ¹ ml/g	ケルV1-蒸留水系
② Iの分配係数	: 2.9 ml/g	Ca型ベントナイト-蒸留水系
	1.5 ml/g	Ca型ベントナイト-水酸化カルシウム系
③ Cの分配係数	: 1.7 × 10 ¹ ml/g	Ca型ベントナイト-蒸留水系
	1.6 × 10 ³ ml/g	Ca型ベントナイト-水酸化カルシウム系

本報告書は、三菱重工業株式会社が動力炉・核燃料開発事業団の委託により実施した研究の成果である。

契約番号：060D0313

事業団担当部課室及び担当者：環境技術開発部地層処分開発室(間野 正)

*1：原子力応用技術部放射線技術開発グループ

*2：燃料サイクル技術部燃料サイクルシステム設計課

Study on Sorption Characteristics of Nuclides for Ca-Type Bentonite(II)

Satoru Mukai*¹ · Hiroshi Taki*¹ · Motoo Doi*²

Abstract

The following works have been carried out to study the sorption characteristics of Ca-type bentonite for nuclides.

- (1) Exuded solutions with Ca-type bentonite and synthetic groundwater were prepared, and pH, Eh and elements in these solutions were analyzed. The chemical compositions in the exuded solutions under air or inert atmosphere (Ar gas, O₂:under 1 ppm) condition were compared with each other.
- (2) Under air or inert atmosphere condition, experiments for measuring distribution coefficients of Np, I (under air condition) and C (inert atmosphere condition) for Ca-type bentonite were conducted by batch method, and following distribution coefficients were obtained.

①Kd of Np	: 1.1 × 10 ² ml/g	Ca-type bentonite—distilled water system
	4.1 × 10 ¹ ml/g	Kunigel-V1—distilled water system
②Kd of I	: 2.9 ml/g	Ca-type bentonite—distilled water system
	1.5 ml/g	Ca-type bentonite—Ca(OH) ₂ solution system
③Kd of C	: 1.7 × 10 ¹ ml/g	Ca-type bentonite—distilled water system
	1.6 × 10 ³ ml/g	Ca-type bentonite—Ca(OH) ₂ solution system

Work performed by Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. under contract with Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation.

PNC Liaison: Waste Technology Development Division, Geological Isolation Technology Section, Tadashi Mano.

*1: Nuclear Application Technology Department, Radiation Technology Group

*2: Nuclear Fuel Cycle Engineering Department, Fuel Cycle Systems Designing Section

目 次

1. はじめに	1
2. 実施内容	3
2.1 カルシウム型ベントナイト浸出液の調製及び検討	3
2.2 カルシウム型ベントナイトに対する核種の分配係数の取得及び検討	3
3. 試験	5
3.1 供試材	5
3.2 ベントナイトと模擬地下水の浸出液の調製	5
3.3 試験液の調製	5
3.4 分配係数測定試験	5
4. 試験結果及び評価	7
4.1 カルシウム型ベントナイト浸出液の調製	7
4.2 試験液の調製	8
4.3 分配係数測定試験	8
4.4 評価	10
5. あとがき	13

目 次

図 3 - 1	浸出液の調製方法（大気下）	15
図 3 - 2	浸出液の調製方法（雰囲気制御下）	16
図 3 - 3	分配係数測定試験液前処理方法（大気下）	17
図 3 - 4	分配係数測定試験液前処理方法（雰囲気制御下）	18
図 3 - 5	分配係数測定試験方法（大気下）	19
図 3 - 6	分配係数測定試験方法（雰囲気制御下）	20
図 4 - 1	浸出液の p H	21
図 4 - 2	浸出液中の N a 濃度	22
図 4 - 3	浸出液中の C a 濃度	23
図 4 - 4	浸出液中の S i O ₂ 濃度	24
図 4 - 5	浸出液中の S O ₄ ²⁻ 濃度	25
図 4 - 6	浸出液中の C l ⁻ 濃度	26
図 4 - 7	浸出液中の全炭酸濃度	27

表 目 次

表 3 - 1	浸出液の調製条件	28
表 3 - 2	分配係数測定試験条件	29
表 4 - 1	ベントナイトに対する核種の分配係数	30

1. はじめに

T R U 廃棄物の処分では、廃棄物の固形化材及び廃棄物間の充填材などにカルシウムを豊富に含有するセメント系材料の使用が検討されている。そのため、T R U 廃棄物の処分に際し、緩衝材にナトリウム型ベントナイトを使用した場合、地下水シナリオにおいて比較的早期にカルシウム型に変化することが考えられる。

昨年度の研究では、大気雰囲気下においてナトリウム型ベントナイトがカルシウム型になることで核種の分配係数が変化することを定量的に確認した。

本研究では、処分環境を模擬した雰囲気制御下においてベントナイトと模擬地下水の浸出液を調製し、溶液中に存在する陽イオン、陰イオンの分析を行った。この溶液を用いてカルシウム型に変化したベントナイトに対して核種 (Np, I, C) の分配係数の測定を行った。昨年度に実施した大気雰囲気下の分配係数測定試験の結果、Npの分配係数にはナトリウム型及びカルシウム型ベントナイトで差が見られたため、本研究では、雰囲気制御下において、カルシウム型との比較としてクニゲル V 1 に対する Np の分配係数の測定も行った。I-129 及び C-14 は T R U 廃棄物に含まれる核種として重要なため、これらの核種のカルシウム型ベントナイトに対する分配係数測定試験を行った。これらの試験結果を踏まえてカルシウム型ベントナイトに対する核種の収着挙動について検討した。

2. 実施内容

本研究では、カルシウム型ベントナイトに対する核種（Np, I, C）の分配係数を測定するために、以下の研究を実施した。

2.1 カルシウム型ベントナイト浸出液の調製及び検討

クニゲルV1をカルシウム型に変化させたベントナイトを模擬地下水に分散・浸漬させることにより、カルシウム型ベントナイト浸出液を調製し、溶液中のイオン濃度を測定した。また、大気雰囲気下と雰囲気制御下における浸出液の化学組成について検討した。

2.2 カルシウム型ベントナイトに対する核種の分配係数の取得及び検討

テフロン容器中で試験液にベントナイトを分散・浸漬させ、所定時間ごとに溶液を分取し、固液分離後液相中の核種濃度を測定することにより、分配係数を取得した。また、分配係数の測定結果からカルシウム型ベントナイトに対する収着挙動について検討した。

3. 試験

3.1 供試材

本試験では、クニゲルV1をカルシウム型に変化させたベントナイト及びクニゲルV1の2種類の試料（PNC殿より支給）を供試材とした。

3.2 ベントナイトと模擬地下水の浸出液の調製

平衡液は、所定量のベントナイトを、蒸留水及び水酸化カルシウム飽和溶液に、平衡になるまで浸漬させることにより調製した。水酸化カルシウム飽和溶液は、セメント系材料からカルシウムが溶出してくるため、これを模擬する地下水として用いた。浸出液の調製は、大気雰囲気下と雰囲気制御下（Arガス雰囲気下，O₂濃度1ppm以下）で行った。それぞれの雰囲気下での浸出液の調製方法を図3-1及び図3-2に示す。また、浸出液調製のための試験条件を表3-1に示す。溶液は1回/1日攪拌して所定時間毎にサンプリングし、溶液中のpH，Eh，ベントナイトの主要構成元素を分析した。

3.3 試験液の調製

試験液の調製方法を図3-3及び図3-4に示す。核種添加前の0.45μmフィルタ濾過は、固液分離のために行った。固液分離した浸出液に核種を添加した。雰囲気制御下の試験では、核種添加に先立ち還元剤（Na₂S₂O₄）を添加して還元性にした。核種を添加した後、pHが変化した場合には、pH調整前及び調整後の浸出液中の核種濃度を測定し、pH調整による沈澱物形成の有無の確認を行った。試験に用いた核種はNp-237, I-129, C-14の3種類である。

3.4 分配係数測定試験

分配係数測定試験はバッチ法により実施した。分配係数測定試験方法を図3-5及び図3-6に示す。また、試験条件を表3-2に示す。テフロン容器内で、試験液100mLとベントナイト2gを浸漬させた。溶液を1回/1日攪拌して所定時間毎にサンプリングし、限外濾過膜（分画分子量：10000）により濾過し、濾液中の核種濃度を測定した。浸漬前後の溶液中の核種濃度の変化量から、ベントナイトへの核種の収着量を求め、分配係数を算出した。雰囲気制御下の試験では、還元性雰囲気を

保つため試験溶液に適宜還元剤を添加した。試験期間中、ベントナイトを含む試料中のpHが変化した場合にはブランクのpHを、ベントナイトを含む試料のpHに調整した。

雰囲気制御下ではNp-237の溶解度が低く(10^{-8} mol/l以下)放射能測定が困難なことが予想されるため、検出感度の高いICP-MSによりNp-237の分析を行った。

I-129は、低エネルギー用Ge半導体検出器で計測した。

C-14は、濾液を液体シンチレータと混合した後、液体シンチレーションカウンタで計測した。

4. 試験結果及び評価

4.1 カルシウム型ベントナイト浸出液の調製

カルシウム型ベントナイトを蒸留水及び水酸化カルシウム飽和溶液に、浸漬させることにより調製した。浸漬期間は約40日であった。

カルシウム型ベントナイト浸出液のpH及び元素濃度の測定結果を図4-1～図4-7に示す。カルシウム型ベントナイトの添加により、いずれの浸出液もpHはアルカリ側に変化した。雰囲気制御下では、時間と共にpHの変化は殆どみられず、ほぼ一定の値で推移した。一方、大気中の浸出液のpHは若干の減少がみられた。

浸出液中のNa濃度は、浸漬期間中ほぼ一定の値で推移した。カルシウム型ベントナイトと水酸化カルシウム飽和溶液の浸出液中のNa濃度は、カルシウム型ベントナイトと蒸留水の浸出液中のNa濃度よりも若干高めであった。これは、カルシウム型ベントナイトに若干含まれる交換性Naイオンとカルシウムイオンとの交換反応によるのではないかと考えられる。

カルシウム型ベントナイトと水酸化カルシウム飽和溶液の浸出液中のCa濃度は、浸漬期間中ほぼ一定の値で推移した。カルシウム型ベントナイトと蒸留水の浸出液中のCa濃度は上昇傾向が見られた。Ca濃度の増加はベントナイト中の鉱物の溶出によると考えられる。

SiO₂濃度は浸漬初期に高く浸漬期間と共に減少し、数ppm程度でほぼ一定となった。

SO₄²⁻濃度には、ばらつきが見られるが浸漬開始後40日でほぼ一定になっていると考えられる。大気下でのSO₄²⁻濃度は雰囲気制御下でのSO₄²⁻濃度に比べて高めの値であった。

Cl⁻濃度は浸漬開始後40日でほぼ一定となった。浸出液間のCl⁻濃度の差はあまり見られなかった。

浸出液中の炭酸イオン(HCO₃⁻/CO₃²⁻)濃度は、浸漬期間中ほぼ一定の値で推移しており、カルシウム型ベントナイトと蒸留水の浸出液の方がカルシウム型ベントナイトと水酸化カルシウム飽和溶液の浸出液に比べて高めの値であった。また、大気下の方が雰囲気制御下よりも若干高めであった。

浸出液中の元素分析結果から、ベントナイトを浸漬後、いずれの浸出液も約40日で主要構成元素の濃度及びpHはほぼ安定した状態にあると考えられる。

4.2 試験液の調製

4.1項で調製した浸出液は、遠心分離操作（10000rpm）を行った後、上澄み液を0.45 μmフィルタで濾過した。Np-237とI-129の試験液では、濾液に還元剤を添加し所定のEhに調整した後、濾液に対象核種を添加し、分配係数測定試験のための試験液を作製した。C-14の試験液では、大気中の試験のため固液分離した後、核種を添加した。核種の添加量はNp(OH)₄及びCaCO₃の沈澱を生じない濃度になるように設定した。

試験液を調製した結果、蒸留水とベントナイトの浸出液では、Np-237濃度はほぼ目標濃度に近い値であった。一方、水酸化カルシウム飽和溶液とベントナイトの浸出液では、Np-237濃度が大きく減少した。これは、Np-237を含む沈澱物を生じたためではないかと考えられる。このため、Np-237分配係数測定試験は、蒸留水とベントナイトの浸出液を用いて実施することとし、水酸化カルシウムとベントナイトの浸出液については、沈澱物の生成条件を明らかにするため、pH及びCa²⁺イオン濃度によるNp溶解度への影響を調べる試験を実施した。

I-129濃度及びC-14濃度は目標濃度にほぼ近い値であったため、調製したこれらの試験液を分配係数測定試験に用いた。

4.3 分配係数測定試験

4.3.1 分配係数の算出方法

ベントナイトに対する核種の分配係数は、液相中の核種濃度変化より、次式を用いて求めた。

$$K_d = \frac{(C_{B1} - C_1) \times V}{W} \times \frac{1}{C_1}$$

ここで、K_d：分配係数（mℓ/g）

C₁：吸着平衡時の液相中核種濃度（Bq/mℓ）

C_{B1}：ブランク試験液の平衡時核種濃度（Bq/mℓ）

V：試験液量（= 100 mℓ）

W：ベントナイト添加量（= 2 g）

4.3.2 N_p分配係数測定試験

N_p-237試験液に、ベントナイトを浸漬させて分配係数測定試験を開始した。試験期間中、ブランクのpHは、サンプルのpHと同じになるように、NaOHを添加してpHを調整した。また、E_hは-300mV以下になる様に必要に応じて還元剤を添加した。

液相中のN_p-237濃度は、漬開始初期に溶液中のN_p濃度の減少が見られた。その後、10日後ぐらいまで濃度変化は殆どなかったが、20日後に大きな濃度の減少が見られた。浸漬20日頃のN_p濃度の減少は、N_pを含む沈澱（おそらくN_pO₂）を生じたためと考えられる。

従って、沈澱を生ずる前のN_p濃度データを用いて、N_p-237の分配係数を算出すると以下の値となった。

Ca型ベントナイト-蒸留水： 1.1×10^2 mL/g

クニゲルV1 - 蒸留水： 4.1×10^1 mL/g

4.3.3 I分配係数測定試験

I-129試験液に、ベントナイトを浸漬させて分配係数測定試験を開始した。試験期間中、ブランクのpHは、サンプルのpHと同じになるように、NaOHを添加してpHを調整した。溶液中のE_hは、蒸留水系では約-300mV、水酸化カルシウム飽和溶液系では約-450mVになるように還元剤を添加して調整した。

カルシウム型ベントナイト-蒸留水系、及びカルシウム型ベントナイト-水酸化カルシウム飽和溶液系いずれにおいても、液相中のI-129濃度は、ブランクとサンプルで顕著な変化は見られなかった。I-129濃度は、浸漬期間中ほとんど変化がなかった。

I-129の分配係数を算出すると大略以下の値となった。

Ca型ベントナイト-蒸留水 : 2.9 mL/g

Ca型ベントナイト-Ca(OH)₂ : 1.5 mL/g

4.3.4 C分配係数測定試験

C-14試験液に、ベントナイトを浸漬させて分配係数測定試験を開始した。試験期間中、ブランクのpHは、サンプルのpHと同じになるように、NaOHを添

加してpHを調整した。

カルシウム型ベントナイト-蒸留水系の分配係数測定試験での溶液中C-14濃度は、試験開始後若干減少し、浸漬時間と共に若干の漸減傾向が見られた。

カルシウム型ベントナイト-水酸化カルシウム飽和溶液系の分配係数測定試験での溶液中C-14濃度は、試験開始後急激に減少し、時間と共に漸減傾向が見られた。C-14濃度の減少率はカルシウム型ベントナイト-蒸留水系よりも大きかった。また、ブランクのC-14濃度も減少傾向を示したが、サンプルとは濃度の減少率が異なっていた。

C-14の分配係数を算出すると、36日後には以下の値となった。

Ca型ベントナイト-蒸留水 : 1.7×10^1 ml/g

Ca型ベントナイト-Ca(OH)₂ : 1.6×10^1 ml/g

4.3.5 Np-237溶解度試験

Np溶解度へのCa²⁺イオン濃度及びpHの影響を調べるため、種々のCa²⁺イオン濃度及びpHの試験液を調整した後、Np-237を添加して、沈澱の有無を確認した。Np-237の分析の結果、Ca²⁺濃度が 10^{-2} 以上の場合にはpH11~12の間でNp-237濃度が減少した。Ca²⁺濃度が低い場合、pHに依らずNp-237濃度はほぼ一定の値であった。

4.4 評価

4.4.1 Npの分配係数

本研究で得られたベントナイトに対する核種の分配係数の測定結果を、表4-1に示す。表4-1より、いずれのベントナイトにもNp-237の吸着が見られた。Np-237の分配係数は、Ca型ベントナイトの方がNa型ベントナイト(クニゲルV1)よりも高かった。この傾向は、平成5年度に実施した大気下でのNa型ベントナイト及びCa型ベントナイトに対するNp-237の分配係数の傾向と同じであった。本研究で用いたベントナイトは、前年度に用いたベントナイトとは若干種類が異なるため、単純に比較はできないが、雰囲気制御下の方が大気下より分配係数が高いと推定される。Na型よりもCa型ベントナイトの方が吸着性が高い原因として、文献調査の結果、ベントナイト微粒子へのNpの吸着、Npのコロイ

ド生成等が関係していることが考えられる。

4.4.2 Iの分配係数

表4-1から、I-129の分配係数は蒸留水系、Ca(OH)₂飽和溶液系いずれにおいても小さかった。平成6年度に実施した大気中でのI-129のベントナイトに対する分配係数は小さく、本研究で得られた分配係数値と同程度であった。分配係数が小さいのは、pHがアルカリ性の領域で還元雰囲気及び大気雰囲気いずれにおいても、Iは陰イオン(I⁻)の形で存在するためと考えられる。

4.4.3 Cの分配係数

表4-1から、蒸留水系においてCa型ベントナイトへのC-14の若干の吸着が見られた。蒸留水系での分配係数は、浸漬開始して約1週間後から漸増傾向が見られた。Ca(OH)₂飽和溶液系においても分配係数は漸増傾向が見られたが、蒸留水系よりも分配係数は2桁高かった。この原因として、C-14分配係数測定試験は大気下での試験のため、Ca(OH)₂飽和溶液へのCO₂の吸収によるCaCO₃の沈澱生成が考えられる。また、蒸留水系において分配係数が漸増傾向にある原因として、C-14のカルサイトとの同位体交換が考えられる。

4.4.4 Npの溶解度

Ca(OH)₂飽和溶液中のNp-237分析の結果、Ca²⁺濃度及びpHが共に高い場合に濃度の減少が見られた。これ以外の領域では、Np-237濃度に顕著な変化は見られなかった。

Npの溶解度に関する文献を調査した結果では、Caイオンの影響を明らかにした文献は見あたらなかった。Np溶解度低下の原因として、Caイオンだけでなく、炭酸イオンの影響も考えられるため、今後炭酸イオンを考慮して溶解度試験を実施する必要があると考えられる。

5. あとがき

T R U 廃棄物の処分環境を模擬した雰囲気制御下において、カルシウム型ベントナイトと模擬地下水を調製し、この溶液を用いて分配係数測定試験を実施した。その結果、以下の知見が得られた。

(1) カルシウム型ベントナイトと模擬地下水の浸出液を調製し、溶液中の陽イオン、陰イオンの分析を行った。分析の結果、ベントナイト浸漬後約40日で浸出液は、ほぼ安定した状態となった。

(2) カルシウム型ベントナイトに対する核種 (Np, I, C) の分配係数測定試験を実施し、以下の分配係数が得られた。

① Np の分配係数 :	$1.1 \times 10^2 \text{ mL/g}$	Ca型ベントナイト-蒸留水系
	$4.1 \times 10^1 \text{ mL/g}$	クニゲルV1-蒸留水系
② I の分配係数 :	2.9 mL/g	Ca型ベントナイト-蒸留水系
	1.5 mL/g	Ca型ベントナイト-水酸化カルシウム系
③ C の分配係数 :	$1.7 \times 10^1 \text{ mL/g}$	Ca型ベントナイト-蒸留水系
	$1.6 \times 10^3 \text{ mL/g}$	Ca型ベントナイト-水酸化カルシウム系

Np の分配係数は、Ca型ベントナイトの方がクニゲルV1よりも高かった。この傾向は、前年度実施した大気下でのCa型及びNa型ベントナイトに対する分配係数の傾向と同じであった。この原因として、ベントナイト表面でのNpの錯体生成、ベントナイト微粒子へのNpの吸着、及びNpのコロイド生成等が考えられる。

Iのカルシウム型ベントナイトへの吸着性は小さく、蒸留水系と水酸化カルシウム系の違いは殆ど見られなかった。

Cの分配係数は、浸漬期間と共に漸増傾向が見られた。この原因として、蒸留水系では、ベントナイト中に含まれるカルサイトと溶液中の炭酸イオンとの同位体交換、水酸化カルシウム系では大気中のCO₂吸収によるCaCO₃の沈澱の生成が考えられる。

(3) 雰囲気制御下でのNp-237の溶解度の予察的試験の結果、pHが約12以上、及びCa濃度が約 10^{-2} mol/l 以上の領域で減少することがわかった。

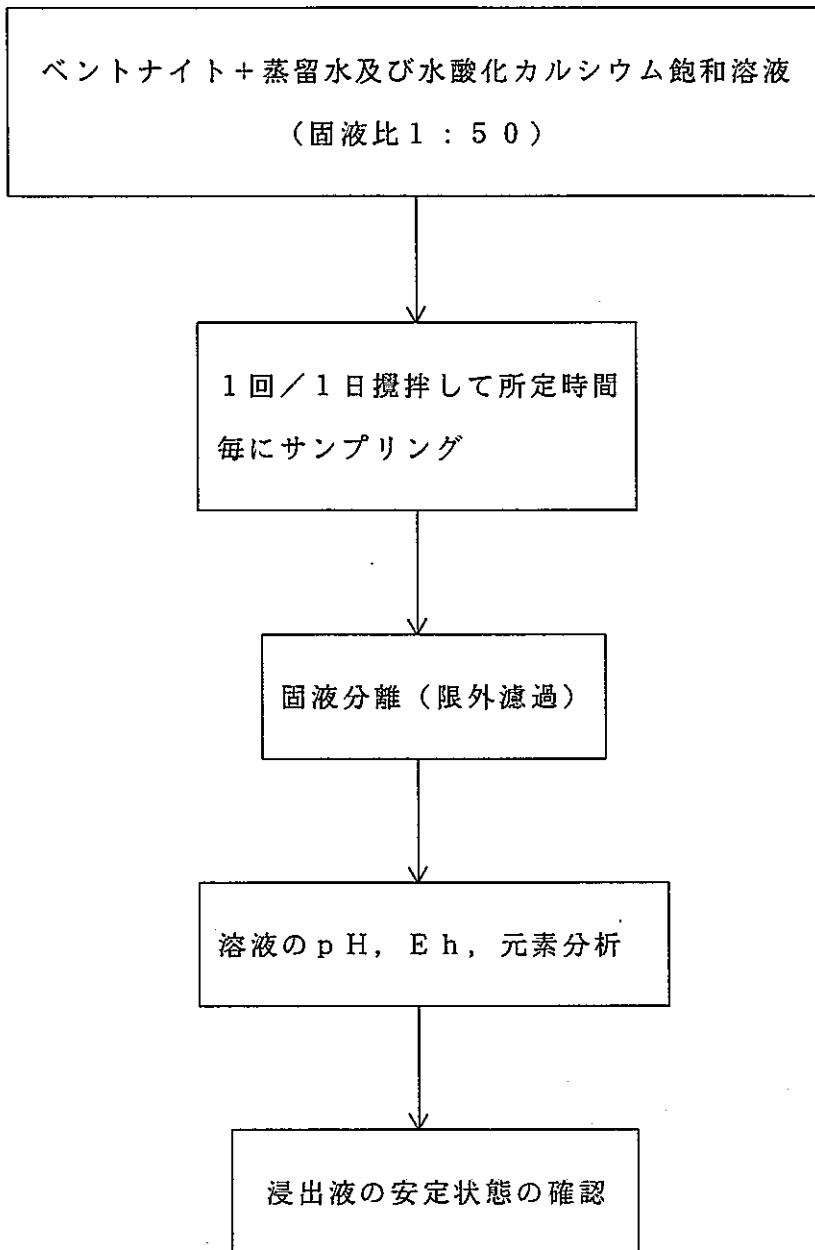


図3-1 浸出液の調製方法(大気下)

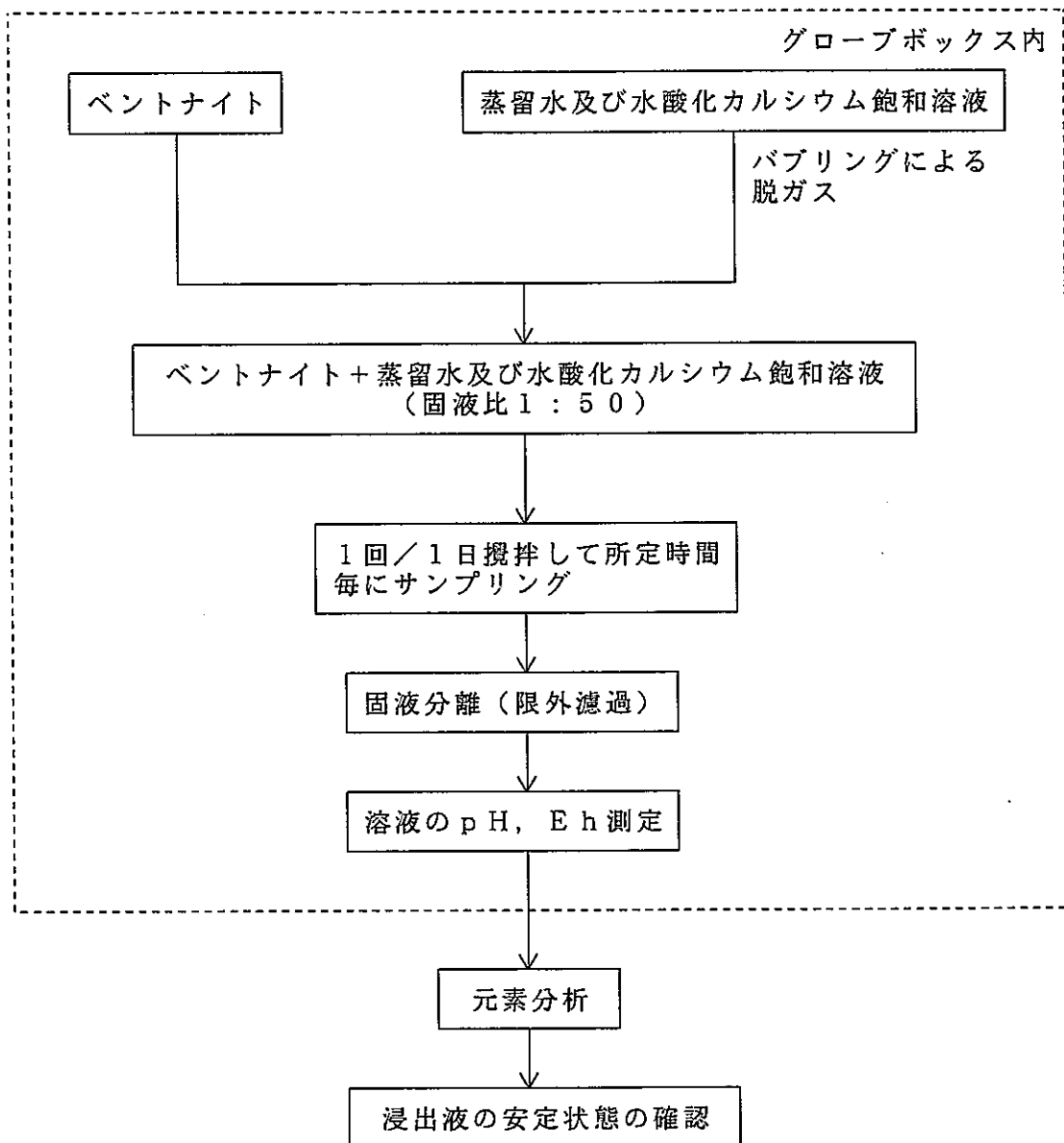


図 3 - 2 浸出液の調製方法 (雰囲気制御下)

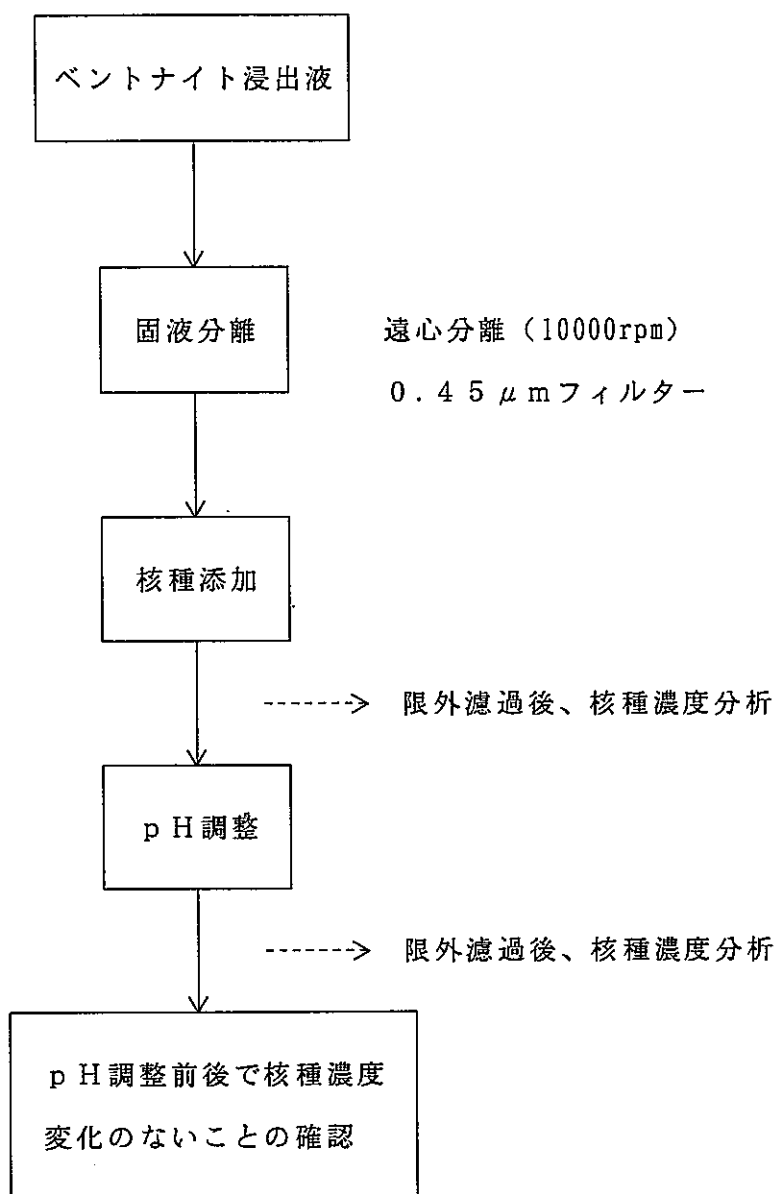


図 3 - 3 分配係数測定試験液前処理方法 (大気下)

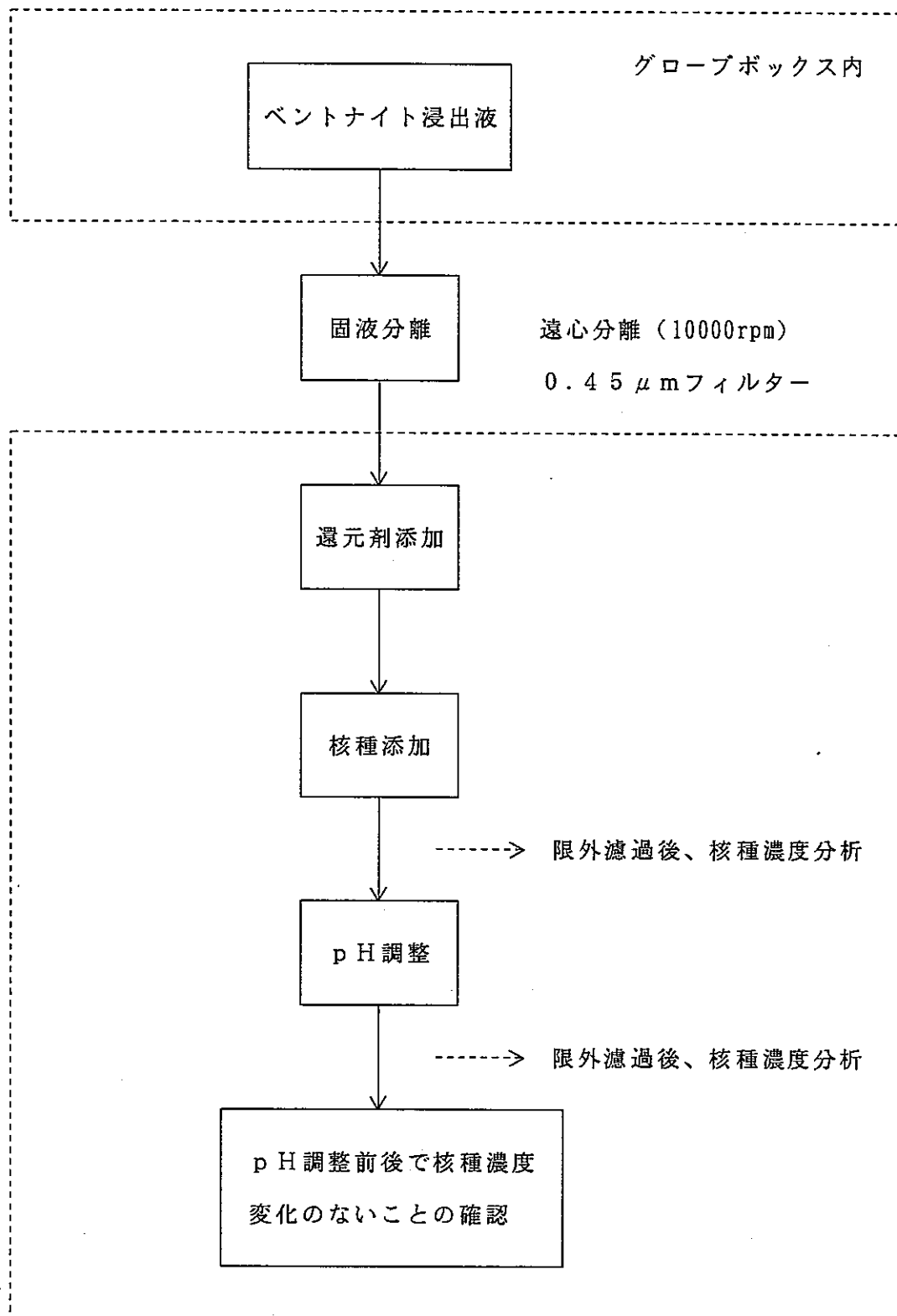


図 3 - 4 分配係数測定試験液前処理方法 (雰囲気制御下)

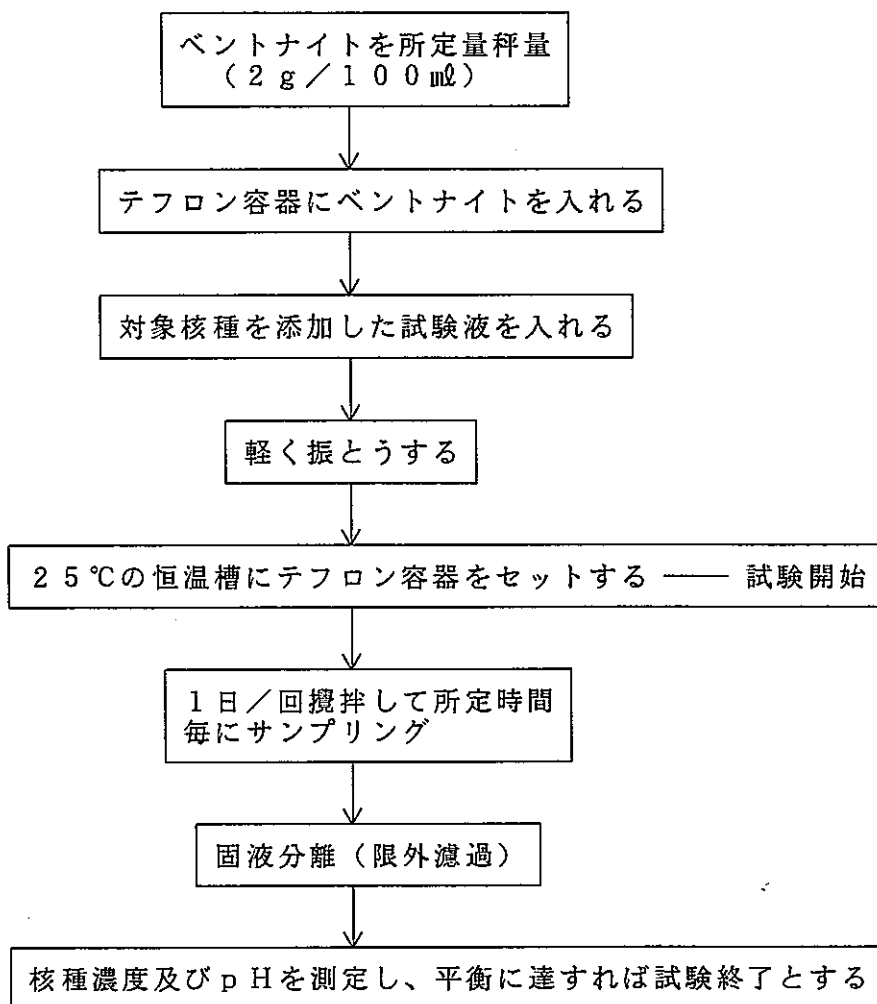


図3-5 分配係数測定試験方法 (大気下)

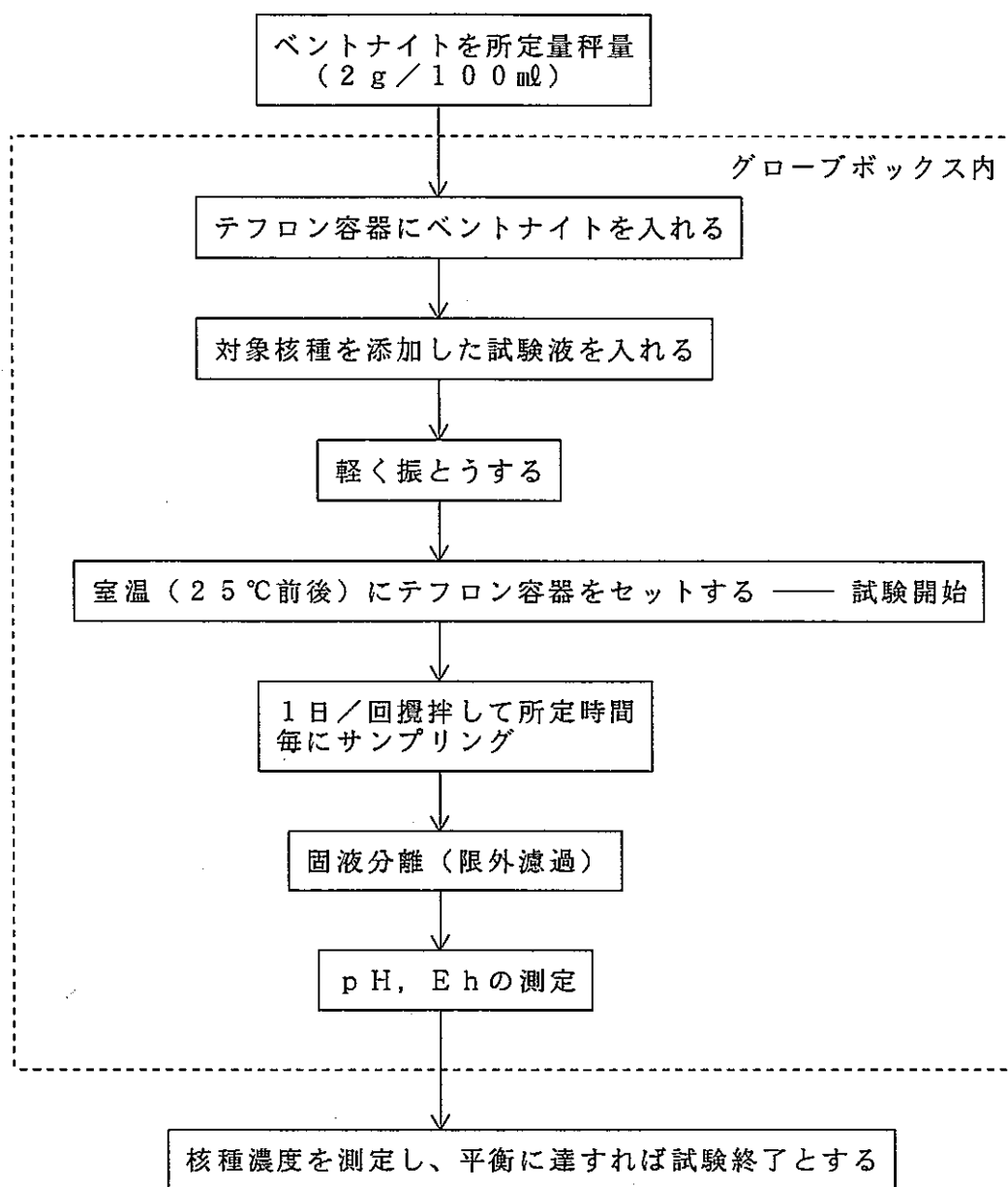


図3-6 分配係数測定試験方法(雰囲気制御下)

pH vs time

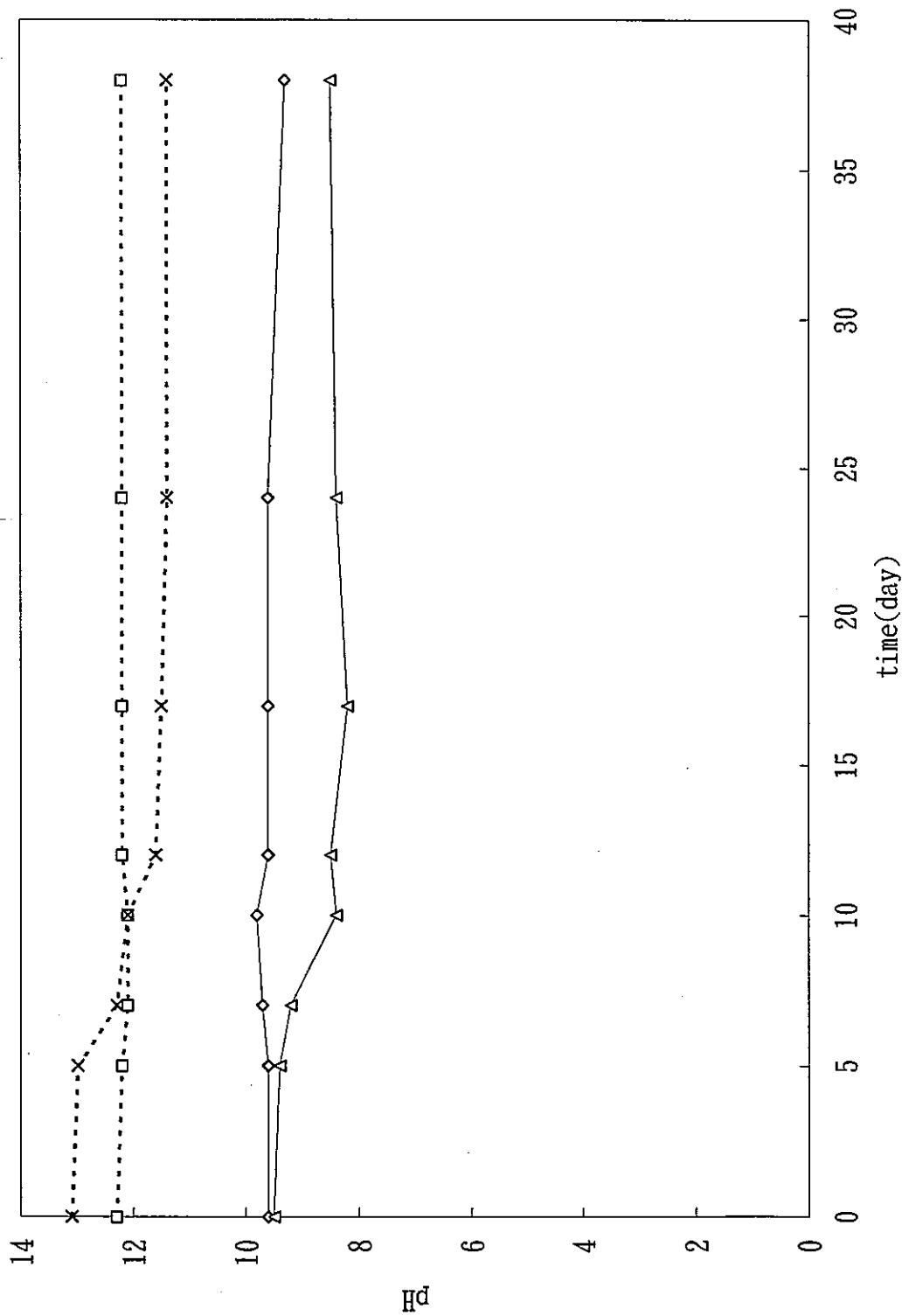


図 4 - 1 浸出液の pH

Na vs time

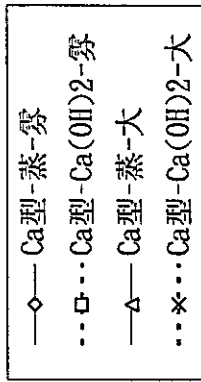
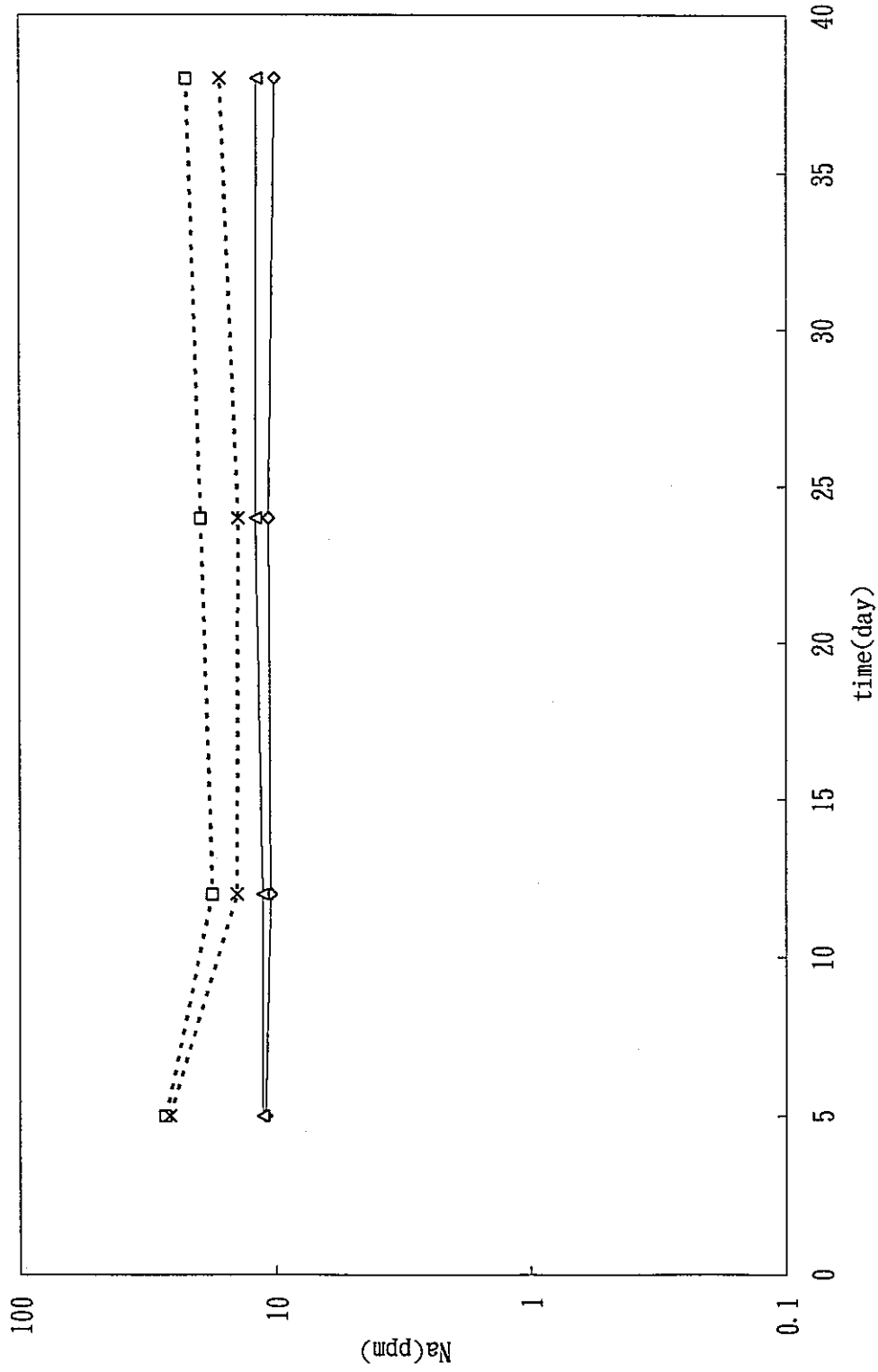


図 4 - 2 浸出液中の Na 濃度

Ca vs time

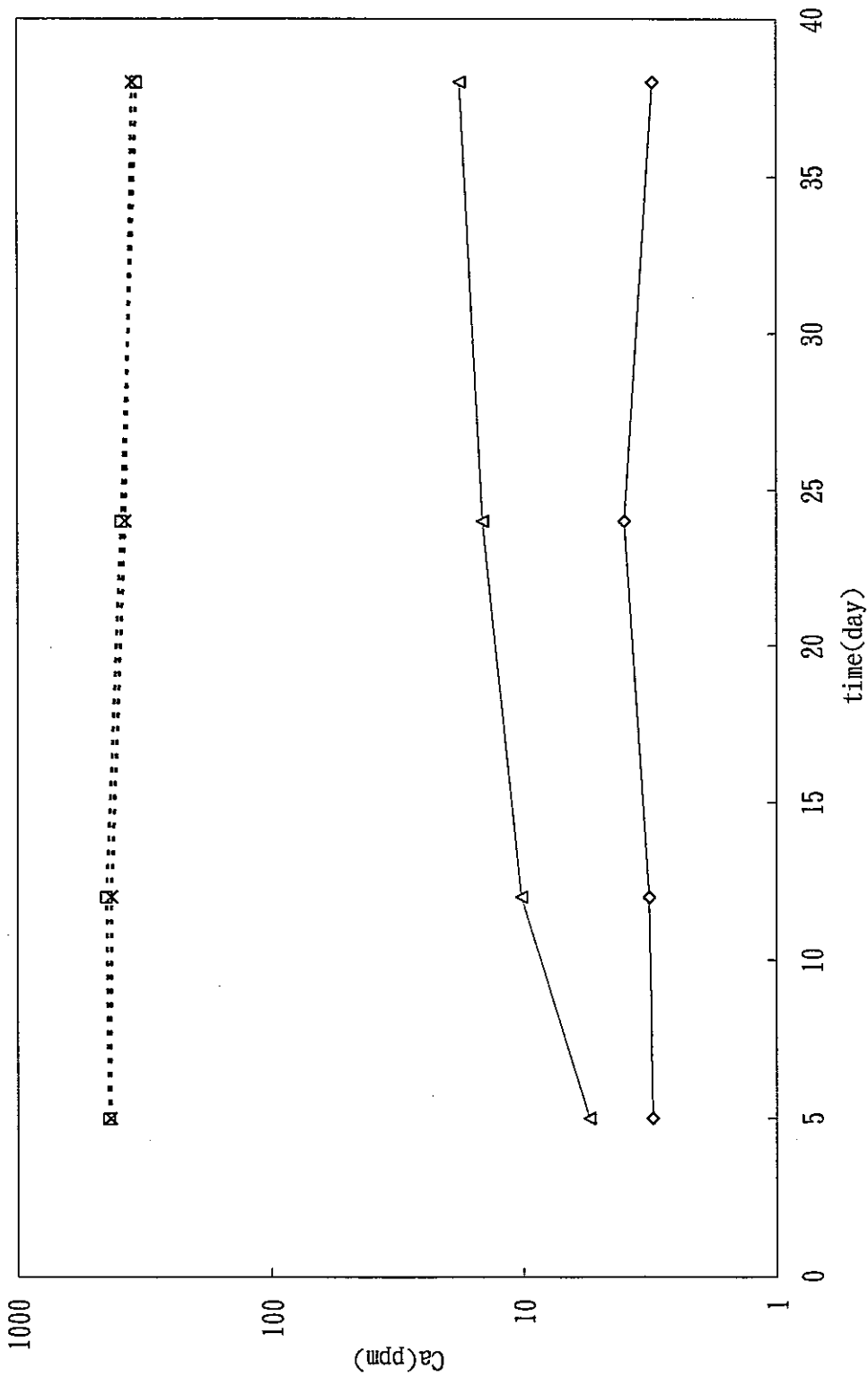


図 4 - 3 浸出液中の Ca 濃度

SiO₂ vs time

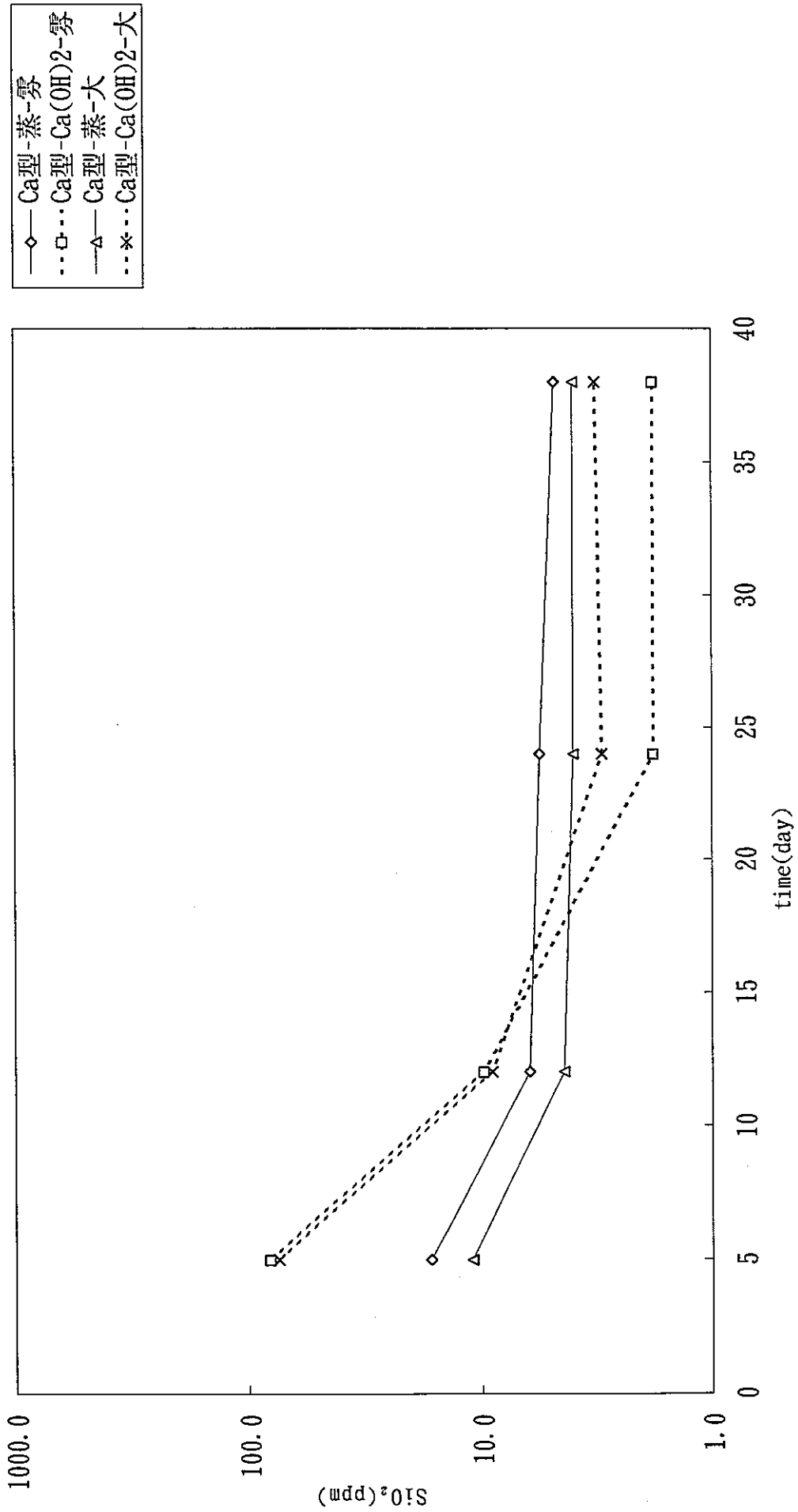


図 4 - 4 浸出液中の SiO₂ 濃度

S04 2- vs time

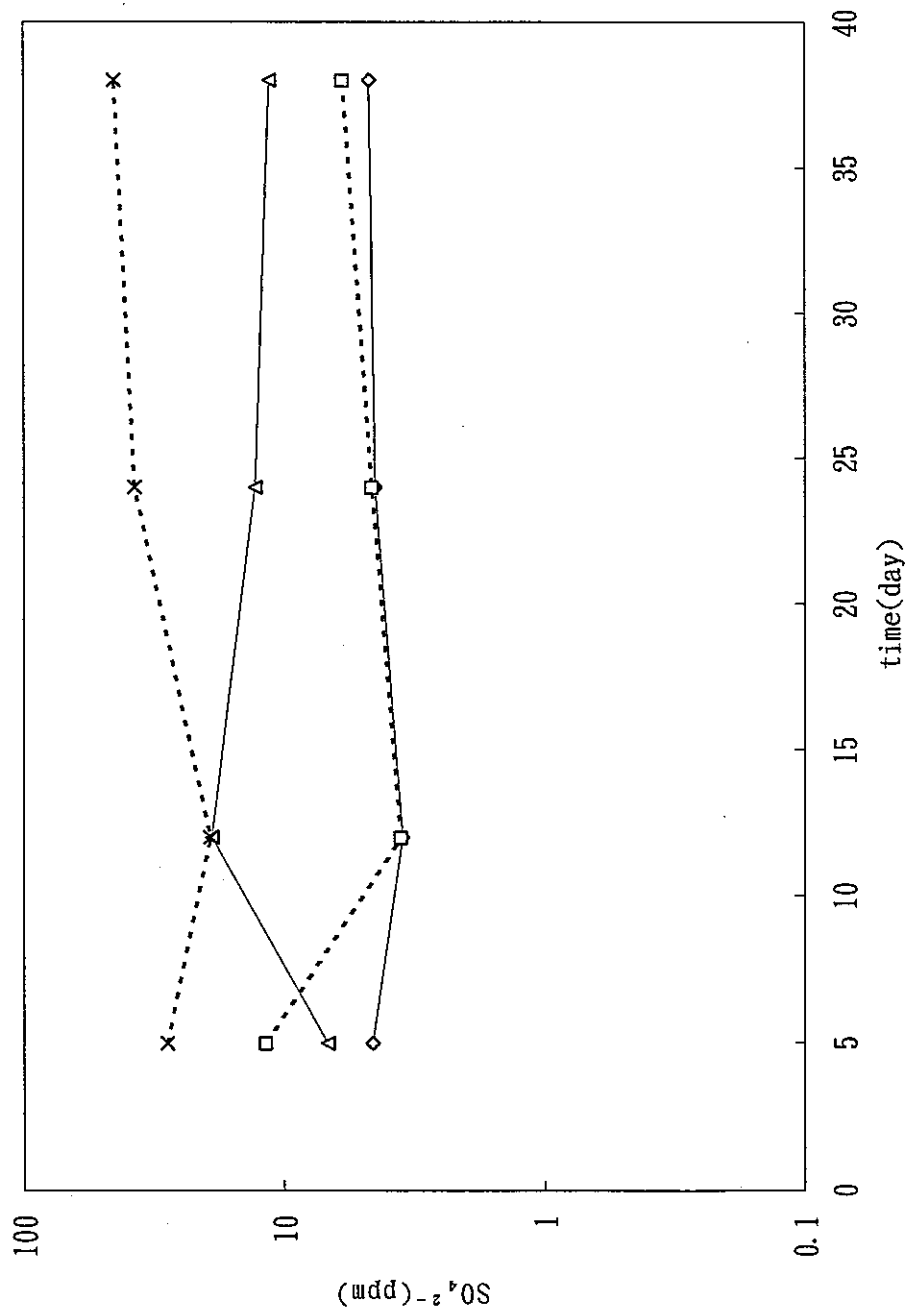
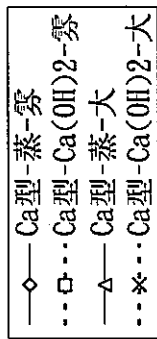
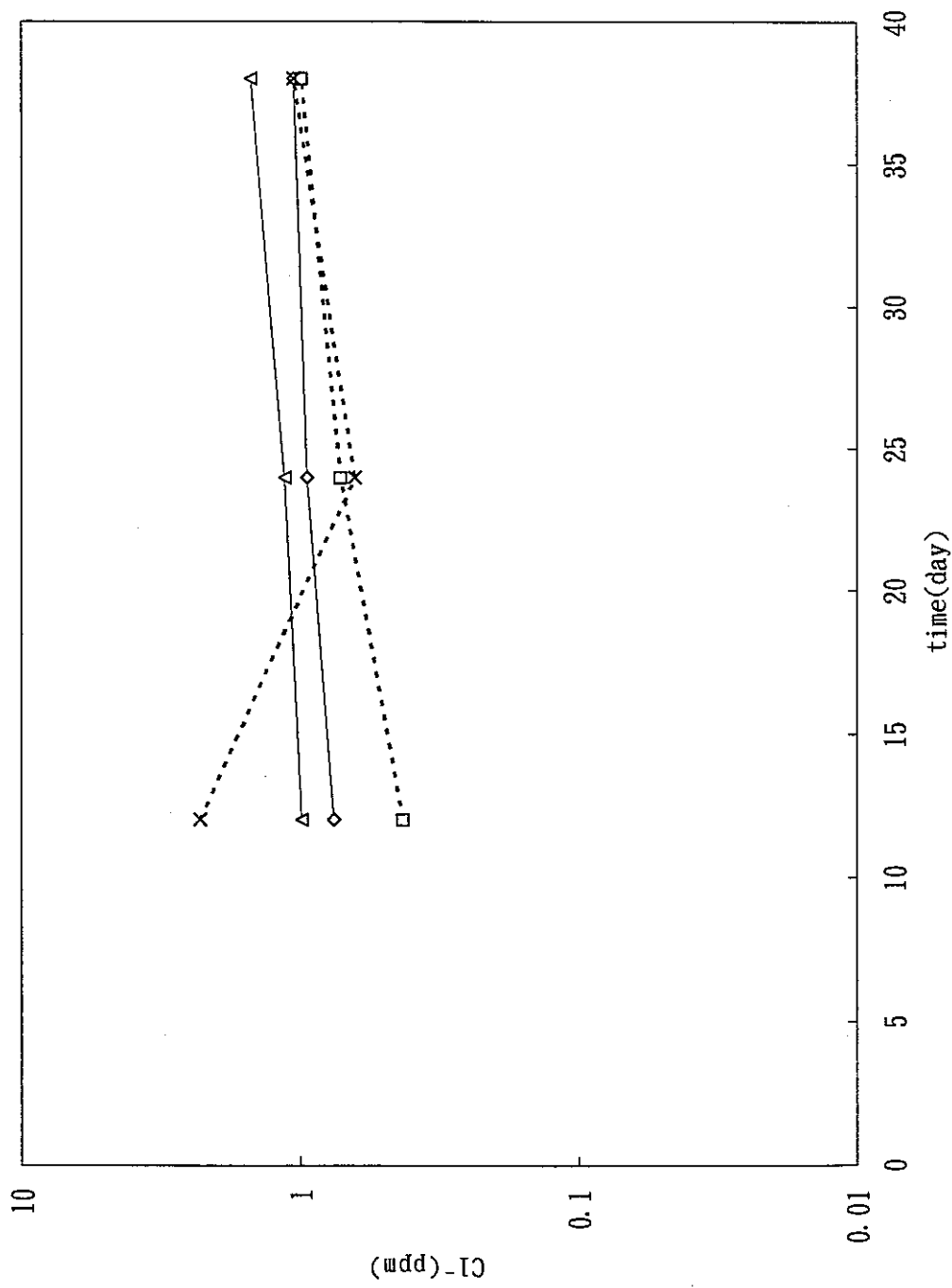


図 4 - 5 浸出液中の SO_4^{2-} 濃度

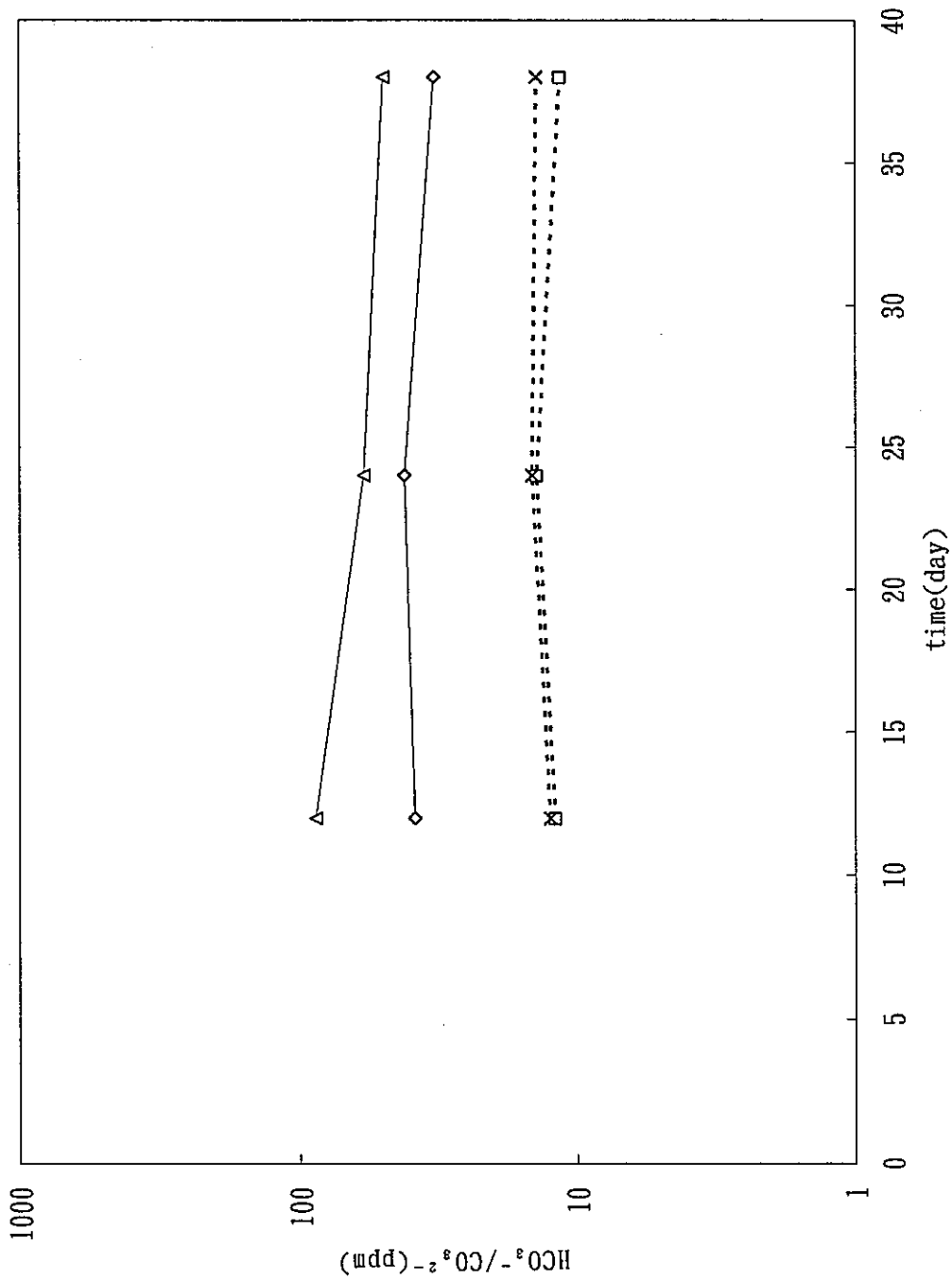
Cl- vs time



◇—Ca型-蒸-雾
 □···Ca型-Ca(OH)2-雾
 △—Ca型-蒸-大
 ×···Ca型-Ca(OH)2-大

図 4 - 6 浸出液中の Cl⁻ 濃度

HCO₃⁻/CO₃²⁻ vs time



- ◇—Ca型-蒸-雾
- Ca型-Ca(OH)₂-雾
- △—Ca型-蒸-大
- *---Ca型-Ca(OH)₂-大

图 4-7 浸出液中的全碳酸浓度

表 3 - 1 浸出液の調製条件

初期液組成	蒸留水及び水酸化カルシウム飽和溶液
固液比	1 : 5 0 (2 g / 1 0 0 ml)
安定状態の確認	主要構成元素濃度及びpHの経時変化の測定
雰囲気	大気下 / 雰囲気制御下 (Ar 雰囲気, O ₂ 濃度 1 ppm以下)
浸出液の分析	pH, Eh, Na ⁺ , K ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , Cl ⁻ , HCO ₃ ⁻ / CO ₃ ²⁻ , SO ₄ ²⁻ , 全Fe, SiO ₂
試料	<ul style="list-style-type: none"> ・カルシウム型ベントナイト (クニゲルV1をカルシウム型に変化させたベントナイト) ・クニゲルV1*

* : 雰囲気制御下でのみ使用

表 3 - 2 分配係数測定試験条件

液組成	蒸留水及び水酸化カルシウム飽和溶液とベントナイト*の浸出液
期 間	1 ケースあたり約 30 日 (平衡に達するまでの期間)
温 度	室 温 (25 °C)
対象元素	N p, I, C
固液比	1 : 50 (2 g / 100 ml)
雰囲気	大気下 : C 雰囲気制御下 : N p, I
繰り返し数	3 回 + ブランク 1 回

* : クニゲル V 1 をカルシウム型にさせたベントナイト

N p の試験ではクニゲル V 1 も使用

表4-1 ベントナイトに対する核種の分配係数

核種	ベントナイト	模擬地下水	pH	E _h (mV)	分配係数 (mL/g)
Np-237	Ca型ベントナイト	蒸留水	8.6	-350	1.1×10^2 *1
	クニゲルV1	蒸留水	9.5	-350	4.1×10^1 *1
I-129	Ca型ベントナイト	蒸留水	7.8	-270	2.9 *2
	Ca型ベントナイト	水酸化カルシウム飽和溶液	12.2	-460	1.5 *2
C-14	Ca型ベントナイト	蒸留水	8.5	(大気下)	1.7×10^1 *3
	Ca型ベントナイト	水酸化カルシウム飽和溶液	12.4	(大気下)	1.6×10^3 *3

*1 : 浸漬9日までの平均値

*2 : 浸漬30日までの平均値

*3 : 浸漬36日後の値 (ブランク補正なし)